

2018M3B5A2026468

뇌과학원천기술개발사업 일몰대비 후속사업 기획연구
(Prepare Deadline for Follow-up Business of Brain Science
Technology Plan Research)

(주)웍스

한국연구재단

제 출 문

한국연구재단 이사장 귀하

본 보고서를 “뇌과학원천기술개발사업 일몰대비 후속사업 기획연구”의 최종보고서로 제출합니다.

2018 . 11 . 23 .

연구기관명 : (주)웍스

연구책임자 : 엄의흠

연 구 원 : 정민숙

연 구 원 : 한효석

연 구 원 : 정수현

연 구 원 : 정의홍

연 구 원 : 김민지

연 구 원 : 박재영

요 약 문

I. 뇌과학원천기술개발사업 일몰대비 후속사업 기획연구

II. 사업의 목적 및 필요성

- (목적) 뇌과학원천기술개발사업 일몰에 대비하여 후속사업 연구내용 등 신규 추진 사업 재구성·기획 방안 마련
- (필요성) 후속 사업추진의 필요 검토 및 추진 논리 개발 필요

III. 연구의 내용 및 범위

- 뇌과학원천기술개발사업의 성과에 대한 종합분석
 - 사업의 목표, 성과목표, 추진내용, 추진체계 등에 대한 내용 및 적절성, 효율성, 효과성에 대한 분석
- 뇌과학원천기술개발사업 후속사업 기획
 - 후속사업 추진 정당성을 설명하기 위한 사업추진 필요성 논리 개발
 - “제3차 뇌연구촉진 기본계획” 등 정부의 정책변화 및 환경 변화에 부합하는 사업 기획

IV. 연구결과

- 뇌과학원천기술개발사업의 성과분석
 - (사업목표) 미래 유망분야인 뇌연구를 통해 뇌과학 핵심 4대 분야 원천기술 확보 및 BT, IT, CS(인지과학) 융합을 통한 새로운 미래시장 선점
 - (사업내용) 뇌과학 4대분야 원천기술개발 및 실용화 연계 (치매/디톡스) 추진
 - (투자현황) 최근 4년간(‘14~’17년)투입된 정부지원연구비는 1,113.4억원
 - 전체예산의 31.6%가 뇌신경계질환 분야에 투입되었으며, 뇌신경생물 분야에 20.5%, 뇌공학 20.1%, 뇌인지 19.8%순으로 예산이 투입

- (주요성과) 최근 3년간 뇌과학원천기술개발사업의 성과는 논문, 특히, 인력양성 성과가 큰 폭으로 증가하고 있는 추세
 - (SCI(E)논문) 최근 4년간 SCI(E)급 학술지에 게재된 논문은 총 802건이며, 매년 증가하고 있는 추세
 - 2014년 118건 → 2017년 347건(연평균성장률 43.3%)
 - (특허) 특허출원 391건, 특허등록 93건 등 총 484건의 특허성과가 창출
 - 2016년 들어 큰 폭으로 증가(전년대비 115.8% 증가)
 - (인력양성) 최근 4년간 뇌과학원천기술개발사업을 통해 배출된 인력은 총 593명
- 질적수준
 - (SCI(E)논문) 최근 3년간 창출된 SCI(E)논문의 평균 IF는 4.28, mrnIF는 69.37이며, IF 5이상의 비중은 24.4%
 - 2016년 기준 뇌과학원천기술개발사업의 논문 질적 수준(mrnIF)은 국가R&D(63.54) 보다 우수
 - (등록특허) 2016년 기준 K-PEG A등급 이상 비중은 33.3%로 국가전체(37.5%)와는 비슷한 수준이나 과기정통부 R&D사업(55.9%) 보다는 낮음
- 뇌과학원천기술개발사업 후속사업 기획
 - (사업명) 뇌연구 고도화 사업(Advancement in Brain Science Project)
 - (사업목적) 국제적 우수연구 저변 확대를 통한 뇌연구 기초역량 강화로 21세기 뇌과학 강국 부상
 - (사업목표) 국제적 우수연구 저변확대를 통한 뇌연구분야 기초역량 강화
 - 사업기간 및 사업비
 - (사업기간) 2020~2034(총 15년)
 - (사업비) 총 9,182억원(전액 정부지원금)
 - 사업범위 및 내용
 - (미들업 주제 중심 자율경쟁형 연구프로그램) 뇌 발달 기전 이해 및 조절, 뇌세포 구조/기능 이해 및 조절, 인지 및 행동의 기전 이해 및 조절, 뇌 노화 기전 이해 및 조절, 뇌과학 방법론 연구
 - (전략적 분야 육성 프로그램) 계산신경과학, 인간 뇌인지 기전 연구 등의 전략적 육성주제 연구

SUMMARY

- 운영방안
 - (Middle up 과제 기획) 연구자 주도의 주제별 자유공모형 연구를 통해 연구자 자율성·창의성 제고
 - (안정적 연구보장) 미들업 주제 중심 자율경쟁 프로그램(5년), 전략적 육성 주제 중심 프로그램 10년(5+5년) 보장
 - (심층평가 시스템) 심층토론을 통해 과학적 이점과 실현가능성에 초점을 맞춘 선정 평가로 공정성·객관성 제고

V. 연구결과와 기대효과

- 기술적 측면
 - 뇌연구원천기술개발사업에 대한 종합적 성과분석을 통해 사업 추진의 효율성 및 효과성 제고하고 사업 운영에 대한 대외평가에 효과적으로 대응함으로써 보다 주도적으로 사업추진이 가능
 - 후속 연구사업 시, 체계적인 사업추진 가능
- 경제적·산업적 측면
 - 사업의 효율적, 효과적 운영을 통해, 사업이 목적하는 뇌과학분야의 과학기술 경쟁력 및 국가경쟁력 강화 가능

I. Prepare Deadline for Follow-up Business of Brain Science Technology Plan Research

II. Purpose and necessity of Research

- (Purpose) Prepare a plan for the follow-up project of Brain science R&D project
- (Necessity) Need for follow-up business development and development logic

III. Contents and scope of Research

- A Comprehensive Analysis for Performance of Brain science R&D project
 - Analysis of the content, appropriateness, efficiency and effectiveness of the project goals, performance targets, promotion contents,
- Follow-up business plan
 - Development of the logic of the necessity of the project to explain the legitimacy of extension of the term and follow-up business
 - Development of the logic of the necessity of the project of the term and follow-up business

IV. Research result

- Analysis of the performance of Brain Science Technology Plan Research
 - (Research Goal) Acquisition of core technologies in core four areas of brain science through brain research, which is a promising future field, and new future market preoccupation through BT, IT and CS (cognitive science) convergence
 - (Research contents) Development of 4 main fields of brain science, development of original technology and linking with practical use (Dementia / Detox) promotion
 - (Investment Status) The government-funded research budget spent in the last four years ('14 ~ '17) was KRW111.34 billion
 - 31.6% of the total budget was devoted to the field of cerebral neurological

diseases, 20.5% for brain neuron biology, 20.1% for brain engineering and 19.8% for brain cognitive science

- (Performance) In the past three years, the achievements of the Brain Science Technology Plan Research have shown a significant increase in the output of papers, patents, and training
- (SCI (E) Research paper) A total of 802 paper published in SCI (E) academic journals over the past four years
 - 118 in 2014 → 347 in 2017 (average annual growth rate of 43.3%)
- (Patent) 391 patent application, 93 patent registration, etc. Total 484 patent achievements
 - Significant increase in 2016 (115.8% increase from the previous year)
- (Training) In the past four years, 593 people training
- Qualitative level
- (SCI (E) Research paper) The mean IF of the SCI (E) thesis produced over the past three years is 4.28, the mrnIF is 69.37, and the proportion of IF 5 or more is 24.4%
 - The quality level (mrnIF) of the original technology development project of the brain science as of 016 is superior to the national R&D (63.54)
- (Patent Registration) As of 2016, K-PEG A-grade ratio is 33.3%, which is similar to that of the whole country (37.5%), but lower than that of the Ministry of Science and ICT R & D project (55.9%)

Follow-up Business of Brain Science Technology Plan Research

- (Project name) Advancement in Brain Science Project
- (Purpose) Enhancement of brain research base capacity by enlarging international undergraduate research base
- (Goal) To strengthen basic capacity in brain research field by expanding international undergraduate research
- Project period and budget
- (period) 2020 ~ 2034 (15 years in total)
- (budget) Total of KRW 918.2 billion (total government grants)

- Scope and content of the project
- (Middle up research program) Neural development, Molecular mechanisms of neural activity and plasticity, Systems neuroscience, cognition and behavior, Brain aging and neurodegenerative disease, Measuring, mimicking, and modulating brain
- (Strategic research program) Computational and theoretical neuroscience, Cognition mechanisms of Human Brain
- Plan
- (Middle up project planning) Research autonomy and creativity are raised through the study of researchers'
- (Ensure stable research) Mid-term theme-oriented autonomous competition program (5 years), strategic upbringing theme-oriented program 10 years (5 + 5 years) guarantee
- (In-depth evaluation system) Enhance fairness and objectivity through selection evaluation focused on scientific advantage and feasibility through in-depth discussion

V. Expected Contribution

Technical aspects

- Improving efficiency and effectiveness of the projects by Systematization of performance indicators and Overall Performance Analysis
- Possible to carry out systematic project at follow-up study

Economic and industrial aspects

- Strengthen the Science and Technology competitiveness of Korea's in field of Nuclear Science

CONTENTS

Chapter 1 Overview of Business	1
Section 1 Business Background	1
1. Business Background	1
2. The urgency of business promotion	5
3. The need for government support	11
Section 2 Business Promotion System and Planning Method	14
1. Business outline and promotion ground	14
2. Business Planning and Implementation System	18
3. Business plan promotion progress	23
Chapter 2 Trends in the Environment and the Environment	59
Section 1 Scope and classification of brain research	59
1. Brain Research Definitions and Scope	59
2. Brain Research Classification	61
Section 2 Environmental Analysis	68
1. Policy Trends	68
Section 3 Precedence Analysis	90
1. Targeted R&D Projects	90
2. Brain science source technology development project	91
3. Basic Research Project	104
Section 4 R&D Capacity in Korea	111
1. Government R&D Investment Trends	111
2. Competitiveness analysis of technical competence and research papers	116
3. R&D Infrastructure	122
Chapter 3 Business Promotion Direction and Strategy	139
Section 1 Business Vision and Goals	139
1. Business Vision and Goal	139
2. SWOT Analysis and Strategy Development	142
Section 2 Business Strategy	144
1. Operation of self-competitive research program centering on the middle industry	144
2. Strategic Field Development Program	149
3. Establishment and operation of support system for professional operation of research program	151
Chapter 4. Detailed research plan	157
Section 1 Outline of Research 157	157
1. Development of the key promotion field	157
2. Definitions and Scope of Key Promotion Fields	167
Section 2 Main Promotion Fields Contents	173
1. Understanding and Control of Brain Development Mechanism	173
2. Understanding and controlling brain cell structure and function	174
3. Understand and control mechanisms of cognition and behavior	175
4. Understanding and regulation of brain aging mechanism	176
5. Brain Science Methodology Research	179
6. Human Brain Cognitive Mechanics Research	180
7. Computational Neuroscience	182
Chapter 5 Business Promotion Plan and Management Plan	187
Section 1 Business Logic Model and Performance Objectives	187
1. Business Type Classification	187
2. Business Logic Model Setup	190
3. Setting Performance Goals and Metrics	191
Section 2 Business Promotion System	195
1. Business Promotion System	195
2. Role sharing among business executives	198
Section 3 Business Management Strategy	200
1. Business Management Systems and Processes	200
2. Business Management Strategy	204
3. Evaluation / management procedures and standards	206
Section 4 Funding Plans	211
1. Investment Plan by Year	211
2. Required manpower by year	214
3. Financing Plan	215

Section 5 Expected Effects	217
1. Science and Technology Expected Effects	217
2. Socioeconomic expectations	217
Chapter 6 Analyzing the Pre-feasibility Study and Expected Effects	221
Section 1 Preliminary Feasibility Analysis Methodology	221
1. Overview	221
2. Feasibility Analysis for Each Area	222
Section 2 Scientific and technological feasibility	226
1. Appropriateness of Science and Technology Development Plan	226
2. Possibility of technology development success	252
3. Differentiation from Similar Businesses	257
Section 3 Policy Feasibility	259
1. Composition with Higher Plans	259
2. Willingness to do business	265
3. Need for Government Support	266
4. Business risk factors and countermeasures	268
Section 4 Economic Feasibility	271
1. Economical Analysis Method	271

목 차

제 1 장 사업개요	1
제 1 절 사업추진 배경	1
1. 사업추진 배경	1
2. 사업추진의 시급성	5
3. 정부지원의 필요성	11
제 2 절 사업추진 체계 및 기획방법	14
1. 사업개요 및 추진근거	14
2. 사업기획 추진체계	18
3. 사업기획 추진경과	23
제 2 장 국내외 동향 및 환경분석	59
제 1 절 뇌연구의 범위 및 분류	59
1. 뇌연구 정의 및 범위	59
2. 뇌연구 분류	61
제 2 절 환경분석	68
1. 정책동향	68
제 3 절 선행사업 분석	90
1. 분석대상 R&D사업	90
2. 뇌과학원천기술개발사업	91
3. 기초연구사업	104
제 4 절 우리나라 R&D 역량	111
1. 정부R&D 투자동향	111
2. 기술역량 및 연구논문의 경쟁력 분석	116
3. R&D 인프라	122
제 3 장 사업 추진 방향 및 전략	139
제 1 절 사업비전 및 목표	139
1. 사업비전 및 목표	139
2. SWOT 분석 및 전략 도출	142
제 2 절 사업추진 전략	144
1. 미들업 주제 중심 자율경쟁형 연구 프로그램 운영	144
2. 전략적 분야 육성 프로그램 운영	149
3. 연구프로그램의 전문적 운영을 위한 지원체계 구축 및 운영	151

제 4 장 세부 연구계획	157
제 1 절 연구개요	157
1. 중점추진분야 도출	157
2. 중점추진분야 정의와 범위	167
제 2 절 중점 추진분야 주요내용	173
1. 뇌발달 기전 이해 및 조절 연구	173
2. 뇌세포 구조와 기능의 이해 및 조절 연구	174
3. 인지 및 행동의 기전 이해 및 조절 연구	175
4. 뇌 노화 기전 이해 및 조절 연구	176
5. 뇌과학 방법론 연구	179
6. 인간 뇌인지 기전 연구	180
7. 계산신경과학	182
제 5 장 사업 추진계획 및 관리방안	187
제 1 절 사업논리모형 및 성과목표	187
1. 사업유형 구분	187
2. 사업 논리모형 설정	190
3. 성과목표 및 지표 설정	191
제 2 절 사업추진체계	195
1. 사업추진체계	195
2. 사업수행 주체간 역할 분담	198
제 3 절 사업관리전략	200
1. 사업 관리체계 및 프로세스	200
2. 사업 관리전략	204
3. 평가/관리 절차 및 기준	206
제 4 절 자원조달 계획	211
1. 연도별 투자계획	211
2. 연도별 소요인력	214
3. 자원조달 계획	215
제 5 절 기대효과	217
1. 과학기술적 기대효과	217
2. 사회경제적 기대효과	217

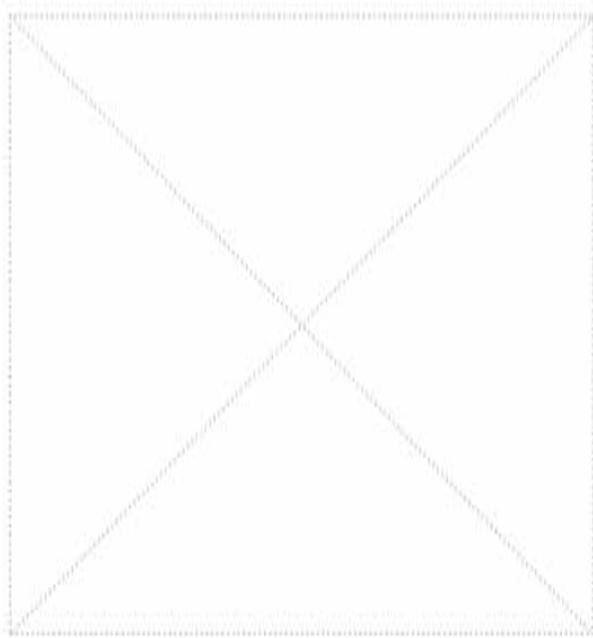
제 6 장 사전 타당성 조사 및 기대효과 분석	221
제 1 절 사전타당성 분석 방법론	221
1. 개요	221
2. 영역별 타당성 분석 수행 체계	222
제 2 절 과학기술적 타당성	226
1. 과학기술개발계획의 적절성	226
2. 기술개발 성공가능성	252
3. 유사 사업과의 차별성	257
제 3 절 정책적 타당성	259
1. 상위계획과의 부합성	259
2. 사업추진 의지	265
3. 정부지원 필요성	266
4. 사업수행 위험요인 및 대응방안	268
제 4 절 경제적 타당성	271
1. 경제성 분석 방법	271
2. 경제성 분석 결과	274

제 1 장 사업개요

제 1 절 사업추진 배경

1. 사업추진 배경

- **뇌의 근본적 작동원리 규명은 인류가 해결해야 할 최고의 난제이자 미래 국가경쟁력을 좌우할 핵심 요소임**
 - 뇌는 인간의 가장 중요한 신체 부위임에도 불구하고, 아직 현대 과학기술의 한계를 실감하게 만드는 미지의 영역으로 남아 있음
 - 전 세계적으로 뇌질환에 의한 사회적 경제적 비용이 크게 증가하고 있으며, 뇌연구는 각종 뇌질환의 예방/진단/치료를 위한 핵심 분야 중 하나임



[그림 1-1] 유럽의 뇌질환 관련 사회경제적 비용 추정액

출처 : Cost of disorders of Brain in Europe 2010, European Neuropsychopharmacology (2011) 21, 718-779

- 특히, 우리나라는 의학의 발달, 생활수준 향상, 환경개선 등으로 고령화 사회로의 진입이 가속화 되는 추세이며 치매를 포함한 각종 퇴행성 뇌질환이 점점 증가 추세에 있음

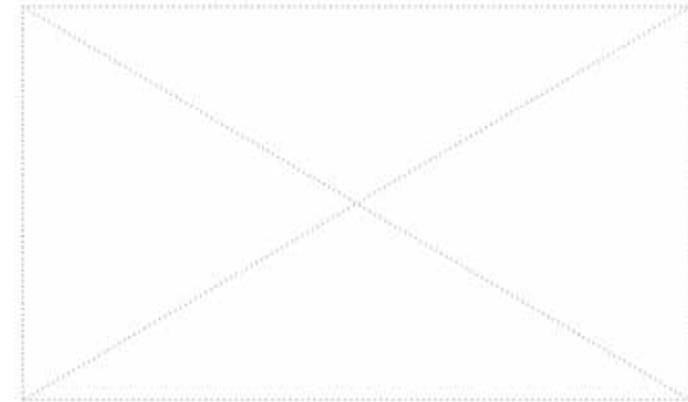
<표 1-1> 노인인구 및 치매환자 증가 추이 전망

(단위: 천명, %)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2025	2030	2040	2050	
65세 이상	노인인구	6,624	6,864	7,119	7,396	7,716	8,084	8,485	10,331	12,691	16,501	17,991
	치매환자	650	690	720	760	800	840	880	1,050	1,270	1,960	2,710
비중	9.8	10.0	10.2	10.3	10.4	10.4	10.4	10.2	10.0	11.9	15.1	

출처: 장래인구추계, 통계청, 2014 / 대한민국 치매현황 2016, 중앙치매센터, 2016

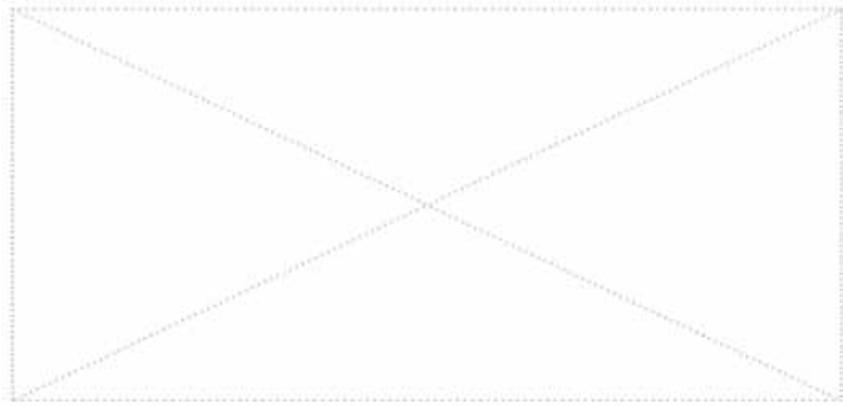
- 뇌질환은 인간의 건강과 행복한 삶을 악화시키는 큰 위협이 되고 있으므로 반드시 해결해야 하는 난제이기도 함
- 뇌연구는 지능정보를 근간으로 한 4차 산업혁명의 시대에 인공지능기술과 더불어 미래기술의 진보에 기여할 것으로 예측되고 있으며, 사회적 수요의 증가에 따라 뇌 관련 산업은 미래 유망산업으로 주목받으며 시장이 빠르게 증가하고 있는 추세임



[그림 1-2] 세계 인공지능 시장규모 전망

출처 : International Data Corporation(IDC), 2016

- 세계 최고 뇌과학 강국인 미국은 오바마 대통령이 뇌 작동원리의 미스터리 해결이 최우선 과제임을 강조(Brain Initiative 연설문 中, 2013년 4월)하였으며, 중국의 최대 검색엔진인 바이두 회장은 인간의 뇌를 모방하기에 앞서 뇌 작동원리 이해가 최우선임을 강조(Smart China Expo 연설문 中, 2018년 8월)하고 있는 등 선진국과 산업계가 사활을 걸고 뇌과학 연구에 매달리고 있음



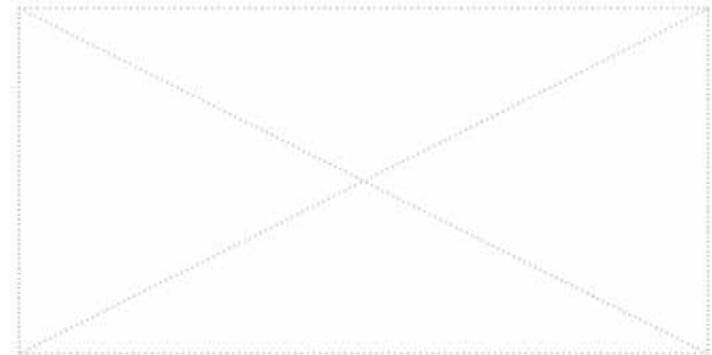
[그림 1-3] Brain Initiative 및 Smart China Expo 연설문 中

- 선진국의 국가 지도자들과 산업계 리더들이 이처럼 뇌과학 기초연구를 강조하는 이유는 미래사회를 경제적으로 선도하고 국민복지를 실현하기 위해서는 뇌의 “근본적 작동원리 이해”라는 장애물을 넘어서야만 함을 깨달았기 때문임

▶ **선진국에 비해 뇌과학 기초연구가 뒤떨어져 있는 우리나라 역시 국가경쟁력을 잃지 않고 미래 사회 혁신 및 고령화 사회 대응 등을 위하여 뇌 작동원리의 근본적 이해를 책임질 국가차원의 우수 뇌과학자 육성을 목표로 하는 중장기적 R&D 프로그램이 절실히 필요**

- 뇌과학은 다른 기초과학 분야와 차별되는 특수성으로 국가차원의 지원 절실
 - 뇌과학은 기초과학분야 간의 융합적 성격이 강하므로 주제 및 방법의 복잡성이 타과학분야에 비해 매우 높음
 - 다른 순수과학의 융복합적 토대위에 이루어지는 뇌과학의 특성으로 인해 숙련된 연구인력의 양성에 오랜 시간의 투자가 필요한 분야임
 - 뇌를 연구하는 방법론은 사용되는 기술의 첨단성과 복잡성, 그리고 자료의 방대함으로 인해 대부분 고비용적 성격을 띠고 있음

- 뇌과학의 연구 주제는 실로 우주의 연구에 견줄만하며, 따라서 아직 알려지지 않은 미지의 대상이 많으므로 실패 가능성이 높음
- 이러한 특성들과 기초적 연구가 더 많이 이루어져야 하는 과학의 단계적 특성으로 인해 선진국의 사례를 보더라도 뇌과학 연구는 국가차원의 지원이 일반적임
- 뇌과학분야 연구를 선도하는 미국의 경우 뇌작동의 원리를 이해하여 인간의 건강을 증진시키는 전략을 지난 수십년 간 꾸준히 추진하고 있음
- 전세계적으로 모범이 되고 있는 R&D 지원 및 관리 기구인 미국 국립보건원 (NIH)은 미국 국립정신건강연구소(NIMH), 미국 국립신경질환뇌졸중연구소(NINDS), 미국 국립안연구소(NEI), 미국 국립약물남용연구소(NIDA) 4개 뇌과학분야연구소에 2017년 기준 전체예산의 20.3%인 10.9조원을 투자함



[그림 1-4] 미국 국립보건원의 뇌연구 분야 예산 투입현황

출처 : National Institutes of Health(NIH) DATA Book Fiscal Year 2015, NIH(2017)

- 미국의 이러한 마중물적 투자는 기초연구와 실용화 및 산업화가 선순환적으로 잘 이루어지는 피라미드형 연구생태계를 형성하는 가장 모범적인 사례임

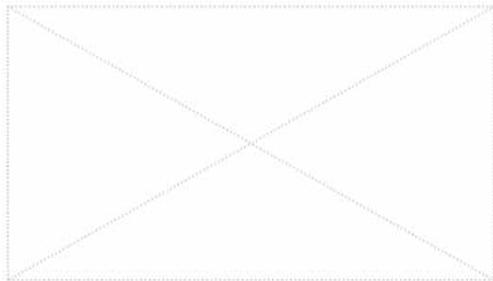
▶ **전 세계적으로 뇌질환극복을 위한 기초연구 기반 치료 표적발굴은 아직도 돌파구를 찾지 못하고 있는 상황이므로 국가적 차원에서 뇌연구분야의 기반을 튼튼히 함으로써 모험적, 도전적 연구를 가능하게 하는 토대 마련이 절실히**

2. 사업추진의 시급성

가. 글로벌 뇌연구 동향

- 주요 선진국들은 뇌의 정상적 작동의 원리 및 뇌질환의 병리적 기전을 이해하기 위하여 그동안 뇌연구 분야에 꾸준히 투자하여 왔음
- (미국) '90년 “뇌연구 10년(Decade of Brain)”을 선언하고 뇌연구에 대한 투자를 꾸준히 증액
 - 미국은 수십년간 지속된 이러한 뇌연구투자를 통하여 뇌연구의 기반을 확고히 하여 세계 뇌관련 의약학분야 및 산업화 발전을 선도하고 있음
 - '17년 미국국립보건원의 전체 예산인 약 34조원 중에서 뇌과학분야 예산만 최소 10.9조원 이상으로 8,000개 이상의 개인연구과제(R01)를 지원

<미국 NIH 예산추이>



출처 : Judith A. Johnson, 2018년 5월

<`17년 NIH 분야별 투자 현황>



출처 : 미국 2018년 SFN 자료

[그림 1-5] 미국 국립보건원의 예산추이(1994~2019년) 및 분야별 예산(`17년) 현황

- (일본) 21세기 지향적 “뇌과학 프로젝트”를 통해 뇌연구를 집중적으로 지원

- '93년, 21세기를 대비한 “Century of Brain”을 선언하고 뇌과학 프로젝트를 추진('97~'16)
- 이화학연구소(RIKEN) 내 뇌과학연구소(BSI)를 중심으로 세계적 수준의 뇌연구 수행
- (중국) 기초원천 연구를 통한 뇌 분야 신흥강국 도약을 위해 장기적, 대규모 연구 투자 진행 중
- 국립자연과학재단(National Natural Science Foundation of China)은 핵심원천 연구영역 8개 연구단 중 생명 과학단은 뇌 연구와 관련된 2개 분야(뇌과학 연구, 인지과학) 연구 지원
- 중국과학원(Chinese Academy of Science)에서는 21세기를 앞두고 신경과학 분야의 수준 높은 기초연구를 수행하기 위한 1999년 Shanghai Institute of Neuroscience를 설립
- (유럽) 미국의 뇌연구 10년 선언에 자극받아 1991년 「유럽 뇌연구 10년」 선언문을 발표, 범국가적 범유럽적 뇌연구 지원을 확대
- 미국과 일본의 뇌연구에 대한 경쟁력을 확보하기 위하여 유럽 연합차원의 체계적이고 융합된 연구를 지향
- HBPP(Human Brain Proteome Project)를 발족하여 유럽연합국가 및 미국 아시아 국가 등을 통합하여 뇌발달 및 뇌질환 관련 단백질체의 공동연구를 기획 수행
- (영국) 연구 분야별 여러 연구비 지원 기관이 있으며 그 중 3개 지원기관들에서 뇌의약학 (MRC), 뇌공학 (EPSRC), 뇌생물 (BBSRC)을 각기 독립적으로 지원
- 미국 NIH와 가장 비슷한 기관은 영국 의학연구위원회(Medical Research Council, MRC)이며, MRC의 경우 2015/2016년 총 예산중 약 7,500억원의 예산이 연구자들의 그랜트로 수여가 되었음
- `17년부터 뇌질환(Mental health)분야의 집중적 지원에 대한 발표를 하여, 매년 800억 규모의 연구비를 지원하고, 매년 더 금액이 증가할 것으로 보임
- 이처럼 튼튼한 기초연구의 바탕 위에 해외 주요 국가들은 뇌연구의 혁신적 발전을 위한 특정 목적지향의 연구프로그램을 추가로 운영
- 최근 미국은 뇌작동의 근본적 원리 및 인간의 건강과 행복한 삶을 혁신적으로 개선할 수 있는 기술을 개발할 목적으로 브레인 이니셔티브 프로젝트를 시작

- '14년 미국립보건원은 460억원의 첫번째 브레인 이니셔티브 프로젝트를 시작하여, 100여명 이상의 연구자들에게 “신경회로 이해 및 뇌작동의 역동적인 이미지 구현”을 위한 새로운 기술개발에 투자
 - 미국의 브레인 이니셔티브 프로젝트는 미국국립과학재단(NSF), 방위고등연구계획국(DARPA), 미국국가정보국(IARPA), 미국 식품의약국(FDA) 등 다양한 정부산하기관뿐만 아니라 알렌(ALLEN) 뇌과학연구소, 하워드휴즈 의학연구소와 같은 사립 연구소등이 함께 참여하는 방식으로 지원하고 있음
- '13년 유럽위원회는 미래기술 주력사업 (Future and Emerging Technologies, FET) 프로그램의 일환으로 인간 뇌 프로젝트(Human Brain Project)를 선정하고 '13년~'23년, 10년간 총 10억 유로(약1.4조원) 투입하기로 결정
- 일본의 경우 '14년부터 소형 영장류(Marmoset)를 활용하여 정신질환의 근원을 밝히고자 「Brain/MINDS(Brain Mapping by Integrated Neurotechnologies for Disease)」 프로젝트를 추진
 - '14년 30억엔 (약 300억원), '15년 40억엔 (약 400억원)이 투자되었으며, '23년까지 10년간 진행하여 영장류 뇌지도 작성을 위한 기반 기술 개발을 진행하고 있음
- 이스라엘은 뇌과학 분야의 우수성을 기반으로 기술 혁신, 산업화를 좀 더 강화하기 위하여 IBT (Israel Brain Technologies) 프로그램을 만들고 neurotechnology, 특히 brain machine interface 와 neurostimulation devices 개발에 투자하고 있음
- 호주는 AusBrain, 인간 뇌를 이해하고자 하는 다학제간 프로젝트를 진행
 - 10년 동안 2천5백억 달러 이상이 cognition and intelligence, neurogenetics, artificial intelligence, aging and dementia 등의 분야에 투자되고 있음
- 중국도 '16년부터 ‘차이나 브레인 프로젝트('16~'30)’를 추진, 중국의 뇌연구와 지능기술 발전을 위한 장기적, 지속적 투자를 실시

나. 우리나라의 뇌연구 현황

□ 우리나라 뇌연구 정책 동향



[그림 1-6] 우리나라 뇌연구 정책 동향

- 정부에서는 국내 뇌연구 활성화를 위해 '98년 ‘뇌연구 촉진법’을 제정하고 10년 단위로 「뇌연구촉진 기본계획」을 수립하여 현재 제3차 뇌연구촉진 기본계획('18~'27) 추진 중
- 뇌프론티어 사업(2003~2013)은 뇌연구의 기반 확보 및 인력양성에 기여, 연간 100억원 내외, 10년간 약 1,100억원의 정부 예산이 투입되고 대학교수 70명이 지원받았음
- 2011~2013년에는 한국뇌연구원, KIST 뇌연구소, IBS등이 설립되면서 뇌과학분야에 대한 정부 투자가 더욱더 확대됨
- 2016년 5월 미래부(현 과기정통부)는 국가 뇌연구의 질적 성장을 위한 「뇌과학 발전전략」을 발표
- 국내 뇌연구 관련 연구비는 과학기술정보통신부가 가장 많이 지원하고 있고 이외에도 교육부, 보건복지부, 산업통상자원부, 출연연구기관 등이 지원



[그림 1-7] 뇌연구 투자현황('08~'17년)

출처 : 과학기술정보통신부, 제3차 뇌연구촉진 기본계획(안) 발표자료, 2018. 03. 26

- 또한, 2012년부터 2016년까지 연평균 약 660명의 PI급 뇌연구자가 정부 연구개발 과제를 수행을 하고 있음

<표 1-2> 국내 뇌신경계 분야 정부 R&D과제 수행 연구책임자 소속기관 현황

(단위 : 명)

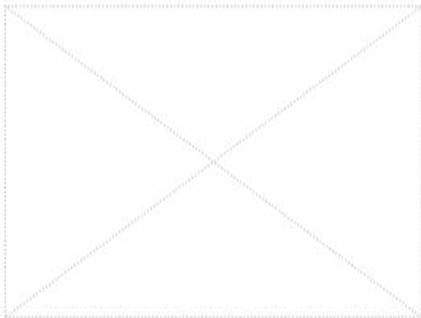
	대학	연구기관	병원	기업	총계
2012년	573	46	46	33	698
2013년	532	46	40	22	640
2014년	598	62	38	23	721
2015년	490	46	43	22	601
2016년	530	72	41	17	660
합계	2,723(81.7%)	272(8.2%)	208(6.2%)	117(3.5%)	

출처 : 생명공학정책연구센터('18. 7. 25), NTIS 기준, 한국뇌신경과학회 자료 참고

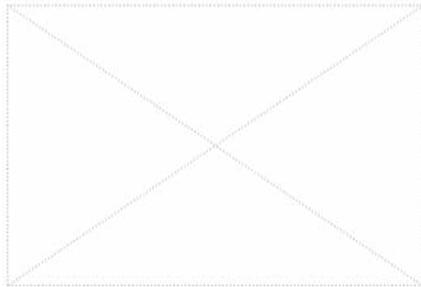
□ 논문실적으로 본 국내 뇌과학 수준

- 2008년부터 2016년 사이에 국내 뇌연구자들이 발표한 SCI 논문 실적을 다른 국가들과 비교하면 세계 12위 수준으로 양적 성장이 이루어 짐
- BRIC 한빛사 (한국을 빛낸 사람) 최근 자료에 따르면 2006년부터 2017년까지 뇌과학분야 IF 10이상 우수 저널에 교신저자로 게재한 PI급 연구자 수가 꾸준히 증가함. 이는 국내 뇌연구자들의 질적인 성장이 증가하고 있는 추세에 있음을 보여줌

<뇌관련 논문의 국가별 순위>



<국내 뇌과학 분야 우수 연구자 수*>



* IF 10 이상인 저널에 교신저자로 게재한 연구자 수

[그림 1-8] 논문실적으로 본 우리나라 뇌연구 수준

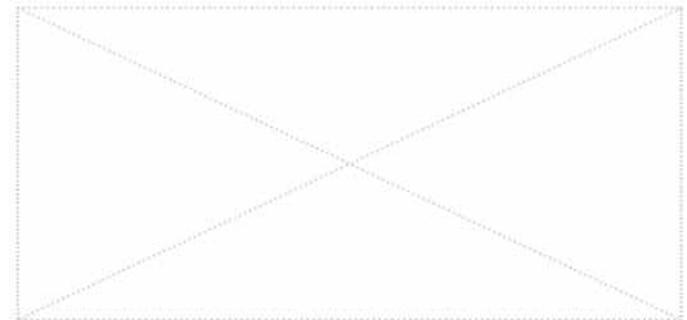
□ 뇌과학원천기술개발사업

- 2006년부터 시작된 뇌과학원천기술개발사업은 뇌질환 예방치료기술, 신체장애 극복기술, 뇌기능 강화기술 등 뇌관련 분야 핵심 원천기술 확보 및 새로운 미래 시장 선점을 목표로 운영되어 왔으며, 2018년에는 510.53억원을 투자
- 2018년 기준 뇌원천사업 수행자는 191명으로서 정부과제 수행중인 뇌연구자 수 (연평균 660명) 대비 약 29% 수준



[그림 1-9] 뇌과학 분야 연구책임자 과제수행 현황('18년)

- 2018년 예산 510.53억원 (계속 443.03억원, 신규 67.50억원): 장기적인 연구 (5년)를 통하여 우수 연구자 역량 및 융합적 연구 향상에 기여하였음
- 정부 R&D 원천사업의 정책변화로 인하여 뇌과학원천기술개발사업은 2020년 일몰예정성검토 대상 사업이며, 신규사업으로 재평가 받는 예비타당성 분석을 위한 과정에 있음

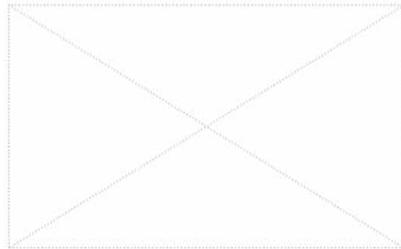


[그림 1-11] 뇌과학원천기술개발사업 예산추이 및 전망

- ▶ 2020년부터 신규예산이 정해져 있지 않은 상황에서 뇌과학분야 R&D의 주요동력 역할을 하였던 뇌과학원천기술개발사업의 일몰로 예산 절벽이 올 경우 선행사업을 통하여 기 구축된 인프라 및 뇌연구기반이 급격히 와해될 염려가 있음

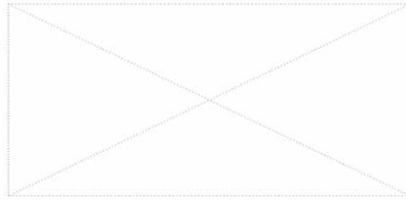
3. 정부지원의 필요성

- 우리나라는 고령화 사회로의 진입 속도가 가장 빠른 나라이며, 고령화 사회에서는 각종 퇴행성 뇌질환으로 인해 인간의 삶의 질과 행복이 가장 큰 사회적 이슈가 되며 이미 관련된 사회적 의료적 비용이 천문학적인 증가추세를 보이고 있음
- 우리나라의 2017년 노인인구 비중은 14%로 고령 사회(aged society)에 진입했고, 2025년에는 19.9%에 달해 초고령 사회(super-aged society)가 될 것으로 전망
- 이는 프랑스(29년) 보다 3.6배, 미국(16년) 보다 2배, 영국(50년) 보다 6.3배 빠른 속도



[그림 1-12] 노인인구 비율 비교

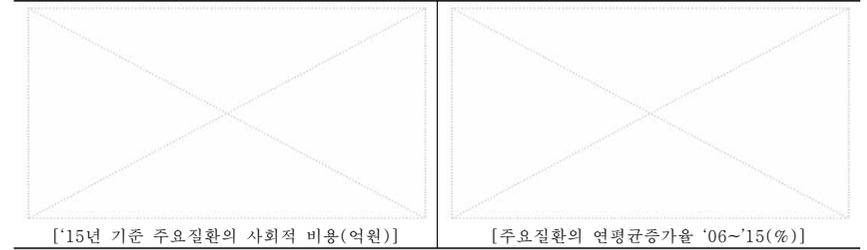
출처: (국내) 통계청, 장래인구추계, (해외) World Population Prospects: The 2017 Revision, UN, 2017



[그림 1-13] 국가별 고령화 속도 비교

출처: Historical population data and projections (1950-2050), OECD, 2016 재인용

- 2015년 기준 뇌 관련 질환의 사회적비용은 정신 및 행동장애 11조 3,275억원, 신경계질환 5조 2,874억원 등 총 16조 6,149억원으로 나타남
- 연평균증가율 측면에서는 신경계질환의 연평균 증가율은 12%로 20대 질병군 중 결합조직질환(12.3%)에 이어 두 번째로 높은 증가율을 보이고 있음



[그림 1-14] 뇌 관련 질환의 사회적 비용 및 연평균증가율

출처 : 건강보험정책연구원, 건강보장정책 수립을 위한 주요 질병의 사회경제적 비용 분석, 2017

- 뇌질환의 치료 및 예방을 위해서는 정확한 병리 기전을 이해하는 것이 필수적이며, 전세계적으로 기초연구 기반 치료 표적 발굴에 자원을 집중시키고 있는 상황임
- 또한, 다음 세대의 산업적 부흥을 가져올 인공지능 기반 산업을 비롯한 4차 산업을 견인할 핵심 지식의 공급을 위해 기초 뇌과학 연구의 중요성이 선진국에서는 그 어느 때보다 국가차원에서 강조되고 있음
- 미국, EU 등 세계 주요국들은 범정부 차원에서 기초 뇌 연구에 장기적·대규모 투자 중
- 미국은 기초연구를 지원하고 있는 국립보건원(NIH), 미국국립과학재단(NSF)를 중심으로 국가 뇌연구 프로젝트인 Brain Initiative에 2014년부터 2025년까지 약 45억 달러를 투자할 계획
 - 알렌 연구소(연 6,000만 달러), 하워드 휴즈 연구소(연 3,000만 달러), 카를리 재단(연 400만 달러) 등 민간 연구소의 경우도 2014년부터 Brain Initiative 관련 연구에 투자 중!



[그림 1-15] Brain Initiative 투자계획

출처 : NIH, Brain 2025, 2014.06, Implementation of Funding Plan for the NIH Innovation Projects Under the 21st Century Cures Act, 2016

1) <https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2013/04/02/fact-sheet-brain-initiative>

□ 이에 따라 우리나라도 국가차원의 뇌연구 추진 필요성 인지하고 “뇌연구 촉진법 제14조”에 의거 “뇌연구 촉진 기본계획”을 중심으로 투자하고 있지만 주요 선진국에 비해 투자비중이 낮음

- ‘17년 기준 전체 생명공학분야 예산(3조 930억원) 중 뇌과학 비중은 4.4%로 주요 선진국(미국 18.9%, 일본 7.0%, 영국 6.0%)에 비해 낮은 실정²⁾



[그림 1-16] 주요국가 생명공학 분야 내 뇌연구 비중

출처 : 관계부처합동, 제3차 뇌연구 촉진 기본계획(안), 2018. 04

□ 또한, 뇌과학 연구의 복잡성과 융합적 성격 등으로 인력양성에 오랜 시간 꾸준한 고비용 투자가 요구되며 실패가능성이 높은 특성으로 인해 민간 영역에서의 투자보다는 정부 위주로 뇌과학 연구가 이루어지고 있음

- ▶ 우리나라 역시 선진국의 이러한 추세에 뒤지지 않기 위해 뇌의 근원적 작동원리 규명에 도전하는 창의적이고 중장기적 뇌연구 프로그램 구축에 투자하여 원천성 높은 과학지식 생산을 꾀하고 궁극적으로 이러한 탄탄한 기초과학지식의 토대위에 산업화와 사회문제해결이 이루어질 수 있는 연구생태계를 마련해야함

2) 제3차 뇌연구촉진 기본계획(안)

제 2 절 사업추진 체계 및 기획방법

1. 사업개요 및 추진근거

가. 사업개요

□ **(사업명)** 뇌연구 고도화 사업(Advancement in Brain Science Project)

□ **(사업목적)** 국제적 우수연구 저변 확대를 통한 뇌연구 기초역량 강화로 21세기 뇌과학 강국 부상

□ **(사업목표)** 국제적 우수연구 저변확대를 통한 뇌연구분야 기초역량 강화

- 본 사업의 목표는 JCR IF 5이상의 저널에 주기적으로 연구성과를 출판하는 PI급 연구자를 ‘국제적 우수연구자 층’으로 정의하고 이 연구자 층의 국내 저변을 가시적으로 확대시키고자 함

□ **사업기간 및 사업비**

- (사업기간) 2020~2034(총 15년)
- (사업비) 총 9,182억원(전액 정부지원금)

□ **사업범위**

- 분야별 전문성 기반 연구프로그램(수요 중심)과 미래 뇌과학 중요성 대비 다른 분야에 비해 현저히 낙후된 분야의 육성을 위한 연구방향(전략육성)으로 나누어, 미들업 주제 중심 자율경쟁형 연구프로그램과 전략적 분야육성 프로그램 운영
- (미들업 주제 중심 자율경쟁형 연구프로그램) 뇌 발달 기전 이해 및 조절, 뇌세포 구조/기능 이해 및 조절, 인지 및 행동의 기전 이해 및 조절, 뇌 노화 기전 이해 및 조절, 뇌과학 방법론 연구
- (전략적 분야 육성 프로그램) 계산신경과학, 인간 뇌인지 기전 연구 등의 전략적 육성주제 연구
- 각 연구프로그램의 원활한 진행을 위한 프로그램 운영위원회와 육성발전전략 자문위원회 등 시스템 구축

나. 추진근거

1) 법적 근거

- 과학기술기본법 제11조(국가연구개발사업의 추진) 제1항
 - 과학기술기본법은 국가연구개발사업 추진 시 정부가 국가연구개발사업 추진에 필요한 시책을 강구하도록 의무 부과
 - 국가연구개발사업의 효율성을 제고할 수 있는 방안으로 민간부문과의 역할 분담 등 기술·산업·학업 간 융합 및 창의적, 도전적 연구개발 활성화 방안 추진
- 「기초연구진흥 및 기술개발지원에 관한 법률」 제14조
 - 기초연구법은 국가과학기술경쟁력 강화를 목적으로 기초연구 지원 및 육성과 핵심기술에 대한 연구개발을 촉진
 - 기초연구의 성과 등을 기반으로 국가 미래 유망기술과 융합기술을 중점적으로 개발하기 위한 연구개발사업 계획 및 추진
- 「뇌연구촉진법」 제14조
 - 정부는 뇌연구 촉진을 지원하기 위한 시책을 마련하고, 이를 적극적으로 추진하여야 함
 - 이에 따라, 과학기술정보통신부 장관은 관계 중앙행정기관의 뇌연구 촉진을 위한 계획을 종합·조정한 후, 뇌연구촉진 기본계획을 수립하여야 함

2) 상위계획

- 문재인정부 국정운영 5개년 계획(, 17.7)
 - 、 17년 7월 국정기획자문위원회에서 발표한 국정운영 5개년 계획(100대 국정과제) 중 ‘더불어 잘사는 경제’를 국정목표로 ‘과학기술 발전이 선도하는 4차 산업혁명’추진전략 제시
 - 4차 산업혁명을 주도할 수 있는 초지능·연결 기술 확산 및 핵심기술 개발, 신산업 육성을 통한 일자리 및 국가 경쟁력 확보 추진
 - (청년과학자와 기초연구 지원으로 과학기술 미래역량 확충) 연구자 주도 기초연구 예산 2배 확대('17년 1.2조원), 연구과제 관리·평가제도 등의 개선을 통해 연구자 자율성 강화
 - (고부가가치 창출 미래형 신산업 발굴 및 육성) 핵심기술 개발, 인력양성, 사업화 및 해외진출 지원 등을 통해 제약·바이오·마이크로의료로봇 등 의료기기 산업

□ 제4차 과학기술기본계획 2018~2022(, 18.2)

- 우리나라 과학기술 분야의 정책적 방향을 제시하는 본 기본계획에서는 “뇌신경계 질환원인 규명 및 치료” 및 “뇌신호 관측 및 조절기술” 등 2개의 뇌과학 기술을 기본계획의 실현을 위한 중점과학기술로 설정

<표 1-3> 제4차 과학기술기본계획의 120개 중점과학기술 리스트 중 일부

대분류	중분류	중점과학기술
생명보건의료	유전체	<ul style="list-style-type: none"> • 유전체정보를 이용한 질환원인규명기술 • 유전자 치료기술
	줄기세포	<ul style="list-style-type: none"> • 줄기세포 기능조절 기술 • 줄기세포 활용 기술
	신약	<ul style="list-style-type: none"> • 맞춤형 신약 개발 기술 • 지능형 약물 전달 최적화 기술
	임상보건	<ul style="list-style-type: none"> • 바이오마커 기술, 불임·난임 극복 기술 • 신·변종 감염병 대응기술 • 한의약 효능 및 기전 규명기술
	의료	<ul style="list-style-type: none"> • 의료영상융합기술 • 재활 치료 및 생활지원 기기 기술 • 생체적합 재료 개발기술 • 초정밀 의료용 로봇 기술
	바이오 융복합	<ul style="list-style-type: none"> • 질병진단 바이오칩 기술 • 바이오 및 생체공학 기반 인공장기 기술 • 디지털 헬스케어 기술 • 정밀의료 인프라 기술 • 시스템생물학 및 합성생물학 분석 및 활용기술
	뇌과학	<ul style="list-style-type: none"> • 뇌신경계 질환 원인 규명 및 치료·예방기술 • 뇌신호 관측 및 조절 기술
중략		
재난안전	재난안전	<ul style="list-style-type: none"> • 복합재난 스마트 예측·대응기술 • 재난 전주기 정보통신체계기술 • 범죄·테러 통합 지능형 예측·대응시스템 기술 • 재난현장 소방구조 장비·시스템 기술

□ 제3차 생명공학육성기본계획 2017~2026(‘17.9)

- 생명공학 분야 R&D 최상위 법정계획인 본 계획에서는 4차 산업혁명에 대비한 혁신성장과 관련하여, 정밀의료, 뇌연구, 차세대 의료기기 등 융합연구를 가속화하는 전략을 추진
- (바이오 중심의 융합연구 가속화) 글로벌 수준의 국내 의료 역량을 활용해 한국형 정밀의료 모델을 구축하고, 치매 치료 및 인공지능 선도 기술 확보를 위한 뇌연구를 강화하는 등 글로벌 태동기 시장 선점을 추진
- “글로벌 최초 기술”개발을 위한 “First R&D” 구현을 선언, R&D 시스템 개선을 위한 “경쟁형 중장기 R&D”, “이어달리기”, “글로벌 오픈 이노베이션”을 바이오분야 R&D에 도입

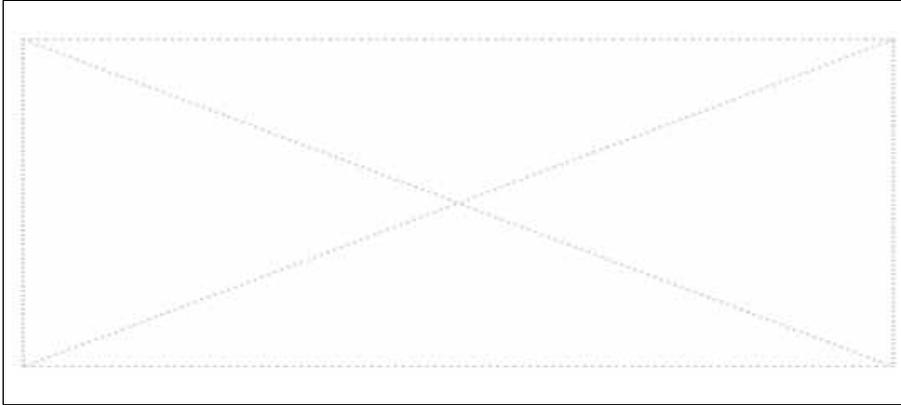
□ 제3차 뇌연구촉진기본계획(‘18.5)

- 인류 최고의 도전분야인 뇌탐구를 통해 미래사회 혁신 및 고령화 사회 대응 등을 위한 국가 차원의 뇌과학 추진 전략 수립
- “뇌 이해 고도화와 뇌 활용의 시대 진입”을 비전으로 “뇌에 대한 근원적 이해도전”, “뇌질환 극복을 통한 국민 부담 경감 및 삶의 질 제고”, “뇌연구 기반 신기술 창출”등 세 가지 목표를 설정
- 본 계획에서는 연구자 중심의 기초연구 강화, 글로벌 최초로 도전하는 핵심 원천연구 추진 등을 중점추진과제로 설정

2. 사업기획 추진체계

가. 사업기획 추진체계

- 사업기획의 종합적 내용 검토 및 조정을 위한 총괄기획위원회와 뇌 연구 분야별 전문가로 구성된 7대 주제 분과위원회 구성 및 운영
- **(과학기술정보통신부)** 「뇌연구 고도화 사업」에 대한 상세 기획 총괄
 - 뇌연구 고도화 사업 추진계획(안) 수립 및 총괄 운영
 - 뇌연구 고도화 사업 추진계획(안) 및 총괄기획위원회, 분과위원회의 조정의견 등을 종합 및 검토하고 추진계획의 적합 여부 확정
- **(총괄기획위원회)** 뇌연구 고도화사업에 대해 종합적인 관점에서 기획 방향을 제시하고, 기획 대상 연구 도출 및 세부계획 결과(안) 검토·조정 및 종합계획 수립 추진
 - 분야별 전문가 22명으로 구성하여 뇌연구 고도화사업에 대한 정책적, 과학적 및 경제적 타당성의 핵심 예비타당성 조사항목을 중심으로 사업기획 방향 제시
 - 사업의 필요성 및 기존사업과의 차별성 및 타당성 분석 등 사업 논리모형 구축을 통한 비전·목표 및 추진전략 수립
 - 사업의 세부 추진전략 수립, 사업의 성과목표 및 지표 설정, 사업의 차별성 및 타당성 제시 등 사업의 정당성 및 논리 체계 구축
 - 7대 기술별 분과위원회가 도출한 사업내용에 대한 조정의견 제시 및 최종 결과 도출
- **(분과위원회)** 연구 분야별로 사회문제 해결 및 효율성 등 관점에서 핵심 기술사항을 검토하여 뇌연구 고도화사업의 주요 추진내용 기
 - 분과별 위원장은 분과위원회 운영의 총괄 관리자로서, 분과위원회의 운영 방향 및 의견 조율 등을 통해 객관적이고 일관적인 분과위원회 추진계획 및 도출 결과 등을 총괄위원회에 보고
 - 분과별 외부전문가는 분과별 양식 및 기준을 바탕으로 전문적인 기획을 수행하고 분과위원회 내 세부기획 결과에 대한 교차검토 수행



[그림 1-17] 기획 추진체계

나. 총괄기획위원회

<표 1-4> 총괄기획위원회 명단

순번	이름	소속	직위	비고
1	박수철	숙명여자대학교	교수	
2	고혁완	연세대학교	교수	
3	곽지현	고려대학교	교수	
4	김규형	DGIST	교수	
5	김성필	UNIST	교수	
6	김영준	GIST	교수	
7	석경호	경북대학교	교수	
8	선용	고려대학교	교수	
9	송미령	GIST	교수	
10	신찬영	건국대학교	교수	
11	심원목	성균관대학교	교수	
12	이용석	서울대학교	교수	
13	이인아	서울대학교	교수	
14	이태영	서울대학교	교수	
15	임창환	한양대학교	교수	
16	정상철	연세대학교	교수	
17	조일주	KIST	단장	
18	최세영	서울대학교	교수	
19	허은미	서울대학교	교수	
20	구재형	DGIST	교수	
21	이성중	서울대학교	교수	
22	김병곤	아주대학교	교수	

다. 분과위원회

<표 1-5> 기획위원회 명단

분과	순번	이름	소속	직위	비고
뇌발달 기전 이해 및 조절 연구	1	박수철	숙명여자대학교	교수	
	2	고혁완	연세대학교	교수	
	3	선용	고려대학교	교수	
	4	송미령	GIST	교수	
	5	김진우	KAIST	교수	
	6	정호성	연세대학교	교수	
	7	심성보	충북대학교	교수	
	8	이정호	KAIST	교수	
뇌세포 구조/기능 이해 및 조절 연구	1	김영준	GIST	교수	
	2	이용석	서울대학교	교수	
	3	최세영	서울대학교	교수	
	4	구재형	DGIST	교수	
	5	이성중	서울대학교	교수	
	6	이석호	서울대학교	교수	
	7	장성호	서울대학교	교수	
	8	서병창	DGIST	교수	
	9	김성현	경희대학교	교수	
	10	최무림	서울대학교	교수	
	11	강효정	중앙대학교	교수	
	12	이성배	DGIST	교수	
인지 및 행동 기전 이해 및 조절 연구	1	이인아	서울대학교	교수	
	2	김규형	DGIST	교수	
	3	이승희	KAIST	교수	
	4	최한경	DGIST	교수	
	5	김성연	서울대학교	교수	

분과	순번	이름	소속	직위	비고
	6	이효상	DGIST	교수	
	7	백명인	KAIST	교수	
	8	손정우	카톨릭관동대	교수	
	9	서성배	KAIST	교수	
	10	최형진	서울대학교	교수	
	11	이준열	성균관대학교	교수	
뇌노화 기전 이해 및 조절 연구	1	석경호	경북대학교	교수	
	2	신천영	건국대학교	교수	
	3	이태영	서울대학교	교수	
	4	김도연	경북대학교	교수	
	5	김병곤	아주대학교	교수	
	6	허은미	서울대학교	교수	
뇌과학 방법론 연구	1	조일주	KIST	단장	
	2	김성필	UNIST	교수	
	3	임창환	한양대학교	교수	
	4	손정우	카톨릭관동대	교수	
인간 뇌인지 기전 연구	1	심원목	성균관대학교	교수	
	2	이인아	서울대학교	교수	
	3	강민석	성균관대학교	교수	
	4	정상철	연세대학교	교수	
	5	우충완	성균관대학교	교수	
계산신경과학 연구	1	곽지현	고려대학교	교수	
	2	조일주	KIST	교수	
	3	최지현	KIST	책임연구원	
	4	백세범	KAIST	교수	
	5	이상완	고려대학교	교수	
	6	박해정	연세대학교	교수	

3. 사업기획 추진경과

가. 뇌과학 분야 현황 진단 및 문제점 도출

- 국내 뇌과학 기초연구의 구조적 문제점 도출 및 뇌과학 연구의 특수성을 고려한 '뇌연구 고도화' 중점의 기획 추진
- TFT위원회 결성을 통한 「뇌연구촉진 기본계획」 기반의 국내 뇌과학 기초연구 구조적 문제점 도출(2018. 07. 03) 및 사업 기획 방향 제시
 - 기존 뇌연구촉진 기본계획(1~2차)은 국내 뇌과학 연구분야에 존재하는 구조적 문제점의 심도 있는 분석 없이 성과(SCI 논문수, IF 등)에 대한 표면적, 양적 기준에 의존
 - 단기간 가시적 성과 독촉으로 창의적 연구주제의 중·장기적 연구과제 수행이 불가한 환경이며, 소수 리더급 과학자의 초대형 펀딩사업 참여 후 후속 리더급 과학자 육성 정책 공백 등 존재
 - 특히, 뇌과학 연구의 주제 및 방법론·융합적 성격 특수성을 고려하지 않은 4대 기술분야 구분에 의존함으로써 현대 뇌과학 연구 흐름 반영에 미흡
 - 4대 분야 구분(뇌신경생물, 뇌인지, 뇌공학, 뇌신경계질환)은 현대 뇌과학 흐름에 역행, 분야별이 아니라 융합적 연구주제 중심 연구로의 과감한 전환 필요
 - 뇌과학 기초연구 강화 및 전략적 육성연구의 구성과 연구자 수요기반 창의적 과제 발굴을 통한 뇌과학 기초연구 역량 강화 및 나후 분야의 전략적 육성을 위한 뇌연구 고도화 사업 기획 방향 제시

나. 사업기획 방향 및 타당성 설문조사

1) 기획위원 대상 설문조사(1차)

- 조사개요
 - (실시기간) 2018년 7월 30일(월)
 - (조사목적) 연구분야 및 주제, 연구비 규모, 심사제도 등에 대한 기획위원 의견 수렴
 - (조사대상) 뇌연구 고도화 사업 기획위원
 - (회신인원) 총 19명

□ 조사결과

- 현재 수행중인 연구분야의 뇌연구 4대 분야 연관성
 - 뇌신경생물 분야 71.4%, 뇌의약학 분야 50%, 뇌인지 분야 42.8%, 뇌공학 분야 21.4%가 현재 수행 중인 연구 주제와 관련이 있다고 응답

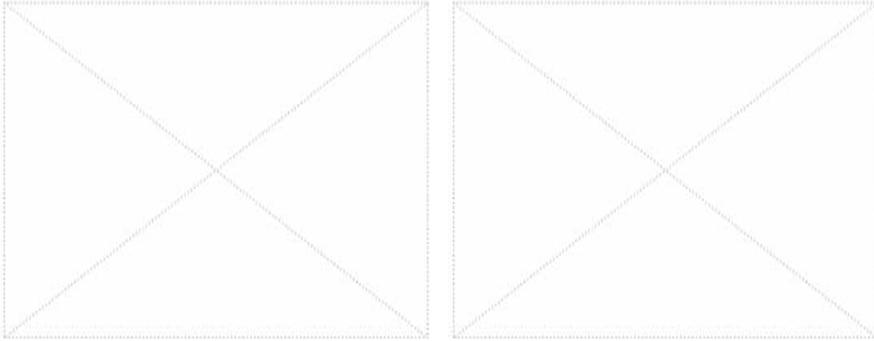
뇌신경생물		뇌의약학		
[X]		[X]		
뇌인지		뇌공학		
[X]		[X]		
1	2	3	4	5
전혀 관련없음	관련없음	보통	관련있음	매우 관련 있음

- 현재 수행 중인 연구 분야의 선진국 대비 연구수준
 - 응답자의 78.6%가 본인이 수행 중인 연구 분야의 수준이 선진국 대비 낮다고 응답
 - 연구수준이 낮은 이유로는 논문의 질적 수준, 연구비 및 연구자 부족, 짧은 연구기간, 인프라 부족 등

[X]				
1	2	3	4	5
매우 낮음	낮음	보통	높음	매우 높음

- 연구수준 제고를 위한 여건

- 선진국 수준으로 발전하여 양질의 연구가 가능해지기 위해서는 안정적이고 예측 가능한 연구비 지원 시스템, 우수 인재 보호 및 육성, 연구인프라 구축, 융합연구 토대 마련, 개인 연구자 직접 지원 등의 의견이 도출
- 적정 연구비 규모 및 기간
 - 연구주제를 안정적으로 연구하기 위해 적절한 연구비 규모와 연구비 수혜 기간으로는 연구비의 경우 연 3억원, 연구기간은 5년, 10년이라는 응답 비중이 높게 나타남



○ 뇌분야 국가 R&D사업 참여 경험

- 연구책임자로 참여 경험이 있는 뇌분야 국가 R&D사업으로는 이공계기초연구사업(85.7%), 뇌과학원천기술개발사업(71.4%) 순으로 나타남
- 기타 사업으로는 연구중심병원육성사업, 인문사회일반공동연구지원사업, IBS 사업, 바이오의료기술개발사업, 보건의료연구기술개발사업, Human Frontiers Science Program

(중복응답 포함)



- 국가 R&D사업 과제 참여 시 심사과정
 - (공정성) 응답자의 30.8%가 심사절차가 공정하지 못하게 느껴졌다고 응답
 - (전문성) 응답자의 61.6%가 심사위원의 전문성이 낮게 느껴졌다고 응답
 - (타당성) 응답자의 38.5%가 심사결과가 타당하지 않게 느껴졌다고 응답

심사절차의 공정성		심사위원의 전문성		
[Empty Box]		[Empty Box]		
[Empty Box]		[Empty Box]		
1	2	3	4	5
매우 낮음	낮음	보통	높음	매우 높음

○ 심사 및 선정과정 수준 제고 방안

- 뇌과학자 인력양성, 전문가 섭외 및 검토 시 충분한 시간 제공, 발표평가 보다는 평가위원회 토론을 통한 심사 확대, 과학적 장점 기반 전문적 심사 문화 정착 등의 의견이 나타남
- 뇌연구 수준 향상을 위한 개선사항
 - Middle-up 방식 연구 확대, Post Doctor 중심 연구로 변화하기 위한 제도적 지원, 예측 가능한 연구지원 시스템 확립, 연구비 사용의 유연성 및 단기성과 중심 과제 지양 등의 의견이 나타남

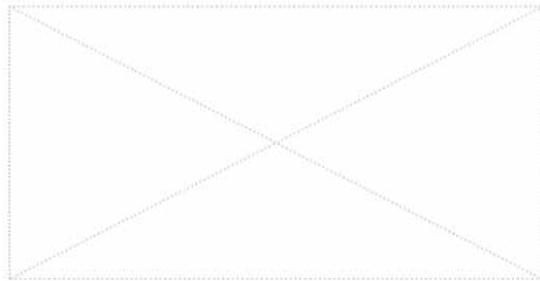
2) 기획위원 대상 설문조사(2차)

□ 조사개요

- (실시기간) 2018년 8월 6일(월)
- (조사목적) 예타 기획 방향에 대한 기획위원 의견 수렴
- (조사대상) 뇌연구 고도화 사업 기획위원
- (회신인원) 총 15명

□ 조사결과

- 뇌과학 분야에서 독립된 대규모 사업 필요성
 - 현재 기획되고 있는 기초연구지원사업과 별개로 뇌과학의 발전을 위한 독립된 국책사업을 예타로 진행하는 것이 타당함



- 뇌연구 고도화 사업의 추진목표 중요도
 - 우리나라 뇌과학 분야 기초연구 질적수준 향상이 중요하다는 의견의 비중이 가장 큼



- 제3차 뇌연구 촉진 기본계획 목표 중 뇌연구 고도화 사업 목표 비중
 - 뇌에 대한 근원적 이해 도전에 가장 많은 비중을 두어야 한다는 의견이 가장 많음



- 기존 뇌과학원천기술개발사업과의 연속성
 - 응답자의 40%가 기존 뇌과학원천기술개발사업과 차별성을 두어야 한다고 응답



- 신규 뇌연구 분류체계 활용 방안
 - 뇌과학 전 분야의 발전을 위한 연구비의 분배, 중점추진 목표 및 연구 분야 도출을 위한 자료로 활용해야 한다는 의견이 동등하게 나타남



- 개인연구 vs. 집단연구 중심
 - 개인연구와 집단연구를 모두 지원하되 가중치를 다르게 적용해야 한다는 의견 비중이 (73.3%) 가장 높음



- 제3차 뇌연구 촉진 기본계획 상 응용연구 본격화에 대한 의견
 - 기초연구의 질적우수성을 확보하고 우수한 연구자를 늘려야 제대로 된 응용이 가능, 수준 높은 기초연구가 이루어질 것이라는 전제로 정책적 우선성을 갖는 응용분야로의 연결고리를 미래지향적, 전략적으로 만들어 놓는 것이 필요하다는 의견이 도출
- 분야별 연구비 배분

- 완전히 공평한 분배를 위한 시스템은 국책사업의 예타기획에 맞지 않음, 미래 지향적주제 중심의 철학이 담긴 연구비 책정이 예타기획에 드러나는게 맞다는 의견이 도출

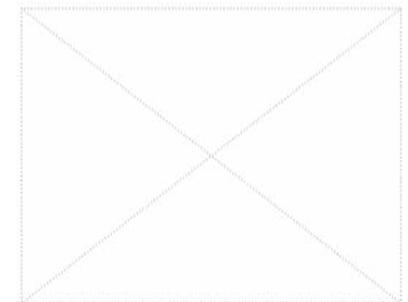
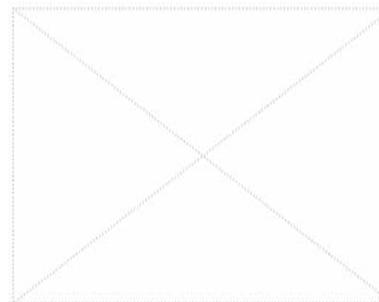
3) 뇌연구자 대상 설문조사

□ 조사개요

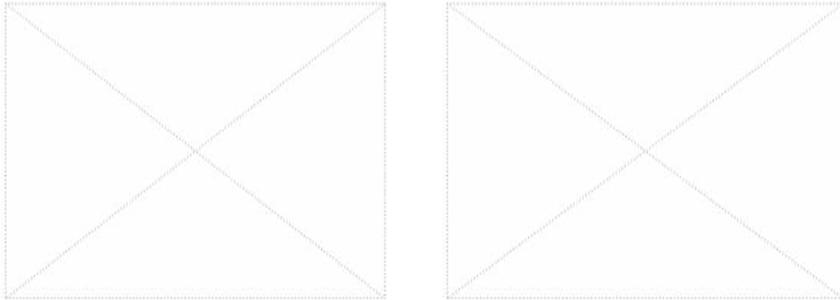
- (실시기간) 2018년 8월 10일(금) ~ 8월 20일(목) “10일간”
- (조사목적) 기존 뇌과학원천기술개발사업에 대한 개선점 및 신규사업의 기획 방향 및 사업 추진의 타당성 검토를 목적으로 설문조사 추진
- (조사대상) 한국연구재단, 한국뇌신경과학회 등록 연구자 대상
- (회신인원) 총 303명

□ 조사결과

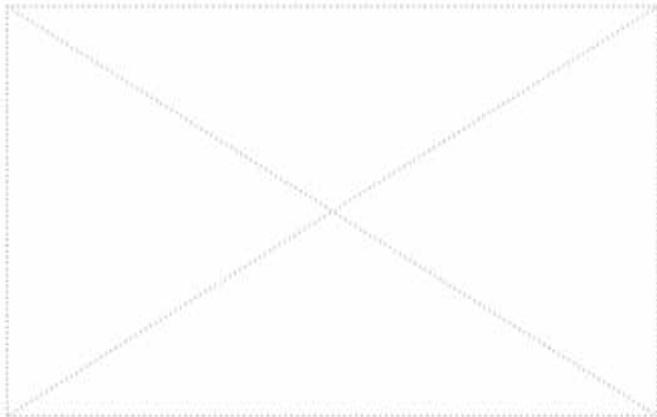
- 기존 뇌과학원천기술개발사업 참여 경험 및 인식 현황
 - 뇌과학원천기술개발사업 참여의 경우, ‘있다’가 전체의 60.0%를 차지하는 것으로 나타났으며, 기존 사업에 대한 인식으로는 ‘기초연구를 적용한 응용 및 기술 개발에 적용, 공동 및 융합연구’가 40.0%를 차지하는 것으로 나타남



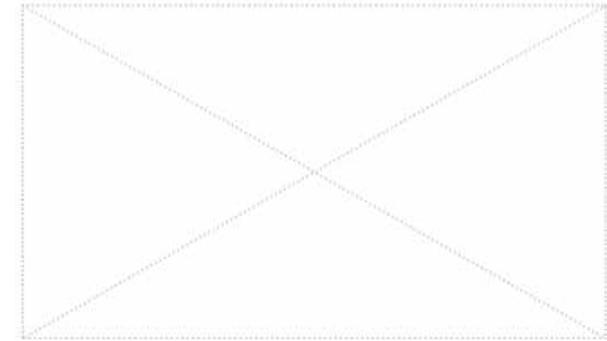
- 뇌과학원천기술개발 사업의 일몰 및 신규 연구사업을 위한 예산 준비 사전 인지도부 및 일몰대비 후속사업의 필요성
- 사업 일몰 및 신규 연구사업을 위한 예산 준비의 경우, '모르고 있다'가 58.1%로 전체의 절반 이상을 차지하는 것으로 나타났으며, 일몰대비 후속 사업의 필요성은 전체의 95.0%가 필요하다는 것을 강조함



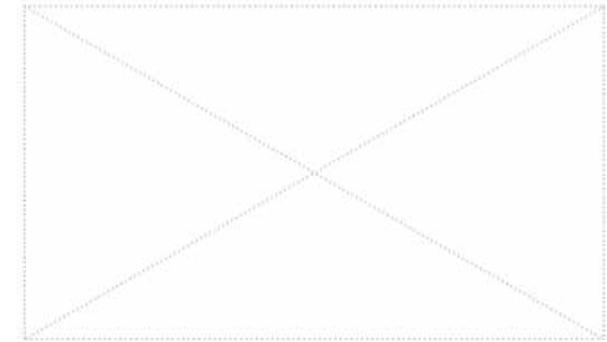
- 또한, 응답자의 과반수 이상(66.3%)이 뇌과학원천기술개발사업이 국가 뇌연구 발전에 기여했음을 높게 평가함



- 뇌과학원천기술개발사업 후속사업 핵심가치 및 연구개발과제 형식 선호도
- 뇌과학원천기술개발사업 후속사업의 핵심가치에 대해, '우수한 학문적 성과 도출'이 가장 높게 나타났으며, '국민 체감형 사회 문제해결 및 경제발전을 위한 실용화 기술개발'등의 순으로 나타남

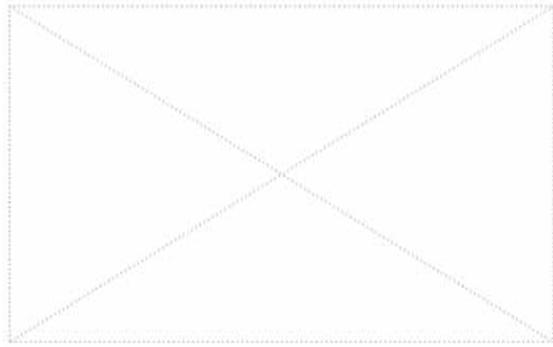


- 연구개발과제 형식에 대해, '개인연구과제'가 61.0%로 가장 높은 선호도를 평가 받았으며, '연구팀협력중과제(19.0%)' 및 '융합형전략과제(12.0%)'의 순으로 나타남



- 특히, 뇌과학원천기술개발사업 후속사업의 주제결정 방식에 있어 '연구자제안형'이 전체의 66.0%로 가장 높게 평가됨
- 기존 '뇌과학원천기술개발사업의 4대 분야(뇌신경생물, 뇌인지, 뇌공학 및 뇌신경계질환)'의 주제결정 방식은 16.0%로 평가 결과가 낮게 나타나 분야별이 아닌 융합적 연구주제 중심 연구로의 과감한 전환 필요함을 나타냄

- 기타 의견으로서 '연구자의 창의성 확대 및 보장 필요'가 강조되었으며, '원천연구결과 확보를 통한 응용연구 주제 지원' 및 '실용화, 사회문제 해결형'과제에 대한 요구가 제시됨



- 뇌과학원천기술개발사업 후속사업에 대한 주요 희망사항으로는 '분야별 다양성을 고려한 과제 선정 및 평가'와 더불어 '많은 연구자들의 참여 및 창의성 확보, 선정평가의 전문성 강화를 위한 대면평가 폐지 필요'등의 의견이 피력됨

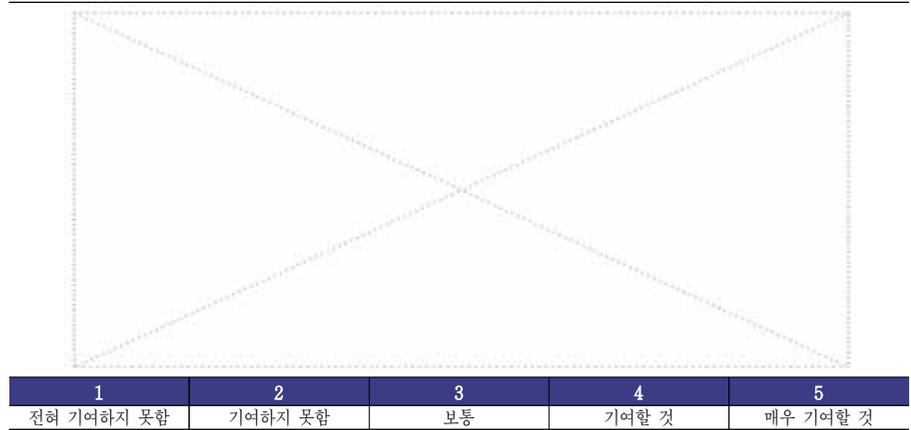
다. 기술수요조사

□ 조사개요

- (실시기간) 2018.09.06.~ 2018.09.12
- (조사목적) 뇌과학원천기술개발사업 후속 신규사업 기획의 미들업 주제의 수요타당성 조사
- (조사대상) 한국연구재단, 한국뇌신경과학회 등록 연구자
- (회신인원) 총 321명

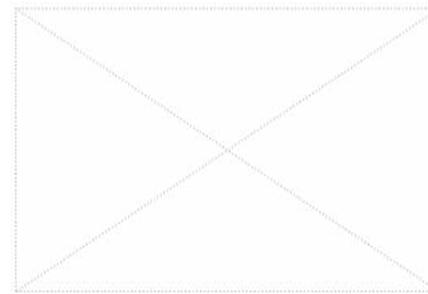
□ 조사결과

- 뇌연구 고도화 사업 기획내용 적절성
 - 응답자의 78.5%가 새롭게 기획되는 뇌연구 고도화 사업이 뇌과학 분야의 질적 수준 향상에 기여하는 방향으로 준비되고 있다고 응답

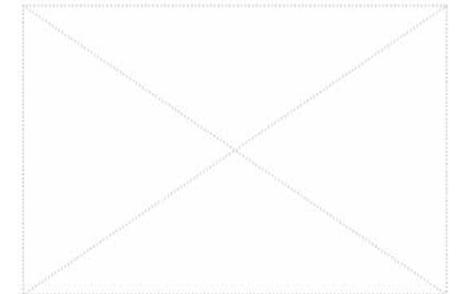


○ 뇌연구 중분류 주제 수요

- (1지망 연구 분야 수요) 신경세포(회로)구조와 기능 이해 및 조절(21.8%), 뇌노화 및 퇴행 기전 이해 및 조절(20.6%), 인지 및 행동 기전 이해 및 조절(18.1%) 순으로 응답
- (2지망 연구 분야 수요) 신경세포(회로)구조와 기능 이해 및 조절(27.1%), 인지 및 행동 기전 이해 및 조절(19.4%), 뇌노화 및 퇴행 기전 이해 및 조절(17.1%)순으로 응답



[1지망 연구분야]



[2지망 연구분야]

○ 중분류 주제 중 응답자 연구주제 부합여부

- 중분류 연구주제 중 응답자 본인의 연구주제와 일치하다는 응답이 65.7%, 일치하지 않는다는 응답이 15.6%로 나타남



1	2	3	4	5
전혀 일치하지 않음	일치하지 않음	보통	일치함	매우 일치함

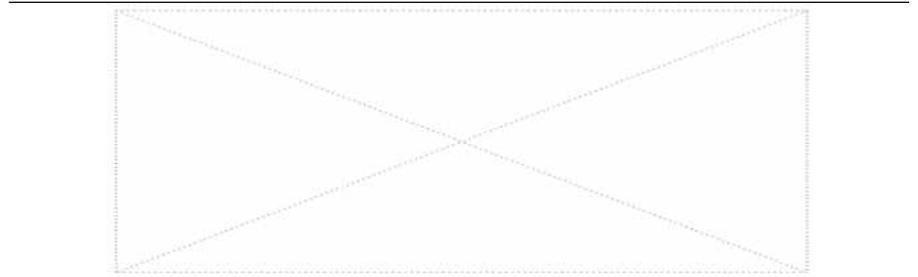
○ 전략연구 분야 적절성 여부

- 전략적으로 중요하나 뇌과학 선진국 대비 매우 뒤쳐진 분야로 육성이 시급한 계산신경과학 분야가 제시된 것은 응답자의 49.5%가 적절하다고 응답함



1	2	3	4	5
전혀 적절하지 않음	적절하지 않음	보통	적절함	매우 적절함

- 전략적으로 중요하나 뇌과학 선진국 대비 매우 뒤쳐진 분야로 육성이 시급한 인간 뇌인지 기전연구 분야가 제시된 것은 응답자의 56.7%가 적절하다고 응답함



1	2	3	4	5
전혀 적절하지 않음	적절하지 않음	보통	적절함	매우 적절함

○ 중분류 주제 및 범위 수정 및 추가 제안

- 주제 및 범위 수정 및 추가 제안 분야로는 척수신경 기능 장애 기전 및 기능 재생과 조절에 대한 연구, 뇌 및 주변 신경계의 상호작용 기전 연구, 뇌신경 항상성 조절이해 및 신경호르몬 연구, 뇌노화 및 뇌질환 기전 이해 및 조절 연구, 뇌신경망 연결성 및 가소성, 신경 및 교세포 구조와 기능 이해 및 조절 연구, 신경세포와 교세포의 상호작용을 정상 비정상 뇌에서 연구, 신경계 발생, 분화/성장 및 퇴행/노화에 있어서 신경아교세포의 기능연구, 영장류 인지과학, 뇌신경질환 기전 및 조절 연구 등을 제시

라. 기획위원회 운영

□ 총괄

- 사전기획 회의(3회), 기획위원회(12회)를 운영하여 사업 범주 논의, 연구주제 및 중점 추진과제 도출, 예산 및 구성방법, 기존 사업과의 통합 및 연계성 검토 등 본 사업의 구체적인 기획을 실시
- 또한, 한국뇌신경과학회 회원들 대상 사업 설명회, 산·학·연 전문가 및 일반국민 대상 2차례의 공청회를 통해 의견 수렴

<표 1-6> 뇌연구 고도화 사업 기획위원회 운영현황

구분	주요 논의사항	장소
1차 사전기획 회의 (2018.07.03.)	<ul style="list-style-type: none"> • 국가연구개발사업으로 '뇌연구 고도화 사업'의 예비타당성검증 • 예타 기획추진단 운영위원회 구성 및 Kick-off 회의 추진 • 뇌연구 고도화 예타 기획추진단 운영위원(총괄 및 분과위원회)을 대상으로 뇌연구 고도화 사업 상세기획 추진방향 및 일정 안내, 위원별 역할 분담 등 논의 	삼경교육센터
2차 사전기획 회의 (2018.07.13.)	<ul style="list-style-type: none"> • 기획 추진상황 발표 및 전문가 자문위원(pool) 구성(안) 등 신규 사업기획 방향 모색, 사업추진 방향 도출 • 사업기획 추진체계 보완사항, 총괄 및 분과 위원회 구성 	대한상공회의소
3차 사전기획 회의 (2018.07.20.)	<ul style="list-style-type: none"> • 뇌연구 고도화 사업의 비전 및 목표, 논리모형, 사업 규모 및 사업구성 등 전체적인 사업방향 논의 	영등포역 회의실
1차 기획회의 (2018.7.27.)	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 뇌과학원천기술개발과제 분석 및 보완점 논의 • 예타기획 시 고려사항 논의 • 미국 NSF와 NIH의 차이점 검토 및 시사점 논의 	숙명여대
2차 기획회의 (2018.8.3.)	<ul style="list-style-type: none"> • 사업기획 추진체계 보완사항 및 분과별 7개 주요 뇌과학 분야 현황분석 및 뇌과학 중점 연구주제 설정 근거 및 방향 논의 	숙명여대
3차 기획회의 (2018.8.10.)	<ul style="list-style-type: none"> • 기획위원 대상 기획 방향성 설문조사 결과 논의 • 한국형 뇌과학 주제별 분류 및 활용계획 점검 및 향후 일정 등 진도관리 실시 • 사업 비전, 목표 및 개별 전략의 구체화를 위한 논의 • 분과별 연구주제 도출 노력 현황 보고 및 추가 작업 방향 논의 	숙명여대
4차 기획회의 (2018.8.17.)	<ul style="list-style-type: none"> • 뇌연구 고도화 사업 기획추진현황 보고, 사업기획 관련 이슈(예산, 목표 및 성과분석) 논의, 뇌연구 고도화 사업 논리 및 근거, 전략 및 추진체계 논의, 연구자 대상 설문조사 결과보고 	숙명여대
사업 설명회 회의 (2018.8.22.~8.24.)	<ul style="list-style-type: none"> • 뇌연구 고도화 사업의 정의 및 범위, 환경분석(PEST), 뇌연구 R&D 투자분석 등 진행상황 보고 및 각 분과별 작성 현황 검토 • 한국형 뇌과학 주제별 중점 추진과제 및 핵심기술 리스트 도출, 사업 예산 및 구성방법 등 검토 	서울대
5차 기획회의 (2018.9.6.)	<ul style="list-style-type: none"> • 뇌연구 고도화 사업의 비전 및 목표, 사업 추진전략 수립 및 예비타당성 기획 보고서 추진계획 논의 	숙명여대

구분	주요 논의사항	장소
	<ul style="list-style-type: none"> • 각 분과별 프로그램 구성 및 예산 분배(안) 검토, 상세기획 작성 역할분담 • 사업 목표 정량화, 계량화 방안 논의 	
6차 기획회의 (2018.9.13.)	<ul style="list-style-type: none"> • 기초사업과의 차별성, 연구트랙의 세분화 정도, 기초연구형 예비타당성 조사 사업의 정량적 목표의 성격 등 사업기획의 중요 이슈 재점검 • 연구과제의 운영 및 평가 시스템의 구체적 구축 방안 심층 논의 	숙명여대
7차 기획회의 (2018.9.15.)	<ul style="list-style-type: none"> • 사업의 성격(순수기초 및 목적기초) 및 과제 평가 시스템 문제점 분석을 통한 해결 및 구축 방안 논의 	숙명여대
8차 기획회의 (2018.9.30.)	<ul style="list-style-type: none"> • 분과별 주제 선정 및 현황분석 내용 점검 및 진도관리 • 과제 평가 시스템 추가 논의 	서울대
9차 기획회의 (2018.10.04.)	<ul style="list-style-type: none"> • 해외현황분석 중 뇌과학 기초과학 관련 해외 선진국의 프로그램 파악 및 논의 • 논리모형 작성 방향 논의 및 전담기획위원 선정 • 재원조달 계획 및 전략적 연구비 배정 및 관리 시뮬레이션 필요성 논의 	서울대
10차 기획회의 (2018.10.14.)	<ul style="list-style-type: none"> • 기획보고서 세부항목들에 대한 재점검 및 추가 작업 필요성논의 • 제1차 공청회 결과 논의 및 피드백 분석 	서울대
11차 기획회의 (2018.10.18.)	<ul style="list-style-type: none"> • 성과목표 및 사업 논리모형, 사업성격 및 추진목적을 고려한 정부지원의 필요성 고도화, 재원조달 및 사업 예산 논의 	한국연구재단
12차 기획회의 (2018.10.24.)	<ul style="list-style-type: none"> • 기획보고서 최종 검토 및 예비타당성 조사 대응방안 논의 	서울대
뇌연구 고도화 사업 설명회 (2018.08.30.)	<ul style="list-style-type: none"> • 한국신경과학회 회원들을 대상으로 기획추진 내용 및 방향 설명회 	서울 그랜드힐튼 컨벤션센터
사업 1차 공청회 (2018.10.11.)	<ul style="list-style-type: none"> • 산·학·연 전문가 및 일반국민 대상 의견수렴(총 20명 참석) 	한국연구재단(서울)
사업 2차 공청회 (2018.10.18.)	<ul style="list-style-type: none"> • 산·학·연 전문가 및 일반국민 대상 의견수렴(총 41명 참석) 	한국연구재단(대전)

□ 사전기획 회의

- 제1차 사전기획 회의(2018.07.03., 삼경교육센터)
 - 국가연구개발사업으로 '뇌연구 고도화 사업'의 예비타당성 검증 및 대상사업의 성공적 선정을 위한 예타 기획추진단 운영위원회 구성 및 Kick-off 회의 추진
 - 뇌연구 고도화 예타 기획추진단 운영위원(총괄 및 분과위원회)을 대상으로 뇌연구 고도화 사업 상세기획 추진방향 및 일정 안내, 위원별 역할 분담 등 논의
 - 국내 뇌과학 기초연구 현황 진단 및 구조적 문제점 도출
 - 뇌과학 기초연구 강화 및 전략적 육성연구의 구성과 연구자 수요기반 창의적 과제 발굴을

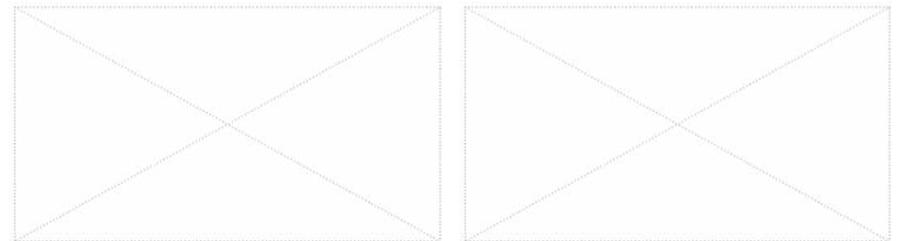
위한 뇌연구 고도화 사업 기획방향 제시

- 제2차 사전기획 회의(2018.07.13., 대한상공회의소)
 - 기획 추진상황 발표 및 전문가 자문위원(pool) 구성(안) 등 신규 사업기획 방향 모색
 - 사업기획 추진체계 보완사항, 총괄 및 분과 위원회 구성
 - 3차 뇌연구추진 기본계획안에 대한 요약 및 뇌과학 발전 방향 논의
 - 주요의견

- 4대 분야 구분(뇌신경생물, 뇌인지, 뇌공학, 뇌신경계질환)은 현대 뇌과학 흐름에 역행, 분야별이 아니라 주제별 연구로의 과감한 전환 필요
- 2차년도에 융합 드라이버로 매우 피상적으로 진행된 상황에서 맥이 끊김
- “원천기술”에 대한 명확한 정의도 없이 오랫동안 키워드로 사용됨
- 뇌과학의 특수성, 뇌과학 기초연구계가 안고 있는 구조적 문제점에 대한 심도 있는 분석이 필요(단기간 소규모과제지원, 연구인력 한계, 대학에 학과부재 등)
- 뇌과학의 특수성
 - 다학제성, 복잡성, 고비용, 숙련된 연구인력 훈련에 오랜 시간 투자 필요, 연구 위험성
- 국내 뇌과학 기초연구계가 안고 있는 구조적 문제점
 - 뇌과학의 특성에 맞지 않는 단기간, 소규모의 연구과제 중심
 - 설익은 학생위주의 연구 인력의 한계
 - 연속적 펀딩 기대하기 어려움(동일 주제의 장기연구 불가)
 - 단기간 가시적 성과 독촉, 독창적 문제 발굴 불가 환경
 - 소수 리더급 과학자의 초대형 펀딩사업, 국가과학자, 기초과학연구원(IBS) 지원 사업등 위주로 후속 리더급 과학자 육성 정체
 - 선진국에 비해 전통적 생물학 위주의 뇌과학 주제 다변화 필요(심사 평가 등 악영향)
 - 전통적 기초과학에 비해 대학에 학과 거의 부재상황으로 Jobless ph.D 양산
- 개인 기초연구 사업(신진, 중견)
 - 장점: 자유 주제, (대부분) 개인연구, 개인 연구자 만족도 높은 편
 - 문제점: 1인 1과제로 연구비 부족, 단기적으로 연구의 연속성 침해 → 연장을 위해 단기간에 성과를 내야하는 부담, 높은 경쟁률로 과제 수주의 불확실성, 연 1회 공모로 1회 탈락 시 연구비 공백
- 기존 국책 사업(원천기술)
 - 장점: 1인 1과제에 대한 대안, 3+2년 구조의 집단과제, 국가 중요 아젠다에 따른 연구개발
 - 문제점: RFP에 따른 연구 진행 → 본인 연구 분야와 100% 일치하지 않더라도 일단 끼워 맞추기 식으로 수주한 후 RFP에 따른 연구를 수행해야 하는 부담(two track: RFP 내용 + 본인 연구), 대부분 1회성 과제이므로 연구의 연속성 부족, 나눠 먹기식의 팀 구성

- 기초 연구형 사업의 추진 방향 도출
 - (전략1) 차별화 전략: 국내 뇌연구자의 국제적 수준 향상
 - (전략2) 미국 NIH 사례: 공정 경쟁 기반 자유공모 과제 확대
 - (전략3) 효율적 뇌연구 투자: 지속적/장기적 투자를 통한 뇌연구 수혜자 확대
 - (기타) 전략적 뇌연구 보호 분야 육성
 - 비전체계(안) 도출

비전	21세기 뇌과학 강국 부상		
미션	세계적 수준의 독창적 뇌연구자 그룹 육성		
목표	세계 선도형 연구자 배출을 위한 기초 뇌과학 R&D 시스템 구축		
전략	1. 연구자 주도형 연구과제 수행 시스템 구축	2. 중장기적, 안정적 과제 수행 시스템 구축	3. 필수 보호 분야 연구자 육성
	현대 뇌연구 핵심 category-based 개인 초기 펀딩 모집 공정	evidence-based 펀딩 지속 reasonable alteration of plan 허용 renewal 시 rigorous evaluation → 연구비 자율결정(고비용은 검증 철저)	modern 뇌과학의 필수분야 중 선진국 대비 심각하게 낙후된 분야 국가 자원 투입 신진연구자(young investigator) 보호 목적성 집단 선택
	(인프라) 공정한 평가, 선정, 지원을 위한 Review 시스템 구축		



- 제3차 사전기획 회의(2018.07.20., 영등포역 회의실)
 - 뇌연구 고도화 사업의 비전 및 목표, 논리모형, 사업 규모 및 사업구성 등 전체적인 사업방향 논의
 - (기획방향) “뇌연구분야의 전문가 양성”을 핵심으로 추진하며 자유공모, 공정한 경쟁 및 안정적·장기적 과제 수행을 강조함으로써 ‘개인’중심의 과제 추진
 - (추진전략) 1. 연구자 주도형 연구과제 수행 시스템 구축, 2. 중장기적, 안정적 과제 수행 시스템 구축, 3. 필수 보호 분야 연구자 육성
 - (주요의견)

- 現 뇌과학 연구의 트렌드를 고려하였을 때, 융합적 성격 및 장기간 연구의 사향을 고려하여 단일분야(개인 중심)의 기획 추진은 한계가 존재함
- 타 기초연구 사업과의 다른 방향(개인 중심)으로 사업을 진행해야 하는 가에 대한 보다 명확한 근거 제시가 필요함
 - 뇌과학원천기술개발사업 기획방향에 대해 수요조사를 통한 정당성 확보 필요
 - 이공계 분야의 기초연구사업과의 명확한 차이점을 제시하는 것이 중요
- 창의적 개인연구자들의 목표지향적 국책 사업 참여를 위한 System 제시
 - 공동(집단) 연구의 주제(성격)별 Request for application(RFA)/Request for proposal(RFP) 차별화 및 실용화/비실용화 과제 구분 제시
 - NIH Research Project Grant Program을 벤치마킹하여, 한국형 Grant시스템 구축으로 공정 경쟁 기반 자유공모 과제 확대 추진
- 現 사회적 상황의 문제점을 해결할 수 있는 사항을 과제로 제시
 - 사회적인 문제 해결에 기여할 수 있는 목적성을 부여하며, 트렌드만을 추구하는 연구가 아닌 장기적인 관점에서의 Bottom-Up 연구 추진 필요
 - 과제 참여 및 수행에 대한 규제를 최소화함으로써 다양한 연구자들의 참여를 확대
- 빅데이터 분석을 통한 뇌과학 분야의 주요 핵심 키워드 도출로 주제(과제) 선정
- 본 사업의 구체적인 기획 추진방향의 설정과 과제 선정 및 도출에 대한 전반적인 Frame 구성이 우선적으로 필요함
 - 예타기획연구를 고려했을 때, 본 사업을 통해 어떠한 결과를 도출할 것이며, 이러한 결과는 사회적으로 어떠한 파급효과를 나타낼 것인지 전반적인 사업 기획의 방향이 명확하게 구축되어야 함

□ 기획위원회 회의

- 제1차 기획 회의(2018.07.27., 숙명여대)
 - 기존 뇌과학원천기술개발사업 분석 논의
 - (의의) 프론티어사업 종료이후 뇌과학연구의 수준 유지에 크게 기여(연구기반 붕괴 및 인력세대 단절 등을 차단) 뇌융합기반 응용/개발연구 육성에 기여
 - (문제점) 사업진행 중간에 연구지향점 선회, 개발연구 몰입의 부작용(취약한 기초, 뇌산업 부재, 부실한 성과물)
 - 기존 뇌원천 사업의 장점을 살리고 단점을 보완하는 방식으로 기획 필요

AS IS	TO BE
<ul style="list-style-type: none"> • 단기적, 양적 성과위주의 낮은 임팩트 연구과제 서포트 • 인위적 융합연구 중심 사업→개별연구자 수준 저하 & 융합효율 저하 • 뇌과학 선진국의 기술개발 모델 모방 • 예측 불가능성으로 인해 불안정한 분야별 펀딩 시스템 • 연구과제의 기획, 심사, 선정 과정의 불투명성 	<ul style="list-style-type: none"> • 분야별 세계적 수준 전문가 양성을 위한 높은 임팩트 중장기 연구과제 서포트 • 미들업 과제 시스템하에서 연구자 필요에 의한 유연하고 실질적 융합연구 지향 • 국내 뇌과학 연구자 풀에 대한 객관적 분석에 바탕을 둔 현실적(한국적) 뇌과학 부흥 방안 필요 • 현대 뇌과학의 중추적 핵심 뇌과학 주제와 분야에 대한 지속적이고 예측가능한 펀딩 사이클 마련 • 연구과제의 기획, 심사, 선정 과정의 선진국 수준 투명성 확보

- 뇌연구 고도화 사업 비전, 목표, 전략 초안 논의

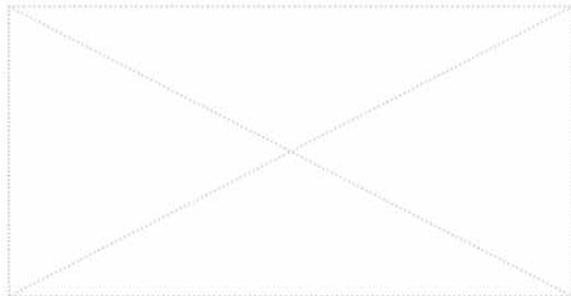
비전	21세기 뇌과학 강국 부상		
	세계적 수준의 독창적 뇌연구자 그룹 육성		
	세계 선도형 연구자 배출을 위한 기초 뇌과학 R&D 시스템 구축		
	Stability	Recurrence	Strategic Nurturing
	1. 단일 주제의 중장기적, 안정적 연구를 위한 R&D 펀딩 시스템 구축	2. 핵심 뇌과학분야 주기적, 순환적 R&D 펀딩 시스템 구축	3. 전략적 육성 및 필수 보호 분야 뇌연구 서포트 시스템 구축
	뇌과학 특성 고려한 현실적 연구비 규모와 연구기간 갖춘 R&D시스템	뇌과학 핵심 주제별 고른 성장을 위해 지속적, 순환적 펀딩 시스템 구축	미래 국가경쟁력 증진을 위해 전략적으로 육성해야 하는 뇌과학 분야에 대한 보호적 R&D 시스템 구축
연구목표 유지가 전제된 구체적인 연구방법론의 유연한 조정 허용 연구의 가시적 프로그램을 전제로한 합리적 리뉴얼 시스템 도입	펀딩 예측 가능성 및 연구자 준비성 향상을 위한 R&D 운영 시스템 구축	신진연구자*(new investigator) 보호를 위한 시스템 구축 특수 목적성 연구주제의 전략적 펀딩 시스템 구축	
Feedback & Transparency			
(인프라) 투명하고 합리적 평가, 선정, 관리를 위한 연구과제 운영 시스템 구축			

- 예타기획 시 고려사항 논의
 - 주요의견

- 정부R&D의 역할: 본 사업의 지향점, 기대효과를 기술할 것, 국가지원 당위성이 드러나는 기초연구를 하겠다는 내용 포함
- 사회문제 해결 제시
- 우수인재 육성, 양성
- 기존 기술개발 기획과는 다르게 시스템구축 예타라서 어려움이 따를 것으로 예상됨
- 기초연구분야에서는 진행된 예타가 없었음
- 인프라부분으로 접근하는 것이어서 가점요인이 될 것으로 보임
- 타 부처와의 중복성
- 본 기획은 비입상까지, TRL 5까지를 범위로 함(그 이후는 복지부에서 진행)

- 미국 NSF와 NIH의 차이점 검토 및 시사점 논의
 - 주요의견

- 기존 4대분야 분류에서 연구 주제 중심 분류로 변화 필요성 제기
- 우리의 이공계 기초사업은 미국의 NSF연구비에 해당하고 원천사업이나 기초형 예타사업은 NIH의 목적기초형 연구비에 해당함
- 연구자 pool이 큰 미국의 경우 연구 성격에 따라 여러 NIH 산하 기관을 통해 특성에 따른 연구 주제 분류 및 지원 프로그램 운영
- Funding agency에서 General Theme/ topic을 제시하고 연구자가 원하는 category를 선택하여 연구자가 과제 제안(bottom-up), 혹은 RFA의 가이드라인에 따라(middle up)과제 지원
- Funding agency에서 지정한 전략과제에 맞추어 과제 지원(Strategic Research Priority, BRAIN initiative 등)
- 우리 실정에 맞는 분야, 주제 도출 필요
 1. Research Theme 확정 → 분과구성
 - 2-1. Theme별로 topic 분류 및 topic별 RFA개발
 - 2-2. Theme별 key question, strategic research priority 발굴 및 RFA 개발



- 제2차 기획회의(2018.08.03., 숙명여대)
 - 사업기획 추진체계 보완사항 및 분과별 5개 주요 뇌과학 분야 및 2개 전략적 보호육성분야 현황분석 및 뇌과학 중점 연구주제 설정 근거 및 방향 논의
 - 5개 주요 뇌과학 분야 및 2개 전략적 보호육성분야

- 뇌 발달 기전 이해 및 조절 연구
- 뇌세포 구조/기능 이해 및 조절 연구
- 인지 및 행동 기전 이해 및 조절 연구
- 뇌노화 기전 이해 및 조절 연구
- 뇌과학 방법론 연구
- 인간 뇌인지 기전 연구
- 계산신경과학 연구

- (주요이슈) 각 주제별 subcategory의 적절성, 전략/보호 육성 분야 선정, 주제별 vs. 방법론별 분류 존재, 각 주제별 상이한 분류 방법 사용, computational neuroscience 분류
- 기획위원 대상 연구분야 및 주제, 연구비 규모, 심사제도 등에 대한 설문조사 결과 검토 및 시사점 논의
 - (조사항목) 수행 연구주제, 연구주제의 뇌연구 4대분야 관련성, 선진국 대비 연구수준, 연구수준 제고 방안, 연구기간 및 지원규모, 국가R&D 참여사업, 과제심사 적절성 여부, 과제심사 수준 제고방안 등
 - (조사결과)

- 4대 분야 구분(뇌신경생물, 뇌인지, 뇌공학, 뇌신경계질환)은 현대 뇌과학 흐름에 역행, 분야별이 아니라 주제별 연구로의 과감한 전환 필요
- 뇌연구 4대 분야 관련성 : 뇌신경생물(71.4%), 뇌의약학(50%), 뇌인지(42.8%), 뇌공학(21.4%) 순
- 선진국 대비 연구수준 : 응답자의 78.6%가 낮은 것으로 판단(매우낮음 14.3%, 낮음 64.3%)
- 연구수준 제고방안 : 안정적인고 예측 가능한 연구비 지원, 안정적인 post doctor 공급, 우수 인재 보호 및 육성, 연구비 확충, 연구 인프라 구축, 지속적 펀딩시스템, 신뢰할 만한 전문가 집단의 질적 평가를 수반하는 funding mechanism 확립, 융합연구 토대 마련, 합리적 생태계 조성 등
- 연구기간 및 지원규모 : 5년(연 2.5억), 5년(연간 3억), 5년(1.5억원)
- 국가R&D 참여사업(복수선택) : 이공계 기초연구사업 85.7%, 뇌과학원천기술개발사업(71.4%)
- 과제심사 적절성 여부 : 1. 심사위원 전문성 : 부족(61.6%), 2. 심사절차 공정성 부족 (30.8%), 3. 심사결과 타당성 부족(38.5%)

- 제3차 기획 회의(2018.08.10., 숙명여대)

- 기획위원 대상 기획 방향성 설문조사 결과 논의
 - (조사항목) 뇌과학 분야에서 독립된 대규모 사업 필요성, 사업목표, 제3차 뇌연구 촉진 기본계획 목표 중 지향 목표, 기존 뇌과학원천기술개발사업과의 연속성, 신규 뇌연구 분류체계 활용 방안, 개인연구 vs. 집단연구 중심 등
 - (조사결과)

- 신규사업 추진 필요성에 대해 진원 필요하다는 것으로 의견 제시
- 사업목표 : 우리나라 뇌과학 분야 기초연구 질적수준 향상이 중요
- 제3차 뇌연구 촉진 기본계획 목표 중 지향 목표 : 뇌에 대한 근원적 이해 도전
- 신규사업은 기존 뇌과학원천기술개발사업과 차별성을 두어야 함
- 신규 뇌연구 분류체계 활용 방안 : 주요 뇌과학분야 연구비의 고른 지원, 중점추진 목표 및 연구분야 도출을 위한 자료로 활용
- 개인연구와 집단연구를 모두 지원하되 가중치를 다르게 적용해야함
- 기초연구의 질적우수성을 확보하고 우수한 연구자를 늘려야 제대로된 응용이 가능,
- 수준 높은 기초연구가 이루어질 것이라는 전제로 정책적 우선성을 갖는 응용분야로의 연결고리를 미래지향적, 전략적으로 만들어 놓는 것이 필요
- 공평한 분배 시스템은 국책사업의 예타기획에 맞지 않음
- 미래 지향적주제 중심의 철학이 담긴 연구비 책정이 기획에 드러나는게 맞음

- 한국형 뇌과학 주제별 분류 및 활용계획 점검 및 향후 일정 등 진도관리 실시
- 사업 비전, 목표 및 개별 전략의 구체화를 위한 논의
- 분과별 연구주제 도출 노력 현황 보고 및 추가 작업 방향 논의
 - 연구과제 수행 대비 도출 성과 간의 효율성 분석을 위한 모델 제시
 - 뇌연구 분야에 대한 Keyword 중심의 논문, 특허 성과분석

- 제4차 기획 회의(2018.08.17., 숙명여대)
 - 뇌연구 고도화 사업 기획추진현황 보고, 사업기획 관련 이슈(예산, 목표 및 성과분석) 논의, 뇌연구 고도화 사업 논리 및 근거, 전략 및 추진체계 논의, 연구자 대상 설문조사 결과보고
 - 사업기획 관련 이슈(예산, 목표 및 성과분석)

- 사업의 필요성, 주력 point 작성 : 학문적 중요성, 사회적 파급효과 등을 작성
 - 과학적 타당성: ~60%
 - 연구성과
 - 논문 12위(스페인, 이탈리아보다 낮음)
 - 특허: 미국, 중국, 일본에 이어 높은 출원, 꾸준히 증가추이
 - 인력양성: 평균 660명의 PI급(국내 뇌신경계 분야)
 - 문제점
 - 기존 뇌과학원천기술개발사업 일몰 시 뇌연구기반 붕괴 및 인력세대 단절 우려
 - 질보다 양에 치우친 뇌 연구성과: IF 높은 저널일수록 한국의 순위는 많이 떨어짐
 - 뇌연구 인력의 부족
- ⇒ 기초연구의 질적 성장 잠재력은 크므로 기초 뇌연구자의 육성, 기초 뇌연구의 뇌원천 과제수용이 필요

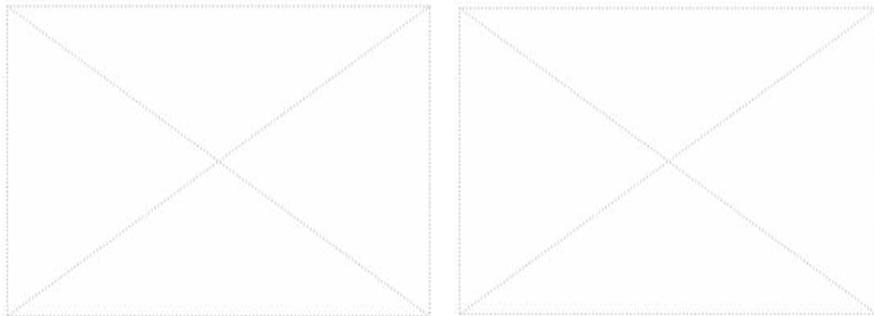
- 뇌연구 고도화 사업 논리 및 근거, 전략 및 추진체계

- 사업방향
 - 순수기초에서 목적기초로 넘어가는 bridge
 - 뇌연구의 특수성을 부각하여 타 연구 분야 연구자들의 특혜 비난을 견제해야 함
 - 암 연구처럼 미래사회에 대비한다는 측면 강조
- 성과지표
 - 목적기초의 problem solving을 증명할 근거: 특허, 기술이전, 시스템시연, 필드마다 고유 성과지표를 설정 필요
 - 궁극적인 목표가 가장 잘 실현될 수 있도록 설정
- '제 3차 뇌연구 촉진기본계획'이라는 상위계획이 있으므로, 이를 근간으로 워딩을 참고하여 반영 필요

• 뇌연구자 대상 설문조사 결과보고

- 기존 뇌과학원천기술개발사업 참여경험이 있는 연구자가 전체의 60%
- 응답 연구자 58.1%가 사업 일몰 가능성 및 신규 연구사업을 위한 예산 준비를 모르고 있으나, 95.4%가 후속사업이 필요하다고 응답
- 응답자의 과반수 이상(66.3%)이 뇌과학원천기술개발사업이 국가 뇌연구 발전에 기여했음을 높게 평가
- 뇌과학원천기술개발사업 후속사업의 핵심가치에 대해, '우수한 학문적 성과 도출'이 가장 높게 나타남
- 연구개발과제 형식은, '개인연구과제'가 61.0%로 가장 높은 선호도
- 주제결정 방식에 있어 '연구자제안형'이 전체의 66.0%로 가장 높게 평가됨
- 뇌과학원천기술개발사업 후속사업에 대한 주요 희망사항으로는 '분야별 다양성을 고려한 과제 선정 및 평가'와 더불어 '많은 연구자들의 참여 및 창의성 확보, 선정평가의 전문성 강화를 위한 대면평가 폐지 필요'등의 의견이 도출

- 집중기획회의 및 한국뇌신경과학회 설명회 준비(2018.08.22.~24., 서울대)
 - 뇌연구 고도화 사업의 정의 및 범위, 환경분석(PEST), 뇌연구 R&D 투자분석 등 진행상황 보고 및 각 분과별 작성 현황 검토
 - 한국형 뇌과학 주제별 중점 추진과제 및 핵심기술 리스트 도출, 사업 예산 및 구성방법 등 검토



- 제5차 기획 회의(2018.09.06., 숙명여대)
 - 뇌연구 고도화 사업의 비전 및 목표, 사업 추진전략 수립 및 예비타당성 기획 보고서 추진계획 논의
 - 각 분과별 프로그램 구성 및 예산 분배(안) 검토, 상세기획 작성 역할분담

구분	주요내용	수행주체
사업개요	사업추진 배경	기획위원회
	사업추진 체계 및 기획방법	웍스
국내외 동향 및 환경 분석	연구정의 및 범위	기획위원회
	글로벌 메가트렌드 및 주요 이슈 분석	웍스
	정책동향	
	산업 및 시장동향	
	기술동향	
	국내외 R&D 역량 분석	
종합분석		
사업추진 방향 및 전략	사업비전 및 목표	기획위원회
	사업 추진전략	
	중점추진분야 설정 및 핵심연구과제 도출	
연구개발계획	연구개발 개요	기획위원회
	연구개발 계획	
사업추진체계 및 관리방안	사업논리모형 및 성과목표	기획위원회
	사업추진체계	
	사업관리전략	
	재원조달 계획	
사전타당성 조사 및 기대효과		웍스

- 사업 목표 정량화, 계량화 방안 논의
 - 본 사업을 통한 사회문제해결 및 경제적 성과 창출 등의 구체적인 목적 제시 필요
 - 사업 목적에 대한 실제적인 back-up data 제시로서 사업 전반의 논리성 구축 필요

- 제6차 기획 회의(2018.09.13., 숙명여대)
 - 기초사업과의 차별성, 연구트랙의 세분화 정도, 기초연구형 예비타당성 조사 사업의 정량적 목표의 성격 등 사업기획의 중요 이슈 재점검

- 기획 대상 연구 part : 뇌발달 기전 이해 및 조절 연구, 뇌세포 구조/기능 이해 및 조절연구, 인지 및 행동의 기전 이해 및 조절연구, 뇌노화 기전 이해 및 조절연구, 뇌과학 방법론 연구
- 개인 및 집단연구 진행에 있어, 참여자의 의사를 최대한 존중하고 참여하고자 하는 부분에 제약없이 자유롭게 참여를 하도록 제시함
- 우수한 개인 및 집단연구가 없을 시, 개인 및 집단연구의 funding level이 유동적으로 조정될 수 있음 (개인연구와 집단연구의 퀄리티 경쟁 추진)
- 우수한 연구 도출을 최우선시하여 퀄리티가 있는 지원과제가 없을 경우, 추후 선정에 있어 반영하는 부분을 고려
- 뇌과학 분야 이외 분야의 공동연구의 경우, 해당 주제의 PI가 공동연구의 형태로 제안하고 심사과정에서 PI가 연구를 하는데 필요성이 인정되면 합리적으로 과제부여 가능
- (종합) 논의된 상기의 사항을 바탕으로 각 분과별 기술수요조사 결과 기반의 정의 및 범위 검토와 핵심 키워드 및 추진체계(운영 및 평가 시스템) 보강
- 본 사업 기획의 목표를 보다 구체적인 정량적 수치로 제시
- 현실적인 목표로 조정 필요 (뇌연구자수, 연구비 등이 현재 기획의 수준 고려할 필요)
- 미래지향적인 방향으로 기술(경쟁과 평가를 위한 강력하고 합리적인 시스템이 없었기 때문에 거기에 latch on하면서 우리의 목표제시에 주력)

- 연구과제의 운영 및 평가 시스템의 구체적 구축 방안 심층 논의

- 경쟁-심사-평가체계-성과관리 등을 위한 management 시스템
- (뇌연구 프로그램 운영위원회) 미들업 경쟁분야 심층리뷰 네트워크 구성 및 관리 선정 평가 및 수행평가 참여
 - 과학적 메리트만 평가결과를 근거 + 과제지원 상황 (개인-집단, 우수과제 볼륨 등등) + 예산 등 종합적 판단을 통해 해당 round의 연구비 지원 수준 결정
 - 과학성 평가위원회의 운영에 대한 모니터링 기능 수행
- (뇌연구 육성발전전략 위원회) 탐다운 보호 및 육성 분야 선정 및 관리 참여
 - 미들업 경쟁시스템의 운영이 전체적인 뇌연구의 발전방향으로 가고 있는지 자문역할
 - 미들업 주제들의 업데이트 필요성 여부등에 대한 자문
 - 전략육성분야가 최초의 목적에 맞게 운영되고 있는지 점검
 - good collaboration 기회가 보이면 지원과제간의 접촉도 촉진

- 제7차 기획 회의(2018.09.15., 숙명여대)
 - 사업의 성격(순수기초 및 목적기초) 및 과제 평가 시스템 문제점 분석을 통한 해결 및 구축 방안 논의
 - 사업성격(순수기초 및 목적기초) 심층 논의

- 뇌연구는 순수기초와는 다른 성격(NIH와 같이 목적지향적인 성격)이라는 내용 사업개요에서 다루는 것이 합당
 - (목적기초 근거) NSF의 순수기초와 같이 지향점이 없이 모든 순수과학 분야를 평등하게 심사 및 지원하는 개념이 아니고 학문적으로는 뇌라는 종합적 organ의 작동원리의 체계적 이해, 궁극적으로는 뇌와 관련된 질병 치료와 뇌의 작동원리를 이용한 응용을 염두에 둔 지식체계를 발전시키기 위한 뇌연구임
 - 대표적인 뇌과학 학회 및 NIH의 분류체계 분석을 통한 사업 연구주제 일치여부 확립(주제의 자세한 기술은 제4장)
 - 다른 의견을 가질 수 있는 연구자들에게 보여주고 타당한지에 대한 피드백을 받는 절차를 진행 필요 (기획된 주제들을 replace할만큼 부정적인 의견은 수요조사 결과는 없었으나, 정의 및 범위에 대해 수요조사의 결과를 반영해서 작성할 필요는 있음)

- 과제 평가 시스템 문제점 분석을 통한 해결 및 구축 방안 논의

- (과제평가 모형) 리뷰어들이 track record (publication) 당연히 볼 것이나 제일 좋은 것은 스터디 섹션에서 심층평가를 통해 전문가들이 해당 과제가 실제로 우리가 목표로 하는 IF 5-8사이의 논문을 꾸준히 낼 수 있는 방향과 방법론적 타당성을 갖춘 과제인지를 “전문성”을 분석
- 2절의 사업추진체계와 3절의 사업관리전략을 확정(우수한 과제에 대한 정의 제시)
- 뇌과학 커뮤니티가 스스로 자정노력을 하려고 노력을 해야 하는 부분이며 시스템 상 세물이를 하는 한두명의 전문가가 과제의 당락을 결정하는 일이 일어나지 않도록 시스템을 구성
- (구체적으로 지표와 기준을 통한 토론 필요) 기존처럼 창의성을 평가하라는 등의 막연한 기준은 사라져야 함; 가설제시가 제대로 되었는지, 그에 대한 방법론은 제대로 되어 있는지 등의 진정한 과학적 토론을 이끌 수 있는 기준들을 명확히 제시
- 초기에는 원천과제 수행자들이 사명감과 의무감을 가지고 스터디섹션에서 모두 serve하고 3년 후 정도 후부터는 본사업의 수혜자들은 의무적으로 리뷰보드에서 의무적으로 봉사하도록 문화를 조성(과제선정 및 협약시 서약서 같은 동의형태도 가능)
- 뇌연구 프로그램 운영위원회
 - 과학적 메리트 스코어를 바탕으로 펀딩레벨 조정
 - 전반적인 과제선정 및 심사에 대해 책임
 - 연구의 퀄리티 업그레이드라는 기본 정신과 분야별 기초뇌과학 육성이라는 기본 정신이 상충되거나 하지 않게 운영의 묘를 펀딩레벨을 조정하면서 컨트롤하는 컨트롤 타워 역할을 수행
 - 자문위원회에서 자문을 받고 지적 사항이나 자문사항은 다음 리뷰 라운드에 적용
- 전략육성분야 및 초융합 관련 이슈
 - 초융합 카테고리 제외 (각 주제에서 융합은 구현 : 초융합도 주제는 있을 것이므로)
 - 운영의 문제: 7(미들업주제):2(육성분야) 혹은 9:1로 돈을 따로 아예 배정해서 경쟁에 의해 발전한다는 다른 미들업 분야의 초기 philosophy가 흔들리지 않도록 하는 것이 중요
 - 센터의 초기 구성에 선발을 다른 미들업과제와 같은 수준의 퀄리티를 낼 수 있는 연구자 선발에 초점을 맞추도록 하고 센터에 선발되지 못한 연구자는 미들업 주제로 찾아들어가 개인이 경쟁에 의해 서바이브 해야 하는 시스템으로 구성

- 제8차 기획 회의(2018.09.30., 서울대)
 - 분과별 주제 선정 및 현황분석 내용 점검 및 진도관리
 - 과제 평가 시스템 추가 논의
- 제9차 기획 회의(2018.10.04., 서울대)
 - 해외현황분석 중 뇌과학 기초과학 관련 해외 선진국의 프로그램 파악 및 논의
 - 논리모형 작성 방향 논의 및 전담기획위원 선정
 - 사업추진체계 중 기존 연구재단 등 시스템과의 접목 방향 논의
 - 재원조달 계획 및 전략적 연구비 배정 및 관리 시뮬레이션 필요성 논의
 - 제1차 및 2차 공청회(한국연구재단) 방향 논의 및 자료준비
- 제10차 기획 회의(2018.10.14., 서울대)
 - 기획보고서 세부항목들에 대한 재점검 및 추가 작업 필요성 논의
 - 제1차 공청회 결과 논의 및 피드백 분석
- 제11차 기획 회의(2018.10.18., 한국연구재단)
 - 성과목표 및 사업 논리모형 논의

- 성과목표
 - 기존 원천과제보다 높게 설정해서 늘어나는 목표
 - 기존의 3억정도 사이즈의 기초연구 과제들(예: 중건과제)의 성과 분석을 통해 목표 설정
- 논리모형
 - 한개의 주제에 대해서 매년 20개씩 과제를 주는 것에 대해 심사시 문제 제기 가능성
 - 논리모형 이슈/문제 부분 종합적 검토 후 수정
 - 사업성격 및 추진목적을 고려한 정부지원의 필요성 고도화 논의

- 정부지원 필요성에 대한 근거자료 필요
 - 정량적 data가 없다면 정성적인 내용이라도 필요함
 - China Brain Project나 Brain Initiative를 보면 기초연구내용이 대단히 많은 부분을 차지하고 있으므로 (특히 NSF, NIH, 하워드휴즈, 카블리 등이) 그런 내용들을 중점적으로 제시

- 재원조달 및 사업 예산 시뮬레이션 검토 및 설정

- 예산 추이 증가폭에 편차가 존재하므로 연도별 예산 재검토 필요
- 예산 규모에 따른 운영비 수준 검토 필요
 - 심층평가의 인원수는 그다지 변동이 없을 것이기 때문에 그다지 많이 변할 필요는 없으나 과제 수를 고려하여 재검토
 - 연구재단에서 평가를 심층평가식으로 하는 곳의 평가비용을 조사해서 근거 자료로 삼아 운영비 책정(산출근거 필요)
 - 운영비를 연구재단에 주고 재단에서 운영하는 것으로 계획서에 구체적으로 명시하는게 좋음
 - 각 과제가 3억이라는 오해를 하지 않도록, 2.5억을 기본으로 하되 신규박사급 연구인력 채용시 3억을 준다는 내용을 더 자세히 구체적으로 명시할 필요가 있음
- 개인 연구와 팀연구의 과제당 예산 문제 명시 필요
- 전략과제의 경우 연도별로 과제의 수가 어떻게 변화하는지 구체화 필요

○ 제12차 기획 회의(2018.10.24., 서울대)

- 기획보고서 최종 검토 및 예비타당성 조사 대응방안 논의
 - (성과지표 설정) 뇌연구 고도화 사업의 목적은 IF 5이상의 연구자층을 두텁게 하는 것이므로 mrnIF 90이상이라는 성과지표는 사업 목적에 부합하지 않음. 대신, 평가시스템 적절성, 선정 연구자 수준 향상을 성과지표로 설정
 - (예산 검토) 단계별 예산 차등 설정(3~4억원), 과제수행기간 5년을 고려하여 연간 지원과제수는 전체 뇌연구자의 약 30%인 최대 250개로 설정하여 예산 재검토
 - (경제적 타당성) 기초연구사업이므로 비용편익 분석 보다는 파급효과 측면의 경제성 검토 필요

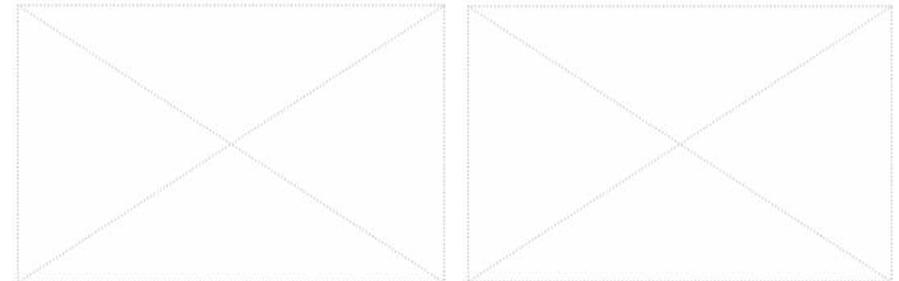
마. 기획연구 결과의 의견수렴

 뇌연구 고도화 사업 자문회의

- 일시 : 2018년 8월 28일
- 장소 : 한국연구재단
- 목적 : 뇌연구 고도화 연구사업 전문가 의견 수렴
- 참석자 : 뇌과학 분야 전문가

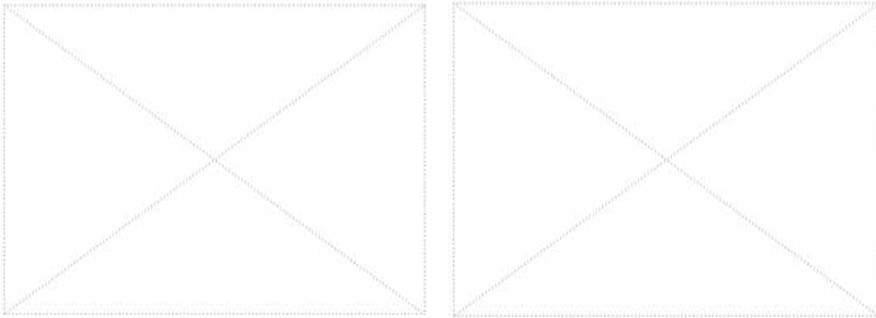
 뇌연구 고도화 사업 설명회

- 일시 : 2018년 8월 30일
- 장소 : 한국뇌신경과학회 추계학술대회
- 목적 : 뇌연구 고도화 사업 기획 추진 방향 및 내용 설명회
- 참석자 : 한국뇌신경과학회 회원(2018년 학술대회 등록자 수 1,700여명)



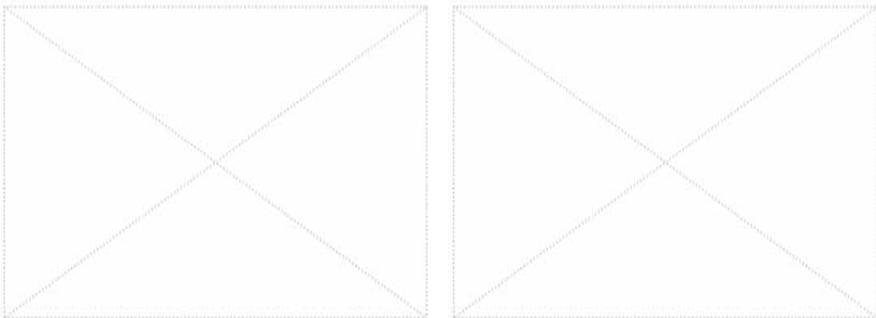
□ 뇌연구 고도화 사업 1차 공청회

- 일시 : 2018년 10월 11일
- 장소 : 한국연구재단 서울청사
- 목적 : 산·학·연 전문가 및 일반인 대상 의견 수렴
- 참석자 : 총 20명



□ 뇌연구 고도화 사업 2차 공청회

- 일시 : 2018년 10월 18일
- 장소 : 한국연구재단 대전청사
- 목적 : 산·학·연 전문가 및 일반인 대상 의견 수렴
- 참석자 : 총 41명

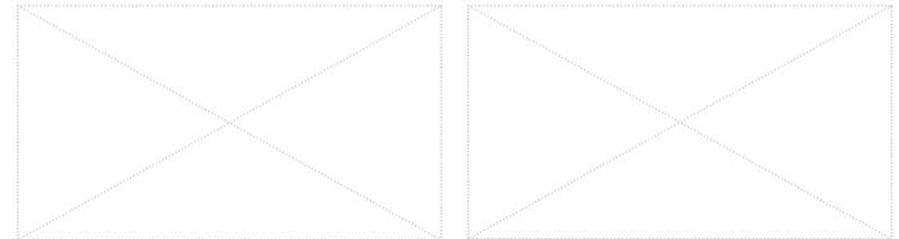


□ 온라인 사업소개

- 뇌연구 고도화 사업 기획 블로그(<https://neurosciencebrain.wordpress.com/>)



- 한국뇌신경과학회 설명회 유튜브 개시 (조회수 289회)



https://www.youtube.com/watch?v=rCqf_naGjTs&feature=youtu.be

제 2 장 국내외 동향 및 환경분석

제 2 장 국내외 동향 및 환경분석

제 1 절 뇌연구의 범위 및 분류

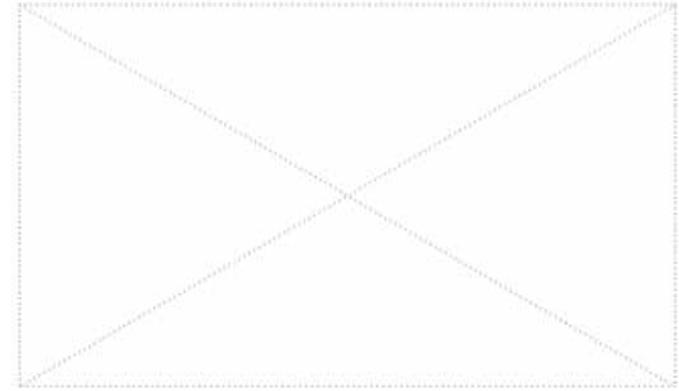
1. 뇌연구 정의 및 범위

가. 기본개념

- 뇌연구는 뇌신경계의 신경생물학 및 인지 과학적 이해를 바탕으로 뇌의 구조 및 기능의 근본 원리를 파악하고자 하는 연구 분야

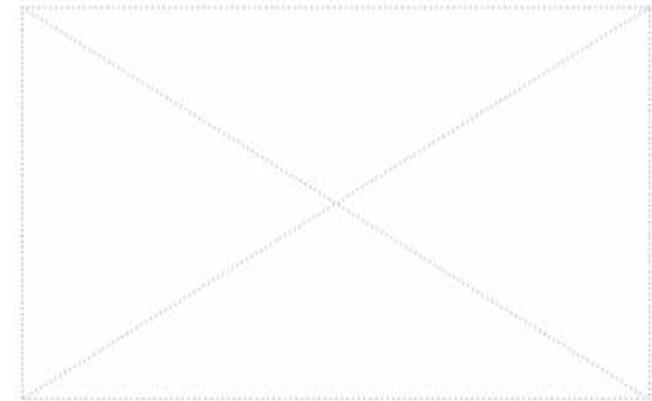
나. 뇌연구의 범위

- 뇌 및 신경계 전체의 구조와 각 구조가 담당하는 기능에 대한 연구를 포함하는 것으로 인지, 사고능력, 학습과 기억 뿐 아니라, 감각/지각, 섭식, 수면, 통증, 언어 등에 대한 연구를 포함함
- 정상 뇌에 대한 이해 뿐 아니라 질병 상태에 있는 뇌에 대한 이해 및 치료의 기반 마련 연구 또한 포함함. 이는 생애 주기에 따른 질환(발달질환, 퇴행성질환) 뿐 아니라 외상에 의한 손상, 다양한 신경질환(neurological disorders), 면역계 관련 질환, 중독, 뇌전증 등을 포함함
- 뇌의 구조와 기능에 대한 연구의 수준은 개체, 기관계와 같은 거시적 수준에서부터 회로, 세포 수준, 분자 수준의 연구까지 다양한 범위를 다룸
- 분자생물학, 세포생물학, 생화학, 생리학, 시스템 신경과학, 행동신경과학, 인지신경과학, 해부학, 계산신경과학 등 다양한 기술 범위를 포함함



[그림 2-1] 뇌연구 범위

- 뇌연구는 뇌의 구조 및 기능의 근본 원리를 파악하고자 하는 연구 분야로 뇌가 형성되는 발달단계에서부터 노화에 걸친 생애 전 단계가 연구 범위에 속함



[그림 2-2] 인간 생애주기에 따른 뇌연구의 범위

- 뇌연구는 생물학 분야 뿐 아니라 공학, 수학, 물리학, 심리학, 의학, 화학 등 타 인접분야와 밀접히 연관된 다학제적 연구분야임
- 실험 및 이론 연구를 포함함

2. 뇌연구 분류

가. 국내 뇌연구 분류

1) 뇌연구촉진법 상 뇌연구 분류 및 시대에 따른 변화

□ 제정 당시의 뇌연구 개념

- 1998년 최초 제정 당시에는 뇌연구 분야를 “뇌과학”, “뇌의약학”, “뇌공학(뇌신경정보 및 뇌공학)” 3대 분야로 분류하였음.
- “뇌과학(뇌신경생물)”이란 뇌의 신경생물학적 구조, 인지, 사고, 언어심리 및 행동 등의 고등신경 정신활동에 대한 포괄적인 이해를 위한 기초학문(뇌연구촉진법 제2조 2항)
- “뇌의약학”이란 뇌의 구조 및 기능상의 결함과 뇌의 노화 등으로 인한 신체적·정신적 질환 및 장애의 원인 규명과 이의 치료, 예방 등에 관한 학문(뇌연구촉진법 제2조 3항)
- “뇌공학(뇌신경정보 및 뇌공학)”이란 뇌의 고도의 지적 정보처리 구조와 기능을 이해하고 이의 공학적 응용을 위한 이론 및 기술에 관한 학문(뇌연구촉진법 제2조 4항)

< 「뇌연구촉진법」 상 '뇌연구'분류 >	
■	뇌과학 : 뇌의 신경생물학적 구조, 인지, 사고, 언어심리 및 행동 등의 고등신경 정신활동에 대한 포괄적인 이해
■	뇌의약학 : 뇌의 구조 및 기능상의 결함과 뇌의 노화 등에 기인한 신체적·정신적 질환 및 장애에 대한 원인규명과 이의 치료, 예방
■	뇌공학 : 고도의 지적 정보처리 구조와 기능을 이해하고 이의 공학적 응용을 위한 이론 및 기술

□ 2, 3차 뇌연구촉진기본계획 상의 뇌연구

- 2008년 2차 뇌연구촉진 기본계획에서는 기존 3대 분류에서 “뇌신경생물”분야를 “뇌신경생물”과 “뇌인지”로 분리하고, 융합을 강조하기 위해 “뇌융합”분야를 신설하여 5대 분야로 분류
- 2013년 2차 뇌연구촉진 기본계획 2단계에서는, 뇌과학 자체가 융합 과학임을 반영하여 “뇌융합” 분야를 없애고 다시 4대 분야로 분류함
- 2018년 3차 뇌연구촉진 기본계획 수립과정에서는 “뇌신경계질환” 분야를 “뇌의약학”으로 명칭을 변경하여 뇌연구를 “뇌신경생물”, “뇌인지”, “뇌의약학”, “뇌공학”의 4대 분야로 분류하고 아래와 같이 정의함
 - “뇌신경생물”은 뇌신경계의 형성과 기능에 대한 생물학적 운영 원리를 규명하는 분야
 - “뇌인지”는 신경시스템이 외부로부터 정보를 받아들여 신경활동으로 전환하고

- 재구성하며 경험에 의해 변화하는 과정에서 형성되는 고등인지기능 연구
- “뇌의약학”은 뇌의 구조 및 기능상의 결함 등에 기인한 신체적·정신적 질환 및 장애에 대한 원인 규명과 이의 진단·치료·예방에 관한 연구
- “뇌공학”은 뇌의 구조와 기능을 측정 및 모델링하는 기술을 바탕으로 뇌신경계와 외부기기를 융합하여 뇌신경계 기능을 회복하고 증진시키는 연구

▶ 3차 기본계획 수립 시 4대 분야 분류의 실효성에 대한 우려를 반영하여, 중점과제는 4대 분야별로 구별하지 않음



[그림 2-3] 뇌연구 기술분류 변천 과정

나. 해외 뇌연구 분류 동향

1) 미국의 뇌연구 분류

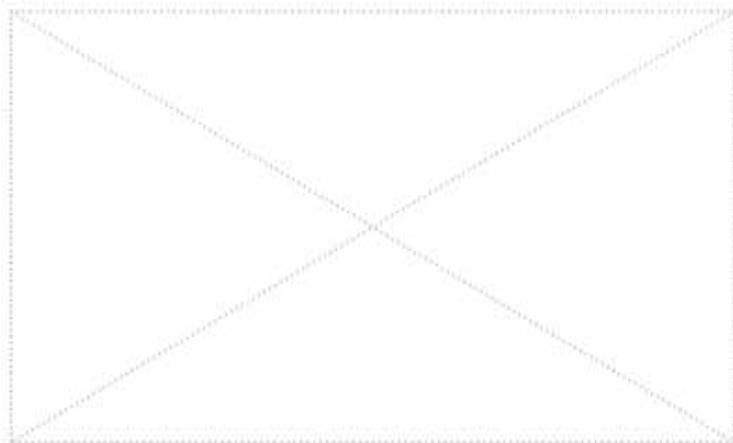
□ 미국신경과학회의 분류

○ 미국신경과학회(Society for Neuroscience)의 공식 학술지인 Journal of Neuroscience는 뇌연구를 연구주제 및 방법론에 따라 아래와 같이 분류

- Cellular/Molecular
- Development/Plasticity/Repair
- Systems/Circuits
- Behavioral/Cognitive
- Neurobiology of Disease

▶ 크게 5개 분야로 연구 주제에 따라 분류하고 있음

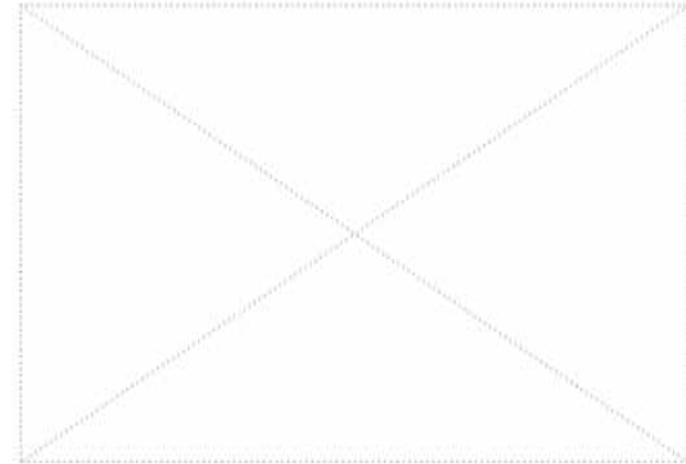
○ 미국신경과학회(Society for Neuroscience)의 연례 학술대회에서는 보다 세분화된 연구주제별 분류 체계를 사용함



[그림 2-4] 미국신경과학회 학술대회 분류항

□ 미국 National Institute of Health(NIH)의 분류

- 미국 NIH는 통합심사그룹(Integrative Review Group, IRG)을 구성하여 연구 분야 별로 연구비 지원에 대한 심사를 진행하고 있음
- 신경과학 분야의 IRG는 아래와 같이 SfN과 유사하게 분류



[그림 2-5] 미국 NIH의 뇌과학 분야 분류

- 각각의 IRG에는 보다 세분화 된 연구 주제 중심의 Study section이 구성되어 있음
- Study section의 경우 고정된 것이 아니라 연구 환경 변화에 따라 주제가 사라지기도 하고 신설되기도 함

□ 미국 국립 신경질환 뇌졸중 연구소 (National Institute of Neurological Disorders and Stroke, NINDS)의 분류

- 미국 국립 신경질환 뇌졸중 연구소(NINDS)는 미국국립보건원(NIH) 산하 기관 중 국립정신건강연구소(NIMH)와 더불어 뇌과학 연구를 수행하는 대표 연구기관임
- 연구분야를 아래와 같이 6개 분야로 분류함
 - Channels, Synapses and Neural Circuits
 - Neural Environment
 - Neurodegeneration
 - Neurogenetics

- Repair and Plasticity
- Systems and Cognitive Neuroscience

○ 미국신경과학회(SfN) 등의 분류와 유사하나 Neural environment 분야가 포함되어 있음

2) 일본의 뇌연구 분류

□ 일본신경과학회의 분류

○ 일본신경과학회(JNS)의 연례 학술대회에서는 미국 SfN과 유사한 주제별, 접근 방법별로 분류하고 있음

- Development and Regeneration
- Neural Excitability, Synapse and Glia
- Sensory System
- Motor System
- Homeostatic Regulation
- Motivation and Emotion
- Learning and Cognition
- Disorders of Nervous Systems
- Computational Theories and New Technologies
- Neuroscience and Society

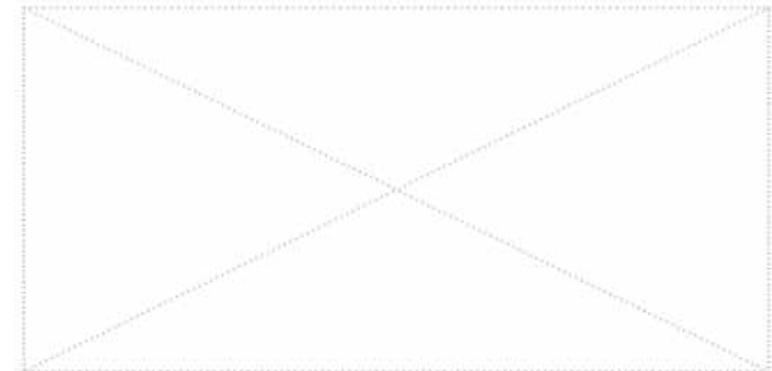
다. 시사점

□ 해외 사례

- 미국, 일본과 같은 뇌과학 선진국들은 학술대회 뿐 아니라 정부 연구비 시스템에도 뇌과학을 주요 연구 주제별로 분류하고 있음
- 우리나라도 제3차 뇌연구촉진기본계획부터는 기존 뇌신경, 뇌인지, 뇌의약학, 뇌공학의 4대 분야 구분이 점차 약화되어가고 있는 추세임

□ 국내 뇌연구의 새로운 분류 방식 도입 필요성

- 학문적 필요성
 - 기존의 4대 분야(뇌신경생물, 뇌인지, 뇌의약학, 뇌공학)는 뇌연구촉진법 상의 뇌연구 정의 및 범위에 따른 분류로 급변하는 연구 현장과 괴리가 있음
 - 현장 연구자가 본인의 연구 분야를 4대 분야 중 하나로 특정하기 어려운 경우가 많아, 외국의 경우처럼 해결하고자 하는 과학적 질문, 즉 연구 주제에 따른 분류가 보다 적절한 것으로 보임



[그림 2-6] 기존 4대 분야와 SfN 분류 간 상관관계



[그림 2-7] 현장 연구자들이 느끼는 4대 분야 분류

○ 정책적 필요성

- 미국, 일본의 예에서 알 수 있듯이 현대 뇌 연구를 연구주제 및 접근 방법에 따라 분류하는 것이 세계적인 추세임
- 기존 분류 방식의 경우 4대 분야의 분야 간 연구비 배분 등 정책적 부담 발생
- 4대 분야에 기반한 평가위원 풀 구성시 평가위원의 전문성에 대한 신뢰도 저하문제 제기 가능
- 기존 답다운 방식의 과제기획이나 연구재단 기획마루 시스템을 통한 연구과제 제안방식은 4대 분야 간 균형발전과 현장수요와의 괴리문제가 발생할 수 있다는 우려 제기

▶ **국내 연구자 분포와 수요가 반영된 연구 주제에 따른 뇌연구 분류 체계 확립의 필요성이 대두되어 본 기획에서 현대 뇌연구에서 중요하게 다뤄지고 있는 핵심연구주제에 기반한 새로운 분류 체계 수립에 대한 필요성이 제기됨**

제 2 절 환경분석

1. 정책동향

가. 해외 정책동향

1) 미국 국립보건원(NIH) 뇌 분야 R&D 추진현황

□ 개요

- 미국 국립보건원(NIH)는 사회적 수요에 맞춰 중점 상위연구주제 별 27개의 기관을 통해 보건의료분야의 기초·응용 연구수행 및 외부연구 관리 및 지원 수행
- 질환극복을 위한 기초연구를 강화하는 한편, 연구 범위를 삶의 질 향상까지 확대해 국가 주도형 목적기초연구의 모범을 보임
- 학제적 접근 기반의 융합을 통한 새로운 분야 발굴, 연구자들 간의 협력 촉진, 분야간 네트워킹 확대 등 융합 촉진 프로그램을 다수 운영
- 미국 국립보건원(NIH)의 기관들은 해당 질환에 대한 연구들을 종합적으로 수행하며, 기초·기반 연구, 인프라, 사회적 이슈 대응 등 성격이 다양
- 뇌 연구를 중점적으로 수행하는 연구소는 ‘미국 국립정신건강연구소(NIMH), 미국 국립 신경질환뇌졸중 연구소(NINDS)’이 있으며, ‘미국 국립약물남용연구소(NIDA)’ 및 ‘미국 국립 안연구소(NEI)’에서도 일부 수행

<표 2-1> NIH 기관 현황

구분	기관	주요 영역
연구소	NCI (National Cancer Institute)	• 암
	NEI (National Eye Institute)	• 안과
	NHLBI (National Heart, Lung, and Blood Institute)	• 심장, 폐, 혈액
	NHGRI (National Human Genome Research Institute)	• 인간게놈연구
	NIA (National Institute on Aging)	• 고령화
	NIAAA (National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism)	• 알콜중독
	NIAID (National Institute of Allergy and Infectious Diseases)	• 알레르기, 감염병
	NIAMS (National Institute of Arthritis and Musculoskeletal and Skin Diseases)	• 관절염, 근골격, 피부질환
	NIBIB (National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering)	• 바이오의료 이미징과 엔지니어링
	NICHHD (National Institute of Child Health and human Development)	• 소아과
	NIDCD (National Institute of Deafness and Other Communication Disorders)	• 난청
	NIDCR (National Institute of Dental and Craniofacial Research)	• 구강 및 두 개안면

구분	기관	주요 영역
연구소	NIDDK (National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases)	• 당뇨, 소화, 신장
	NIDA (National Institute of Drug Abuse)	• 약물남용
	NIEHS (National Institute of Environmental Health Sciences)	• 환경의학
	NIGMS (National Institute of General Medical Sciences)	• 일반의학
	NIMH (National Institute of Mental Health)	• 정신건강
	NINDS (National Institute of Neurological Disorders and Stroke)	• 신경질환, 뇌졸중
	NINR (National Institute of Nursing Research)	• 간호학
	NLM (National Library of Medicine)	• 의학도서관
연구센터	NIMHD (National Institute on Minority Health and Health Disparities)	• 소수집단 건강과 건강불평등
	CIT (Center for Information Technology)	• 정보(IT) 기술
	CSR (Center for Science Review)	• 제안서 검토
	FIC (John E. Fogarty International Center for Advanced Study in the Health Science)	• 국제센터
	NCCIH (National Center for Complementary and Interactive Health)	• 대체의학
	CC (NIH Clinical Center)	• 임상센터
NCATS (National Center for Advancing Translational Science)	• 중개연구	

출처: NIH 웹사이트, <https://www.nih.gov/institutes-nih>

* '뇌 연구' 관련 주요 기관 별도표기

□ 미국 국립 정신건강연구소(NIMH)

- 정신질환에 대한 연구를 위한 주요 기관으로 '정신질환이 예방되고 치유되는 세상'을 비전으로 기초 및 임상연구를 통해 정신질환을 이해하고 치료하는 것을 미션으로 함
- 뇌의 작동기전과 행동 간의 관계에 대한 근본적 이해를 통해 정신질환의 치료와 예방에 다가가기 위한 연구 지원 및 수행
- 기초 및 임상 정신건강 연구를 수행하기 위한 전문 과학자 육성
- 정신질환의 연구에 대한 과학자, 환자 및 일반 대중과의 소통
- 미국 국립 정신건강연구소(NIMH)는 정신건강협의회(NAMHC), 평가위원회 및 과학자문위원회(BSC)로 구성
- (국가 자문 정신건강 위원회(NAMHC)) 보건복지부 장관, 국립보건원장, 국립정신보건원장 및 국립정신보건원장은 NIMH 지원 및 활동과 관련된 사항에 대해 조언
- (평가 위원회) 정신 질환, 치료 및 서비스와 관련된 과학적 영역에 초점을 맞춘 연구 및

- 교육 활동에 대한 보조금 신청, 협력 협정 및 계약 제안의 과학적, 기술적 검토 수행
- (과학 자문위원회(BSC)) 내부 연구 활성화를 위해 연구 프로그램, 제안 연구 및 연구자의 생산성, 성과 평가 수행 및 검토
- 기초 및 임상과학의 발전을 위해 '08년 혁신적 신경 기술 개발을 통한 두뇌 연구 등 세부적 연구분야를 포함한 전략적 계획 수립 및 추진

<표 2-2> NIMH 전략목록

[전략적 목표 1] 복잡한 행동의 뇌 작동기전 규명	
주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 정신질환을 이해하는데 필수적인 기초과학을 중점으로 뇌, 유전자, 행동 사이의 복잡한 연관성 규명 • 뇌의 구조 및 기능에 대한 이해를 높이고 미래의 개입을 위한 기반을 구축하기 위한 전략 수립
전략 목표	<p>(전략목표 1) 복잡한 행동과 관련된 분자, 세포 및 신경회로 분석</p> <ul style="list-style-type: none"> - 분자, 세포 및 회로기반 목표의 변화를 연결하는 기본적인 생물학 분석 - 모델 시스템, 줄기세포를 사용하여 뇌 연결과 뇌 활동의 동적 패턴을 형성하는 분자, 세포 및 시스템 구성요소 결정
	<p>(전략목표 2) 정신질환 관련 유전적 요인 및 비생물적 요인 식별</p> <ul style="list-style-type: none"> - 정신질환과 관련된 유전학적 변동 정의 및 생물학적 결과 분석 - 경험과 유전자 표현, 뇌 기능에 지속적 영향을 미치는 분자 메커니즘 정의 - 다중 스케일 데이터 통합을 위한 분석 툴(tool) 개발
	<p>(전략목표 3) 정신질환의 뇌 지도 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> - 인지, 감정 및 사회적 행동과 같은 정신기능 및 기능 장애의 다양한 측면에 기여하는 세포 및 뇌 네트워크 식별 - 분자, 세포, 회로 수준에서 인간의 손상된 신경 기능의 생체지표를 개발
[전략적 목표 2] 정신질환 진행경과 모델 구축	
주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 건강과 질병의 수명 전반에 걸쳐 뇌와 행동의 변화에 대한 규명과 연구개발의 중요 요소에 초점 • 다중 상호 작용 위험 및 보호 요소가 작용하는 메커니즘을 통한 새로운 임상 도구 및 효과적인 개입을 개발하기 위한 기초 제공
전략 목표	<p>(전략목표 1) 다양한 인구의 정신질환 근원을 이해하기 위한 뇌 행동 차원의 발달 궤적 분석</p> <ul style="list-style-type: none"> - 정신질환을 유발하는 분석에서 생물학적 영역과 행동 영역에 걸친 발달 과정의 특징 분석 - 정신질환의 개입 가능성에 대한 민감도 기간 분석을 통한 질병 궤도의 변화 분석
	<p>(전략목표 2) 바이오마커와 질환의 궤적 전반에서 변화를 예측하는 행동 지표 식별</p> <ul style="list-style-type: none"> - 생물/환경적 위험요인 및 새로운 개입 목표의 역할을 하는 기본적인 메커니즘 식별 - 다양한 인구의 질병 발생, 진행 및 개입 반응을 예측할 수 있는 바이오마커 및 평가도구 개발
[전략적 목표 3] 예방과 치료를 위한 노력	
주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 더 나은 예방 및 치료 개입을 식별하고, 개인별 맞춤 연구 개발 추진 • 실천과 공중보건을 변화시킬 수 있는 개입 연구에 집중하여, 다양한 그룹에 걸쳐 접근 가능하며, 다양한 환경에서 활용할 수 있는 치료 대응성 구축
전략 목표	<p>(전략목표 1) 유전체학, 신경과학 및 행동과학의 발견을 바탕으로 새로운 치료법 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 질병 메커니즘의 기초가 되는 치료개발을 위한 새로운 대상 식별 및 검증

	<p>-임상 시험에서 활용가능한 새로운 지표 개발 및 검증 (전략목표 2) 새로운 개입 맞춤형을 통한 최적화된 치료 방법 개발 -임상 반응 예측 및 감정/인식 및 사회적 행동 측면까지 감지하기 위한 혁신적 바이오마커 개발 -질병 진행의 특징, 다양한 발달 단계에 적합한 기준 및 새로운 개입의 순서를 결합하기 위한 개인화된 개입 및 전략 구축</p>
[전략적 목표 4] NIMH 지원연구의 공공보건 영향 강화	
주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 새로운 지식 발견과 새로운 증거 기반의 서비스 개발을 통한 서비스 품질 개선
전략 목표	<p>(전략목표 1) 연구를 통한 기존 정신건강 서비스의 효율성 및 효과 개선</p> <p>(전략목표 2) 증거 기반 정신건강 서비스 보급, 구현 및 지속적인 개선을 위한 연구 사례 파트너십 확립 -이해관계자들과의 협력을 통한 증거 기반 관행 구현, 유지, 전략 개발 및 검증 -공공 및 개인 1차 진료, 특수 치료 및 기타 시스템에서 정신 건강 개입의 효과와 지속적인 개선을 위한 의사결정 지원 도구 개발</p> <p>(전략목표 3) 다양한 지역사회와 인구에서 받는 정신 건강 서비스의 결과를 획기적으로 개선하기 위한 혁신적인 서비스 제공 모델 개발 -질병 과정 내 개인에게 대응적이고 사전 예방적인 증거 기반 지원을 제공하는 서비스 제공 모델 개발 및 검증 -치료 효과를 식별, 지원 및 모니터링하기 위한 기술과 다른 접근방식을 사용하여 비전통적인 정신 건강 관리 환경에서 시스템 수준 전략 개발</p> <p>(전략목표 4) 정신 건강 서비스 혁신이 공중 보건에 미치는 영향을 평가하는 연구를 위한 새로운 역량 개발</p>

출처 : NIMH 웹사이트, <https://www.nimh.nih.gov>

□ 미국 국립 신경질환뇌졸중 연구소(NINDS)

- 뇌와 신경계에 대한 기초 지식을 발견하고 이를 활용한 신경 질환의 효과적 치료로 사회적 부담 감소를 추진
- 연구 지원금, 실험실 등의 기초 및 임상 신경과학 연구 지원 및 수행
- 기초 및 임상 신경과학 전문지식 강화 및 다양한 인력 확보를 위한 연구 훈련 및 경력 개발 프로그램 추진
- 과학적 발견 및 신경계에 대한 기초 지식을 과학자, 연구원 및 일반 대중에게 전달
- NINDS의 프로그램 책임자들은 다양한 신경과학 연구 분야의 프로그램에 대한 연구활동 감독, 보조금 및 계약 포트폴리오 관리 등을 추진

<NINDS 프로그램 현황>

생체공학(생물공학)	뇌 및 척추 부상	뇌암
신경 접합부(시냅스) 및 회로	CNS 감염/신경병리학	인지신경과학
전산신경과학	역학 및 생물학	간질 및 간질 발달
유전 및 개발연구	리소좀 저장 질환	이동 장애
다발성 경화증	신경에이즈	신경퇴화
신경전달물질	소아 신경학	신경과학 인력 다양성 재고 프로그램
재생의학	시스템 신경과학	중개의학

- 신경과학 연구의 일반적인 영역뿐만 아니라 특정 신경장애에 초점을 맞춰 기초 및 임상연구를 통한 전략적 계획 추진
- 신경과학의 기초, 임상, 번역 및 질병 관련 연구 전반에 걸친 최적의 균형 추진
- 장기적인 발전 도모 및 즉각적인 기회 포착
- 표적 지역에서의 연구 장려와 새로운 연구발견의 확대

<표 2-3> NINDS 전략목표

[전략적 목표 1] Basic Module	
주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 일반적인 신경계 기능과 질병 메커니즘에 대한 기본적인 이해를 제공하는 기초 과학 연구에 집중
전략 목표	<p>(전략목표 1) 기초연구의 중요성 -기초 신경과학 연구에 대한 요구 -기초 신경과학 연구 지원을 위한 신규 NINDS 자금 지원 조성</p> <p>(전략목표 2) 모델 시스템의 중요성 -Invertebrate 모델 시스템 활용을 통한 미해결 프로젝트 지원 및 응용 연구 확대</p> <p>(전략목표 3) 자금조달 기회 -기초신경과학 연구 활성화 방안</p>
[전략적 목표 2] Translational Module	
주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 연구 지원(자금, 시설, 정보 등)을 통한 신경 장애 및 뇌졸중 치료 연구 결과 가속화 • 신경 장애에 대한 새로운 기술 개발 및 치료 지원, 투자자 자금 및 기업 파트너십을 위한 프로그램 제공
전략 목표	<p>(전략목표 1) 신경과학 바이오마커 프로그램 -신경 질환 후보 바이오마커 분석 및 임상 검증 지원</p> <p>(전략목표 2) Indacaterol and Glycopyrrolate Clinical Studies(IGNITE) 프로그램 혁신적 지원 -혁신적인 기본 과학 연구결과를 토대로 임상 전 약물 발견 및 개발을 시작할 수 있도록 자금 지원</p> <p>(전략목표 3) 간질 치료 검사 프로그램(ETSP)</p> <p>(전략목표 4) BPN(Blueprint Neurotherapeutics Network) 프로그램 -소규모 분자의 약물 발견 및 개발 지원</p> <p>(전략목표 5) 신경 질환 치료를 위한 치료 장치의 개발, 검증 및 초기 임상 연구를 지원하기 위한 자금</p> <p>(전략목표 6) NIH 화학 위협 대응 활동</p>

	-화학 위험 물질에 의해 유발되는 독성의 기본 메커니즘과 이러한 물질에 의한 사망률과 질병성을 감소시키기 위한 유망한 치료법 개발
	(전략목표 5) Neurotherapeutics 검색 및 개발
	(전략목표 6) BrIDGs(Bridging interventional Development Gaps) 프로그램 -연구자들이 임상 전 후반기의 개발을 통해 조사 신약(IND) 적용과 임상 시험을 통해 유망한 치료제를 발전 지원
	(전략목표 7) 희귀질환 치료법(TRND) -희귀하거나 방치된 질환을 치료하기 위한 치료 대상자의 사전 임상적 개발을 지원하고, 이러한 치료제(IND) 적용을 활성화

[전략적 목표 3] Clinical Module

주요 내용	• 임상시험, 역학 및 사람에 대한 연구를 포함한 임상연구의 전 측면에 초점
전략 목표	(전략목표 1) 임상시험 데이터 및 안전관리를 위한 지침
	(전략목표 2) NINDS 공통 데이터 요소(CDE) 프로젝트 -임상시험 및 탐색시험에서 CDE를 사용하는 NINDS의 대상 정보.
	(전략목표 3) 보관된 임상 연구 데이터 세트 공유

[전략적 목표 4] Disease Module

주요 내용	• NINDS 임무 내의 수백 개의 질병에 대한 연구 계획 검토
전략 목표	(전략목표 1) 알츠하이머 관련 디멘티아 연구 발전 프로그램 -전방 변질(FTD) -신체 치매(LBD) -인지장애 및 치매에 대한 혈관성 기여(VCID) -혼합 병리증(MED)
	(전략목표 2) 간질 관련 연구 정보 및 자원 -학제간 협력적 연구 촉진 및 간질 연구를 신속하게 진전시키기 위한 프로그램 설립 및 운영
	(전략목표 3) 파킨슨 질병 관련 연구 정보 및 자원
	(전략목표 4) 척추 손상 연구 -척추 손상 신경과학 연구 관련 정보 및 자원 지원 -경상 척수 구조와 기능, 부상 메커니즘, 이차 결과에 대한 기초 및 적용 연구 지원
	(전략목표 5) 외상성 뇌 손상 연구 -외상성 뇌 손상 신경과학 연구 관련 정보 및 자원 지원

출처 : NINDS 웹사이트, <https://www.ninds.nih.gov>

■ 미국 국립 안연구소(NEI)

- 시력 연구 지원을 통한 시각 장애 및 실명 감소로 국민 삶의 질을 향상시키고 시력에서부터 뇌까지 미치는 연구로 신경 질환 발생의 원인을 파악
- 보건 전문가, 환자 및 일반 대중에게 증거 기반 정보를 제공함으로써 지원 연구의 확장 및 250개 의료센터, 대학 및 기타 기관의 연구자들에게 약 1,600개의 시력 연구 관련 교육 및 관련 연구 보조금 지원
- 60개 이상의 정부기관과의 협력을 기반으로 시력 질환의 조기 발견, 치료 및 회복 서비스의 사용을 촉진하는 국민 눈 건강 교육 프로그램 제공
- NEI의 주요 연구 프로젝트는 시각 장애와 관련된 광범위한 기초 및 임상 연구, 임상 시험, 역학 연구, 훈련 및 경력 개발을 지원

<표 2-4> NEI 전략목표

[전략적 목표 1] Sensorimotor Research

주요 내용	• 감각 운동기 조정력을 가능하게 하는 근본적인 뇌 작동기전의 규명
전략 목표	(전략목표 1) 신경 모델링 -실험 및 임상 관찰에 기초한 감각 및 운동 기능의 수학적 모델 개발 및 시험
	(전략목표 2) 시각운동시스템 통합 -눈의 움직임의 시각적 제어에 기초하는 두뇌 작동기전 규명 -시각 기능의 메커니즘을 제공하는 뇌의 신경 회로 식별
	(전략목표 3) 신경세포 네트워크 -산발적인 눈의 움직임을 조절하는 뇌 작동기전 규명
	(전략목표 4) 감각, 인식 및 동작 -인간의 신경회로의 구조 및 운영 분석

[전략적 목표 2] Neurobiology Neurodegeneration and Repair

주요 내용	• 망막 신경 세포의 분화 유도, 노화 및 생물학적 결함 진단 연구
전략 목표	(전략목표 1) 망막 개발, 유전학 및 치료 -광수용체 개발, 노화, 질병과 관련된 세포 경로, 규제 네트워크 기술개발을 통한 망막 및 시력 감퇴를 위한 새로운 치료법 개발

[전략적 목표 3] Ophthalmic Genetics and Visual Function

주요 내용	• 시력에 중요한 유전자 발견, 분자 유전학, 세포 생물학 및 분자 상호작용에 대한 임상 및 연구 -유전되는 시력의 유전적, 분자적, 세포적 및 발달적 작동기전 규명 -정신물리학 및 생리학 기법을 포함한 임상적 페노타이핑을 통한 유전된 눈 질환의 병리학 및 자연사 연구
전략 목표	(전략목표 1) 분자 및 줄기세포 전환 연구 -유도 만능줄기세포 기술을 이용한 퇴행성 시각 질환 연구

	-체의 질병 모델을 개발 및 망막 퇴행성 질환을 위한 세포 기반 치료법 개발
	(전략목표 2) 시각적 기능 코어 -유전되며 습득된 망막 질환의 진단 및 치료연구 -안과 임상 프로그램에 전기생리학 및 정신물리학에 대한 전문지식 및 기술적 지원 -망막 질환을 포함하는 임상 시험에 대한 기능적 기술 개발 및 설계
	(전략목표 3) 분자구조 및 기능 유전공학 -생물물리학적 연구를 통한 유전학, 구조, 기능 및 진화적 관점 통합
	(전략목표 4) 망막 신경생리학 -망막 기본구조 및 주요 세포 유형과 뉴런 회로와의 연결 및 기능 연구

출처 : NIE 웹사이트, <https://www.nei.nih.gov/>

□ 운영 방식

- 미국 국립 보건원(NIH)의 연구지원 방식은 발주기관이 연구 활동에 관여하지 않으며 과제 수행기간 성과에 대한 평가를 하지 않는 그랜트(Grant)방식을 주로 활용하여 연구자 자율성을 최대한 보장
- NIH의 연구 지원 방식은 그랜트(Grant), 계약(Contract), 관계부처합동(Interagency Agreement) 등이 있음
 - (그랜트) 연구기간 동안 연구자의 연구 활동에 관여 없이 지원해 주는 연구비로 연구의 범위, 목적 등이 제시(RFA, PA)되는 형태도 있으나, 대부분 개별 연구자 스스로 연구내용을 결정하는 자유공모 방식이 주된 형태를 띠고 있음
 - (계약) 지원기간과 연구자와의 계약에 따른 연구비로 Notices의 방식으로 공지되고, Request for Proposal(RFP)에 따라 계약 체결
 - (관계부처합동) 연구활동이 다학제적 혹은 관리적으로 복잡하고 지원기관과 연구자 사이에 장기적으로 지속적이고 긴밀한 협력이 필요한 경우에 사용되며, 센터사업이나 대형 프로젝트를 등이 해당

<표 2-5> 미국 NIH 연구지원 방식 및 특징

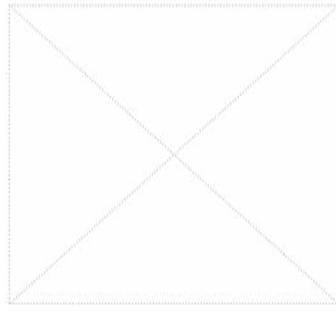
지원방식	특징
Grants	<ul style="list-style-type: none"> • 연구기간 동안 발주기관이 연구자의 연구 활동에 일체의 관여 없이 지원해 주는 연구비 • Request for Applications (RFA), Program Announcements (PA), Parent Announcements 방식으로 공지 • RFA와 PA는 연구의 범위, 목적 등이 제시되는 반면, Parent Announcement는 연구자 스스로 연구내용을 결정하는 자유공모(unsolicited) 방식
Contracts	<ul style="list-style-type: none"> • 지원기간과 연구자와의 계약에 따른 연구비 • 연구자는 계약서에 개발하기로 약속한 상품이나 서비스를 생산 혹은 제공할 법적 의무가 있음 • Notices의 방식으로 공지되고, Request for Proposal(RFP)에 따라 계약 체결
Interagency Agreements	<ul style="list-style-type: none"> • 연구활동이 다학제적 혹은 관리적으로 복잡하고 지원기관과 연구자 사이에 장기적으로 지속적이고 긴밀한 협력이 필요한 경우에 사용되며, 센터사업이나 대형 프로젝트 등이 해당

출처 : STEPI, 미국 보건의로 R&D 시스템의 특징과 시사점, 2015

- FY2017 기준 전체과제 중 93.3%가 그랜트(Grant) 방식으로 지원
 - 주관기관이 NIH인 과제 69,635개 중 64,975개 과제가 그랜트(Grant) 방식

<표 2-6> FY2017 기준 지원 방식별 분포

유형	세부유형	과제 수(개)	비중
GRANT	Parent	38,468	55.2%
	PA(PAR)	14,917	21.4%
	PA(PAS)	355	0.5%
	RFA	11,235	16.1%
GRANT TOTAL		64,975	93.3%
INTRAMURAL RESEARCH		2,995	4.3%
CONTRACT		1,373	2.0%
INTERAGENCY AGREEMENT		147	0.2%
UNKNOWN		145	0.2%
TOTAL		69,635	100.0%



출처 : https://exporter.nih.gov/ExPORTER_Catalog.aspx

주 : FY2017년 72,845개 과제 중 주관기관이 NIH 연구소 및 센터로 되어 있는 69,635개 프로젝트 분석

- 또한, 241개 유형코드(Activity Code)에 기반 하여, 분야별 필요성에 따라 연구과제 공모 진행
- 전체 과제 수의 36.5%를 차지하는 R01 유형이 가장 보편적인 지원 프로그램이며, 이 외에도 아이디어 탐색 연구, 신진 연구자 지원 등을 위한 다양한 프로그램 운영
 - R01유형은 86.2%가 자유공모형(unsolicited)으로 연구내용과 대상에 대해 연구자 스스로 결정 가능

<표 2-7> 주요 연구지원 프로그램 유형

유형	명칭	내용
R01	연구보조금 프로그램 (Research project grant program)	- NIH 미션을 기반으로, 연구자의 관심분야에서 수행되는 구체적이고 전문화된 연구 지원 - 연구비 제한은 없으며, 50만 달러 이상일 경우에만 추가 심의 - 일반적으로 3~5년 지원
R03	소규모 연구 보조금 프로그램 (Small grant program)	- R01 지원을 위한 예비데이터 수집, 파일럿 스터디나 타당성 조사 등을 지원 - 최대 2년간 지원되며, 연간 5만 달러까지 지급
R15	학문연구 증진 프로그램 (Academic Research Enhancement Awards)	- 교육기관의 소규모 연구 프로젝트 지원 - 우수연구 지원, 학생들에 연구기회 제공, 연구 환경 강화 등이 목적 - 최대 3년, 30만 달러 지급
R21	탐색/개발 연구보조금	- 아이디어 수준 혹은 초기 프로젝트 개발을 위한 탐색적

유형	명칭	내용
	(Exploratory/development research grant)	연구 지원 - 최대 2년간 27.5만 달러 지급
R34	기획 연구보조금 (Planning Grant)	- 임상 및 연구 과제의 초기개발 과정 지원(연구 팀 구성 단계, 임상 설계 및 예비실험 등) - 보통 1년이나 최대 3년까지 가능 - 대개 10만 달러이나 최대 45만 달러 지원
R41/R42	중소기업 기술이전 연구보조금 (Small Business Technology Transfer(STTR) Grants - Phase I, II)	- (Phase I) 소기업과 연구기관 간 협력 R&D 과제의 실행가능성 입증 단계 지원 - 대개 1년, 15만 달러 지급 - (Phase II) Phase I에서 실행가능성을 입증, 상업화 가능성이 보이는 소기업과 연구기관 간 협력 R&D 과제 지원 - 대개 2년 간 100만 달러 지원
R43/R44	중소기업 혁신 연구보조금 (Small Business Innovation Research Grants(SBIR) - Phase I, II)	- (Phase I) 최종적으로 상업화를 목표로 하는 연구 아이디어의 기술장점 및 실행가능성 입증 단계 지원, 대개 6개월, 15만 달러 지원 - (Phase II) Phase I에서 기술장점 및 실행가능성을 입증, 상업화가 가능한 연구 아이디어의 과제 지원. "Fast-Track"이며 National Council Review를 거치지 않음, 대개 2년 간 100만 달러 지원
K99/R00	연구 전환기 지원 (Research Transition Award)	- 박사 취득 후 4년 미만 경력자 지원 - 총 5년 간 두 단계로 구성 - (Phase I) 1-2년 간 유능한 과학자와의 멘토링 지원 - (Phase II) 최대 3년 간 독립 연구과제 수행 지원
DP2	NIH 소장 선정 혁신상 (NIH Director's New Innovator Awards)	- 신진 연구자에 의해 수행되는 바이오 의료 및 행태 연구 분야에서의 첨단 혁신 연구에 대한 지원
DP5	독립 초기 지원 (Early Independence Award)	- 탁월한 창의력을 지닌 신규 박사학위자들이 자신의 연구분야를 신속하게 구축할 수 있도록 연구비 지원

출처 : 융합연구정책센터, 2018년도 미국 R&D 예산 분석, 2018

□ 예산

- NIH의 4개 뇌연구 관련 연구소(NIMH, NINDS, NEI, NIDA)의 2017년 예산은 90.3억 달러로 NIH 전체예산의 20.3% 비중을 차지하고 있음
- 연구소별로는 NINDS가 34억 달러로 뇌연구 관련 연구소 중 가장 큰 비중을 차지
- 예산 추이를 살펴보면 NIH 전체 예산은 연평균 0.9% 증가한 반면, 뇌연구 관련 예산은 최근 5년간 비슷한 수준을 유지
- 연구소별 예산 추이는 NEI(연평균 1.9%), NINDS(연평균 1.0%)는 증가하고 있는 반면, NIMH(연평균 -1.4%)와 NIDA(연평균 -1.1%)는 감소하는 추세

<표 2-8> 미국 NIH 뇌연구 예산현황(2013~2017)

(단위 : 백만달러)

지원방식	2013	2014	2015	2016	2017	합계	CAGR
NIMH	2,697	2,591	2,467	2,532	2,544	12,831	-1.4%
NINDS	3,273	3,253	3,317	3,364	3,403	16,610	1.0%
NIDA	1,822	1,771	1,685	1,707	1,741	8,726	-1.1%
NEI	1,244	1,283	1,284	1,339	1,343	6,493	1.9%
합계	9,036	8,898	8,753	8,942	9,031	44,660	-0.01%
NIH	42,867	42,167	42,166	43,431	44,445	215,076	0.9%
NIH예산 대비 비중	21.1%	21.1%	20.8%	20.6%	20.3%	20.8%	-

나. 국내 정책동향

- 우리나라의 “뇌연구”는 `98년 「뇌연구 촉진법」 제정을 통해 본격화 됨

<표 2-9> 국내 뇌연구 주요 정책동향

연도	추진내용
1998년	<ul style="list-style-type: none"> • “뇌연구촉진법” 제정
1999년	<ul style="list-style-type: none"> • 범부처 차원의 “제1차 뇌연구촉진기본계획” 수립, 시행 • “뇌신경생물학사업단”, “뇌의약학사업단”, “뇌신경정보화학사업단” 3개 국책사업단 발족
2003년	<ul style="list-style-type: none"> • 21세기 프론티어연구개발사업의 일환으로 “뇌기능 활용 및 뇌질환치료 기술개발연구사업단” 출범
2008년	<ul style="list-style-type: none"> • “제2차 뇌연구촉진기본계획(2008~2017년)” 수립, 시행 • 연구기반 조성에서 탈피하여 원천기술확보를 목표로 함 • 뇌과학 분야의 세계적인 추세를 반영하여 연구분야에 있어서 기존의 뇌신경생물, 뇌의약학, 뇌신경정보학 외에 뇌인지과학 및 뇌융합연구 분야 신설 • 학제간 융합을 위한 “한국뇌연구원 설립추진기획단” 발족
2011년	<ul style="list-style-type: none"> • “한국뇌연구원” 설립 유치기관선정(대구경북-DSIST 컨소시엄) • “한국뇌연구원”을 대구경북과학기술원(DGIST) 부설(연)으로 설립 추진토록하여 2014년 개원 예정 • “한국뇌연구원”의 운영은 내외부간 연계연구를 활성화하기 위하여 Hub-Spoke 개념을 적용한 유연한 개방형 연구시스템 도입
2013년	<ul style="list-style-type: none"> • “뇌기능활용 및 뇌질환치료 기술개발연구사업단” 종료(‘13.9) • 기초과학연구원(IBS) 뇌연구분야 지원 개시(시범사업 뇌질환연구단, 인지 및 사회성 연구단에 총 200억원 지원, 성균관대 뇌영상 연구단 신규 선정) • 뇌과학원천기술개발사업 연구비 대폭 증대(‘13년 91.1억원 → ‘14년 140.6억원 → ‘15년 240.7억원 → ‘16년 326.3억원 → ‘17년 417.5억원 → ‘18년 510.5억원) • KIST 뇌과학연구소 설립
2014년	<ul style="list-style-type: none"> • “생애 단계별 8대 건강문제 해결(VIP 연두업무보고)”에 의거, 생애 전 주기별 뇌질환 극복연구 추진
2015년	<ul style="list-style-type: none"> • “바이오헬스 미래 신사업 육성 전략 - 바이오미래전략”의 일환으로 신규과제 선정, 뇌과학에 약 415억원 규모 예산 투자 • 2019년 제10차 세계뇌신경과학총회(IBRO) 유치 성공(‘15.8)
2016년	<ul style="list-style-type: none"> • 뇌과학 발전전략 수립, 시행(‘16.5)
2017년	<ul style="list-style-type: none"> • 국제 브레인 이니셔티브(IBI) 참여 및 착수 선언공표(‘17.12, 호주)
2018년	<ul style="list-style-type: none"> • “제3차 뇌연구 촉진기본계획(2018~2027)” 수립(‘18.5) • 제1차 국제 브레인 이니셔티브 대표자 대회 개최(‘18.5, 서울)

1) 제3차 뇌연구추진 기본계획

□ 배경 및 필요성

- (추진배경) 2017년 제2차 뇌연구추진기본계획('08~'17)이 종료됨에 따라 뇌연구의 새로운 도약을 위한 제3차 뇌연구추진기본계획('18~'27)을 수립
- (필요성) 인류 최고의 도전분야인 뇌탐구를 통한 미래사회 혁신 및 고령화 사회 대응 등을 위한 국가 차원의 뇌과학 추진 전략 수립 필요
 - 뇌연구는 인류가 해결해야 할 미래에 가장 기대되는 분야의 하나
 - 고령화 사회를 대비한 건강하고 행복한 삶의 기반 마련에 뇌연구는 필수적인 요소

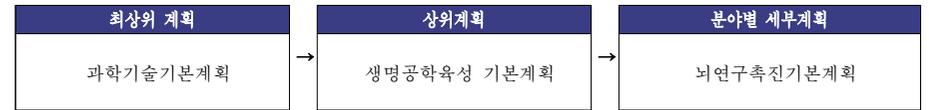
□ 추진근거 및 성격

- (추진근거) 뇌연구추진법에 따라 과기정통부 등 4개 부처가 공동으로 수립하는 뇌과학 분야 R&D 최상위 법정계획
 - * 관계부처 : 과학교술정보통신부, 교육부, 보건복지부, 산업통상자원부

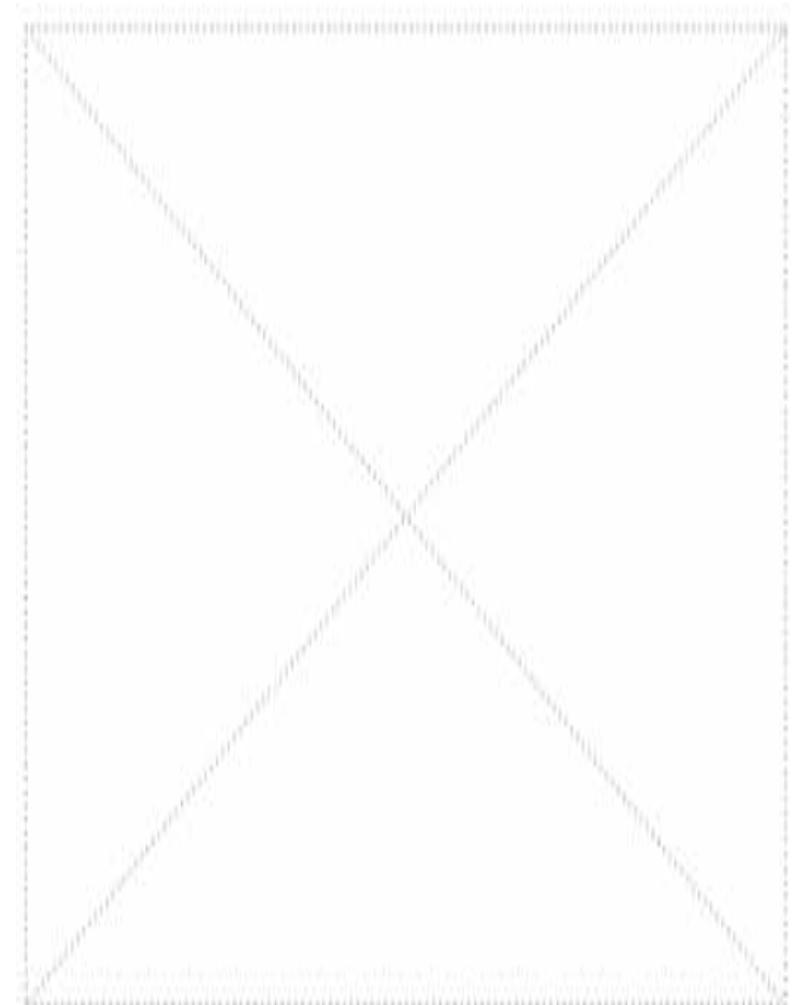
뇌연구추진법 제5조 뇌연구추진기본계획의 수립

- ① 관계 중앙행정기관의 장은 소관별로 뇌연구 추진을 위한 계획과 전년도 추진 실적을 과학교술정보통신부장관에게 제출하여야 한다.
- ② 과학교술정보통신부장관은 제1항에 따라 관계 중앙행정기관의 장이 소관별로 제출한 뇌연구 추진을 위한 계획을 종합·조정한 후 「생명공학육성법」 제6조에 따른 생명공학종합정책심의회(이하 "심의회"라 한다)의 심의를 거쳐 뇌연구추진기본계획(이하 "기본계획"이라 한다)을 수립하고, 이를 관계 중앙행정기관의 장에게 통보하여야 한다. 기본계획을 변경하는 경우에도 또한 같다.
- ③ 기본계획에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.
 1. 뇌연구의 중장기적 목표 및 내용
 2. 뇌연구에 필요한 투자재원(投資財源)의 확대 방안 및 추진계획
 3. 교육, 산업, 보건복지, 정보통신, 과학교술 등 각 분야의 뇌연구에 관한 계획
 4. 뇌연구에 필요한 인력자원의 개발 및 효율적인 활용에 관한 종합계획
 5. 뇌연구 결과의 이용과 보전(保全)에 관한 계획
 6. 그 밖에 뇌연구 추진을 위하여 필요한 중요 사항

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



□ 비전 및 목표



[참고] 기본계획의 주요목표 및 성과

	1차 기본계획('98~'07)	2차 기본계획('08~'17)	3차 기본계획('18~'27)
비전	뇌기능이해 및 산업응용, 뇌질환 예방 및 치료를 통해 국가발전을 위한 핵심기반기술 확립	"창조적인 뇌연구"로 "삶의 질 향상 및 新 미래산업 창출" 뇌연구 분야 세계 7위 기술 강국 진입	뇌 이해 고도화와 뇌 활용의 시대 진입
추진전략	<ul style="list-style-type: none"> 기초연구기반 조성 주체별 기술역량 강화 	<ul style="list-style-type: none"> 다학제 융합 및 핵심 기초역량 강화 산학연 협력 기반 구축 사회문제 해결형 연구강화 	<ul style="list-style-type: none"> 미래대비를 위한 창의적 뇌연구 강화 융합형 연구기반 마련 및 활용촉진 태동기 뇌산업 육성
R&D	핵심 기초기술 확보(1단계) <ul style="list-style-type: none"> 단계별 연구목표 설정 연구팀간 상호 기술정보교류 학제적 연구의 단계적-병렬적 방식 장기/대형 사업 신설 추진 	R&D 핵심역량 강화 <ul style="list-style-type: none"> 역량강화를 통한 원천기술의 선점 글로벌 경쟁력을 갖춘 우수인력 양성 국제공동연구 및 협력 확대 	미래대비를 위한 뇌연구 강화 <ul style="list-style-type: none"> 인간뇌 이해를 위한 뇌연구 고도화 생애주기별 맞춤형 건강 뇌 실현 뇌 원리를 적용한 지능화·융합기술 개발
제도 인프라	뇌연구기반 확장(2단계) <ul style="list-style-type: none"> 정책의 추진체계 재정비 목표기술 확보를 위한 국제협력 	연구개발 시스템 혁신 <ul style="list-style-type: none"> 전주기적 R&D체제 강화 국가 뇌연구 전문기관 구축 검토 	융합형 기반 마련·활용 촉진 <ul style="list-style-type: none"> 신뢰·공유융합의 뇌연구 생태계 조성 글로벌 협력체계 구축
사업화	뇌연구 정보의 응용(3단계) <ul style="list-style-type: none"> 산학연 유기적 협력체계 구축 	산학연 협력, 인프라 기반구축 <ul style="list-style-type: none"> 연구개발 자원연계 및 협력 활성화 역량제고를 위한 인프라 기반 강화 	미래지향적 뇌산업 육성 <ul style="list-style-type: none"> 기술·창업 중심의 뇌산업 육성
성과	1차 계획 성과	2차 계획 성과	우리의 현재 연구 역량
논문	('06) 세계 14위	('06) 세계 10위	기전 중심의 기초 연구
특허	('06) 세계 12위	('06) 세계 6위	개발 후 실용화 사례 미흡
인력	('06) 2,584명 (R&D 참여)	('06) 3,113명 (R&D 참여)	충분한 인력풀 마련
대표성과	<ul style="list-style-type: none"> 기억신호전달 기전 규명 (Cell) 사물 인지기능 규명 (Nat Neuro) 동물모델개발 (Neuron) 등 	<ul style="list-style-type: none"> 정서 작동 원리 규명 (Cell) 비신경세포 기능규명(Science) 광조절 및 연결망 분석 기술개발(Nat Meth, Nat Prot)등 	<ul style="list-style-type: none"> 뇌회로망 구축 (1건) 글로벌 Top 핵심기술 개발 (5건) 매출 1,000억 기업(10개)

출처 : 관계부처합동, 제3차 뇌연구추진 기본계획, 2018. 05

□ 주요내용

- (인간 뇌의 근본적 이해를 위한 뇌 연구 고도화) 기초연구 강화, 핵심 원천기술 중장기 과제 추진, 「Korea Brain Initiative」 추진, 인간의 사회·문화적 행동 관련 연구, 뇌 원리이해 방법론 개발 등을 추진
- (연구자 중심 기초연구 강화) 연구자가 자유롭게 뇌작동 원리 및 뇌질환 기전 연구 등을 수행할 수 있도록 연구자 주도 자유공모형 기초연구 확대
 - 기초성격의 원천 연구를 중심으로 연구자의 창의성 및 자율성에 바탕을 둔 미들업(middle-up) 과제 확대
 - 우수한 연구자가 초기부터 생애 전주기동안 연구 역량을 발전시켜 연구성과를 창출할 수 있도록 수월성 중심의 연구지원 강화
- (글로벌 최초로 도전하는 핵심 원천연구 추진) 뇌투명화 기술과 같이 뇌연구 패러다임을 바꿀 수 있는 범용성 핵심 기술 개발을 위한 「Brain Grand Challenge Project」 추진
 - 핵심 원천기술 분야*를 선정하여, 중장기 과제로 추진
 - 뇌특이적 유전자 해독/교정기술, 멀티 스케일 뇌영상 이미징 기술, 비침습/최소 침습형 뇌신경 활동 측정 및 자극기술, 뇌 정보 데이터 마이닝 및 분석기술 등
- (「Korea Brain Initiative」 추진) 뇌의 근원적 이해에 도전하는 Korea Brain Initiative 플래그십 사업 추진
 - 감각-운동연구, 학습-기억력 연구, 감정 조절연구 및 사회적 소통 연구를 중심으로 뇌기능 이해·증진을 위한 혁신적 뇌융합 기술개발
- (인간의 사회·문화적 행동에 대한 연구 추진) 인간의 사회·문화적 상호작용과 관련된 뇌의 기전연구와 사회·문화적 역량 향상을 위한 뇌 조절기술 연구, 뇌회로망 작동원리 연구 및 이를 활용한 뇌관련 콘텐츠를 ICT 산업에 결합·응용



- (효과적 뇌 원리이해 방법론 및 모델 개발) 뇌영역 맞춤형 오가노이드 제작·활용, 다양한 동물모델 제작과 신경계·신경세포 수준 라이브러리 구축을 통한 뇌신경계 작동원리 규명, 수학적 기반의 인간 뇌 모델링 연구 촉진
- **(생애주기별 맞춤형 건강뇌 실현)** 과학기술을 통한 치매극복 추진, 고발병성 뇌질환 연구개발 강화
 - (과학기술을 통한 치매극복 추진) 치매의 원인규명 및 예방, 조기진단 및 관리, 치료기술 개발을 통해 국민의 치매부담 감소 및 삶의 질 향상 도모
 - (고발병성 뇌질환 연구개발 강화) 우울증, 자폐, 중독 등의 연구개발 강화, 주요 질병별 코호트 및 빅데이터 구축을 통한 뇌질환 기초 기전연구강화 및 맞춤형 뇌질환 정밀의료 구현을 위한 기반마련



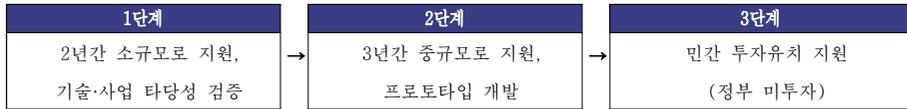
- (난치성·희귀뇌질환 진단 및 치료기술 개발) 틈새시장 공략을 위한 희귀질환 연구 및 난치성 및 발달장애 뇌질환의 진단·치료·예방 기술개발 지속 지원
- **(뇌 원리를 적용한 지능화·융합 신기술 개발)** 4차 산업혁명 핵심 기반기술 개발 및 융합을 통한 신개념 뇌질환 치료기술 개발
 - (NI+AI 연계 4차 산업혁명 핵심 기반기술 개발) 인공지능을 활용하여 뇌원리를 규명하고, 규명된 뇌원리를 차세대 인공지능, BMI 등 핵심기반 기술개발에 활용하는 선순환 체계 구축



- (융합을 통한 신개념 뇌질환 치료기술 개발) 약물 부작용을 줄이기 위하여 뇌의 국부 영역에만 약물을 정밀 전달하는 기술 개발 및 인체 삽입형 또는 부착형 신경자극·조절기기인 전자약 개발
- **(공유·융합을 촉진하는 뇌연구 생태계 구축)** 융합형 인력양성 강화, 뇌연구 자원 확보 및 활용 플랫폼 구축, R&D 효율성 제고, 제도·규제 개선, 뇌연구소 육성, 국민과의 뇌과학 소통 강화 등을 추진
 - (융합형 인력양성 강화) 대학내 융합 프로그램 확대, 글로벌 뇌연구 인력 양성, 융합연구환경 조성 및 안정적 연구 수행 프로그램 신설
 - (뇌연구 자원 확보 및 활용 플랫폼 구축) 첨단 신규 장비 구축, 고가 연구장비 및 시설의 효율적인 공동활용 체계 구축 및 데이터 포털 플랫폼(Korea Brain Data Station) 구축
 - (뇌연구특화 병원 지정 등을 통한 R&D 효율성 제고) 뇌질환 관련 연구정보와 자원의 집약을 통한 연구 및 치료효율성 제고를 위해 뇌연구특화 병원 지정 및 뇌융합연구센터 등 연계
 - (뇌연구 활성화를 위한 제도·규제 개선) 뇌은행에서 뇌연구자원 분양이 가능하도록 「시체해부법」을 개정하고 뇌은행 활성화 추진
 - (건전한 뇌연구를 위한 뇌신경윤리 강화) 윤리·사회·법률적 문제에 선제적으로 대응하기 위한 제도 마련
 - (글로벌 역량을 갖춘 강소형 뇌연구소 육성) 한국뇌연구원 및 KIST뇌과학연구소 등을 기관 특성에 맞게 세계최고수준의 허브 연구소로 육성
 - (국민과의 뇌과학 소통 강화) 대국민 관심 및 이해를 증진시키기 위한 다양한 홍보 활동 및 일반인 대상 뇌과학 정보 제공, 소통창구 마련 등 추진
- **(글로벌 협력체계 구축)** 국제 뇌과학 이니셔티브(IBI) 참여, 국제 뇌신경과학총회(IBRO) 유치, 한·중·일 등 뇌과학 분야 협력체계 구축 추진
 - (국제 뇌과학 이니셔티브(IBI) 참여) 국제 뇌과학 이니셔티브(IBI)에 참여하여 국제적인 뇌연구 성과 데이터 공유와 뇌과학 분야의 핵심정보 및 혁신적 기술 습득 및 국제 뇌신경윤리위원회 정례화 추진
 - (국제 뇌신경과학총회(IBRO) 성공적 개최) 뇌신경과학 분야의 최대 학술대회인 “국제 뇌신경과학총회(IBRO)”의 국내 유치 및 개최
 - (한·중·일 등 뇌과학 분야 협력체계 구축 및 내실화) 한·중·일간 긴밀한 상호 협력체계 마련으로 글로벌 뇌연구에 대한 “아시아의 새로운 협력적 리더십” 제고, 한·EU(ERC) 협력 프로그램 등을 통한 공동연구 확대
- **(기술창업 중심의 태동기 뇌산업 육성·지원)** 기술 중심 창업 생태계 조성 및 혁신 R&D를

통한 뇌분야 사업화 성공사례 창출

- (기술 중심의 벤처·창업 생태계 조성) 패키지 지원을 통한 기술이전 활성화, 생태계 참여자간 네트워크 강화 지원, 소규모 뇌연구·산업 클러스터 조성
 - 대형 국책사업의 연구성과 등 공공기술의 유망성 분석, 보완 R&D, 사업화 자금지원 연계 등 패키지 지원을 통해 기술이전 활성화
 - 바이오 분야의 창업·벤처 우수경험이 뇌분야에 접목되도록 생태계 참여자간 네트워크 강화 지원
 - 기존의 바이오 관련 단지(오송·대구 첨단의료복합단지 등)내에 강소형 뇌특화 클러스터 조성
- (벤처·중소기업 혁신 R&D를 통한 뇌분야 사업화 성공사례 창출) 뇌 산업이 태동기인 점을 고려하여 초기에 우수기업에 대한 집중지원을 통해 성공사례를 창출하여 확산 추진
 - 미국 SBIR(Small Business Innovation Research) 프로그램을 벤치마킹하여 3단계에 걸쳐 중소·벤처기업의 사업화를 지원



□ 투자계획

- 기본계획 1단계에서는 기초연구 확대, 성장동력 확충, Korea Brain Initiative 및 치매 국가책임제 시행 등을 위하여 1단계에 약 1조 3,000 억원이 소요될 것으로 전망
 - KBRI의 예비타당성조사 탈락 등 기본계획 발표 후, 일부 변동사항이 존재하나 반영하지 않았음

<표 2-10> 제3차 뇌연구촉진 기본계획 투자계획(안)

구분	2018	2019	2020	2021	2022	계
기초연구*	279	300	350	420	500	1,849
뇌과학원천	510	550	600	300	600	2,860
출연기관	700	735	770	810	850	3,865
KBRI**	-	-	375	500	500	1,375
치매연구**	-	-	526	733	939	2,198
관계부처	150	160	175	200	200	885
계	1,639	1,745	2,796	3,263	3,589	13,032

개인기초연구사업 및 집단기초연구사업
* 예타 기획보고서 기준

□ 기대효과

- 뇌에 대한 근본적인 이해 증가로 미래 삶의 방식 혁신
 - 인간에 대한 이해의 증가는 곧 우리의 소비행태, 문화 콘텐츠 등 일상생활 전반에 긍정적인 영향을 확산시킬 것으로 기대
 - 뇌연구 결과를 활용한 뉴로마케팅 전략(디자인, 선호도, VR게임 등)
 - 뇌과학과 인문사회과학의 융합을 통한 인간의 사회문화적인 행동과 상호관계에 대한 이해 증가는 다문화 사회의 소통과 융합에 기여
- 정밀의학의 발전으로 개인 맞춤형 건강한 뇌 관리
 - 근거중심의 진단·예측을 통해 치매, 우울증 등 주요 뇌질환에 대한 새로운 진단기준과 치료전략 제시로 국민의 불안감과 부담 해소
 - 뇌지도 정보와 IT-NT-BT 기술을 통해 축적된 인공지능, 유전체 정보 활용 등 혁신적 기술발전으로 1회 치료로 완치 가능
 - IBM은 AI 로봇 '왓슨'을 개발, 150만원에 뇌종양진단을 위한 서비스 개시
- 4차 산업혁명의 기반이 되는 신기술 창출로 신성장동력 제공

- 차세대 AI, ICT, 로봇공학 등과의 융합으로 신경컴퓨터, 감성 및 재활로봇 개발 등이 본격화 되어 새로운 성장동력 제공
- 뇌연구 분야의 글로벌 리더십 확보
- 국제 뇌과학 프로젝트 참여, 뇌신경윤리 회의 정례개최, 한중일 뇌과학 컨소시엄 구축 등을 통한 뇌연구 신흥강국으로 도약
 - 선진국들의 대형 뇌지도 사업 종료 시점에 맞추어 특화 뇌지도 구축('23년)

제 3 절 선행사업 분석

1. 분석대상 R&D사업

- 과학기술정보통신부의 뇌연구 관련 R&D사업인 뇌과학원천기술개발사업과 뇌연구 분야를 포함하여 전체 학문분야를 지원하고 있는 기초연구사업을 대상으로 투자 및 성과를 분석

<표 2-11> 부처 및 기관별 뇌연구 관련 사업현황

부처 및 기관	사업	중점방향
과학기술정보통신부	뇌과학원천기술개발사업	• 국가 뇌연구 및 바이오분야 정책, R&D혁신 관련 계획과의 정합성을 제고하고 뇌지도 구축사업 본격 추진
	기초연구사업	• 중견 연구자의 맞춤형 지원을 위해 소액과제 중심에서 중규모 이상 과제지원 규모 확대 및 신진연구자의 조기 정착을 위한 "생애 첫 연구" 지원
교육부	이공학분야 개인기초연구지원사업	• 교육부-미래부 개인기초연구지원을 부처매칭형으로 추진
	BK21 플러스사업	• BK21 플러스 사업단(팀)별 · 학문분야별 질적 특성을 반영한 성과관리 추진 및 우수사례 공유확산
산업통상자원부	바이오산업 핵심기술개발	• 중소기업 주도의 산업화 연구 지원
	전자시스템산업핵심기술개발	• 뇌질환 및 치매 등 난치성, 다빈도 질환에 대하여 실시간 모니터링을 통한 비침습적 치료용 MRI와 초음파 가이드 HIFU 치료시스템 개발
보건복지부	질환극복사업	• 뇌신경계질환 원인 규명을 위한 임상연구, 진단치료기술개발 및 국제협력을 통한 연구역량 강화
	만성병 관리기술개발	• 뇌질환 질병지표 개발 및 연구 인프라 강화
출연연	한국뇌연구원	• 뇌신경망 구조기능 이해, 뇌질환 원인규명, 대뇌피질신경회로 연구 및 뇌연구 허브인프라 구축 등 추진
	기초과학연구원	• 인지(의식과 무의식)·사회성·학습과 기억, 자폐 등 주요 뇌정신질환의 원인유전자 및 자기공명 영상기법을 통한 뇌기능 기초연구 수행
	한국과학기술연구원	• 융합기술 기반 자폐 뇌발달 장애 연구, 신경세포 이해를 통한 뇌 인지/감각 기능의 작용기전 규명, 우울증 작용회로 규명, 화학적 뇌신경 영상제 개발 및 혈액기반 마이크로 소자 개발 등
	한국생명공학연구원	• 국가 영상류센터 운영을 통한 노인성 뇌질환 형질전환동물모델 개발
	한국표준과학연구원	• 뇌연구를 위한 신개념 뇌기능 측정시스템 개발
	한국한의학연구원	• 노인성 인지장애 개선 환약소재 발굴 및 기전 규명

출처: 관계부처합동, 2017년도 뇌연구추진 시행계획, 2017. 03

2. 뇌과학원천기술개발사업

가. 사업현황

□ 사업목적

- 미래 유망분야인 뇌연구를 통해 뇌질환 예방·치료 기술, 신체장애 극복기술, 뇌기능 강화 기술 등의 뇌과학 핵심 4대 분야 원천기술 확보 및 BT, IT, CS(인지과학) 융합을 통한 새로운 미래시장 선점
- 뇌과학 핵심 4대 분야 : 「뇌연구촉진 기본계획」에 명시된 뇌인지, 뇌신경계 질환, 뇌신경생물, 뇌공학 분야

□ 추진방향

- 4차 산업혁명 시대 도래에 대비한 안정적인 기반연구와 미래유망 분야인 뇌과학 분야의 차세대 핵심기술 확보를 위한 기초·원천기술 지속적 투자로 미래 新시장 선점 - 인공지능 분야의 기반이 되는 뇌공학, 뇌인지 및 뇌신경생물, 뇌질환연구 등 뇌과학 4대 분야에 대한 전략적 R&D 지원

□ 사업내용

- (뇌연구 4대분야 및 융합) '뇌연구촉진 기본계획' 및 뇌과학발전전략('16.5)에 따라 뇌과학 4대분야 원천기술개발
- (실용화 연계(치매/디독스)) 치매 조기진단, 원인규명, 정확도 제고 등 치매 R&D 추진 및 인터넷·게임 중독 해결을 위한 맞춤형 예방·진단·치료체계 구축

<표 2-12> 분야별 뇌연구 투자현황 추이

구분	2017	2018
뇌과학원천기술개발사업	41,750백만원	51,053
뇌연구 4대분야 및 융합	- 계속과제 : 18,552백만원 - 신규과제 : 14,823백만원	- 계속과제 : 35,928백만원 - 신규과제 : 2,083백만원
실용화 연계(치매/디독스)	- 계속과제 : 8,375백만원	- 계속과제 : 8,375백만원 - 신규과제 : 4,667백만원

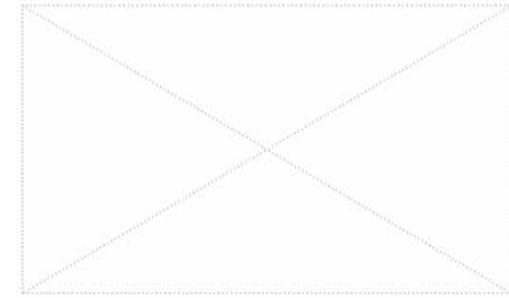
출처: 과학기술정보통신부, 2018년도 예산 및 기금운용계획 사업설명자료, 2018.01

나. 투자현황

□ 총괄

- (투자현황) 최근 4년간 뇌과학원천기술개발사업에 투입된 정부지원연구비는 1,113.4억원 수준
- (투자추이) 2014년 이후 투자규모가 큰 폭으로 증가하는 추세(연평균성장률 43.3%)
- 2017년 투자금액은 전년대비 28.4% 증가한 413.6억원이며, 이는 뇌연구투자 실적 1,647억원에서 한국뇌연구원, IBS, KIST 등 출연 연구기관 지원 출연금을 제외한 부처 뇌연구사업 지원금액의 44.3% 정도를 차지함

(단위 : 백만원)



[그림 2-8] 뇌과학원천기술개발사업 투자현황 및 추이

출처: NTIS, 2018

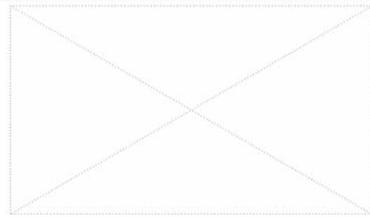
□ 수행주체별 투자현황

- (투자현황) 최근 4년간 전체예산의 80% 가까이 대학 수행 연구과제에 투자
- 대학에 전체 예산의 78.8%가 투입되었으며, 뒤를 이어 연구소에 16.7%가 투입
- (투자추이) 2014년 이후 대학 수행과제의 투자비중은 감소하고 있는 반면 연구소 수행과제의 비중은 증가
- 대학 수행과제의 투자비중은 2014년 91.2%에서 2017년 73.2%까지 감소
- 반면, 연구소 수행과제 투자비중은 2014년 6.3%에서 2017년 21.4%까지 증가

<표 2-13> 뇌과학원천기술개발사업 수행주체별 투자현황(2014~2017년)

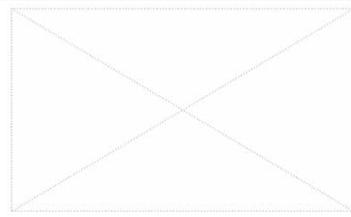
(단위 : 백만원)

구분	2014		2015		2016		2017		합계	
	금액	비중	금액	비중	금액	비중	금액	비중	금액	비중
전체	14,060	100.0%	23,722	100.0%	32,203	100.0%	41,359	100.0%	111,344	100.0%
산	-	0.0%	400	1.7%	400	1.2%	333	0.8%	1,133	1.0%
학	12,822	91.2%	19,977	84.2%	24,677	76.6%	30,272	73.2%	87,748	78.8%
연	886	6.3%	3,245	13.7%	5,620	17.5%	8,857	21.4%	18,608	16.7%
기타	353	2.5%	100	0.4%	1,506	4.7%	1,897	4.6%	3,855	3.5%



[수행주체별 투자비중(2014~2017년)]

출처: NTIS, 2018



[수행주체별 투자비중 추이(2014~2017년)]

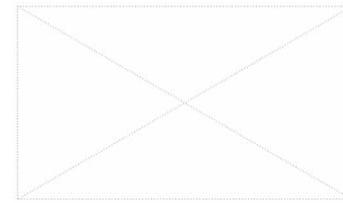
□ 연구개발단계별 투자현황

- (투자현황) 최근 4년간 전체예산의 절반이상이 기초연구단계에 투자
 - 기초연구에 전체 예산의 57.6%가 투입되었으며, 뒤를 이어 응용연구에 29.7%가 투입
- (투자추이) 응용연구의 투자비중은 증가하는 추세인 반면 기초연구의 경우 소폭 감소
 - 2017년 응용연구의 투자 비중은 40.2%로 전년대비 15.8%p 증가한 반면, 기초연구의 경우 전년대비 16.7%p 감소

<표 2-14> 뇌과학원천기술개발사업 연구개발단계별 투자현황(2014~2017년)

(단위 : 백만원)

구분	2014		2015		2016		2017		합계	
	금액	비중	금액	비중	금액	비중	금액	비중	금액	비중
전체	14,060	100.0%	23,722	100.0%	32,203	100.0%	41,359	100.0%	111,344	100.0%
기초	7,955	56.6%	15,872	66.9%	20,693	64.3%	19,660	47.5%	64,180	57.6%
응용	4,045	28.8%	4,600	19.4%	7,870	24.4%	16,609	40.2%	33,124	29.7%
개발	2,060	14.7%	3,250	13.7%	3,640	11.3%	5,090	12.3%	14,040	12.6%



[연구개발단계별 투자비중(2014~2017년)]



[연구개발단계별 투자비중 추이(2014~2017년)]

출처: NTIS, 2018

□ 4대 분야별 투자현황

- (투자현황) 최근 4년간 뇌신경계질환 분야에 가장 많은 예산을 투입
 - 전체예산의 31.6%가 뇌신경계질환 분야에 투입되었으며, 뇌신경생물 분야에 20.5%, 뇌공학 20.1%, 뇌인지 19.8%순으로 예산이 투입
- (비중추이) 뇌신경생물, 뇌공학, 뇌인지 분야의 투자비중은 2016년 이후 지속적으로 증가하고 있는 반면, 뇌신경계질환 분야는 2016년 이후 감소 추세
 - 뇌신경계질환 분야 투자비중은 2016년 39.7%에서 2017년 28.4%로 감소(11.3%p 감소)

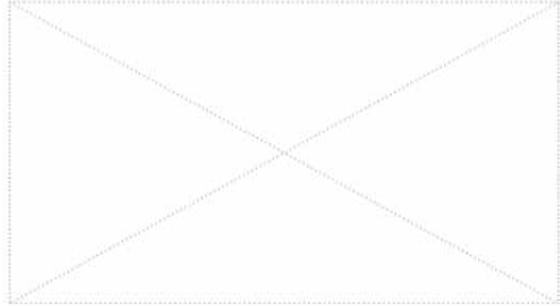
<표 2-15> 뇌과학원천기술개발사업 4대 분야별 투자현황(2014~2017년)

(단위 : 백만원)

구분	2014		2015		2016		2017		합계	
	금액	비중	금액	비중	금액	비중	금액	비중	금액	비중
전체	14,060	100.0%	23,722	100.0%	32,203	100.0%	41,359	100.0%	111,344	100.0%
뇌신경계질환	3,407	24.2%	7,267	30.6%	12,798	39.7%	11,744	28.4%	35,216	31.6%
뇌신경생물	3,498	24.9%	5,425	22.9%	5,430	16.9%	8,486	20.5%	22,839	20.5%
뇌인지	1,847	13.1%	4,850	20.4%	5,405	16.8%	9,950	24.1%	22,053	19.8%
뇌공학	2,775	19.7%	4,140	17.5%	6,504	20.2%	8,942	21.6%	22,361	20.1%
기타	2,533	18.0%	2,040	8.6%	2,066	6.4%	2,237	5.4%	8,876	8.0%

출처: NTIS, 2018

- (연구개발단계별) 뇌신경생물 분야는 기초연구, 뇌인지, 뇌신경계질환 분야는 기초 및 응용연구 중심으로 연구 수행
- (뇌신경생물) 최근 3년간 투입 예산의 82.4%를 기초연구에 투자
- (뇌인지) 기초연구에 52.3%, 응용연구에 40.1%를 투자
- (뇌신경계질환) 기초연구에 53.5%, 응용연구에 40.1%를 투자
- (뇌공학) 기초(41.1%), 응용(23.3%), 개발(35.6%) 연구에 고른 투자



[그림 2-9] 4대 분야-연구개발단계별 투자현황

출처: NTIS, 2018

다. 성과현황

□ 양적성과

- 최근 3년간 뇌과학원천기술개발사업의 성과는 논문, 특허, 인력양성 성과가 큰 폭으로 증가하고 있는 추세
- (SCI(E)논문) 최근 4년간 SCI(E)급 학술지에 게재된 논문은 총 802건이며, 매년 증가하고 있는 추세
 - 2014년 118건에서 2017년 347건으로 증가(연평균성장률 43.3%)
- (특허) 특허출원 391건, 특허등록 93건 등 총 484건의 특허성과가 창출되었으며, 2016년 들어 큰 폭으로 증가(전년대비 115.8% 증가)
 - 다만, 특허출원에 비해 특허 등록성과가 미흡하여 특허 등록률이 감소하고 있는 추세
- *특허 등록률 추이³⁾: ('14) 31% → ('17) 17.3%
- (인력양성) 최근 4년간 뇌과학원천기술개발사업을 통해 배출된 인력은 총 593명이며, 이 중 석사급이 57.5%로 가장 많은 비중을 차지

<표 2-16> 뇌과학원천기술개발사업 성과현황(2014~2016년)

(단위: 건, 명)

구분	과학적		기술적			사회적			
	논문	특허				인력양성			
	SCI(E)논문	특허출원	특허등록	합계	학사	석사	박사	계	
2014	118	49	22	71	2	42	28	72	
2015	140	62	14	76	0	46	30	76	
2016	197	137	27	164	0	70	57	127	
2017	347	143	30	173	6	183	129	318	
합계	802	391	93	484	8	341	244	593	



[SCI(E) 논문]

[특허]

[인력양성]

2014년 성과 : 과학기술정보통신부, 과학기술정보통신부 주요 연구개발사업 성과분석보고서 2015
2015~2017년 성과 : 한국연구재단, 2017년 뇌과학원천기술개발사업 성과분석 보고서, 2018.01

3) 특허등록률(%) = [당해연도 특허 등록(건) / 당해연도 특허출원(건) + 당해연도 특허등록(건)] x 100

□ 투자효율성

- (현황) 뇌과학원천기술개발사업의 투자효율성(연구비 10억원 당 성과)은 특허성과를 제외하고는 모두 증가하는 추세
- (SCI(E)논문) 최근 3년간 투자효율성은 7.20이며, 2017년 들어 큰 폭으로 증가(전년대비 37.1% 증가) 하여 10억원 당 8.39건의 효율성을 보임
- (특허) 출원, 등록 모두 전년대비 효율성이 감소한 가운데 출원특허가 상대적으로 더 많이 감소
 - 2017년 특허출원 효율성은 전년대비 18.7% 감소한 3.46이며, 특허등록은 13.5% 감소한 0.84로 나타남
- (인력양성) 전년대비 95% 증가한 7.69이며, 이는 최근 4년간 가장 높은 수치임

<표 2-17> 뇌과학원천기술개발사업 투자효율성(2014~2016년)

(단위 : 건,명/10억원)

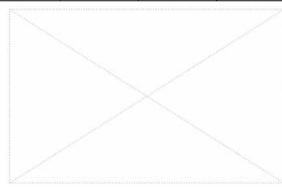
구분	과학적	기술적		사회적			
	논문	특허		인력양성			
	SCI(E)논문	특허출원	특허등록	학사	석사	박사	계
2014	8.39	3.49	1.56	0.14	2.99	1.99	5.12
2015	5.90	2.61	0.59	0.00	1.94	1.26	3.20
2016	6.12	4.25	0.84	0.00	2.17	1.77	3.94
2017	10.78	4.44	0.93	0.15	4.42	3.12	7.69
평균	7.20	3.51	0.84	0.07	3.06	2.19	5.33



[SCI(E) 논문]



[특허]



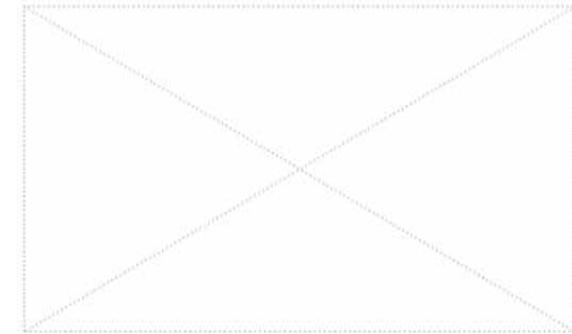
[인력양성]

2014년 성과 : 과학기술정보통신부, 과학기술정보통신부 주요 연구개발사업 성과분석보고서 2015
 2015~2017년 성과 : 한국연구재단, 2017년 뇌과학원천기술개발사업 성과분석 보고서, 2018.01

- (효율성 비교) 2016년 기준 투자효율성은 국가R&D 및 과기정통부 R&D사업 대비 논문, 특허출원은 높은 반면 특허등록은 낮음
- (SCI(E)논문) 투자효율성이 6.12로 국가R&D사업 대비 3.17배, 과기정통부R&D사업 대비 2.21배 높은 수준
- (특허) 특허출원은 국가R&D, 과기정통부R&D사업 대비 각각 2.15, 1.74배 높지만, 특허등록은 국가R&D의 53%, 과기정통부R&D 대비 46% 수준

<표 2-18> 2016년 기준 투자효율성 비교

구분	SCI(E)논문	특허	
		출원	등록
뇌과학원천기술개발	6.12	4.25	0.84
국가R&D	1.97	1.88	0.99
과기부 R&D ⁴⁾	2.83	2.32	1.15



2014년 성과 : 과학기술정보통신부, 과학기술정보통신부 주요 연구개발사업 성과분석보고서 2015
 2015~2017년 성과 : 한국연구재단, 2017년 뇌과학원천기술개발사업 성과분석 보고서, 2018.01

4) 과학기술정보통신부 전체 R&D사업 기준

□ 질적 수준

○ SCI(E)논문 질적 수준

- (현황) 최근 3년간 뇌과학원천기술개발사업을 통해 창출된 SCI(E)논문의 평균 IF는 4.28, mrnIF는 69.37이며, IF 5이상의 비중은 24.4%
 - mrnIF 69.37는 동일분야 내 상위 30.63% 이상의 저널에 게재되었음을 의미함
- (추이) mrnIF는 비슷한 수준을 유지하고 있지만, 다른 질적지표들은 하락하고 있는 추세
 - (mrnIF) 2017년 평균 mrnIF는 70.73으로 전년대비 비슷한 수준을 유지
 - (IF) 2017년 평균 IF는 전년대비 10.8% 하락한 4.13으로 나타남
 - (IF 5이상 비율) 2016년 IF 5이상 논문 비율은 21.3%로 전년대비 9.2%p 감소

<표 2-19> 뇌과학원천기술개발사업 SCI(E)논문 질적수준

(단위 : 건)

연도	질적분석 대상 논문	평균 IF	표준화된 순위조정 영향력 지수(mrnIF)	IF상위논문 수			
				IF≥5	IF≥10	IF≥15	IF≥5 비율
2014	116	4.35	67.31	27	4	3	23.3%
2015	140	4.01	67.44	34	2	1	24.3%
2016	197	4.63	71.99	60	12	1	30.5%
2017	347	4.13	70.73	74	12	1	21.3%
합계(평균)	800	(4.28)	(69.37)	195	30	6	24.4%

[IF 추이]	[mrnIF 추이]	[IF≥5비중 추이]
---------	------------	-------------

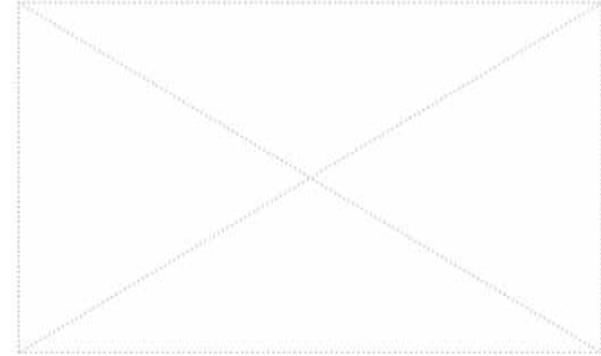
2014년 성과 : 과학기술정보통신부, 과학기술정보통신부 주요 연구개발사업 성과분석보고서 2015
2015~2017년 성과 : 한국연구재단, 2017년 뇌과학원천기술개발사업 성과분석 보고서, 2018.01

- (질적 수준 비교) 2016년 기준 뇌과학원천기술개발사업의 논문 질적 수준은 국가R&D보다 우수
 - 2016년 뇌과학원천기술개발사업 mrnIF는 71.99로 국가 R&D(63.54) 대비 약 1.13배 우수
 - 과기정통부 R&D(70.84), 과기정통부 R&D 뇌과학 분야⁵⁾와는 비슷한 수준임

5) 과학기술정보통신부 주요 R&D사업(기초연구사업, 원천기술개발사업, 원자력연구개발사업, 거대과학연구사업, 과학기술국제화사업) 내 과학기술표준분류상 '뇌과학' 분야

<표 2-20> 2016년 기준 SCI(E)논문 mrnIF 비교

뇌과학원천기술개발사업	국가R&D사업	과학기술정보통신부 주요R&D사업	과학기술정보통신부 주요R&D사업 뇌과학 분야
71.99	63.54	70.84	70.27



2014년 성과 : 과학기술정보통신부, 과학기술정보통신부 주요 연구개발사업 성과분석보고서 2015
2015~2017년 성과 : 한국연구재단, 2017년 뇌과학원천기술개발사업 성과분석 보고서, 2018.01

<논문 질적지표 유형>

구분	정의	장단점
피인용횟수 (# of Citation)	- 개별 논문이 타 논문에 의해 피인용된 횟수 - 논문 자체의 영향력을 나타내는 지표임	- 질적 지표로서 수용성이 높음 - 인용 시점에 따라 변화하므로 활용에 한계 - 연구분야별 피인용횟수 차이가 고려되지 않으므로 분야별/국가별 비교 불가능
SCI Impact Factor	- 기준년도를 제외한 최근 2년간 해당 학술지에 수록된 논문들이 기준년도에 인용된 횟수를 논문 수로 나누어서 산출	- 연구 분야의 특성이 고려되지 않아, 분야간 비교에 부적절
mrnIF (Modified Rank-normalized Impact Factor)	- $mrnIF = \frac{100 \times (N \times (N - R_j + 1) / (N - 1))}{(N - 1)}$ - N : 저널 j가 속한 JCR category의 저널 수 - Rj : 저널 j가 속한 분야 내에서 저널 j의 랭킹	- 0~100 사이로 표준화하여 저널 수에 따라 달라지는 rIF의 한계 보완 - 분야 내 비교만 가능
R2nIF (Relative Rank-normalized IF)	- $R2nIF = \frac{mrnIF_i}{mrnIF_j}$ - Ni : A분야 i번째 학술지의 논문 수 - mrnIFi : A분야 i번째 학술지의 mrnIF	- 연구분야간 비교와 국제 비교가 용이 - 분야 내 위상은 JCR category를 활용하는 mrnIF를 활용하면서, 분야별 평균값 도출에는 NSI 표준분류가 적용되어 일관성 및 정확성 부족

○ 등록특허 질적 수준

- (현황) 최근 3년간(`15년~`17년) 뇌과학원천기술개발사업을 통한 특허의 K-PEG 지수 평균⁶⁾은 220.06점으로 나타남
- (추이) 뇌과학원천기술개발사업을 통해 발생된 K-PEG 지수 평균은 2015년 218.04점에서 2016년 217.16점으로 감소 추세를 나타냈으나 2017년 전년대비 223.75점으로 전년대비 증가
- 국내 등록특허 성과의 K-PEG 지수 평균은 총 222.85점으로 2015년(227.58점)을 기점으로 2016년 감소 추세를 나타낸 반면, 2017년 다시 증가하고 있음(2015년 227.58점 → 2016년 218.60점 → 2017년 224.53점)
- 반면, 국외 등록특허 성과의 최근 3년간(2015년~2017년) K-PEG 지수 평균은 194.96점이며, 지속적인 증가 추세를 나타내고 있음(`15년 160.77점 → `16년 205.67점 → `17년 213.11점)

<표 2-21> 성과발생연도별 등록특허 K-PEG 지수 평균

(단위 : 점)

구분		2015	2016	2017	평균
K-PEG 지수 평균	국내	227.58	218.60	224.53	222.85
	국외	160.77	205.67	213.11	194.96
	평균	218.04	217.16	223.75	220.06

출처: 한국연구재단, 2017년 뇌과학원천기술개발사업 성과분석, 2018

- (질적수준 비교) 2016년 기준 뇌과학원천기술개발사업의 K-PEG A등급 이상 비중은 33.3%로 국가전체(37.5%)와는 비슷한 수준이나 과기정통부 R&D사업(55.9%) 보다는 낮음

<표 2-22> 특허성과 질적 수준 비교

구분		국가전체 (2016)	과기정통부 주요 R&D사업(2016)	뇌과학원천기술개발
특허	K-PEG A등급이상 비중(%)	33.3%	55.9%	17.1%

출처: 과학기술정보통신부, 과학기술정보통신부 주요 연구개발사업 성과분석보고서 2017, 한국연구재단, 2017년 뇌과학원천기술개발사업 성과분석, 2018 재인용

6) $\Sigma(\text{개별특허의 K-PEG 생존점수(PSI)}) / \text{총 국내외 특허등록 건수}$

<K-PEG 평가 시스템>

■ 개요

- ☞ 데이터마이닝 기법을 적용하여 특허유지율과 관련된 평가항목을 도출하고, 특허 생존율에 대한통계적 확률값을 계산해서 특허생존지수 및 평가등급을 부여

■ 특허생존지수(Patent Survival Index, PSI)

- ☞ 특허 생존지수(PSI)는 생존확률이 높은 특허를 가치 있는 특허로 규정하고, 이와 관련된 평가요소를 도출하고, 통계적인 방식으로 기술 분야별 평가모델을 설계하여, 유사 특허군내에서의 상대적인 평가가 가능하도록 설계됨
- ☞ 특허생존지수의 최댓값은 300점이며, 생존지수가 높을수록 특허권리가 오래 유지될 확률이 높으며, 이를 좋은 특허라 할 수 있음
- ☞ 수차례의 통계적 검증을 통해 제한된 의미의 정량평가의 지수 개념을 도입함
- ☞ 특허의 가치가 높다면, 그 권리가 안정적이고, 높은 특허유지비를 지불하더라도 특허권을 유지하려고하기 때문임

■ 종합평가등급(Quality Ratings)

- ☞ 대상특허와 유사특허의 특허 생존지수를 상호비교하여 평가 등급을 9 단계(S~ C2) 로 부여
- ☞ 등급분포는 표준 정규분포 (N (0, 1)) 를 따르도록되어 있으며, 평균값 또는 중앙값에 상응하는 등급을 'B'등급으로 부여

등급	C2	C1	B3	B2	B1	A3	A2	A1	S
백분율(%)	5.0	7.5	10.0	15.0	25.0	15.0	10.0	7.5	5.0
누적비율(%)	100.0	95.5	87.5	77.5	62.5	37.5	22.5	12.5	5.0

■ 평가요소(Rating Factors)

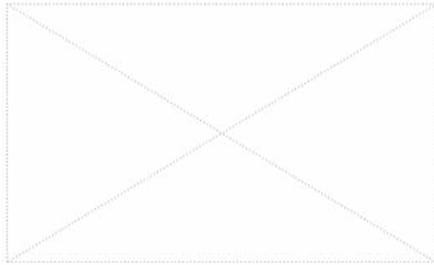
- ☞ (권리성) 등록소요기간, 권리범위의 광범, 권리의 견고성, 권리의 영향력, 권리의 협력도
- ☞ (기술성) 기술의 범용성, 혁신속도(TCT), 기술의 유입도, 과학 연계성, 기술의 영향력, 연구협력도, 기술의 신규성, 기술의 융합도, 기술의 연속성
- ☞ (상업성) 실현 기여도, 상업화 가능성, 특허의 포트폴리오, 특허권의 활동성, 국제 협력도

□ 질적 수준을 고려한 효율성

- (분석방법) 질적 수준 지표값을 가중치로 한 논문수를 계상하여 이를 바탕으로 사업별 투자 대비 산출성과를 분석함
- (분석결과) 뇌과학원천기술개발사업의 1억원 당 가중논문 수는 2.58건으로 과기정통부 주요 R&D사업(4.39), 과기정통부 주요 R&D사업 뇌과학 분야(4.06) 보다 낮음

<표 2-23> 뇌과학원천기술개발사업 질적수준을 고려한 효율성

구분	연구비	SCI	비SCI	SCI oRnif합	비SCI (논문*0.7)	계	1억원당 가중 논문수
뇌과학원천기술개발사업	32,203	201	43	813	30	843	2.58
과기정통부 주요 R&D사업	2,197,419	23,660	3,884	93,821.3	2,719	96,540	4.39
과기정통부 주요 R&D사업 뇌과학 분야	37,724	378	51	1,479	36	1,533	4.06



[1억원 당 가중 논문 수 비교]

출처: 과학기술정보통신부, 2017 주요 연구개발사업 성과분석보고서 2018

<논문 질적 수준을 고려한 투자 대비 산출성과>

■ SCI논문은 각 논문의 “보완된 순위보정지수(ordinal rank normalized impact factor)” 값을(1~5사이의 정수값을 가짐), 비SCI논문은 0.7로 가중치를 부여함

☞ 보완된 순위보정지수가 성과분석 시에 활용될 수 있는 적절한 지표 중 하나라는 연구결과를(허정은 외, 2008, 국가연구개발사업의 과학적 성과분석을 위한 새로운 계량지표 개발에 관한 연구) 토대로 동 지표를 사용함

사업명	과제번호	SCI 논문여부	보완된 순위보정지수	가중된 논문 수 (질적수준 고려)	'14년 연구비
AA	1	예	3	3건	20억원
		아니오	-	0.7건	
	2	예	2	2건	15억원
		예	4	4건	
	3	예	3	3건	25억원
		예	3	3건	

AA사업의 1억은 당 가중논문 수 = (3+0.7+2+4+3)/(20+15+25) = 0.2건

3. 기초연구사업

가. 사업현황

□ 사업목적

- “새로운 지식창출”과 “창의적 인재양성”을 통해 국가 경쟁력의 원천인 ‘과학 기초 (Science Base)’ 제공

□ 추진방향

- 연구자 주도 기초연구예산 확대에 따른 기초연구자의 연구환경 개선 및 연구자 수요에 기반한 탄력적 연구 지원 강화
 - 신진연구자가 임용 초기 연구실험실을 조기 구축할 수 있도록 연구시설·장비 구축비를 추가 지원하는 「최초 혁신 실험실」신설
 - 신진연구자의 조기 정착을 위한 “생애 첫 연구” 지원대상 확대
 - 기초연구의 학문적 다양성과 균형 유지, 해당 분야의 기초연구
 - 저변 확대를 위한 중견연구 보호·육성분야 지원 신설 추진
 - 정성평가에 과정중심 평가체계의 도입을 통해 기존 목표달성에 기반한 “성공/실패” 개념 탈피, 성실수행 관점으로 단계/최종평가 개선

□ 사업내용

- 기초·원천 연구 투자 확대의 주요 사업으로 개인 소규모연구 확대 투자 전략과 우수연구집단육성 수립과 연계 추진
- 개인연구지원사업, 집단연구지원사업, 기초연구기반구축사업으로 구분

<표 2-24> 기초연구사업 세부사업별 특징('16년 사업 기준)

구분	사업		사업목적 및 특성	지원대상	지원규모 (억원/년)	기본지 원기간
	사업	세부 사업				
개인연구		리더연구자지원	미래의 독자적 과학기술과 신기술 개발을 위해 세계적 수준에 도달한 연구자의 심화연구 집중지원	이공학분야 교원(전임·비전임), 공공·민간연구소의 연구원	3~8억원	9년 (3+3+3)
		중견연구자지원	창의성 높은 개인연구를 지원하여 우수한 기초연구 능력을 배양하고 리더연구자로의 성장발판 마련		0.5~3억원	1~5년
		신진연구자지원	신진연구자의 창의적 연구의욕 고취 및 연구역량 극대화를 통해 우수 연구인력으로 양성	이공학분야 교원(전임·비전임) 및 공공·민간 연구소의 연구원으로 박사학위 취득 후 7년 이내 또는 만 39세 이하	0.5~1억원 (필요시 연구환경 구축비 구축비 0.5~1억원 추가 지원*)	1~5년 (연구환경 구축비는 1년)
		전략과제	국가 차원의 중장기적 파급효과가 큰 기초연구분야 지원	이공학분야 교원 (전임·비전임), 공공·민간연구소의 연구원 ※ X프로젝트는 연구역량을 갖춘 일반인/학생 등 가능	0.5~3억원	1~5년
		X프로젝트	새로운 시각에서 새로운 문제들을 발굴하고, 창의적인 방식으로 문제해결에 과감히 도전하는 연구 지원		자율	1년
집단연구	선도연구센터	이학 분야 (SRC)	우수한 이학 분야의 연구그룹 육성을 통해 새로운 이론 형성, 과학적 난제 해결 등 국가 기초연구 역량 강화	이공계 분야 대학원이 설치되어 있는 대학의 연구자 10인 내외 연구그룹	13억원	7년
		공학 분야 (ERC)	우수한 공학 분야의 연구그룹 육성을 통해 원천-응용연구 연계가 가능한 기초연구 성과창출 및 대학 내 산학협력의 거점 역할 수행	기초과학 분야 대학원이 설치되어 있는 대학의 연구자 10인 내외 연구그룹	10억원	
		기초의과학 분야 (MRC)	의·차·환·의·약 분야 연구그룹 육성을 통해 사람의 생명현상과 질병 기전 규명 등 국가 바이오·건강분야 연구 역량 강화	이공계 및 인문/사회/예술분야 등의 대학원이 설치되어 있는 대학의 연구자 15인 내외 연구그룹	20억원	
		융합 분야 (CRC)	초학제간 융합연구 그룹 육성을 통해 다양한 사회문제, 국민요구 등 신개념의 창의적 결과물, 세계수준의 신지식 창출			
	기초연구실	특정 연구주제를 중심으로 소규모 연구그룹의 형성을 지원하여 기초연구 역량 강화	이공계 대학의 교수 3~5인으로 구성	5억원	3년 (후속 3년)	
	글로벌연구실	해외 우수연구주체와의 심화된 국제공동연구를 통한 글로벌 협력 네트워크 강화 및 국내 연구 역량 제고	국제협력 기반이 조성된 이공분야 연구실	5억원	6년 (3+3)	
연구기반구축		전문연구정보활용	기초연구에 필수적인 전문연구정보를 수집·가공하여 가치있는 연구정보를 생성하여 연구자가 공동 활용할 수 있도록 지원	-	센터당 2.5억원	5년 (2+3)
		기초연구 실험데이터 클로버허브구축	세계 최고의 첨단 연구장비, 거대 관측 장비 및 모의실험에서 발생하는 대용량 실험데이터의 공유·분석 및 인프라 구축을 통한 국내 기초연구 활성화	-	25.7억원	3년

나. 투자현황

□ 기초연구사업 뇌과학 분야 투자현황

- (투자현황) 최근 3년간 기초연구사업 중 뇌과학 분야⁷⁾에 투입된 정부지원연구비는 336.8억원 수준
- (투자추이) 2014년 이후 투자규모가 큰 폭으로 증가하는 추세(연평균성장률 29.5%)
- 2016년 투자금액은 전년대비 33.5% 증가한 143.6억원이며, 이는 전체 기초연구사업의 1.9%에 해당함

<표 2-25> 기초연구사업 뇌과학 분야 투자현황 및 추이

(단위 : 백만원)

구분	2014	2015	2016	합계	CAGR
기초연구사업	696,514	743,695	762,669	2,202,878	4.6%
뇌과학	8,566	10,752	14,359	33,677	29.5%
뇌과학 외	687,948	732,943	748,310	2,169,201	4.3%

X

X

[뇌과학 분야 투자비중(2014~2016년)]
[뇌과학 분야 투자비중 추이(2014~2016년)]

출처: 과학기술정보통신부, 과학기술정보통신부 주요 연구개발사업 성과분석보고서 2015, 2016, 2017

다. 성과현황

□ 양적성과

- 최근 3년간 기초연구사업 뇌과학 분야의 성과는 논문, 특허등록을 제외하고는 큰 폭으로 증가하는 추세
- (SCI(E)논문) 최근 3년간 SCI(E)급 학술지에 게재된 논문은 총 517건이며 큰 폭으로 증가하고 있는 추세
 - 2014년 105건에서 2016년 227건으로 증가(연평균성장률 47.0%)
- (특허) 특허출원 87건, 특허등록 39건 등 총 126건의 특허성과가 창출되었으며, 2016년 들어 큰 폭으로 증가(전년대비 105.0% 증가)
 - 다만, 특허출원(연평균성장률 25.6%)에 비해 특허 등록성과(연평균성장률 3.5%)가 미흡하여 특허 등록률이 감소하고 있는 추세
- * 특허 등록률 추이 : ('14) 35.0% → ('15) 33.3% → ('16) 26.8%
- (인력양성) 최근 3년간 기초연구사업 뇌과학 분야에서 배출된 인력은 총 263명이며, 이 중 석사급이 56.7%로 가장 많은 비중을 차지

<표 2-26> 기초연구사업 뇌과학 분야 성과현황(2014~2016년)

(단위 : 건, 명)

구분	과학적	기술적			사회적			
	논문	특허			인력양성			
	SCI(E)논문	특허출원	특허등록	합계	학사	석사	박사	계
2014	105	26	14	40	1	46	27	74
2015	185	20	10	30	2	51	18	71
2016	227	41	15	56	11	52	55	118
합계	517	87	39	126	14	149	100	263

[SCI(E) 논문]	[특허]	[학위배출]
-------------	------	--------

출처: 과학기술정보통신부, 과학기술정보통신부 주요 연구개발사업 성과분석보고서 2015, 2016, 2017

□ 투자효율성

- (현황) 기초연구사업 뇌과학 분야의 투자효율성(연구비 10억원 당 성과)은 2015년 이후 특허, 인력양성 성과는 증가하고 있으나, 논문은 감소하는 추세
- (SCI(E)논문) 2016년 투자효율성은 15.81로 전년대비 8.1% 감소
- (특허) 출원, 등록 모두 전년대비 효율성이 증가한 가운데 출원특허가 상대적으로 더 많이 증가
 - 2016년 특허출원 효율성은 전년대비 53.5% 증가한 2.86이며, 특허등록은 12.3% 증가한 1.04로 나타남

<표 2-27> 기초연구사업 뇌과학 분야 투자효율성(2014~2016년)

(단위 : 건, 명)

구분	과학적	기술적		사회적			
	논문	특허		인력양성			
	SCI(E)논문	특허출원	특허등록	학사	석사	박사	계
2014	12.26	3.04	1.63	0.12	5.37	3.15	8.64
2015	17.21	1.86	0.93	0.19	4.74	1.67	6.60
2016	15.81	2.86	1.04	0.77	3.62	3.83	8.22
평균	15.35	2.58	1.16	0.42	4.42	2.97	7.81

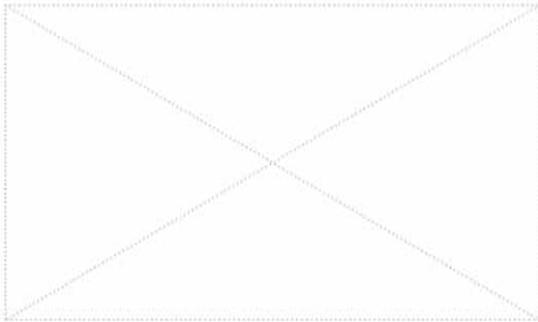
[SCI(E) 논문]	[특허]	[학위배출]
-------------	------	--------

출처: 과학기술정보통신부, 과학기술정보통신부 주요 연구개발사업 성과분석보고서 2015, 2016, 2017

- (비교) 2016년 기준 기초연구사업 뇌과학 분야의 논문, 특히는 국가R&D와 과기부 R&D 비해 높은 투자효율성을 보임
- (SCI(E)논문) 투자효율성이 15.81로 국가R&D사업 대비 7.79배, 과기정통부R&D사업 대비 5.42배 높은 수준
- (특허) 특허출원은 국가R&D, 과기정통부R&D사업 대비 각각 1.37, 1.11배 높게 나타난 가운데 특허등록은 비슷한 수준을 보이고 있음

<표 2-28> 2016년 기준 투자효율성 비교

구분	SCI(E)논문	특허	
		출원	등록
기초연구사업 뇌과학	15.81	2.86	1.04
국가R&D	1.97	1.88	0.99
과기부 R&D ⁸⁾	2.83	2.32	1.15



출처: 과학기술정보통신부, 과학기술정보통신부 주요 연구개발사업 성과분석보고서 2015, 2016, 2017, NTIS, 2018

□ 질적 수준 (SCI(E) 논문)

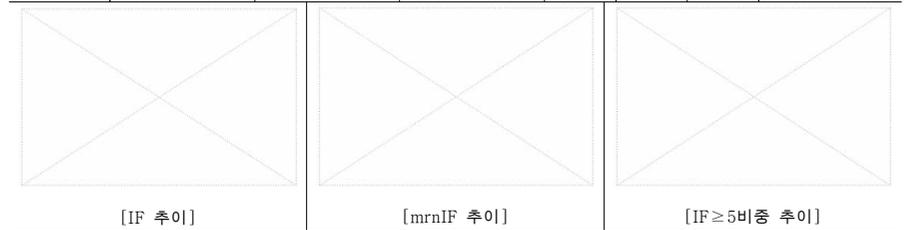
- (현황) 최근 3년간 기초연구사업 뇌과학 분야에서 창출된 SCI(E)논문의 평균 IF는 4.71, mrnIF는 70.55이며, IF 5이상의 비중은 25.93%
 - mrnIF 70.55는 동일분야 내 상위 29.45% 이상의 저널에 게재되었음을 의미
- (추이) 평균 IF는 2016년에 전년대비 상승하였으며 IF 5이상 논문 비중도 전년대비 증가함
 - (IF) 2016년 평균 IF는 전년대비 4.1% 상승한 4.61로 나타남
 - (mrnIF) 2016년 평균 mrnIF는 전년대비 0.3% 감소한 70.55로 나타났으나 70이상의 수치를 유지하고 있음
 - (IF 5이상 비율) 2016년 IF 5이상 논문 비율은 26.6%로 전년대비 3.2%p 증가

8) 과학기술정보통신부 전체 R&D사업 기준

<표 2-29> 뇌과학원천기술개발사업 SCI(E)논문 질적수준

(단위 : 건)

연도	질적분석 대상 논문	평균 IF	표준화된 순위조정 영향력 지수(mrnIF)	IF상위논문 수			
				IF≥5	IF≥10	IF≥15	IF≥5 비율
2014	103	5.08	69.7	30	9	3	29.11%
2015	184	4.43	71.07	43	9	3	23.4%
2016	222	4.61	70.87	59	15	3	26.6%
합계(평균)	509	(4.71)	(70.55)	132	33	9	25.9%

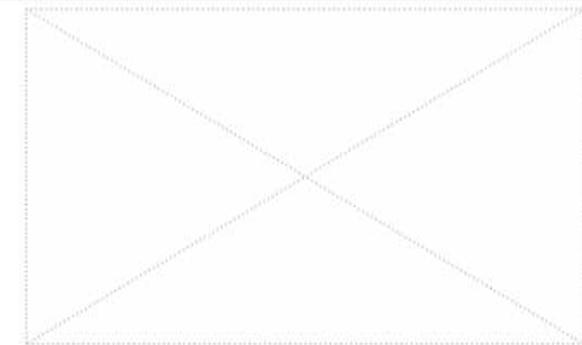


출처: 과학기술정보통신부, 과학기술정보통신부 주요 연구개발사업 성과분석보고서 2015, 2016, 2017

- (질적 수준 비교) 2016년 기준 기초연구사업 뇌과학분야의 논문 질적 수준은 70.87로 국가R&D사업 대비 우수
- 국가 R&D(63.54) 대비 약 1.12배 높았으나, 과기정통부 R&D(70.84), 과기정통부 R&D사업 뇌과학 분야(70.27)와는 비슷한 수준

<표 2-30> 2016년 기준 SCI(E)논문 mrnIF 비교

기초연구사업 뇌과학	국가R&D사업	과학기술정보통신부 주요R&D사업	과학기술정보통신부 주요R&D사업 뇌과학 분야
70.87	63.54	70.84	70.27



출처: 과학기술정보통신부, 2017 주요 연구개발사업 성과분석보고서 2018, 2016년도 국가연구개발사업 성과분석 보고서, 2018

제 4 절 우리나라 R&D 역량

1. 정부R&D 투자동향

가. 뇌연구 국가 R&D사업

1) 관련 사업 현황

□ 뇌연구 관련 부처별 역할

- 국내 뇌연구 관련 R&D사업은 과기정통부, 교육부, 산업통상자원부, 보건복지부 등에서 추진
- 뇌연구촉진법 제14조에 의거 각 관계부처별 역할이 구분

<표 2-31> 뇌연구 촉진법 제14조

제14조(뇌연구 추진시책의 마련) 관계 중앙행정기관의 장은 뇌연구를 효율적으로 촉진하기 위하여 다음 각 호의 구분에 따른 시책을 마련한다.

1. 교육부장관: 뇌연구를 촉진하기 위한 전문인력의 양성과 뇌과학 기초분야의 연구지원을 위한 시책으로서, 과학기술정보통신부장관과 협의한 시책
 - 1의2. 과학기술정보통신부장관: 기본계획의 수립과 시행계획 수립의 지원 및 조정, 뇌 관련 기초기술 및 첨단기술의 개발, 유용한 연구 결과의 이용 및 보전을 위한 연구의 지원, 공공적 성격의 뇌연구 지원체제의 육성, 뇌연구 결과를 정보·통신 등의 분야에 응용하기 위한 기술의 개발 및 개발기술의 산업화 촉진을 위한 시책
2. 산업통상자원부장관: 뇌연구 결과를 생산 및 산업 공정에 효율적으로 응용하기 위한 응용기술의 개발과 개발기술의 산업화 촉진을 위한 시책
3. 보건복지부장관: 보건·의료 등에 관련되는 뇌의약(腦醫藥) 연구와 그 결과의 응용기술 개발 및 개발기술의 산업화 촉진을 위한 시책

출처: 국가법령정보센터

- 과학기술정보통신부는 기초기술개발, 교육부는 전문인력양성, 보건복지부는 보건·의료 관련 뇌의약 연구, 산업통상자원부는 산업화 촉진 등을 중심으로 R&D를 수행
- (과학기술정보통신부) 뇌 관련 기초기술개발, 정보·통신 등의 분야에 효율적으로 응용하기 위한 응용기술의 개발과 개발기술의 산업화 촉진
- (교육부) 뇌분야 연구를 촉진하기 위한 전문 인력의 양성과 뇌과학 기초분야 연구 지원
- (산업통상자원부) 뇌연구 결과를 생산 및 산업공정 등의 분야에 효율적으로 응용하기 위한 응용기술의 개발과 개발기술의 산업화 촉진
- (보건복지부) 보건·의료 등에 관련되는 뇌의약 연구와 그 결과의 응용기술 개발 및 개발기술의 산업화 촉진

<표 2-32> 뇌연구촉진법에 따른 관계부처별 역할

부처	역할
과학기술정보통신부	<ul style="list-style-type: none"> • 기본계획의 수립과 시행계획 수립의 지원 및 조정 • 뇌 관련 기초기술 및 첨단기술의 개발 • 유용한 연구결과 이용 및 보전을 위한 연구의 지원 • 공공적 성격의 뇌연구 지원체제 육성 • 뇌연구 결과를 정보·통신 등의 분야에 효율적으로 응용하기 위한 응용기술의 개발과 개발기술의 산업화 촉진 • 뇌연구 분야 투자방향 설정, 주요 R&D사업 중기 재정소요 검토,예산 배분조정 및 성과평가
교육부	<ul style="list-style-type: none"> • 뇌분야 연구를 촉진하기 위한 전문 인력의 양성과 뇌과학 기초분야의 연구 지원 • 기본계획 수립을 위하여 소관별로 뇌연구 실적과 뇌연구 촉진을 위한 연차별 계획을 과기정통부에 제출 • 기본계획에 따라 매년 뇌연구촉진시행계획 수립·시행
산업통상자원부	<ul style="list-style-type: none"> • 뇌연구 결과를 생산 및 산업공정 등의 분야에 효율적으로 응용하기 위한 응용기술의 개발과 개발기술의 산업화 촉진 • 기본계획 수립을 위하여 소관별로 뇌연구 실적과 뇌연구 촉진을 위한 연차별 계획을 미래창조과학부에 제출 • 기본계획에 따라 매년 뇌연구촉진시행계획 수립·시행
보건복지부	<ul style="list-style-type: none"> • 보건·의료 등에 관련되는 뇌의약 연구와 그 결과의 응용기술 개발 및 개발기술의 산업화 촉진 • 기본계획 수립을 위하여 소관별로 뇌연구 실적과 뇌연구 촉진을 위한 연차별 계획을 미래창조과학부에 제출 • 기본계획에 따라 매년 뇌연구촉진시행계획 수립·시행

출처: 관계부처합동, 2017년도 뇌연구촉진 시행계획, 2017. 03

□ 부처 및 기관별 뇌연구 관련 사업현황

- (중점방향) 뇌연구 추진 부처 및 출연연은 미래 뇌연구분야 경쟁력 확보를 위한 뇌지도 구축 및 핵심기술개발 등을 중점적으로 추진

<표 2-33> 부처 및 기관별 뇌연구 관련 사업현황

부처 및 기관	사업	중점방향
과학기술정보통신부	뇌과학원천기술개발사업	• 국가 뇌연구 및 바이오분야 정책, R&D혁신 관련 계획과의 정합성을 제고하고 뇌지도 구축사업 본격 추진
	기초연구사업	• 중견 연구자의 맞춤형 지원을 위해 소액과제 중심에서 중규모 이상 과제지원 규모 확대 및 신진연구자의 조기 정착을 위한 "생애 첫 연구" 지원
교육부	이공학분야 개인기초연구지원사업	• 교육부-미래부 개인기초연구지원을 부처매칭형으로 추진
	BK21 플러스사업	• BK21 플러스 사업단(팀)별 · 학문분야별 질적 특성을 반영한 성과관리 추진 및 우수사례 공유확산
산업통상자원부	바이오산업 핵심기술개발	• 중소기업 주도의 산업화 연구 지원
	전자시스템산업핵심기술개발	• 뇌질환 및 치매 등 난치성, 다빈도 질환에 대하여 실시간 모니터링을 통한 비침습적 치료용 MRI와 초음파 가이드 HIFU 치료시스템 개발
보건복지부	질환극복사업	• 뇌신경계질환 원인 규명을 위한 임상연구, 진단·치료기술개발 및 국제협력을 통한 연구역량 강화
	만성병 관리기술개발	• 뇌질환 질병지표 개발 및 연구 인프라 강화
출연연	한국뇌연구원	• 뇌신경망 구조·기능 이해, 뇌질환 원인규명, 대뇌피질신경회로 연구 및 뇌연구 허브인프라 구축 등 추진
	기초과학연구원	• 인지(의식과 무의식)·사회상·학습과 기억, 자폐 등 주요 뇌정신질환의 원인유전자 및 자기공명 영상기법을 통한 뇌기능 기초연구 수행
	한국과학기술연구원	• 융합기술 기반 자폐 뇌발달 장애 연구, 신경세포 이해를 통한 뇌 인지/감각 기능의 작용기전 규명, 우울증 작용회로 규명, 화학적 뇌신경 영상제 개발 및 혈액기반 마이크로 소자 개발 등
	한국생명공학연구원	• 국가 영장류센터 운영을 통한 노인성 뇌질환 형질전환동물모델 개발
	한국표준과학연구원	• 뇌연구를 위한 신개념 뇌기능 측정시스템 개발
	한국한의학연구원	• 노인성 인지장애 개선 한약소재 발굴 및 기전 규명

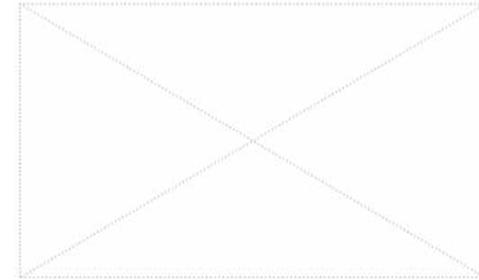
출처: 관계부처합동, 2017년도 뇌연구추진 시행계획, 2017. 03

2) R&D 예산 투입현황

□ 총괄

- 최근 5년간 정부의 뇌연구 R&D 분야에 대한 투자는 대폭 확대되고 있는 추세
- 2013년 874억원에서 2017년 1,624억원으로 지원 확대(연평균성장률 17.2%)

[단위 : 백만원]

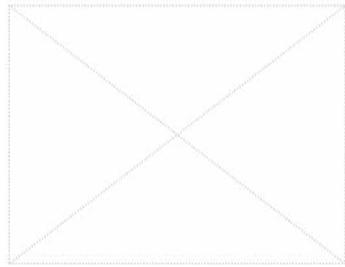


[그림 2-10] 뇌연구 국가 R&D 투자현황

출처: 관계부처합동, 2018년도 뇌연구추진 시행계획, 2018. 06

□ 부처별 투자현황

- (투자현황) 2017년 기준 과학기술정보통신부가 전체 예산의 87.3%(1,438.1억원)를 차지하고 있으며, 보건복지부 6.0%(98.9억원), 교육부 3.4%(56.7억원), 산업통상자원부 3.3%(53.9억원) 순으로 투자
- (투자추이) 과학기술정보통신부, 산업통상자원부, 교육부는 전년대비 투자가 증가한 반면, 보건복지부는 대폭으로 감소
- 과학기술정보통신부는 25.2%, 산업통상자원부는 86.5%, , 교육부는 20.7% 증가했으나 보건복지부는 30.7% 감소



[그림 2-11] 부처별 투자비중('17년)

출처: 관계부처합동, 2018년도 뇌연구육진 시행계획, 2018. 06

<표 2-34> 부처별 투자추이

[단위 : 백만원]

부처	2016	2017	증감
과기정통부	114,840	143,808	25.2%
산업부	2,891	5,391	86.5%
복지부	14,260	9,888	-30.7%
교육부	4,700	5,671	20.7%
합계	136,691	164,758	20.5%

□ 분야별 투자현황

- (투자현황) 최근 3년간 뇌신경제질환 분야에 가장 많은 예산이 투입되었으며 뒤를 이어 뇌공학, 뇌인지, 뇌신경생물 순으로 투입비중이 높음
- 전체예산의 37.1%가 뇌신경제질환에 투입되었으며, 뇌공학(19.1%), 뇌인지(18.4%), 뇌신경생물(16.2%) 순으로 나타남
- (투자비중 추이) 뇌신경생물 분야는 증가, 뇌인지, 뇌신경제질환 분야는 비슷한 수준 유지, 뇌공학 분야는 비중이 감소
- 뇌신경생물 분야는 전년대비 7%p 증가한 반면, 뇌공학 분야 3.6% 감소

<표 2-35> 분야별 뇌연구 투자현황 추이

[단위 : 백만원]

연도	뇌신경생물	뇌인지	뇌신경제질환	뇌공학	뇌융합/기타
2015	22,374 (18.0%)	33,341 (26.8%)	45,722 (36.8%)	22,915 (18.4%)	- (0.0%)
2016	15,798 (11.6%)	21,044 (15.4%)	50,149 (36.7%)	29,298 (21.4%)	20,402 (14.9%)
2017	30,693 (18.6%)	23,802 (14.4%)	62,305 (37.8%)	29,251 (17.8%)	18,706 (11.4%)
합계	68,865 (16.2%)	78,187 (18.4%)	158,176 (37.1%)	81,464 (19.1%)	39,108 (9.2%)

출처: 관계부처합동, 2018년도 뇌연구육진 시행계획, 2018. 06

2. 기술역량 및 연구논문의 경쟁력 분석

가. 기술수준

□ 개요

- 120개 국가전략기술을 대상으로 매 2년 주기로 실시되는 KISTEP 기술수준평가 결과를 바탕으로 분석

<KISTEP 기술수준평가>

- (평가 근거) 과학기술기본법 제14조 및 동법 시행령 제24조에 따라 국가 핵심기술에 대한 기술수준을 매 2년 주기로 평가
- (평가 대상) 「제3차 과학기술기본계획(2013~2017)」 상 120개 국가전략기술⁹⁾
- (평가 내용) 주요 5개국(한국, 중국, 일본, EU, 미국) 간의 기술수준 및 기술격차 비교
 - ☞ 최고기술 보유국 대비 주요 국가별 기술수준(%) 및 기술격차(년)를 평가하고 기술수준평가 결과와 변동추이 분석
- (평가 방법) 논문·특허 및 기술동향 분석, 전문가 델파이 조사를 기반으로 10대 분야별 종합분석을 통해 국가전략기술에 대한 주요 국가별 기술수준을 평가

- 120개 국가전략기술 중 뇌연구 분야에 해당하는 기술은 “뇌·신경제 기능 분석기술”임
- (개념) 뇌의 신경생물학적 구조, 인지, 사고 언어습리 및 행동 등의 고등신경정신활동에 대한 포괄적인 이해를 위한 분야

<표 2-36> 120대 국가전략기술 중 뇌연구 관련 기술

분야	전략기술명	전략기술 설명
2. 의료	21. 뇌·신경제 기능 분석기술	-정밀한 고해상도의 뇌신경제 구조 분석과 기능의 상호관계 유추를 가능하게 하는 영상화 기술을 개발하고, 분자세포수준에서 세포내 단백질과 구조체의 이동을 추적 관찰할 수 있게 하는 기법과 해석 시스템을 확보하는 기술 -비침습적으로 뇌파를 측정하며, 국소적, 선택적으로 뇌신경제과를 발생시킬 수 있는 기술을 개발하고, 기능과 연관된 뇌신경제과를 정량화하여 외부 기계류를 작동을 가능케 하는 기술과 시스템을 확보 -다양한 실험조건에서 발생하는 뇌신경제 해석 기술 확보 ○ 신경세포 사멸, 노화 및 기능 손실로 인한 뇌신경제 기능저하를 복원하거나 이를 대체할 수 있는 치료법을 개발하여, 대표적 퇴행성 뇌신경제

9) 경제부흥과 국민 삶의 질 향상을 위해 국가 차원의 전략적 확보가 필요한 기술로서, 과학기술미래비전 2040의 미래핵심기술 등을 후보기술로 하여 전문가 및 경제단체 검토와 관계부처 의견수렴 결과를 반영하여 선정

		<p>질환인 알츠하이머, 파킨슨, 치매 등의 질환 치료 및 예방에 기여하는 기술</p> <p>-중독, 보상, 우울증, 스트레스, 자살, 정신질환, 간질 등 아직 원인이 정확히 규명되지 않은 뇌신경계 질환의 원인 규명과 치료와 예방법을 개발하는 기술</p> <p>-뇌신경계 기능회복에 필수적인 뇌혈관계의 정상적 기능 작동이 가능케하는 혈관계 기능 재생/복원기술</p> <p>-외부적 뇌질환 원인 중 특히 바이러스감염에 의한 질환유발 기작 규명 기술</p> <p>-뇌신경계의 발생, 분화, 노화, 사멸 현상의 작동 원리를 밝히고, 이에 따른 뇌신경계의 기능과의 상관관계를 규명</p> <p>-또한 뇌 인지기능연구를 위한 동물모델시스템을 확립하고, 이와 관련된 뇌신경회로망을 분석하는 기술</p> <p>-신경세포의 신호 정보 처리 전달 과정과 작동 원리를 이해하고, 국소적 뇌회로망의 입체적 작동 원리 규명하는 기술</p> <p>-교육 및 환경에 의한 뇌신경계의 발달과 기능변화를 연구하는 기술</p>
--	--	---

출처 : KISTEP, 2016 기술수준평가, 2017.07

□ 기초연구 기술수준 및 격차

- 우리나라의 뇌·신경계 기능 분석기술의 기초연구 기술수준은 주요국가 중 가장 낮은 수준임
- (기술수준) 우리나라의 기초연구 기술수준은 최고 기술보유국(미국) 대비 68.3%로 추격그룹에 속함
 - 이는 주요국가 중 가장 낮은 수준이며, 응용·개발연구(67.9%)와는 비슷한 수준임
- (기술격차) 기초연구 기술격차는 조사 대상 국가 중 유일하게 5년 이상의 격차(5.5년)를 보이고 있으며 응용·개발연구(5.3년)에 비해 상대적으로 기술격차가 크게 나타남

<표 2-37> 2016년 뇌·신경계 기능 분석기술 최고기술국 대비 주요국 기술수준 및 격차

국가	기초연구 수준·격차			응용·개발연구 수준·격차			기술수준·격차		
	그룹	수준(%)	격차(년)	그룹	수준(%)	격차(년)	그룹	수준(%)	격차(년)
한국	추격	68.3	5.5	추격	67.9	5.3	추격	68.1	5.4
중국	추격	69.1	4.6	추격	64.7	5.1	추격	66.9	4.8
일본	선도	87.9	1.7	선도	89.2	2.1	선도	88.6	1.9
EU	선도	93.8	0.9	선도	94.5	1.0	선도	94.2	1.0
미국	최고	100.0	0.0	최고	100.0	0.0	최고	100.0	0.0

출처 : KISTEP, 2016 기술수준평가, 2017.07

□ 기초연구 기술수준 및 격차 변화(2014~2016)

- (기술수준) 기초연구의 기술수준은 조사국가 중 유일하게 감소하였고 그 감소폭은 응용·개발연구와 비슷한 수준
- (국가별) EU(4.9%p), 일본(4.0%p)은 4%p 이상 증가하였으며, 중국도 0.7%p 증가
- (연구단계별) 기초연구 기술수준은 2014년 대비 3.8%p, 응용·개발연구는 3.9%p 감소

<표 2-38> 뇌·신경계 기능 분석기술 최고기술국 대비 국가별 기술수준 변동(2014~2016)

국가	기초연구 수준(%)			응용·개발연구 수준(%)			기술수준(%)		
	2014년	2016년	증감(%p)	2014년	2016년	증감(%p)	2014년	2016년	증감(%p)
한국	72.1	68.3	-3.8	71.8	67.9	-3.9	72.0	68.1	-3.9
중국	68.4	69.1	0.7	68.1	64.7	-3.4	68.3	66.9	-1.4
일본	83.9	87.9	4.0	88.6	89.2	0.6	86.3	88.6	2.3
EU	88.9	93.8	4.9	91.6	94.5	2.9	90.3	94.2	3.9
미국	100.0	100.0	0.0	100.0	100.0	0.0	100.0	100.0	0.0

출처 : KISTEP, 2016 기술수준평가, 2017.07

- (기술격차) 최고기술보유국(미국) 대비 기술격차는 소폭(0.3년)으로 감소하였으나, 여전히 5년 이상(5.5년)의 격차가 나타남
- 중국의 경우 2014년 우리나라와 동일한 5.8년의 기술격차가 있었지만, 2016년 들러 1.2년 감소하며, 5년 안쪽으로 진입(4.6년)

<표 2-39> 뇌·신경계 기능 분석기술 최고기술국 대비 기술격차 변동(2014~2016)

국가	기초연구 격차(년)			응용·개발연구 격차(년)			기술격차(년)		
	2014년	2016년	증감(년)	2014년	2016년	증감(년)	2014년	2016년	증감(년)
한국	5.8	5.5	-0.3	5.5	5.3	-0.2	5.7	5.4	-0.3
중국	5.8	4.6	-1.2	5.9	5.1	-0.8	5.9	4.8	-1.1
일본	3.1	1.7	-1.4	2.6	2.1	-0.5	2.9	1.9	-1.0
EU	2.0	0.9	-1.1	1.9	1.0	-0.9	2.0	1.0	-1.0
미국	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

출처 : KISTEP, 2016 기술수준평가, 2017.07

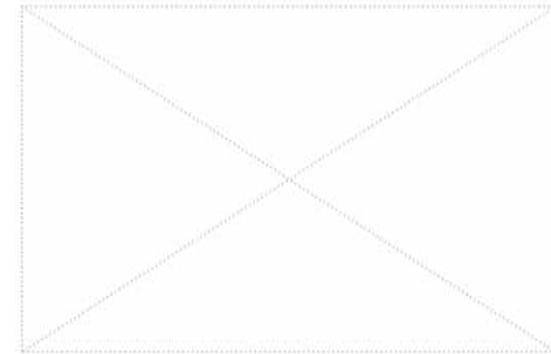
□ 기초연구 기술수준 감소 원인¹⁰⁾

- 그 간 실용화 위주의 R&D 정책기조로 인해 기초연구의 지원이 약함에 따라 최고기술보유국 및 조사국가 대비 상대적 기술수준이 감소했다고 판단됨
- 단기적 연구실적 중심의 R&D 정책과 실용화 실적 위주로 편중되어 있어 기초연구 수준이 미흡하고 격차를 좁히는데 한계가 있는 것으로 보여짐
- 기초연구의 최고기술보유국 대비 기술격차는 다른 국가들은 1.0~1.4년 줄인 반면, 우리나라는 -0.3년으로 격차가 더 늘어나 추격수준이 미흡함
- 기술격차 발생의 주요원인으로는 인프라(74.4%), 연구인력(66.9%), 연구비(57.5%) 등으로 조사됨
 - 뇌과학 관련 시설 및 장비가 대부분 고가이므로 기초연구가 주로 이루어지는 학계에서는 최첨단 장비의 부족을 절실히 느끼고 있음

10) KISTEP, 2016년 기술수준평가, 2017 인용

나. 국내 뇌연구의 국제적 논문 수준

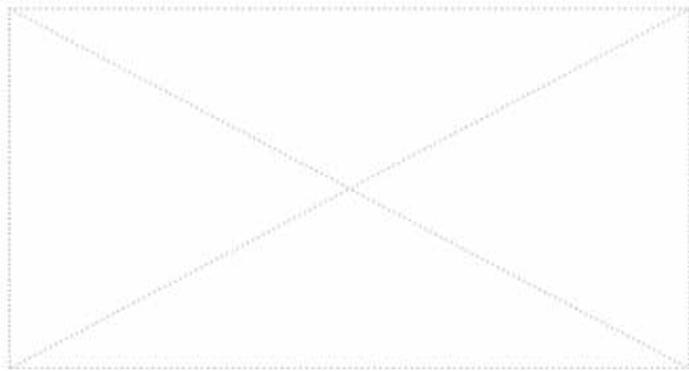
- JCR 뇌연구(neuroscience) 분야 239개의 SCI급 저널당 논문게재 건수에 기반하여 국가평균 순위를 뇌과학 선진국들 가운데 우리와 인구 규모가 비슷한 이탈리아, 일본, 영국 등의 나라들과 비교해 본 결과, 이들 나라들은 IF 전구간에서 대체로 끌고루 높은 순위를 기록하고 있음
- 이에 반하여 우리나라는 IF가 낮은 저널출판 순위는 상대적으로 높으나 IF가 높은 저널들로 갈수록 논문출판 순위가 상대적으로 낮아지는 개발도상국형 논문출판 형태를 보이고 있음



[그림 2-12] IF 구간별 논문게재 순위(국가별)

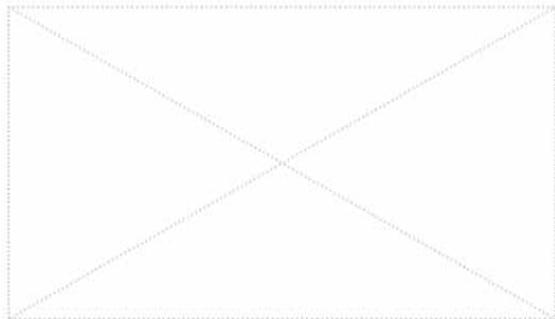
- 2016년 뇌과학원천기술개발사업의 논문성과를 기반으로 볼 때, 국내의 뇌과학자들은 주로 IF 5 미만의 SCI 저널들에 연구 성과를 논문으로 출판하고 있으며 신경과학 분야의 JCR 상위 20% 미만의 저널들에 출판을 하고 있는 것으로 파악됨
- 특히, 정부 R&D 평가기준에서 JCR 학문분야별 상위 퍼센타일 자료를 기준으로 채택하기 시작하면서 저널출판의 방향을 IF가 낮음에도 불구하고 JCR 상위 퍼센타일이 높은 저널에 출판하는 현상도 관찰됨(예: Scientific Reports, PloS One)
- 이러한 경향을 고려할 때, 전세계적으로 뇌과학 연구의 핵심주제별 전문적 연구내용이 활발히 교류되는 전문학술지에서 우리나라의 뇌과학이 대표성을 발휘하지 못할 우려가 있음. 이로 인해, 장기적으로 볼 때 국제적 뇌연구 상위그룹에 속하는 국내 우수연구자 층이 더욱 얇아지는 효과를 가져올 것으로 우려됨
- 뇌과학 전문기획위원들이 뇌과학 핵심 연구주제별 대표 저널들 (각 분야의 세계적 전문가들이 많이 읽고 연구동향을 알 수 있는 저널들)을 분야별로 1~2개씩 선정해 본 결과, 이들 저널들은 모두 IF 5~10사이에 분포하고 있었음 (일부 분야의 경우 IF 3~4사이도 존재)

- 이는 뇌과학 선진국으로 진입하기 위해서는 이 IF 구간의 저널들에 연구결과를 출판하는 연구자 층이 두텁게 분포해 있어야 함을 시사함



[그림 2-13] 2016년 뇌과학원천기술개발사업 논문성과 IF 구간별 논문 편수

- 이와 함께 뇌과학 선진국의 논문 출판 경향을 볼 때 우리나라가 뇌과학 연구 선진국 대열에 동참하기 위해서는 IF 5이상 (JCR 상위 20% 이상)의 전문 저널에 우수논문을 교신저자로서 주기적으로 출판하는 PI급 연구자의 수가 늘어나야 함



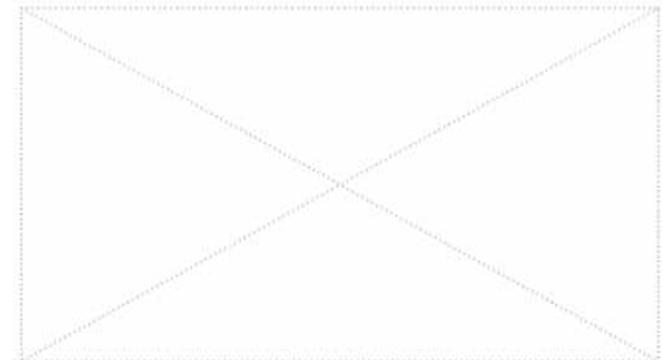
[그림 2-14] 2016년 뇌과학원천기술개발사업 논문성과 JCR 신경과학 분야 상위 구간별 논문 편수

3. R&D 인프라

3-1. 연구인력

□ 분석 개요

- (과제 범위) NTIS DB의 2012~2016년도 국가연구개발사업의 조사·분석 대상 사업 중 BT 내 뇌신경계 분야(뇌신경생물, 뇌인지, 뇌신경계 질환 분야) 과제(3,335개)*를 추출하여 분석
 - * 세부과제명, 연구내용요약문 등을 토대로 생명공학정책연구센터 실무자 및 바이오 전문가에 의해 관련 분야에 해당되는 과제로 판단되어 추출된 과제
- (인력 범위) 뇌신경계 분야 연구과제에 참여한 박사급 인력
- 뇌신경계 분야 국가연구개발 과제에 참여한 박사급 인력
 - 최근 5년('12~'16년) 간 국내 뇌신경계 분야 연구과제를 수행한 박사급 인력은 2,774명으로, '12년 754명에서 '16년 1,874명으로 꾸준히 증가하는 추세임
 - 국내 뇌신경계 분야 박사급 연구 인력의 전공 비중은 '12년에는 의약보건학이 가장 컸으나 최근 이학 전공자가 증가하는 양상으로 기초연구 인력들의 뇌신경계 연구 참여가 증가하는 것으로 보임
 - 의약보건학 비중 : ('12) 55% → ('16) 26%, 이학 비중 : ('12) 26% → ('16) 60%



[그림 2-15] 국내 뇌신경계 분야 박사급 이상 연구인력 현황(2012-2016년)

- 국내 뇌신경계 분야 연구 책임자는 대부분 대학 소속(82%)으로 기초연구에

집중('12~'16년, 연도별 중복허용)

- 연구책임자 소속 비중 : 대학(81.7%) > 연구기관(8.2%) > 병원(6.2%) > 기업(3.5%) 순

<표 2-40> 국내 뇌신경계 분야 연구책임자 소속기관 현황

(단위 : 명)

	대학	연구기관	병원	기업	총계
2012년	573	46	46	33	698
2013년	532	46	40	22	640
2014년	598	62	38	23	721
2015년	490	46	43	22	601
2016년	530	72	41	17	660
합계	2,723(81.7%)	272(8.2%)	208(6.2%)	117(3.5%)	3,320(100.0%)

출처 : 생명공학정책연구센터('18. 7. 25), NTIS 기준, 한국뇌신경과학회 자료 참고

- 최근 연구 분야의 다양화 및 다학제·융합연구의 확대 추세로 잠재적 뇌과학 연구 인력도 함께 증가하여 최소 2만여 명 이상이 될 것으로 추정
- 3개 뇌과학 학부(KAIST, DGIST, 이화여대) 및 18개 뇌특화 대학원 과정 뇌연구 인력 배출이 확대되고 있음
- 국내 뇌연구 분야 인력풀은 최근 뇌공학, 사회과학분야 등과의 융합연구가 증가함에 따라 2007년 4,000여 명에서 2016년 21,000여 명으로 대폭 확대 되었음

* 출처: 제3차 뇌연구촉진 기본계획(안), 2018

□ 우수 PI급 연구자 국내유입 및 뇌전공 박사 증가

- 최근 3년간 (2015~2017) 뇌신경과학계를 대표하는 Journal of Neuroscience, Neuron, Nature Neuroscience를 선택하여 저자의 한국국적이 포함된 논문수를 분석하면 교신저자로서 발표된 논문의 수가 각각 29, 6, 3편에 불과함
- 반면 교신저자가 외국인인면서 한국인의 국내 대학 또는 연구소가 표시된 논문의 수는 각각 22, 13, 8편으로 파악됨
- 이러한 통계적 수치는 국내 뇌과학 분야에 우수 PI급 연구자가 상당히 증가하고 있음을 의미
- Neuron이나 Nature Neuroscience에 비교신저자로 발표한 논문의 수는 각각 68%, 73%로서 최우수 뇌연구분야의 국가 경쟁력을 대표하는 논문의 한국인 저자들이 외국에서 국내로 유입되고 있으며 또한 많은 우수 연구인력이 해외에서 전문경험을 쌓고 있는 현실을 반영함

3-2. 연구 인프라

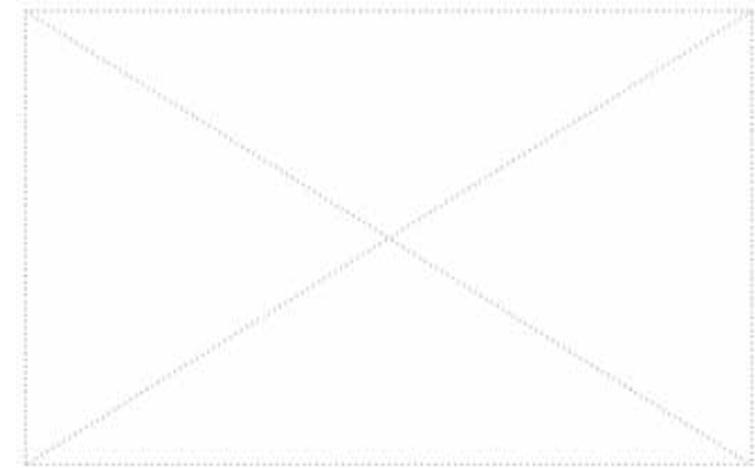
가. 한국뇌은행

□ 개요

- 국가 뇌연구 역량 활성화를 위하여 표준화된 뇌은행 운영시스템을 정립하고 스마트한 뇌연구 지원 서비스체계를 구축하여 인간 뇌조직을 이용한 뇌질환 연구의 발전을 도모하기 위해 2014년 한국뇌연구원 산하 기구로 출범 (舊국가 뇌조직은행)

□ 비전 및 목표

- 글로벌 수준의 뇌은행 구축을 통한 국가 뇌융합연구의 선도 및 건강증진을 위해 2022년까지 스마트 뇌연구지원 시스템 구축을 목표로 함



[그림 2-16] 한국 뇌은행 비전 및 목표

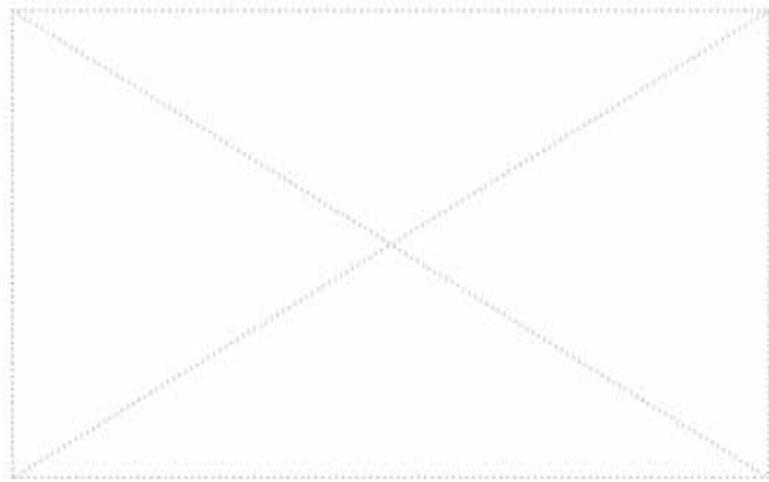
출처 : 한국뇌연구원 홈페이지

□ 추진체계

- 뇌기증에 대한 사회적 인식개선, 뇌조직 확보와 활용체계 구축을 위해 한국뇌은행을 중심으로 5개의 권역별 협력병원이 네트워크를 구축하여 운영
- (한국뇌은행) 협력병원뇌은행 운영지원 및 사업관리, 뇌자원 관리 SOP개발 및 교육·보급, 뇌자원 통합정보시스템 개발 및 포털 운영, 뇌자원 분양 데스크 운영 등을

수행

- (협력병원 뇌은행) 뇌기증 희망 등록, 뇌자원 부검·보존·분양관리, 뇌자원 입출고에 대한 통계자료 및 사업성과보고, 인체뇌자원 기탁 등을 수행



[그림 2-17] 한국 뇌은행 추진체계

출처 : 한국뇌은행 네트워크 홈페이지

□ 연도별 뇌연구자원 기증 등록 현황

○ 뇌자원 기증자 등록현황

- 뇌자원은 생명윤리 및 안전에 관한 법률 제2조 제11호의 인체유래물 중 뇌연구와 관련된 조직, 세포, 체액 등과 그로부터 분리한 산물 및 병리정보, 임상·역학정보를 말함
- 2018년 기준 시신 뇌자원(사후 뇌연구자원) 22명, 인체 뇌자원(생전 뇌연구자원) 315명으로 총 337명이 기증함

<표 2-41> 뇌자원 기증자 등록현황

(단위: 명)

연도	시신 뇌자원	인체 뇌자원	계
2015	5	-	5
2016	17	-	17
2017	40	455	495
2018	22	315	337
계	84	770	854

2018년 10월 31일 기준

○ 뇌연구자원 기증자 등록 세부현황

- (시신 뇌연구자원) 기증자 등록 세부현황을 살펴보면 여성보다 남성의 연구자원이 더 많이 확보되며, 2018년도에는 전년보다 기증자 수가 감소함

<표 2-42> 시신 뇌연구자원 기증자 등록 세부현황

(단위: 명)

연도	성별			태아 / 소아 / 성인			계
	남	여	확인불가	태아	소아	성인	
2015	1	4	-	-	2	3	5
2016	14	2	1	7	1	9	17
2017	24	13	3	15	-	25	40
2018	17	5	-	6	-	16	22
계	56	24	4	28	3	53	84

2018년 10월 31일 기준

- (인체 뇌연구자원) 시신 뇌연구자원에 비해 더 많은 자원이 확보되며, 인체 뇌연구자원에서는 남성과 여성의 기증자 수가 큰 차이를 보이지 않음

<표 2-43> 인체 뇌연구자원 기증자 등록 세부현황

(단위: 명)

연도	성별			태아 / 소아 / 성인			계
	남	여	확인불가	태아	소아	성인	
2017	205	250	-	-	81	374	455
2018	182	133	-	-	-	315	315
계	387	383	-	-	81	689	770

2018년 10월 31일 기준

□ 생전 뇌연구자원 기증희망 등록 현황

○ 뇌자원 기증 희망자 등록현황

- (현황) 뇌자원 기증 희망자는 2015년 24명, 2016년 146명, 2017년 241명으로 매년 증가추세이며, 2018년 종료 시에는 희망자 등록 수가 더 증가할 것으로 예상됨
- (세부현황) 2018년 10월 기준 기증희망 등록자는 남성이 92, 여성이 67명으로 남성과 여성 공통으로 연령이 올라갈수록 뇌연구자원 기증 희망자가 많아짐
 - (남성) 51명(40세미만) → 72명(40~59세) → 160명(60세이상)
 - (여성) 23명(40세미만) → 85명(40~59세) → 172명(60세이상)

<표 2-44> 생전 뇌연구자원 기증 희망자 등록 세부현황

(단위: 명)

연도	모름	남성				여성				계
		40세 미만	40 ~ 59세	60세 이상	소계	40세 미만	40 ~ 59세	60세 이상	소계	
2015	-	-	1	6	7	-	4	13	17	24
2016	-	33	16	33	82	9	22	33	64	146
2017	7	12	26	64	102	9	36	87	132	241
2018	5	6	29	57	92	5	23	39	67	164
계	12	51	72	160	283	23	85	172	280	575

2018년 10월 31일 기준

□ 뇌연구자원 확보 현황

- (현황) 시신 뇌연구자원은 최근 4년간 7,908개의 자원이 확보되었으며, 인체 뇌연구자원은 7,313개의 자원이 확보되어 총 15,221개로 파악됨
- (세부현황) 자원별 확보현황을 살펴보면 시신 뇌연구자원에서는 조직이 전체의 98.7%를 차지하며, 인체 뇌연구자원에서는 혈액이 55.1%로 가장 많은 비중임

<표 2-45> 뇌연구자원 확보 세부 현황

(단위: 개, 바이알)

연도	시신 뇌연구자원				인체 뇌연구자원						계
	조직	혈액	뇌척수액	소계	조직	혈액	뇌척수액	요	DNA	소계	
2015	830	5	-	835	-	-	-	-	-	-	835
2016	1,600	6	4	1,610	-	-	-	-	-	-	1,610
2017	2,727	22	66	2,815	76	1,800	988	174	190	3,228	6,043
2018	2,648	-	-	2,648	28	2,228	170	1,625	34	4,085	6,733
계	7,805	33	70	7,908	104	4,028	1,158	1,799	224	7,313	15,221

2018년 10월 31일 기준

□ 뇌은행별 뇌연구자원 보유현황

- (현황) 시신자원에서 조직, 혈액, 뇌척수액이 많이 확보되며, 인체자원에서는 요, DNA 자원 위주로 확보됨
- (세부현황) 한국뇌은행네트워크(KBBN)를 구성하는 각지의 병원마다 확보된 자원이 다르며 강원대병원의 자원이 타 병원보다 높은 것으로 나타남
 - (지역별) 강원대병원에서 보유한 시신자원 720개/바이알, 인체자원(4,070개/바이알)은 한국뇌은행네트워크로 보유한 전체 15,221개/바이알의 31.5%에 해당함
 - (자원별) 강원대병원에서는 혈액(2,293개/바이알)과 요(1,777개/바이알) 자원을 많이 확보하고 있으며, 서울아산병원에서는 조직(2,135개/바이알) 자원이 월등히 많음

<표 2-46> 은행별 뇌연구자원 보유현황

(단위: 명, 개/바이알)

KBBN	구분	중계	성별			태아	소아	성인	조직	혈액	뇌척수액	요	DNA	계
			남	여	모름									
계	시신 자원	84	56	24	4	28	3	53	7,805	33	70	-	-	7,908
	인체 자원	770	387	383	-	-	81	599	104	4,028	1,158	1,799	224	7,313
	소계	854	443	407	4	28	84	652	7,909	4,061	1,228	1,799	224	15,221
한국뇌은행	시신 자원	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	인체 자원	344	147	197	-	-	80	264	31	875	538	-	190	1,634
	소계	344	147	197	-	-	80	264	31	875	538	-	190	1,634

(단위: 명, 개/마이알)

KBBN	구분	증례	성별			태아	소아	성인	조직	혈액	뇌척수액	요	DNA	계
			남	여	모름									
강원대 병원	시신 자원	10	8	2	-	2	-	8	687	-	33	-	-	720
	인체 자원	265	151	114	-	-	-	187	-	2,293	-	1,777	-	4,070
	소계	275	159	116	-	2	-	195	687	2,293	33	1,777	-	4,790
서울 아산 병원	시신 자원	22	12	7	3	12	-	10	2,135	-	5	-	-	2,140
	인체 자원	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	소계	22	12	7	3	12	-	10	2,135	-	5	-	-	2,140
부산 백병원	시신 자원	1	1	-	-	-	-	1	52	-	-	-	-	52
	인체 자원	27	18	9	-	-	-	27	1	27	4	22	-	54
	소계	28	19	9	-	-	-	28	53	27	4	22	-	106
전남대 병원	시신 자원	10	6	4	-	1	-	9	703	-	-	-	-	703
	인체 자원	69	34	35	-	-	-	57	-	106	222	-	-	328
	소계	79	40	39	-	1	-	66	703	106	222	-	-	1,031
경북대 병원	시신 자원	5	4	1	-	-	-	5	671	-	-	-	-	671
	인체 자원	65	37	28	-	-	1	64	72	727	394	-	34	1,227
	소계	70	41	29	-	-	1	69	743	727	394	-	34	1,898
부산대 병원	시신 자원	6	5	1	-	-	-	6	322	-	-	-	-	322
	인체 자원	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	소계	6	5	1	-	-	-	6	322	-	-	-	-	322
서울대 병원	시신 자원	30	20	9	1	13	3	14	3,235	33	32	-	-	3,300
	인체 자원	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	소계	30	20	9	1	13	3	14	3,235	33	32	-	-	3,300

2018년 10월 31일 기준

□ 분양절차

- 분양신청부터 분양 후 관리까지 단계별 담당이 정해져 있으며 관련 서식과 규정을 준수해야 함

<표 2-47> 분양절차

단계	담당	절차	KBBN 서식
1	연구자	분양신청서 제출 ※ 단, 사후 뇌자원 분양신청시 현행법 부재로 뇌은행 관계자가 공동연구자로 함. (근거: 시체조직을 이용한 연구활성화를 위한 관계부처 및 전문가 회의 자료, 복지부, 170925)	<ul style="list-style-type: none"> • 뇌연구자원 분양신청서 • 뇌연구자원 이용계획서 • 개인정보 수집·이용 동의서 • 뇌연구자원 분양 관련 규정 준수 서약서 • 뇌연구자원 분양에 관한 합의서(2부) • 기관생명윤리위원회 심의 결과서 • 연구계획서
2	KBBN	서류접수·확인	
3-4	뇌은행	분양심의	<ul style="list-style-type: none"> • 뇌연구자원 분양 재심의 신청서 • 뇌연구자원 분양 재심의 결과서
5	KBBN	분양심의 결과 통지 ① 승인 : 5 단계로 이동 ② 보완 후 재심의 : 1 단계로 이동 ③ 부결 : 분양 불가	<ul style="list-style-type: none"> • 뇌연구자원 분양 심의 결과서
6	뇌은행	분양자원 배송	<ul style="list-style-type: none"> • 분양자원 수령확인서 • 뇌연구자원 분양에 관한 합의서(1부)
7	KBBN 뇌은행	분양 후 관리	<ul style="list-style-type: none"> • 분양자원 이의신청서 • 분양자원 이의신청 처리 결과서 • 분양자원 이용계획 변경신청서 • 분양자원 이용계획 변경신청 심의 결과서 • 분양자원 활용 결과 보고서 • 분양자원 폐기·반납 보고서

- 협력병원뇌은행을 통해 확보된 뇌자원의 체계적이고 효율적인 관리 및 연구자들의 접근성 향상을 위한 통합시스템을 구축('16년)
- 사후뇌자원 및 인체뇌자원 기록관리시스템(BRAMS) 및 포털을 구축하여 뇌자원바코드 및 뇌기증희망등록증 출력시스템을 연계함('17년)



[그림 2-18] KBBN 뇌자원기록관리시스템과 온라인 분량절차와의 연계도

나. 한국뇌연구원 첨단뇌연구장비센터

- 개요
 - 국내 뇌연구 역량을 결집하고 혁신적 뇌융합 원천기술 개발에 기여하고자 최첨단 뇌연구장비 구축과 사용지원을 담당하는 “첨단뇌연구장비센터”를 조직
- 보유장비 및 운영현황
 - 현재 한국뇌연구원과 국가연구시설장비진흥센터(NFEC)의 관리 하에 약 90여개의 첨단 이미징, 분석, 동물행동장비 등을 운영

<표 2-48> 뇌연구원 첨단뇌연구장비센터 장비 운영 현황

구분	주요 장비
이미징 장비	가변평면레이저현미경, 거대시료이미징 평면레이저 현미경, 고정형스테이지 도립현미경, 뇌/신경영상 입체해석학 시스템, 뇌신경영상분석시스템, 다광자 레이저 주사 현미경 시스템, 다체널 공초점 현미경용 분광 검출기, 라이브 셀 현미경, 라이브고속초해상도 현미경, 레이저 미세 해부 시스템, 생체내, 공초점 이미징 시스템, 세포전위차 측정장치, 슬라이드 스캔 시스템, 실시간 공초점 레이저 주사 현미경, 실시간 레이저 스펙클 미세혈류 영상측정기, 연속블록면 주사전자현미경, 자동도립형광현미경, 자동형광 현미경, 자동형광실체현미경, 자동화 연속 절편 시스템, 전방사 레이저 형광 현미경 시스템, 정립 고감도 공초점 현미경, 정립형광현미경, 초고감도 고해상력 레이저주사 공초점현미경, 초고속 스펙트럼 공초점 현미경, 초해상력현미경, 투과전자현미경, 형광현미경

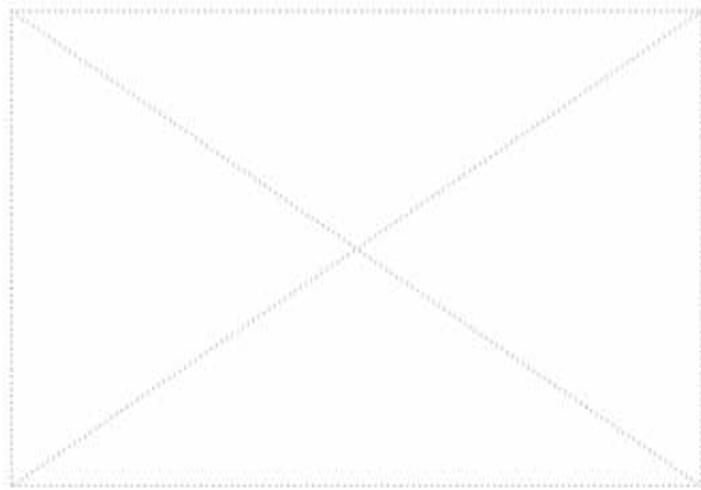
분석 장비	고사양 자동 세포 분리기, 고성능 단백질 대량정제 시스템, 고속 실시간 유전자 증폭 정량 장치, 고속 카이네틱 칼슘측정장치, 고속냉장원심분리기, 고속단백질 분리 정제 시스템, 고주파 고정밀 임피던스 분석기, 고해상도 분자영상화 질량분석기, 과산화수소 증기 멸균기(775), 과산화수소 증기 멸균기(778), 깔집분배시스템, 나노입자분석 시스템, 냉동절편기, 뇌절편/세포패치클램프기, 다기능 오염원 제거장치, 다중 채널전기자극시스템, 다체널 전기생리 측정장치, 단일세포 유래 전자동 대량유역기반 분획 및 라벨링 장치, 대용량 데이터 백업 시스템, 대용량 자동전기영동장치, 동결절편기(372), 동결절편기(438), 마이크로 초고속 원심분리기(349), 마이크로 초고속 원심분리기(365), 마이크로 초고속 원심분리기(377), 막단백질 결정화 스크리닝 장비, 미세등온적정열량계, 세포 및 조직분리수집시스템, 세포투과도 측정장치, 소동물용 신경세포활성 광기록 장비, 신경신호물질 및 전기생리학 측정장비, 실시간 세포대사 분석기, 실시간유전자증폭장치, 아이트랙커, 액체크로마토그래프 질량분석기, 액체크로마토그래피 시스템(HPLC), 양분형 고온고압멸균기, 울트라마이크로톰, 유전자도입총시스템, 입자 크기와 농도 측정 시스템, 자동시료추출시스템, 자동액체미량분주기, 자동조직처리장치, 장시간 세포관찰 분석시스템, 저산소 작업대 및 배양 시스템, 전극 위치 고정 시스템, 전기생리측정장치, 전기생리학 실험 시스템, 전자동특수염색기, 진공코팅기, 진동조직절편기, 초박절편기, 화상 이미지 분석기 (LAS4000), 화상이미지분석장치 (FUSION FX7), 회전식미세절편기, 회전형 레오미터 시스템
동물실험 장비	마우스용 공포 및 놀람반응 측정 시스템, 마우스용 대사량 측정 시스템, 마우스용 약물 자가주입 시스템, 소동물용 생체신호측정 및 해석시스템, 수동 및 능동회피장치, 운동능력측정시스템, 전임상 특수행동 분석장치

출처 : 한국뇌연구원 홈페이지

다. 한국뇌연구원 실험동물센터

□ 개요

- 뇌 질환동물모델의 유지·관리와 이를 이용한 행동분석/생체영상분석 실험을 하나의 공간에서 통합적으로 실시할 수 있는 ONE-STOP 뇌 용합 연구기반 제공



[그림 2-19] 한국뇌연구원 시설특징

□ 보유장비 및 운영현황

- Rodents (Mouse, Rat) 중심의 소동물 위주 동물실험시설로 연면적 3,760㎡(2개 층)의 공간에 각 용도별로 분리/구획된 시설로 구성

<표 2-49> 뇌연구원 실험동물센터 장비 운영 현황

구분	면적		구역별 현황			비고
	전체	사용구역	구역	사용실	지원실	
2층	1,880㎡	1,090㎡	영상분석/촬영구역	3	5	형질전환동물 행동분석 및 영상분석
			행동분석구역	3	11	
3층	1,880㎡	1,090㎡	청정사용구역A	4	3	형질전환동물 번식 및 계통보존
			청정사용구역B	11	1	

출처 : 한국뇌연구원 홈페이지

라. 한국기초과학지원연구원

□ 개요

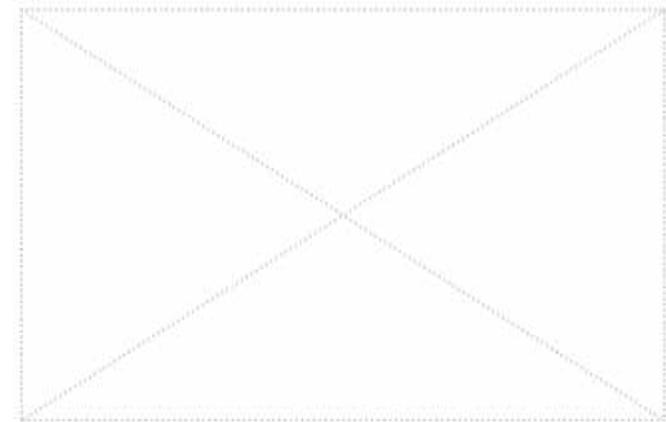
- 국가 과학기술 발전에 기반이 되는 기초과학 진흥을 위한 연구시설·장비 및 분석과학기술 관련 연구개발, 연구지원 및 공동연구 수행



[그림 2-20] 한국기초과학지원연구원 임무 및 비전

□ 주요기능

- 첨단 대형 연구장비의 구축·운영을 통한 연구지원 및 공동연구, 분석과학 연구를 통한 분석기술·장비 개발, 연구장비 전문인력 및 창의적 미래인재 양성, 국가연구시설·장비 총괄관리 전담



[그림 2-21] 한국기초과학지원연구원 주요기능 및 핵심전략

□ 보유장비 및 운영현황

- 한국기초과학지원연구원은 과학기술의 창의적 아이디어 구현과 기초연구의 난제 해결 등 국내외 연구기관의 새로운 연구영역 개척을 위해 국가적 선도연구장비를 설치·운영하고 있음

<표 2-50> 한국기초과학지원연구원 선도연구장비

주요장비	장비특성
초고전압 투과전자현미경(HVEM)	<ul style="list-style-type: none"> 원자분해능(0.12 nm)과 고경사각(±60°)의 동시수행으로 나노물질의 3차원 원자구조 분석 수행 가능 최첨단 에너지필터(HV-GIF) 장착으로 나노물질의 화학분석 수행 가능 특수 제작된 시편홀더를 구비/개발하여 저온과 고온의 실시간 분석 수행 가능
초고분해능 질량분석기	<ul style="list-style-type: none"> 세계 최고 자기장으로 초고분해능(>10,000,000) 질량분석 능력 보유 메트릭스보조레이저탈착이온화와 전자분무이온화를 동시에 사용 가능 분자영상 측정, APCI, APPI, 다차원 LC/MS/MS 등의 다양한 기능 보유 APCI, APPI 이온화 및 CID, ECD, ETD, IS-CAD 등의 다양한 tandem질량분석 가능
고자기장 자기공명장치	<ul style="list-style-type: none"> 초저온 프로브의 1H 민감도는 기존 실온 프로브의 4배 이상(8,000)으로 실험시간을 1/16으로 단축 100 μM 이하 단백질 측정 가능 100 μg 천연물의 ¹³C 실험 가능
고분해능 이차이온 질량분석기	<ul style="list-style-type: none"> 국내 최고 고분해능 이차이온 질량분석기 50 % 투과율과 10,000 질량분해능으로 1 ppm 검출한계 유지 동위원소 동시 분석이 가능한 다중검출기 안정동위원소 분석을 위한 낮은 배경값의 패러데이 검출기
차세대 융복합 in situ 나노분석 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 공정장비로 제작된 금속/산화물/반도체 나노소재의 물성(성분, 구조, 형태, 전기적/화학적 특성)분석을 시료의 공기 노출 없이 이루어짐 Recipe 기반의 자동화 공정장비와 실시간 분석이 가능한 분석시스템 공기 노출 없이 소자제작이 가능하여 operando 환경에서 전기적/화학적 특성분석 수행
초미세 이차이온 질량분석기	<ul style="list-style-type: none"> 세계 최고 공간분해능(50nm)의 이차이온질량분석기 미소 영역에서의 미량 원소 다중 검출 가능 높은 검출 감도의 경원소(H 포함) 이미지 분석
펄스초 다차원 레이저 분광시스템	<ul style="list-style-type: none"> 적외선-가시광선 에너지 영역에서 이차원 진동 및 전자 분광학 연구 수행 가능(나노입자, 광합성 시스템 등) 분자계 및 재료의 들뜸-탐침 펄스초 시간분해 흡광 분석 수행 가능(금속, 반도체 나노입자 등) 비선형 광학 현상을 이용한 결맞은 레이저 라만 분광 분석(SRS, CARS)
생물전용 초고전압투과전자현미경	<ul style="list-style-type: none"> 고경사각(±70°)과 고분해능(0.15 nm)을 이용한 세포 소기관 3차원 모델링 분석 고투과력(1,000 kV)/in-column 에너지과장치로 고컨트라스트 이미지 획득 가능 리미트리스 파노라마 기능 장착으로 광영역/고해상도 이미지 구현 시료의 급속 동결을 통한 극저온 전자현미경 분석 수행 가능
휴먼 7T MRI 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 초고자장 능동차폐형 7 테슬라 초전도 자석 및 경사자장 시스템 8채널 송신 및 32 채널 수신 RF 시스템 비침습적 초고해상도 영상 및 스펙트럼 촬영
SPE-800MHz 핵자기 공명분석기-질량 분석기 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 대사체 및 천연물 연구 분야에서 대사물질 확인 및 대사기전 규명 등 다양한 분야에 적용 가능한 통합 분석 시스템 혼합물을 LC로 분리 후 고감도 800MHz NMR과 UPLC-QTOF MS로 화합물의 구조 확인에 사용

출처 : 한국기초과학지원연구원 홈페이지

마. 대구경북첨단의료산업진흥재단

□ 개요

- 신약개발지원센터, 첨단의료기기개발지원센터, 실험동물센터, 의약생산센터 등 4개 전문센터를 구성

□ 보유장비 및 운영현황

- 센터별 최신 개발장비 시험장비 등 인프라 및 전주기적 기술개발 지원

<표 2-51> 대구경북첨단의료산업진흥재단 연구지원 분야 및 보유장비 현황

구분	주요내용	보유장비
신약개발지원센터	<ul style="list-style-type: none"> • 취약한 후보물질 개발 지원을 위한 글로벌 수준의 인프라 확충을 통해 신약 초기물질의 개발단계 진입 및 제약기업 기술이전 촉진 • 분자 모델링, 의약화학, 약물동태, 약효검색, 약리평가, 초기안전성 평가, 생물리구조분석, 초기제제, 공정화학등 최종 후보물질 도출을 위한 요소기술 통합 지원 • 신약개발 동향, 특허 등에 대한 정보 제공 및 국내 신약개발 산학연을 대상으로 후보물질 개발 지원, 기반기술 개발 지원, 기술서비스 지원 추진 	<ul style="list-style-type: none"> • 분자 모델링 • 의약합성 • 약효평가 • 약물 동태분석 • 독성평가 • 생물리 구조분석
첨단의료기기개발지원센터	<ul style="list-style-type: none"> • 연구장비 지원 : 융합영상지원장비, 연구지원장비(성능 및 신뢰성 평가장비 등) • 기술/신뢰성 해결 : 제품 기술 분석 및 개발기술 탑재 테스트 • 연구개발지원 : 성능 및 신뢰성 개선 지원, 제품화 기술 지원 • 산학연 네트워크 : 산.학.연.병원 네트워크를 활용한 공백 분야 지원 	<ul style="list-style-type: none"> • 영상융합지원장비 • 연구지원장비 • 신뢰성 평가장비 • 전자과 챔버
실험동물센터	<ul style="list-style-type: none"> • 동물모델 및 동물유래 생명 자원을 활용하여 의약품 및 의료기기의 유효성·안전성 평가 업무 • 국가 동물실험분야 핵심 인프라 • 신약후보물질의 유효성 및 예비안전성 평가 지원 • 의료기기 시제품의 유효성 평가 지원 • 의료제품 개발에 필요한 동물모델 제작 및 유지관리, 동물유래 바이오리소스의 수집, 보관 및 제공 	<ul style="list-style-type: none"> • 생체영상분석 장비 • 수술 장비 • 병리분석 장비 • 유전자변형동물 제작 관련 장비
의약생산센터	<ul style="list-style-type: none"> • (의약품 생산 지원) 연구개발용 의약품 수탁생산 및 시설 공동활용 • (분석지원) 연구개발 중인 원료·완제의약품의 분석, 분석법 개발, 밸리데이션 지원 사업 및 안정성 시험 등 분석사업 지원 • (GMP컨설팅 및 인허가 지원) GMP 시설 및 의약품 생산·분석 컨설팅, 인허가 관련 문서작성 및 업무진행 지원 	<ul style="list-style-type: none"> • 고형제 생산장비 • 주사제 생산장비 • 원료의약품 생산장비 • 품질관리장비

출처 : 대구경북첨단의료산업진흥재단 홈페이지

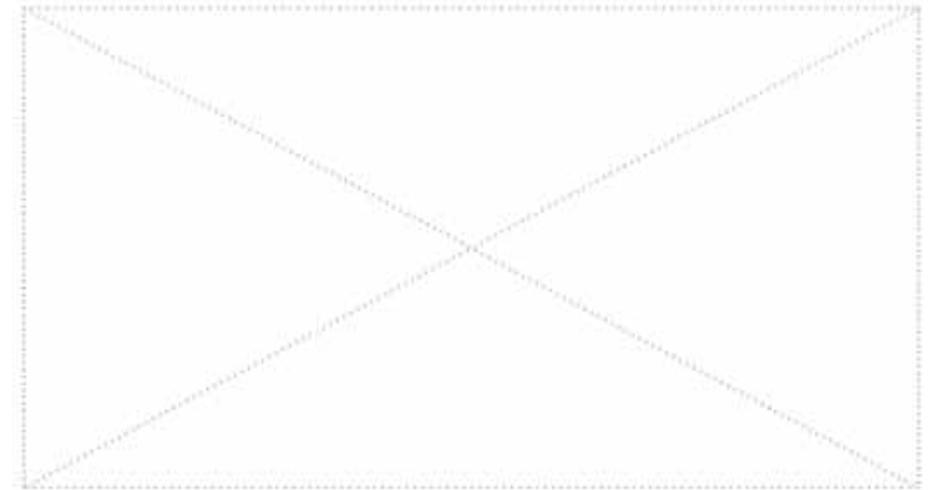
제 3 장 사업추진 방향 및 전략

제 3 장 사업 추진 방향 및 전략

제 1 절 사업비전 및 목표

1. 사업비전 및 목표

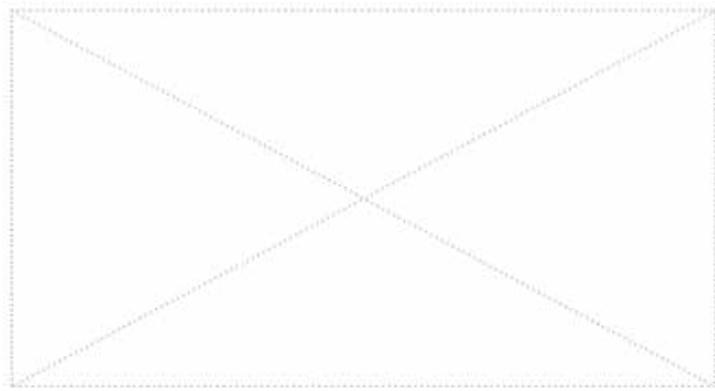
- 본 사업은 과학기술적 연구에 기반한 뇌의 이해 및 뇌질환 예방·극복을 위하여 연구자 중심의 기초·원천 연구로 설정하여, 현황 및 문제점을 파악하고 R&D를 통한 문제해결방안을 제시
- 본 사업은 기존 ‘뇌연구촉진 기본계획’ 기반의 국내 뇌과학 기초연구 구조적 문제점 부분에서 시작하여, 뇌과학 기초연구 역량 강화 및 나후 분야의 전략적 육성을 위한 뇌연구 고도화를 위한 기획
 - 단기·양적 성과 중심 사업 추진으로 창의적 연구주제의 중·장기적 연구과제 수행이 불가능한 환경이며, 소수 리더급 과학자의 초대형 펀딩사업 참여 후 후속 리더급 과학자 육성 정책 공백 등 존재
 - 기존 뇌연구촉진 기본계획(1~3차)은 국내 뇌과학 연구분야에 존재하는 구조적 문제점의 심도 있는 분석 없이 성과(SCI 논문수, IF 등)에 대한 표면적, 양적 기준에 의존
 - 4대 분야 구분(뇌신경생물, 뇌인지, 뇌공학, 뇌신경계질환)은 현대 뇌과학 흐름에 역행, 분야별이 아니라 개인 연구자 주도의 융합적 주제 연구로의 과감한 전환이 필요
 - 뇌과학 기초연구 강화 및 전략적 육성연구의 구성과 연구자 수요기반 창의적 과제 발굴을 통한 뇌과학 기초연구 역량 강화 및 나후 분야의 전략적 육성을 위한 뇌연구 고도화 사업 기획 방향 제시



[그림 3-1] 사업비전 및 목표

- 사업목표 - 국제적 우수연구자 저변확대를 통한 뇌연구 기초역량 강화
 - 본 사업의 목표는 JCR IF 5~8사이의 우수 뇌과학 저널에 주기적으로 연구 성과를 출판하는 PI급 연구자를 ‘국제적 우수연구자 층’으로 정의, 이 연구자 층의 국내 저변을 가시적으로 확대시킴
 - JCR IF 등의 정량적 기준이 학문의 수월성을 나타내는 지표로 완벽하지는 않으나 본 사업의 기획위원회의 뇌과학 각 분야별 전문가들이 선정된 뇌연구 핵심주제별 대표 저널들이 대부분 IF 5~8 구간에 분포하고 있는 것을 확인
 - 2016년 기준 뇌과학원천기술개발사업 수행자 성과현황에 따르면 약 200명의 뇌과학원천기술개발사업 수행연구자 중 약 30.5%가 IF 5이상의 저널에 출판한 우수연구자로 산정할 수 있음 (60 명)
 - 현재 한국뇌신경과학회 등록 연구책임자 수를 기준으로 800명의 뇌연구자중 신규 뇌연구 고도화 사업의 질적평가와 전문적 심층평가 등을 통해 최종적으로 30% 정도가 뇌연구 고도화사업 수혜자로 선정될 경우 본 과제 수행 연구책임자는 년200~250명 정도가 됨 (신규 및 계속과제 모두 포함)
 - 신규 사업을 통해 연구역량이 탁월한 잠재적 우수연구자들이 선정되면, 사업의 1단계가 마무리되는 5년후, 50% 정도인 년 100~125명의 연구자가 IF>5이상 우수논문을 발표할 것으로 기대됨

- 세계적으로는 중요성을 인정받고 있으나 국내에서 소외받던 중요 뇌과학 연구 분야도 새롭게 안정적인 연구비 지원 시스템을 통해 전략적으로 육성됨에 따라 우수 연구자 풀이 확대될 것임 (1단계 종료 시 추산한 100-125명 중 5 ~ 10% 차지).
- 2단계로 계속 사업이 진행됨에 따라 새로운 연구과제 선정 문화가 정착하면서, 연구 경쟁력을 갖춘 연구자들이 지속적으로 발굴되고, 1단계 선정된 과제 중 우수 과제가 리뉴되는 효과가 더해지면서 2단계 종료 시점인 10년후는 년 130~163 명 (65%), 3단계 종료 시점인 15년후는 그보다 조금 더 많은 년 160~200명 (80%) 정도의 연구자가 우수논문을 발표하는 연구자로 자리매김할 것으로 추산됨



[그림 3-2] 논문의 질적수준으로 본 우리나라의 현재 수준과 미래상

2. SWOT 분석 및 전략 도출

□ 문제정의 및 동향분석을 통한 SWOT 도출 및 전략 도출

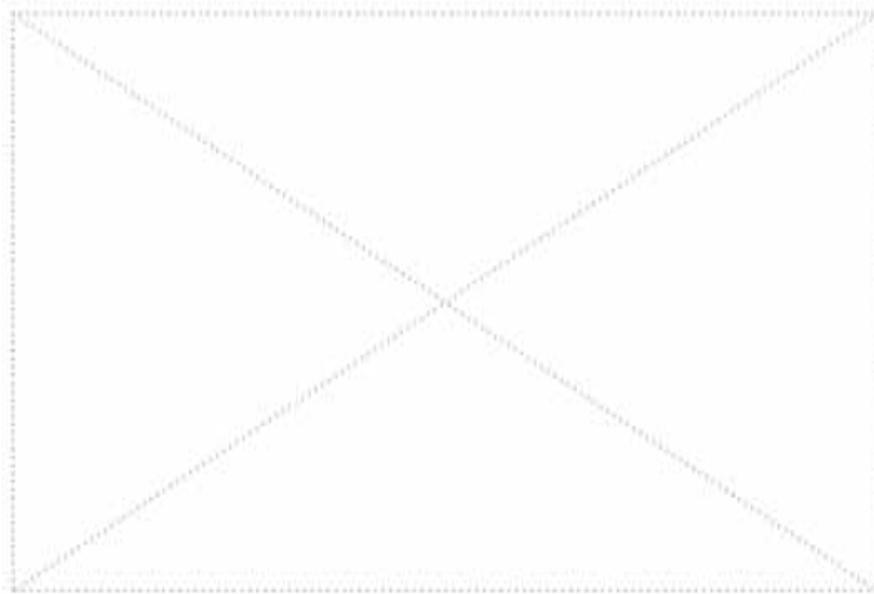
- 뇌연구의 내외부 환경요인을 파악하고, SWOT 분석을 통한 유형별 전략을 도출하여 뇌연구 고도화 사업 수립을 위한 전략방향 설정의 근거마련

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none"> • 꾸준한 정책적 투자로 인한 뇌연구를 위한 기초적 기반 마련 • 뇌과학 분야의 창의적 우수 연구인력 증가 추세 • 뇌연구촉진기본계획 수립 등 중점분야로서의 뇌연구 발전에 대한 정부의 강력한 의지 	<ul style="list-style-type: none"> • 뇌과학 핵심주제별로 볼 때 국제적으로 인정받는 우수 PI급 연구자 저변 취약 • 가시적 단기 성과 도출 강조로 인해 기초연구 생태계 위협 • 단기적이고 예측불가능한 연구프로그램으로 인해 뇌과학의 난제 및 뇌질환 해결을 위해 요구되는 모험적, 창의적 중장기 연구 어려움
기회(Opportunity)	위협(Threat)
<ul style="list-style-type: none"> • 고령화 및 4차 산업혁명 대응 중요성에 따른 뇌연구 관련 대국민 관심 증대 • 기초연구 역량 강화 및 연구지원 정책 혁신에 대한 국가 정책적 관심 고조 • 차세대 뇌과학을 선도할 우수 PI급 연구자 국내유입 및 뇌전공 박사 증가 • 전 세계적 뇌질환 극복을 위한 기초연구 기반 breakthrough 발굴 부진 	<ul style="list-style-type: none"> • 지난 10년간 뇌과학 발전 주요 동력이었던 뇌과학원천기술개발사업 일몰 우려 • 중국 등 신흥 뇌과학 강국의 부상으로 국가경쟁력 하락 우려 • 선진형 연구프로그램 및 인프라 미비로 우수 연구인력의 해외유출 ✓ 해외에 유출된 한국 유학생 이공계 박사 인력 2010년 8,080명 → 2013년 8,931명('2015년 이공계 인력 국내외 유출입 및 실태 보고서') • 미국, 유럽 등 뇌과학 선진국의 거대 뇌과학 프로그램 완성 시 국내 뇌연구 분야의 영구적 기술 종속 가능

[그림 3-3] 뇌연구 내외부 환경요인

□ 사업추진전략 도출

- SWOT 분석을 통하여 뇌연구 고도화 사업 계획수립을 위한 대응전략 설정의 근거 마련 및 성공적인 추진을 위한 3가지 전략 도출



제 2 절 사업추진 전략

1. 미들업 주제 중심 자율경쟁형 연구 프로그램 운영

<기존 사업의 문제점>

- 기존 “뇌과학원천기술개발사업”의 경우에 연구의 주제와 방법론 및 각종 제한사항까지가 모두 규정된 매우 구체적인 RFP로 연구과제의 공모가 이루어져 연구자의 자율성과 창의성 발휘에 한계가 존재
 - ☞ 이러한 형태의 과제공모는 뇌과학 연구 선진국인 미국의 NIH의 예를 보더라도 Contract라는 매우 특수한 탐다운 과제공모 및 운영에만 사용되며 정부가 연구자에게 요구하는 목표가 매우 구체적이고 확실한 경우에만 제한적으로 사용됨
 - ☞ NIH에서의 대부분의 연구과제는 Grant라고 부르는 보다 일반적인 연구자 주도형 연구과제 형태임
- 또한, Top down 중심의 뇌과학원천기술개발사업 보다 Bottom-up 방식의 기초연구사업의 성과가 질적수준 및 투자 효율성이 우수
 - ☞ (질적수준) 최근 3년간(‘14~’16년) 뇌과학원천기술개발사업 SCI(E) 논문 성과의 평균 mnrIF는 68.91로 기초연구사업의 뇌과학 분야(70.55) 보다 낮은 수준
 - ☞ (투자효율성) SCI(E)논문의 연구비 10억원 당 성과 또한 뇌과학원천기술개발사업은 ‘16년 기준 6.12인데 반해 기초연구사업은 15.35

구분	SCI(E)논문 mnrIF(2014~2016)	SCI(E)논문 투자대비 성과(2016)
뇌과학원천기술개발	68.91	6.12
기초연구사업 뇌과학 분야	70.55	15.35

- ☞ (논문 질적수준 고려 투자효율성) 과학기술정보통신부 2017년 주요 연구개발 성과분석 보고서에 따르면, 논문 질적수준 고려한 투자대비 산출성과가 뇌과학원천기술개발사업은 1억원 당 2.58건인 반면, 기초연구사업은 8.67건으로 분석

구분	연구비	SCI	비SCI	SCI orRmf합	비SCI (논문*0.7)	계	1억원당 가중 논문수
뇌과학원천기술개발사업	32,203	201	43	813	30	843	2.58
기초연구사업	768,034	16,413	2,873	64,595	2,011	66,606	8.67

- 개별 연구자들의 선정평가에 대한 신뢰도 및 만족수준이 낮음
 - ☞ 상이한 성격의 분야가 혼합되어 주로 수월성에 기반한 평가를 받는 기존 국내 R&D 평가 및 운영 시스템(뇌과학원천기술개발사업 포함)에서는 뇌과학과 같이 융합성이 높고 주제별 연구방법론 및 패러다임이 다양한 분야의 경우 전문적인 평가가 이루어지기 어려움
- 융합연구의 강조로 인해 개별연구자들이 수월성을 갖고 있는 연구주제를 지원하는데 소홀
 - ☞ 기존 뇌과학원천기술개발사업은 97%의 연구과제가 다수의 개별연구자들로 이루어진 집단연구 혹은 공동연구의 형태로 진행
 - ☞ 집단연구의 목표를 달성하기 위해 개별연구자 연구 효율성 저하
 - ☞ 집단연구 내에서 각각의 연구자들이 공동연구 주제와 관련성이 적은 개별연구를 수행하는 폐단이 나타남

□ (전략 1-1) 뇌과학 핵심 미들업 주제별 자유공모형 과제 지원 방식

- 뇌과학 분야 연구자들의 창의성 발현을 제고하기 위해, 어느 정도 넓은 범위를 갖는 연구 주제를 정하고, 그 주제 안에서 개별연구자가 구체적인 연구주제와 방법론을 제안하는“미들업(middle-up)” 방식을 적용

<미들업(Middle-up) 방식>

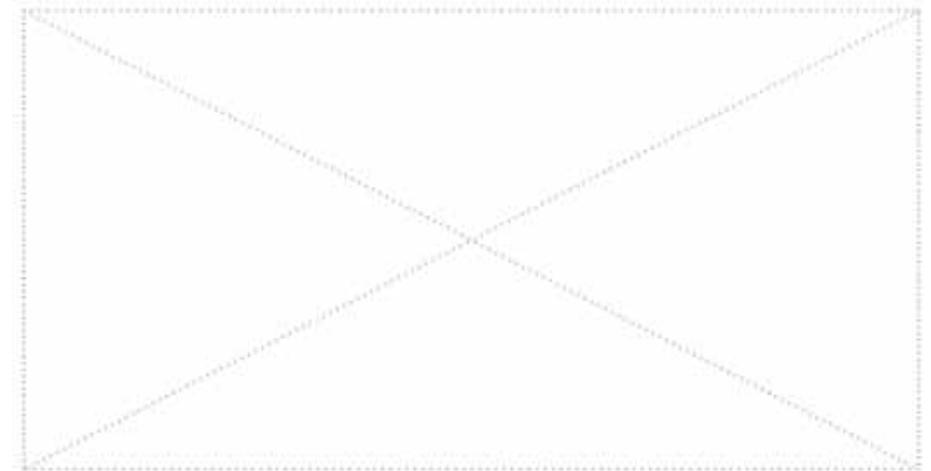
■ **개념**

- ☞ 어느 정도 정해진 연구 주제와 범위(Scope) 내에서 연구자가 그 주제와 범위에 부합하는 구체적인 연구 과제를 제안하는 방식
- ☞ 하향식(Top-down) 방법으로 연구분야(주제)를 설정하고 상향식(Bottom-up) 방법으로 연구 목표 달성

■ **예시**



- 뇌과학 분야에서 전세계를 선도하는 미국의 뇌과학 연구과제의 지원을 책임지고 있는 핵심기관 중 하나인 미국 국립 보건원(NIH)의 경우도 이러한 미들업 방식에 해당하는 과제지원 시스템을 오랫동안 운영해 옴
- NIH는 통합적 리뷰 그룹 (Integrated review group, IRG)이라는 이름하에 3-5개의 뇌과학 핵심 주제들을 매우 폭넓게 정해놓고 각각의 IRG 밑에 더 구체적인(그러나 여전히 폭넓은) 주제들을 여러 개의 스티디 섹션으로 배치함
- 개인연구자들은 자신이 계획하고 있는 연구의 주제와 방법론과 가장 가까운 IRG와 스티디섹션으로 자신만의 구체적 연구주제를 가지고 과제지원을 하는 시스템임



[그림 3-4] NIH의 연구지원 시스템

- 우리나라도 제4차 과학기술 기본계획에서 중점추진과제 중 하나인 연구자 주도의 창의적 연구에 대한 지원을 위해 연구자 주도의 자유공모형 연구 지원 확대를 추진

<제4차 과학기술기본계획 중점과제>

- 연구자 주도의 창의적 연구에 대한 투자 확대
 - ☞ 연구자들이 원하는 연구주제를 자유롭게 선택하고 수행할 수 있는 연구자 주도의 자유공모형 연구 지원 확대
 - '22년까지 자유공모형 연구지원규모를 '17년 1.26조원 대비 2배 확대
- 연구자의 자율성과 창의성 제고를 위한 사전기획절차 개선
 - ☞ 반드시 필요한 경우*에만 과제제안서(RFP, Request For Proposal) 작성을 허용하고 연구자 자율성 확대를 위해 RFP 간소화
 - 연구목표 달성을 위해 세부방법, 기술 등을 특정할 필요가 있는 경우

< RFP 간소화 방향 >

현행(As is)	개선방안(To be)
· 제안 기술범위가 지나치게 세부적, 연구자 참여 제한	· 광범위한 분야 제시, 연구분야 및 목적에 따른 RFP 가이드라인 제시

- 이에 따라, 본 사업에서는 5대 미들업 주제를 선정하고 이들 미들업 주제 내에서 개별연구자들이 자유롭게 구체적 연구주제를 제안할 수 있도록 함
- 5대 미들업 주제는 뇌과학 각 분야별 전문가들로 이루어진 기획위원회에서 (1) 뇌과학 관련 국제적 대표 학회(예: Society for Neuroscience)의 연구주제 분류체계와 NIH의 과제 운영시스템의 근간이 되는 IRG-스터디섹션 체계를 분석하고, (2) 국내 뇌과학자들의 연구영역들을 고려하여 설정
 - (5대 미들업 주제) “뇌발달 기전 이해 및 조절 연구”, “뇌세포 구조-기능 이해 및 조절 연구”, “인지 및 행동의 기전 이해 및 조절 연구”, “뇌노화 기전 이해 및 조절 연구”, “뇌과학 방법론 연구”

□ (전략 1-2) 주제 및 분야 내 치열한 경쟁으로 양질의 PI급 연구자 층 확대

- 국제적 우수연구자 층의 저변확대 및 연구 수준의 제고를 위해, 연구자 간의 경쟁 시스템 도입
- 이미 정해진 미들업 주제 내에서 개별연구자가 자신의 연구와 유사한 연구를 수행하는 다른 연구자들과 제한된 연구비를 획득하기 위해 경쟁하는 시스템은 뇌과학 선진국인 미국의 NIH의 IRG와 스터디섹션 기반 경쟁 시스템이 대표적이라 할 수 있음
- 미국은 이러한 시스템을 수십년 간 흔들림 없이 유지한 결과 전 세계적으로 뇌과학 연구에서의 압도적 우위를 점해 왔음
- 본 사업에서는 오로지 과학적 수월성에 기반하여 학문적으로 우수한 연구자의 과제계획서 및 연구성과만이 선정 및 지원될 수 있는 전문적인 연구주제별 경쟁시스템을 구축

□ (전략 1-3) 개인 및 집단 연구 형태의 선택 및 융합적 주제구성의 유연성

- 뇌과학의 주제와 방법론은 매우 다양하며 분야에 따라 개인이 특정 주제를 장기간 연구하는 형태의 개인연구가 더 활발히 이루어지는 분야가 있고 융합적으로 연구팀이 움직여 연구가 이루어지는 분야가 있음
- 본 사업의 뇌연구 프로그램에서는 개별연구자가 본인의 연구주제를 연구하는데 가장 적합한 방식을 판단하여 개인연구와 집단연구의 형태를 결정할 수 있도록 할 예정임
- 미국 NIH의 메인 그랜트 시스템인 R01 그랜트의 대부분이 개인연구로 진행된다는 점과 본 사업의 기획과정에서 이루어진 수요조사 결과 개인연구과제에 대한 선호도가 공동연구과제에 비해 높았다는 점 등을 근거로 볼 때, 본 사업이 시작되면 약 70%정도의 지원과제가 개인과제일 것으로 예상됨
- 미국 NIH의 R01 그랜트 연구계획서와 같이 개인연구과제 지원 시에도 개별 PI의 전문성을 벗어난 기술 구현을 위해(즉, 단순한 기술적 도움 및 자문을 얻기 위한 목적) 공동연구자를 과제계획서에 포함시킬 수는 있으나, 이 경우 공동연구자에게 연구비 지원은 최소화함
- 본 사업에서도, 연구의 성패를 좌우할 수 있는 중요한 기술을 공동연구자에게 의존하는 경우 집단연구 형태로 지원할 수 있도록 과제지원 및 평가의 가이드라인을 분명히 제시
- 집단연구는 전문적 심사결과 개별연구자들의 공동연구의 필요성이 주제적 측면 혹은 방법론적 측면에서 분명히 입증되어야 하며 연구성과에 공동연구자들의 과학적 공헌도가 분명히 드러나야 함 (예: 논문에 공동저자로 기록되어야 하며 공동연구자 각각의 구체적 공헌사항이 분명하게 기재되어야 함)

2. 전략적 분야 육성 프로그램 운영

<기존 사업의 문제점>

- 국내 뇌연구 수준은 대체로 전통적 생물학적 연구 패러다임을 사용하는 분야의 경우 국제적인 수준과 격차가 크지 않으나 그 밖의 몇몇 분야는 국제적으로 매우 뒤쳐져 있음
- 이처럼 뒤쳐진 분야 중 특정 분야들은 과학의 진보와 시대의 흐름을 고려할 때 전략적으로 과거에 비해 상대적 중요성 혹은 위상이 달라졌으며, 국가의 경쟁력 제고 차원 및 뇌연구 패러다임의 고도화를 위해서 전략적 보호육성이 필요함
- 특히, 인간을 위한 뇌연구라는 제3차 뇌연구추진 기본계획의 목표실현도 요원할 것으로 판단됨 따라서, 제3차 뇌연구추진기본계획에 명시된 중점과제들 중 “인간 뇌이해를 위한 뇌연구 고도화”와 “4차산업혁명 대응을 위한 창의적 뇌융합연구”를 위해서는 계산신경과학 분야와 인간 뇌인지 연구 분야를 전략적으로 육성해야 할 필요가 있음

□ (전략 2-1) 선진국 대비 뒤쳐진 분야의 전략적 육성을 위한 연구 프로그램

- 뇌과학 연구 고도화와 제3차 뇌연구추진 기본계획의 실현을 위해 육성이 시급한 인간 뇌인지 연구와 계산신경과학 연구의 두 분야는 전통적인 생물학적 연구패러다임을 사용하는 뇌 연구 분야나 질병치료와 관련된 병리적 기전 연구 분야에 비해 연구성과의 객관적 지표가 낮음
- 이런 특성으로 인해 본 사업의 자율경쟁형 미들업 주제 중심 연구프로그램에서 동등한 자격으로 이들 분야의 개별연구자가 다른 연구자들과 경쟁할 경우 자생력을 잃게 될 가능성이 크다고 판단됨
- 따라서, 아직 자체적으로 치열한 경쟁을 통해 연구의 수준을 높일 단계가 아니라고 보고 선진국과 비교하여 어느 정도 경쟁력을 갖출 때까지 연구센터 사업의 형태로 분야의 육성을 도모

□ (전략 2-2) 제3차 뇌연구추진 기본계획 실행을 위한 인간 뇌인지 연구지원

- 제3차 뇌연구추진기본계획의 중요한 추진방향 중 하나는 “인간의 이해에 다가가는 뇌과학” 구현임. 현재 설치류를 비롯한 동물모델을 중심으로 이루어지고 있는 뇌과학 연구패러다임에서 도출된 지식이 인간에게 유용하게 쓰이려면 인간을 대상으로 한 뇌연구가 반드시 동물연구와 병행되어야 함은 자명함

- 그러나, 우리나라의 인간 뇌인지 연구는 미국이나 유럽 등 뇌과학 선진국에 비해 매우 열악한 인프라와 소규모의 전문가 집단을 중심으로 이루어지고 있으며 연구주제도 매우 제한적인 주제에 머물러 있어 다양성 확보가 시급함
 - 현재의 문제점을 극복하고 비교적 빠른 시간 안에 선진국과 경쟁할 수 있는 학문적 토대를 마련하기 위해서 인간을 대상으로 뇌인지 기전을 연구하는 ‘인간 뇌인지 연구센터(가칭)’를 만들어 부족한 분야를 육성하기 위한 전략적 노력을 하고자 함
- (전략 2-3) 뇌과학 연구의 고도화와 4차 산업 대비를 위한 계산신경과학 연구지원
- 알파고 사건을 계기로 계산신경과학의 파급력이 일반인들에게도 널리 알려짐. 뇌의 작동원리를 연구하는 과정에서 이론의 정립과 복잡한 데이터의 분석, 그리고 실험이 불가능한 상황에서의 실험적 상황별 시뮬레이션 등에 계산신경과학은 필수적이며, 이미 선진국에서는 이를 통해 뇌과학 연구의 고도화를 이루고 있음
 - 인공지능을 비롯하여 뇌와 기계와의 상호작용에 의존하는 미래 산업이 폭발적으로 늘어날 것으로 예측되는 현 상황에서 미래 국가경쟁력을 크게 좌우할 뇌과학의 한 분야인 계산신경과학 분야는 선진국에 비해 국내에서 매우 열악한 연구 환경을 유지하고 있음
 - 우리나라는 수학과 컴퓨터 과학 및 공학 분야에 우수한 인재를 많이 보유하고 있으며 계산신경과학은 전통적으로 이론과 계산에 의한 접근법을 주로 해왔기 때문에 많은 비용과 인프라 및 인력이 요구되는 실험분야에 비해 비교적 단시간 안에 선진국과의 격차를 줄일 수 있을 것으로 예측됨
 - 계산신경과학 분야는 인력양성 및 인접 관련 뇌과학 연구분야와의 네트워크 형성이 급선무로 보임. 이를 위해, 우수한 계산신경과학자의 교육과 양성에 힘쓰고 인접 뇌과학 분야와의 활발한 교류 및 공동연구를 수행할 수 있게 할 계획임

3. 연구프로그램의 전문적 운영을 위한 지원체계 구축 및 운영

<기존 사업의 문제점>

- 정부의 기존 이공계기초연구사업이나 원천기술개발과제와 같은 국책사업의 연구과제 평가는 상피제도를 비롯하여 단기간에 리뷰 패널 구성을 해야 하는 제약 등을 보여 왔음
- 이와 더불어, 리뷰 패널 내에 한두명의 특정분야 전문가만이 존재하고 나머지 전문가들은 상이한 분야의 전문가들이라는 한계로 인해 심층토론이 불가능함. 해당 특정분야의 전문가들로 구성된 리뷰 패널에 의해 한 과제를 대상으로 집중적인 과학성 검토가 이루어지는 심층평가가 진행되기 어려운 시스템
- 심층평가는 결여되어 있는 반면 평가 시 연구과제 PI에 의해 이루어지는 발표 평가가 큰 비중을 차지하다 보니 피상적인 과제계획 평가가 이루어질 수밖에 없음
- 국내 뇌과학의 수준을 선진국 수준으로 끌어올리기 위해서는 연구자의 창의성에 기반을 둔 자율공모형 연구과제 지원 시스템과 함께, 연구계획서에 담긴 연구자의 과학적 수월성과 창의성을 전문적으로 판단할 수 있는 선진국형 평가 시스템이 뒷받침되어야만 함
- 이러한 평가시스템을 이미 미국과 같은 선진국에서는 수십년 간 변함없이 운영해 오고 있으며, 연구 주제별 심층 리뷰보드(study section)를 이용한 심층평가 시스템의 효율성 및 우수성은 이미 세계적으로 정평이 나있음
- 또한, 기존의 선정 평가 시스템은 대부분 심층토론 등을 거치지 않고 속성으로 이루어진 전문가 판단에 의존하는 경향이 큰 관계로 지원 과제의 미선정 시 미선정 이유에 대한 학문적 설명이 부실하였고, 이로 인해 앞으로의 선정 평가에 다시 지원할 경우 선정 가능성 등에 대한 예측이 매우 불투명한 한계를 안고 있음
- 기존의 뇌과학원천기술개발 사업과 같은 국책 R&D 사업 운영체계의 경우 매우 구체적인 RFP가 작성되어 연구자의 창의성을 제한하는 측면도 문제점이지만, 뇌과학의 핵심 주제들 중 일부 특정 주제에 한정하여 특정 해에 과제를 모집하고 다른 주제들에 대해서는 과제 모집 공고가 전혀 이루어지지 않는다는 문제점도 안고 있음
- 이로 인해, 특정 주제를 연구하는 개별연구자들은 자신의 연구의 시급성과 무관하게 막연히 자신의 연구 분야의 과제 공고가 나기를 기다려야 하는 문제점을 직면해 왔음
- 이에 따라, 제4차 과학기술기본계획에서는 과제선정의 전문성 강화 및 도전성 중심의 다양한 평가제도 도입을 추진
 - ☞ 최고의 전문 평가자 풀*을 다양하게 확보하고 기초연구 및 대형 장기사업에 전문가 평가단** 도입
 - * SCI 상위 10% 논문게시자, 평가 이력에 따른 우수자, 우수연구수행자 등
 - ** 기초연구 : 기초과학·바이오·ICT 등 분야별 평가단, 대형 장기사업 : 과제별 평가단 구성 및 선정-단계-최종 책임평가제 도입
 - ☞ 경력 등에 관계없이 독창성·혁신성·도전성 등으로 지원받는 방식을 도입하고 과제의 질적 검토를 위한 절대평가제도 활성화
- 즉, 상기한 문제점들의 해결책은 미국 NIH의 그랜트 지원 시스템과 같이 예측가능한 주기로 모든 핵심 주제들에 고정된 순환 주기를 갖는 연구비 지원 시스템을 운영함으로써 해결가능한 것임

□ (전략 3-1) 연구주제별 전문적 심층 리뷰 시스템

- 연구계획서에 담긴 연구자의 과학적 수월성과 창의성을 전문적으로 판단할 수 있는 심층리뷰 시스템을 구성 운영
- 심층 리뷰 시스템 운영(안)
 - (심층 리뷰보드 구성) 5개 미들업 주제 중심 자율경쟁 프로그램별 10인 내외
 - (심층 리뷰 방식) 심층토론을 통해 전문가들이 과제의 과학적 이점과 실현가능성에 초점을 맞춘 평가방향을 추구
 - 지원된 과제의 과학성 평가 시에 풍부한 경험과 지식을 갖춘 관련 분야의 권위자들이 심층토론이라는 형태를 통해 집단지성을 발휘하여 최대한 전문적, 객관적인 평가를 지향하는 시스템을 운영
 - 학문적 타당성에 대한 전문적 평가 측면에서 많은 문제점이 지적되어 온 기존의 발표평가는 평가시스템에서 배제
 - 대면평가인 발표평가 시 1~2명의 평가위원의 의견에 의한 과제 선정, 평가자와 피평가자의 이해관계에 의한 평가가 우려되는 바, 평가의 객관성, 공정성 확보가 어려움
 - (평가의 주관점) 사업의 목적을 고려 연구성과를 국제적으로 우수한 학술지에 출판할 수 있는가를 중요한 평가요소로 간주
 - 기존의 평가 시 주요 평가항목이었던 성과활용(40점)을 배제하고, 연구계획의 충실성 및 예상성과의 수월성에 중점을 둠

기존		
평가항목	세부항목	배점
연구계획	연구과제의 창의성 및 혁신성	20
	연구계획의 타당성	15
연구역량	연구책임자 및 공동연구자의 연구경력 및 연구업적	25
성과활용	원천기술 확보가능성 및 기대효과	20
	성과창출전략의 적절성	20
합계		100

변경		
평가항목	세부항목	배점
인력 적절성	연구책임자의 전문성	15
	참여 연구인력의 역량	5
연구 타당성 및 목표 적절성	연구 필요성 및 타당성	20
	연구목표의 적절성	10
추진계획의 충실성	연구내용의 충실성	15
	연구추진계획(전략)의 적절성	25
수월성	예상 연구성과의 수월성	10
합계		100

- (결과의 활용) 객관적이고 구체적인 지표들에 의해 점수화된 결과 및 심층평가 과정에서의 토론내용을 제안자에게 제공
 - 이를 통해, 우수한 과학적 성과를 도출하는데 전문가 집단이 도움을 주는 철학을 가지고 시스템을 운영

□ (전략 3-2) 순환적이고 예측가능한 분야별 수요 기반 펀딩 시스템

- 미들업 연구 주제들은 중장기적이고 지속적으로 우수한 연구에 꾸준히 연구비를 제공하여야만 우수연구자 확충이라는 가시적인 성과를 낼 수 있으므로, 해마다 일정한 주기로 모든 분야에 동일하게 과제 모집 공고를 내고 지원을 하는 것을 원칙으로 함
- 이러한 시스템을 통해, 특정 주기의 평가에 의해 미선정되더라도 지원자가 심층평가의 결과로 제공되는 전문가들의 건설적인 코멘트와 심사 결과 순위(Percentile)를 참조하여 다시 지원 계획을 세울 수 있는 예측성을 크게 높인 시스템을 운영
- 연구비의 주제별 할당은 주제별 과제지원 수를 보고 수요기반으로 유연하게 할당함을 원칙으로 하고 사전에 미리 할당하지 않음으로써 연구자들이 분야별 전문성보다 경쟁력이나 분야별 연구비 규모를 보고 과제 지원을 하는 등의 예상되는 폐단을 방지

□ (전략 3-3) 전문적이고 객관적 평가 문화 정착을 위한 연구자 네트워크 운영

- 미국 NIH 스타디섹션의 경우 R01 그랜트 수혜자들은 스타디섹션에 리뷰어로서 참여 요청이 있을 경우 반드시 참여하는 것을 원칙으로 함
- 우리나라에서도 전문적이고 객관적인 평가 문화가 정착되고 과학적 수월성 유지의 목표를 달성할 수 있도록 연구자들이 스스로 사명감을 가지고 선진 시스템의 운영에 적극 참여할 필요가 있음
- 본 사업이 시행되면, 기존 뇌과학원천기술개발사업의 수혜자는 심층평가를 위해 반드시 봉사하는 것을 원칙으로 할 예정이며 향후 연구프로그램의 과제 수행자 역시 같은 봉사규정을 두어 연구문화의 유지와 개선에 과학자들 스스로가 참여하는 시스템을 정착시키는 것을 목표로 함
- 현재 뇌과학원천기술개발사업 총괄/단위과제 책임자 중심으로 평가위원 Pool을 구성하고 필요 시 IBS, 뇌연구원, KIST 등 책임연구원들도 평가자로 활용
- 또한, 연구프로그램 과제 수행자는 과제협약서에 평가위원 참여를 의무사항으로 명기

- 심층평가 리뷰보드에서 봉사하는 연구자들은 국가적으로 그 학문적 권위를 인정받은 학자임을 공개적으로 알 수 있도록 하여 우수연구자 네트워크가 자연스럽게 형성되도록 하며 이러한 네트워크 활동을 통해 연구자 간의 학술적 정보교환도 도모할 수 있을 것으로 예측됨
- 궁극적으로는 뇌과학의 핵심 주제별 우수 연구자 네트워크가 과제의 지원으로부터 평가 및 운영과 긴밀하게 관련되어 있는 시스템을 구축함으로써 연구자들이 자신의 주제별 연구수준의 향상에 사명감과 책임감을 갖도록 유도하며 창의적인 아이디어 및 기술협력이 일어날 수 있는 생태계를 조성하는 것을 목표로 함

제 4 장 세부 연구계획

제 4 장 세부 연구계획

제 1 절 연구개요

1. 중점추진분야 도출

가. 미들업 방식 선정

- 2018년 뇌과학원천기술개발사업 과제 참여연구자의 96% 이상(총괄, 세부, 위탁연구자를 포함한 총 191명의 연구자중)이 집단 연구과제를 수행하고 있으며 각각의 연구자들이 공동연구 주제와 관련성이 적은 개별연구를 수행하는 문제가 있음
- 연구의 주제와 방법론 및 각종 제한사항까지가 모두 규정된 매우 구체적인 RFP로 연구과제의 공모가 이루어져 연구자의 자율성과 창의성 발휘에 한계가 있음
- 연구자들의 선정평가에 대한 신뢰도 및 만족 수준이 낮음



[그림 4-1] 뇌과학원천기술개발사업 참여 연구자 분포('18년)

- 신규 사업추진의 타당성 및 방향에 관한 설문조사를 실시하였으며 설문조사의 주요 결과는 다음과 같음
- 뇌관련 전문가 303명중 95%가 일몰대비 후속사업의 필요성이 있다고 응답함



[그림 4-2] 뇌과학원천기술개발사업 일몰대비 후속사업 필요성 여부(N=303)

- 복수 및 단수응답을 모두 포함하면 78% 이상이 “우수학문성과 도출”이 후속사업의 핵심가치라고 응답함

- 반면에 경제발전-실용화기술개발이 후속사업의 핵심가치라고 응답한 경우는 6%에 불과함



[그림 4-3] 뇌과학원천기술개발사업 후속사업의 핵심가치(N=303)

- 복수 및 단수응답을 모두 포함하면 70% 이상이 “개인연구과제”를 후속사업의 연구개발과제 형식으로 선호하고 있음



[그림 4-4] 뇌과학원천기술개발사업 후속사업의 연구개발과제 형식 선호도(N=303)

- 복수 및 단수응답을 모두 포함하면 72% 이상이 “연구자가 제안하는 형식”을 후속사업의 연구주제 결정 방식으로 선호하고 있음

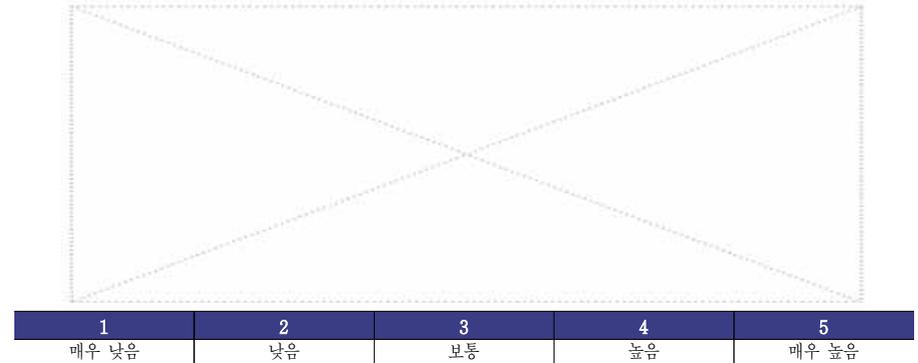


[그림 4-5] 뇌과학원천기술개발사업 후속사업 주제결정 방식(N=303)

- 많은 연구자들은 “뇌과학원천기술개발사업 후속사업에 대한 희망”에 관한 질문에 “너무 구체적인 RFP 혹은 타다운 방식의 주제기획”이 지양되어야 한다고 응답함

- “너무 구체적인 RFP 혹은 타다운 방식의 주제기획 지양”
- “분야별 다양성 고려한 선정 및 평가 필요”
- “최대한의 많은 연구자가 연구비 수혜를 받음으로써 개별연구자의 다양한 창의성이 발휘될 수 있도록...”
- “우수 해외 뇌과학자들이 들어올 수 있는 일자리 창출로 열악한 인적자원 극복 급선무 (대학의 협동과정 식의 뇌과학은 도움안됨)”
- “공동연구시 연구책임자에게 책임만 있고 공동연구자에 대한 실질적 권한은 없어 책임있는 공동연구 어려움”
- “3+(중간평가)+2라는 제도의 모순 개선 필요 - 5년간의 꾸준한 노력을 지켜 볼 필요”
- “선정평가의 전문성 강화를 위해 대면평가 폐지 필요”
- “고등동물(예:영장류)을 이용한 연구 확대 필요”
- “단일주제를 깊이있고 오랫동안 연구해온 연구자에 대한 우대 필요”

- 설문조사 결과와 기획위원회의 논의를 바탕으로 국내 뇌연구의 질적 성장이 가장 시급한 과제를 확인
- 설문조사 결과 78.6%가 우리나라 연구수준이 선진국 대비 낮다고 응답하였으며, 기초연구 질적 수준 향상이 중요하다는 의견의 비중이 가장 큼

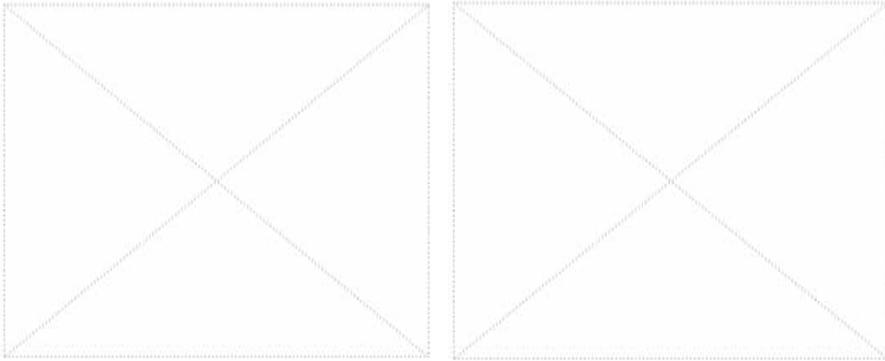


[그림 4-6] 현재 수행 중인 연구 분야의 선진국 대비 연구수준(N=14)



[그림 4-7] 뇌연구 고도화 사업 추진목표 중요도(N=15)

- 또한, 한국의 논문발표 실적은 우수 저널일수록 낮아지는 경향이 있으므로 질적 성장이 시급함
- 일례로, 비슷한 인구 및 경제규모를 갖춘 이탈리아의 경우 IF 5에서 10 사이의 모든 신경과학저널의 평균국가 순위가 9위인 반면 한국은 18위에 그치고 있음



[그림 4-8] 뇌과학 주요 저널 게재 논문순위

[그림 4-9] 뇌과학 분야 저널 IF 구간별 순위

- 기획과정에서 확인된 또 하나의 질적 연구수준 향상 저해요인으로 현대의 융합적 주제 중심 뇌연구 트렌드와 맞지않는 기존 4대 분야별 연구 분류 체계와 국내 뇌연구자 분포 및 연구동향에 기반한 시스템 부재, 예측가능한 분야별 지원플랜 결여, 분야별 전문가 집단에 의한 심층심사제도 결여 등이 확인됨

□ 미들업 방식 타당성 검토

- 미들업 방식 추진이 연구 효율성을 제고한다는 의견에 대한 타당성 검토를 위해 기존 Bottom-up 방식의 선행 사업을 분석
- 분석결과 Top down 중심의 뇌과학원천기술개발사업 보다 Bottom-up 방식의 기초연구사업의 성과가 질적수준 및 투자 효율성이 우수한 것으로 도출
- (질적수준) 최근 3년간('14~'16년) 뇌과학원천기술개발사업 SCI(E) 논문 성과의 평균 mrnIF는 68.91로 기초연구사업의 뇌과학 분야(70.55) 보다 낮은 수준
- (투자효율성) SCI(E)논문의 연구비 10억원 당 성과 또한 뇌과학원천기술개발사업은 '16년 기준 6.12인데 반해 기초연구사업은 15.35

구분	SCI(E)논문 mrnIF(2014~2016)	SCI(E)논문 투자대비 성과(2016)
뇌과학원천기술개발	68.91	6.12
기초연구사업 뇌과학 분야	70.55	15.35

출처: 과학기술정보통신부, 과학기술정보통신부 주요 연구개발사업 성과분석보고서 2017, 한국연구재단, 2017년 뇌과학원천기술개발사업 성과분석, 2018 재인용

- (논문 질적수준 고려 투자효율성) 과학기술정보통신부 2017년 주요 연구개발 성과분석 보고서에 따르면, 기초연구사업이 논문 질적수준 고려한 투자대비 산출성과가 우수한 것으로 분석
- 뇌과학원천기술개발사업은 1억원 당 2.58건인 반면, 기초연구사업은 8.67건으로 분석

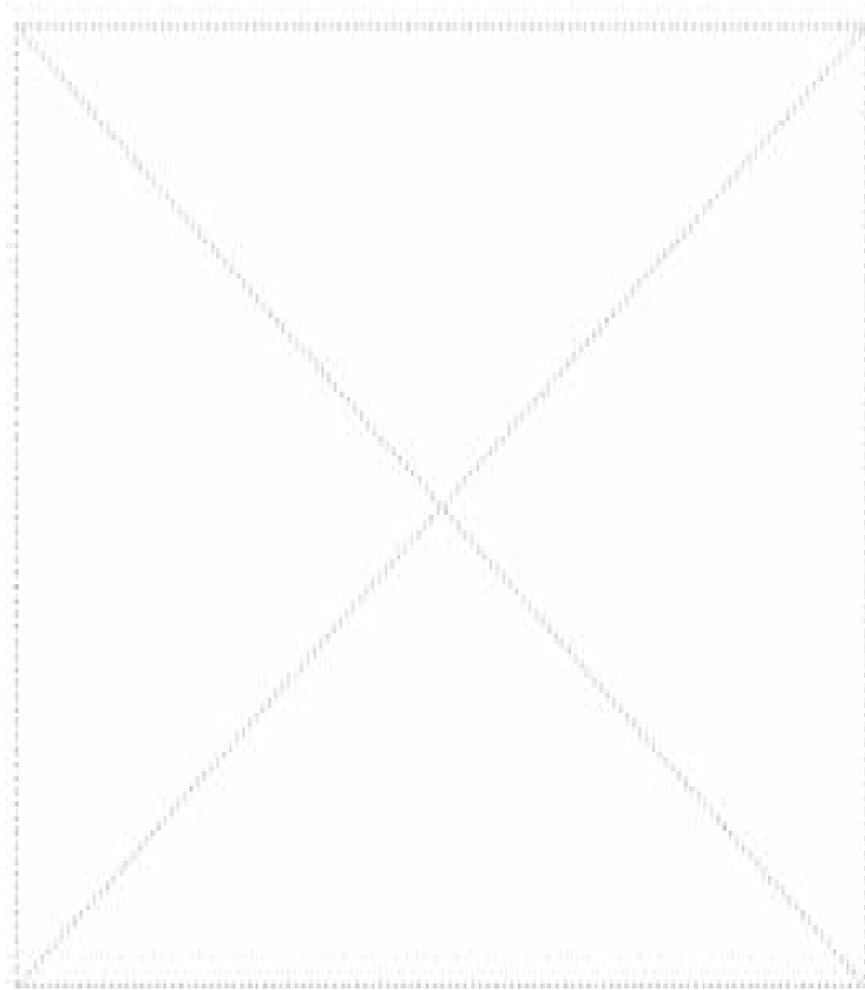
구분	연구비	SCI	비SCI	SCI oRnif합	비SCI (논문*0.7)	계	1억원당 가중 논문수
뇌과학원천기술개발사업	32,203	201	43	813	30	843	2.58
기초연구사업	768,034	16,413	2,873	64,595	2,011	66,606	8.67

출처: 과학기술정보통신부, 과학기술정보통신부 주요 연구개발사업 성과분석보고서, 2018

나. 미들업 주제 도출

- 국내 뇌연구 수준의 질적 향상 목표를 이룩하기 위해 본 사업에서는 개별 연구자가 이미 정해진 넓은 범위를 갖는 연구주제 내에서 자유롭게 구체적인 연구주제를 정하여 연구를 진행하는 미들업 지원 방식을 구현하고자 함
- 미들업 연구지원 및 관리 프로그램의 구축을 위한 선수작업으로 국내의 뇌과학 연구자들이 본인의 연구주제별로 과제의 지원과 평가를 받을 수 있는 미들업 주제의 선정이 요구됨
- 미들업 주제는 미국 NIH의 통합리뷰그룹(IRG) 시스템에서 각 그룹의 명칭과 같이 국내 대부분의 뇌과학 연구자들이 본인의 연구주제를 연관시킬 수 있도록 비교적 넓은 범위의 주제 분류 시스템을 따라 작성함
- 이 과정에서 기존 4대 뇌과학 연구분야(뇌신경생물, 뇌인지, 뇌의약학, 뇌공학)가 주제별 구성을 추구하는 미들업 시스템에 맞지 않는다고 판단하여 주요 연구주제에 따른 분야 분류를 시도함
- 뇌과학의 여러분야로부터 참여한 기획위원들이 여러 차례 회의를 통해 중점주제를 선정하였으며 그 과정에서 아래와 같은 사항들을 고려하였음
 - 국내의 연구동향을 반영하여 뇌연구 관련 주요 연구 주제를 선정하되 주제 별 국내 연구자 수요를 고려하여 연구 주제를 너무 세분화 하지 않도록 함
 - 연구 방법론이 아닌 연구주제(research question)를 중심으로 분야를 분류할 것
 - 정상 뇌의 기전에 대한 연구와 비정상적인 뇌의 기전에 대한 연구를 모두 한 주제 내에서 허용함으로써 기존의 질병과 질환 명 중심으로 포괄적으로 연구되던 방식을 탈피함 (기전연구가 배제된 순수 임상연구는 지양함)
 - 미래의 뇌연구에서 중요한 위치를 차지함에도 불구하고 선진국과 국내 연구 수준간의 격차가 매우 심한 주제 혹은 분야가 나올 경우 전략적 육성 분야로 포함시킴

- 중점주제 도출을 위해 미국 신경과학회(Society for Neuroscience 또는 SfN), NIH, NSF 등에서 사용하고 있는 뇌연구 분야를 참고하였음
- SfN의 연례 학술대회 포스터 분류에 사용하고 있는 체계가 현대 뇌과학의 거의 모든 주제를 총체적으로 포함하고 있어 본 기획에서 주제 선정의 원형으로 활용하였음
- SfN에서 사용하는 대분류는 10가지 주제로 A. 발달, B. 신경활성, 시냅스, 교세포, C. 신경퇴행성질환 및 손상, D. 감각계, E. 운동계, F. 통합적 생리 및 행동, G. 동기와 감정, H. 인지, I. 기술, J. 역사와 교육임
 - 각각의 대분류 안에는 중분류와 소분류로 세분화 되어 있음. 한 개의 대분류 내에 약 10개 내외의 중분류 주제가, 그리고 1개의 중분류 안에 5-10개의 소분류 주제가 포함되어 있음
- 중분류 이하로 내려가게 되면 해당 주제에 대한 연구자 수가 급격히 감소하는 것이 국내 뇌연구의 현실이므로, 국내 연구자의 수와 분포를 종합적으로 고려하여 분류의 수준은 SfN의 대분류 수준이 적절하다고 기획위원들의 논의를 거쳐 판단함
- SfN 대분류 수준에서 역사와 교육을 제외하더라도 9개 분야가 되는데 이 역시 국내의 모든 분야에서 연구자 수요 및 향후 평가자 공급이 원활치 않을 것으로 예상되어 재분류를 통한 분야 정의 작업을 진행함 (다음 페이지 그림)
- 기획위원회에서 소분과 별 논의를 통해 1차적으로 가칭 뇌발달, 분자세포신경, 인지 및 행동, 노화 및 퇴행, 신경계 손상 및 회복, 뇌공학의 6개 주제를 선정하여 논의를 시작함
- 각 소분과 별로 중요 키워드 및 국내 대표연구자 풀을 제시한 결과 키워드, 연구자가 중복되는 주제들을 통합하고, 뇌신경과학회 공청회에서 제시된 의견을 수렴하여 특정 연구 주제가 부각되거나, 반대로 특정 주제가 소외되지 않도록 주제를 조정함
 - 분자세포신경 주제는 신경세포(회로) 구조 기능 이해 및 조절로 변경되었다가 교세포 등 모든 뇌세포를 범위로 함을 분명히 하기 위해 뇌세포 구조 기능 이해 및 조절로 최종 확정함
 - 신경계 손상 및 회복은 노화 및 퇴행 연구자와 대부분 중복되는 것으로 파악되어 두 주제를 통합함. 노화 및 퇴행에서 퇴행은 비정상적 노화로 볼 수 있으므로 주제 명을 뇌노화 기전 이해 및 조절로 최종 확정함



[그림 4-10] 주제도출 과정

- 위와 같은 도출 과정을 거친 후, 뇌의 작동원리를 총체적으로 이해하기 위해서는 생애 전주기에 대한 연구가 필수적이며, 뇌질환 또한 생애 전주기에 걸쳐 연구되어야 하는 특성을 지니므로 생애 주기에 따른 연구주제를 뇌의 작동원리 연구주제와 통합, 재분류하여 아래와 같이 5가지 중점 연구주제를 선정함

- ① 생애 주기의 첫 단계로 뇌가 형성되는 구조적/기능적 원리 및 이 단계에서 발생하는 병리적 기전에 대한 연구 → 뇌발달 기전 이해 및 조절 연구
- ② 초기 발생 후 형성된 뇌세포 및 뇌세포들로 이루어진 신경회로의 구조와 신경신호 전달 원리의 이해 및 이와 관련된 병리적 기전에 대한 연구 → 뇌세포 구조와 기능의 이해 및 조절 연구
- ③ 사람을 비롯한 동물의 다양한 행동과 인지적 정보처리의 뇌과학적 기전을 세포수준으로부터 시스템 수준까지 다양한 수준에서 설명하고자 하는 것을 주요 목표로 하는 연구 (비정상적 행동과 인지의 기전 연구도 포함) → 인지 및 행동의 기전 및 조절 연구
- ④ 생애 주기의 마지막 단계로 나타나는 노화와 밀접히 관련된 뇌 구조 및 기능 변화의 기전, 그리고 뇌의 노화 및 뇌기능의 퇴행과 관련된 연구 → 뇌노화 기전 이해 및 조절 연구
- ⑤ 뇌신호의 측정 및 조절 등 뇌과학 연구에 필수적인 다양한 기술을 개발하고 고도화시키는 것을 주목적으로 하는 연구 → 뇌과학 방법론 연구

- 5개 연구 주제 외에 뇌연구의 방법론에 대한 연구분야와 전략적으로 육성해야 할 것으로 시급성이 확인된 중점 주제 2가지를 추가함

- ⑥ 인간의 뇌 작동기전을 이해하는 것을 주목적으로 하며 병리적 기전보다는 정상적 뇌기능 측정을 바탕으로 이루어지는 인지적 정보처리와 행동에 대한 연구 → 인간 뇌인지 기전 연구
- ⑦ 이론적, 수리적으로 뇌의 작동원리를 이해하는 것을 주목적으로 하며 실험적으로 밝혀진 자료에 대한 정량적 관계 도출, 실험이 불가능한 뇌기능에 대한 이론적 시뮬레이션 등을 수행하는 연구 → 계산신경과학 연구

2. 중점추진분야 정의와 범위

가. 5대 미들업 주제

□ 뇌발달 기전 이해 및 조절 연구

- 발생과정에서 뇌신경계의 형성의 생물학적 원리를 규명하여 뇌신경계세포의 분열, 분화, 이동, 시냅스 형성의 이해 및 신경줄기세포의 발생, 분화에 대한 생물학적 운영 원리를 규명하는 것을 목표로 하며, 이를 바탕으로 뇌발달 장애인 영유아 뇌기능 장애에 대한 병인을 규명하여 치료 및 진단의 원천기술을 제공함

<표 4-1> 뇌발달 기전 이해 및 조절 연구 정의 및 범위

구분	주요 내용
정의	<ul style="list-style-type: none"> • 발생과정에서 뇌 신경계의 형성의 생물학적 원리를 규명하여 뇌 신경계 세포의 분열, 분화, 이동, 시냅스 형성의 이해 및 신경줄기세포의 발생, 분화에 대한 생물학적 운영 원리를 규명하는 것을 목표로 하는 연구 • 이를 바탕으로 뇌발달 장애 기전 및 조절 방법 연구 포함
범위	<ul style="list-style-type: none"> • 신경계 발생단계에서 세포의 분열, 분화, 이동에 관한 연구 • 중추신경계 세포의 분열, 분화, 이동의 기전 연구 및 이의 조절 기술을 연구 • 신경계 세포 간의 신호 전달 통로인 시냅스의 형성 및 가소성과 관련된 생물학적 기전을 연구 • 신경줄기세포를 활용하여 뇌질환 치료에 필요한 기전을 규명 • 미성숙한 뇌발생 과정에 기인한 비정상적인 신경계 발달 장애의 기전에 관한 연구 • 뇌신경계의 발생 과정을 이해하기 위한 다양한 동물 모델 및 연구 기법 사용 • 분자생물학, 세포생물학, 유전학적 기법 및 다양한 이미징 기술을 활용 • 뇌신경계의 발생 과정 이해를 위한 다양한 동물 모델 활용

□ 뇌세포 구조와 기능의 이해 및 조절 연구

- 뇌를 구성하는 흥분성 신경세포와 여타 교세포들의 구조와 기능, 이들 세포 간 상호작용, 신경회로 및 회로망의 구조 및 작동원리를 규명하는 것을 목표로 함

<표 4-2> 뇌세포 구조와 기능의 이해 및 조절 연구 정의 및 범위

구분	주요 내용
정의	<ul style="list-style-type: none"> • 뇌를 구성하는 신경세포와 여타 교세포들의 구조와 기능, 이들 세포 간 상호작용, 신경 회로 및 회로망의 구조 및 작동원리를 규명하는 연구
범위	<ul style="list-style-type: none"> • 이온통로단백질, 신경세포막 수용체, 시냅스 집합단백질 등 주요 막 단백질 구조/기능 연구 • 신경세포 구조/기능을 조절하는 세포 내외 신호전달 기전 이해, 이에 기반한 신경세포 조절 연구 • 다양한 교세포들의 구조/기능 연구 및 교세포와 다른 세포들 간 상호작용의 기전 및 이에 기반한 세포 및 회로 조절 연구 • 신경 활성화 및 연결 조절의 기전 연구. 세포 간, 뇌 부위 내 혹은 부위 간 연결체 기능 및 특성 연구 등 신경 회로망의 구조와 기능 연구 • 뇌세포 및 회로의 이상과 연관된 뇌질환 관련 분자, 세포 수준의 병리적 기전 연구를 포함. 병리적 기전 연구의 경우 질병과 뇌질환과 관련된 구체적 기전 연구에 한하며 특정 질병이나 질환 자체에 대한 포괄적 연구 지양 • 뇌세포 구조와 기능의 기전에 대한 연구와 더불어 이를 조절 및 통제하기 위한 연구도 포함 • 세포, 동물, 인간 유래 세포 등을 모두 대상으로 하며 전기생리학, 신경화학, 구조생물, 생화학, 세포생물, 분자유전학, 다양한 종류의 영상기술, 광유전학/화학유전학, 약리학 등의 기법 사용 • 단일세포유전자발현분석, 유전체분석 등 생명정보학을 활용한 유전체학 및 단백질체학 등 빅데이터 연구

□ 인지 및 행동의 기전 이해 및 조절 연구

- 다양한 행동과 인지적 정보처리의 뇌과학적 기전을 신경계가 구성되어 있는 원리와 기능을 토대로 분자와 세포로부터 신경회로와 시스템에 이르기까지 다양한 수준에서 규명하는 것을 목표로 함

<표 4-3> 인지 및 행동의 기전 이해 및 조절 연구 정의 및 범위

구분	주요 내용
정의	<ul style="list-style-type: none"> • 다양한 행동과 인지적 정보처리의 뇌과학적 기전을 신경계가 구성되어 있는 원리와 기능을 토대로 분자와 세포로부터 신경회로와 시스템에 이르기까지 다양한 수준에서 규명하는 연구
범위	<ul style="list-style-type: none"> • 인간과 동물을 모두 연구 대상으로 하며 정상적 기전과 병리적 기전을 모두 연구 주제로 포함 • 병리적 기전의 연구는 특정 질병이나 질환 자체에 대한 포괄적 연구는 지양하고 질병 및 뇌질환과 관련된 구체적 기전 연구에 중점 • 인간을 비롯한 동물의 행동을 설명하기 위해 뇌의 기능적 연구를 하는 것을 핵심으로 함. 다양한 자극의 처리를 위한 감각, 지각 등의 연구와 자극에 대한 반응을 위한 운동을 포함, 이를 매개하는 학습, 기억, 주의, 의사결정, 감정, 정서, 동기, 사회인지 등의 연구가 포함 • 동물의 기능적 항상성(homeostasis) 유지를 위한 다양한 행동(예: 섭식행동, 성행동, 수면, 생체리듬, 체온조절, 중독, 통증 등)과 관련된 중추신경계, 자율신경계, 신경내분비계, 신경면역계, 신경호르몬계 등의 조절적 기능에 대한 연구도 포함 • 인지 및 행동의 작동 기전에 대한 연구와 더불어 뇌세포와 신경회로의 조절을 통해 이를 조절 및 통제하기 위한 연구도 포함 • 뉴로이미징, 분자생물학, 유전학, 생화학, 생리학, 전기생리학 등의 다차원적이고 다양한 신경신호 측정 방법론들이 인지 및 행동의 측정법과 함께 사용 가능함 • 침습적 방법과 비침습적 방법이 모두 사용될 수 있음

□ 뇌 노화 기전 이해 및 조절 연구

- 노화와 관련된 뇌구조 및 기능 변동의 분자 기전, 조절 방법 등의 발굴 연구와 뇌 노화와 관련된 다양한 질환의 원인규명, 예방, 진단, 병태생리기전규명, 조절방법 발굴을 목표로 함

<표 4-4> 뇌 노화 기전 이해 및 조절 연구 정의 및 범위

구분	주요 내용
정의	<ul style="list-style-type: none"> • 노화와 관련된 뇌구조 및 기능 변동의 분자 기전, 조절 방법 등의 발굴 연구와 뇌 노화와 관련된 다양한 질환의 기전 및 병태생리 기전 규명, 조절 방법 발굴을 목표로 하는 연구
범위	<ul style="list-style-type: none"> • 뇌신경계 노화의 기전 연구 • 뇌 노화의 분자세포생물학적 기전 연구 • 뇌 노화에 따른 사회, 행동학적 변화 기전 연구 • 시스템적 뇌 노화 연구를 포함 • 노화 및 뇌신경계 퇴행 관련 뇌질환 세포, 세포생물학적, 개체 수준의 기전 규명 및 치료 관련 연구 • 신경계의 손상 및 재생 연구. 신경 염증 기전 이해 및 조절 연구를 포함 • 침습적 방법과 비침습적 방법이 모두 사용될 수 있음 • 뉴로이미징, 분자세포생물학, 유전학, 생화학, 생리학, 전기생리학, 약리학, 해부학, 행동학, 생물 정보학, integrative omics 등의 다차원적이고 다양한 방법론의 사용이 가능함

□ 뇌과학 방법론 연구

- 뇌연구에 필요한 기술 및 뇌질환 치료를 위한 연구 고도화를 목표로 하는 분야로 뇌신호를 직접 측정하고, 뇌신경회로를 조절하며, 뇌를 모방하는 새로운 알고리즘 연구를 목표로 함

<표 4-5> 뇌과학 방법론 연구 정의 및 범위

구분	주요 내용
정의	<ul style="list-style-type: none"> • 뇌연구 및 뇌질환 치료를 위한 기술 개발 및 기술의 고도화를 목표로 하는 연구
범위	<ul style="list-style-type: none"> • 뇌연구에 필요한 신기술 및 기존 기술의 고도화를 포함하며, 뇌연구의 결과물을 뇌질환 치료 등에 적용하기 위한 다양한 기술들을 포함 • 인간과 동물 대상의 기술들을 모두 포함 • 뇌의 활성화 측정을 위한 다양한 방식의 뇌신호 및 뇌활성도 측정 기술들을 포함하며, 침습적인 방법 및 비침습적인 방법, 최소 침습적인 방법 등 측정 방법에 대한 제한이 없음 • 측정된 신호를 분석하는 알고리즘 및 소프트웨어 등을 포함 • 뇌 회로 연구 및 뇌질환의 치료를 위하여 뇌신경회로의 정밀 제어 및 조절이 가능한 신기술 및 기존 기술의 고도화를 포함 • 뇌의 기능을 모방하는 알고리즘이나 전자회로 및 뇌의 구조를 모방하는 세포 기반의 플랫폼 개발 기술 등을 포함 • 뇌연구를 위한 뇌모방 기술과, 차세대 고성능 뇌모방 칩 등 다양한 형태의 뇌 모방 기술 개발을 포함

나. 전략적 육성 주제

□ 인간 뇌인지 기전 연구

- 인간의 인지 및 정서의 뇌 작동 기전을 규명하는 것을 목표로 함

<표 4-6> 인간 뇌인지 기전 연구 정의 및 범위

구분	주요 내용
정의	<ul style="list-style-type: none"> • 인간의 인지 및 정서의 뇌 작동 기전을 규명하는 것을 목표로 하는 연구
주제	<ul style="list-style-type: none"> • 인간 피험자를 대상으로 하는 연구로 한정 • 인간의 지각, 인지, 정서 과정의 뇌 기전 규명을 목표로 하고, 다양한 감각 기관으로부터 수집된 감각 정보의 처리, 외부 세계에 대한 내적 표상 및 저장, 정서 및 사회 인지, 행동의 선택 및 조절 등에 관련된 연구를 포함 • 정상적 인지 및 정서 기전에 대한 연구가 주이며, 환자를 피험자로 연구하거나 병리적 기전에 대한 연구는 지양 • 인간 뇌의 기능적 연구와 행동 조절을 위한 연구 방법론으로 주로 비침습적 방법이 사용되고, 일부 침습적 방법이 사용될 수 있음 • 기능적자기공명영상(fMRI) 등 뉴로이미징, 뇌전도(EEG) 측정, 경두개자극자극(TMS) 등을 포함한 인지 신경과학 방법론과 정신물리학 등 다양한 방법론의 사용이 가능함
전략육성 필요성	<ul style="list-style-type: none"> • 미국의 Brain Initiative나 유럽연합의 Human Brain Project 등 뇌과학 선진국의 뇌연구 프로젝트에서 중요한 자리를 차지하고 있을만큼 미래 뇌과학의 발전에 필수적인 분야 • 우리나라는 뇌과학 선진국들에 비해 성장잠재력이 클에도 불구하고 타분야에 비해 상대적으로 소외되어 온 분야로서 전략적으로 육성할 필요가 있음

□ 계산신경과학 연구

- 계산과학적 모델링을 통해 뇌의 작동기전을 이해하는 것을 목표로 함

<표 4-7> 계산신경과학 연구 정의 및 범위

구분	주요 내용
정의	<ul style="list-style-type: none"> • 이론적-계산과학적 모델링을 통해 뇌의 작동기전을 이해하기 위한 연구
주제	<ul style="list-style-type: none"> • 분자, 신경세포, 시스템 및 인지과학 분야의 실험 데이터 기반 뇌신경과학적 모델링 및 시뮬레이션 • Micro-to-Macro 수준의 뇌신경데이터 분석 및 처리를 위한 계산 및 이론 연구 • 신경정보처리와 인지/행동 간의 계산학적 연결 구조 연구 • 뇌 모사 인공지능 개발을 위한 계산 및 이론 연구 포함 • 신경생물학적 현상의 수학적 추상화를 통해 인지, 학습 및 뇌정보처리 이론의 수식화하는 이론신경과학 모델링 • 시공간적으로 복잡한 고차원의 뇌신호정보처리를 위한 새로운 분석법 연구
전략육성 필요성	<ul style="list-style-type: none"> • 미국의 Brain Initiative나 유럽연합의 Human Brain Project 등 뇌과학 선진국의 뇌연구 프로젝트에서 중요한 자리를 차지하고 있을만큼 미래 뇌과학의 발전에 필수적인 분야 • 우리나라는 뇌과학 선진국들에 비해 성장잠재력이 클에도 불구하고 타분야에 비해 상대적으로 소외되어 온 분야로서 전략적으로 육성할 필요가 있음

제 2 절 중점 추진분야 주요내용

1 뇌발달 기전 이해 및 조절 연구

1. 연구의 정의 (Definition)

- 발생과정에서 뇌신경계 형성의 생물학적 원리를 규명하는 연구분야로 뇌신경계세포의 분열, 분화, 이동, 시냅스 형성의 이해 및 신경줄기세포의 발생, 분화에 대한 생물학적 운영 원리를 규명하고, 이를 바탕으로 뇌발달장애인 영유아 뇌기능 장애에 대한 병인을 규명하고 치료 및 진단에 활용하는 것을 목표로 함

2. 연구의 범위 (Scope)

□ 연구 주제의 범위

- 신경계 발생단계에서 세포의 분열, 분화, 이동에 관한 연구 분야로서 중추신경계 세포의 분열, 분화, 이동과 같이 신경계 발생과 재생 기전에 대한 전반적인 연구
- 신경계 세포 간의 신호 전달 통로인 시냅스의 형성 및 가소성과 관련된 생물학적 기전을 규명 연구
- 신경줄기세포를 활용하여 뇌질환을 치료하기 위해 필요한 기본 및 응용 원리를 규명하여 임상의학 및 파생기술의 산업화 등에 기여하는 연구
- 미성숙한 뇌발생 과정에 기인한 비정상적인 신경계 발달 장애로서 자폐증, 주의력결핍 과잉행동장애, 정신 박약등 영유아/소아기 뇌기능 장애에 관한 연구
- 뇌신경계의 발생과정을 이해하기 위한 다양한 동물 모델 시스템 및 분자유전학적인 연구 기법 개발에 관한 분야

2 뇌세포 구조와 기능의 이해 및 조절 연구

1. 연구의 정의 (Definition)

- 뇌를 구성하는 흥분성 신경세포와 여타 교세포들의 구조와 기능, 이들 세포 간 상호작용, 신경 회로 및 회로망의 구조 및 작동원리를 규명하는 것을 목표로 함

2. 연구의 범위 (Scope)

□ 연구 주제의 범위

- 이온통로단백질, 신경세포막 수용체, 시냅스 접합단백질 등 주요 신경 기능 및 활성 조절 분자의 구조-기능 연구, 신경세포 활성을 조절하는 세포 내외 신호전달 기전연구, 흥분성 및 억제성 시냅스 신호전달 분자기전 연구 및 신경세포 흥분성 조절 기전 연구
- 신경세포간의 신경회로 구조, 신경계 가소성 연구, 뇌 부위 내 혹은 부위 간 연결체 기능 및 특성 연구 등 신경 회로망 구조와 기능 연구
- 별아교세포(astrocyte), 미세아교세포/소교세포(microglia), 희소돌기아교세포(oligodendrocyte), 슈반세포(Schwann cells) 등 뇌 조직 내 다양한 교세포들의 구조 및 생리/병리적 기능, 그 기능의 분자세포생물학적 기전 연구, 교세포-신경세포 간 및 교세포-면역세포 간 상호작용 연구, 교세포 활성 조절 및 이를 통한 신경세포/회로 조절 연구
- 뇌세포 및 회로의 이상과 연관된 뇌질환 관련 분자, 세포 수준의 병리적 기전 연구를 포함하나 병리적 기전의 연구의 경우 질병과 뇌질환과 관련된 구체적 기전 연구에 한하며 특정 질병이나 질환 자체에 대한 포괄적 연구는 지양함
- 세포, 동물, 인간 유래 세포 등을 모두 대상으로 함
- 뇌세포 구조 및 기능에 대한 기전 연구와 더불어 이를 조절 및 통제하기 위한 연구도 포함

□ 연구 방법의 범위

- 뇌의 기능적 연구와 조절을 위한 연구 방법론으로 침습적 방법과 비침습적 방법이 모두 사용될 수 있음
- 전기생리학, 신경화학, 구조생물, 생화학, 세포생물, 분자유전학, 다양한 종류의 영상기술, 광유전학/화학유전학, 약리학 등의 기법을 사용함
- 단일세포유전자발현분석, 유전체분석 등 생명정보학을 활용한 유전체학 및 단백질체학 등 빅데이터 연구를 포함

3 인지 및 행동의 기전 이해 및 조절 연구

1. 연구의 정의 (Definition)

- 다양한 행동과 인지적 정보처리의 뇌과학적 기전을 신경계가 구성되어 있는 원리와 기능을 토대로 분자와 세포로부터 신경회로와 시스템에 이르기까지 다양한 수준에서 규명하는 것을 목표로 하는 연구임

2. 연구의 범위 (Scope)

□ 연구 주제의 범위

- 인간과 동물을 모두 연구 대상으로 하며 정상적 기전과 병리적 기전을 모두 연구 주제로 포함함
- 병리적 기전의 연구의 경우 특정 질병이나 질환 자체에 대한 포괄적 연구는 지양하고 질병 및 뇌질환과 관련된 구체적 기전 연구에 중점을 둠
- 인간을 비롯한 동물의 행동을 설명하기 위해 뇌의 기능적 연구를 하는 것을 핵심으로 다양한 자극의 처리를 위한 감각, 지각 등의 연구와 자극에 대한 반응을 위한 운동을 포함하며 이를 매개하는 인지적 변인인 학습, 기억, 주의, 의사결정, 감정, 정서, 동기, 사회인지 등의 연구가 포함됨
- 동물의 기능적 항상성(homeostasis) 유지를 위한 다양한 행동(예: 섭식행동, 성행동, 수면, 생체리듬, 체온조절, 중독, 통증 등)과 관련된 중추신경계, 자율신경계, 신경내분비계, 신경면역계, 신경호르몬계 등의 조절적 기능에 대한 연구도 포함됨
- 인지 및 행동의 작동 기전에 대한 연구와 더불어 뇌세포와 신경회로의 조절을 통해 이를 조절 및 통제하기 위한 연구도 포함됨

□ 연구 방법의 범위

- 침습적 방법과 비침습적 방법이 모두 사용될 수 있으며, 뉴로이미징, 분자생물학, 유전학, 생화학, 생리학, 전기생리학 등의 다차원적이고 다양한 신경신호 측정 방법론들이 인지 및 행동의 측정법과 함께 사용 가능함

4 뇌 노화 기전 이해 및 조절 연구

1. 연구의 정의 (Definition)

- 노화와 관련된 뇌구조 및 기능 변동의 분자 기전, 조절 방법 등의 발굴 연구와 뇌 노화와 관련된 다양한 질환의 원인규명, 예방, 진단, 병태생리기전규명, 조절방법 발굴 등의 연구를 포함한 분야로 인간의 생리 및 병리를 대변할 수 있는 다양한 in vitro, in vivo 모델 및 인간을 대상으로 한 연구가 포함될 수 있음
- 정상 뇌 및 뇌를 구성하는 세포의 노화 연구, 치매, 파킨슨, ALS 등을 포함한 다양한 퇴행성 뇌질환, 신경계의 손상/재생 및 퇴행, 신경염증 연구 등이 포함될 수 있으며, 신경생리학적, 약리학적, 해부학적, 분자생물학적 연구 기법이 적용될 수 있음

2. 연구의 범위 (Scope)

□ 연구 주제의 범위

- Fundamental mechanisms of brain aging (뇌신경계 노화 기전 연구)
 - 뇌를 구성하는 각 세포들(neural stem cell/neuron/glia)의 내부 혹은 세포 간 상호작용에 의한 뇌 노화의 세부 기전을 규명하고, 다른 장기와 뇌 사이의 상호작용 및 그 변화 양상을 노화 관점에서 체계적으로 파악하여, 노화에 따른 뇌 기능 및 개체 수준의 사회행동학 변화의 근본 기전을 파악하는 연구로 아래와 같은 연구 주제 예시를 포함함
 - 뇌 노화의 분자 및 세포생물학적 기전 이해
 - 뇌를 구성하는 세포들의 노화 과정에서의 유전학적, 후성유전학적, 분자세포생물학적, 대사체학적 변화 양상 및 세부기전 연구
 - telomere shortening과 노화 관련 질환민감성 간 상호관계 연구
 - 뇌 세포의 노화를 촉진 혹은 억제할 수 있는 새로운 유전자 동정을 통한 뇌 노화 조절 타겟 발굴 및 검증 연구
 - integrative omics 기법을 활용한 노화 매커니즘 연구
 - 두뇌 대사기능 변동이 뇌 노화에 미치는 영향 연구
 - 뇌 노화에 따른 사회학적 및 행동학적 변화 기전 연구 (동물 및 인간 연구모두 포함)
 - sleep disorders and circadian clock disruption with age

- change in emotion processing with age
 - social engagement와 memory preservation 간의 상관관계 및 핵심 기전 연구
 - Disruption of motor or sensory system with age
- 시스템 적 뇌 노화 연구
- 노화에 따른 뇌 내부의 각 region간 상호작용 변화 및 그에 따른 뇌기능 변동 기전 연구
 - 뇌 노화가 체내 다른 각 기관의 생리 활동에 미치는 영향 연구
 - 체내 각 기관의 생리학적/병리학적 변화가 뇌 노화에 미치는 영향 연구
- Cellular, molecular and comprehensive biology of aging-associated neurological disorders and brain degeneration (노화 및 뇌신경계 퇴행 관련 뇌질환 세포, 분자 및 통합 기전 연구)
- 퇴행성 뇌질환 등 노화관련 뇌질환 (퇴행성 외에도 노화와 관련된 뇌 질환 전체 포함)의 세포생물학적, 분자생물학적 기전 혹은 개체 수준의 뇌질환 기전을 규명하는 연구. 노화 관련 뇌질환의 치료타겟을 발굴, 활용하는 연구로 아래와 같은 연구 주제 예시를 포함함
- 정상, 정상 노화, 비정상 노화 (질환 뇌 포함) 뇌의 비교 연구
 - 퇴행성 뇌질환 등 세포/동물 모델 개발 및 활용에 관한 연구 (고등 동물 모델 포함)
 - 노화 뇌질환 기전에 근거한 신규 바이오 마커 발굴 및 검증 및 활용에 관한 연구 (모델 연구 및 인간 샘플 연구)
 - 비정상 뇌노화 및 퇴행성 뇌질환 병리 기전 연구 및 이에 근거한 신규 치료 타겟 발굴 및 검증에 관한 연구 (예를 들면, abnormal protein folding, aggregation, clearance, spreading 등 비정상적 proteostasis 기전과 이의 세포/생리학적 영향에 관한 연구, mitochondria 역할 연구, 성별차이 연구, 위험인자 연구, 질환 간 상호작용 연구, 치료타겟과 효능 연구 등)
- Research on injury and repair of nervous system (중추 및 말초 신경계의 손상 및 회복에 관한 연구)
- 신경계의 손상 및 손상 후 회복과 관련된 기전을 규명하는 것을 목표로 하는 분야
- 신경계 손상 및 회복 분야는 외상, 혈류 이상, 약물, 신경계 질환 등 다양한 요인으로 인하여 발생하는 중추신경계와 말초신경계의 손상 진행 과정, 자발적 치유 혹은 악화의 과정과 관련된 신경세포와 교세포의 기능을 다루며, 기전에 근거하여 회복을 촉진시킬 수 있는 방안을 모색하는 연구를 포함하며, 세부 분야로 아래와 같은 예가 포함될 수 있음

- 손상 후 신경계의 가소성 및 축삭 재생(Neural plasticity and axon regeneration)
 - 신경계 손상 및 회복과정에서의 교세포의 변화와 역할(Glial response to injury)
 - 급성 손상 및 뇌전증(Acute neural injury and epilepsy)
 - 뇌혈관 기능과 기능 이상(Neurovascular function and dysfunction)
 - 말초신경계 손상(PNS injury)
- Research on neuroinflammation and neuro-immune connection (신경염증 기전 이해 및 조절 연구)
- 신경염증은 뇌 노화, 퇴행, 손상 등에 공통적으로 수반되는 생체 반응으로서, 이의 발생 및 조절 기전 연구, 제어기법 개발 등이 요구됨. 아래 각 분야에 대해 세포 및 동물 모델 개발과 활용, 관련 질환 환자 연구 등이 포함될 수 있음
- 신경염증 발생 기전 연구
 - 신경염증 조절 기전 연구
 - 신경염증 제어기법 개발
 - 신경염증 분석 융합기술 개발
 - 신경염증 관련 바이오마커 발굴 및 개발
 - Neuroimmune connection 기전 및 조절 연구
- 연구 방법의 범위
- 뇌노화와 관련된 뇌기능 연구와 뇌노화 조절을 위한 연구 방법론으로 침습적 방법과 비침습적 방법이 모두 사용될 수 있음
 - 뉴로이미징, 분자세포생물학, 유전학, 생화학, 생리학, 전기생리학, 약리학, 행동학, 생물정보학, integrative omics 등의 다차원적이고 다양한 방법론의 사용이 가능함

5 뇌과학 방법론 연구

1. 연구의 정의 (Definition)

- 뇌연구에 필요한 기술 및 뇌질환 치료를 위한 기술 개발 및 고도화를 목표로 하는 분야로 뇌신호를 직접 측정하고, 뇌신경회로를 조절하며, 뇌를 모방하는 새로운 알고리즘 개발을 목표로 하는 연구임

2. 연구의 범위 (Scope)

□ 연구 주제의 범위

- 뇌연구에 필요한 신기술 및 기존 기술의 고도화를 포함하며, 뇌연구의 결과물을 뇌질환 치료 등에 적용하기 위한 다양한 기술들을 포함함. 인간과 동물 대상의 기술들이 포함됨
- 뇌의 활성화 측정을 위한 다양한 방식의 뇌신호 및 뇌활성도 측정 기술들을 포함하며, 침습적인 방법 및 비침습적인 방법, 최소 침습적인 방법 등 측정 방법에 대한 제한이 없음. 측정된 신호를 분석하는 알고리즘 및 소프트웨어 등도 포함됨
- 뇌회로 연구 및 뇌질환의 치료를 위하여 뇌신경회로의 정밀 제어가 가능한 신기술 및 기존 기술의 고도화를 포함함. 기존의 자극 방법을 이용한 정밀 제어 기술 개발이나 새로운 자극 방법 등이 포함됨
- 뇌의 기능을 모방하는 알고리즘이나 전자회로 및 뇌의 구조를 모방하는 세포 기반의 플랫폼 개발 기술 등을 포함함. 뇌연구를 위한 뇌모방 기술과, 차세대 고성능 뇌모방 칩 등 다양한 형태의 뇌 모방 기술 개발을 포함함

6 인간 뇌인지 기전 연구

1. 연구의 정의 (Definition)

- 인간의 인지 및 정서의 뇌 작동 기전을 규명하고자 하는 분야

2. 연구의 범위 (Scope)

□ 연구 주제의 범위

- 인간 피험자를 대상으로 하며 인간의 지각, 인지, 정서 과정의 신경기계 규명을 목표로, 다양한 감각 기관으로부터 수집된 감각 정보의 처리, 외부 세계에 대한 내적 표상 및 저장, 정서 및 사회 인지, 행동의 선택 및 조절 등에 관련된 연구를 포함함
- 정상적 인지 및 정서 기전에 대한 연구가 주가 되며, 환자를 피험자로 연구하거나 병리적 기전에 대한 연구는 지양함

□ 연구 방법의 범위

- 인간 뇌의 기능적 연구와 행동 조절을 위한 연구 방법론으로 주로 비침습적 방법이 사용되고, 일부 침습적 방법이 사용될 수 있음
- 기능적자기공명영상(fMRI) 등 뉴로이미징, 뇌전도(EEG) 측정, 경두개자극(TMS) 등을 포함한 인지 신경과학 방법론과 정신물리학 등 다양한 방법론의 사용이 가능함

□ 전략 육성의 필요성

- 3차 뇌연구 촉진 기본계획의 추진방향인 “인간의 이해에 다가가는 뇌과학”의 구현을 위해서는 동물모델로 연구하기 어려운 고등 인지 과정을 전체 뇌에서 거시적으로 (whole-brain macro-level) 연구할 수 있는 인간 대상 뇌연구가 반드시 필요함
- 인간 뇌인지 기전 연구 분야에서 충분한 연구 경험을 갖춘 연구자들의 국내 유입이 비교적 최근에 들어서야 이루어지기 시작했고, MRI 등 고가의 장비와 데이터 분석의 어려움 등으로 진입장벽이 높았음
- 의료기관에 설치된 임상용 뉴로이미징 장비가 아닌 연구용 뉴로이미징 장비 등의 연구 인프라 역시 최근에서야 갖춰지기 시작함
- 그 결과, 뇌과학 선진국들에 비해 국내 연구자 수와 연구규모가 매우 열악하여 전략적 육성이 필요한 분야임

□ 전략 육성 방안

- PI급 연구자 수 증가 및 진입장벽 완화
 - 분야 내 우수 연구 인력양성과 인접 분야 신규 연구자 유입을 위해 연구 장비 이용과 데이터 분석을 지원하는 연구 허브 (research hub) 개설
 - 신규 연구자 트레이닝을 위한 정기 워크숍 개최
 - 동물 연구자 및 임상 연구자들과의 교류 및 협력연구 증진을 위해 뇌신경과학회 내 인간대상 인지신경과학 세션 개설
 - 연구 교류를 위한 정기 심포지움 개최 (Cognitive Neuroscience Symposium)
- 연구 수준의 국제 경쟁력 확보
 - 인간 대상 인지 신경과학 분야 주요 저널 (IF 5~8: Journal of Neuroscience, Cerebral Cortex, NeuroImage, Psychological Science 등) 논문 게재 실적이 타분야 연구비 대비 우수 논문 게재 실적에 도달

7 계산신경과학

1. 연구분야 정의 (Definition)

- 이론적-계산과학적 모델링을 통해 뇌의 작동기전을 연구

2. 연구의 범위 (Scope)

□ 연구주제의 범위

- 분자, 신경세포, 시스템 및 인지 뇌과학 분야의 실험 데이터 기반 뇌신경계산모델링 포함
- Micro-to-Macro 수준의 뇌신경데이터 분석 및 처리를 위한 계산 및 이론 연구 포함
- 복잡계 시스템 이론을 토대로 신경망의 계층적 구조를 정의하고, 신경 동기화 및 비선형 진동현상을 통해 이루어지는 신경정보처리과정 원리 탐구
- 신경정보처리과정과 뇌인지 행동 과정의 시스템 뇌 과학과 이론 뇌과학 기반 계산학적 연결 구조 탐구
- 뇌의 동역학적 특성 모델링 및 뇌 모델 기반 뇌 시스템 유도 적응 제어 탐구
- 뇌 모사 인공지능 개발을 위한 계산 및 이론 연구 포함

□ 연구방법의 범위

- 뇌신경과학관련 실험데이터를 기반으로 실제 분자, 신경세포, 시스템 및 인지의 구조와 기능을 수리적으로 모사하는 계산신경과학 모델링 및 시뮬레이션
- 신경생물학적 현상의 수학적 추상화를 통해 인지, 학습 및 뇌정보처리 이론의 수식화하는 이론신경과학 모델링
- 베이지안 뇌 이론, 예측 부호화 (자유에너지) 이론에 근거한 뇌 작동 원리의 이론적 실험적 연구
- 뇌의 동역학적 모델링을 통한 뇌 시스템 유도 및 적응 제어 방법론 이론적 실험적 연구
- 시공간적으로 복잡한 고차원의 뇌신호정보처리를 위한 새로운 분석법 연구
- 뇌과학 현상을 기반한 지능모사모델 및 응용

□ 전략육성의 필요성

1) 연구개발의 필요성 및 시급성

- 미국의 Brain initiative나 유럽연합의 Human Brain Project 그리고 중국의 China Brain Project등 뇌과학 선진국의 뇌연구 프로젝트에서 중요한 자리를 차지하고 있을 만큼 미래 뇌과학의 발전에 필수적인 분야
- 유럽연합이 2013년 발족한 순수 계산뇌과학 프로젝트인 Human Brain Project는 쥐 및 인간 뇌 구조와 기능의 계산뇌과학적 모사를 목표로 10억 유로 (1조 5천억)의 연구비가 지원됨
- 2013년 미국에서 연간 30억 달러 (3조)를 투자하는 Brain Initiative를 발족하여 인간 뇌 활성화에 대한 뇌지도 구축 및 뇌기능 설계도를 확보하고자 하는 목표를 가짐. 특히 Brain Initiative의 6대 연구 분야들 중 Computational Neuroscience가 포함되어 있어, 이 분야를 전략적으로 육성하고 있음
- 또한, 2016년 중국에서 발족한 China Brain Project의 경우 뇌의 신경회로적 기초 연구를 위해 뇌질화진단 및 Brain-inspired intelligence를 지원하여, 이론 및 계산신경과학 기반 Brain-inspired Intelligence 분야가 기초연구와 대등한 하나의 분야로 인정되어 지원되고 있음

2) 정부지원의 필요성

- 우리나라는 뇌과학 선진국들에 비해 성장 잠재력이 크에도 불구하고 타분야에 비해 상대적으로 소외되어 온 분야로서 전략적으로 육성할 필요가 있음
- 이론 및 계산신경과학은 혁신적인 아이디어에 의존도가 높은, 미래 4차 산업혁명에 부각하는 연구분야로, 미래 산업의 성장동력을 얻기 위해서 본 연구분야를 중점적 지원할 필요가 있음
- 본 연구 분야는 한국이 차세대 뇌신경과학-인공지능의 융합연구의 프론티어를 선점하는데 필수적임
- 이론 및 계산신경과학 분야는 독립적인 연구 분야인 동시에 실험 및 이론의 융합 연구의 시너지를 도출하는 분야로써, 국내 융학연구의 선두적인 역할을 할 연구분야임
- 국내에서는 정책적 지원이 적어 인력양성이 제대로 이루어지지 않아 성장잠재력이 낮아 한국이 장기적으로 연구분야의 중심이 되기 위해서 전폭적인 지원이 절실함

제 5 장 사업추진체계 및 관리방안

제 5 장 사업 추진계획 및 관리방안

제 1 절 사업논리모형 및 성과목표

1. 사업유형 구분

- 과학기술정보통신부(舊미래창조과학부)에서 발간한 ‘국가연구개발사업 표준 성과지표(4차)’에서 제시한 R&D 사업 유형을 참고하여 동 사업의 유형을 구분함

<표 5-1> R&D 사업 유형 분류

성격	유형	개념 및 분류 기준
1. 연구개발	1. 기초연구	<ul style="list-style-type: none"> 자연현상에 원리규명, 새로운 현상의 분석 등을 통해 창조적 지식 획득 연구(순수기초형) 현재 또는 미래에 광범위한 응용을 목적으로 문제해결의 근본원리 및 창의적 지식창출 연구(목적기초형)
	2. 단기사업 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> 단기간 내(3년 이내) 상용화를 목표로 한 신기술 및 신제품 개발을 위한 응용·개발 연구사업
	3. 중장기산업 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> 중·장기적(3년 이상) 상용화를 목표로 추진 중인 응용·개발 연구사업
	4. 공공기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 응용·개발단계 연구개발사업 중 경제적 성과를 고려하지는 않으나, 최종적인 성과가 국민 건강증진, 재난방지 등 국민 삶의 질에 기여하는 형태로 나타나는 사업
	5. 지역연구 개발	<ul style="list-style-type: none"> 지역 대학과 연계한 산학연협력 사업, 지역클러스터 육성사업, 특정 지역에 특정기술 개발 기반 구축 사업
	6. 국방기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 응용·개발단계 연구개발사업 중 국방력 강화 및 방위산업 발전을 목적으로 하는 사업
2. 연구기반 조성	7. 인력양성	<ul style="list-style-type: none"> 대학 및 전문대학 지원사업, 산업인력양성을 위한 전문인력양성사업, 초중등 과정의 과학기술 교육사업 등
	8. 시설장비 구축	<ul style="list-style-type: none"> 대형 연구기설 및 장비 구축 사업 * 사업 예산에 단순 시설 증축 및 장비 구입 등이 일부 포함된 경우는 제외
	9. 성과확산	<ul style="list-style-type: none"> 사업목적이 각각 기술사업화, 표준화, 인증, 성과물 관리/확산, 정책지원 등인 사업
	10. 해외협력	<ul style="list-style-type: none"> 해외기관유치, 다자 및 양자기관 협력 사업 등 * 연구방식이 해외와의 공동연구인 경우는 연구개발에 포함

- 「뇌연구 고도화 사업」은 사업의 목적 및 특성 등을 고려할 때, 기초연구 사업으로 분류됨
- (사업의 목적) 과학기술적 연구에 기반한 뇌의 이해 및 뇌질환 예방 극복을 위하여 연구자 중심의 기초연구를 강화하고 세계 최초에 도전하는 핵심원천연구를 발굴하여 뇌과학발전을 성취
- (지원범위) 뇌연구 분야에서 미래 문제의 해결 근거를 형성할 만한 광범위한 지식 기반을 제공할 것이라는 기대 하에 수행되는 기초연구

<표 5-2> 뇌연구 프로그램의 연구단계에 의한 기술범위

기초연구		응용연구	
순수 기초연구 (Pure Basic Research)	목적기초연구 (Oriented Basic Research)	전략응용연구 (Strategic Applied Research)	특정응용연구 (Specific Applied Research)
	뇌연구 고도화		

<표 5-3> 중점추진분야별 사업유형 매칭

중점추진분야	기술개발 대상의 성격	유형
뇌발달 기전 이해 및 조절 연구	<ul style="list-style-type: none"> 뇌의 발생부터 발달과정의 다양한 구조/기능적 변화 기전을 분자생물생화학-세포생물학-신경유전학적 기술을 이용하여 연구 신경줄기세포 연구와 발달단계의 각종 뇌질환의 기전 연구 포함 - 동물과 사람을 모두 대상으로 연구 - 침습적/비침습적 방법론을 모두 포함 - 정상적 및 병리적 기전연구를 모두 포함 	기초연구
뇌세포 구조/기능 이해 및 조절 연구	<ul style="list-style-type: none"> 뇌세포 및 세포들로 구성된 회로의 구조와 작동원리를 분자와 세포수준에서 연구 - 정상 뇌세포/회로의 연구와 손상 뇌세포/회로의 연구를 모두 포함 - 뇌세포/회로의 이상에 따른 뇌질환의 기전 연구 및 회복 연구를 포함 - 동물과 사람 모델을 모두 대상으로 하나 주로 침습적 방법론을 이용한 동물연구를 주된 방법론으로 사용함 - 전통적 분자, 세포, 생리, 생화학적 연구기법과 함께 구조 및 오믹스 분석 등 - 생명정보학 및 빅데이터 분석이 활용될 수 있음 - 신경약리학적 접근 포함 	
인지 및 행동의 기전 이해 및 조절 연구	<ul style="list-style-type: none"> 신경계가 구성되어있는 원리와 기능을 토대로 분자와 세포 수준으로부터 시스템과 신경회로 수준까지 다양한 수준에서 인지현상과 행동의 기전을 규명하는 것을 목표로 하는 분야 - 동물과 사람을 모두 대상으로 연구 - 침습적/비침습적 방법론을 모두 포함 - 정상적 및 병리적 기전연구를 모두 포함 - 인지/행동 개선을 위한 조절 연구를 포함 	

중점추진분야	기술개발 대상의 성격	유형
뇌 노화 및 퇴행 기전 이해 및 조절 연구	<ul style="list-style-type: none"> 노화와 및 퇴행과 관련된 뇌구조 및 기능 변동의 기전 및 조절 방법연구 - 동물과 사람을 모두 대상으로 연구 - 침습적/비침습적 방법론을 모두 포함 - 정상 노화 및 병리, 퇴행 기전연구를 모두 포함 	
뇌과학 방법론 연구	<ul style="list-style-type: none"> 뇌연구에 필요한 기술개발 연구 및 연구방법 고도화를 목표로 하는 연구 - 기술, 장비, 시스템 등의 하드웨어와 신경정보처리를 위한 알고리즘 및 소프트웨어 개발 연구를 포함 - 신경신호 측정, 신경회로 조절, 뇌기능 모방을 위한 기술개발 연구를 포함 	
계산 신경과학	<ul style="list-style-type: none"> 이론적-정의 계산과학적 모델링을 통해 뇌의 작동기전을 연구 - 분자, 신경세포, 시스템 및 인지 뇌과학 분야의 실험 데이터 기반 뇌신경계산 모델링 - Micro-to-Macro 수준의 뇌신경데이터 분석 및 처리를 위한 계산 및 이론 연구 	
인간 뇌인지 기전 연구	<ul style="list-style-type: none"> 인간의 인지 정의 및 정서의 뇌 작동기전을 규명하고자 하는 분야 - 인간피험자를 대상으로 연구함 - 감각정보의 처리, 외부세계 표상 및 저장, 행동의 선택 및 조절 등에 관련된 순수한 인지 및 정서과정의 신경기제 규명을 목표로 함 - 환자를 피험자로 연구하거나 병리적 기전의 연구는 제외함 	

2. 사업 논리모형 설정

1. 이슈 / 문제
<ul style="list-style-type: none"> 뇌과학 연구는 최첨단 과학 영역으로 21세기 국가경쟁력을 좌우할 파급력을 지니고 있어 선진국에서는 중점 지원대상 뇌과학원천기술개발사업은 2020년 밀물적정성 검토 대상사업으로 사업 종료 시 국내 뇌연구 분야 성장동력 및 지원체계가 사라질 위기 국내 뇌과학 연구는 기초 확립과 양적 팽창을 경험하였으나 질적 성장의 한계를 뛰어넘어야 하는 단계에 있음 뇌과학 선진국의 경우, 연구자의 창의성이 담긴 수준 높은 연구 성과를 꾸준히 발표하는 우수 연구자 층이 두터움 국내의 경우, 연구의 질적 수준이 매우 높은 소수의 연구자 집단이 형성되었으나 우수 연구자 층이 상대적으로 얇음 뇌과학 핵심주제들에 대한 고르고 안정적인 투자와 연구자의 창의성이 보장된 연구과제 지원, 평가, 선정, 관리 시스템의 확립이 선진국으로 진입하기 위해 우수 연구자 층을 두텁게 하는데 필수적인 요소로 파악됨 선진국 대비 상대적으로 매우 뒤쳐진 전략적 주요 연구 분야에 대한 육성 시급함 선진국형 뇌연구 지원 프로그램 불충분으로 인해 박사급 고급인력의 해외유출 상황이 매우 심각함

2. 목표	3. 수혜자
<ul style="list-style-type: none"> 뇌과학 미들업 주제 중심 자율경쟁형 연구 프로그램 구축 및 운영 전략적 시급성 높은 연구 분야 육성 프로그램 구축 및 운영 뇌과학 연구 프로그램의 전문적 운영을 위한 지원 체계 구축 및 운영 	<ul style="list-style-type: none"> 뇌과학 모든 연구 분야의 연구자 상대적으로 뒤쳐진 분야의 연구자 진정한 융합/공동 연구 희망 연구자

4. 투입	5. 과정	6. 산출	7. 성과 / 영향
<ul style="list-style-type: none"> (연구비) 연평균 612억원 (과제수) 연평균 177개 (신규+계속), 최대 250개 (연구인력) PI급 연구자 200명 	<ul style="list-style-type: none"> (연구수행) 개인연구자/집단연구팀 기반 연구 활동 (연구프로그램 운영) 미들업 경쟁기반, 전문심층심사제도 	<ul style="list-style-type: none"> (연구역량) 국제적 뇌과학 우수 논문 출판 증가 (연구환경개선) 주제, 경쟁기반 순환적 연구시스템 구축 	<ul style="list-style-type: none"> (단기성과) 핵심 뇌과학 주제 국내 뇌과학 연구 질적 수준 상승 (장기성과) 3차 뇌연구 추진 기본계획의 주요목표 실행

8. 가정
<ul style="list-style-type: none"> 국내에 잠재적 우수연구자 층이 두터워 시스템의 선진화를 통해 수준 높은 연구능력 발휘 가능성 매우 높음 수준 높은 연구문화 정착을 위해 뇌과학 분야 우수연구자 네트워크의 연구프로그램 운영 참여 활성화 과제 평가 전문성 강화 시 선정 등에 대한 공정성 우려가 감소하고 신뢰에 바탕을 둔 연구문화 정착 가능 개별연구자 기반 지원체계는 연구자간의 긍정적 경쟁을 유도, 융합적 공동연구 역시 내실 있게 진행

3. 성과목표 및 지표 설정

가. 성과지표 Pool 구축

- 「뇌연구 고도화 사업」 내 세부 기술분야별 성과지표 도출을 위한 성과지표 Pool은 ‘국가연구개발사업 표준 성과지표(4차)’상 성과지표 중 뇌연구 고도화 사업의 목표와 부합하는 지표를 추출하여 구축
- 국가연구개발사업 표준 성과지표(4차)상 기초연구의 성과지표는 단기성으로 논문, 특허, 중기성과로 기술이전, 우수연구자 배출 등이 있음
- 뇌연구 고도화사업의 목표인 ‘국제적 우수연구 저변확대를 통한 뇌연구 기초역량 강화’
 - 세부적으로는 JCR IF 5이상의 저널에 주기적으로 연구성과를 출판하는 연구자 층의 국내 저변을 가시적으로 확대시키는 것을 목표로 함
 - 이에 따라, 목표에 부합하는 성과지표는 논문 등 과학적 성과, 우수인력 배출 등 사회적 성과로 판단됨

<표 5-4> 유형별 성과지표 Pool

기초연구	기초연구 활용 성과지표
<ul style="list-style-type: none"> • 자연현상의 원리규명, 새로운 현상의 분석 등을 통해 창조적 지식 획득 연구(순수기초형) • 현재 또는 미래에 광범위한 응용을 목적으로 문제해결의 근본원리 및 창의적 지식창출 연구(목적기초형) 	<ul style="list-style-type: none"> • 논문 표준화된 영향력 지수 • 논문 피인용 지수 • 고피인용도 논문 수 • 국제공동논문 게재 비율 • 기초 지식확산 • 논문 건수 대비 지재권 전환율 • 논문 건수 대비 기술이전 실시율 • 3급 특허(건수) • 표준 특허(건수) • 특허등급지수기술료(정액, 정률) • 중견연구자 배출 • 리더연구자 배출



뇌연구 고도화 사업 성과지표 Pool			
논문 피인용 지수	논문 표준화된 영향력 지수	고피인용도 논문 수	국제공동논문 게재 비율
기초 지식확산	논문 건수 대비 지재권 전환율	중견연구자 배출	리더연구자 배출

나. 성과목표 및 지표 총괄표

1) 총괄

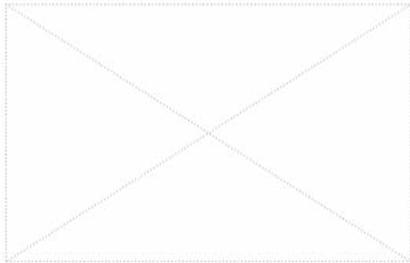
구분	내용								
전략 목표	국제적 우수연구 저변확대를 통한 뇌연구 기초역량 강화								
성과 목표	<ul style="list-style-type: none"> • 선정평가 적절도 50% 이상 • IF 5 이상 학술지 게재 논문 비중 40% (1단계 30% → 2단계 35% → 3단계 40%) 								
단계별 성과 목표	1단계 (2020~2024)			2단계 (2025~2029)			3단계 (2030~2034)		
	<ul style="list-style-type: none"> • 선정평가 적절도 50% 이상 • IF 5 이상 학술지 게재 논문 비중 30% 			<ul style="list-style-type: none"> • 선정평가 적절도 50% 이상 • IF 5이상 학술지 게재 논문 비중 35% 			<ul style="list-style-type: none"> • 선정평가 적절도 50% 이상 • IF 5이상 학술지 게재 논문 비중 40% 		
성과 지표	지표명	지표 구분	가중치	지표명	지표 구분	가중치	지표명	지표 구분	가중치
	선정평가 적절도(%)	질	0.3	우수 뇌과학자 수	질	0.3	우수 뇌과학자 수	질	0.3
	IF 5이상 학술지 게재 논문 비중(%)	질	0.7	IF 5이상 학술지 게재 논문 비중(%)	질	0.7	IF 5이상 학술지 게재 논문 비중(%)	질	0.7
	합계		1.0	합계		1.0	합계		1.0

2) 성과지표·목표 설정 근거

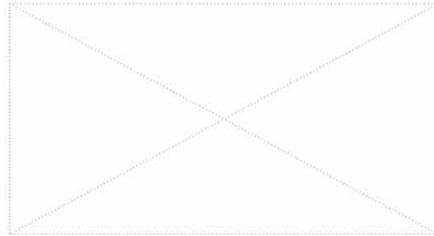
□ IF 5 이상 학술지 게재 논문 비중

- (성과지표) 본 사업은 ‘국제적 우수연구 저변확대를 통한 기초역량 강화’를 위해 JCR IF 5 이상의 우수 뇌과학 저널에 주기적으로 연구 성과를 출판하는 PI급 연구자를 ‘국제적 우수연구자 층’으로 정의, 이 연구자 층의 국내 저변을 가시적으로 확대하는 것을 목표로 함
- 뇌과학 핵심 연구주제별 대표 저널들은 모두 IF 5 이상에 분포(일부 분야의 경우 IF 3~4사이도 존재)
- 즉, 뇌과학 선진국으로 진입하기 위해서는 IF 5 이상(JCR 상위 20% 이상) 저널에 게재하는 연구자 층이 두텁게 분포해 있어야 함

- 이에 따라, 국가적 뇌연구 수준을 끌어올리는 목표설정을 위한 지표로 IF 5 이상 학술지 게재 논문 비중을 설정
- (성과목표) 기존 뇌과학원천기술개발사업에서 최근 3년간 창출된 SCI 논문의 구간별 비중을 살펴보면 IF 5 이상(JCR 상위 20% 이상) 저널 비중은 25%
- 이에 따라 1단계에서는 IF 5 이상 비중을 기존 사업 대비 5%p 증가한 30%로 설정하고 단계 종료 시 5% 증가를 목표로 2단계 종료 시 35%, 3단계 종료 시 40%로 설정
- 이와 같이 상위 20% 이상 저널 게재 논문 비중 향상으로 우리나라 뇌연구의 전체적인 질적 성장을 기대



[그림 5-1] 뇌과학원천기술개발사업 논문성과의 구간별 비중('15~'17년)



[그림 5-2] 논문의 질적수준으로 본 우리나라의 현재 수준과 미래상

□ 선정평가 적절도

- (성과지표) 본 사업은 연구주제별 전문적 심층 리뷰 시스템을 구축하여, 지원된 과제에 과학성 평가 심층토론이라는 형태로 최대한 전문적, 객관적인 평가를 지향하는 시스템 운영을 목표로 함
- 이에 따라, 선정평가의 객관성·공정성을 측정하기 위해 선정평가의 적절도를 성과지표로 설정
- (성과목표) 선정평가의 적절도(%)는 신규 과제 선정 연구자 수 대비 목표 연구자 수로 측정하며, 목표치는 50% 이상으로 설정
- (목표 연구자) 기존 연구성과(최대 3건)가 뇌과학원천기술개발사업의 3년 평균 IF의 합 (IF 4.25x3개년= 12.75) 보다 높은 연구자

□ 측정산식 및 방법

성과 지표	목표 수치	측정산식	측정방법
선정평가 적절도(%)	50%	목표 연구자(명) / 신규 선정 연구자(명) x 100 - 목표연구자* : 과거 연구 성과 상위 50% 이상	<ul style="list-style-type: none"> ■ 성과인정 범위 : NTIS에 등록된 성과 ■ 당해년도 신규과제 평가결과
IF 5 이상 학술지 게재 논문 비중(%)	1단계 : 30% 2단계 : 35% 3단계 : 40%	당해년도 IF 5 이상 SCI논문 성과(건) / 당해년도 SCI 논문 성과(건) x 100	<ul style="list-style-type: none"> ■ 성과인정 범위 : 당해년도 NTIS에 등록된 성과 ■ 성과논문의 IF : JCR DB 활용

* 목표연구자 : 3년간 IF 합계 12.75 이상 논문(최대 3건) 창출 연구자 수

연구자	성과(최근 3년)	기준	목표연구자 여부
연구자 A	IF 4.5 논문 3건	12.75	O
연구자 B	IF 13 논문 1건		O
연구자 C	IF 5 논문 2건, IF 3 논문 1건		O
연구자 D	IF 3.5 논문 4건		X

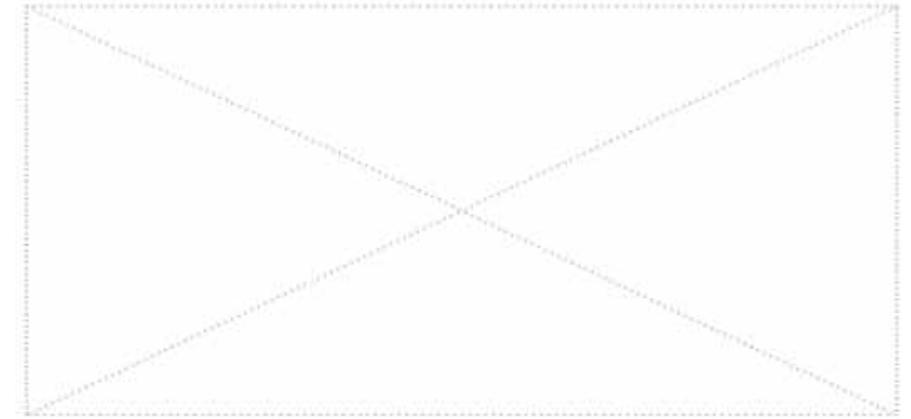
** IF 12.75 : 뇌과학원천기술개발사업 '15~'17년 평균 IF 합계, 동 기준은 사업 시작 시점(2020년)에서 2018~2020년 성과로 변경

제 2 절 사업추진체계

1. 사업추진체계

□ 사업추진체계

- 본 사업은 과기정통부를 주관부처로 하여, 한국연구재단의 관리 하에 뇌연구 기반 지식 축적 및 기술 확보를 위한 개별 연구과제를 선정, 연구사업을 수행
- 사업은 한국연구재단의 과제관리 지침과 방식에 근거하여 운영하되, 연구자간의 경쟁을 공정하게 관리하고 연구 결과물의 활용도를 높일 수 있는 사업관리 및 평가체계를 도입하여 추진
- 사업의 원활한 운영을 위하여 한국연구재단 내 프로그램운영위원회와 육성발전전략위원회를 둠
- (프로그램운영 위원회) 선정평가, 최종평가를 위한 심사위원 풀을 제공하며, 과제 운영이 장기적인 철학을 가지고 지속될 수 있도록 지원
- (육성발전전략 위원회) 동향분석, 운영전략 기획, 프로그램의 구성 및 조정, 전략육성분야 연구프로그램 등에 대한 자문 역할 수행, 뇌연구 프로그램의 과제 평가에 대한 자문 및 모니터링, 환경변화에 따른 연구주제 조정 등의 역할 수행
 - ※ 현행 뇌연구 자문위원회의 확장 형태로 구성
- 실제 연구과제를 수행하는 개별 과제들은 주제 중심 자율경쟁형 프로그램과 전략적 육성 주제 중심 프로그램으로 분류하여 선발 관리, 개별과제 간의 협력 및 경쟁적인 환경을 조성함
- 주제 중심 자율경쟁형 프로그램: 뇌연구의 핵심 주제로 분류한 5대 연구주제에 대한 개인 또는 소집단의 자율경쟁을 독려하는 프로그램
- 전략적 육성 주제 중심 프로그램: 뇌연구 분야의 선진화를 위하여 전략적으로 설정한 주제에 대한 연구팀을 선발하여 장기적인 지원을 보장하는 프로그램
- 대내외 연구 환경 변화를 반영한 롤링플랜(Rolling Plan) 수립
- 연구동향, 연구역량 등 연구 여건 변화에 따라 다양한 연구주제 추가·변경 등 연구 전략을 탄력적으로 운용
- 국가 R&D 상위평가 시점(3년 주기)에서 계획 대비 성과, 뇌연구 트렌드 변화 분석을 통해 연구 방향 전환, 신규 주제 발굴 등을 추진



[그림 5-3] 뇌연구 고도화 사업 추진체계

□ 프로그램별 운영방안

○ 주제 중심 자율경쟁형 프로그램

- 개별과제는 연구기간 5년이며, 1단계 (2020~2024년) 연 3억원, 2단계 (2025~2029년)는 3.5억, 3단계 (2030~2034년)는 4억원으로 차등 지급
 - 고용 장려 및 연구의 질적수준 향상을 위해 박사급연구원 신규 채용 시 5,000만원 추가 지원
- 최종평가 결과에 따라 상위 5%의 과제는 후속지원이 가능하며, 하위 10%의 경우 본 사업 내 과제신청을 1년 동안 제한¹¹⁾

○ 전략적 육성 주제 중심 프로그램

- 개별과제는 소규모 집단연구 형태로 연구 기간 10년, 연구비는 과제당 연 5억원을 기본 지원
 - 고용 장려를 위해 박사급연구원 신규 채용 시 5,000만원 추가 지원
- 사업 개시 5년 후 다른 전략육성분야와의 경쟁에 의해 계속 지원 여부 결정

11) 과학기술기본법 제11조2항에 따르면 연구개발의 결과가 극히 불량하여 중앙행정기관이 실시하는 평가에 따라 중단되거나 실패한 과제로 결정된 경우 참여제한이 가능

<표 5-5> 프로그램별 운영방안(요약)

프로그램	자율경쟁형 프로그램	전략적 육성 프로그램
연구목적	뇌연구 분야 연구역량 강화	전략분야 집중육성
연구기간	5년(연장가능)	10년(5+5)
연구단위	개인연구	집단연구
선정기준	- 연구과제 수월성 및 창의성 - 연구성과 도출가능성	- 전략분야 부합성 - 연구기반 구축 가능성
중간평가	X	O
최종평가	평가여부	O
	비고	-
연구비	규모	- 기본 : 5.0억/년
	비고	- 신규 박사급 연구원 채용 시 5,000만원 추가지원
소요명세서(예시)		

<참고> 과학기술기본법 제11조2(국가연구개발사업에 대한 참여제한 등)

제11조의2(국가연구개발사업에 대한 참여제한 등) ① 중앙행정기관의 장은 소관 국가연구개발사업에 참여한 기관, 단체, 기업, 연구책임자·연구원 또는 소속 임직원에 대하여 다음 각 호의 어느 하나에 해당하면 5년(과거에 이미 동일한 참여제한 사유로 다른 국가연구개발사업 과제에서 참여를 제한받은 자에 대하여는 10년)의 범위에서 소관 국가연구개발사업의 참여를 제한할 수 있으며, 이미 출연하거나 보조한 사업비의 전부 또는 일부를 환수할 수 있다. 다만, 제1호에 해당하는 경우로서 연구개발을 성실하게 수행한 사실이 인정되는 경우에는 참여제한기간과 사업비 환수액을 감면할 수 있다.

1. 연구개발의 결과가 극히 불량하여 중앙행정기관이 실시하는 평가에 따라 중단되거나 실패한 연구개발과제로 결정된 경우
2. 정당한 절차 없이 연구개발 내용을 국내외에 누설하거나 유출한 경우

2. 사업수행 주체간 역할 분담

- **(과학기술정보통신부)** 뇌연구 관련 시책 수립 및 지역 기반조성 사업 기획 총괄, 재원 마련 등
 - 상위계획, 정책 및 법·제도 제/개정
 - 재정보호 및 지원
 - 관련 부처 대상 사업 홍보 및 협조 요청
 - 사업 기본계획의 수립 및 공고
- **(한국연구재단)** 연간 사업시행 계획 공고, 과제선정-협약체결-지원, 성과관리 등을 총괄
 - 연차별 시행계획 수립
 - 과제 공모 및 선정평가 주관
 - 협약 체결, 사업비 집행 및 관리
 - 과제 연차/단계, 최종평가 주관
- **(뇌연구 프로그램 운영위원회)** 선정평가, 최종평가를 위한 심사위원 풀을 제공하며, 과제 운영이 장기적인 철학을 가지고 지속될 수 있도록 지원
 - (운영) 사업 수행 동안 상시적으로 운영함
 - 각 연구 분야를 담당하는 주제별 평가위원회 명단은 사전 공개함
 - 뇌과학원천기술개발 사업 참여 경험이 있는 연구자 중 평가위원 자격 취득자는 원칙적으로 심사에 참여 가능
 - 평가 시 주제별 평가위원 중 실제 심사위원을 선임하는 절차는 한국연구재단의 내규에 의거하여 공정하게 진행됨
 - (구성 및 자격) 한국연구재단 내 담당 연구단장(PM)이 재단 내 내규에 의거하여 전문위원(RB)을 선발하고, RB들이 7개 주제별 평가위원회를 구성
 - 주제별 평가위원회 구성원이 되기 위해서는 관련 연구 주제에 대해 5년 이상의 국내 연구 경력을 가지고 있어야 하며, 연구 주제의 상위 10% 논문 실적(mrnIF 90이상)이 최근 5년간 2건 이상 있어야 함
 - 주제별 평가위원회 위원은 2년을 임기로 하며, 필요에 따라 연임할 수 있음

- **(뇌연구 육성발전 전략위원회)** 뇌연구 전략육성 분야 선정, 관리 및 프로그램 운영의 전반적인 자문
 - (운영) 사업 수행기간동안 상시적으로 운영함
 - 뇌연구 육성발전 전략위원회 명단은 사전 공개함
 - 위촉에 의하여 진행되는 자문위원회의 형태로 운영되므로, 권한과 책임 의무를 가지지 않음
 - (구성 및 자격) 전임 뇌연구 관련 학회장, 전임 뇌연구 분야 연구재단 단장, 국가연구소장 등 뇌연구 분야에서 탁월한 경력을 가진 지도자급 인사 5-10명 내외로 구성
 - 육성발전전략위원회 후보자는 학회 등을 통해 추천을 받은 후 과학기술정보부에서 위촉
 - 육성발전전략위원회 구성원은 뇌연구 분야에 대한 10년 이상의 국내 경력을 가지고 있어야 함
 - 육성발전전략위원회 위원은 2년을 임기로 하며, 필요에 따라 연임할 수 있음
- **(연구기관)** 자유공모, 지정공모 방식에 따라 선정된 연구과제를 수행하는 단위 기관(대학, 출연기관, 기업 등)
 - 과제별 연구개발 계획 수립 및 실행
 - 과제별 연구개발 결과 및 성과 보고

제 3 절 사업관리전략

1. 사업 관리체계 및 프로세스

가. 사업 관리 방안

- 뇌연구 프로그램 운영위원회를 구성하여 심층평가 시스템 도입
 - 뇌연구 프로그램 운영위원회를 통하여 구성된 뇌연구 주제별 평가위원회를 중심으로 주제 중심 자율경쟁형 과제에 대한 심층평가를 수행함
 - 한국연구재단은 프로그램 운영위원회에서 구성된 주제별 전문가위원 pool을 활용하여 과제 평가자를 선정하여 심사를 주관함
 - 주제별 평가위원회는 상시적으로 운영되므로, 이후 최종평가 및 필요시 수시 검토를 통해 과제 초기와 비교하여 수요 변화와 과제 목표달성 정도를 지속적으로 점검함
- 뇌연구 육성발전전략위원회를 통하여 뇌연구프로그램의 운영점검 및 전략적 육성방안 모색
 - 육성발전전략위원회를 통하여 구성된 뇌연구 분야별 전문가위원회를 기반으로 하여 자율경쟁형프로그램의 운영과 미들업 주제의 적절성 등에 대한 상시 모니터링과 자문역할을 수행함
 - 육성발전전략위원회는 미들업 주제 중심 프로그램의 연구과제 성공을 위하여 필요한 연구 기술에 대한 협력의 가능성들을 파악하여 공동연구를 위한 소그룹 연구를 제안하는 등 융복합 연구를 촉진시키는 역할도 수행함
 - 뇌연구 육성발전전략위원회는 탐다운 방식으로 지정된 전략적 육성 주제 중심 프로그램의 개별과제들이 최초의 탐다운 전략 목표를 충실히 수행할 수 있도록 구성되도록 하고 개별과제의 수행이 육성발전의 방향으로 가고 있는지에 대한 지속적 모니터링을 실시함

<표 5-6> 상시 모니터링 및 자문 항목

구분	항목
환경 변화	미들업 주제가 전세계 뇌연구 흐름을 잘 반영하고 있는가? 뇌연구 분야에서 대두되고 있는 새로운 이슈를 반영하고 있는가? 사업에서 다루고 있는 주요 이슈 중에서 그 중요성이 현저히 떨어진 이슈는 없는가? 연구에 영향을 미칠 수 있는 최근 정책 변화는 없는가?
연구개발 동향	뇌연구 분야에서 최근 발표된 중요한 연구개발 성과는 무엇인가? 주요 선진국에서의 최근 중요한 연구방향의 변화는 없는가?
연구 목표	당초 계획된 연구 목표가 어느 정도 달성되었는가? 최근 환경변화 및 연구개발 동향 변화에 따라 연구 목표의 수정이 필요하지는 않는가?
연구 수행	당초 계획된 연구가 차질 없이 진척되고 있는가? 목표 달성을 위해 현재 수행되는 연구 방법이 적절한가? 연구 목표와 진도에 따라 연구자원이 적절하게 배분 혹은 집행되고 있는가?
연구 성과	당초 계획된 연구 성과가 창출되고 있는가? 연구를 통해 창출된 성과 정보가 적절하게 관리되고 있는가?
추진 계획	향후 연구 추진일정이 적절하게 수립되어 있는가? 추진일정의 조정이 가능한 프로그램이나 과제는 없는가? 향후 추진 계획에서 환경변화를 적절히 반영하고 있는가?

- 총괄적인 뇌연구 프로그램의 집행은 한국연구재단이 담당
 - 뇌연구 프로그램 운영위원회를 통하여 구성된 뇌연구 주제별 평가위원회를 중심으로 주제 중심 자율경쟁형 과제에 대한 심층평가를 수행함
 - 한국연구재단은 프로그램 운영위원회에서 구성한 분야별 전문가위원 pool을 활용하여 과제 평가자를 선정하여 심사를 주관함
 - 주제별 평가위원회는 상시적으로 운영되므로, 이후 연차 또는 최종평가 및 필요시 수시 검토를 통해 과제 초기와 비교하여 수요 변화와 과제 목표달성 정도를 지속적으로 점검함

나. 사업추진 프로세스

□ 기술수요조사, 과제기획부터 공고, 선정 및 연구수행, 실증평가, 현장 도입 및 배포까지 세부 프로세스 및 수행주체별 명확한 역할분담을 통한 R&D 전주기적 관리 프로세스 확립

	주요업무	구분		수행주체
		주제 중심 자율경쟁	전략적 육성 주제	
사업기획	<ul style="list-style-type: none"> • 사업기획과제 추진 및 내용 작성 • 연구기획 예산지원 	0	0	<ul style="list-style-type: none"> • 과학기술정보통신부
↓				
사업시행공고	<ul style="list-style-type: none"> • 사업시행계획 수립 및 공고 • 연구범위 확정 	0	0	<ul style="list-style-type: none"> • 한국연구재단
↓				
과제 선정평가	<ul style="list-style-type: none"> • 1차 서면평가 • 2차 심층평가 	0	0	<ul style="list-style-type: none"> • 한국연구재단 • 운영위원회
↓				
과제관리	<ul style="list-style-type: none"> • 프로그램 과제협약 • 진도관리 	0	0	<ul style="list-style-type: none"> • 한국연구재단 • 운영위원회
↓				
중간평가	<ul style="list-style-type: none"> • 중간평가 실시 • 중간평가 결과 반영 	X	0	<ul style="list-style-type: none"> • 한국연구재단 • 운영위원회
↓				
최종평가	<ul style="list-style-type: none"> • 최종평가 실시 • 최종평가 결과 반영 	0	0	<ul style="list-style-type: none"> • 한국연구재단 • 운영위원회
↓				
성과관리	<ul style="list-style-type: none"> • 성과관리 및 성과분석 • 성과확산 및 활용촉진 	0	0	<ul style="list-style-type: none"> • 한국연구재단

[그림 5-4] 사업추진 프로세스

- 연구개발사업의 최종결과물의 실용화 및 현장 적용 성과 극대화를 위한 성과관리 운영방안 도입
 - 계획 (사업/과제기획)
 - 사업목표의 명확성, 성과계획의 합리성, 사업목표와 내용의 적합성, 유사성/중복성 검토를 통해 사업 추진의 적절성을 확보함
 - 집행 (연구개발 수행관리)
 - 연구기관 선정 및 비용·인력 등의 자원배분, 연구개발 수행, 연구 수행 산출물 도출의 체계적 수행을 통해 사업 수행의 체계성을 확보함
 - 결과 (성과조사·분석·평가)
 - 사업 투입 대비 산출 분석, 현장 검증을 통한 실용성 극대화, 질적 성과 및 양적 성과의 경제적 분석, 현장 도입 및 배포를 통해 사업의 효율성 및 효과성을 확보
 - 활용·확산 (성과 공유 및 확산)
 - 학회 등에서 발표회를 통해 연구결과 공유 및 확산 추진

2. 사업 관리전략

- **공정한 경쟁 및 투명성 제고를 위한 전략**
 - 미들업 주제 중심 자율경쟁형 프로그램은 뇌과학 핵심 주제별 연구자간의 공정하고 치열한 경쟁을 통해 뇌과학 연구의 수준을 끌어올리는 것을 목표로 함
 - 심층평가를 위한 심사위원은 프로그램 운영위원회가 구성한 주제별 평가위원회 위원 중 한국연구재단 내규에 의거하여 선발하되, 운영위원회의 자문을 받아 제안된 과제의 심사에 적합한 특별 심사위원 초빙이 가능
 - 심사위원군은 학문적 권위를 갖춘 전문가들로 구성하며 과제 심사 유경험자를 반드시 포함하여야 함
 - 심층평가 심사위원들은 심층평가를 위한 절차적 방법과 유의사항 숙지를 위한 사전교육을 받아야 함
 - 심층평가의 전문성을 높이기 위하여 개별과제의 전문성에 합당한 심층평가위원을 과제당 최소 5명씩 할당하고 이들 평가위원들은 심층평가 시 주도적인 역할을 수행함
 - 심층평가를 위해 연구계획서의 심층분석을 위한 충분한 시간을 평가위원들에게 제공함
 - 과제평가의 투명성 제고를 위한 제반 활동을 수행함
 - 뇌연구 프로그램 운영위원회는 주제별 평가위원회를 구성한 뒤 공개하여 한국연구재단을 통한 과제 선정의 전문성을 높임
 - 연구재단과 프로그램 운영위원회는 심사과정의 모니터링과 심사결과의 검토를 통해 심사의 절차적 공정성을 책임짐
 - 연구재단은 심층심사의 결과를 개별연구자에게 통보하고 이에 대한 개별연구 지원자와의 연락통로 구실을 수행하며, 개별 심사위원과 연구 지원자의 과제평가와 관련된 직접적 접촉은 엄격히 금지함

□ 전략적 육성발전 및 뇌연구 협력체계 구축을 위한 전략

- 뇌연구 전략분야 육성발전을 위한 전략
 - 전략분야로 선정된 인간인지 및 계산뇌과학 연구분야는 연구단의 형태로 지원하여 연구저변이 확대되며 연구인력이 확충될 수 있는 기반 조성
 - 인력양성은 박사학위과정을 고려할 때 장기적 지원이 필요하므로 10년의 연구기간을 상정하되, 5년 후 중간평가를 통하여 지원 여부 또는 지원 규모를 결정
 - 육성발전위원회를 통하여 신규 전략적 육성발전 분야를 기획 발굴할 수 있으며, 이에 대한 구체적인 지원 여부는 담당 부처 및 연구재단과 협의하여 신규과제 형태로 도출할 수 있음
- 뇌연구 협력체계 구축을 위한 전략
 - 공동연구를 통하여 상위 10% 이내의 우수 논문을 출판하는 경우, 공동연구자의 성과를 평가에 반영하여 협력연구를 독려
 - ※ 공동연구자의 구체적 기여 내용에 대한 소명 필요
 - 연구개발 과정 중 초융합 뇌연구의 필요성이 구체화되었거나, 실용화 성과 도출을 위한 연구개발 환경이 성숙되었다고 판단되는 경우 해당 연구자와 육성발전위원회를 통하여 신규과제 기획을 수행함
 - 신규과제 기획 내용이 뇌연구 프로그램에 직접 반영되는 것은 아니며, 별도 사업의 형태로 부처에 제안하는 형식으로 진행함

3. 평가/관리 절차 및 기준

- 과제 선정평가부터 성과 실용화 관리까지 기술개발기간에 따라 필요한 경우 6단계에 걸쳐 체계화된 과제 관리·평가를 수행하여 기술개발목표를 관리



[그림 5-5] 과제 관리 프로세스

가. 선정평가

- 한국연구재단의 일반적인 평가·조정체계를 따르되, 전문가 심층평가를 수행하기 위하여 프로그램운영위원회가 구성한 평가위원회를 활용
 - 사전검토와 전문가 검토는 한국연구재단의 담당 단장(PM)을 중심으로 수행하며 총괄심의는 사업운영위원회를 활용
 - 연구기관이 작성한 연구개발계획서를 바탕으로 전문가의 사전검토, 분야별 평가위원회 대상으로 한 전문가 서면 평가, 평가위원의 전문가 심층토론편가, 전문가 검토, 총괄심의, 확정의 단계를 거쳐 진행
 - (전문기관 사전검토) 과제 제출의 형식적 유효성 및 자격 검토
 - (서면평가) 제출된 연구개발계획서에 대한 서면평가로, 신청 과제당 5명 내외의 심사위원이 점수를 부여하고 심층평가 대상 과제를 2배수 내외로 선정(패널 구성 오프라인 평가)
 - (심층평가) 10명 내외의 전문평가위원이 해당 주제 내 심층평가 대상 과제의 연구내용을 숙지한 후, 선정평가 지표에 의거하여 토론식 평가를 시행한 후 개별 성적입력을 통하여 순위 확정
 - ※ 연구계획서의 충실성에 의거한 평가를 위하여 구두평가는 지양함

- (전문기관 검토) 각 연구분야별 지원률, 평가점수 등을 고려하여 예비선정 과제를 상급위원회에 추천하며, 탈락과제에 대해서도 순위(percentile) 및 심층평가 결과를 제공
- (총괄심의) 상급 위원회의 승인, 예비선정 결과발표 후 이의신청 등을 수행
- (확정) 최종 과제 선정

<표 5-7> 개별과제 선정평가의 평가지표

평가항목	가중치 (10%)	
연구책임자 역량 및 참여연구인력의 적절성 (20)	① 연구책임자의 전문성 - 연구관련 선행 연구업적을 보유하고 있는가? - 보유한 기반기술은 세계적으로 경쟁력이 있는가? - 연구책임자의 연구역량 및 연구윤리 수준은 적절한가? ② 참여연구인력의 역량 - 박사급 연구원을 확보하고 있는가? - 참여 연구인력의 역량은 충분한가?	15
연구 타당성 및 성과목표 적절성 (30)	③ 연구 필요성 및 타당성 - 연구의 필요성과 시의성이 적절한가? - 연구주제가 도전적이고 창의적 인가? ④ 연구 목표의 적절성 - 연구목표가 명확하며, 합리적으로 설정되었는가? - 연구목표, 성과지표, 목표치 설정이 적절한가? - 연구목표의 달성 가능성이 높은가?	20
연구내용 및 추진계획의 충실성 (40)	⑤ 연구내용의 충실성 - 관련논문 및 연구동향에 대한 사전 분석이 충실한가? - 목표달성을 위한 연구내용 도출은 적절한가? - 기존 또는 타 연구와의 중복문제는 없는가? ⑥ 연구추진 계획(전략)의 적절성 - 연구방법이 참신하며 창의적인가? - 연구방법이 구체적이고 합리적으로 제시되었는가? - 연구비 산정은 합리적인가? - 연구 위험요인에 대한 대응 방안이 제시되어있는가?	15
연구성과의 수월성 (10)	⑦ 예상되는 연구성과의 수월성 - 세계적인 연구성과(IF>5) 도출이 기대되는가? - 연구를 통한 파급효과는 충분히 매력적인가?	10
합 계	100	

나. 진도관리

- 한국연구재단의 일반적인 진도관리체계에 따라 수시점검을 시행하며, 필요시 현장평가를 통한 평가를 수행
- 연구계획서 대비 추진실적이 미비한 경우에는 한국연구재단의 본 사업 담당 PM이 마일스톤에 따라 수시점검을 실시
- 수시점검과정에서 현장점검이 필요하다고 판단되는 경우 운영위원회 및 기타 전문가 등으로 구성된 현장점검팀이 실시
- 현장점검은 계획 대비 연구수행성과 및 연구비 집행실적을 점검
- 현장점검 결과를 바탕으로 당해 연구개발과제의 “계속”, “중단”, “보완” 3등급으로 결정하여 주관연구기관장에게 통보하여 보완

<표 5-8> 진도점검 세부 내용(안)

구분	주요내용		
실시주기	0 연차별 과제 시작 후 6개월 시점에 전체 과제에 대한 진도점검 실시(연중)		
주체	0 한국연구재단, 뇌연구 프로그램 운영위원회, 뇌연구 육성발전 위원회		
점검내용 방법	0 당해연도 목표달성 여부, 질적 수준 및 수행방법의 효율성을 점검하고 이에 따라 검토의견 및 평가등급 부여		
	추진절차	주체	주요내용
	진도점검 총괄 계획 수립	연구재단	진도점검 양식 및 점검내용 등 총괄계획 수립 후 운영위원회에 송부
	진도실적보고서 제출 안내	연구재단	대상과제 전수 실적보고서 제출 안내 (안내 후 2주 이내 제출)
	진도실적보고서 서면검토	운영위원회	운영위원회에서 진도실적보고서를 서면 검토한 후 대상과제의 진도점검 방법을 확정
	진도점검 방식 통보	연구재단	연구책임자와 면담일정/ 방문일정을 사전 협의한 후 진행
	진도점검 실시	평가위원회	연구목표 달성을 위해 컨설팅 중심으로 추진 * 필요시 외부전문가 참석 가능
	진도점검 결과 공유	운영위원회	연구책임자 및 운영위원회에 진도점검 결과 공유 및 송부
진도점검 결과 확정 통보	운영위원회	진도점검 최종결과를 정리하여 연구재단에 확정결과 통보	
진도점검 결과 반영	연구재단	진도점검 결과를 사업특성에 따라 반영	

다. 중간평가

- 전략육성 과제의 경우 1단계(2년) 종료 시 중간평가를 실시하여 다음단계 사업추진 여부를 결정
- 중간평가는 목표 대비 성과 달성도 및 계획의 적정성을 평가
- 중간평가 결과를 바탕으로 당해 연구개발과제의 “계속”, “중단”, “보완” 3등급으로 결정하여 주관연구기관장에게 통보

<표 5-9> 중간평가 세부 내용(안)

구분	주요내용		
실시주기	○ 1단계 종료(5년) 시점에 전체 과제에 대한 중간평가 실시		
주체	○ 한국연구재단, 뇌연구 프로그램 운영위원회, 뇌연구 육성발전 위원회		
점검내용- 방법	○ 당해연도 목표달성 여부, 질적 수준 및 수행방법의 효율성을 점검하고 이에 따라 검토의견 및 평가등급 부여		
	추진절차	주체	주요내용
	중간평가 계획수립	연구재단	중간평가 양식 및 평가내용 등 총괄계획 수립 후 운영위원회에 송부
	↓		
	중간평가 자료 안내	연구재단	대상과제 전수 평가보고서 제출 안내 (안내 후 2주 이내 제출)
	↓		
	사전검토	운영위원회	운영위원회에서 평가보고서 서면 검토
	↓		
중간평가 실시	평가위원회	해당 단계 연구실적 및 다음 단계 계획 점검 * 필요시, 주관 연구책임자 질의·응답 실시	
↓			
중간평가 결과 공유	운영위원회	연구책임자 및 운영위원회에 진도점검 결과 공유 및 송부	
↓			
중간평가 결과 확정 통보	운영위원회	중간평가 최종결과를 정리하여 연구재단에 확정결과 통보	
↓			
중간평가 결과 반영	연구재단	중간평가 결과를 반영하여 계속추진 여부 검토	
중간평가 항목	성과 달성도	<ul style="list-style-type: none"> • 해당 연차 질적·양적 성과지표 및 목표의 달성 정도(성과점검기준표) • 연구성과물의 기술적/경제적 우수성 • 최종 성과목표 달성을 위한 중간성과물의 기여도 및 활용가능성 	
	계획의 적절성	<ul style="list-style-type: none"> • 최종목표 대비 다음 단계 추진계획의 적합성 • 목표달성을 위한 질적·양적 성과지표 및 목표의 적정성(성과점검기준표) • 관련 환경 변화의 반영 여부 • 연구내용 대비 연구기간, 연구기관 구성, 인력투입 계획 등의 적합성 • 실적 평가결과에 따른 다음 연차 계획의 수정·보완 의견 및 대책 등 	

라. 최종평가

- 한국연구재단의 일반적인 최종평가체계를 따라 연구기관이 제출한 최종보고서와 성과활용계획서, 기술개발성과확약서를 바탕으로 검토 또는 현장실태조사, 전문가평가, 평가결과 보고의 순서로 진행
- 검토 또는 현장실태조사는 한국연구재단이 PM을 중심으로 수행하며 전문가평가는 분야별 평가위원회가 수행

<표 5-10> 최종평가의 전문가평가 평가지표

평가항목		가중치
계획대비 최종성과 (70)	①계획 대비 연구성과목표 달성도 -협약시 제시된 최종 성과목표가 양적·질적으로 달성되었는가?	60
	②부가적 성과 -성과계획에는 없었으나 부가적으로 달성된 성과의 양적, 질적 수준은? -당초 예상되었던 문제점들이 해결되었는가?	10
연구수행 과정의 충실성 (30)	③연구계획 내용 이행의 충실성 -사전에 수립된 전략대로 실행되었는가? -환경변화에 적절한 대응이 이루어졌는가? -관련기관 및 산업계, 타 연구주체와의 협력 노력은 충분하였는가? -(연구단) 세부과제간 연계, 조정, 통합 노력은 충분하였는가?	20
	④계획의 이행수준 -일정계획은 어느 정도로 지켜졌는가? -연구예산은 계획대로 집행되었는가? -연구기자재는 계획대로 확보되었는가? -연구인력구성은 계획대로 투입되었는가?	10
합 계		100

제 4 절 재원조달 계획

1. 연도별 투자계획

□ 본 사업 수행(2020~2034년) 기간 동안 사업 총 소요예산은 9,182억원

- 총 사업기간 15년간 9,182억원, 연간 평균 612억 원 투입 총 사업비 전액을 정부에서 투입
- 과제 규모는 미들업 과제의 경우 1단계 (2020~2024년) 연 3억원, 2단계 (2025~2029년)는 3.5억, 3단계 (2030~2034년)는 4억원, 전략과제의 경우 5억원으로 책정하였으며, 과제수행 기간은 5년으로 계산하였음
- 과제수행 기간 및 과제 당 연구비는 본 사업 지원방식과 유사한 기초연구사업을 바탕으로 산정
- (미들업 분야) 본 사업의 목표는 국제적 우수연구자 지변확대를 통한 뇌연구 기초역량 강화로 지원대상이 신진연구자 보다는 중견 또는 리더 연구자임
 - 이에 따라 리더연구자지원사업의 최소 규모이자 중견연구자지원사업의 최대 규모인 3억원을 기본으로 설정
- (전략육성 분야) 전략육성 분야는 소규모 집단연구이며, 보호육성이 필요하거나 파급효과가 큰 기초연구분야 지원
 - 이에 따라 소규모 연구그룹의 형성을 지원하여 기초연구 역량을 강화하는 집단연구사업의 기초연구실의 지어규모인 5억원을 기본으로 설정
 - 연구기간은 개인기초연구사업의 전략과제 분야의 최대인 5년으로 설정
- 과제 선정 및 관리를 위한 운영비를 매년 예산의 2%로 산정
- 매년 신규 과제 및 계속 과제에 대한 지원을 바탕으로 연간 예산을 설정하였으며, 매년 40~70개의 신규 과제 선정을 반영하였음
- 연간 지원과제 수는 최대 250개로 설정하였으며 이는 2018년 기준 전체 뇌연구자의 약 30%임

<표 5-11> 기초연구사업 지원규모 및 기간

구분	사업		사업목적 및 특성	지원대상	지원규모 (억원/년)	기본지원기간
	사업	세부사업				
개인연구	리더연구자지원		미래의 독자적 과학기술과 신기술 개발을 위해 세계적 수준에 도달한 연구자의 심화연구 집중지원	이공학분야 교원(전임·비전임), 공공·민간연구소의 연구원	3~8억원	9년 (3+3+3)
	중견연구자지원		창의성 높은 개인연구를 지원하여 우수한 기초연구 능력을 배양하고 리더연구자로의 성장발판 마련		0.5~3억원	1~5년
	신진연구자지원		신진연구자의 창의적 연구의욕 고취 및 연구역량 극대화를 통해 우수 연구인력 양성	이공학분야 교원(전임·비전임) 및 공공·민간 연구소의 연구원으로 박사학위 취득 후 7년 이내 또는 만 39세 이하	0.5~1억원 (필요시 연구환경 구축비 0.5~1억원 추가 지원*)	1~5년 (연구환경 구축비는 1년)
	전략과제		국가 차원의 중장기적 파급효과가 큰 기초연구분야 지원	이공학분야 교원(전임·비전임), 공공·민간연구소의 연구원	0.5~3억원	1~5년
집단연구	기초연구실		특정 연구주제를 중심으로 소규모 연구그룹의 형성을 지원하여 기초연구 역량 강화	이공계 대학의 교수 3~5인으로 구성	5억원	3년 (후속 3년)

<표 5-12> 뇌연구 고도화 사업 연도별 소요예산 (2020~2034년)

구분		`20	`21	`22	`23	`24	`25	`26	`27	`28	`29	`30	`31	`32	`33	`34	합계
		신규 과제 (건)	미들업	68	38	38	38	38	68	48	48	38	38	48	0	0	0
	전략	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	22
	합계	70	40	40	40	40	70	50	50	40	40	50	0	0	0	0	530
계속 과제 (건)	미들업	0	68	106	144	182	152	182	192	202	202	172	172	124	86	48	2,032
	전략	0	2	4	6	8	8	8	8	8	8	8	8	6	4	2	88
	합계	0	70	110	150	190	160	190	200	210	210	180	180	130	90	50	2,120
총 과제 (건)	미들업	68	106	144	182	220	220	230	240	240	240	220	172	124	86	48	2,540
	전략	2	4	6	8	10	10	10	10	10	10	10	8	6	4	2	110
	합계	70	110	150	190	230	230	240	250	250	250	230	180	130	90	50	2,650
예산 (억원)	미들업	204	318	432	546	660	694	748	802	821	840	794	626	458	325	192	8,460
	전략	10	20	30	40	50	50	50	50	50	50	50	40	30	20	10	550
	운영비	4	6	9	11	14	14	15	17	17	17	16	13	9	6	4	172
	합계	218	344	471	597	724	758	813	869	888	907	860	679	497	351	206	9,182

<예산 운영 예시
(2020년)>

■ 예산 배분

☞ 5대 미들업 과제 200억원, 보호육성 전략과제 10억원, 과제관리에 10억원 투입

■ 미들업 과제

☞ 주제별 지원 과제를 지원 분야 연구자 비중에 따라 분배

- 발달(18%): 24개, 뇌세포(25%): 34개, 인지 및 행동(20%): 27명, 뇌노화(23%): 31개, 방법(14%): 19개

☞ 1차 서면평가를 통해 최종 선정과제 수의 2배수를 선정 하고 심층평가를 통해 분야 당 34%씩 선정

- 과제 당 3억원 가정 시 총 56개(34%) 과제 선정 가능

- 발달: 8개 내외, 뇌세포: 12개 내외, 인지 및 행동: 9개 내외, 뇌노화: 11개 내외, 뇌방법: 6개 내외

☞ 운영위원회 토의 후 최종 선정

■ 보호육성 전략과제

☞ 과제당 연 5억원 지원



2. 연도별 소요인력

□ 소요인력

- 본 사업 수행을 위한 연평균 소요인력은 913명, 연간 최대소요인력은 1,290명
- (미들업 과제) 각 과제당 2명의 박사급 인력, 2명의 석사급 인력, 1명의 학사급 인력이 필요할 것으로 예상
 - 연평균 박사급, 석사급 인력은 339명, 학사급 인력은 169명이 필요할 것으로 예상
- (전략 과제) 각 과제당 3명의 박사급 인력, 3명의 석사급 인력, 3명의 학사급 인력이 필요할 것으로 예상
 - 연평균 박사급, 석사급, 학사급 인력 각각 22명이 필요할 것으로 예상

<표 5-13> 뇌연구 고도화 사업 연도별 소요인력 (2020~2034년)

(단위: 명)

구분		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	평균
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	
미들업	박사	136	212	288	364	440	440	460	480	480	480	440	344	248	172	96	339
	석사	136	212	288	364	440	440	460	480	480	480	440	344	248	172	96	339
	학사	68	106	144	182	220	220	230	240	240	240	220	172	124	86	48	169
	소계	340	530	720	910	1,100	1,100	1,150	1,200	1,200	1,200	1,100	860	620	430	240	847
전략	박사	6	12	18	24	30	30	30	30	30	30	30	24	18	12	6	22
	석사	6	12	18	24	30	30	30	30	30	30	30	24	18	12	6	22
	학사	6	12	18	24	30	30	30	30	30	30	30	24	18	12	6	22
	소계	18	36	54	72	90	90	90	90	90	90	90	72	54	36	18	66
전체	박사	142	224	306	388	470	470	490	510	510	510	470	368	266	184	102	361
	석사	142	224	306	388	470	470	490	510	510	510	470	368	266	184	102	361
	학사	74	118	162	206	250	250	260	270	270	270	250	196	142	98	54	191
	합계	358	566	774	982	1,190	1,190	1,240	1,290	1,290	1,290	1,190	932	674	466	258	913

- 2017년 뇌연구 분야 연구과제 참여 인력은 총 3,727명으로 전년대비 19% 증가하였으며, 이 가운데 PI급 연구인력은 1,055명으로 전년대비 73% 증가
- 한국연구재단에 등록된 연구자 중 뇌연구 연구자는 약 5,400명
- 또한, 국내 뇌연구 분야 인력 배출 현황은 최근 뇌공학, 사회과학분야 등과의 융합연구가 증가함에 따라 2007년 4,000여 명에서 2016년 21,000여 명으로 대폭 확대됨에 따라 소요인력 확보가 충분히 가능함

3. 재원조달 계획

가. 재원조달 방식

- 지원 형태: 정부출연
- 국고지원비율: 100%, 9,182억원

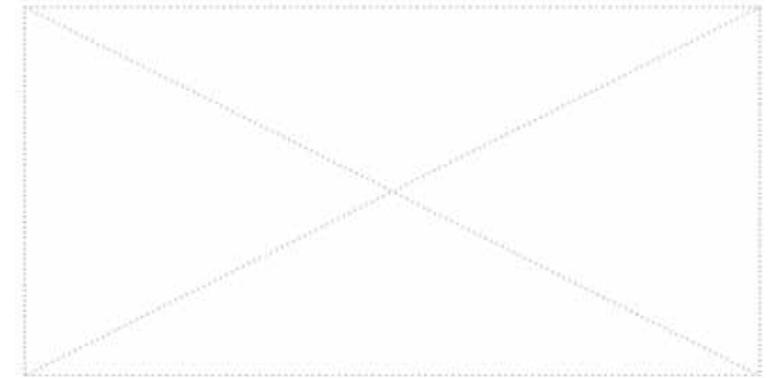
나. 국고지원

- 예산 규모 산정의 적정성
 - 2017년 기준 전체 생명공학분야 예산(3조 930억원) 중 뇌과학 비중은 5.4%로 주요 선진국(미 18.9%, 일 7%, 영 6.0%)에 비해 낮은 실정
 - 우리나라는 전 세계적으로 고령화가 가장 빠르게 진행되고 있으며 또한 뇌질환에 의한 사회적 부담이 급증하고 있어서, 뇌질환 극복을 위한 국가 차원의 뇌연구가 절실한 상황
 - 국내 2015년 뇌질환 관련 사회경제적 비용은 23조원으로 1위를 기록
(The Neurotechnology Industry '15~'16 Report)
 - 2011년~2030년 세계 주요 질환 사회경제적 비용 중 정신건강이 35%로 가장 높을 것으로 추정(The World Economic Forum and the Havard School of Public Health, 2011)
 - 뇌질환 관련 사회경제적 비용의 1%를 뇌연구개발에 투자할 경우 최소 2,300억원의 투자가 필요하며, 뇌질환 관련 비용이 해마다 증가할 것을 고려하면 현재 뇌과학 예산(2017년 기준 1,559억원)의 증액이 필요할 것으로 판단됨
 - 본 사업 기간인 2020~ 2034년 총 15년간 정신건강 및 뇌질환 관련 사회경제적 비용은 최소 연평균 약 33조원 수준에 이를 것으로 예상되며, 1%의 투자비율을 적용했을 때, 연평균 약 3,300억원 수준의 뇌연구 투자규모 필요
 - 2020년 정신건강 및 뇌질환 관련 사회경제적 비용을 최소 23조원으로 설정하면, 연간 5%씩 증가한다고 가정했을 때 사업기간 동안 연평균 비용 약 33조원
 - 연간 뇌연구 예산 3,300억원 중 약 18.5%를 본 사업에 배분하는 것으로 예측하여 연평균 약 612억원의 사업비로 산정
 - 현재 연간 뇌연구사업비 대비 뇌과학원천기술개발사업 예산 비율은 약 30% 정도의 수준이나, 본 사업기간 동안 다른 신규 뇌연구 관련 사업과의 배분을 고려하여 18%~20% 정도의 비율로 예측하는 것이 적절하다고 판단됨

- 예산 확보 및 인력 배분을 고려하여 본 사업 예산 비율을 단계적으로 높여나가는 한편, 과제 분류 별 적절한 예산배분 필요

□ 국고 조달 가능성

- 지난 5년간 (2013년~2017년) 과학기술정보통신부 예산은 연평균 6.0% 증가
- 따라서 2017년 정부 뇌연구 투자금액 1,648억원을 기준으로 최근 5년 연평균성장률을 적용하여 2018-2034년 기간 동안의 정부 뇌연구 투자 규모를 예측하였을 때 아래 그림과 같음



[그림 5-6] 우리나라의 뇌연구 투자현황 및 전망(단위 : 10억원)

- 상기 모델에 따르면 본 사업기간(2020-2034년) 동안 총 정부 뇌연구 투자액은 4조 4,273원 규모로 추정되며 이 중 20.7%를 투자한다고 하면 예산 조달이 가능할 것으로 판단됨
- 본 사업 시작연도인 2020년에 필요한 사업비는 218억원이며, 이는 2018년 기준 뇌과학원천기술개발사업 예산이 510억 원임을 감안하였을 때 충분히 조달 가능할 것으로 판단됨

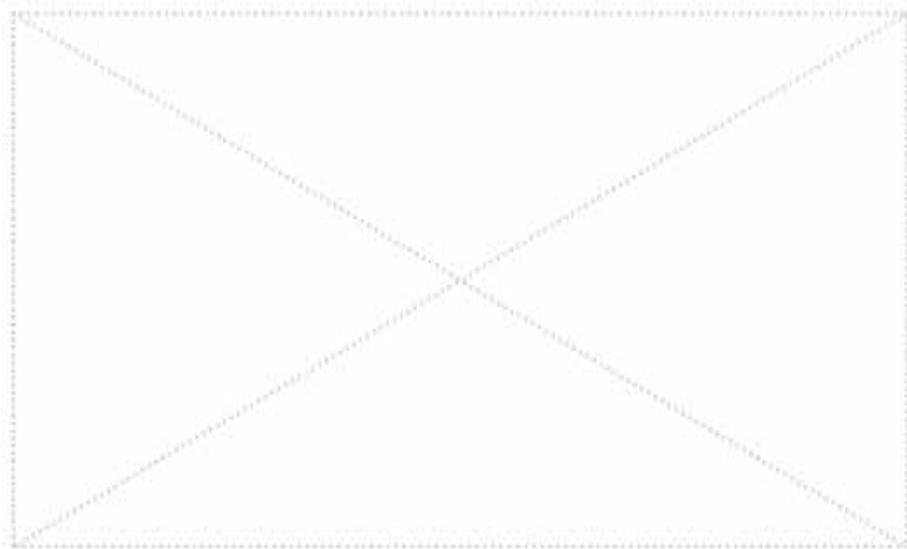
제 5 절 기대효과

1. 과학기술적 기대효과

- 뇌과학 연구의 다양성에 기반한 연구자 중심 프로그램 확대
- 뇌과학 연구의 질적수준 향상 및 우수연구자 확대
- 뇌의 작동원리의 근원적 이해

2. 사회경제적 기대효과

- 뇌질환으로 인한 의료비, 노동력 손실 등 사회·경제적 비용 경감
- 뇌연구 강화를 통해 글로벌 태동기 시장선점을 통한 국가 산업 경쟁력 제고



[그림 5-7] 뇌연구 고도화 사업 기대효과

제 6 장 사전타당성 조사 및 기대효과 분석

제 6 장 사전 타당성 조사 및 기대효과 분석

제 1 절 사전타당성 분석 방법론

1. 개요

- 과학기술적, 정책적 및 경제적 타당성 분석 수행
 - 기획된 '뇌연구 고도화 사업'의 체계적 수행검토에 대한 과학기술적, 정책적 및 경제적 예비타당성 분석 실시



[그림 6-1] 예비타당성 분석 프로세스

2. 영역별 타당성 분석 수행 체계

가. 과학기술적 타당성 분석

- 과학기술적 타당성 분석 목적 및 조사항목
 - 과학기술적 타당성 분석은 사업 기획과정, 사업목표, 사업구성 및 내용의 적절성과 기술개발 성공가능성 및 기존 사업·과제와의 중복성을 검토함으로써 본 사업의 과학기술적 정당성을 부여
 - 또한, 본 사업의 추진에 따라 발생할 수 있는 문제를 다양한 차원에서 사전에 검토 및 조사, 사업 추진의 타당성을 분석하여 결과를 도출함
 - 과학기술적 타당성 분석을 위한 조사항목은 연구개발부문의 예비타당성조사에서 가장 주요한 부문으로 2계층 평가항목과 3계층 평가항목으로 구성
 - 세부적으로는 2계층으로서 '기술개발계획의 적절성, 기술개발성공가능성 및 기존 사업과의 중복성'을 구성하고, 본 사업의 기술개발계획에 대한 부문을 3계층으로서 '기획과정, 사업목표, 구성 및 내용의 적절성'으로 세부적 분석을 통한 과학기술적 타당성을 제시함
 - 과학기술적 타당성 분석의 조사항목 및 주요 쟁점사항은 다음과 같음

<표 6-1> 과학기술적 타당성 분석의 기본평가항목

구분	2계층 항목	3계층 항목	주요내용
기본평가항목	-과학기술개발계획의 적절성	-기획과정의 적절성	-사업이 기획된 배경 및 경위의 적절성
		-사업목표의 적절성	-문제정의 및 목표 설정의 적절성
		-구성 및 내용의 적절성	-세부 활동 구성 및 내용의 구체성과 연계성
	-과학기술개발 성공가능성	-	-대규모 투자 시점의 적절성 -경쟁우위 기준 우선순위
-기존 사업과의 중복성	-	-중복 가능성	

출처 : 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침(제2-1판), 2016

□ 과학기술적 타당성 분석 방법 및 내용

- 과학기술개발계획의 적절성
 - (기획과정의 적절성) 본 사업이 국가 법령과 국가과학기술정책을 기반으로 장기 및 계획적으로 기획되었으며, 뇌연구 분야별 전문가 그룹이 참여하여 체계적으로 기획되었음을 제시함
 - (사업 목표의 적절성) 사업추진 필요성에 대한 문제 및 이슈의 정의가 구체적으로 제시되어있는가, 또한 문제 및 이슈의 해결과 더불어 사업의 목표가 잘 부합되었는지를 도출함
 - (사업구성 및 내용의 적절성) 기획된 이유와 각 중점분야 및 추진내용이 환경적 변화와 국내 기술역량을 감안하여 설정되었음을 제시
- 과학기술개발 성공가능성
 - 불확실성 측면에서 대규모 투자 시기로서의 적절성과 기술수준 측면에서의 타 국가대비 국내의 기술적 경쟁우위 여부를 검토함
- 기존 사업과의 중복성
 - 현 시점을 기준으로, 수행되었거나 수행하고 있는 유사 사업과의 사업목적 및 목표, 추진방법, 지원분야 및 대상 등에 대한 중복성 검토를 통한 본 사업의 차별성을 제시함

나. 정책적 타당성 분석

□ 정책적 타당성 분석 목적 및 조사항목

- 정책적 타당성 분석을 통해 본 사업이 국가 전략적 측면에서 가지는 의미를 판단하고, 現 국가에서 추진 중인 정책 및 R&D 상위 계획에 대한 부합성 여부를 분석함과 동시에 사업의 추진력 등을 종합적으로 조사 및 분석하여 결과를 도출
- 정책적 타당성 분석을 위한 조사항목은 '연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 제2-1판(KISTEP, 2016)'에 따라 정책의 일관성 및 추진체제와 사업 추진상의 위험요인으로 구성
 - 세부적으로는 정책의 일관성 및 추진체제는 사업추진의 시급성, 상위계획과의 부합성, 사업 추진체제 및 추진의지, 사업 추진상의 위험요인은 재원조달 가능성과 법·제도적 위험요인을 기본 조사항목으로 하여 분석

- 정책적 타당성 분석의 조사항목 및 주요 쟁점사항은 다음과 같음

<표 6-2> 정책적 타당성 분석의 조사항목

구분	조사항목	주요내용
정책의 일관성 및 추진체제	-사업추진의 시급성	-사업 미추진시 발생될 문제점 및 필요성
	-상위계획과의 부합성	-정부차원의 (상위)정책적 합의
	-사업 추진체제 및 추진의지	-사업 거버넌스 및 사회적 합의
사업 추진상의 위험요인	-재원조달 가능성	-정부지자체-민간의 재정 어려움
	-법·제도적 위험요인	-법·제도적 합의

*출처 : 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침(제2-1판), 2016

□ 정책적 타당성 분석 방법 및 내용

- 정책의 일관성 및 추진체제
 - 국정운영 및 국가과학기술기본계획, 기초연구진흥종합계획 등 상위계획을 검토하여 본 사업의 개발 대상 기술이 정부 정책과 일관성이 있으며, 정부 정책을 효과적으로 달성 할 수 있는 수단임을 제시함
 - 사회적 문제 해결과 더불어 국민 삶의 질을 향상 시킬 수 있는 기술 축적형 혁신적 원천연구를 통해 새로운 성장동력을 창조하는 것은 정부 주도형 정책 사업이며, 이에 정부지원의 필요성을 정부 상위계획과의 부합성 분석을 통해 도출함
- 사업 추진상의 위험요인
 - 사업추진 상의 위험요인들을 구분(재원조달 가능성, 법·제도적 기반 마련 등)하고 각 위험요인에 대한 대응방안을 구체적으로 제시함으로써 본 사업이 성공적으로 추진될 수 있음을 제시함

다. 경제적 타당성 분석

- 경제적 타당성 분석 목적 및 조사항목
 - 경제적 타당성 분석은 본 사업의 비용과 편익을 추정하여 사업의 추진이 경제적 관점에서 타당성을 확보하고 있음을 증명
- 기술적 타당성 분석 방법 및 내용
 - 경제적 타당성 분석의 분석 방법론
 - 본 경제성 분석의 신뢰성을 확보하기 위해 ‘연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침(제2-1판)’의 지침 준용
 - 예산의 적정성 분석
 - 기존 기술개발사업의 예산 규모와의 비교 및 국가 중장기 투자계획과의 비교, 연도별 과제별 예산 사용계획의 구체성 등을 통해 분석함
 - 국가 중장기 투자계획, 부처 예산계획 및 예산 확보방안 등을 토대로 투자재원의 확보 가능성 등을 분석함
 - 연도별 과제별 예산 배분 내역과 예산 편성 근거를 검토하여 사업 예산 사용계획 구체성을 분석함
 - 파급효과분석
 - 사업을 통하여 발생할 것으로 예상되는 효과를 산정함으로써, 사업추진의 타당성을 제시
 - 본 사업은 기초연구사업으로 사업의 결과물이 특정 제품 또는 서비스의 형태로 나타나지 않고, 적용시장이 불명확하기에 비용-편익 분석을 적용하기 어려움

제 2 절 과학기술적 타당성

1. 과학기술개발계획의 적절성

가. 기획과정의 적절성

□ 사전논의 및 기획

- (사전논의) 뇌연구 고도화 사업의 기획방향 설정 및 R&D 현황분석, 뇌과학 분야 성과분석 및 문제점 등 도출 진행
 - 국내 뇌과학 분야의 현황 진단 및 구조적 문제점 도출을 시발점으로 ‘뇌과학 기초연구 강화 및 전략적 육성연구 구성, 연구자 수요기반 창의적 과제 발굴을 통한 뇌과학 기초연구 역량 강화’ 등 논의
- (사전기획) TFT위원회 결성 및 3차 사전기획 회의를 통해 「뇌연구촉진 기본계획」 기반의 국내 뇌과학 기초연구 구조적 문제점 도출 및 사업기획 틀 마련
 - (뇌과학 분야 연구 환경 분석) 국내 뇌과학 기초연구 현황 진단 및 구조적 문제점 도출
 - TFT위원회 결성을 통한 「뇌연구촉진 기본계획」 기반의 국내 뇌과학 기초연구 구조적 문제점 도출(2018. 07. 03) 및 사업 기획 방향 제시
 - (사업 기획방향 설정) 뇌과학 기초연구 강화 및 전략적 육성연구의 구성과 연구자 수요기반 창의적 과제 발굴을 통한 뇌과학 기초연구 역량 강화 및 나후 분야의 전략적 육성을 위한 뇌연구 고도화 사업 기획방향 설정

<표 6-3> 뇌연구 고도화 사업 사전 기획위원회 운영현황

구분	주요 논의사항	장소
1차 사전기획 회의 (2018.07.03.)	<ul style="list-style-type: none"> • 국가연구개발사업으로 ‘뇌연구 고도화 사업’의 예비타당성 검증 • 에타 기획추진단 운영위원회 구성 및 Kick-off 회의 추진 • 뇌연구 고도화 에타 기획추진단 운영위원(총괄 및 분과위원회)을 대상으로 뇌연구 고도화 사업 상세기획 추진방향 및 일정 안내, 위원별 역할 분담 등 논의 	삼경교육센터
2차 사전기획 회의 (2018.07.13.)	<ul style="list-style-type: none"> • 기획 추진상황 발표 및 전문가 자문위원(pool) 구성(안) 등 신규 사업기획 방향 모색, 사업추진 방향 도출 • 사업기획 추진체계 보완사항, 총괄 및 분과 위원회 구성 	대한상공회의소
3차 사전기획 회의 (2018.07.20.)	<ul style="list-style-type: none"> • 뇌연구 고도화 사업의 비전 및 목표, 논리모형, 사업 규모 및 사업구성 등 전체적인 사업방향 논의 	영등포역 회의실

□ 본 기획

- 뇌과학 분야 전문가들로 구성된 기획위원회를 구성하여 총괄 및 분과위원회를 통해 사업 추진방향, 비전, 목표, 추진체계 및 핵심연구과제 등을 도출
- (기획위원회구성) 사업기획의 종합적 내용 검토 및 조정을 위한 총괄기획위원회와 뇌연구 분야별 전문가로 구성된 7대 주제 분과위원회 구성 및 운영

<표 6-4> 뇌연구 고도화 사업 기획 주제별 역할

기획 주제	주요 역할
과학기술정보통신부	-뇌연구 고도화 사업에 대한 상세 기획 총괄 * 뇌연구 고도화 사업 추진계획(안) 수립 및 총괄 운영 * 뇌연구 고도화 사업 추진계획(안) 및 총괄기획위원회, 분과위원회의 조정의견 등을 종합 및 검토하고 추진계획의 적합 여부 확정
총괄기획위원회	-뇌연구 고도화 사업에 대해 종합적인 관점에서 기획 방향을 제시하고, 기획 대상 중점 추진분야 도출 및 세부계획 결과(안) 검토·조정 및 종합계획 수립 추진 * 뇌과학 분야별 산학연 전문가 24명으로 구성되어 뇌연구 고도화 사업에 대한 정책적, 기술적 및 경제적 타당성의 핵심 예타항목을 중심으로 사업기획 방향 제시 * 사업의 필요성 및 기존사업과의 차별성 및 타당성 분석 등 사업 논리모형 구축을 통한 비전·목표 및 추진전략 수립 * 사업의 세부 추진전략 수립, 사업의 성과목표 및 지표 설정, 사업의 차별성 및 타당성 제시 등 사업의 정당성 및 논리 체계 구축 * 분과위원회가 도출한 뇌연구 고도화 사업의 조정의견 제시 및 최종 결과 도출
분과위원회	-뇌연구 7대 연구분야에 대한 사회문제 해결 및 효율성 등 관점에서 핵심 연구사항을 검토하여 사업 기획 결과(안) 도출 * 뇌 발달 기전 이해 및 조절, 뇌세포 구조/기능 이해 및 조절, 인지 및 행동의 기전 이해 및 조절, 뇌 노화 기전 이해 및 조절, 뇌과학 방법론 연구, 계산신경과학, 인간 뇌인지 기전 연구 등의 전략적 육성주제 연구

- (기획위원회 운영) '18년 7월부터 10월까지 총 4달간, 기획위원회(총 12회)를 운영하여 사업 범주 논의, 연구주제 및 중점 추진주제 도출, 예산 및 구성방법, 기존 사업과의 통합 및 연계성 검토 등 본 사업의 구체적인 기획을 실시

<표 6-5> 뇌연구 고도화 사업 기획위원회 운영현황

구분	주요 논의사항	장소
1차 기획회의 (2018.7.27.)	• 기존 뇌과학원천기술개발과제 분석 및 보완점 논의 • 예타기획 시 고려사항 논의 • 미국 NSF와 NIH의 차이점 검토 및 시사점 논의	숙명여대
2차 기획회의 (2018.8.3)	• 사업기획 추진체계 보완사항 및 분과별 7개 주요 뇌과학 분야 현황분석 및 뇌과학 중점 연구주제 설정 근거 및 방향 논의	숙명여대
3차 기획회의 (2018.8.10.)	• 기획위원 대상 기획 방향성 설문조사 결과 논의 • 한국형 뇌과학 주제별 분류 및 활용계획 점검 및 향후 일정 등 진도관리 실시 • 사업 비전, 목표 및 개별 전략의 구체화를 위한 논의 • 분과별 연구주제 도출 노력 현황 보고 및 추가 작업 방향 논의	숙명여대
4차 기획회의 (2018.8.17.)	• 뇌연구 고도화 사업 기획추진현황 보고, 사업기획 관련 이슈(예산, 목표 및 성과분석) 논의, 뇌연구 고도화 사업 논리 및 근거, 전략 및 추진체계 논의, 연구자 대상 설문조사 결과보고	숙명여대
사업 설명회 회의 (2018.8.22.~8.24.)	• 뇌연구 고도화 사업의 정의 및 범위, 환경분석(PEST), 뇌연구 R&D 투자분석 등 진행상황 보고 및 각 분과별 작성 현황 검토 • 한국형 뇌과학 주제별 중점 추진과제 및 핵심기술 리스트 도출, 사업 예산 및 구성방법 등 검토	서울대
5차 기획회의 (2018.9.6.)	• 뇌연구 고도화 사업의 비전 및 목표, 사업 추진전략 수립 및 예비타당성 기획 보고서 추진계획 논의 • 각 분과별 프로그램 구성 및 예산 분배(안) 검토, 상세기획 작성 역할분담 • 사업 목표 정량화, 계량화 방안 논의	숙명여대
6차 기획회의 (2018.9.13.)	• 기초사업과의 차별성, 연구트랙의 세분화 정도, 기초연구형 예비타당성 조사 사업의 정량적 목표의 성격 등 사업기획의 중요 이슈 재점검 • 연구과제의 운영 및 평가 시스템의 구체적 구축 방안 심층 논의	숙명여대
7차 기획회의 (2018.9.15.)	• 사업의 성격(순수기초 및 목적기초) 및 과제 평가 시스템 문제점 분석을 통한 해결 및 구축 방안 논의	숙명여대
8차 기획회의 (2018.9.30.)	• 분과별 주제 선정 및 현황분석 내용 점검 및 진도관리 • 과제 평가 시스템 추가 논의	서울대
9차 기획회의 (2018.10.04.)	• 해외현황분석 중 뇌과학 기초과학 관련 해외 선진국의 프로그램 파악 및 논의 • 논리모형 작성 방향 논의 및 전담기획위원 선정 • 재원조달 계획 및 전략적 연구비 배정 및 관리 시뮬레이션 필요성 논의	서울대
10차 기획회의	• 기획보고서 세부항목들에 대한 재점검 및 추가 작업 필요성	서울대

구분	주요 논의사항	장소
(2018.10.14.)	논의 • 제1차 공청회 결과 논의 및 피드백 분석	
11차 기획회의 (2018.10.18.)	• 성과목표 및 사업 논리모형, 사업성격 및 추진목적에 고려한 정부지원의 필요성 고도화, 자원조달 및 사업 예산 논의	한국연구재단
12차 기획회의 (2018.10.24.)	• 기획보고서 최종 검토 및 예비타당성 조사 대응방안 논의	서울대

□ 의견수렴

- (기획 타당성 검토) 뇌연구 고도화 사업의 기획 방향 및 운영방안, 추진전략 등의 타당성 검토를 위해 기획위원 대상 2회, 뇌과학 분야 전문가 대상으로 설문조사 실시

<표 6-6> 기획방향 및 타당성 검토 설문조사 추진현황

조사대상	조사내용	회신인원	조사기간
뇌연구 고도화 사업 기획위원	<ul style="list-style-type: none"> • 현재 수행중인 연구분야의 뇌연구 4대 분야 연관성 • 현재 수행 중인 연구 분야의 선진국 대비 연구수준 • 적정 연구비 규모 및 기간 • 뇌분야 국가 R&D사업 참여 경험 • 국가 R&D사업 과제 참여 시 심사과정 타당성 등 	19명	2018.07.30
뇌연구 고도화 사업 기획위원	<ul style="list-style-type: none"> • 뇌과학 분야에서 독립된 대규모 사업 필요성 • 뇌연구 고도화 사업의 추진목표 중요도 • 제3차 뇌연구 촉진 기본계획 목표 중 뇌연구 고도화 사업 목표 비중 • 기존 뇌과학원천기술개발사업과의 연속성 • 신규 뇌연구 분류체계 활용 방안 등 	15명	2018.08.06
한국연구재단, 한국뇌신경과학회 등록 연구자	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 뇌과학원천기술개발사업 참여 경험 및 인식 현황 • 신규 연구사업을 위한 예산 준비 사전 인지여부 및 일몰대비 후속사업의 필요성 • 사업 핵심가치 및 연구개발과제 형식 선호도 등 	303명	2018.08.10.~2018.08.20

- (중점추진 분야 타당성 검토) 기획위원 토의를 통해 도출된 중점추진 주제 타당성 검토를 위해 뇌과학 전문가를 대상으로 기술수요조사 실시

<표 6-7> 중점추진 주제 검토 설문조사 추진현황

조사대상	조사내용	회신인원	조사기간
한국연구재단, 한국뇌신경과학회 등록 연구자	<ul style="list-style-type: none"> • 뇌연구 고도화 사업 기획내용 적절성 • 뇌연구 중분류 주제 수요 • 중분류 주제 중 응답자 연구주제 부합여부 • 중분류 주제 및 범위 수정 및 추가 제안 	321명	2018.09.06.~2018.09.12

□ 기획보고서 완성 및 수정

- 사업 설명회 및 공청회 의견수렴, 세부 분야별 전문가 심층자문, 부처 간·유관기관 간 연계협력방안 마련, 예산(안) 확정 및 총괄위원회 최종 의견조정 및 반영을 통한 기획의 완성도 및 객관성 제고

<표 6-8> 뇌연구 고도화 사업 설명회 및 공청회 추진현황

구분	주요 논의사항	장소
뇌연구 고도화 사업 설명회 (2018.08.30.)	• 한국신경과학회 회원들을 대상으로 기획추진 내용 및 방향 설명회	서울 그랜드힐튼 컨벤션센터
사업 1차 공청회 (2018.10.11.)	• 산·학·연 전문가 및 일반국민 대상 의견수렴(총 20명 참석)	한국연구재단(서울)
사업 2차 공청회 (2018.10.18.)	• 산·학·연 전문가 및 일반국민 대상 의견수렴(총 41명 참석)	한국연구재단(대전)

- 본 뇌연구 고도화 사업 기획은 주관부처인 과학기술정보통신부의 적극적인 사업기획 참여와 국내 유수의 산·학·연 전문가 그룹의 의견수렴을 통한 기획추진으로 기획의 객관성 및 완성도 제고

<표 6-9> 뇌연구 고도화 사업 기획과정

사업 기획단계	기획과정 및 내용	추진 주체
(1) 사전논의	-뇌연구 고도화 사업 기획방향설정 * 국내외 환경분석(사회, 경제, 기술, 정책) * 사업의 개념 및 추진 필요성 도출 -뇌과학 R&D 현황분석 * 선행사업 및 유사사업 분석 * 기투자 뇌연구 R&D 분석 -뇌과학 R&D 현황진단 및 문제점 도출 * 뇌연구 개발분야 전문가 자문 * 뇌연구 R&D 투자방향 토론회	-과기정통부 -기획위원회 -기획기관((주)웍스)
(2) 사전기획	-기술수요조사 및 전문가 의견수렴을 통한 사업기획 틀 마련 * 뇌과학 분야 산학연관 전문가(24명)로 구성된 7대 기술분과 TF 구성 * 「뇌연구촉진 기본계획」 기반의 국내 뇌과학 기초연구 구조적 문제점 도출(2018. 07. 03) 및 사업 기획 방향 제시	-과기정통부 -기획위원회 -산학연관 전문가 -기획기관((주)웍스)
(3) 본 기획	-뇌연구 고도화 사업 기획추진단 운영위원회(총괄 및 분과위원회) 발족 및 사업기획(안) 논의를 통한 기획내용 구체화 * 사업 추진방향 및 전략 연구분야 도출 * 사업 비전 및 목표설정 * 사업 세부 내용 및 추진전략 도출 * 사업 추진체계 및 운영방안 도출 * 소요예산 계획(안) 도출 -기획 방향 및 내용, 연구주제 타당성 검토를 위해 한국연구재단, 한국뇌신경과학회 등록 연구자 대상 설문조사 및 기술수요조사 실시	-과기정통부 -뇌연구 고도화 사업 기획추진단(총괄위원회, 분과위원회) -기획기관((주)웍스)
(5) 기획보고서 완성	-대내외 의견수렴을 통한 기획보고서 완성 * 공청회(1,2차) 의견 수렴 * 세부 분야별 전문가 심층자문 * 소요예산 확정 및 예산 조달방안 마련 * 부처간, 유관기관간 연계협력방안 마련 * 기획위원회 의견조정을 통한 최종기획 보고서 완성	-과기정통부 -총괄위원회 -자문위원회 -기획기관((주)웍스)

나. 사업목표의 적절성

(1) 목표 설정의 적절성

- ‘국제적 우수연구 저변확대를 통한 뇌연구 분야 기초역량 강화’라는 사업목표를 설정하고 이를 달성하기 위한 성과목표를 제시
 - (사업목표) 본 사업의 목표는 JCR IF 5이상의 저널에 주기적으로 연구성과를 출판하는 PI급 연구자를 ‘국제적 우수연구자 층’으로 정의하고 이 연구자 층의 국내 저변을 가시적으로 확대시키고자 함
 - 뇌과학 각 분야별 전문가들이 선정한 뇌연구 핵심주제별 대표 저널들은 대부분 IF 5~8 구간에 분포
 - 그러나 2016년 뇌과학원천기술개발사업의 논문성과를 기반으로 볼 때, 국내의 뇌과학자들은 주로 IF 5 미만의 SCI 저널들에 연구 성과를 논문으로 출판하고 있으며 신경과학 분야의 JCR 상위 20% 미만의 저널들에 출판을 하고 있는 것으로 파악됨
 - 즉, 국제적 우수연구 저변확대를 위해서는 IF 5 이상 (JCR 상위 20% 이상)의 전문 저널에 우수논문을 교신저자로서 주기적으로 출판하는 PI급 연구자의 수가 늘어ना야 함
 - (성과지표·목표) 사업목표를 달성하기 위한 성과목표로 IF 5 이상 학술지 게재 논문 비중 40%이상 및 선정평가 적절도 50% 이상으로 설정
 - (IF5 이상 학술지 게재) 국가적 뇌연구 수준을 끌어올리는 목표설정을 위한 지표로 IF 5 이상 학술지 게재 논문 비중을 설정
 - 기존 뇌과학원천기술개발사업에서 최근 3년간 창출된 SCI 논문의 구간별 비중을 살펴보면 IF 5 이상(JCR 상위 20% 이상) 저널 비중은 25%
 - 이에 따라 1단계에서는 IF 5 이상 비중을 기존 사업 대비 5%p 증가한 30%로 설정하고 단계 종료 시 5% 증가를 목표로 2단계 종료 시 35%, 3단계 종료 시 40%로 설정
 - (선정평가 적절도) 본 사업은 연구주제별 전문적 심층 리뷰 시스템을 구축하여, 전문적, 객관적인 평가를 지향하므로 선정평가의 적절도를 성과지표로 설정
 - 평균 이상의 수준이면 선정이 적절하다고 판단하여, 50% 이상으로 설정
 - 최종 성과목표 및 각 단계별 성과목표는 현재의 수준과 연구개발을 통해 달성이 예상되는 수준을 예측하고 분석하여, 창출 가능한 연구 산출물에 근거하여 각 분과별 전문가 검토를 실시하여 도출

<표 6-10> 성과지표·목표 총괄표

구분	내용								
전략 목표	국제적 우수연구 저변확대를 통한 뇌연구 기초역량 강화								
성과 목표	<ul style="list-style-type: none"> • 선정평가 적절도 50% 이상 • IF 5 이상 학술지 게재 논문 비중 40% (1단계 30% → 2단계 35% → 3단계 40%) 								
단계별 성과 목표	1단계 (2020~2024)			2단계 (2025~2029)			3단계 (2030~2034)		
	<ul style="list-style-type: none"> • 선정평가 적절도 50% 이상 • IF 5 이상 학술지 게재 논문 비중 30% 			<ul style="list-style-type: none"> • 선정평가 적절도 50% 이상 • IF 5 이상 학술지 게재 논문 비중 35% 			<ul style="list-style-type: none"> • 선정평가 적절도 50% 이상 • IF 5 이상 학술지 게재 논문 비중 40% 		
성과 지표	지표명	지표 구분	가중치	지표명	지표 구분	가중치	지표명	지표 구분	가중치
	선정평가 적절도(%)	질	0.3	우수 뇌과학자 수	질	0.3	우수 뇌과학자 수	질	0.3
	IF 5 이상 학술지 게재 논문 비중(%)	질	0.7	IF 5 이상 학술지 게재 논문 비중(%)	질	0.7	IF 5 이상 학술지 게재 논문 비중(%)	질	0.7
	합계		1.0	합계		1.0	합계		1.0

성과 지표	목표 수치	측정산식	측정방법
선정평가 적절도(%)	50%	$\frac{\text{목표 연구자(명)}}{\text{신규 선정 연구자(명)}} \times 100$ - 목표연구자: 과거 연구 성과 상위 50% 이상	<ul style="list-style-type: none"> ■ 성과인정 범위: NTIS에 등록된 성과 ■ 당해년도 신규과제 평가결과
IF 5 이상 학술지 게재 논문 비중(%)	1단계: 30% 2단계: 35% 3단계: 40%	$\frac{\text{당해년도 IF 5 이상 SCI 논문 성과(건)}}{\text{당해년도 SCI 논문 성과(건)}} \times 100$	<ul style="list-style-type: none"> ■ 성과인정 범위: 당해연도 NTIS에 등록된 성과 ■ 성과논문의 IF: JCR DB 활용

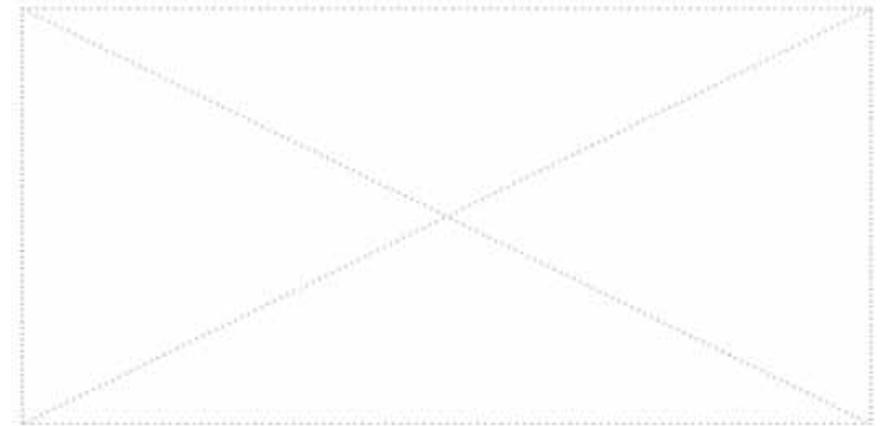
* 목표연구자: 3년간 IF 합계 12.75 이상 논문(최대 3건) 창출 연구자 수

연구자	성과(최근 3년)	기준	목표연구자 여부
연구자 A	■ IF 4.5 논문 3건	12.75	O
연구자 B	■ IF 13 논문 1건		O
연구자 C	■ IF 5 논문 2건, IF 3 논문 1건		O
연구자 D	■ IF 3.5 논문 4건		X

** IF 12.75: 뇌과학원천기술개발사업 '15~'17년 평균 IF 합계, 동 기준은 사업 시작 시점(2020년)에서 2018~2020년 성과로 변경

(2) 문제 정의를 통한 사업추진의 기본방향 설정

- 본 사업은 과학기술적 연구에 기반한 뇌의 이해 및 뇌질환 예방·극복을 위하여 연구자 중심의 기초·원천 연구로 설정하여, 현황 및 문제점을 파악하고 R&D를 통한 문제해결방안을 제시
- 본 사업은 기존 '뇌연구촉진 기본계획' 기반의 국내 뇌과학 기초연구 구조적 문제점 부분에서 시작하여, 뇌과학 기초연구 역량 강화 및 낙후 분야의 전략적 육성을 위한 뇌연구 고도화를 위한 기획
 - 단기·양적 성과 중심 사업 추진으로 창의적 연구주체의 중장기적 연구과제 수행이 불가능한 환경이며, 소수 리더급 과학자의 초대형 펀딩사업 참여 후 후속 리더급 과학자 육성 정책 공백 등 존재
 - 기존 뇌연구촉진 기본계획(1~3차)은 국내 뇌과학 연구분야에 존재하는 구조적 문제점의 심도 있는 분석 없이 성과(SCI 논문수, IF 등)에 대한 표면적, 양적 기준에 의존
 - 4대 분야 구분(뇌신경생물, 뇌인지, 뇌공학, 뇌신경계질환)은 현대 뇌과학 흐름에 역행, 분야별이 아니라 융합적 연구주체 중심 연구로의 과감한 전환 필요
 - 뇌과학 기초연구 강화 및 전략적 육성연구의 구성과 연구자 수요기반 창의적 과제 발굴을 통한 뇌과학 기초연구 역량 강화 및 낙후 분야의 전략적 육성을 위한 뇌연구 고도화 사업 기획 방향 제시



[그림 6-2] 사업비전 및 목표

□ 현황진단 및 문제점 도출

- 「뇌연구촉진 기본계획」 기반의 국내 뇌과학 기초연구의 현황을 진단하고 구조적 문제점을 도출
 - 기존 뇌연구촉진 기본계획(1~3차)은 국내 뇌과학 연구분야에 존재하는 구조적 문제점의 심도 있는 분석 없이 성과(SCI 논문수, IF 등)에 대한 표면적, 양적 기준에 의존
 - 단기간 가시적 성과 중심 사업추진으로 창의적 연구주제의 중·장기적 연구과제 수행이 어려운 환경이며, 소수 리더급 과학자의 초대형 펀딩사업 참여 후 후속 리더급 과학자 육성 정책 공백 등 존재
 - 뇌과학 연구의 주제 및 방법론·융합적 성격 특수성을 고려하지 않은 4대 기술분야에 의존함으로써 현대 뇌과학 연구 흐름 반영에 미흡
 - 또한, 주제와 방법론이 융합되어 이루어지는 뇌과학의 속성을 고려할 때 현재 기술분야의 구분은 인위적 분류
 - 기존 뇌원천 사업의 장점을 지속적으로 추구하고, 단점을 보완하는 방식으로서의 기획 방향 설정

AS-IS

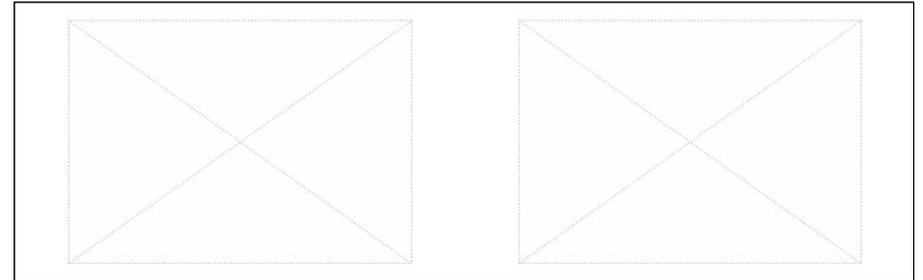
- ✓ 단기적, 양적 성과위주의 낮은 임팩트 연구과제 서포트
- ✓ 인위적 융합연구 중심 사업→개별연구자 수준 저하 & 융합효율 저하
- ✓ 뇌과학 선진국의 기술개발 모델 모방
- ✓ 예측 불가능성으로 인해 불안정한 분야별 펀딩 시스템
- ✓ 연구과제의 기획, 심사, 선정 과정의 투명성 제고 필요

TO-BE

- ✓ 분야별 세계적 수준 전문가 양성을 위한 높은 임팩트 중장기 연구과제 서포트
- ✓ 미들업 과제 시스템하에서 연구자 필요에 의한 유연하고 실질적 융합연구 지향
- ✓ 국내 뇌과학 연구자 풀에 대한 객관적 분석에 바탕을 둔 현실적(한국적) 뇌과학 부흥 방안 필요
- ✓ 현대 뇌과학의 중추적 핵심 뇌과학 주제와 분야에 대한 지속적이고 예측가능한 펀딩 사이클 마련
- ✓ 연구과제의 기획, 심사, 선정 과정의 선진국 수준 투명성 확보

□ 기획추진 방향 설정

- 뇌과학 기초연구 강화 및 전략적 육성연구의 구성과 연구자 수요기반 창의적 과제 발굴을 통한 뇌과학 기초연구 역량 강화 및 낙후 분야의 전략적 육성을 위한 뇌연구 고도화 사업 기획 방향 제시
 - 현대 뇌과학의 핵심 연구주제 기반 연구자 주도형 과제 수행 시스템 구축
 - 뇌과학 난제의 창의적 해결을 목표로 수준 높은 연구 수행을 위한 중·장기적 안정적 과제 수행 시스템 구축
 - 현대 뇌과학 핵심주제에 대한 국가자원 투입 등 필수 보호 및 육성 분야 뇌연구 시스템 구축
 - 투명하고 전문적인 과제 평가, 선정 및 지원을 위한 선진국형 Review 시스템 구축



[그림 6-3] 뇌연구 고도화 사업 추진계획 분석

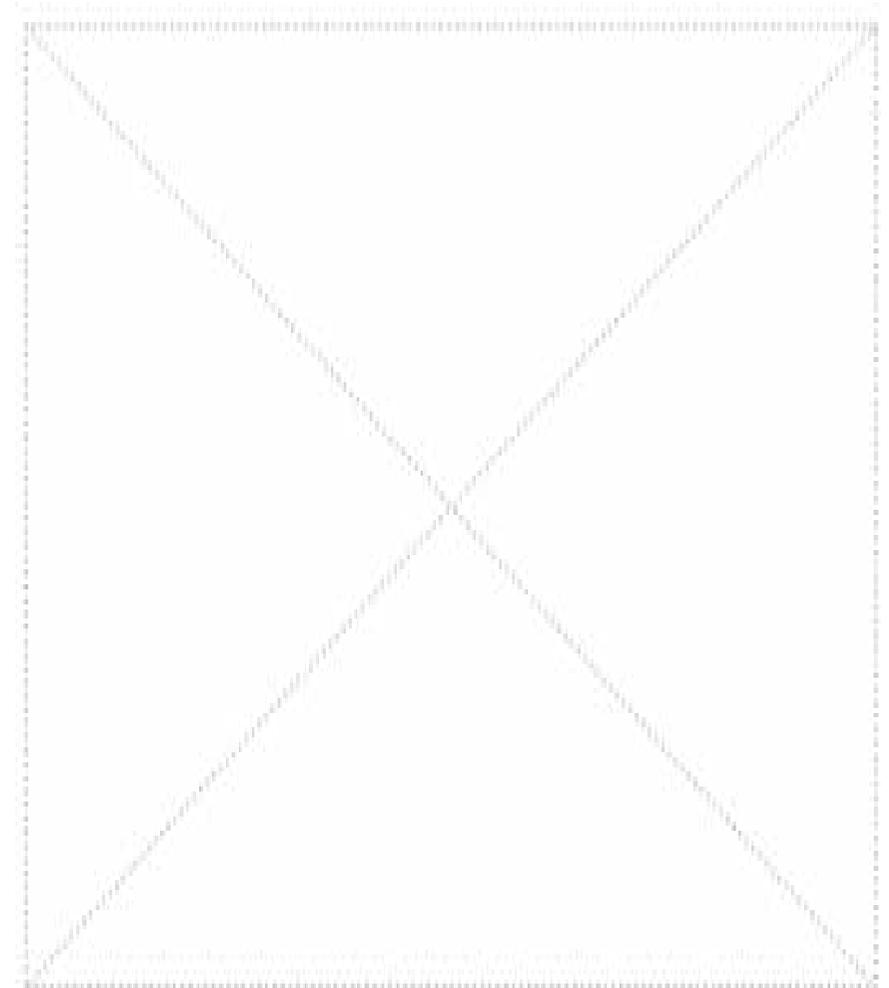
- 뇌연구 고도화 사업의 기획 방향 및 사업 추진의 타당성 검토를 위해, 뇌과학 분야의 한국뇌신경과학회 등록 연구자를 대상으로 10일 간('18.8.10.~8.20.) 사업 타당성 설문조사를 실시
 - 한국뇌신경과학회 등록 연구자를 대상으로 총 303명의 사업추진 타당성 설문조사 결과 회신
 - 조사 결과, 응답자의 과반수 이상(66.3%)이 뇌과학원천기술개발사업이 국가 뇌 연구 발전에 기여하는 바가 높음을 나타냈으며, 또한 일몰대비 후속 사업의 필요성이 높다고 강조
 - 특히, 뇌과학원천기술개발사업 후속사업의 주제결정 방식에 있어 '연구자제안형'이 전체의 66.0%로 가장 높게 나타나 기존 '4대 분야(뇌신경생물, 뇌인지, 뇌공학 및 뇌신경계질환)'의 주제결정 방식이 아닌 융합적 연구주제의 중심연구로 전환을 강조
 - 조사 결과 및 사전 기획 논의를 바탕으로 국내 뇌연구의 질적 성장이 가장 시급한 과제임을 확인

□ 중점추진분야 도출

- 기존 4대 뇌과학 연구분야의 주제별 구성을 기반으로 기획위원회 회의를 통한 뇌과학 연구 주제에 따른 분야 분류 추진
- 또한, 중점주제 도출을 위해 미국 신경과학회(Society for Neuroscience 또는 SfN), NIH, NSF 등에서 사용하고 있는 뇌연구 분야를 참고*하여, 생애 주기에 따른 연구주제를 뇌의 작동원리 연구주제와 통합 및 재분류로 연구주제를 선정
 - * SfN의 연례 학술대회 포스터 분류에 사용하고 있는 체계가 현대 뇌과학의 거의 모든 주제를 총체적으로 포함하고 있어 본 기획에서 주제 선정의 원형으로 활용
 - * 국내의 모든 분야에서 연구자 수요 및 향후 평가자 공급이 원활치 않을 것으로 예상되어 재분류를 통한 분야 정의 작업을 진행

<표 6-11> 뇌연구 분야 재분류 주요 고려사항

- ① 국내외 연구동향을 반영하여 뇌연구 관련 주요 연구 주제를 선정하되, 주제별 국내 연구자 수요를 고려하여 연구주제의 집약적 세분화 주의
- ② 연구 방법론이 아닌 연구주제(research question) 중심의 분야 분류
- ③ 정상 뇌의 기전에 대한 연구와 비정상적인 뇌의 기전에 대한 연구를 모두 한 주제 내에서 허용함으로써 기존의 질병과 질환 명 중심으로 포괄적으로 연구되던 방식을 탈피 (기전연구가 배제된 순수 임상연구는 지양)
- ④ 미래의 뇌연구에서 중요한 위치를 차지함에도 불구하고 선진국과 국내 연구 수준간의 격차가 매우 심한 주제 혹은 분야가 나올 경우 전략적 육성 분야로 포함



<표 6-12> 뇌연구 고도화 사업 중점 추진분야 주요내용

중점 추진분야	주요 내용
① 뇌발달 기전 이해 및 조절연구	<ul style="list-style-type: none"> 발생과정에서 뇌 신경계의 형성의 생물학적 원리를 규명하여 뇌 신경계 세포의 분열, 분화, 이동, 시냅스 형성의 이해 및 신경줄기세포의 발생, 분화에 대한 생물학적 운영 원리를 규명하는 것을 목표로 하는 연구. 이를 바탕으로 뇌발달 장애 기전 및 조절 방법 연구 포함 신경계 발생단계에서 세포의 분열, 분화, 이동에 관한 연구 중추신경계 세포의 분열, 분화, 이동의 기전 연구 및 이의 조절 기술을 연구 신경계 세포 간의 신호 전달 통로인 시냅스의 형성 및 가소성과 관련된 생물학적 기전을 연구 신경줄기세포를 활용하여 뇌질환 치료에 필요한 기전을 규명 미성숙한 뇌발생 과정에 기인한 비정상적인 신경계 발달 장애의 기전에 관한 연구 뇌신경계의 발생 과정을 이해하기 위한 다양한 동물 모델 및 연구 기법 사용 분자생물학, 세포생물학, 유전학적 기법 및 다양한 이미징 기술을 활용 뇌신경계의 발생 과정 이해를 위한 다양한 동물 모델 활용
② 뇌세포 구조와 기능의 이해 및 조절 연구	<ul style="list-style-type: none"> 뇌를 구성하는 신경세포와 여타 교세포들의 구조와 기능, 이들 세포 간 상호작용, 신경 회로 및 회로망의 구조 및 작동원리를 규명하는 연구 이온통로단백질, 신경세포막 수용체, 시냅스 접합단백질 등 주요 막 단백질 구조/기능 연구 신경세포 구조/기능을 조절하는 세포 내외 신호전달 기전 이해, 이에 기반한 신경세포 조절 연구 다양한 교세포들의 구조/기능 연구 및 교세포와 다른 세포들 간 상호작용의 기전 및 이에 기반한 세포 및 회로 조절 연구 신경 활성 및 연결 조절의 기전 연구. 세포 간, 뇌 부위 내 혹은 부위 간 연결체 기능 및 특성 연구 등 신경 회로망의 구조와 기능 연구 뇌세포 및 회로의 이상과 연관된 뇌질환 관련 분자, 세포 수준의 병리적 기전 연구를 포함. 병리적 기전 연구의 경우 질병과 뇌질환과 관련된 구체적 기전 연구에 한하며 특정 질병이나 질환 자체에 대한 포괄적 연구 지양 뇌세포 구조와 기능의 기전에 대한 연구와 더불어 이를 조절 및 통제하기 위한 연구도 포함 세포, 동물, 인간 유래 세포 등을 모두 대상으로 하며 전기생리학, 신경화학, 구조생물, 생화학, 세포생물, 분자유전학, 다양한 종류의 영상기술, 광유전학/화학유전학, 약리학 등의 기법 사용 단일세포유전자발현분석, 유전체분석 등 생명정보학을 활용한 유전체학 및 단백질체학 등 빅데이터 연구
③ 인지 및 행동의 기전 및 조절 연구	<ul style="list-style-type: none"> 다양한 행동과 인지적 정보처리의 뇌과학적 기전을 신경계가 구성되어 있는 원리와 기능을 토대로 분자와 세포로부터 신경회로와 시스템에

중점 추진분야	주요 내용
	<ul style="list-style-type: none"> 이르기까지 다양한 수준에서 규명하는 연구 인간과 동물을 모두 연구 대상으로 하며 정상적 기전과 병리적 기전을 모두 연구 주제로 포함 병리적 기전의 연구는 특정 질병이나 질환 자체에 대한 포괄적 연구는 지양하고 질병 및 뇌질환과 관련된 구체적 기전 연구에 중점 인간을 비롯한 동물의 행동을 설명하기 위해 뇌의 기능적 연구를 하는 것을 핵심으로 함. 다양한 자극의 처리를 위한 감각, 지각 등의 연구와 자극에 대한 반응을 위한 운동을 포함, 이를 매개하는 학습, 기억, 주의, 의사결정, 감정, 정서, 동기, 사회인지 등의 연구가 포함 동물의 기능적 항상성(homeostasis) 유지를 위한 다양한 행동(예: 섭식행동, 성행동, 수면, 생체리듬, 체온조절, 중독, 통증 등)과 관련된 중추신경계, 자율신경계, 신경내분비계, 신경면역계, 신경호르몬계 등의 조절적 기능에 대한 연구도 포함 인지 및 행동의 작동 기전에 대한 연구와 더불어 뇌세포와 신경회로의 조절을 통해 이를 조절 및 통제하기 위한 연구도 포함 뉴로이미징, 분자생물학, 유전학, 생화학, 생리학, 전기생리학 등의 다차원적이고 다양한 신경신호 측정 방법론들이 인지 및 행동의 측정법과 함께 사용 가능함 침습적 방법과 비침습적 방법이 모두 사용될 수 있음
④ 뇌노화 기전 이해 및 조절연구	<ul style="list-style-type: none"> 노화와 관련된 뇌구조 및 기능 변동의 분자 기전, 조절 방법 등의 발굴 연구와 뇌 노화와 관련된 다양한 질환의 기전 및 병태생리 기전 규명, 조절 방법 발굴을 목표로 하는 연구 뇌신경계 노화의 기전 연구 뇌 노화의 분자세포생물학적 기전 연구 뇌 노화에 따른 사회, 행동학적 변화 기전 연구 시스템적 뇌 노화 연구를 포함 노화 및 뇌신경계 퇴행 관련 뇌질환 세포, 세포생물학적, 개체 수준의 기전 규명 및 치료 관련 연구 신경계의 손상 및 재생 연구. 신경 염증 기전 이해 및 조절 연구를 포함 침습적 방법과 비침습적 방법이 모두 사용될 수 있음 뉴로이미징, 분자세포생물학, 유전학, 생화학, 생리학, 전기생리학, 약리학, 해부학, 행동학, 생물 정보학, integrative omics 등의 다차원적이고 다양한 방법론의 사용이 가능함
⑤ 뇌과학 방법론 연구	<ul style="list-style-type: none"> 뇌연구 및 뇌질환 치료를 위한 기술 개발 및 기술의 고도화를 목표로 하는 연구 뇌연구에 필요한 신기술 및 기존 기술의 고도화를 포함하며, 뇌연구의 결과물을 뇌질환 치료 등에 적용하기 위한 다양한 기술들을 포함 인간과 동물 대상의 기술들을 모두 포함 뇌의 활성화 측정을 위한 다양한 방식의 뇌신호 및 뇌활성도 측정

중점 추진분야	주요 내용
	기술들을 포함하며, 침습적인 방법 및 비침습적인 방법, 최소 침습적인 방법 등 측정 방법에 대한 제한이 없음 -측정된 신호를 분석하는 알고리즘 및 소프트웨어 등을 포함 -뇌 회로 연구 및 뇌질환의 치료를 위하여 뇌신경회로의 정밀 제어 및 조절이 가능한 신기술 및 기존 기술의 고도화를 포함 -뇌의 기능을 모방하는 알고리즘이나 전자회로 및 뇌의 구조를 모방하는 세포 기반의 플랫폼 개발 기술 등을 포함 -뇌연구를 위한 뇌모방 기술과, 차세대 고성능 뇌모방 칩 등 다양한 형태의 뇌 모방 기술 개발을 포함
⑥ 인간 뇌인지 기전 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 인간의 인지 및 정서의 뇌 작동 기전을 규명하는 것을 목표로 하는 연구 -인간 피험자를 대상으로 하는 연구로 한정 -인간의 지각, 인지, 정서 과정의 뇌 기전 규명을 목표로 하고, 다양한 감각 기관으로부터 수집된 감각 정보의 처리, 외부 세계에 대한 내적 표상 및 저장, 정서 및 사회 인지, 행동의 선택 및 조절 등에 관련된 연구를 포함 -정상적 인지 및 정서 기전에 대한 연구가 주이며, 환자를 피험자로 연구하거나 병리적 기전에 대한 연구는 지양 -인간 뇌의 기능적 연구와 행동 조절을 위한 연구 방법론으로 주로 비침습적 방법이 사용되고, 일부 침습적 방법이 사용될 수 있음 -기능적자기공명영상(fMRI) 등 뉴로이미징, 뇌전도(EEG) 측정, 경두개자극(TMS) 등을 포함한 인지 신경과학 방법론과 정신물리학 등 다양한 방법론의 사용이 가능함
⑦ 계산신경과학 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 이론적-계산과학적 모델링을 통해 뇌의 작동기전을 이해하기 위한 연구 -분자, 신경세포, 시스템 및 인지과학 분야의 실험 데이터 기반 뇌신경과학적 모델링 및 시뮬레이션 -Micro-to-Macro 수준의 뇌신경데이터 분석 및 처리를 위한 계산 및 이론 연구 -신경정보처리와 인지/행동 간의 계산학적 연결 구조 연구 -뇌 모사 인공지능 개발을 위한 계산 및 이론 연구 포함 -신경생물학적 현상의 수학적 추상화를 통해 인지, 학습 및 뇌정보처리 이론의 수식화하는 이론신경과학 모델링 -시공간적으로 복잡한 고차원의 뇌신경정보처리를 위한 새로운 분석법 연구

□ 사업 추진전략 도출

- 뇌연구의 내외부 환경요인을 파악 및 SWOT 분석을 통한 유형별 전략을 도출로사업 추진을 위한 전략방향 설정의 근거마련

SWOT 분석

[S-O 전략]

- 확립된 뇌연구기반 활용 4차산업 국가경쟁력 제고
- 우수 뇌과학 연구인력 활용으로 뇌과학 강국부상
- 뇌과학 기초연구 역량강화로 3차 뇌연구추진계획 실행

[W-O 전략]

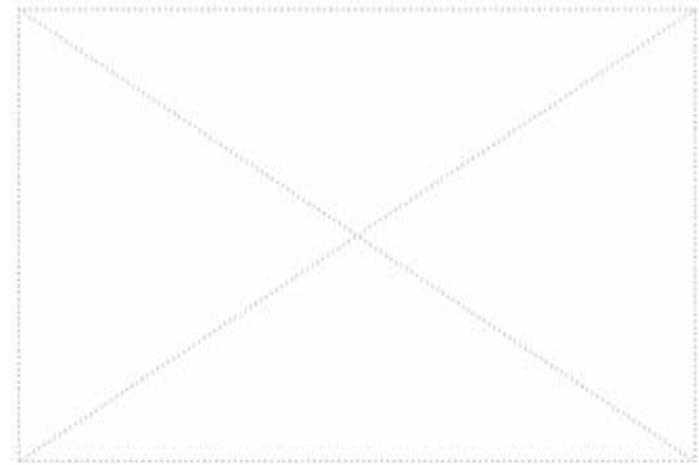
- 뇌과학자들 연구의 질적 성장으로 기초연구 역량 강화
- 다양한 뇌과학 분야 전반 기초연구 역량 강화로 경쟁력 제고
- 중장기적 연구지원으로 창의적이고 원천성 높은 과학지식 생산

[W-T 전략]

- 뇌과학 연구자 다양성 및 창의성 기반 국가 경쟁력 강점 도출
- 국내 뇌과학 연구프로그램 선진화로 우수인력 해외유출 방지
- 창의적, 생산적, 전문적 뇌연구프로그램의 구축으로 국가중점 과학분야로서 뇌과학분야의 모멘텀 유지

[S-T 전략]

- 중점과학으로서의 뇌과학에 대한 지속적 정부 투자 기조 유지
- 창의성을 앞세운 질높은 뇌과학으로 주변경쟁국과의 차별화 시도
- 뇌과학프론티어 및 원천기술개발 사업의 기초연구 모멘텀 지속



[그림 6-4] 뇌연구 고도화 사업 추진전략

- (추진전략 1) 미들업 주제 중심 자율경쟁형 연구 프로그램 운영
 - (전략1-1) 뇌과학 핵심 미들업 주제별 자유공모형 과제 지원 방식
 - 과학 분야 연구자들의 창의성 발현을 제고하기 위해, 어느 정도 넓은 범위를 갖는 연구 주제를 정하고(Top-down) 그 주제 안에서 개별연구자가 구체적인 연구주제와 방법론을 제안하는(bottom-up) “미들업(middle-up)” 방식을 적용
 - 개인연구자들은 자신이 계획하고 있는 연구의 주제와 방법론과 가장 가까운 IRG와 스티디섹션으로 자신만의 구체적 연구주제를 가지고 과제지원을 하는 시스템임
 - 본 사업에서는 5대 미들업 주제*를 선정하고 이들 미들업 주제 내에서 개별연구자들이 자유롭게 구체적 연구주제를 제안할 수 있도록 함
 - (5대 미들업 주제) “뇌발달 기전 이해 및 조절 연구”, “뇌세포 구조-기능 이해 및 조절 연구”, “인지 및 행동의 기전 이해 및 조절 연구”, “뇌노화 기전 이해 및 조절 연구”, “뇌과학 방법론 연구”
 - (전략 1-2) 주제 및 분야 내 치열한 경쟁으로 양질의 PI급 연구자 층 확대
 - 국제적 우수연구자 층의 저변확대 및 연구 수준의 제고를 위해, 연구자 간의 경쟁 시스템 도입
 - 과학적 수월성에 기반하여 학문적으로 우수한 연구자의 과제계획서 및 연구성과만이 선정 및 지원될 수 있는 전문적인 연구주제별 경쟁시스템을 구축
 - (전략1-3) 개인 및 집단 연구 형태의 선택 및 융합적 주제구성의 유연성
 - 뇌과학의 주제와 방법론은 매우 다양하며 분야에 따라 개인이 특정 주제를 장기간 연구하는 형태의 개인연구가 더 활발히 이루어지는 분야가 있고 융합적으로 연구팀이 움직여 연구가 이루어지는 분야가 있음
 - 본 사업의 뇌연구 프로그램에서는 개별연구자가 본인의 연구주제를 연구하는데 가장 적합한 방식을 판단하여 개인연구와 집단연구의 형태를 결정
 - 연구의 성패를 좌우할 수 있는 중요한 기술을 공동연구자에게 의존하는 경우 집단연구 형태로 지원할 수 있도록 과제지원 및 평가의 가이드라인을 분명히 제시

<미들업 주제 중심 사업추진 필요성>

- 기존 “뇌과학원천기술개발사업”의 경우에 연구의 주제와 방법론 및 각종 제한사항까지가 모두 규정된 매우 구체적인 RFP로 연구과제의 공모가 이루어져 연구자의 자율성과 창의성 발휘에 한계가 존재
- 뇌과학 연구 선진국인 미국의 NIH는 발주기관이 연구 활동에 관여하지 않으며 과제 수행기간 성과에 대한 평가를 하지 않는 그랜트(Grant)방식을 주로 활용하여 연구자 자율성을 최대한 보장
- 우리나라도 제4차 과학기술기본계획 등을 통해 연구자 주도의 자유공모형 연구 지원 확대 추진
- 뇌과학 분야 전문가 대상 설문조사 결과 뇌과학원천기술개발사업 후속사업의 주제결정 방식에 있어 ‘연구자제안형’이 전체의 66.0%로 가장 높게 평가
- 또한, 선행사업 분석 결과, Top-down 중심의 뇌과학원천기술개발사업 보다 Bottom-up 방식의 기초연구지원사업의 성과가 우수
 - ☞ (질적수준) 최근 3년간(‘14~’16년) 뇌과학원천기술개발사업 SCI(E) 논문 성과의 평균 mrnIF는 68.91로 기초연구지원사업의 뇌과학 분야(70.55) 보다 낮은 수준
 - ☞ (투자효율성) SCI(E)논문의 연구비 10억원 당 성과 또한 뇌과학원천기술개발사업은 ‘16년 기준 6.12인데 반해 기초연구지원사업은 15.35

구분	SCI(E)논문 mrnIF(2014~2016)	SCI(E)논문 투자대비 성과(2016)
뇌과학원천기술개발	68.91	6.12
기초연구지원사업 뇌과학 분야	70.55	15.35

- ☞ (논문 질적수준 고려 투자효율성) 과학기술정보통신부 2017년 주요 연구개발 성과분석 보고서에 따르면, 논문 질적수준 고려한 투자대비 산출성과가 뇌과학원천기술개발사업은 1억원 당 2.58건인 반면, 기초연구지원사업은 8.67건으로 분석

구분	연구비	SCI	비SCI	SCI oRnif합	비SCI (논문*0.7)	계	1억원당 가중 논문수
뇌과학원천기술개발사업	32,203	201	43	813	30	843	2.58
기초연구지원사업	768,034	16,413	2,873	64,595	2,011	66,606	8.67

- 개별 연구자들의 선정평가에 대한 신뢰도 및 만족수준이 낮음
 - ☞ 상이한 성격의 분야가 혼합되어 주로 수월성에 기반한 평가를 받는 기존 국내 R&D 평가 및 운영 시스템에서는 뇌과학과 같이 융합성이 높고 주제별 연구방법론 및 패러다임이 다양한 분야의 경우 전문적인 평가가 이루어지기 어려움
- 융합연구의 강조로 인해 개별연구자들이 수월성을 갖고 있는 연구주제를 지원하는데 소홀
 - ☞ 기존 뇌과학원천기술개발사업은 97%의 연구과제가 다수의 개별연구자들로 이루어진 집단연구 혹은 공동연구의 형태로 진행
 - ☞ 집단연구의 목표를 달성하기 위해 개별연구자 연구 효율성 저하
 - ☞ 집단연구 내에서 각각의 연구자들이 공동연구 주제와 관련성이 적은 개별연구를 수행하는 페단이 나타남

- (추진전략 2) 전략적 분야 육성 프로그램 운영
 - (전략2-1) 선진국 대비 뒤쳐진 분야의 전략적 육성을 위한 연구 프로그램
 - 아직 자체적으로 치열한 경쟁을 통해 연구의 수준을 높일 단계가 아니라고 보고 선진국과 비교하여 어느 정도 경쟁력을 갖출 때까지 연구센터 사업의 형태로 분야의 육성을 도모
 - (전략2-2) 제3차 뇌연구추진 기본계획 실행을 위한 인간 뇌인지 연구지원
 - 현재의 문제점을 극복하고 비교적 빠른 시간 안에 선진국과 경쟁할 수 있는 학문적 토대를 마련하기 위해서 인간을 대상으로 뇌인지 기전을 연구하는 분야를 육성하기 위한 전략적 노력 추진
 - (전략2-3) 뇌과학 연구의 고도화와 4차 산업 준비를 위한 계산신경과학 연구지원
 - 우수한 계산신경과학자의 교육과 양성에 힘쓰고 인접 뇌과학 분야와의 활발한 교류 및 공동연구 수행

<전략적 분야 육성 프로그램 필요성>

- 국내 뇌연구 수준은 대체로 전통적 생물학적 연구 패러다임을 사용하는 분야의 경우 국제적인 수준과 격차가 크지 않으나 그 밖의 몇몇 분야는 국제적으로 매우 뒤쳐져 있음
- 이처럼 뒤쳐진 분야 중 특정 분야들은 과학의 진보와 시대의 흐름을 고려할 때 전략적으로 과거에 비해 상대적 중요성 혹은 위상이 달라졌으며, 국가의 경쟁력 제고 차원 및 뇌연구 패러다임의 고도화를 위해서 전략적 보호육성이 필요함
- 특히, 인간을 위한 뇌연구라는 제3차 뇌연구추진 기본계획의 목표실현도 요원할 것으로 판단됨
- 따라서, 제3차 뇌연구추진기본계획에 명시된 중점과제들 중 “인간 뇌이해를 위한 뇌연구 고도화”와 “4차산업혁명 대응을 위한 창의적 뇌융합연구”를 위해서는 계산신경과학 분야와 인간 뇌인지 연구 분야를 전략적으로 육성해야 할 필요가 있음

- (추진전략 3) 연구프로그램의 전문적 운영을 위한 지원체계 구축 및 운영
 - (전략3-1) 연구주제별 전문적 심층 리뷰 시스템
 - 연구계획서에 담긴 연구자의 과학적 수월성과 창의성을 전문적으로 판단할 수 있는 심층리뷰 시스템을 구성 운영
 - * (심층 리뷰보드 구성) 5개 미들업 주제 중심 자율경쟁 프로그램별 10인 내외
 - * (심층 리뷰 방식) 심층토론을 통해 전문가들이 과제의 과학적 메리트와 실현가능성에 초점을 맞춘 평가방향을 추구
 - * (평가의 주안점) 사업의 목적을 고려 연구성과를 국제적으로 우수한 학술지에 출판할 수 있는가를 중요한 평가요소로 간주
 - * (결과의 활용) 객관적이고 구체적인 지표들에 의해 점수화된 결과 및 심층평가 과정에서의 토론내용을 제안자에게 제공

기존			변경		
평가항목	세부항목	배점	평가항목	세부항목	배점
연구계획	연구과제의 창의성 및 혁신성	20	인력 적절성	연구책임자의 전문성	15
	연구계획의 타당성	15		참여연구인력의 역량	5
연구역량	연구책임자 및 공동연구자의 연구경력 및 연구업적	25	연구 타당성 및 목표 적절성	연구 필요성 및 타당성	20
	원천기술 확보가능성 및 기대효과	20		연구목표의 적절성	10
성과활용	성과창출전략의 적절성	20	추진계획의 충실성	연구내용의 충실성	15
				연구추진계획(전략)의 적절성	25
			수월성	예상 연구성과의 수월성	10
합계		100	합계		100

[그림 6-5] 심층 리뷰 시스템 평가항목(안)

- (전략3-2) 순환적이고 예측가능한 분야별 수요 기반 펀딩 시스템
 - 미들업 연구 주제들에 대해 중장기적 관점으로 해마다 일정한 주기로 모든 분야에 동일하게 과제 모집 공고를 내고 지원을 받는 것을 원칙으로 함
 - 이를 기반으로, 특정 주기의 평가에 의해 미션정 되더라도 지원자가 심층평가의 결과로 제공되는 전문가들의 건설적인 코멘트와 심사 결과 순위(percentile)를 참조하여 다시 지원 계획을 세울 수 있는 예측성을 크게 높인 시스템 운영
 - 연구비의 주제별 할당은 주제별 과제지원 수를 보고 수요기반으로 유연하게 할당하여 연구자들이 분야별 전문성보다 경쟁률이나 분야별 연구비 규모를 보고 과제 지원을 하는 등의 폐단을 방지

- (전략 3-3) 전문적이고 객관적 평가 문화 정착을 위한 연구자 네트워크 운영
 - 본 사업이 시행되면, 기존 뇌과학원천기술개발사업의 수혜자는 심층평가를 위해 반드시 봉사하는 것을 원칙으로 할 예정이며 향후 연구프로그램의 과제 수행자 역시 같은 봉사규정을 두어 연구문화의 유지와 개선에 과학자들 스스로가 참여하는 시스템을 정착시키는 것을 목표로 함
 - 심층평가 리뷰보드에서 봉사하는 연구자들은 국가적으로 그 학문적 권위를 인정받은 학자임을 공개적으로 알 수 있도록 하여 우수연구자 네트워크를 형성하고 이를 통해 연구자 간의 학술적 정보교환 도모
 - 뇌과학의 핵심 주제별 우수 연구자 네트워크가 과제의 지원으로부터 평가 및 운영과 긴밀하게 관련되어 있는 시스템을 구축을 통해 창의적인 아이디어 및 기술협력이 일어날 수 있는 생태계를 조성하는 것을 목표로 함

<연구프로그램의 전문적 운영 지원체계 구축 필요성>

- 기존 평가 시스템의 경우 심층평가는 결여되어 있는 반면 평가 시 연구과제 PI에 의해서 이루어지는 발표 평가가 큰 비중을 차지하다 보니 피상적인 과제계획 평가가 이루어질 수밖에 없음
- 이에 따라 국내 뇌과학의 수준을 선진국 수준으로 끌어올리기 위해서는 연구계획서에 담긴 연구자의 과학적 수월성과 창의성을 전문적으로 판단할 수 있는 선진국형 평가 시스템 필요
- 미국의 연구 주제별 심층 리뷰보드(study section)를 이용한 심층평가 시스템의 효율성 및 우수성은 이미 세계적으로 정평이 나있음
- 이에 따라, 제4차 과학기술기본계획에서는 과제선정의 전문성 강화 및 도전성 중심의 다양한 평가제도 도입을 추진
 - ☞ 최고의 전문 평가자 풀*을 다양하게 확보하고 기초연구 및 대형 장기사업에 전문가 평가단** 도입
 - * SCI 상위 10% 논문게시자, 평가 이력에 따른 우수자, 우수연구수행자 등
 - ** 기초연구 : 기초과학·바이오·ICT 등 분야별 평가단, 대형 장기사업 : 과제별 평가단 구성 및 선정-단계-최종 책임평가제 도입
 - ☞ 경력 등에 관계없이 독창성·혁신성·도전성 등으로 지원받는 방식을 도입하고 과제의 질적 검토를 위한 절대평가제도 활성화

□ 사업목표 설정의 연계

비전 및 목표	
비전	-21세기 뇌과학 강국 부상
목표	-국제적 우수연구자 저변확대를 통한 뇌연구 기초역량 강화

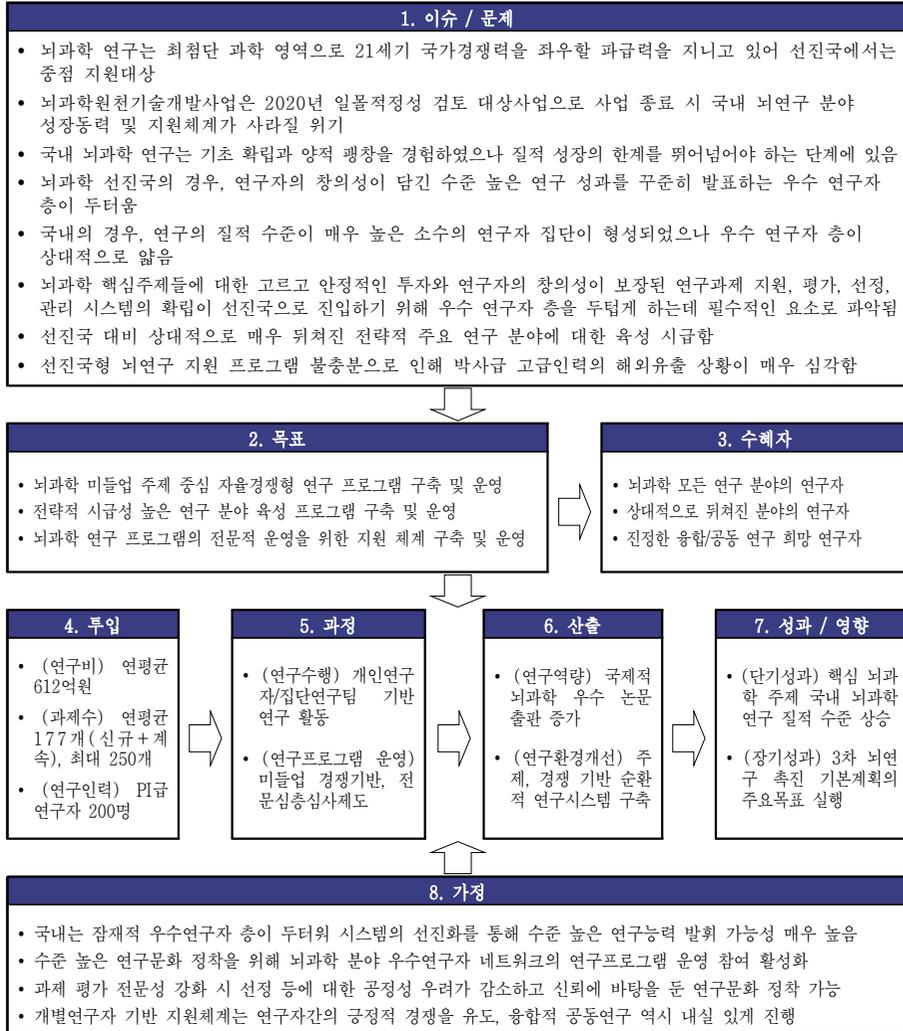
성과목표	기대효과
-선정평가 적절도 50% 이상 -IF 5 이상 학술지 게재 논문 비중 40% (1단계 30% → 2단계 35% → 3단계 40%)	-뇌과학연구의 다양성에 기반한 연구자 중심 프로그램 확대 -전문적 심사 평가 문화 정착으로 R&D 시스템 선진화 -뇌과학 연구의 질적수준 향상 및 우수연구자 층 확대 -뇌의 작동원리의 근원적 이해

사업 추진전략	
뇌과학 미들업주제 중심 자율 경쟁형 연구 프로그램	-뇌과학 핵심 핵심 미들업 주제별자유공모형 과제지원 방식 -주제 및 분야 내의 경쟁으로 양질의 PI급 연구자층 확대 -개인 및 집단 연구형태 선택 및 융합적 주제구성의 유연성
전략적 분야 육성 프로그램	-선진국 대비 낙후된 분야의 전략적 육성을 위한 연구 프로그램 -3차 뇌연구촉진기본계획 실행을 위한 인간 뇌인지 연구 지원 -뇌과학연구 고도화와 4차산업 대비를 위한 계산신경과학 연구 지원
연구 프로그램의 전문적 운영을 위한 지원체계	-연구주제별 전문적 심층 리뷰 시스템 구축 -순환적이고 예측 가능한 주제별 수요기반 펀딩 시스템 -전문적 객관적 평가 문화 정착을 위한 연구자 참여 네트워크 운영

(3) 사업구성 및 내용의 적절성

□ 본 사업의 논리모형은 사업목표 및 사업추진전략과 유기적으로 연계되도록 구성

- 세부내용은 이슈와 문제제기부터 사업의 목표, 사업에 따른 수혜자, 사업추진에 필요한 투입재원 및 활동, 사업의 산출물과 그에 따른 성과 및 영향, 사업의 효율적 추진을 위해 필요한 가정에 이르기까지 유기적이고 통합적으로 연계됨



□ 사업목표 달성을 위해 주제 중심 자율경쟁형 프로그램과 전략적 육성 주제 중심 프로그램을 운영

- (주제 중심 자율경쟁형 프로그램) 뇌연구의 핵심 주제로 분류한 5대 연구주제에 대한 개인 또는 소집단의 자율경쟁을 독려하는 프로그램
 - 개별과제는 연구기간 5년이며, 1단계 (2020~2024년) 연 3억원, 2단계 (2025~2029년)는 3.5억, 3단계 (2030~2034년)는 4억원으로 차등 지급
 - 고용 장려 및 연구 질적수준 향상을 위해 박사급연구원 신규 채용 시 5,000만원 추가 지원
 - 최종평가 결과에 따라 상위 5%의 과제는 후속지원이 가능하며, 하위 10%의 경우 본 사업 내 과제신청을 1년 동안 제한¹²⁾
- (전략적 육성 주제 중심 프로그램) 뇌연구 분야의 선진화를 위하여 전략적으로 설정한 주제에 대한 연구팀을 선발하여 장기적인 지원을 보장하는 프로그램
 - 개별과제는 소규모 집단연구 형태로 연구 기간 10년, 연구비는 과제당 연 5억원을 기본 지원
 - 사업 개시 5년 후 다른 전략육성분야와의 경쟁에 의해 계속 지원 여부 결정
 - 고용 장려 및 연구 질적수준 향상을 위해 박사급연구원 신규 채용 시 5,000만원 추가 지원
- (기타) 다만, 정책적 요구, 긴급 사회현안 문제 해결 등을 위해 국가적으로 전략적 추진이 필요한 경우, 일부 탐다운 방식 형태로 추진 가능

¹²⁾ 과학기술기본법 제11조2항에 따르면 연구개발의 결과가 극히 불량하여 중앙행정기관이 실시하는 평가에 따라 중단되거나 실패한 과제로 결정된 경우 참여제한이 가능

<표 6-13> 프로그램별 운영방안(요약)

프로그램	자율경쟁형 프로그램	전략적 육성 프로그램
연구목적	뇌연구 분야 연구역량 강화	전략분야 집중육성
연구기간	5년(연장가능)	10년(5+5)
연구단위	개인연구	집단연구
선정기준	- 연구과제 수월성 및 창의성 - 연구성과 도출가능성	- 전략분야 부합성 - 연구기반 구축 가능성
중간평가	X	O
최종평가	평가여부	O
	비고	상위 5% 후속지원 가능 하위 10% 과제신청 1년 제한
연구비	규모	- 1단계 : 연 3억원 - 2단계 : 연 3.5억 - 3단계 : 4억원
	비고	- 신규 박사급 연구원 채용 시 5,000만원 추가지원
소요명세서(예시)		

2. 기술개발 성공가능성

가. 사업구성 및 내용을 통한 기술개발 성공가능성 분석

□ 기 구축된 연구 인프라의 적극적 활용과 선행연구의 효율적 연계, 부처 간 협력 및 미래 뇌과학의 초융합적 연구방향 및 분야별 전문성 기반 연구 프로그램 구성으로서 세부사업별 기술개발 성공가능성을 높일 수 있을 것으로 예상

○ (중점분야 1) 뇌 발달 기전 이해 및 조절연구

- 발생과정에서 뇌신경계의 형성의 생물학적 원리를 규명하여 뇌신경계세포의 분열, 분화, 이동, 시냅스 형성의 이해 및 신경줄기세포의 발생, 분화에 대한 생물학적 운영 원리를 규명하고, 이를 바탕으로 뇌발달장애인 영유아 뇌기능 장애에 대한 병인을 규명하여 치료 및 진단의 원천기술을 제공함
- 주로 분자, 세포, 유전자레벨의 연구가 개체수준의 연구와 병행되며, 최근 인간 뇌의 차별성에 대한 연구, 단일 세포 수준의 정밀한 연구기법의 개발 등에 힘입어 인간 고위뇌기능의 근원을 보다 구체적인 규명이 가능해짐

○ (중점분야 2) 뇌세포 구조와 기능의 이해 및 조절연구

- 뇌를 구성하는 흥분성 신경세포와 여타 교세포들의 구조와 기능, 이들 세포 간 상호작용, 신경회로 및 회로망의 구조 및 작동원리를 규명하는 것을 목표로 함
- 인지 및 행동의 기전 연구는 전통적으로 행동 분석, 행동과 연동된 전기생리학적 분석을 주요 방법론으로 사용하였으나, 최근들어 국내외 많은 연구자들이 인지 및 행동의 유전적, 분자적 기전을 연구하기 시작함
- 뇌세포의 구조와 기능을 연구하는 많은 연구자들도 특정 인지 및 행동과 연관된 세포 연구를 수행하는 경우가 대부분이므로 두 분야는 매우 밀접히 연관되어 있음

○ (중점분야 3) 인지 및 행동의 기전 및 조절연구

- 다양한 행동과 인지적 정보처리의 뇌과학적 기전을 신경계가 구성되어 있는 원리와 기능을 토대로 분자와 세포로부터 신경회로와 시스템에 이르기까지 다양한 수준에서 규명하는 것을 목표로 함
- 인간을 비롯한 동물의 행동을 설명하기 위해 뇌의 기능적 연구를 하는 것을 핵심으로 함. 다양한 자극의 처리를 위한 감각, 지각 등의 연구와 자극에 대한 반응을 위한 운동을 포함하며 이를 매개하는 인지적 변인인 학습, 기억, 주의, 의사결정, 감정, 정서, 동기, 사회인지 등의 연구가 포함됨
- 뉴로이미징, 분자생물학, 유전학, 생화학, 생리학, 전기생리학 등의 다차원적이고 다양한 신경신호 측정 방법론들이 인지 및 행동의 측정법과 함께 사용 가능함

- (중점분야 4) 뇌노화 기전 이해 및 조절연구
 - 노화와 관련된 뇌구조 및 기능 변동의 분자 기전, 조절 방법 등의 발굴 연구와 뇌노화와 관련된 다양한 질환의 원인규명, 예방, 진단, 병태생리기전규명, 조절방법 발굴을 목표로 함
 - 정상 뇌 및 뇌를 구성하는 세포의 노화 연구, 치매, 파킨슨, ALS 등을 포함한 다양한 퇴행성 뇌질환, 신경계의 손상/재생 및 퇴행, 신경염증 연구 등이 포함될 수 있으며, 신경생리학적, 약리학적, 해부학적, 분자생물학적 연구 기법이 적용될 수 있음
- (중점분야 5) 뇌과학 방법론 연구
 - 뇌연구에 필요한 기술 및 뇌질환 치료를 위한 기술 개발 및 고도화를 목표로 하는 분야로 뇌신호를 직접 측정하고, 뇌신경회로를 조절하며, 뇌를 모방하는 새로운 알고리즘 개발을 목표로 함
 - 뇌회로 연구 및 뇌질환의 치료를 위하여 뇌신경회로의 정밀 제어가 가능한 신기술 및 기존 기술의 고도화를 포함함. 기존의 자극 방법을 이용한 정밀 제어 기술 개발이나 새로운 자극 방법 등이 포함됨
- (중점분야 6) 인간 뇌인지 기전 연구
 - 인간의 인지 및 정서의 뇌 작동 기전을 규명하고자 하는 분야로서, 정상적 인지 및 정서 기전에 대한 연구가 주가 되며, 환자를 피험자로 연구하거나 병리적 기전에 대한 연구는 지양함
 - 3차 뇌연구 촉진 기본계획의 추진방향인 “인간의 이해에 다가가는 뇌과학”의 구현을 위해서는 동물모델로 연구하기 어려운 고등 인지 과정을 전체 뇌에서 거시적으로 (whole-brain macro-level) 연구할 수 있는 인간 대상 뇌연구가 반드시 필요함
- (중점분야 7) 계산신경과학 연구
 - 이론적-계산과학적 모델링을 통해 뇌의 작동기전을 연구
 - 이론 및 계산신경과학 분야는 독립적인 연구 분야인 동시에 실험 및 이론의 융합 연구의 시너지를 도출하는 분야로서, 국내 융학연구의 선두적인 역할을 할 연구분야

□ 효율적 연구개발을 위한 운영전략으로 기술개발 성공가능성 제고

- 뇌연구 프로그램 운영위원회를 구성하여 심층평가 시스템 도입
- 뇌연구 프로그램 운영위원회를 통하여 구성된 뇌연구 주제별 평가위원회를 중심으로 주제 중심 자율경쟁형 과제에 대한 심층평가 수행

- 주제별 평가위원회는 상시적으로 운영되므로 이후 연차, 최종평가 및 필요시 수시 검토를 통한 과제 초기와 비교로 수요 변화와 과제 목표달성 정도를 지속적으로 점검
- 뇌연구 육성발전전략위원회를 통한 뇌연구프로그램 운영점검 및 전략적 육성방안 모색
 - 육성발전전략위원회를 구성하여 자율경쟁형프로그램의 운영과 미들업 주제의 적절성 등에 대한 상시 모니터링 및 자문역할 수행
 - 또한, 타당한 방식으로 지정된 전략적 육성 주제 중심 프로그램의 개별과제들이 최초의 전략 목표를 충실히 수행할 수 있도록 구성하고 개별과제의 수행이 육성발전의 방향으로 가고 있는지에 대한 지속적 모니터링 실시

<표 6-14> 상시 모니터링 및 자문 항목

구분	항목
환경 변화	<ul style="list-style-type: none"> • 미들업 주제가 전세계 뇌연구 흐름을 잘 반영하고 있는가? • 뇌연구 분야에서 대두되고 있는 새로운 이슈를 반영하고 있는가? • 사업에서 다루고 있는 주요 이슈 중에서 그 중요성이 현저히 떨어진 이슈는 없는가? • 연구에 영향을 미칠 수 있는 최근 정책 변화는 없는가?
연구개발 동향	<ul style="list-style-type: none"> • 뇌연구 분야에서 최근 발표된 중요한 연구개발 성과는 무엇인가? • 주요 선진국에서의 최근 중요한 연구방향의 변화는 없는가?
연구 목표	<ul style="list-style-type: none"> • 당초 계획된 연구 목표가 어느 정도 달성되었는가? • 최근 환경변화 및 연구개발 동향 변화에 따라 연구 목표의 수정이 필요하지는 않는가?
연구 수행	<ul style="list-style-type: none"> • 당초 계획된 연구가 차질 없이 진척되고 있는가? • 목표 달성을 위해 현재 수행되는 연구 방법이 적절한가? • 연구 목표와 진도에 따라 연구자원이 적절하게 배분 혹은 집행되고 있는가?
연구 성과	<ul style="list-style-type: none"> • 당초 계획된 연구 성과가 창출되고 있는가? • 연구를 통해 창출된 성과 정보가 적절하게 관리되고 있는가?
추진 계획	<ul style="list-style-type: none"> • 향후 연구 추진일정이 적절하게 수립되어 있는가? • 추진일정의 조정이 가능한 프로그램이나 과제는 없는가? • 향후 추진 계획에서 환경변화를 적절히 반영하고 있는가?

- 연구개발사업의 최종결과물의 실용화 및 현장 적용 성과 극대화를 위한 성과관리 운영방안 도입
 - 계획 (사업/과제기획)
 - 사업목표의 명확성, 성과계획의 합리성, 사업목표와 내용의 적합성, 유사성/중복성 검토를 통해 사업 추진의 적절성 확보
 - 집행 (연구개발 수행관리)
 - 연구기관 선정 및 비용·인력 등의 자원배분, 연구개발 수행, 연구 수행 산출물 도출의 체계적 수행을 통해 사업 수행의 체계성 확보
 - 결과 (성과조사·분석·평가)
 - 사업 투입 대비 산출 분석, 현장 검증을 통한 실용성 극대화, 질적 성과 및 양적 성과의 경제적 분석, 현장 도입 및 배포를 통해 사업의 효율성 및 효과성을 확보
 - 활용·확산 (성과 공유 및 확산)
 - 학회 등에서 발표회를 통해 연구결과 공유 및 확산 추진

- 기술수요조사, 과제기획부터 공고, 선정 및 연구수행, 과제관리, 평가, 성과관리까지 세부 프로세스 및 수행주체별 명확한 역할분담을 통한 R&D 전주기적 관리 프로세스 확립

	주요업무	구분		수행주체
		주제 중심 자율경쟁	전략적 육성 주제	
사업기획	<ul style="list-style-type: none"> • 사업기획과제 추진 및 내용 작성 • 연구기획 예산지원 	O	O	<ul style="list-style-type: none"> • 과학기술정보통신부
↓				
사업 시행공고	<ul style="list-style-type: none"> • 사업시행계획 수립 및 공고 • 연구범위 확정 	O	O	<ul style="list-style-type: none"> • 한국연구재단
↓				
과제 선정평가	<ul style="list-style-type: none"> • 1차 서면평가 • 2차 심층평가 	O	O	<ul style="list-style-type: none"> • 한국연구재단 • 운영위원회
↓				
과제관리	<ul style="list-style-type: none"> • 프로그램 과제협약 • 진도관리 	O	O	<ul style="list-style-type: none"> • 한국연구재단 • 운영위원회
↓				
중간평가	<ul style="list-style-type: none"> • 중간평가 실시 • 중간평가 결과 반영 	X	O	<ul style="list-style-type: none"> • 한국연구재단 • 운영위원회
↓				
최종평가	<ul style="list-style-type: none"> • 최종평가 실시 • 최종평가 결과 반영 	O	O	<ul style="list-style-type: none"> • 한국연구재단 • 운영위원회
↓				
성과관리	<ul style="list-style-type: none"> • 성과관리 및 성과분석 • 성과확산 및 활용촉진 	O	O	<ul style="list-style-type: none"> • 한국연구재단

[그림 6-6] 사업추진 프로세스

3. 유사 사업과의 차별성

- 뇌연구 고도화 사업은 기존 유사사업과 차별화된 주제별 미들업 자율경쟁시스템과 심층 평가 시스템 도입으로 연구자 중심의 기초연구를 강화하고 세계 최최에 도전하는 핵심원천연구를 발굴하여 뇌과학발전을 성취하고자 추진하는 기초연구 사업
- 포괄적·다학제·융합 연구개발을 통해 뇌연구 분야의 미래 문제 해결 근거를 형성할 만한 광범위한 지식 기반을 제공하기 위한 사업
- 「뇌과학원천기술개발사업」은 ‘20년 일몰적정성 검토 대상 사업 기초연구에서 응용연구범위까지 지원
 - 2017년 기준 기초연구에 76.15%, 응용연구에 전체예산의 16.59%를 지원
- 「개인기초연구」는 개인기초연구 중심의 사업이나 뇌과학 분야의 지원은 제한적임
 - 2017년 기준 기초연구에 전체예산의 99.53%를 지원
 - 과학기술표준분류체계 별로는 보건의료 분야(23.39%), 생명과학(15.64%) 중심으로 지원하였으며 뇌과학 분야 투자비중은 1.94%에 불과

<표 6-15> 유사사업 비교현황

구분	뇌과학원천기술개발사업	개인기초연구	동 사업
총사업비(억원)	-	해당사항 없음	916,000백만원
기투자액	154,559백만원	4,538,748백만원 ('12~'18년)	-
연구단계별 투자액 ('17년)	기초	31,793백만원 (76.15%)	710,552백만원 (99.53%)
	응용	6,925백만원 (16.59%)	1,250백만원 (0.18%)
	개발	3,032백만원 (7.26%)	447백만원 (0.06%)
	기타	-	1,654백만원 (0.23%)
과학기술표준분류 상 뇌과학 투자('17년)	23,564백만원 (56.44%)	13,821백만원 (1.94%)	-
사업기간	'06~'20	'86~계속	'20~'34
사업목적	뇌과학 4대분야 원천기술 확보 및 융합을 통한 미래시장 선점	개인단위 연구 지원을 통해 창의적 기초연구 능력 배양	우수연구자 저변확대를 통한 뇌연구 기초역량 강화

<표 6-16> 유사사업 비교현황

구분	동 사업	뇌과학원천기술개발사업 (과학기술성보통신부)	개인기초연구사업 (과학기술성보통신부)
총사업비	9,182억원	-	해당사항 없음
기투자액	-	2,052.5 억 원 (~'18년)	45,387.5 억 원 (~'18년)
사업기간	'20 ~ '34년	'06 ~ '20년	'09년 ~ 계속
사업 목적	[21세기 뇌과학 강국 부상] • 창의적 뇌연구 프로그램 구축 및 운영을 통한 사회문제 해결 및 글로벌 태동기 시장 선점을 위한 뇌연구분야 기초연구 역량 강화	[핵심 원천·기반기술 확보] • 뇌질환 예방치료기술, 신체장애 극복기술, 뇌기능 강화기술 및 AI 등 핵심 원천기술 확보 및 미래시장 선점	[기초연구지원] • 창의적·도전적 기초연구 강화 및 우수 연구자 양성을 통한 과학기술 미래역량 확충 기여
세부 내용	• 미래 핵심 뇌과학 주제에 대한 연구자 창의성 기반 자율 경쟁형 R&D시스템 및 전략적 육성주제 지원 - (수요 중심) 미들업 주제 중심 자율경쟁형 연구프로그램 * 뇌 발달 기전 이해 및 조절 * 뇌세포 구조기능 이해 및 조절 * 인지 및 행동의 기전 이해 및 조절 * 뇌 노화 기전 이해 및 조절 * 뇌 과학 방법론 연구 - (전략육성) 전략적 분야 육성 프로그램 * 계산신경과학 * 인간 뇌인지 기전 연구	• 뇌연구 4대 분야, 치매예측 뇌지도 구축, 인터넷게임 디톡스 등 뇌과학 분야별 총괄/세부과제 선정 지원 - (뇌연구 4대 분야) 뇌인지과학, 뇌신경생물, 뇌신경계질환 및 뇌공학 - (실용화 연계) 치매조기진단사업, 인터넷게임 디톡스, 7T MRI 실용화, 뇌발달장애 진단 및 외상후 스트레스장애 극복	• (자유공모) 연구자 주도의 창의적 연구 지원을 위한 확대 및 연구비 규모에 따른 균형 있는 과제 비중 유지 - (신진연구) 신진연구자에 대한 지속 지원을 통한 차세대 기초연구 인재 발굴 및 육성 - (중견연구) 국내 연구역량 향상을 위한 자유공모 내 중규모(연 1억원 이상) 이상 연구과제의 규모 확대 - (리더연구) 세계적 수준의 연구자 집중 육성을 위한 과제규모 확대 • (전략공모) 선도형 연구로의 전환 유도 - (전략과제) 국가전략분야에 대한 혼합기획 방식의 전략적 기초연구의 지속 지원
차별성 및 연계 방안	• (범위) 뇌과학연구 전분야 • (단계) 5개 미들업 주제 중심 자율경쟁형 연구 프로그램 및 2개 전략적 연구 프로그램 - 연구자의 자율성 보장 및 공정한 과제선정이 가능한 R&D 시스템 구축 및 지원	• (범위) 뇌연구 4대 기술분야 • (단계) 제2차 뇌연구추진 2단계 기본계획의 뇌연구 4대 기술분야 및 실용화연계 사업 등 지원	• (범위) 기초연구 분야 • (단계) 자유공모, 전략공모 - (자유공모) 신진, 중견 및 리더 연구 형태 구분의 연구지원 - (전략공모) X-프로젝트 및 전략과제를 통한 연구자 자율성 확대 지원
기타	-	일몰 적정성 검토대상 사업 ('20년)	-

제 3 절 정책적 타당성

1. 상위계획과의 부합성

가. 상위 계획과의 부합성

- “뇌연구 고도화 사업”은 국가 상위 계획의 정책방향과 긴밀한 부합성을 나타냄에 따라, 정책적 타당성 확보

<표 6-17> 최상위계획과 본 사업과의 부합성

구분	주요내용(추진전략 및 과제)	부합성
문재인 정부 국정운영 5개년 계획	<ul style="list-style-type: none"> (국정목표) 더불어 잘사는 경제 (추진전략) 과학기술 발전이 선도하는 4차 산업혁명 <ul style="list-style-type: none"> - (추진과제 2) 고부가가치 창출 미래형 신산업 발굴 및 육성 - (추진과제 3) 청년과학자와 기초연구 지원으로 과학기술 미래역량 확충 	높음
제4차 과학기술기본계획	<ul style="list-style-type: none"> (비전) 과학기술로 국민 삶의 질을 높이고 인류사회 발전에 기여 “뇌신경계 질환원인 규명 및 치료” 및 “뇌신호 관측 및 조절기술” 등 2개의 뇌과학 기술을 기본계획의 실현을 위한 중점과학기술로 설정 	높음
제3차 생명공학육성 기본계획	<ul style="list-style-type: none"> (비전) 과학기술로 국민 삶의 질을 높이고 인류사회 발전에 기여 (바이오 중심의 융합연구 가속화) 글로벌 수준의 국내 의료 역량을 활용해 한국형 정밀의료 모델을 구축하고, 치매 치료 및 인공지능 선도 기술 확보를 위한 뇌연구를 강화하는 등 글로벌 태동기 시장 선점을 추진 	높음
제3차 뇌연구촉진기본계획	<ul style="list-style-type: none"> (비전) 뇌 이해 고도화와 뇌 활용의 시대 진입 (중점과제 1) 인간 뇌 이해를 위한 뇌연구 고도화 (중점과제 2) 생애주기별 맞춤형 건강뇌 실현 (중점과제 3) 뇌 원리를 적용한 지능화·융합 신기술 개발 (중점과제 4) 공유·융합을 촉진하는 뇌연구 생태계 조성 (중점과제 5) 글로벌 협력체계 구축 (중점과제 6) 태동기 기술창업 중심의 뇌산업 육성 	높음
제4차 기초연구 진흥종합계획 2018~2022	<ul style="list-style-type: none"> (목표) 연구자 및 국민 중심의 기초연구 정책방향 혁신 및 자율과 창의 바탕의 연구도전 환경 구축 (추진전략 1) 연구자 중심으로 기초연구 혁신 <ul style="list-style-type: none"> - 기초연구 투자 확대 및 기초연구 포트폴리오, 지원 체계를 연구자 역량단계별, 연구분야별 혁신 - 연구 생애 전주기 내 수월성 및 안전성의 균형 있는 지원 체계 구축으로 연구 역량 발전 및 연구 성과 창출 추진 	높음
국가기술혁신체계 고도화를 위한 국가 R&D 혁신방안	<ul style="list-style-type: none"> (목표) 4차 산업혁명 시대 국가 혁신성장 견인 및 국가 R&D 시스템 대혁신을 통한 사람과 사회 중심의 R&D 고도화 추진 (추진전략 1) 연구자 중심 창의·도전적 R&D 지원체계 강화 	높음

구분	주요내용(추진전략 및 과제)	부합성
	<ul style="list-style-type: none"> - 연구자 중심으로 R&D 지원시스템 및 관리체계 전환 - 고위험 혁신형 R&D 강화 	

□ 문재인정부 국정운영 5개년 계획(‘17.7)

- ‘문재인 정부 국정운영 5개년 계획’에서는 “더불어 잘사는 경제”를 5대 국정목표 중 하나로 초지능·초연결 핵심기술 개발 및 신산업 육성을 목표로 ‘과학기술 발전이 선도하는 4차 산업혁명’의 추진전략 및 세부과제를 제시
- 4차 산업혁명을 주도할 수 있는 초지능·연결 기술 확산 및 핵심기술 개발, 신산업 육성을 통한 일자리 및 국가 경쟁력 확보 추진
- (청년과학자와 기초연구 지원으로 과학기술 미래역량 확충) 연구자 주도 기초연구 예산 2배 확대(‘17년 1.2조원), 연구과제 관리·평가제도 등의 개선을 통해 연구자 자율성 강화
- (고부가가치 창출 미래형 신산업 발굴 및 육성) 핵심기술 개발, 인력양성, 사업화 및 해외진출 지원 등을 통해 제약·바이오·마이크로로봇 등 의료기기 산업
- 상기 추진전략 및 과제들은 4차 산업혁명의 대비 및 주도를 목표로 핵심기술 개발 및 신산업 육성을 통한 국가 경쟁력 확보와 미래 사회문제 해결을 핵심 가치로 하고 있으며, 이를 실현할 수 있는 구체적인 방안 마련 및 실행 필요

▶ 뇌연구 고도화 사업은 뇌과학 분야의 창의적 연구를 촉진함으로써, 4차 산업혁명에 선제적으로 대응하고, 궁극적으로 국가경제성장 및 국민 삶의 편익 증진에 기여하여, 現 정부가 추구하는 국정운영계획 목표 달성에 필요한 사업임

□ 제4차 과학기술기본계획 2018~2022(‘18.2)

- 과학기술기본계획은 ‘과학기술기본법’ 제7조 제1항에 근거하여 5년마다 과학기술발전에 관한 중·장기 정책목표 및 방향을 제시하고 관계 중앙행정기관의 과학기술 관련 계획과 시책 등을 종합적으로 수립
- ‘제4차 과학기술기본계획(‘18~`22)’에서는 문재인 정부의 국정운영계획에서 강조하는 ‘더불어 잘사는 경제’의 목표를 기반으로 ‘미래도전을 위한 과학기술역량 확충’, ‘과학기술이 선도 하는 신산업·일자리 창출’ 및 ‘과학기술로 모두가 행복한 삶 구현’의 추진전략 및 중점 추진과제로 연계
- (추진전략 1) 미래도전을 위한 과학기술역량 확충

- (중점과제 ①) 과학적 지식탐구 및 창의·도전적인 연구 진흥 : 기초과학을 포함한 생명과학, 물리학 및 지구과학 등 각 분야의 기초연구 지원 강화를 통한 창의적 연구성과 및 고부가가치 창출 추진

▶ 4차 과학기술기본계획에서는 미래비전 실현을 위한 기초연구 투자 강화를 과학기술정책방향을 제시하고 있으며, 이는 본 사업의 목적과 사업을 통해 실현하고자 하는 기술사회·경제적 기대효과와 일치

비전		과학기술로 국민 삶의 질을 높이고 인류사회 발전에 기여			
4대 전략	추진전략 1	추진전략 2	추진전략 3	추진전략 4	
중점 추진 과제	미래도전을 위한 과학기술역량 확충	혁신이 활발히 일어나는 과학기술 생태계 조성	과학기술이 선도하는 신산업·일자리 창출	과학기술로 모두가 행복한 삶 구현	
	과학적 지식탐구 및 창의·도전적인 연구 진흥	주체분야 간 협력 및 융합 활성화	4차 산업혁명 대응기반 강화	건강하고 활기찬 삶 구현	
	연구자 중심의 연구몰입 환경 조성	기술혁신형 창업·벤처 활성화	국민이 체감하는 혁신성장동력 육성	안심하고 살 수 있는 안전한 사회 구현	
	창의·융합형 인재 양성	경쟁력 있는 지식재산 창출	제조업 제도약 및 서비스업 육성	쾌적하고 편안한 생활환경 조성	
	국민과 함께하는 과학문화 확산	지역주도적 지역혁신 시스템 확립	혁신성장 중추인 중소기업 육성	따뜻하고 포용적인 사회 실현	
과학기술 외교의 전략성 강화	국민참여 확대 및 컨트롤타워 강화	과학기술 기반 일자리 창출 강화			

[그림 6-7] 제4차 과학기술기본계획 개요

□ 제4차 기초연구종합계획 2018~2022

- 제4차 기초연구종합계획(2018~2022)에서는 ‘연구자 및 국민 중심의 기초연구 정책방향 혁신 및 자율과 창의 바탕의 연구 도전 환경 구축’을 목표로 향후 5년간의 4대 추진전략 및 정책 방향 제시
- 기초연구의 특성을 반영하여 향후 기초연구 정책이 보다 장기적인 안목에서 추진될 수 있도록 정부와 연구자를 비롯한 기초연구 관련 주체들이 보편적으로 지향해야 할 기본가치와 원칙을 도출
- 기본원칙을 바탕으로 ‘세계적 수준의 연구성과 창출, 차세대 R&D 인력양성 및 미래

- 사회 대비 씨앗 발굴’의 추진 목표 달성을 위해 ‘①연구자 중심으로 기초연구 혁신, ②전주기 기초연구 지원 체계 구축, ③자율과 책임에 기반한 연구 몰입 환경 조성, ④국민이 체감하는 기초연구 생태계 조성’의 추진전략을 제시

▶ ‘기술혁신 주기의 단축과 미래기술에 대한 예측이 불가능한 상황 속에서 다양한 과학기술의 기반이 되는 기초연구의 중요성이 증가함’에 따라 기초연구 투자 확대 및 연구분야별 혁신을 강조하고 있어 이는 본 사업을 통해 달성하려는 배경 및 목적, 추진전략의 내용과 부합



[그림 6-8] 제4차 기초연구종합계획 2018~2022 추진목표

출처 : 제4차 기초연구진흥종합계획(18~22), 과학기술정보통신부, 2018.06

<표 6-18> 제4차 기초연구종합계획 2018~2022 추진전략 및 중점과제

추진전략	주요내용
연구자 중심으로 기초연구 혁신	-기초연구 투자 확대 및 포트폴리오, 지원 체계를 역량단계별/연구분야별로 혁신 * 국정과제인 연구자 주도 기초연구 지원 확대('17년 1.26조원 → '22년 2.5조원) * 연구 생애 전주기동안 연구 역량을 발전시켜 연구성과를 창출할 수 있도록 수월성과 안전성의 균형 있는 지원 체계를 구축 * 정부 연구개발사업 내 기초단계 연구지원 강화를 위하여 사업별 지원 실적 분석 등을 통하여 기초연구 지원 강화 방향 수립
전주기 기초연구 지원 체계 구축	-우수한 연구자로 지속적인 발전을 위해 전주기에 걸친 균형 잡힌 지원체계를 구축 * 젊은 연구자를 학위과정부터 연구정착까지 체계적으로 지원 * 기초연구실 및 선도연구센터 지원을 강화 * 핵심 연구역량을 강화하고, 본원 중심의 발전 체계를 구축
자율과 책임에 기반한 연구 몰입 환경 조성	-자율성 확대, 공정성·전문성 원칙이 강화된 평가제도의 운영, 자발적 연구윤리 의식 제고를 통해 R&D 주체간 자율과 책임에 기반한 연구몰입 환경을 조성 * 연구의 자율성을 강화 및 연구주제, 기간 변경 허용으로 유연한 연구지원 체계 구축 * 우수성과를 창출한 연구자에 대한 지속적인 지원체계를 구축 * 행정지원 기능 고도화 및 성숙한 연구문화 조성
국민이 체감하는 기초연구 생태계 조성	-기초연구 지원이 혁신의 밑거름이 되어 국민이 체감할 수 있는 과학기술이 될 수 있도록 유·무형의 인프라를 강화 * 기초연구 성과가 원천기술 확보, 사회문제 해결 등 국가·사회적 수요에 효과적으로 연계될 수 있도록 체계적인 성과발굴·연계 지원체계를 구축

추진전략	주요내용
	<p>< 기초연구 성과 발굴·확산 체계(안)></p> 

출처 : 제4차 기초연구진흥종합계획(18~22), 과학기술정보통신부, 2018.06

□ 국가기술혁신체계 고도화를 위한 국가 R&D 혁신방안

- R&D 뿐만 아니라 인력양성, 기술사업화, 산업 등 국가 전반의 혁신역량 고도화를 위해 「국가R&D 혁신방안(안)」을 수립하고, 사람중심 R&D혁신의 큰 틀과 함께 R&D의 도전성과 혁신성 강화를 통한 혁신성장 창출을 위해 3대 전략 및 13개 과제 제시
- 첫 번째 전략으로 연구자 중심의 창의·도전적인 지원체계 강화를 제시하고 있으며, 연구자 중심의 연구, 고위험 혁신형 연구를 중점과제로 제시

▶ 연구자 중심의 창의·도전적 연구는 본 사업이 지향하는 방향으로, 본 사업에서는 이를 위해 추진전략 1으로 미들업 주제 중심 자율경쟁형 연구 프로그램 운영을 제시하고 있으며, 이의 정교한 실행을 위해 추진체계 내 평가를 전담하는 “뇌연구 프로그램 운영위원회”를 설치함

<표 6-19> 국가기술혁신체계 고도화를 위한 국가 R&D 혁신방안 추진전략 및 중점과제

추진전략	중점과제	주요내용
연구자 중심 창의·도전적 R&D 지원체계 강화	-연구자 중심으로 R&D 지원시스템 혁신	-연구자 중심의 연구 프로세스 혁신 -국가연구개발특별법(가칭) 제정으로 통합 -패키지형 R&D 투자플랫폼 적용 -1부처 1기관 원치 하에 기능정비 추진
	-R&D 관리체계의 전문성·효율성 강화	
	-고위험 혁신형 도전적 연구지원 강화	
	-R&D 투자의 전략성 강화 및 적시적소 투자체계 구축	
혁신주체 역량 강화	-(대학) 사람을 키우는 창의적 R&D 지원 확대	-사람을 티우는 대학 -세계적 수준의 연구역량 확보 -질 중심의 관리 강화 혁신형 중소벤처기업 육성 -지역주도의 혁신역량 축적 지원
	-(공공(연)) 자율과 책임의 원칙 하에 세계적 수준의 연구역량 확보	
	-(기업) 혁신역량을 높이는 R&D 지원	
	-(지역) 균형발전을 위한 지역 주도의 R&D 강화	
	-혁신주체 간 상호 연계 및 협력 강화	

추진전략	중점과제	주요내용
국민 체감형 과학기술성과 확산	-4차 산업혁명을 선도할 미래 신산업 육성	-13대 혁신성장동력에 대해 22년까지의 기술개발, 실증, 인프라 구축, 규제개선 등 혁신성장동력 시행계획 이행
	-국민생활 속의 문제를 해결하는 R&D 강화	-개발된 기술이 창업, 사업화를 통해 신산업과 일자리 창출로 이어지도록 규제개선 로드맵 마련
	-과학기술로 질 좋은 일자리 창출에 기여	-민생활문제해결 R&D 투자를 확대(19년 1조원 이상) 및 국민 안전·안심을 위한 국민생활 밀착형 사업 강화
	-과학기술정책에 국민 참여 확대	

출처 : 국가기술혁신체계 고도화를 위한 국가 R&D 혁신방안 과학기술정보통신부, 2018.07

2. 사업추진 의지

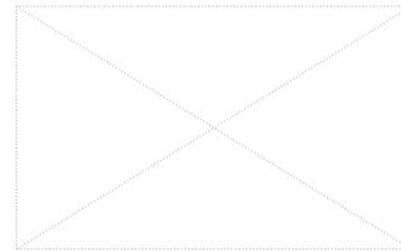
- 뇌연구 촉진을 위한 개별법 제정과 관련 계획 수립 등을 통해 핵심기술 개발 및 신산업 육성 등 국가 경쟁력 확보의 강한 의지 표명
 - (뇌연구 촉진법) 정부는 뇌연구 촉진을 위한 시책을 마련하고 이를 적극적으로 추진하기 위해 '98년 동 법을 제정
 - (제3차 뇌연구촉진기본계획) 뇌연구의 새로운 도약을 위해, 과학기술정보통신부, 교육부, 보건복지부, 산업통상자원부 공동으로 신규 기본계획을 수립

- 과학기술정보통신부 주도의 사업기획 추진
 - 기존 사업의 문제점을 기반으로, 과학기술의 발전 측면에서 뇌연구 기초연구 개선 방안 논의(과학기술정보통신부, '18.6)
 - 기존 “뇌과학원천기술개발사업”의 일몰에 대비하는 후속사업기획에서 새로운 사업 기획으로 방향 전환
 - '18년.6월을 기점으로 사업추진의지를 확고히 하고, 과학기술정보통신부, 한국연구재단 및 민간이해관계자 등 20여명이 참여하여 본격적으로 기획을 추진
 - 본 기획을 위한 기획위원회 구성('18.7)
 - 국내 뇌연구 분야의 현황 진단 및 문제점 도출을 시발점으로, 기존의 뇌연구원천기술개발사업을 대체하는 사업으로 본 사업의 추진방향, 연구의 범위, 평가과정을 포함하는 운영체계 등의 주요 이슈 논의('18.7)
 - 이슈를 바탕으로 총괄 및 분과위원회 운영을 통해 사업의 정의 및 범위, 주요연구 분야, 사업추진체계 등 본 사업의 구체적인 방안 설계('18.7~9)
 - 설문조사, 사업설명회(3회) 등을 통해 사업에 대한 철학 및 추진방법에 대한 이해관계자 의견 수렴 및 반영('18.9~10)

- ▶ 상기와 같은 개별법 제정과 관련 계획 및 사업을 추진함으로써 뇌연구 분야 발전을 통해 근본문제의 해결과 이에 따른 국민이 체감하는 국가 경쟁력 증가로, 국민 삶의 질 향상을 위한 적극참여 의지를 피력

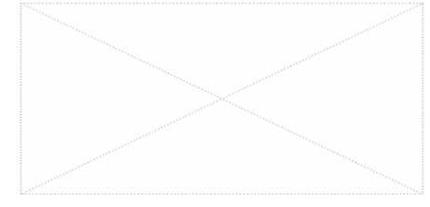
3. 정부지원 필요성

- 정부차원의 창의적이고 중장기적 뇌연구 프로그램 구축을 통해 원천성 높은 과학지식 생산을 꾀하고 궁극적으로 이러한 탄탄한 기초과학지식의 토대위에 산업화와 사회문제해결이 이루어질 수 있는 연구생태계 마련이 필요
 - 고령화 사회에서는 각종 퇴행성 뇌질환으로 인한 사회적 비용 급격한 증가 우려
 - (세계에서 가장 빠른 고령화 속도) 우리나라의 2017년 노인인구 비중은 14%로 고령 사회(aged society)에 진입했고, 2025년에는 19.9%에 달해 초고령 사회(super-aged society)가 될 것으로 전망
 - 프랑스(29년) 보다 3.6배, 미국(16년) 보다 2배, 영국(50년) 보다 6.3배 빠른 속도



[그림 6-9] 노인인구 비율 비교

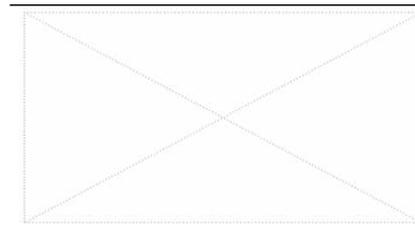
출처: (국내) 통계청, 장래인구추계, (해외) World Population Prospects: The 2017 Revision, UN, 2017



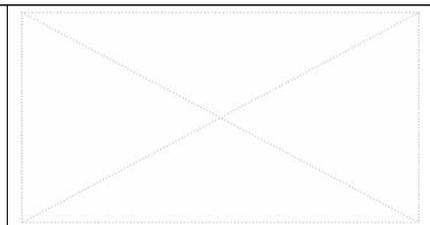
[그림 6-10] 국가별 고령화 속도 비교

출처: Historical population data and projections (1950~2050), OECD, 2016 재인용

- (뇌 질환 관련 사회적 비용 급격히 증가) 2015년 기준 뇌 관련 질환의 사회적비용은 총 16조 6,149억원이며 연평균 증가율은 12%로 20대 질병군 중 결합조직질환(12.3%)에 이어 두 번째로 높은 증가율을 보이고 있음



['15년 기준 주요질환의 사회적 비용(억원)]



[주요질환의 연평균증가율 '06~'15(%)]

[그림 6-11] 뇌 관련 질환의 사회적 비용 및 연평균증가율

출처 : 건강보험정책연구원, 건강보장정책 수립을 위한 주요 질병의 사회경제적 비용 분석, 2017

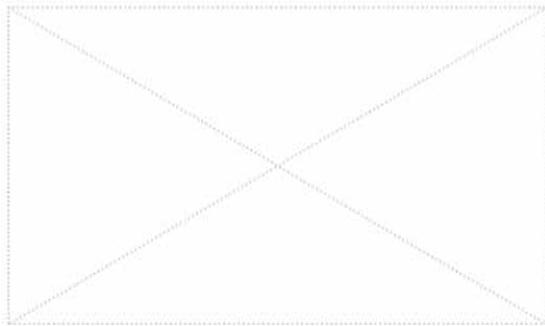
- 뇌과학 연구의 복잡성과 융합적 성격 등으로 오랜 시간 꾸준한 고비용 투자가 요구되며 실패가능성이 높은 특성으로 인해 민간 영역에서의 투자보다는 정부 위주로 뇌과학 연구가 이루어지고 있음
- 미국은 기초연구를 지원하고 있는 국립보건원(NIH), 미국국립과학재단(NSF)를 중심으로 국가 뇌연구 프로젝트인 Brain Initiative에 2014년부터 2025년까지 약 45억 달러를 투자계획



[그림 6-12] Brain Initiative 투자계획

출처 : NIH, Brain 2025, 2014.06, Implementation of Funding Plan for the NIH Innovation Projects Under the 21st Century Cures Act, 2016

- 이에 따라 우리나라도 국가차원의 뇌연구 추진 필요성 인지하고 “뇌연구 촉진 기본계획”을 중심으로 투자하고 있지만 주요 선진국에 비해 투자비중이 낮음
- ‘17년 기준 전체 생명공학분야 예산(3조 930억원) 중 뇌과학 비중은 4.4%로 주요 선진국(미국 18.9%, 일본 7.0%, 영국 6.0%)에 비해 낮은 실정¹³⁾



[그림 6-13] 주요국가 생명공학 분야 내 뇌연구 비중

출처 : 관계부처합동, 제3차 뇌연구 촉진 기본계획(안), 2018. 04

13) 제3차 뇌연구촉진 기본계획(안)

4. 사업수행 위험요인 및 대응방안

가. 재원조달 가능성

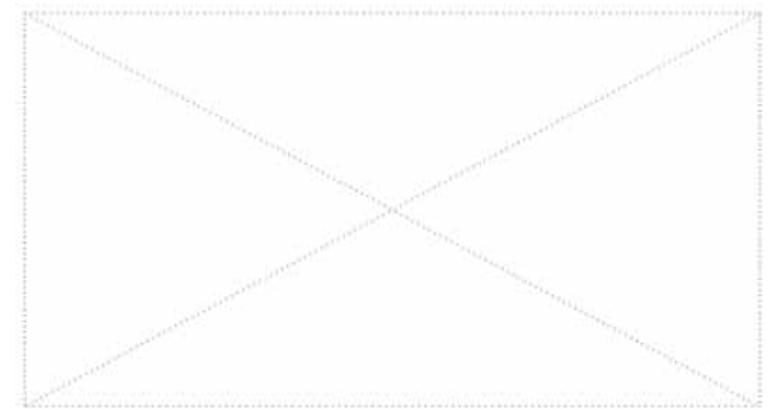
- 본 사업은 2020~2034년까지 15년간 총 사업비 9,182억 원을 조달하여 운영하며, 사업비 전액을 과학기술정보통신부가 정부출연금 형태로 지원

<표 6-20> 재원분담 현황

(단위 : 억원), %		
구분	사업비	비율
합계	9,182	100.0%
국비	9,182	100.0%
민자	-	-

□ 정부R&D 자금 조달 가능성

- 지난 5년간 (2013년~2017년) 과학기술정보통신부 예산은 연평균 6.0% 증가
- 따라서 2017년 정부 뇌연구 투자금액 1,648억원을 기준으로 최근 5년 연평균성장률을 적용하여 2018-2034년 기간 동안의 정부 뇌연구 투자 규모를 예측하였을 때 아래 그림과 같음



[그림 6-14] 우리나라의 뇌연구 투자현황 및 전망(단위 : 10억원)

- 상기 모델에 따르면 본 사업기간(2020-2034년) 동안 총 정부 뇌연구 투자액은 4조 4,273원 규모로 추정되며 이 중 20.7%를 투자한다고 하면 예산 조달이 가능할 것으로 판단됨
- 본 사업 시작연도인 2020년에 필요한 사업비는 218억원이며, 이는 2018년 기준 뇌과학원천기술개발사업 예산이 510억 원임을 감안하였을 때 충분히 조달 가능할 것으로 판단됨

나. 법·제도적 위험요인

□ 위험요인

- 현행 법·제도 및 규정 준수의 의무에 민감할 수 있는 연구 주제를 포함
- 각 주제별 연구내용에는 인간을 대상으로 하는 임상 단계의 연구내용을 포함하고 있는 바, 연구수행 과정에 있어 「생명윤리 및 안전에 관한 법률」과 같은 현행 법·제도에 저촉될 수 있는 여부가 존재
- 환자 생체시료(뇌조직, 유전자 정보, 혈액 시료(혈액, 뇌척수액 등)) 및 정보자료(임상 자료, 진료 기록 및 약물 히스토리, 뇌영상 자료 등)의 수집활동 등은 「시체 해부 및 보존에 관한 법률」, 「생명윤리 및 안전에 관한 법률」과 등과 관련

□ 대응방안

- 현재 「뇌연구촉진법 일부개정법률안(주호영의원 대표발의, '18.3.30)」이 국회 소관 상임위(과학기술정보방송통신위원회)에 회부되어 논의되고 있는바 동법률개정안이 국회에서 통과되는 경우 이러한 문제점 해결이 가능함
- 이른 법률 개정 추진을 위해 사회적 공론화 등의 노력 병행
- 개정 전까지는 관련 법률규정을 준수하여 연구수행을 할 수 있도록 운영위원회의 관리·감독을 철저히 하며 운영
- 운영위원회는 연구수행 시 관련 의무준수 사항과 지침을 마련하고, 연구수행 시 발생할 수 있는 위험요인과 대응방안에 대한 정례교육을 자체 또는 위탁 진행하며 참여연구자의 교육이수를 의무화

- 임상시험, 환자생체시료 수집 등 「생명윤리 및 안전에 관한 법률」에서 정하는 규제대상 연구는 반드시 기관생명윤리위원회(IRB) 또는 공공기관생명윤리 위원회의 심의를 거쳐 수행
- 다만, 심의기간 소요에 따른 연구지연 방지와 연구 효율성을 높이기 위해 연구과제에 대해 신속심사를 진행할 수 있도록 관계부처와 협의 및 관련사항 요청

<표 6-21> 위험요인에 따른 대응방안

위험요인		대응방안	
생명윤리 위배	<ul style="list-style-type: none"> - (뇌조직) 뇌조직의 병원 외부 이동은 「시체 해부 및 보존에 관한 법률」 저촉 - (유전체 정보 등) 환자 생체시료 및 정보자료 수집 및 연구활용과 관련하여서는 「생명윤리 및 안전에 관한 법률」 준수 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 관리·감독 체계 마련 및 법률규정 개선 노력 	<ul style="list-style-type: none"> - (뇌조직) 「뇌연구촉진법 일부개정 개정 추진」 - (유전체 정보) 현행 법령 하에서 민감정보인 유전체 정보 등의 활용이 금지되어 있어 메타정보를 활용하여 연구 - 법률개정 전까지는 규정을 준수하여 연구수행을 할 수 있도록 운영위원회의 관리·감독 철저히

제 4 절 경제적 타당성

1. 경제성 분석 방법

- 논문 경제적 가치를 통한 경제적 파급효과 추정¹⁴⁾
 - 기초과학연구원의 기초연구의 경제적 파급효과 분석에 대한 사전기획 연구(2013)에서 제시된 계량 분석을 토대로 한 산업연관분석 방법론을 적용
 - 기초연구의 경우 대부분 1차적으로 논문 성과가 도출되며, 이 때 연구 성과의 산업 적용가능 분야, 적용 산업 규모 등의 추정이 힘든 경우가 대부분임
 - 즉, 계량적인 경제성 분석을 위해서는 적용 산업 규모 등이 필수지만, 기초연구는 이의 추정이 어려우므로 일반적인 논문의 경제적 가치 추정을 활용함
 - 적용 산업 등이 명확한 경우에는 시장분석을 통해 경제성을 분석하고, 이를 산업연관분석에 적용하여 경제적 파급효과를 분석할 수 있음
 - 기초과학연구원에서는 과학기술정책연구원(STEPI) 모델을 적용하여 국내 R&D의 미래유망신기술(6T)별 SCI 논문 현황(한국과학기술기획평가원, 2003)을 토대로 미래유망신기술(6T)별 SCI 논문의 경제적 가치를 추정
 - 과학기술정책연구원(STEPI)는 국립환경과학원의 연구개발사업 성과의 경제적 가치를 측정 하면서 SCI 논문의 경제적 가치를 편수대비 투자액으로 추정함

<표 6-22> SCI 논문 1건의 경제적 가치 추정 산식

$$\text{SCI 논문 1건의 경제적 가치} = \text{연구개발비} / \text{연구개발로 인해 도출된 SCI논문수}$$

출처 : 기초과학연구원, 기초연구의 경제적 파급효과 분석에 대한 사전기획 연구, 2013

14) 기초과학연구원, 기초연구의 경제적 파급효과 분석에 대한 사전기획 연구, 2013

<표 6-23> 연구분야별 SCI 논문의 경제적 가치

(단위 : 억원)

구분	10억원당 SCI 편수('10년)	SCI 논문 1건의 경제적 가치 (억원, '10년)	10억원당 SCI 편수('11년)	SCI 논문 1건의 경제적 가치 (억원, '11년)	10억원당 SCI 편수('12년)	SCI 논문 1건의 경제적 가치 (억원, '12년)
BT	3.7	2.7	3.7	2.7	4	2.5
NT	6.2	1.6	7	1.4	6.6	1.5
ET	1.3	7.7	1.5	6.7	1.8	5.6
IT	1.3	7.7	1.2	8.3	1.3	7.7
ST	0.5	2	0.5	2	0.6	16.7
CT	0.4	2.5	0.5	2	1.9	5.3
기타	1	1	1.1	9	0.9	1.1

- 상기 모델은 논문 건수를 통해 추정하여 모든 논문을 동일한 가치로 산정한다는 단점이 있어 Impact Factor를 반영, 논문의 질적 수준을 고려하여 논문의 가치를 산정
 - 이에 따라 한국과학기술원에서 매년 발행하는 과학기술논문(SCI) 분석 연구를 통해 도출된 국내 논문의 평균 Impact Factor 값을 적용

<표 6-24> 질적수준을 고려한 SCI 논문의 경제적 가치 추정 산식

$$\text{SCI 논문 1건의 경제적 가치} = \frac{\text{연구개발비}}{\text{연구개발로 인해 도출된 SCI 논문 수}} \times \frac{\text{해당논문의 IF}}{\text{평균 IF}}$$

- 경제적 파급효과는 산업연관 분석을 통해 생산유발효과, 부가가치유발효과, 취업 및 고용유발효과 등을 분석함
 - 산업연관표에서 해당 논문이 영향을 미치는 산업의 범위를 정하고 이를 통해 생산유발계수, 부가가치유발계수, 고용유발계수를 도출한 후, 앞서 추정한 논문의 경제적 가치를 곱하여 추정함
 - 유발효과 분석의 목적은 각 산업에 대한 최종수요가 발생했을 때 이를 충족시키기 위하여 각 산업부문에서 얼마만큼의 생산이 이루어져야 하는가를 추정하고자 하는 것임
 - (생산유발계수: Production Inducement Coefficient) 어떤 산업의 최종수요(소비, 투자, 수출 등)가 1단위 증가하였을 때, 해당산업에서 최종수요를 충족시키기 위해 전산업에 요구되는 생산액의 크기를 의미함
 - * 생산유발효과 = 총수요액(Yd) × 해당산업 생산유발계수(I - (A^d)⁻¹)
 - (부가가치유발계수: Value Added Inducement Coefficients) 최종수요의 변동이 생산 활동을

통해(즉, 생산유발계수 행렬을 통해) 직·간접적으로 유발하는 부가가치 창출액을 의미함

- * 부가가치유발효과 = 총수요액(Yd) × 해당산업 생산유발계수($\widehat{A}^{-1}(I - A^d)^{-1}Y^d$)
- (고용유발계수: Labor Inducement coefficients) 생산의 파급과정에서 직·간접적으로 유발되는 노동량을 계량적으로 표시한 것으로 어느 산업부문의 최종수요 한 단위 생산에 필요한 노동량뿐만 아니라 생산과급 과정에서 간접적으로 필요한 노동량까지 포함하는 것을 의미함
- * 취업/고용유발효과 = (총수요액(Yd)/10억원) × 해당산업 취업/고용유발계수($\widehat{I}^*(1 - A^d)^{-1}$)

【산업연관분석 개념】

- 산업연관표는 국민경제를 분석하기 위한 실증적 도구로서 미국 하버드 대학교 레온티에프 교수(Wassily W. Leontief)에 의하여 창시, 미국정부가 공식적으로 1947년 산업연관표를 최초로 작성한 후 영국(1948년표)과 일본(1951년표) 등을 포함한 많은 국가가 산업연관표를 작성하기 시작함
- 우리나라 산업연관표는 1958년 당시의 부흥부 산업개발위원회가 1957년 및 1958년을 대상으로 작성하면서 시작되었으며, 체계적인 형식과 내용을 갖추게 된 것은 한국은행이 1960년 산업연관표를 작성하면서 부터임
- 산업연관표는 일정기간(보통 1년) 동안 국민경제 내에서의 재화와 서비스의 생산 및 처분과정에서 발생하는 모든 거래를 행렬식으로 기록한 통계표임
- 산업연관표는 재화와 서비스의 거래를 산업 상호간의 중간재 거래부분, 각 산업부문의 노동, 자본 등 본원적 생산요소의 투입부분, 각 산업부문 생산물의 최종소비자에게로의 판매부분의 세 가지로 구분하여 기록
- 산업연관표의 세로방향은 각 산업부문의 투입구조, 가로방향은 배분구조를 나타냄
- 또한 산업부문 상호간의 거래인 중간수요와 중간투입을 기록하는 부분을 내생부분, 최종수요와 부가가치를 기록하는 부분을 외생부분으로 구분함

2. 경제성 분석 결과

□ 뇌과학 분야 논문의 경제적 가치

- 뇌과학원천기술개발의 최근 3년간 투입예산, 논문성과, IF를 통해 뇌과학 분야 논문의 경제적 가치를 추정
- 기초과학연구원에서는 국내 논문의 평균 IF 값을 적용하였으나 본 사업에서는 JCR DB를 활용하여 IF 평균값을 적용
- 이를 통해 도출된 뇌과학 분야의 질적수준을 고려한 SCI 논문 1편 당 경제적 가치는 평균 2.32억으로 도출됨

<표 6-25> 뇌과학 분야 SCI 논문의 경제적 가치

연구개발비(A)	972.8억원	뇌과학원천기술개발사업 논문 1편 당 평균 IF(C)	4.21
연구개발로 인해 도출된 SCI 논문 수(B)	684건	JCR 저널 평균 IF(2017년)(D)	2.57
SCI 논문 1건의 단순 가치(A)/(B)	1.42억원	질적승수(C)/(D)	1.63

↓

질적수준 고려 SCI 논문 1건 경제적 가치 = SCI 논문 1건의 단순 가치 x 질적승수	
2.32억원	

□ 직접효과

- 뇌연구 고도화 사업은 과제수행 기간 5년 중 약 2.5편의 SCI 논문 성과를 창출하는 것을 목표로 하고 있음
- 이를 토대로 사업기간 중 창출될 것으로 예상되는 SCI 논문 수는 1,325건임

<표 6-26> 뇌연구 고도화 사업 SCI 논문 예상 성과

	\`20	\`21	\`22	\`23	\`24	\`25	\`26	\`27	\`28	\`29	\`30	\`31	\`32	\`33	\`34	합계
신규과제 수	70	40	40	40	40	70	50	50	40	40	50	0	0	0	0	530
계속과제 수	0	70	110	150	190	160	190	200	210	210	180	180	130	90	50	2,120
총 과제 수	70	110	150	190	230	230	240	250	250	250	230	180	130	90	50	2,650
종료과제 수	-	-	-	-	70	40	40	40	40	70	50	50	40	40	50	530
과제 당 SCI 논문 성과 목표	2.5															
SCI 논문 성과	-	-	-	-	175	100	100	100	100	175	125	125	100	100	125	1,325

- 종료과제가 나타나는 시점인 2024년부터 2034년 까지 뇌연구 고도화 사업을 통해 창출된 논문을 통한 경제적 가치(기대효과)는 총 2,101억원으로 추정

<표 6-27> 뇌연구 고도화 사업 기대효과

	\`20	\`21	\`22	\`23	\`24	\`25	\`26	\`27	\`28	\`29	\`30	\`31	\`32	\`33	\`34	합계
SCI 논문 성과	-	-	-	-	175	100	100	100	100	175	125	125	100	100	125	1,325
뇌과학 분야 논문 1건 당 경제적 가치(억원)	2.32															
합계(억원)	-	-	-	-	406	232	232	232	232	406	290	290	232	232	290	3,074
할인율(%)	4.5															
현재가치(억원)	-	-	-	-	340	186	178	170	163	273	187	179	137	131	157	2,101

할인율은 예비타당성 조사 시 사용하는 사회적 할인율 4.5%를 적용함

□ 간접효과

- (산연연관 유발계수) 뇌연구 고도화 사업의 경제적 파급효과 분석을 용이하게 하고자, 산업연관표 상 통합 소분류를 기준으로 산업을 재분류함
- 산업연관표상 사업의 산업적 범위는 의약품, 연구개발, 의료 및 보건 등 3개로 판단되며 해당 산업의 유발계수 값 평균치를 활용하여 파급효과를 추정함

<표 6-28> 뇌연구 고도화 사업 연관 유발계수

구분	생산유발계수	부가가치유발계수	고용유발계수
의약품	1.016	0.388	6.194
연구개발	1.001	0.571	11.255
의료 및 보건	1.007	0.533	12.097
평균	1.008	0.497	9.849

- (생산유발효과) 특정 산업의 생산이 한 단위 증가했을 때, 특정 산업을 제외한 타 산업에서 증가하는 생산액을 의미하며, 생산유발계수를 적용하여 산출

<표 6-29> 생산유발효과 산출식

$$\text{생산유발효과} = \sum \frac{(\text{SCI 논문 1건의 경제적 가치} \times \text{생산유발계수})}{(1 + \text{할인율})^t}$$

할인율은 예비타당성 조사 시 사용하는 사회적 할인율 4.5%를 적용함

- (생산유발액) 뇌연구 고도화 사업을 통해 발생할 것으로 예상되는 생산유발효과는 2024년부터 2034년까지 약 2,118억원으로 추산됨

<표 6-30> 뇌연구 고도화 사업을 통한 생산유발효과

	\`20	\`21	\`22	\`23	\`24	\`25	\`26	\`27	\`28	\`29	\`30	\`31	\`32	\`33	\`34	합계
기대효과(억원)	-	-	-	-	340	186	178	170	163	273	187	179	137	131	157	2,101
생산유발계수	1.008															
현재가치(억원)	-	-	-	-	343	188	180	172	164	275	188	180	138	132	158	2,118

- (부가가치유발효과) 부가가치유발효과는 뇌연구 고도화 사업을 통해 산업군 전체 및 뇌관련 산업과 관련된 전후방산업에 미치는 영향으로 산업연관표 상의 부가가치 유발계수를 적용하여 산출

<표 6-31> 부가가치유발효과 산출식

$$\text{부가가치유발효과} = \sum \frac{(\text{SCI 논문 1건의 경제적 가치} \times \text{부가가치유발계수})}{(1 + \text{할인율})^t}$$

할인율은 예비타당성 조사 시 사용하는 사회적 할인율 4.5%를 적용함

- (부가가치 유발액) 뇌연구 고도화 사업을 통해 발생할 것으로 예상되는 부가가치유발효과는 2024년부터 2034년까지 약 1,053억원으로 추산됨

<표 6-32> 뇌연구 고도화 사업을 통한 부가가치유발효과

	\`20	\`21	\`22	\`23	\`24	\`25	\`26	\`27	\`28	\`29	\`30	\`31	\`32	\`33	\`34	합계
기대효과(억원)	-	-	-	-	340	186	178	170	163	273	187	179	137	131	157	2,101
부가가치 유발계수	0.497															
부가가치 유발액(억원)	-	-	-	-	171	93	89	85	82	137	94	90	69	66	78	1,053

□ 고용유발효과

- 산업군 전체 및 동 뇌연구 고도화 사업의 산업분야가 관련된 전후방산업에 직간접적으로 유발되는 노동투입량(고용유발효과)으로, 산업연관표 상의 고용유발계수를 적용하여 산출

<표 6-33> 고용유발효과 산출식

$$\text{고용유발효과} = \sum \frac{(\text{SCI 논문 1건의 경제적 가치}/10\text{억원} \times \text{고용유발계수})}{(1 + \text{할인율})^t}$$

할인율은 예비타당성 조사 시 사용하는 사회적 할인율 4.5%를 적용함

- 뇌연구 고도화 사업을 통해 발생할 것으로 예상되는 고용유발효과는 2024년부터 2034년까지 약 1,037명으로 추산됨

<표 6-34> 뇌연구 고도화 사업을 통한 고용유발효과

	`24	`25	`26	`27	`28	`29	`30	`31	`32	`33	`34	합계
기대효과(10억원)	34.0	18.6	17.8	17.0	16.3	27.3	18.7	17.9	13.7	13.1	15.7	210.1
고용유발계수	9.849											
고용유발인원(명)	168	92	88	84	80	135	92	88	67	65	77	1,037

□ 파급효과 총합

- 뇌연구 고도화 사업 수행을 통해 발생할 경제적 파급효과는 총합은 5,272억원이며 고용유발 효과는 1,037명으로 나타남

<표 6-35> 뇌연구 고도화 사업을 통한 파급효과 총합

기대효과	간접효과		고용유발효과
	생산유발효과	부가가치유발효과	
2,101억원	2,118억원	1,053억원	1,037명

주 의

1. 이 보고서는 한국연구재단에서 위탁받아 수행한 연구보고서입니다.
2. 본 연구보고서에 기재된 내용들은 연구책임자의 개인적 견해이며 한국연구재단의 공식견해가 아님을 알려드립니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.