

발 간 등 록 번 호
11-1721000-000691-01

2021년도 예비타당성조사 보고서
뇌과학 선도융합기술개발사업

2022. 7.

제 출 문

과학기술정보통신부 장관 귀하

본 보고서를 「뇌과학 선도융합기술개발사업」의 예비타당성조사 최종보고서로 제출합니다.

2022. 7.

연구기관명 : 과학기술정책연구원(STEPI)

내부연구진 : 최이중 STEPI 연구위원(PM)
배현근 STEPI 연구원
안수용 STEPI 연구원
고성민 STEPI 연구원
박은빈 STEPI 연구원

외부자문단 : 강효정 중앙대학교 교수
이재란 한국생명공학연구원 책임연구원
최명환 서울대학교 교수
신정섭 바이오디자이너스 전문위원
신광수 가톨릭대학교 교수
신정우 경희대학교 교수
안종욱 국토연구원 연구위원

검토위원 : 신의섭 전북대학교 교수

목 차

요 약	1
제 1 장 사업 개요 및 조사방법	35
제 1 절 사업 개요	35
1. 사업 추진배경 및 목적	37
2. 사업추진 경위	38
3. 사업 내용	39
제 2 절 조사방법	46
1. 과학기술적 타당성 분석	46
2. 정책적 타당성 분석	47
3. 경제적 타당성 분석	47
제 2 장 기초자료 분석	49
제 1 절 뇌과학 개요	49
1. 뇌과학 정의	49
2. 뇌과학 연구 분야	51
제 2 절 뇌과학 정부 투자 및 기술 현황	57
1. 뇌과학 정부 투자 현황	57
2. 뇌과학 기술 현황	59
제 3 절 뇌과학 정책동향	65
1. 국내 정책	65
2. 국외 정책	71

제 3 장 과학기술적 타당성 분석	81
제 1 절 문제/이슈 도출의 적절성	81
1. 문제/이슈 식별 과정의 적절성	81
2. 과학기술기반 문제/이슈 해결의 중요성 및 필요성	86
제 2 절 사업목표의 적절성	89
1. 사업목표와 해결할 문제/이슈와의 연관성	89
2. 사업목표 설정의 적절성	91
3. 사업 성과지표의 적절성	99
4. 수혜자 표적화의 적절성	105
제 3 절 세부활동 및 추진전략의 적절성	107
1. 세부활동과 사업목표와의 연관성	107
2. 세부활동 도출의 적절성	108
3. 추진전략의 적절성	148
제 4 장 정책적 타당성 분석	159
제 1 절 정책의 일관성 및 추진체제	159
1. 상위계획과의 부합성	159
2. 사업 추진체제 및 추진의지	169
제 2 절 사업 추진상의 위험요인	184
1. 재원조달의 가능성	184
2. 법·제도적 위험요인	187
제 5 장 경제적 타당성 분석	189
제 1 절 비용 추정	189
1. 총사업비 개요	189
2. 기획보고서의 비용 검토	192

제 2 절	경제적 효과 추정의 타당성 분석	198
1.	기획보고서 경제적 타당성 분석 검토	198
2.	효과 추정	202
제 3 절	경제성 분석	203
제 6 장	종합분석 및 결론	205
제 1 절	결론 도출을 위한 대안 마련	205
1.	사업계획 원안에 대한 조사 결과	205
2.	주관부처 추가제출자료 및 소명자료 검토	208
3.	대안 도출	220
4.	대안의 경제성 분석	235
제 2 절	AHP를 이용한 종합분석	238
1.	AHP 기법을 활용한 종합분석의 개요	238
2.	종합평가 결과	240
제 3 절	결론 및 정책제언	247
1.	결론	247
2.	정책제언	249
참 고 문 헌	251
부 특	255
1.	종합평가를 위한 AHP 설문지	257
2.	동 사업 종합평가 정책 제언서	267

표 목 차

<표 1-1> 사업 추진 방식별 과제 유형 및 예산 규모(국비).....	39
<표 1-2> 시장선도형 내역사업 연도별 선정과제 수.....	41
<표 1-3> 미래선점형 내역사업 연도별 선정과제 수.....	42
<표 2-1> 「제1차 뇌연구촉진 기본계획」 1단계('98년~'00년)의 중점 연구개발 내용 및 핵심과제..	51
<표 2-2> 「제1차 뇌연구촉진 기본계획」 2단계('01년~'03년)의 중점 연구개발 내용 및 핵심과제..	52
<표 2-3> 「제2차 뇌연구촉진 기본계획」 1단계('07~'11)의 세부 기술분야.....	53
<표 2-4> 「뇌연구고도화사업」(18년, 미시행)의 5대 연구 주제.....	54
<표 2-5> 동 사업의 6가지 기술 분과.....	55
<표 2-6> 뇌 분야 정부 R&D 투자액 및 비중.....	57
<표 2-7> 연도별 주요국 뇌과학 분야 등록 특허.....	61
<표 2-8> 주요국 특허 분석지표별 순위.....	62
<표 2-9> 뇌신경계 진환 원인 규명 및 치료·예방기술 분야 주요국 기술수준 변화... 63	63
<표 2-10> 뇌신경계 진환 원인 규명 및 치료·예방기술 분야 선도국 대비 한국 기술력... 63	63
<표 2-11> 뇌신호 관측 및 조절 기술 분야 주요국 기술수준 변화.....	64
<표 2-12> 뇌신호 관측 및 조절 기술 분야 선도국 대비 한국 기술력.....	64
<표 2-13> 뇌연구의 미래상(2027년).....	69
<표 2-14> 뇌과학원천기술개발사업 사업체계.....	70
<표 2-15> 뇌과학원천기술개발사업의 연혁.....	70
<표 2-16> 정부기관별 주요 동향.....	72
<표 2-17> BRAIN Initiative 2.0 주요내용(2019.10.).....	73
<표 2-18> Human Brain Project의 임무.....	74
<표 2-19> 뇌과학 및 지능기술 탁월혁신센터의 공동참여기관.....	78
<표 2-20> 뇌과학 및 지능기술 탁월 혁신 센터의 5대 연구방향.....	79
<표 3-1> 동 사업의 주요 문제/이슈.....	82
<표 3-2> 문제/이슈 식별을 위해 수행된 조사 및 분석 내용.....	83
<표 3-3> 주관부처가 진단한 뇌과학 분야의 현 수준 및 동 사업의 지원 범위 84	84
<표 3-4> 동 사업 추진의 필요성 요약.....	86
<표 3-5> 동 사업과 유관분야 비예타 국책연구사업 간 차별성(주관부처).....	87
<표 3-6> 동 사업과 유관분야 비예타 국책연구사업 간 시너지 효과(주관부처).....	88
<표 3-7> 주관부처가 제시한 선도융합기술의 객관적 지표를 통한 기술사업화 견인 가능성 검토 결과... 90	90
<표 3-8> 주관부처가 정의한 '기초연구의 끝단', '기술사업화 앞단'의 개념 및 범위... 91	91

<표 3-9> 주관부처가 제시한 '가교 역할'의 정의.....	92
<표 3-10> 기술사업화 견인 가능성 확인이 가능한 지표들의 선정 기준 및 근거	93
<표 3-11> 재현성 검증을 수행하는 주체, 과정, 방법 관련 설명내용(주관부처).....	94
<표 3-12> 선행사업의 평가결과(S등급)를 동 사업의 목표성공률 설정에 활용한 근거..	95
<표 3-13> 뇌과학원천기술개발사업 최종평가 S등급을 받은 과제 의 성과.....	96
<표 3-14> 동 사업의 유형 별 성공확률 설정 근거(주관부처)	97
<표 3-15> 동 사업의 세부 정량지표 설정 기준.....	100
<표 3-16> 특허 및 우수특허 목표치 설정근거.....	101
<표 3-17> 논문 및 우수논문 목표치 설정근거.....	102
<표 3-18> 기술이전 및 우수기술이전 목표치 설정근거.....	102
<표 3-19> 유형 별 논문, 특허, 기술이전 관련 목표치 달성 가능성 검토 내용(주관부처)...	104
<표 3-20> 주관부처가 제시한 수혜자 관련 설명	105
<표 3-21> 동 사업 총괄기획위원회 및 분과위원회 역할.....	109
<표 3-22> 동 사업 총괄기획위원회 및 분과위원회 비율.....	110
<표 3-23> 뇌과학 국내 기업(총 538개) 현황.....	111
<표 3-24> 선도융합기술 테마 44건 도출과정의 전반적인 적절성 검토 내용.....	112
<표 3-25> 동 사업의 기술영역(6대 기술분야) 설정 과정(주관부처).....	113
<표 3-26> 동 사업의 기술영역(6대 기술분야) 설정 근거(주관부처).....	114
<표 3-27> 동 사업의 기술영역(6대 기술분야) 설정 과정의 적절성(연결고리) 검토 내용..	114
<표 3-28> 테마 예시 도출 과정 중 분과 이동에 해당하는 테마.....	115
<표 3-29> 테마 예시 도출 과정 중 테마 내용이 변경된 테마.....	116
<표 3-30> 선도융합기술 테마 예시의 목적 및 기능.....	117
<표 3-31> 6대 융합 뇌과학 분야별 선도융합기술 테마 예시 건수.....	117
<표 3-32> 테마 예시 도출 과정에 참여한 전문가 집단의 구성 비중 추정 과정의 검토 결과..	119
<표 3-33> 동 사업 분과위원회 구성 비율(세부).....	120
<표 3-34> 동 사업 선도융합기술 테마 예시 도출 과정에 참여한 전문가 집단 (분과위+외부)...	120
<표 3-35> 동 사업에 참여한 산업계 전문가 LIST.....	122
<표 3-36> 선도융합기술 테마 예시 中 '사회문제해결형' 내용의 비중 검토.....	123
<표 3-37> '사회문제I해결형'을 활용한 방법 및 논리적 근거(주관부처).....	124
<표 3-38> 동일한 내용이 제시된 기술수요조사서.....	125
<표 3-39> 기술수요조사서 상 복수 기술을 제시한 뇌과학 분야 연구자(일부).....	126
<표 3-40> 기술수요조사서 상 복수 연구주제 분야를 제시한 뇌과학 분야 연구자(일부)...	127
<표 3-41> 중주제(테마) 도출을 위한 평가 항목 및 평가 항목 별 배점 근거(주관부처)..	128
<표 3-42> 기술수요조사서(524건) 상 제시된 복수의 기술을 제안한 연구자 의견의 중주제(68개) 도출 시 활용 방안(주관부처).....	130

<표 3-43> 기술수요조사 내 복수로 제안된 기술/연구주제명	131
<표 3-44> 중주제 그룹핑 과정에서 동일한 기술수요가 존재하는 제안 기술/연구주제명..	133
<표 3-45> 중주제(68) 중 '사회문제해결형'을 제외 후, 하나의 유형(1,2)으로 구성된 테마..	135
<표 3-46> 분과별 중주제(68) 구성 비중.....	136
<표 3-47> 분과위원회 도출 점수 기준.....	136
<표 3-48> 중주제의 평가 및 점수화를 위한 평가 항목 별 산정 방식(주관부처).....	137
<표 3-49> 중주제 별 그룹핑 된 기술수요 집계(주관부처, STEPI).....	137
<표 3-50> 중주제(68) 그룹핑 과정에서 적절성 검토가 어려운 중주제.....	138
<표 3-51> 최종분과점수 산정 과정에서 6.5점을 합산한 근거(주관부처).....	138
<표 3-52> 수요(과학적기회)의 점수화 과정 (주관부처).....	139
<표 3-53> 중주제 별 그룹핑 된 기술수요 집계(주관부처, STEPI).....	139
<표 3-54> 선도융합기술 테마 후보 도출을 위한 단계 별 산정 기준.....	140
<표 3-55> 선도융합기술 테마 도출을 위한 산정 기준 관련 근거(주관부처).....	141
<표 3-56> 선도융합기술 테마 후보 도출을 위한 단계 별 산정 기준.....	141
<표 3-57> '신중' 대상 21개 관련 선정 포함 가능성 검토 내용.....	142
<표 3-58> 테마 선별 7단계에서 그룹핑 된 테마.....	144
<표 3-59> 테마 선별 7단계에서 필요성이 인정되어 그룹핑 된 테마.....	145
<표 3-60> 주관부처가 제시한 유사사업 선정 기준 및 근거.....	147
<표 3-61> 사업 추진 방식별 특징.....	148
<표 3-62> 유형 1, 2 내역사업의 별도 추진 시 문제점(주관부처).....	149
<표 3-63> 주관부처가 제시한 내역사업 별 설계 근거.....	150
<표 3-64> 동 사업의 6대 기술분야 및 4대 투자전략 기반 투자대상 기술영역 간 부합성 검토 내용..	152
<표 3-65> 과제 수행 주체를 선정하는 기준 및 절차 관련 추가 설명(주관부처).....	154
<표 3-66> 미들업 방식이 동 사업에 효과적이라고 판단한 근거 (주관부처).....	156
<표 3-67> 기술사업화 전문가 관련 자격요건 및 활동내용 (주관부처).....	157
<표 3-68> 동 사업에서 수행하는 기술사업화 활동의 효과성 검토 (주관부처).....	158
<표 4-1> 상위계획과의 부합성 조사 결과.....	159
<표 4-2> 상위 계획과의 부합성 평점 결과.....	159
<표 4-3> 동 사업과 제3차 뇌연구촉진기본계획 중점 추진과제 간 부합성 검토 내용..	162
<표 4-4> 동 사업의 6대 기술분야 및 상위계획 내 (중점과제 1) 간 부합성 검토 내용..	163
<표 4-5> 동 사업의 6대 기술분야 및 상위계획 내 (중점과제 2) 간 부합성 검토 내용..	163
<표 4-6> 동 사업의 6대 기술분야 및 상위계획 내 (중점과제 3) 간 부합성 검토 내용..	164
<표 4-7> 동 사업의 6대 기술분야 및 상위계획 내 (중점과제 6) 간 부합성 검토 내용..	164
<표 4-8> 예타 사업의 범위	166
<표 4-9> 뇌과학분야 연구개발사업(유사사업)과 상위계획 간 사업 기간 검토.....	168

<표 4-10> 위원회 구성과 역할.....	169
<표 4-11> 3개 위원회 간 구성과 역할 비교 내용.....	171
<표 4-12> 성과건설팅위원회 세부 운영 계획.....	172
<표 4-13> 동 사업의 이해관계 충돌 관련 방지책.....	173
<표 4-14> 미래뇌융합기술개발사업 개요	175
<표 4-15> 동 사업에서 정의한 '뇌기능 활용'.....	176
<표 4-16> 뇌질환극복연구사업 개요.....	176
<표 4-17> 뇌기능규명·조절연구사업 개요.....	177
<표 4-18> (22) 뇌기능규명·조절연구사업 수행과제 및 동 사업 테마(44) 간 유사도(키워드 수준) 검토.....	178
<표 4-19> 선도융합기술 테마와 뇌과학 분야 내 과제 간 중복성 검토 내용 (주관부처).....	180
<표 4-20> 과기부 주관 타 뇌연구 사업과 동 사업 테마 간 유사성 분석(주관부처).....	181
<표 4-21> 동 사업 연도별 정부출연금 투자 규모.....	184
<표 4-22> 과기정통부 뇌과학 분야 旣추진 사업 예산.....	184
<표 4-23> 정부 뇌 연구 투자액(추정액).....	185
<표 4-24> 기업규모별 국가연구개발사업 매칭 금액(현금+현물).....	186
<표 4-25> 2020년 바이오산업 관련 기업 수 및 연구개발비.....	186
<표 5-1> 시장선도형 내역사업 연도별 선정과제 수 및 지원규모.....	189
<표 5-2> 미래선점형 내역사업 연도별 선정과제 수 및 지원규모.....	190
<표 5-3> 정부지원연구개발비의 지원 기준.....	191
<표 5-4> 뇌과학 선도융합기술개발사업 연차별 투입계획.....	192
<표 5-5> 3개 위원회 운영 비용 추산.....	194
<표 5-6> 기획평가관리비 내 소요 인건비 산출내역.....	195
<표 5-7> 동 사업 관련 위원회별 예상 소요 비용.....	195
<표 5-8> 성과건설팅위원회 운영 소요 비용.....	196
<표 5-9> 소요 인력 산출 근거.....	197
<표 5-10> 주관부처가 제시한 동 사업 효과 구분 근거.....	198
<표 5-11> 비용효과분석 대상 및 방법론.....	199
<표 5-12> 성과지표별 효과 재추정 결과.....	202
<표 5-13> 동 사업의 비용효과 분석 결과.....	204
<표 6-1> 주관부처 문제/이슈 표적화 과정.....	210
<표 6-2> 벤처·중소기업, 중견기업의 과제수 비중.....	213
<표 6-3> 기관부담연구개발비 산출 시나리오	213
<표 6-4> 주관부처가 제시한 총 사업기간 조정을 위한 지표 현황.....	215
<표 6-5> 선도융합기술 테마 관련 적절성 확보를 위한 주관부처 소명내용 검토 (소명된 부분).....	216
<표 6-6> 선도융합기술 테마 관련 적절성 확보를 위한 주관부처 소명내용 검토 (소명되지 않은 부분).....	216

<표 6-7> 테마 도출 7단계에서 여전히 추가 그룹핑 된 테마 (소명되지 않은 부분)··· 216

<표 6-8> 주관부처가 제시한 기술수요조사서 기반 단일 유형으로 구성된 11개 테마 내용 검토·· 217

<표 6-9> 주관부처가 제시한 기술수요조사서 기반 단일 유형으로 구성된 11개 테마 내용 검토(세부)· 217

<표 6-10> 기술수요조사서 기반 원안의 유형 별 과제 단가 및 과제 기간의 적절성 검토 내용(주관부처)· 219

<표 6-11> 선도융합기술 테마(44)에 활용한 기술 유형 현황·········· 221

<표 6-12> 테마와 내역사업 간 정합성 제고를 위한 테마 별 유형 분류 결과········ 221

<표 6-13> 테마와 내역사업 간 정합성 제고를 위한 테마 별 유형 분류(세부)········ 222

<표 6-14> 선도융합기술 테마 중 그룹핑 과정의 확인이 어려운 테마·········· 223

<표 6-15> 테마 도출 과정(7단계)에서 적절성 미흡으로 제외된 테마 ··········· 224

<표 6-16> 네 가지 유형 별 최종 선도융합기술 테마 비중·········· 224

<표 6-17> 선도융합기술 테마 도출 과정의 적절성 확보를 위해 검증된 최종 테마· 225

<표 6-18> 내역사업 별 선도융합기술 테마수 조정 및 테마 유형 구분에 따른 동 사업의 총 과제수 227

<표 6-19> 사업 구조 변화에 따른 동 사업의 총 과제수 비교(원안 vs 대안)········ 227

<표 6-20> 대안의 총 사업기간 조정을 위한 지표 현황·········· 228

<표 6-21> 기술수요조사서 기반 연구비 및 연구기간 평균 비교·········· 229

<표 6-22> 동 사업의 과제 단가 및 지원기간의 적절성 검토를 위해 활용된 기술수요 통계· 229

<표 6-23> 기술수요조사서 기반 내역사업 별 과제 단가 설정 근거 검토·········· 230

<표 6-24> 기술수요조사서 기반 내역사업 별 과제 지원기간 설정 근거 검토········ 231

<표 6-25> 대안 구성에 따른 총사업비 규모 산정을 위한 사업 조정 내용·········· 232

<표 6-26> 동 사업의 연도 별 예산 구조·········· 233

<표 6-27> 동 사업의 총 사업비 예산 도출·········· 234

<표 6-28> 원안 대비 연구진 대안의 정부지원연구개발비·········· 234

<표 6-29> 동 사업 대안의 효과 추정 결과·········· 236

<표 6-30> 동 사업 대안의 비용효과 분석 결과·········· 237

<표 6-31> 동 사업의 AHP 평가항목·········· 242

<표 6-32> 동 사업 예비타당성조사 AHP 평가항목별 가중치·········· 244

<표 6-33> 동 사업 예비타당성조사 AHP 평가결과·········· 246

<표 6-34> 뇌과학 선도융합기술개발사업 예비타당성조사 AHP 평가결과(요약)····· 248

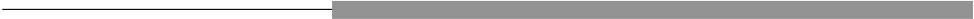
그림 목 차

[그림 1-1] 사업의 비전 및 목표	40
[그림 1-2] 동 사업 추진체계도	43
[그림 1-3] 동 사업의 논리모형	45
[그림 2-1] 뇌과학의 주요 발견	50
[그림 2-2] 「뇌연구촉진 기본계획」 뇌연구 기술 분류 이력	51
[그림 2-3] 「제2차 뇌연구촉진 기본계획」의 뇌연구 기술계통도(Technology Tree)	53
[그림 2-4] 「제3차 뇌연구촉진 기본계획」의 뇌연구 4대분야	54
[그림 2-5] '07년~'20년 뇌연구 분야 정부 R&D 투자 규모	58
[그림 2-6] 연구개발 단계별 뇌연구 분야 R&D 투자 비중	58
[그림 2-7] 뇌과학원천기술개발사업 정부 R&D 투자액	59
[그림 2-8] 한국의 뇌과학 분야 SCI급 논문 점유율	59
[그림 2-9] 한국의 뇌과학 분야 SCI급 논문 연간 증가율	60
[그림 2-10] 전세계 뇌과학 분야 SCI급 고 피인용도 논문 및 한국 점유율	60
[그림 2-11] 주요국 특허 영향력 지수 및 시장력 지수 비교	62
[그림 2-12] 제1차, 제2차, 제3차 기본계획의 주요목표 및 성과	66
[그림 2-13] 제3차 뇌연구촉진기본계획의 비전 및 목표	68
[그림 2-14] 국내외 뇌연구 현황 및 전망	71
[그림 2-15] Human Brain Project 사업 체계	75
[그림 2-16] Brain/MINDS 참여 기관	76
[그림 2-17] 뇌과학 센터(Center for Brain Science) 조직도	77
[그림 2-18] 뇌과학 및 뇌모방 연구 중대 프로젝트 프레임워크	80
[그림 3-1] 선도융합기술 목표 설정 기준	97
[그림 3-2] 사업기획 추진체계	108
[그림 3-3] 과제 유형별 관리 예산 설계(안)	150
[그림 4-1] 뇌연구촉진 기본계획에 따른 뇌과학 분야 유관사업	167
[그림 4-2] 동 사업 추진 체계	169
[그림 5-1] 연도별/유형별 정부지원연구개발비 투자 계획(안)	190
[그림 5-2] '07~'20년 뇌과학원천기술개발사업 연도별 정부 투자액	193
[그림 6-1] 주관부처가 제시한 정부지원연구개발비 사업구조(추가제출자료)	208
[그림 6-2] 주관부처가 제시한 정부지원연구개발비 사업구조(소명자료)	208
[그림 6-3] 주관부처가 제시한 전체 사업비 구조(추가제출자료)	209

[그림 6-4] 주관부처가 제시한 전체 사업비 구조(소명자료)	209
[그림 6-5] 동 사업 전체 사업비 구조(대안).....	233
[그림 6-6] 분석적 계층화법(AHP)을 이용한 평가절차.....	239
[그림 6-7] 동 사업의 예비타당성조사 의사결정 계층구조.....	241
[그림 6-8] '사업 시행' 종합평점과 평가자별 의견 일치도에 따른 결론.....	246

후

후



요 약

제 1 장 사업 개요 및 조사방법

1. 사업 개요

가. 사업추진 배경 및 목적

- 본 사업은 뇌과학 기초연구의 끝단과 기술사업화의 앞단을 연결하는 가교 역할의 사업임
 - (도출 이슈) 우수 뇌과학 역량의 지속적 확대 및 기술사업화 견인 역량으로의 전환이 시급
 - (기초연구의 끝단) 정부투자를 통해 기반이 확립·확장된 뇌과학 기초연구 성과의 완성도를 높여 현장에 적용, 미래성장동력으로 확산시키는 전략이 필요함을 의미함
 - (기술사업화의 앞단) 미진했던 기초연구 성과의 기술사업화를 촉진시키기 위한 초기 연결점을 찾는 새로운 교두보 전략이 필요함을 의미함
- 또한, 선행사업(뇌과학원천기술개발사업)의 성과를 계승·발전 목적의 사업으로 기획됨
 - (선행사업의 성과) 논문, 특허 성과는 질적, 양적인 면에서 크게 증가하여 생산성 측면에서 우수한 성과를 달성하였으며, 뇌과학 인프라 구축 및 활용지원을 통해 뇌연구촉진법 상의 주요 계획을 이행하고, 성과확산 및 인력 양성에 기여함
 - (선행사업의 한계) 기술이전 성과는 전체투자금액 및 사업의 목적을 고려할 경우 미비한 수준임
 - 다만, 선행사업은 전술한 바와 같이, 국내 뇌과학 연구 역량을 비약적으로 강화하고 저변을 확대한 결정적 임무를 수행했으나 '20년 일몰됨
 - 따라서, 동 사업은 선행사업을 통해 성장한 국내 기초, 임상, 공학 연구 역량을 소실시키지 않고 고도화함과 동시에 선행 사업보다 진일보한 목적을 가진 '기술사업화를 견인할 완성도 높은 기술을 도출'하는 K-Brain Project 사업으로 기획됨

나. 사업 개요 및 내용

□ 사업 목표

- 뇌질환 극복 및 뇌기능 활용을 위한 선도융합기술 31건* 이상 확보

* 기술사업화를 견인할 수 있는 완성도 높은 원천기술

○ 성과목표

- (논문) JCR 10%이내 2,331편 포함 SCI급 논문 총 5,544편
- (특허) K-PEG A등급 이상 345건 포함 총 543건의 특허 등록
- (기술이전) 기술이전료 0.5억 원/건(우수기술이전) 이상 44건 포함 총 89건

○ 투자 대상 기술 영역 설정

- '3차 뇌연구 촉진 기본 계획('18)'과 '뇌 연구 개발 투자 전략('21)'을 바탕으로, 뇌질환 극복과 뇌기능 활용을 우선 투자 영역으로 설정
- 본 영역에서 우선 순위 높은 투자 기술 영역(선도융합기술 테마)을 선별
- 기술 수요, 시급성, 구체성, 선도성, 국내 역량, 융합성, 시장성 등의 기준에 근거한 심층 분석 및 종합적 평가를 통해 최종 선도융합기술 테마 44개를 도출

□ 사업비: 8,172억 원 (국비: 8,119억 원, 민간: 53억 원)

□ 사업기간: 2023년~2033년 (총 11년)

□ 2개 내역사업 연도별 과제 구성 및 소요 예산

○ 시장선도형

- 연구목적 : 국내 기술 수준이 높고, 시장이 이미 형성되어 있으나 아직 산업으로 성숙되지 못한 기술에 대한 과감한 투자로 기술사업화를 촉진, 시장에 빠르게 진입 및 선도할 수 있도록 지원함
- 특징 : 선행 우수 성과 활용과 조기 사업화 가능성을 기준으로 선정하며, 경쟁을 통해 '기본과제' 중 일부가 심화연구로 진입하는 형태로 지원함
- 지원기간 : [기본 3년] → [심화 2년]으로 설계
- 지원규모 : [기본] 3년 동안 연 10억 원 지원
[심화] 2년 동안 연 15억 원 지원(기본과제 중 50% 이내 경쟁형 선정)
- 과제 수 : ('23~'28) 신규 기본과제 총 60개 선정, ('26~'31) 신규 심화과제 총 30개 선정

○ 미래선점형

- 연구목적 : 현재 국내 기술 수준이 낮거나 중간 정도이지만 미래 시장 잠재성 및 성장성이 크기 때문에 향후 시장을 창출하고 적극적으로 선점하기 위해 유망 미래원천기술개발에 지원함
- 특징 : 연구계획 수월성과 아이디어의 탁월성, 제안 기술의 원천성을 기준으로 선정하며, 성과 및 기술사업화 가치 조기 도출 여부에 따라 시장 선도형으로 트랙 전환이 가능함
- 지원기간 : [기본과제 5년] 또는 [기본과제 3년] → [트랙전환과제 3년]으로 설계
- 지원규모 : [기본] 5년 동안 연 6억 원 지원
[기본 + 트랙전환] 기본과제 3년 동안 연 6억 원 지원,
트랙전환과제 3년 동안 연 10억 원 지원(기본과제 중 20% 이내 경쟁형 선정)
- 과제 수 : ('23~'28) 신규 기본과제 총 170개 선정, ('26~'31) 신규 심화과제 총 34개 선정

□ 동 사업 추진 체계

○ 과학기술정보통신부

- 뇌과학 선도융합기술개발사업(K-Brain Project)의 추진 주체로서 전반적인 관리 총괄

○ 한국연구재단

- 사업의 시행 계획 수립 및 공고, 과제 접수, 평가, 진도 관리, 성과 관리 등

○ K-Brain Project 자문위원회

- 선도융합기술 테마 기획, 테마 별 연구과제 상세 기획, 선정, 평가, 성과관리 등을 포함하는 사업 운영 전반에 걸친 자문 수행

○ 사업기획위원회

- 과제제안요구서(RFP) 도출, 국·내외 기술 동향 및 산업동향, 시장성, 과제지원 필요성 등에 대한 기획보고서 작성, 개발대상기술 도출

○ 성과컨설팅위원회

- 수행 과제의 질적 연구 수준 제고, 기술사업화 가치가 증진된 기술 창출, 지식 재산권 포트폴리오 구축, 후행 연구 연계, 기술 이전 또는 창업 등의 지원을 위한 컨설팅 실시

2. 조사방법

가. 과학기술적 타당성 분석

- 문제/이슈 도출의 적절성, 사업목표의 적절성, 세부활동 및 추진전략의 적절성 3가지 평가항목을 조사하여 주관부처에서 제출한 기획보고서 내용을 기반으로 과학기술적 측면에서의 타당성 분석을 수행함
- 문제/이슈 도출의 적절성
 - 사전 기획활동을 통해 적절한 문제/이슈를 식별 또는 발굴하였는지, 동 사업을 통해 해결이 가능한지 여부를 검토함
 - 우수 뇌연구 성과의 기술사업화 필요성과 기술사업화 성공 가능성을 높이기 위한 선도융합기술의 구체성에 대한 적절성을 검토함
 - 정부지원의 당위성, 신규 사업 추진을 통한 문제 해결의 용이성, 대형 R&D사업의 시급성 등 핵심 이슈의 사업기획 반영 관련 적절성을 검토함
- 사업목표의 적절성
 - 사업목표와 문제/이슈와의 연관관계, 사업목표를 달성하면 도출된 이슈와 문제가 어떻게, 얼마나 해결될 수 있는지를 분석함
 - 선도융합기술의 개념 및 판단기준의 구체성, 정량적 목표치의 타당성 등에 대해서 검토함
 - 사업목표를 측정하기 위한 성과지표가 적절하게 제시되었는지, 적절하게 제시되었다면 성과지표 설정 근거, 달성 가능성 등을 검토함
- 세부활동 및 추진전략의 적절성
 - 세부활동이 사업목표와 논리적으로 연계되는지, 적절한 수준의 세부활동을 도출하여 제시하였는지(세부활동 수요조사, 기획위원회 전문가 구성, 과제규모 및 기간, 수요의 산출 근거 및 논리 등) 검토함
 - 기술역량 및 시장성에 따라 설계된 두 가지 내역사업의 구체성 및 내역사업 별 참여주체, 과제 수, 지원규모 등 세부활동의 적절성을 검토함
 - 선도융합기술 개발을 위한 44개 테마의 타당성 및 도출 과정의 적절성을 검토함

나. 정책적 타당성 분석

- 정책의 일관성 및 추진체제, 사업 추진상의 위험요인 2가지 평가항목을 조사하여 주관부처에서 제출한 기획보고서 내용을 기반으로 정책적 측면에서의 타당성 분석을 수행함
- 정책의 일관성 및 추진체제
 - 동 사업의 상위 계획과 관련된 법정계획과의 부합성을 검토하고, 별도 사업으로의 추진 적절성 및 유사사업과 비교한 동 사업의 차별성을 조사함
 - 동 사업 추진체제 내 주체들 간의 연계 및 협력방안의 적절성을 검토함
 - 사업내용, 지원내용, 지원규모, 지원대상 등을 중심으로 동 사업과 유사 사업과의 차별성을 검토함
- 사업 추진상의 위험요인
 - 재원확보 측면에서 정부 재원조달 방안과 재원분담 방식이 적절히 제시되었는지 검토함
 - 뇌연구 관련 법·제도적 위험요인을 분석함

다. 경제적 타당성 분석

- 주관부처가 추정한 총사업비 및 비용효과분석 결과를 조사하여 동 사업 기획보고서 내용을 기반으로 경제적 측면에서의 타당성 분석을 수행함
 - 주관부처가 제시한 총사업비 산정 근거를 검토하고 동 사업의 세부비용이 적정 범위에 있는지를 조사함
 - 주관부처가 제시한 효과 추정 방법에 대해 적절성을 검토한 후, 예비타당성조사에서 적용하고자 하는 효과 추정 방향을 제시함
 - 총비용과 효과를 바탕으로 비용효과 분석을 수행하고, 이에 대한 비율을 도출하여 동 사업의 경제성 확보 여부를 분석함

제 2 장 과학기술적 타당성 분석

1. 문제/이슈 도출의 적절성

가. 문제/이슈 식별 과정의 적절성

- 기획보고서 상 주관부처가 제시한 동 사업의 문제/이슈는 '다수'로 제시됨에 따라 동 사업을 통해 해결해야 할 문제/이슈는 불명확함
 - 기획보고서 상 제시된 문제/이슈는 '다수'로 제시됨에 따라, 동 사업을 통해 해결하고자 하는 문제/이슈는 무엇인지 판단하는데 한계가 존재함
 - 최초 기획 시 제시한 문제/이슈는 다수로 필요성과 추진배경 등의 개념이 혼재되어 있어 명확한 문제/이슈가 무엇인지 확인이 어려움
- 추가제출자료의 경우, 문제/이슈는 크게 2개로 구분 가능하나, 사업의 논리 및 설계의 측면에서 일관성은 명확하지 못한 것으로 판단됨
 - 주관부처가 추가제출자료를 통해 식별한 문제/이슈를 기반으로 동 사업(내역사업, 사업목표 등)이 일관성 있게 설계되었다고 보기는 어려움
 - 추가제출자료의 문제/이슈는 크게 '뇌과학 연구의 공백'과 '기술사업화 미흡'으로 구분이 가능하고 이를 기반으로 동 사업의 전반적인 내용이 설계되었으나 사업 논리의 일관성 차원에서의 설득력은 낮음
 - (내역사업) 문제/이슈를 기반으로 동 사업의 주요 활동은 2개 내역사업으로 설계 하였으나, 각각의 중요성이나 우선순위에 대한 내용은 제시되지 못하여 동 사업의 핵심 취지 및 가치는 모호함
 - (사업목표) 동 사업의 목표 '선도융합기술 31건'은 문제/이슈 중 '기술사업화 미흡'과 연동됨에 따라, 해당 목표가 2개 문제/이슈와 모두 연계되었다고 보기 어려움
- 소명자료 기준, 주관부처는 '기술사업화 미흡'이라는 '하나'의 문제/이슈로 표적화 함으로써 최종적으로 식별된 문제/이슈는 기획보고서 대비 구체화 된 것으로 판단됨
 - 소명자료의 경우, '다수'의 문제/이슈를 '하나'의 문제/이슈로 표적화 함으로써,

문제/이슈를 구체화함

- 기획보고서 및 추가제출자료를 통해 제시된 '다수'의 불분명한 문제/이슈를 '하나'의 문제/이슈로 표적화 함에 따라, 문제/이슈는 원안 대비 명확화 된 것으로 판단됨
- 또한, 표적화 된 '하나'의 문제/이슈와 동 사업의 내역사업, 사업목표 간의 연계성 및 일관성은 설득력이 있다고 판단됨
- 주관부처 소명자료 기준, 동 사업의 내역사업은 '다수'가 아닌 '하나'의 문제/이슈 해결을 위한 서로 유기적이고 보완적인 작동의 취지로 마련되었다는 점에서 연계성 및 일관성은 확보된 것으로 판단됨
- 문제/이슈의 표적화, 2개 내역사업 모두 하나의 문제/이슈 및 사업목표를 해결하기 위해 작동 및 존재한다는 점에 따라 '문제/이슈 - 사업목표 - 추진전략(2개 내역사업)' 간 전반적인 일관성은 확보된 것으로 확인됨

나. 과학기술기반 문제/이슈 해결의 중요성 및 필요성

- 주관부처가 제시한 사업 추진의 필요성은 뇌과학 분야에 특화되어 있지 않아, 문제/이슈 해결의 중요성을 부각시키지 못한 것으로 판단됨
- 동 사업의 추진 필요성은 다수의 산업에서 확인 가능한 현상을 정리한 내용으로, 뇌과학 분야만의 문제로 보기에 한계가 존재함
 - 주관부처는 최근 국내 뇌과학 관련 산업·시장에서 다수의 기업들이 IPO를 통해 막대한 투자를 받고 있으며, 뇌과학 관련 스타트업 및 벤처기업의 수, 뇌산업 관련 창업도 과거 대비 증가하고 있음을 제시함
 - 하지만, 뇌관련 기업, IPO를 통한 투자 금액이 최근 증가하고 있는 상황은 정부 주도의 추가 지원이 이루어져야할 필요성 및 당위성으로 충분하지 않음
- 신규 대형 R&D 사업으로 동 사업의 문제/이슈를 해결해야 할 당위성을 충분히 설명하지 못함
- 주관부처가 제시한 유관분야 사업 간 차별성 및 시너지 효과만으로, 신규 대형 R&D 사업 추진의 당위성이 확보되었다고 보기에 한계가 존재함
 - 주관부처가 중장기 대형 연구개발사업 추진의 필요성으로 제시한 동 사업과 유관분야 사업 간 차별성만으로는 신규 대형 R&D사업 추진의 당위성이 확보되었다고 보기 어려움

- 또한 시너지 효과는 부수적인 효과일 뿐, 별도 신규 사업 추진의 당위성으로는 설득력이 낮음

2. 사업목표의 적절성

가. 사업목표와 해결할 문제/이슈와의 연관성

- 기획보고서 기준, 선도융합기술의 정의를 고려할 때, 주관부처가 제시한 사업목표는 동 사업의 일부 문제/이슈와의 연관성이 낮은 것으로 판단됨
 - 기획보고서 상 동 사업을 통해 해결해야할 문제/이슈 중 하나인 “선행사업의 일몰로 인한 뇌과학 분야 국가 플래그쉽 사업의 소멸”은 사업목표 달성 여부와 관련성이 낮은 것으로 판단됨
 - 동 사업의 목표인 선도융합기술이 확보된다고 해서 국가 플래그쉽 사업의 소멸 문제를 해결할 수 있을 것이라고 판단하기 어려움
 - 또한, 해당 문제/이슈는 사업목표 달성 여부와는 무관하게 신규 국가연구개발사업 추진을 통해 해소할 수 있는 문제/이슈로 판단됨
- 소명자료의 경우, ‘하나’의 문제/이슈로 표적화 함에 따라 식별된 문제/이슈와 동 사업의 목표 간 연관성은 확보된 것으로 판단됨
 - 소명자료를 통해 표적화 된 ‘기술사업화 미흡’ 문제/이슈는 동 사업 목표와 연관성이 존재함
 - 동 사업의 목표인 선도융합기술의 정의는 ‘기술사업화 견인이 가능한 완성도 높은 기술’이라는 점에서 소명자료를 통해 표적화 된 ‘기술 사업화 미흡’ 문제/이슈와 연관성이 있는 것으로 확인됨

나. 사업목표 설정의 적절성

- 동 사업의 목표는 관련 용어 및 개념의 구체성이 부족하여 동 사업의 효과를 적절하게 측정하기 어려움이 있다고 판단됨
 - 사업목표를 구성하는 용어의 객관성이 부족하여 동 사업을 통해 달성하고자 하는 목표가 무엇인지 판단하기 어려움
 - 기획보고서 상 제시된 사업목표의 ‘기초연구의 끝단’ 및 ‘기술사업화의 앞단’에 대한

- 정의가 명확하게 제시되어 있지 않음에 따라 동 사업을 통해 달성하고자 하는 사업목표의 구체성이 결여됨
- 따라서 동 사업을 통해 어떤 단계(수준)에 있는 기술을 지원하고자 하는지 구체적으로 확인하기 어려운 것으로 판단됨
- 사업 목표치(선도융합기술 31건 이상) 설정 근거의 적절성이 부족하며, 목표치 달성 가능성에 대한 검토가 미흡함
- 사업목표로 제시된 '선도융합기술'을 구성하는 객관적 지표 설정 근거가 미흡하며, 일부 지표는 측정 가능성이 부족한 것으로 판단됨
 - 기획보고서 상 선도융합기술 여부를 확인할 수 있는 객관적 지표로 논문, 특허, 재현성 검증을 제시한 이유는 구체적으로 제시하지 않음
 - 또한 주관부처가 추가제출자료를 통해 제시한 객관적 지표 설정 근거는 검토 결과, 사후적인 차원에서 각 항목별 실적을 검토한 자료로 판단되어 지표 선정 근거로서의 적절성은 부족한 것으로 판단됨
 - 선행사업의 성과를 기반으로 성공확률(20%, 15%, 10%)을 산정하여 목표치를 설정 하였으나, 목표치 설정 근거의 적절성은 부족함
 - 주관부처는 선행사업의 과제 성공률*을 각 유형별 설계 의도와 지원규모에 맞게 차등 적용하여 목표치를 산정하였으나, 선행사업의 성과를 바탕으로 동 사업의 성공률을 산정한 이유에 대해서는 구체적으로 제시되지 않음
 - * 선행사업의 최종평가 결과 S등급(12%)을 받은 과제의 비중
 - 선행사업의 성과를 바탕으로 설정한 목표성공률(12%)의 적절성이 부족한 것으로 판단됨
 - 기획보고서 상 선행사업의 평가 등급 체계가 제시되지 않음에 따라, 어떤 자료를 바탕으로 S등급 과제 수 비중을 계산하였는지 구체적으로 확인 하기는 어려움
 - 또한 추가제출자료를 통해 확인된 선행사업의 과제별 성과(논문, 특허 등록, 기술 실시계약) 및 최종평가 결과를 확인해보면, 최종평가 대상 과제수 (39개) 대비 S등급인 과제 수(5개) 비중은 12.8%로 확인됨
 - 성공 과제수 산출 과정에서 적용한 유형별 성공 확률(20%, 15%, 10%)을 산정한 근거의 적절성이 부족함
 - 기획보고서 및 추가제출자료를 통해 유형별 성공 확률은 각 유형별 설계 의도와 지원 규모에 맞게 차등 적용하였다고 제시하였으나, 성공 확률을 산정한 근거는

구체성이 부족하여 적절한 근거라고 보기는 어려움

- 또한, 시장선도형 과제의 성공 과제수 산출 과정에서 '시장선도형(기본)' 과제와 '시장선도형(심화)' 과제의 성공률을 동일하게 적용하여 60개(기본 과제수) 과제를 대상으로 성공 과제수를 산출함

다. 사업 성과지표의 적절성

- 성과지표는 사업목표와의 연관성이 부족하여, 성과지표가 사업목표 달성 정도를 효과적으로 측정할 수 있을 것으로 보기 어려움
- 성과지표 중 '논문', '특허'는 객관적인 측정이 가능하나, 사업목표의 달성 정도를 측정할 수 있는 지표라고 보기는 어려움
 - 동 사업의 성과지표* 중 '논문', '특허'의 측정 기준을 각각 JCR, K-PEG로 제시하여 객관적인 방식으로 측정할 수 있을 것이라 판단됨
 - * ① 논문 JCR 상위 5%, ② 특허 K-PEG A2 등급 이상, ③ 재현성 검증은 객관적 방식의 검증을 의미함
 - 그러나, 논문이나 특허가 많이 발생한 기술이라고 해서 기술사업화 건인이 가능하다고 보기는 어렵기 때문에 논문과 특허는 사업목표의 달성정도를 확인하는 직접적인 성과지표로 보기에는 한계가 존재함
- 반면, '재현성 검증'의 경우 객관적인 측정이 어려우며, 재현성이 검증된다고 하더라도 사업목표 달성 정도를 확인하기는 어려움
 - 재현성 검증의 경우 CRO, 인증시험기관 등 객관적 인증기관을 통해 재현성 검증을 수행하는 것으로 제시되었으나, 재현성 검증 여부를 확인할 수 있는 기준이 명확하게 제시되어 있지 않음
 - 또한, 재현성이 검증된다고 해서 기술사업화를 건인할 수 있는 기술이라고 판단하기는 어려움에 따라 사업목표의 달성 정도를 확인하는 지표로서의 적절성은 부족함
- 세부 정량지표의 설정 근거 제시가 미흡하며, 목표치 설정의 적절성이 부족함
 - 세부 정량지표별 목표치 달성가능성에 대한 검토가 미흡하여, 달성 가능성을 확인하기 어려움
 - 기획보고서 상 각 성과지표의 달성가능성에 대해서는 구체적으로 제시되지 않아 확인이 어려움

- 주관부처는 추가제출자료를 통해 세부 성과지표 목표치 달성 가능성에 대한 검토 내용을 제시하였으나, 선행사업의 성과를 통해 달성가능성을 설명하고 있어 동 사업에서도 동일한 수준을 달성할 수 있을 것이라고 보기는 어려움

라. 수혜자 표적화의 적절성

- 동 사업 결과물의 활용과 확산을 통해 직접적인 경제적 혜택을 받을 것으로 예상되는 주체(수혜자)가 구체적으로 표적화 되었다고 보기 어려움
- 논리모형 상 제시된 동 사업의 1, 2차 수혜자는 지원대상 및 지원방식을 고려하여 표적화 하지는 않은 것으로 판단됨
 - 기획보고서 상 논리모형 외 보고서 전반에 걸쳐 수혜자 관련 내용은 포함 되어있지 않음에 따라 수혜자를 설정한 근거나 논리는 확인이 불가함
 - 주관부처는 추가제출자료를 통해 동 사업으로부터 창출될 성과가 산업계에 기여하고자 하는 점을 고려하여 '뇌연구 R&D 기반 산업계'를 수혜자로 설정하였다고 제시함
 - 그러나 기획보고서 기준, 동 사업은 학·연·병·산 융합형 사업으로 제시되었으며, 이종 융합 또는 다학제 융합연구 컨소시엄 구성이 필수적 이라고 제시함
 - 학·연·병·산으로 구성된 컨소시엄을 지원한다는 점을 고려하면 산업계 뿐 만 아니라 학교, 연구소, 병원 등도 동 사업에 참여할 수 있으나, 수혜자는 산업계로 한정됨
 - 특히 산업계의 참여 측면에서 동 사업은 '시장선도형-심화' 과제에서만 중소기업이 20%의 참여율로 과제에 참여하나, 이는 동 사업의 총 사업비(8,172억 원) 대비 민간 부담금(53억 원)은 0.6% 수준으로 비중이 매우 작다는 점을 고려하면, 각 유형 및 단계별 수혜자에 대한 충분한 검토가 수행되었다고 보기 어려움

3. 세부활동 및 추진전략의 적절성

가. 세부활동과 사업목표와의 논리적 연계성

- 기획보고서 상 동 사업에서 2개의 내역사업으로 구분하여 선도융합기술을 개발하는 이유 및 근거 제시가 미흡함
- 내역사업을 2개의 유형으로 구분하여 동 사업을 수행하는 것이 동 사업목표 달성에 효과적이지에 대한 설명은 충분히 제시되지 않음
 - 두 개 내역사업 중 미래선점형 과제의 경우 동 사업의 목표인 '기술 사업화 건인

가능한 선도융합기술 개발과의 연계성이 시장선도형 과제에 비해 상대적으로 낮은 것으로 판단됨

- 소명자료 기준, 트랙전환 과제의 취지 재정립으로 동 사업목표 및 세부활동 간 연계성은 일부 강화된 것으로 판단됨
- 소명자료를 통한 트랙전환 과제의 취지 재정립으로 세부 활동과 사업목표 간 효과성은 일부 개선된 것으로 판단됨
 - 트랙전환 과제의 취지 재정립에 의해 기존 미래선점형 기본과제의 목적은 시장 선도형 기본과제와 동일한 특성 및 목표를 가짐에 따라, 미래선점형 내역사업과 사업목표 간 연계성은 일부 강화됨

나. 세부활동 도출의 적절성

- 기획보고서 상 선도융합기술 테마 도출 과정에서 단계 별 주요 쟁점은 크게 4개로 확인됨
- 기획보고서 기준 테마 도출 과정의 적절성 검토 결과, 단계 별 쟁점이 다소 존재하나, 주요 쟁점은 크게 4개로 확인됨
 - ① 선도융합기술 테마를 구성하는 기술수요조사 중, 동 사업과의 연관성 확인이 어려운 '사회문제해결형' 유형의 기술이 존재함
 - ② 선도융합기술 테마 중 일부 테마는 하나의 유형(내역사업1, 2)으로 구성된 테마임에 따라, 해당 테마를 통해 2개 내역사업 모두를 지원 하는 것은 타당성이 낮음
 - ③ 기술수요조사서 기반의 44개 선도융합기술 테마 중, 기술수요조사서 내용 추적 및 그룹핑 과정 확인이 어려운 테마가 존재함에 따라, 테마 도출 과정에서의 적절성 확인에 한계가 존재함
 - ④ 선도융합기술 테마 도출 7단계에서 추가로 그룹핑 된 테마, 탈락 대상 임에도 해당 단계에서 필요성이 인정되어 선별된 테마는 적절성이 낮음
- 소명자료 기준, 기존 주요 쟁점을 모두 해소되었다고 보기 어려움에 따라 적절성은 여전히 '미흡'한 것으로 판단됨
- 소명자료를 통해 기존의 주요 쟁점을 해소하려하였으나, 일부 내용은 소명되었음에도 불구하고, 여전히 쟁점은 존재함에 따라 테마 도출 과정의 적절성은 충분히 확보 되었다고 보기 어려움

- ① 동 사업과의 연관성이 낮은 '사회문제해결형' 유형에 해당하는 기술은 동 사업에서 제외함에 따라 해당 과정은 적절함
- ② 단일 유형으로 구성된 테마의 경우, 유형 별 특성에 적합한 내역 사업을 기준으로 테마를 구분하였으나, 구분 과정에 결함이 존재함에 따라 해당 과정의 쟁점은 해소되지 못함
- ③ 선도융합기술 테마 및 기술수요조사서 간 부합성 검토 과정에서 적절성 검토에 한계가 존재하는 테마는 동 사업에서 제외함에 따라 해당 과정의 적절성은 확보됨
- ④ 테마 도출 7단계 전, 탈락 대상임에도 필요성이 인정되어 해당 단계에서 재선별된 테마의 경우 동 사업에서 제외함에 따라 해당 과정은 적절하다고 판단됨
- 다만, 소명자료 기준, 테마 도출 7단계에서 추가로 그룹핑 된 테마는 여전히 해당 자료에 포함되어 있음에 따라 적절하다고 보기 어려움
- 종합적으로, 소명자료를 통해 기존의 일부 쟁점은 해소되었음에도 불구하고, 모든 쟁점이 해소되었다고 보기는 어려움

다. 추진전략의 적절성

- 소명자료 기준, 2개 내역사업 동시 추진의 당위성은 기획보고서 대비 구체화됨에 따라, 해당 근거의 당위성은 일부 확보된 것으로 판단됨
- 소명자료를 통해 2개 내역사업 동시 추진의 당위성은 구체화되었으며, 단일 목적을 위한 사업 체계로서의 상호보완성 및 효율성이 확인됨에 따라 2개 내역사업 동시 추진의 당위성은 일부 확보된 것으로 판단됨
- 문제/이슈의 표적화로 인하여, 2개 내역사업은 단일 목적을 위한 주요 활동으로서의 내역사업 간 상호보완성 및 효율성은 보완됨에 따라, 2개 내역사업 동시 추진의 당위성은 일부 확보된 것으로 확인됨
- 기획보고서 기준, 동 사업을 2개 내역사업으로 각기 다르게 추진하는 전제하에, 각 내역사업 별 설계내용의 구체적인 근거는 제시되지 않아 적절성 확인이 어려움
- 기획보고서 기준, 내역사업 별 연구개발 특성을 고려한다면, 각 내역사업 별 과제 설계(과제 지원기간, 지원규모 등) 근거는 구체적으로 제시되지 않아 적절성, 논리성 확보 판단이 어려움
- 내역사업 1, 2 간 TRL의 중복 범위는 매우 넓은 반면, 내역사업 별 차별성 및 TRL 범위 산정 근거는 제시되지 못함

- 또한, 내역사업 별 차별성 및 TRL 범위 산정 근거와 연동하여 과제를 설계(과제 지원기간, 지원규모 등)한 근거는 구체적으로 제시되지 않아 적절성, 논리성은 확보되었는지 확인하기 어려움
- 소명자료 기준, 각 내역사업 별 설계 내용 관련 산정 근거의 적절성 확보를 위한 검토를 수행하였으나, 여전히 해당 근거의 적절성이 충분히 확보되었다고 보기는 어려움
- 기획보고서의 각 내역사업 별 과제 지원기간, 규모 관련 산정 근거의 적절성은 소명자료를 통해 검토되었으나, 여전히 검토 과정을 거쳐 원안의 적절성이 확보되었다고 판단하기에는 한계가 존재함
 - 기술수요조사서 기반, 원안의 내역사업 별 과제 단가 및 지원 기간의 적절성을 검토하였으나, 검토 과정에서 활용한 자료는 제출되지 않아 적절성 확인이 어려움
 - 또한, 기술수요조사서의 내역사업 별 과제 단가의 분포는 편차가 크다는 점에 따라, 주관부처가 활용한 단순 평균값은 원안의 설계 근거를 뒷받침하기에 충분하지 않음
- 기획보고서 상 심화 및 트랙전환 과제의 취지 및 개념, 각 과제 선정 기준 및 절차 관련 근거 및 내용은 구체적으로 제시되지 못함
- 기획보고서 기준, 심화 및 트랙전환 과제의 취지 및 개념, 선정 기준 및 절차 관련 내용의 구체성은 미흡함
 - 기획보고서를 통한 심화 및 트랙전환 과제 지원의 취지에 따른 과제 선정 기준 및 절차는 불명확하며, 구체성은 부족하여 적절성은 확보 되었다고 보기 어려움
- 소명자료 상 트랙전환 과제의 취지 및 심화과제 폐지 사유 등이 제시됨에 따라 과제 형태의 구체성 및 논리성은 일부 확보되었으나, 여전히 기관부담연구개발비 산정 관련 근거의 구체성은 부족함
- 소명자료 기준, 트랙전환 과제의 취지 및 심화과제 폐지 사유 등이 제시됨에 따라, 과제 형태의 구체성 및 논리성은 일부 확보되었으나, 기관부담연구개발비 관련 근거는 충분히 제시되지 않아 적절성 확인이 어려움
 - 기획보고서의 심화과제(2년) 지원을 폐지함으로써, 심화과제 지원의 취지(필요성에 의한 보충지원)와 심화과제를 선정하는 기준 및 절차 (인센티브) 간 발생하는 논리적 모순은 해결됨
 - 또한, 심화과제 폐지로 인해 기획보고서 상 충분히 설명되지 못했던 트랙전환과제 및

심화과제 간 설계 구조에서의 효율성(단기적 집중 지원 vs 장기적 안정지원)
측면에서의 쟁점은 해소됨에 따라 설계 구조의 논리성은 보완됨

- 다만, 심화과제 폐지에 따른 기관부담연구개발비를 상향 조정하였으나, 여전히 해당 비용 산정 과정은 구체성이 부족하며 재원 조달 관련 불확실성이 존재함에 따라 기관부담연구개발비 관련 적절성은 미흡함

제 3 장 정책적 타당성 분석

1. 정책의 일관성 및 추진체제

가. 상위계획과의 부합성

- 필수계획 및 선택군 계획과의 부합성을 검토한 결과, 동 사업의 상위계획과의 부합성은 '대체로 적절'로 판단됨
- 필수계획은 부합도 '높음', 선택군 계획은 부합도 '보통'으로, 상위계획과의 부합성 평점 결과는 '대체로 적절'임
 - 동 사업은 필수 계획인 「제4차 과학기술기본계획」과 연관되어 부합도가 '높음'으로 판단됨
 - 동 사업은 선택군 계획인 「제3차 뇌연구촉진기본계획」, 「제3차 생명공학육성기본계획」, 「문재인 정부 국정운영 5개년 계획」, 「국가 R&D 혁신방안 실행계획」, 「대한민국 과학기술 미래전략 2045」와 연관되어 부합도는 '보통'인 것으로 판단됨

<표 1> 상위계획과의 부합성 조사 결과

구분	계획명	부합도 높음		
		낮음	보통	높음
필수 계획	「제4차 과학기술기본계획 (2018.2)」			V
선택군 계획	「제3차 뇌연구촉진기본계획 (2018.5)」		V	
	「제3차 생명공학육성기본계획 (2017.9)」		V	
	「문재인 정부 국정운영 5개년 계획 (2017.7)」		V	
	「국가 R&D 혁신방안 실행계획」 (2018.11)		V	
	「대한민국 과학기술 미래전략 2045」 (2020.10)		V	

<표 2> 상위 계획과의 부합성 평점 결과

필수계획 선택군 계획	부합도 낮음	부합도 보통	부합도 높음
부합도 높음	보통	대체로 적절	적절
부합도 보통	대체로 부적절	보통	대체로 적절
부합도 낮음	부적절	대체로 부적절	보통

- 기획보고서 기준, 사업기간('23~'33)은 「제3차 뇌연구촉진기본계획 ('18~'27)」의 기간과 일부 일치하지 않아, 동 사업과 향후 상위계획 간 부합성 문제가 발생할 가능성이 존재함
 - 기획보고서를 통해 제시된 동 사업의 사업기간은 「제3차 뇌연구촉진기본계획」과 기간 상 차이('28~'33)로 인해 해당 상위계획 기간 이후 부합도 차원에서 문제가 발생할 가능성이 존재함
- 다만, 소명자료를 통해 뇌과학분야 법정계획인 「제3차 뇌연구촉진기본계획」 종료 시점을 고려하여 동 사업의 과제 선정기간 및 총 사업기간을 조정함에 따라, 상위계획과 동 사업간 불확실성 문제는 기획보고서 대비 개선된 것으로 판단됨
 - 추가제출자료 및 소명자료를 통해 신규과제 선정기간 및 총 사업기간을 조정하여 불확실성 문제가 개선된 것으로 판단됨
 - 불확실성이 높은 뇌과학 분야의 특성 상, 동 사업과 상위계획 간 일치하지 않는 사업기간에 대해서 부합성 차원에서 문제가 발생할 가능성이 존재함
 - 이에 주관부처는 추가제출자료 및 소명자료를 통해 동 사업의 신규과제 선정기간 및 총 사업기간을 조정하는 것으로 제시하여 사업기간으로 인한 불확실성 문제는 기획 보고서 대비 개선된 것으로 판단됨

나. 사업 추진체제 및 추진의지

(1) 사업 추진체제의 적절성

- 동 사업의 추진체제 간 역할 및 기능은 기획보고서 대비 구체화 된 것으로 판단됨
 - 동 사업의 효율적인 추진을 위해 설정된 추진체제 별 역할 및 기능은 기획보고서 대비 구체성이 확보된 것으로 판단됨
 - 추가제출자료를 통해 동 사업의 추진주체 별 기능 및 역할, 행정적 절차 등의 세부적인 내용이 보완됨에 따라 당초 기획보고서 대비 구체성은 확보된 것으로 판단됨
- 동 사업의 추진 체제를 통해 발생 가능한 '이해관계 충돌' 문제 관련 대응방안은 적절한 것으로 판단됨
- 다만, 'RFP 도출 과정의 공정성 및 다양성 확보 부족' 문제의 발생 가능성이 존재함

- 동 사업 추진체계 상 RFP 도출 과정에서 공정성 및 다양성을 확보하지 못할 가능성이 존재함
 - ① RFP 도출에 관여하는 모든 위원회 활동은 한국연구재단 내에서 이루어진다는 점,
 - ② 한국연구재단의 네트워크만을 통해 과제가 선정된다는 점에서 RFP 도출 시 공정성 및 다양성은 확보되지 못할 가능성이 존재함

(2) 사업의 차별성

- 동 사업의 차별성은 일부 확보되었으나, 중복 가능성에 대한 우려를 모두 불식시켰다고 보기에는 한계가 있음
- 동 사업과 유사한 목적을 가진 3개 국가연구개발사업과 비교하여 분석함
 - 「미래뇌융합기술개발사업」, 「뇌질환극복연구사업」, 「뇌기능규명·조절연구사업」에 대해 차별성을 검토함
- ‘미래뇌융합기술개발사업(‘19~‘24년)’의 차별성 검토 결과 일부 중복 가능성이 존재함
 - ‘미래뇌융합기술개발사업’ 및 동 사업의 목적 간 차별성은 일부 존재하는 것으로 판단됨
 - 다만, 뇌기능 활용 차원에서는 일부 중복 가능성이 존재하며, 주관부처가 제시한 ‘뇌기능 활용’의 개념만으로 ‘미래뇌융합기술개발사업’과 동 사업간 차별성을 확보하였다고 판단하기에는 한계가 존재함
- ‘뇌질환극복연구사업(‘20~‘25년)’의 경우 동 사업의 내용(연구범위), 추진전략에 있어 동 사업과 일부 중복 가능성이 존재함
 - 주관부처는 동 사업은 특정 뇌질환을 특정하지 않는 반면, ‘뇌질환극복연구사업’은 3대 핵심 뇌질환에 특화된 연구를 진행하여 차별성이 존재한다고 제시함
 - 다만, 동 사업의 연구 범위에서 ‘뇌질환극복연구사업’에서 다루는 3대 핵심 뇌질환에 특정된 연구를 포괄하고 있을 가능성이 존재함
 - 또한 ‘뇌질환극복연구사업’은 동 사업과 동일하게 미들업(Middle-Up) 방식을 택하고 있으며, 연구자의 창의성 발휘를 위해 세부 기술 분야에 특정하지 않고 자율적 기획을 통해 타당성을 평가받는다라는 점에서 동 사업과 일부 유사성이 존재함
- ‘뇌기능규명·조절연구사업(‘22~‘26)’은 근본적인 뇌과학 지식 축적을 목표로 하는 사업으로, 연구 분야에 있어 일부 중복성이 존재하나, 사업 목표 및 연구 성격에서 차별성이 존재함

(3) 유관사업과의 연계·협력 방안

- 주관부처가 제시한 ‘동 사업과 기초연구 성과의 활용성 강화 차원의 사업’ 간 연계 방안은 구체적으로 제시될 필요가 있음
 - 주관부처는 동 사업과 ‘개인기초연구사업’ 및 ‘뇌기능규명·조절 연구사업’ 간의 연계 방안을 제시함으로써 기초연구 성과의 활용성을 강화하고자 했으나 구체성은 부족함
- 주관부처는 ‘동 사업 및 원천기술개발 성과를 내기 위한 사업’과 관련하여 각 사업 간 연계 방안을 제시하였으나, 구체성은 미흡함
 - 주관부처는 동 사업과 ‘뇌질환극복연구사업’ 및 ‘미래뇌융합기술개발사업’ 간 시장 선도형 프로그램 이어달리기를 추진하겠다고 제시하였으나, 구체적인 내용은 추가적으로 뒷받침 될 필요가 있음
 - 주관부처가 제시한 연계 방안과 관련하여, 평가 항목 반영 방식, 지원 대상, 지원 규모 등의 내용은 검토되지 않아 구체적으로 제시될 필요가 있음
- 주관부처는 동 사업을 통해 도출된 기술사업화 성과를 타 사업 간 연계하겠다고 제시하였으나, 제시된 연계 방안은 구체성이 부족함
 - 주관부처는 동 사업 기반의 기술사업화 성과는 ‘범부처전주기의료기기연구개발사업’, ‘국가신약개발사업’ 등의 사업과 연계가 가능하다고 제시하였으나, 구체적인 방안에 대해서는 제시되지 않음
 - 산업부, 복지부, 식약처 등 유관부처와의 협력을 통해 뇌과학 분야 사업화 성과를 고도화하기 위한 부처 간 성과 이어달리기를 추진하겠다고 제시하였으나, 구체적인 내용은 제시되지 않음

2. 사업 추진상의 위험요인

가. 재원조달의 가능성

- 동 사업의 기획보고서 상 재원조달계획을 검토한 결과, 재원조달의 불확실성이 일부 존재함
 - 동 사업은 2023~2033년(총 11년)까지 총 사업비 8,172억 원(국비 99.4%, 민자 0.6%)으로 국비 재원조달의 불확실성이 일부 존재함

- 현재 동 사업의 수행주체인 과기부는 뇌과학 분야 사업을 既 추진하고 있기 때문에 동 사업 추진 시 신규 자원조달 측면에서 위험요인이 존재할 우려가 있음
- 또한, 주관부처가 활용한 연평균증가율 기반의 전망치 예측 방법은 미래 뇌연구 투자액에 대한 과대 추정의 문제점이 발생할 가능성이 있음
- 총사업비 기준 0.6% 수준으로 산정되어 있는 민간 자원조달 가능성을 충분히 검토 하였다고 보기 어려움
- 그러나, 기획보고서 및 추가제출자료의 내용만으로 동 사업에 참여할 것으로 예상되는 기업 차원에서 민간부담금의 재원 마련 불확실성이 해소될 것으로 보기는 어려움

나. 법·제도적 위험요인

- 주관부처가 제시한 동 사업 관련 법·제도적 위험요인 관련 대응방안과 관련하여 위험 분석 결과는 적절하다고 판단됨
- 국가연구개발사업 절차의 누락 가능성 관련 대응 방안은 적절하다고 판단되며, 운영 체제 관련 위험요인 외 위험 가능성에 대해서도 추가적으로 제시될 필요가 있음
- 주관부처가 제시한 내용만으로는 위험요인이 낮다고 판단하기에 한계가 존재하므로, 위험 가능성을 추가적으로 검토하여 구체적으로 적시할 필요가 있음
- 생명윤리, 의료정보 등의 뇌과학 관련 분야 연구 과정에서 발생할 수 있는 법·제도적 위험요인의 검토 결과는 적절하다고 판단됨
- 반면, 향후 원활한 사업 수행을 위해, 주관부처가 제시하지 않은 동 사업 관련 법령에 대해서도 검토를 통해 추가적인 대응이 필요할 것으로 판단됨
- 동 사업은 선도융합기술개발을 목표로 함에 따라, 뇌과학 분야 연구 외에도 다양한 과학기술을 융합 및 수반할 가능성이 존재하므로, 동 사업 추진 시 유관 법령의 위험 가능성에 대해서도 추가적으로 검토되어야 함

제 4 장 경제적 타당성 분석

1. 비용 추정

가. 총사업비 개요

- 동 사업은 총사업비 8,172억 원으로, 국비 8,119억 원(기획평가관리비 349억 원 포함), 민간 53억 원이며, 연도별 예산배분계획은 2023년~2033년(총 11년)으로 제시됨

나. 기획보고서의 비용 검토

- 총 사업비(정부지원연구개발비, 기획평가관리비, 기관부담연구개발비) 산정 근거의 적절성은 부족한 것으로 판단됨
 - 정부지원연구개발비 설계 근거의 적절성이 부족함
 - 주관부처는 단년도*를 기준으로 정부지원연구개발비 산정 과정에 반영하였으나, 해당년도를 활용한 근거는 구체적으로 제시되지 않아 정부지원연구개발비 산정 논리의 적절성은 부족한 것으로 판단됨
 - * 선행사업 사업비 기준 2019년 투자액
 - 기술사업화 가치 증진 및 검증 비용은 전문가 뇌과학 분야 전문가 의견을 바탕으로 제시 되었으나, 각 전문가별 활동 및 소요 비용의 편차는 큼에 따라, 동 사업에서 제시한 기술 사업화 가치 증진 및 검증 비용은 적절한 수준으로 산정된 것인지 확인하기 어려움
 - 기획평가관리비 산정근거의 적절성을 확인하기 어려움
 - 기획보고서 상 기획평가관리비는 정부지원연구개발비의 4.5%를 적용하여 산출한 것으로 제시하였으나 구체적인 소요 내역 및 산정 근거는 제시하지 않음
 - 민간부담금 산출 근거의 적절성이 부족함
 - 주관부처가 제시한 민간부담금 산출 논리는 민간기업의 참여가 확대될수록 민간 부담금 증가에 따라 총사업비 변동 가능성이 존재하나 이에 대한 검토는 미흡함
 - 또한, 주관부처가 민간부담금 산출 시 활용한 중소기업 참여율 20% 관련 설정 근거는 적절하다고 보기 어려움

2. 경제적 효과 추정의 타당성 분석

가. 기획보고서 경제적 타당성 분석 검토

- 비용효과분석 방법론 선정 근거 및 비교대안 설정의 적절성이 부족함
 - 주관부처가 제시한 비용효과분석 관련 방법론의 적절성이 부족함
 - 주관부처가 제시한 3가지 효과 중 일부는 화폐가치화 된 효과를 제시하고 있어 예비타당성조사에서 의미하는 비용효과분석이라고 보기 어려움
 - 또한, 비용효과분석을 수행하기 위해서는 각 비교대안의 효과 또는 비용을 추정하여 대안 간 비교를 수행하여야 하나, 주관부처가 제시한 질보정수명 증분효용 및 비용저감효과는 동 사업으로 인한 효과를 제시하고 있을 뿐 비교대안의 효과는 제시하지 않아 적절한 비용효과분석 결과라고 보기 어려움

나. 효과 추정

- 주관부처가 제시한 동 사업의 비용효과분석 결과 중 오류를 수정하여 동 사업의 효과를 재추정함
 - ‘기획보고서의 비용-효과 분석 검토’에서 설명한 바와 같이, 주관부처가 제시한 효과 중 ‘삶의 질(QoL) 향상으로 인한 질보정 수명(QALY) 증분 효용’ 및 ‘뇌질병을 감소를 통한 사회경제적 비용 효과’는 동 사업의 경제적 타당성 분석 결과로 인정하기 어려움
 - 두 가지 효과 모두 화폐단위로 분석결과를 제시하여 예비타당성조사에서 의미하는 비용효과분석이라고 보기 어려우며, 비교대안의 효과를 제시하지 않아 적절한 비용효과 분석결과라고 보기 어려움
 - 따라서, 동 사업의 사업목표를 고려할 때, 동 사업의 성과지표인 논문, 특허, 기술이전은 동 사업의 효과로 인정됨
 - 다만, 주관부처가 제시한 우수 논문, 우수 특허, 우수 기술이전의 경우 우수 성과로 설정한 근거 제시 및 달성가능성 검토결과 제시가 미흡하고, 타 사업과의 비교가 어려워 비용효과분석을 위한 효과로 인정하기 어려움
 - 또한, 주관부처가 제시한 ‘과학기술 논문, 특허 및 기술이전 산출’ 효과 산출에 활용한 연구비의 경우 총사업비가 아닌 연구개발비(국비)만을 포함하기 때문에, 동 사업 수행에 소요되는 총사업비를 기준으로 동 사업의 효과를 다음과 같이 재추정함

<표 3> 성과지표별 효과 재추정 결과

구분	총 사업비 (억 원)	논문		특허		기술이전	
		건수	10억 원 당 건수	건수	10억 원 당 건수	건수	10억 원 당 건수
기획보고서	7,770	5,544	7.1	543	0.7	89	1.1
연구진 재추정	8,172		6.8		0.7		1.1

3. 경제성 분석

- 예산대비 효과성을 검토하기 위해 주관부처인 과학기술정보통신부가 수행한 연구개발 사업을 동 사업의 비교 대안으로 설정함
 - 연구진은 동 사업의 경제성 분석을 위한 비교대상 사업으로 동 사업의 선행사업인 뇌과학원천기술개발사업을 포함한 5개 사업을 선정함
 - 비교대상 사업의 효과는 국가과학기술지식정보서비스(NTIS) 홈페이지에 공개된 사업 별 예산 집행액 및 성과를 바탕으로 추정함
- 비용효과분석 결과, 동 사업이 비교대안에 비해 비용 측면에서 효과적임을 확인 하였으며, 따라서 경제성은 일정 부분 확보한 것으로 판단됨
 - 분석결과 동 사업의 논문 및 특허성과의 예산대비 효과성은 각각 10억 원 당 6.9건, 0.7건, 기술이전의 경우 100억 원 당 1.1건으로 분석되어 비교대안에 비해 상대적으로 높게 나타남

<표 4> 동 사업의 비용효과 분석 결과

사업명	논문 및 특허 분석기간	논문 (10억 원 당 건수)	특허 (10억 원 당 건수)	기술이전 (100억 원 당 건수)	기술이전 분석기간
동 사업	-	6.8	0.7	1.1	-
뇌과학원천기술개발	2012 ~2019	4.2	0.8	0.8	2016 ~2020
바이오의료기술개발	2012 ~2019	3.7	1.0	1.4	2016 ~2019
나노소재기술개발	2011 ~2019	6.7	1.5	1.0	2016 ~2019
공공연구성과 기술사업화지원	2010 ~2018	0.1	0.3	0.6	2017 ~2018
산학연협력 활성화지원사업	2005 ~2019	0.3	0.3	1.6	2016

제 5 장 종합분석 및 결론

1. 결론 도출을 위한 대안 마련

가. 사업계획 원안에 대한 조사결과

- 기획보고서 검토 결과, 사업계획 원안에 대한 추진 타당성 확보에는 한계가 존재함
 - 문제/이슈 기반의 사업 설계의 일관성, 테마 구성, 추진전략의 구체성 및 목적성 등의 측면에서 과학기술적 타당성이 확보되었다고 판단하기에는 한계가 존재함
 - 주관부처가 식별한 다수의 문제/이슈를 기반으로 동 사업의 핵심논리(내역사업, 사업목표, 세부활동 등)가 일관성 있게 설계되었다고 보기는 어려움
 - 기획과정에서 도출된 44개 선도융합기술 테마에 대한 적절성은 도출과정 및 기초 자료에 대한 검토 한계가 존재하여 타당성을 확보하지 못한 것으로 판단됨
 - 동 사업의 핵심 내역사업인 '시장선도형'과 '미래선점형'이 동시 추진되어야 하는 당위성은 구체적으로 제시되지 않아, 적절성 검토에 한계가 존재함
 - 동 사업의 추진전략으로 제시한 '트랙전환과제' 및 '심화과제'의 설계 근거는 사업 추진 시 효율성, 과제형태의 구체성, 내역사업 별 차별성 등의 측면에서 적절하다고 보기 어려움
 - 동 사업의 규모를 결정하는 테마 별 과제 수, 단가, 기간 관련 산정 근거의 구체성은 미흡함에 따라, 적절성 판단에 한계가 존재함
 - 동 사업의 사업기간과 상위계획의 기간과 일부 일치하지 않아, 동 사업과 향후 상위계획 간 부합성 문제가 발생할 가능성이 존재함
 - 불확실성이 높은 뇌과학 분야 특성 상, 동 사업과 상위계획 간 일치하지 않는 사업 기간에 대해서는 부합성 차원에서 문제가 발생할 가능성이 존재함
 - 반면, 사업계획 원안에 대한 경제적 타당성 관련 비용효과 측면에서의 재산정 결과, 경제적 타당성은 확보된 것으로 판단됨
 - 주관부처가 제시한 비용효과분석 결과는 내역 별 효과의 구분, 화폐단위 분석, 비교 대안 미제시 등의 사유로 결과의 적절성이 부족하여 재추정함
 - 재추정 결과, 동 사업이 비교대안에 대해 효과적임을 확인하였으며, 경제성은 일정 부분 확보한 것으로 판단됨

나. 주관부처 추가제출자료 및 소명자료 검토

- 추가제출자료 및 소명자료 검토 결과, 일부 내용에 대해서는 소명이 되었으나, 여전히 모든 쟁점이 해소되었다고 보기는 어려움
- 주관부처가 제출한 추가제출자료 및 소명자료 내용의 경우, 원안의 일부 쟁점을 해소했음에도 불구하고 여전히 모든 쟁점이 해소되었다고 보기에는 한계가 존재함
 - 추가제출자료의 경우, 심화과제 폐지, 트랙전환 과제 지원기간 변경('3+3'→'3+2')에 따른 총 사업기간을 변경('11년 → '9년)하였으나, 해당 근거는 구체적으로 제시되지 않음
 - 소명자료의 경우 심화과제 폐지, 미래선점형(기본) 과제의 마지막 신규과제 선정 시점에 따른 총 사업기간 변경('11년 → '10년), 테마 도출 과정의 적절성 확보를 위한 테마를 조정함
 - 다만, 미래선점형(기본) 과제의 마지막 신규과제 선정 시점 관련 산정 근거는 제시되지 않았으며, 일부 조정된 테마는 여전히 다수의 오류를 가지고 있음에 따라, 테마 도출 과정의 적절성은 여전히 미흡한 것으로 판단됨
- 원안에서 제시된 '다수'의 문제/이슈를 '하나'의 문제/이슈로 표적화 함으로써, 문제/이슈를 구체화하였으며, 기존 쟁점이었던 문제/이슈와 동 사업 설계논리의 일관성 문제는 해소된 것으로 판단됨
 - 원안의 문제/이슈는 '다수'로 식별됨에 따라, 동 사업을 통해 해결해야 할 문제/이슈가 무엇인지 불분명하였으나, 소명자료를 통해 '하나'의 문제/이슈로 표적화 함으로써 최종적으로 식별된 문제/이슈는 원안 대비 구체화된 것으로 판단됨
 - 주관부처는 소명자료를 통해 제시한 '하나'의 문제/이슈와 동 사업의 내역사업, 사업목표 간의 연계성 및 일관성은 설득력이 있다고 판단됨
- 또한, 문제/이슈의 표적화로 2개 내역사업이 다수의 목적을 위해 각각 존재하는 것이 아닌, 단일 목적을 위한 사업 체계로서의 상호보완성 및 효율성이 확인됨에 따라, 2개 내역사업 동시 추진의 당위성은 일부 확보된 것으로 판단됨
 - 원안 및 추가제출자료를 통해 제시한 2개 내역사업을 하나로 병합 추진해야 하는 근거는 구체적으로 제시되지 않아 당위성 확보 유무에 한계가 존재함
 - 반면, 소명자료를 통해 제시된 2개 내역사업 동시 추진의 당위성은 원안 대비 구체화 되었으며, 단일 목적을 위한 사업 체계로서의 상호보완성 및 효율성이 확인됨에 따라 2개 내역사업 동시 추진의 당위성은 일부 확보된 것으로 판단됨
- '트랙전환과제'의 취지, 설계 기준 및 '심화과제' 폐지 사유 등은 소명자료를 통해

- 제시됨에 따라, 과제 형태의 구체성 및 논리성은 일부 확보되었으나, ‘기관부담 연구개발비’ 관련 설정 근거는 구체적으로 제시되지 않음
- 주관부처 추가제출자료 및 소명자료 내용은 원안의 ‘심화과제(2년)’ 지원을 폐지함으로써, 심화과제 지원의 취지(필요성에 의한 보충지원)와 심화과제를 선정하는 기준 및 절차(인센티브) 간 발생하는 논리적 모순을 해소함
 - 또한 기존에 충분히 설명되지 못했던 ‘트랙전환과제’ 및 ‘심화과제’ 간 설계 구조에서의 쟁점(장·단기적 지원에 따른 효율성)은 비교대상인 ‘심화과제’가 폐지됨에 따라, 대안 차원에서 제시된 설계 구조는 원안의 쟁점을 해소함
 - 다만, 추가제출자료 및 소명자료를 통해 ‘심화과제’ 폐지에 따른 기관부담연구개발비를 조정하였으나, 원안과 동일하게 기관부담연구개발비 산정 과정의 구체성 부족, 재원 조달 관련 불확실성이 존재함에 따라, 대안의 기관부담연구개발비는 적절한 과정을 통해 산정되었다고 보기 어려움
- 주관부처는 신규과제 선정 기간을 조정함에 따라, 향후 상위계획과 동 사업 간 부합성에 대한 불확실성 문제는 개선되었으나, 소명자료의 ‘트랙전환과제’ 지원기간 산정 근거는 충분히 제시되지 않음
- 주관부처는 원안의 과제 선정기간 및 총 사업기간을 일부 조정함에 따라, 추가 제출자료 및 소명자료의 향후 상위계획과 동 사업 간 부합성에서 발생하는 불확실성은 원안 대비 개선된 것으로 판단됨
 - 다만, 주관부처 추가제출자료의 ‘트랙전환과제’ 지원기간(2년) 관련 산정 근거는 원안의 근거(3년) 대비 충분히 제시되지 못함에 따라, 추가제출자료 기준의 총 사업 기간(11년→9년) 산정 관련 적절성은 확인하기 어려움
 - 또한, 주관부처 소명자료 내용 중 미래선점형(기본) 과제의 마지막 신규과제 선정시점(26) 관련 근거는 충분히 제시되지 않아 적절성 검토가 어려움
- 주관부처의 소명자료 검토 결과, ① 44개 선도융합기술 테마에 대한 적절성, ② 사업의 규모를 결정하는 항목(테마 별 과제수, 단가, 기간 등) 관련 근거의 구체성은 확보되지 못한 것으로 판단됨
- 원안의 선도융합기술 테마는 단계 별 도출 과정에서 일부 쟁점이 존재함에 따라, 쟁점 해소를 통한 테마 도출 과정의 적절성은 확보되어야 하나, 해당 내용 관련 소명자료는 적절성 검토 결과 ‘미흡’한 것으로 판단됨
 - 동 사업의 규모를 결정하는 테마 별 과제수, 과제 단가 및 기간 등은 소명자료를 통해 구체적으로 제시되어야 하나, 여전히 구체성은 미흡한 것으로 판단됨

다. 대안 도출

(1) 대안 구성의 과정 및 결과

- 동 사업의 원안 및 추가 소명자료를 토대로 검토한 결과, 일부 한계점이 존재함에도 불구하고 대안 구성을 통한 동 사업 추진의 필요성은 존재함
 - 뇌과학 분야의 현황 및 발전 방향 고려 시, '기술사업화'라는 새로운 패러다임을 담은 사업의 추진이 필요한 것으로 판단됨
 - 선행사업은 '기술이전' 외 '논문' 및 '특허'에 있어서 우수한 성과를 창출함에 따라, 기존 방식의 답습이 아닌 한계점 보완을 통해 과학적 성과를 계승·발전시킬 필요성이 존재함
 - 선행사업과는 차별적으로, 사업 초기 단계에서부터 '기술사업화 견인 및 초석 마련'이라는 명확한 지향점을 고려함으로써 사업 체계에 반영한다면 R&D 지원을 통한 동 사업 추진의 필요성이 있다고 판단됨
 - 다만, 원안 및 주관부처 소명자료를 통해 일부 쟁점이 해소가 되었음에도 불구하고, 동 사업 추진을 위한 추가적인 대안의 필요성은 존재함
 - 조사 과정에서 확인된 다수의 쟁점 중, 2개 내역사업 동시 추진의 당위성, 과제 형태의 구체성 및 논리성 확보의 차원에서는 쟁점이 일부 해소됨
 - 그럼에도 불구하고, 선도융합기술 테마 도출 과정의 적절성, 내역사업 별 과제 규모 산출 근거의 적절성, 동 사업과 상위 계획 간의 부합성, 사업 추진전략의 효율성 확보 측면에서는 충분히 소명되지 않음에 따라, 기획완성도 제고 차원에서 연구진이 추가로 대안을 구성함
- 잔여 쟁점을 해소하고 기획완성도 제고를 위해, 일부 사업계획 조정 및 구체화를 수행하고 적정 사업비 도출 및 대안을 구성함
 - 일부 사업계획 조정 및 구체화를 통해 대안 추진의 필요성이 제기됨에 따라, 해당 논리에 입각하여 적정 사업비를 도출함
 - 선도융합기술 테마의 재정립 및 테마 유형 구분에 따른 과제수를 재산출함
 - 사업 구조 변화에 따른 민간부담금 조정 및 동 사업과 상위계획 간의 부합성 확보를 위해 총 사업기간을 조정함
 - 원안의 내역사업 별 과제 단가 및 지원 기간의 산정 근거의 적절성을 검토함
 - 선도융합기술 테마의 재정립 및 테마 유형 구분에 따른 과제수를 재산출함

- 연구진 대안의 총사업비 산출을 위하여 기획평가관리비를 추정하고, 이를 합산한 대안의 총사업비는 약 4,496.5억 원으로 산출됨
 - 연구진 대안의 기획평가관리비는 약 193.6억 원으로 추정됨
 - 기획평가관리비 산출 근거로는 원안에서 적용한 4.5%를 활용하였으며, 원안과 동일한 산출논리를 적용하여 연구개발비에 4.5%를 곱하여 193.6*억 원을 추정함
 - * : 소수점 둘째 자리에서 반올림
 - 연구진 대안을 바탕으로 총사업비를 추정하면, 연구개발비 4,302.9억 원, 기획평가관리비 193.6억 원으로 총사업비 4,496.5억 원으로 도출됨
 - 연구진 대안의 현재가치 기준(2020년 말)으로 환산된 총비용은 약 3,284.1억 원임

<표 5> 동 사업 원안(주관부처) 대비 대안(연구진)의 총사업비 증감

(단위 : 억 원)

유형	원안(A)	연구진 대안(B)	증감(B-A)
시장선도형(기본)	1,640	1,035	△605
시장선도형(심화)	841	-	△841
미래선점형(기본)	4,407	2,690	△1,717
미래선점형(트랙전환)	935	578	△357
기획평가관리비	349	194	△155
총합	8,172	4,497	△3,675

참고: 소수점 첫째자리에서 반올림 함.

(2) 대안의 경제성 분석

- 연구진 대안의 비용효과분석 결과, 동 사업이 비교대안에 비해 비용 측면에서 효과적임을 확인하였으며, 따라서 경제성은 확보한 것으로 판단됨
 - 분석결과 동 사업의 논문 및 특허성과의 예산대비 효과성은 각각 10억 원 당 6.9건, 0.7건, 기술이전의 경우 100억 원 당 1.1건으로 분석되어 비교 대안에 비해 상대적으로 높게 나타남

2. 결론

- 사업계획서 원안 기준, 동 사업은 다음과 같은 주요 문제점으로 인하여, 사업 추진의 타당성이 확보 되었다고 보기 어려움
 - 문제/이슈 기반, 동 사업 설계의 핵심논리(내역사업, 사업목표, 세부활동 등)가 일관성 있게 설계되었다고 보기 어려움
 - 선도융합기술 테마(44개) 도출 과정의 적절성은 미흡함에 따라, 최종 도출된 선도 융합기술 테마의 타당성은 확보하지 못한 것으로 판단됨
 - 동 사업의 2개 내역사업(시장선도형, 미래선점형)이 동시 추진되어야 하는 당위성은 구체적으로 제시되지 않아, 적절성 검토에 한계가 존재함
 - ‘트랙전환과제’ 및 ‘심화과제’는 사업 추진 시 효율성, 과제 형태의 구체성, 내역 사업 별 차별성 등 측면에서의 근거가 적절하게 제시되지 못함
 - 사업 규모(테마 별 과제수, 단가, 지원기간) 관련 산정 근거의 구체성은 부족함
 - 불확실성이 높은 뇌과학 분야 특성을 고려하자면, 동 사업의 사업기간과 상위계획의 기간 간 일부 일치하지 않아, 부합성 차원에서 문제가 발생할 가능성이 존재함
- 다만, 주관부처 추가제출자료 및 소명자료 검토 결과, 원안의 일부 쟁점은 해소된 것으로 판단됨
 - 원안에서 식별된 ‘다수’의 문제/이슈를 ‘하나’의 문제/이슈로 표적화 함에 따라 문제/이슈의 구체성, 문제/이슈와 동 사업 설계논리 간 일관성은 확보된 것으로 판단됨
 - 또한, 2개 내역사업은 ‘하나’의 문제/이슈의 해결을 위한 사업 체계로서의 상호 보완성 및 효율성이 확인됨에 따라, 2개 내역사업 동시 추진의 당위성은 일부 확보된 것으로 판단됨
 - ‘트랙전환과제’의 취지, 설계 기준 및 ‘심화과제’ 폐지 사유 등이 소명자료를 통해 제시됨에 따라, 과제 형태의 구체성 및 논리성은 일부 보완됨
 - 신규과제 선정 기간 조정에 따라, 향후 상위계획과 동 사업 간 부합성 측면에서의 불확실성 문제는 개선됨
- 또한 선행사업의 우수한 성과 및 뇌과학 분야의 현황 및 발전 방향을 종합적으로 고려하자면, ‘기술사업화’라는 새로운 패러다임을 고려한 R&D지원의 필요성은 인정됨

- 선행사업은 ‘기술이전’ 외 우수성과(논문, 특허)를 창출함에 따라, 기존 방식의 답습이 아닌 한계점 보완을 통한 과학적 성과를 계승·발전시킬 필요성은 확인됨
- 즉, 사업 초기 단계에서부터 ‘기술사업화 견인 및 초석 마련’이라는 명확한 지향점을 고려하여 동 사업 체계에 반영한다면, R&D지원의 필요성은 존재함
- 다만, 주관부처 추가제출자료 및 소명자료를 통해, 주요 쟁점은 일부 해소되었으며, 동 사업 추진의 필요성이 존재하나, 여전히 사업계획서 원안의 모든 쟁점이 해소되었다고 보기에는 어려움
- 따라서, 연구진은 잔여 주요 쟁점의 해소 차원에서 동 사업 추진의 필요성이 제기됨을 고려하였을 경우, 다음과 같이 일부 사업계획 조정 및 구체화를 통한 대안을 마련함으로써 동 사업의 기획완성도를 제고함
 - 선도융합기술 테마의 재정립 및 테마 유형 구분에 따른 과제수를 재산출함
 - 사업 구조 변화에 따른 민간부담금 조정 및 동 사업과 상위계획 간의 부합성 확보를 위해 총 사업기간을 조정함
 - 원안의 내역사업 별 과제 단가 및 지원 기간의 산정 근거의 적절성을 검토함
- 연구진 대안의 비용효과분석 결과, 동 사업이 비교대안에 비해 비용 측면에서 효과적임을 확인함에 따라, 경제성은 확보한 것으로 판단됨
 - 분석결과 동 사업의 논문 및 특허성과의 예산대비 효과성은 각각 10억 원 당 6.9건, 0.7건, 기술이전의 경우 100억 원 당 1.1건으로 분석되어 비교 대안에 비해 상대적으로 높게 나타남
- 동 사업에 대해 AHP 방법을 적용하여 종합적으로 평가한 결과, ‘사업 시행’을 최종 결론으로 도출함
 - 동 사업계획은 과학기술적 타당성, 정책적 타당성, 경제적 타당성 측면 모두에서 사업 시행에 대한 선호도가 높아 사업 추진이 적절하다는 결과를 도출함

<표 6> 뇌과학 선도융합기술개발사업 예비타당성조사 AHP 평가결과(요약)

평가자	종합		과학기술적 타당성		정책적 타당성		경제적 타당성	
	시행	미시행	시행	미시행	시행	미시행	시행	미시행
종합평점	0.650	0.350	0.667	0.333	0.609	0.391	0.730	0.270
평가자 수	9	1	8	2	9	1	10	0

3. 정책제언

- 뇌과학 선도융합기술개발사업이 추진 될 경우, 사업 시행 전·후로 기획의 완성도 제고 측면에서 일부 부족한 사항들은 보완이 요구됨
- 선행사업의 한계로 RFP 도출 및 사업 기획 단계에 산업계 전문가 또는 기업(산업체)이 참여하지 않거나, 비중이 낮아 현장 수요와 일치도가 높은 기술개발에 집중하지 못했다는 점에 따라, 이를 고려한 구체적인 사업관리 방안이 수반되어야 함
 - 실질적으로 기술 사업화를 목표로 하는 연구가 될 수 있도록, 과제 구성 시 기업(산업체)과 함께 과제를 제안하도록 과제 설계 방식의 구체화가 필요함
 - 대안 중, 하이브리드형(미래선점형→시장선도형) 유형의 경우, 실험실, 벤처 창업 등의 추가적인 계획을 모색하여, 동 사업에 참여 가능한 기업(산업체)을 대상으로 과제 내 활동의 효율성을 제고할 필요가 있음
- 동 사업의 규모를 결정짓는 요인(내역사업 별 과제 단가, 지원기간, 과제수 등) 관련 산정 근거의 적절성 확보 및 기획완성도 제고 차원에서, 구체성은 보완되어야만 함
 - 동 사업 규모 관련 산정 근거 중, 내역사업 별 과제 단가 및 지원기간의 경우 예산의 과대 추정에 대한 우려가 적을 뿐, 여전히 적절성이 충분히 확보되었다고 보기 어려움에 따라 구체성은 보완될 필요가 있음
 - 동 사업의 총 과제수 산정 시 활용한 테마 별 과제수 관련 근거는 충분히 제시되지 못함에 따라, 기획위원회의 상세 RFP 도출 과정에서는 정교한 검증을 통해 동 사업의 기획완성도 제고가 필요함
- 사업 내용 중, 사업목표 및 성과지표 별 설정 근거, 달성 가능성, 사업 목표 및 성과지표 간 연계성 등의 차원에서 구체성은 미흡함에 따라 해당 내용의 구체화 및 보완이 필요함
 - 사업목표 '선도융합기술 31건'에서 수치적 목표(31건)에 매몰되지 않은, 동 사업의 궁극적인 목표 달성이 가능한 구체적인 정책적 목표 설정이 필요함
 - 또한, 선도융합기술을 구성하는 객관적 지표 별 설정 근거는 미흡하며, 객관적 지표 별 목표치 및 달성 가능성에 대한 적절성 관련 검토 내용은 충분하지 못함에 따라, 동 사업의 목표 달성을 위한 고민은 지속적으로 이루어져야 할 것으로 사료됨

- 추가로, 성과지표와 사업목표 간 연계성을 강화할 수 있는 지속적인 노력이 요구됨
 - 마지막으로, 과거 뇌과학 연구사업(뇌프론티어사업, 뇌과학원천기술개발사업 등)의 성과분석 내용은 정량적 평가로 미흡함에 따라, 정성적 성과지표의 보완이 필요하며, 해당 지표에 적절한 예산(대안) 책정이 필요함
- 동 사업 추진체계 중, 성과컨설팅위원회는 기술사업화 촉진을 위해 중요한 역할을 수행하여야 하나, 해당 역할의 구체성은 미흡하여 보완이 필요하며, 성과컨설팅 위원회의 실효성 높은 운영을 위한 상세계획 마련이 요구됨
- 기술사업화 단계별(과제의 기술사업화 단계 수준별) 지원 계획이 구체적으로 제시될 필요가 있음
 - 즉, 성과컨설팅위원회에서의 역할은 구체적이며, 세분화 되어 제시될 필요가 있음
 - 또한, 과제 구조상 신규과제와 누적과제의 수를 보면 최대 100개 과제에 대한 성과 컨설팅 위원회가 효율적으로 운영되어야 하는데, 현재는 해당 부분에 대한 고려가 부족한 것으로 판단되어 추후 보완이 필요함
- 뇌과학 분야 내 다양한 방면에서의 분석 및 수준 진단을 선행함으로써, 목표 달성도 제고와 더불어 지원대상의 현 수준을 고려한 지향점 제시가 필요함
- 원천기술 성과 중, 진단기기, 치료기기/치료제 등 뇌과학 분야 영역 별 기술 사업화 수준의 가능성을 타진함으로써, 내역사업 간 적합성을 고려한 목표달성도 제고 차원에서의 노력이 수반되어야 함
 - 더불어, 선행사업의 성과분석을 통해 동 사업의 지원대상(수혜자) 중 기업 (산업체)의 실질적인 성과 창출의 가능성 가늠을 통해, 목표 달성을 위한 불확실성을 줄이고, 지원대상의 현 수준을 고려한 지향점이 도출될 필요가 있음

뇌과학 선도융합기술개발사업

제 1 장 사업 개요 및 조사방법

제 2 장 기초자료 분석

제 3 장 과학기술적 타당성 분석

제 4 장 정책적 타당성 분석

제 5 장 경제적 타당성 분석

제 6 장 종합분석 및 결론

제 1 장 사업 개요 및 조사방법

제 1 절 사업 개요

총 사업비		8,172억 원 (국비 : 8,119억 원, 민간 : 53억 원)	사업 기간	2023년~2033년 (11년)
추진 주체	주관부처	과학기술정보통신부/생명기술과		
	주관기관	한국연구재단 뇌·첨단의공학단		
사업목표		<ul style="list-style-type: none"> ○ (사업목표) 뇌질환 극복 및 뇌기능 활용을 위한 선도융합기술 31건* 이상 확보 * 기술사업화를 견인할 수 있는 완성도 높은 원천기술 ○ (성과목표) <ul style="list-style-type: none"> - (논문) JCR 10%이내 2,331편 포함 SCI급 논문 총 5,544편 - (특허) K-PEG A등급이상 345건 포함 총 543건의 특허 등록 - (기술이전) 기술이전료 0.5억 원/건(우수기술이전) 이상 44건 포함 총 89건 		
추진체계		<ul style="list-style-type: none"> ○ 사업 추진체계 및 추진주체별 역할 <ul style="list-style-type: none"> - 과학기술정보통신부(생명기술과) : 뇌과학 선도융합기술개발사업(K-Brain Project)의 추진 주체로서 전반적인 관리 총괄 - 한국연구재단 : 사업의 시행 계획 수립 및 공고, 과제 접수, 평가, 진도 관리, 성과 관리 등 - K-Brain Project 자문위원회 : 선도융합기술 테마 기획, 테마별 연구 과제 상세기획, 선정, 평가, 성과관리 등을 포함하는 사업 운영 전반에 걸친 자문 수행 - 사업기획위원회 : 과제제안요구서(RFP) 도출, 국·내외 기술 동향 및 산업동향, 시장성, 과제지원 필요성 등에 대한 기획보고서 작성, 개발대상기술 도출 - 성과컨설팅위원회 : 수행 과제의 질적 연구 수준 제고, 기술사업화 가치가 증진된 기술 창출, 지식 재산권 포트폴리오 구축, 후행 연구 연계, 기술 이전 또는 창업 등의 지원을 위한 컨설팅 실시 <p style="text-align: center;">< 사업 추진체계 ></p>		

<p>주요 내용</p>	<p>○ 투자 대상 기술 영역 설정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 사전 기획된 선도융합기술 테마 예시(117개)와 현장 수요 선도융합기술 테마(524개)를 합친 총 641개를 기반으로 분과위원회와 총괄기획위원회의 논의 및 심사 평가를 거쳐 최종 44개 뇌과학 선도융합기술 테마를 투자 대상 기술 영역으로 설정 - 도출된 선도융합기술 테마 내 개별 과제는 국내 기술수준 및 시장성 등을 고려하여 사업 유형(1, 2)을 나눔 <p>○ 사업내용</p> <ul style="list-style-type: none"> - 시장선도형(1유형 프로그램) : 국내 기술 수준이 높고, 시장 전망이 중간 이상인 연구 주제를 지원하며, 기술사업화의 초석이 될 수 있는 실질적 최종 산물 개발을 목표로 함 (기본 3년 → 심화 2년) - 미래선점형(2유형 프로그램) : 국내 기술 수준이 낮거나 중간이고, 현재 시장성은 낮지만 잠재적 미래 시장성이 큰 연구 주제를 지원하며, 도전적인 연구 주제로 글로벌 기술 수준 대비 국내 연구 역량 제고를 촉진함 (기본 5년 또는 기본 3년→ 트랙 전환 3년) <p style="text-align: center;"><연도별 신규 과제수></p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>'23</th> <th>'24</th> <th>'25</th> <th>'26</th> <th>'27</th> <th>'28</th> <th>'29</th> <th>'30</th> <th>'31</th> <th>'32</th> <th>'33</th> <th>합계</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">시장선도형 (1형)</td> <td>기본(3년)</td> <td>4</td> <td>8</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>심화(2년)</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>-</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">미래선점형 (2형)</td> <td>기본(5년)</td> <td>20</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>170</td> </tr> <tr> <td>트랙전환(3년)</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>-</td> <td>34</td> </tr> </tbody> </table>	구분	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	'31	'32	'33	합계	시장선도형 (1형)	기본(3년)	4	8	12	12	12	-	-	-	-	-	60	심화(2년)	-	-	-	2	4	6	6	6	6	-	30	미래선점형 (2형)	기본(5년)	20	30	30	30	30	-	-	-	-	-	170	트랙전환(3년)	-	-	-	4	6	6	6	6	6	-	34
	구분	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	'31	'32	'33	합계																																																			
시장선도형 (1형)	기본(3년)	4	8	12	12	12	-	-	-	-	-	60																																																				
	심화(2년)	-	-	-	2	4	6	6	6	6	-	30																																																				
미래선점형 (2형)	기본(5년)	20	30	30	30	30	-	-	-	-	-	170																																																				
	트랙전환(3년)	-	-	-	4	6	6	6	6	6	-	34																																																				
<p>기대 효과</p>	<p>○ 사업규모</p> <ul style="list-style-type: none"> - 11년간 총 8,172억 원 투입 (민간부담금 53억 원), 총 294개의 연구과제 지원 <p style="text-align: center;"><사업 추진규모(억 원)></p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">세부 사업</th> <th>사업 내용</th> <th>총사업비</th> <th>국고</th> <th>지방비</th> <th>민자</th> </tr> <tr> <th>합계(억 원)</th> <th>8,172</th> <th>8,119</th> <th></th> <th>53</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">시장선도형</td> <td>기본형(60개 과제)</td> <td>1,640</td> <td>1,640</td> <td></td> <td rowspan="2">53</td> </tr> <tr> <td>심화형(30개 과제)</td> <td>841</td> <td>788</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">미래선점형</td> <td>기본형(170개 과제)</td> <td>4,407</td> <td>4,407</td> <td></td> <td rowspan="2"></td> </tr> <tr> <td>심화형(34개 과제)</td> <td>935</td> <td>935</td> <td></td> </tr> <tr> <td>기평비</td> <td>기획평가관리비</td> <td>349</td> <td>349</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>○ 과학기술적 측면</p> <ul style="list-style-type: none"> - 대한민국 뇌과학 분야 기술경쟁력 향상에 기여 - 국가별 뇌과학 플래그쉽 이니셔티브에 대응할 수 있는 국가 뇌과학 경쟁력 확보 - 학·연·병·산 및 학제 간 융합을 통한 K-뇌과학 연구 모델 정착 - 현장 수요 기반 K-뇌과학 R&D 접근 모델 정착 - 뇌과학 전문인력 양성 <p>○ 경제적·산업적 측면</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국내 뇌과학 분야 사업 가치 증진 - 미래사회 최대 건강 이슈인 뇌질환 극복기술 분야 세계 시장 선점 - 국내 뇌과학 기술사업화 배후 역량 동반 성장 - 뇌기능활용 혁신적 미래산업 창출 및 시장 선점 기반 제공 	세부 사업	사업 내용	총사업비	국고	지방비	민자	합계(억 원)	8,172	8,119		53	시장선도형	기본형(60개 과제)	1,640	1,640		53	심화형(30개 과제)	841	788		미래선점형	기본형(170개 과제)	4,407	4,407			심화형(34개 과제)	935	935		기평비	기획평가관리비	349	349																												
세부 사업	사업 내용		총사업비	국고	지방비	민자																																																										
	합계(억 원)	8,172	8,119		53																																																											
시장선도형	기본형(60개 과제)	1,640	1,640		53																																																											
	심화형(30개 과제)	841	788																																																													
미래선점형	기본형(170개 과제)	4,407	4,407																																																													
	심화형(34개 과제)	935	935																																																													
기평비	기획평가관리비	349	349																																																													

1. 사업 추진배경 및 목적¹⁾

- 본 사업은 뇌과학 기초연구의 끝단과 기술사업화의 앞단을 연결하는 가교 역할을 목적으로 함
 - (도출 이슈) 우수 뇌과학 역량의 지속적 확대 및 기술사업화 견인 역량으로의 전환이 시급
 - (기초연구의 끝단) 정부투자를 통해 기반이 확립·확장된 뇌과학 기초연구 성과의 완성도를 높여 현장에 적용, 미래성장동력으로 확산시키는 전략이 필요함을 의미함
 - (기술사업화의 앞단) 미진했던 기초연구 성과의 기술사업화를 촉진시키기 위한 초기 연결점을 찾는 새로운 교두보 전략이 필요함을 의미함
- 또한, 선행사업(뇌과학원천기술개발사업)의 성과를 계승·발전 목적의 사업으로 기획됨
 - (선행사업의 성과) 논문, 특허 성과는 질적, 양적인 면에서 크게 증가하여 생산성 측면에서 우수한 성과를 달성하였으며, 뇌과학 인프라 구축 및 활용지원을 통해 뇌연구촉진법 상의 주요 계획을 이행하고, 성과확산 및 인력 양성에 기여함
 - (선행사업의 한계) 기술이전 성과는 전체투자금액 및 사업의 목적을 고려할 경우 미비한 수준임
 - 다만, 선행사업은 전술한 바와 같이, 국내 뇌과학 연구 역량을 비약적으로 강화하고 저변을 확대한 결정적 임무를 수행했으나 '20년 일몰됨
 - 따라서, 동 사업은 선행사업을 통해 성장한 국내 기초, 임상, 공학 연구 역량을 소실시키지 않고 고도화함과 동시에 선행 사업보다 진일보한 목적을 가진 '기술사업화를 견인할 완성도 높은 기술을 도출'하는 K-Brain Project 사업으로 기획됨

1) 동 사업 기획보고서를 바탕으로 작성됨

2. 사업 추진 경위²⁾

□ 선행사업 개요

- 사업명 : 뇌과학원천기술개발사업
- 사업목표 : 퇴행성 뇌질환 예방·치료 기술, 신체장애 극복기술, 뇌기능 강화기술 및 AI 기반 기술 등 뇌과학 4대 분야* 핵심 원천기술 확보
 - * 뇌인지, 뇌신경 생물, 뇌신경계 질환, 뇌공학
- 사업내용 : 정신 건강 증진 및 사회 문제 해결을 위한 치매 조기 진단/예측 기술개발 등
- 사업 추진방식 : Top-Down, 2019년부터 일부 Middle-up 추진, 기초/응용/개발 연구
- 사업 수행기간 : 2006~2023년(18년)
- 총 사업비 : 3,525억 원

□ 신규사업 기획 추진경위

- '18. 12. : 「뇌연구 고도화 사업」 예타 제안('18-4차)
 - 예비타당성조사 결과 “미시행” 결론('19.8)
 - 사업 수행기간 : 2020~2034년(15년)
 - 총사업비 : 9,182억 원(국고 100%)
- '20. 4. : 「LIFE 뇌과학 사업」 예타 제안('20-1차)
 - 예비타당성조사 결과 “미시행” 결론('21.1)
 - 사업 수행기간 : 2022~2031년(10년)
 - 총사업비 : 6,599억 원(국고 100%)

2) 동 사업 기획보고서를 바탕으로 작성됨

3. 사업 내용³⁾

가. 사업 목표 및 내용

사업 목표

- 뇌질환 극복 및 뇌기능 활용을 위한 선도융합기술 31건* 이상 확보

* 기술사업화를 견인할 수 있는 완성도 높은 원천기술

○ 성과목표

- (논문) JCR 10%이내 2,331편 포함 SCI급 논문 총 5,544편
- (특허) K-PEG A등급 이상 345건 포함 총 543건의 특허 등록
- (기술이전) 기술이전료 0.5억 원/건(우수기술이전) 이상 44건 포함 총 89건

사업비: 8,172억 원 (국비: 8,119억 원, 민간: 53억 원)

사업기간: 2023년~2033년 (총 11년)

추진규모

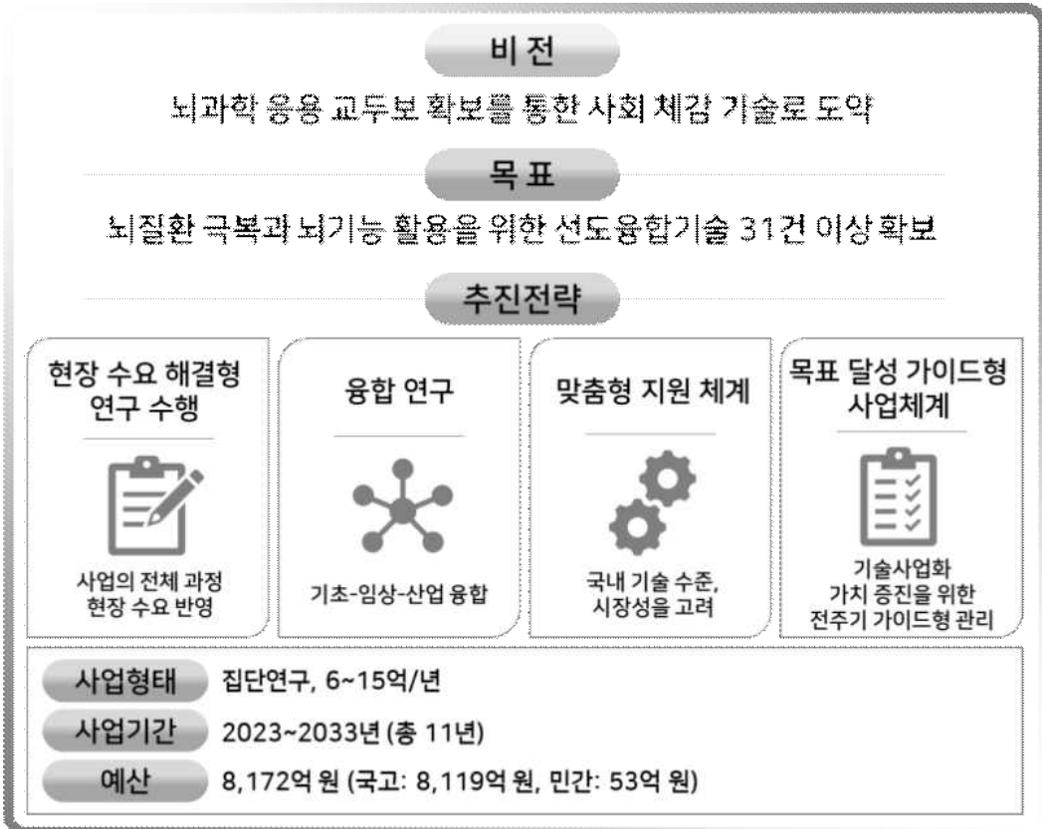
<표 1-1> 사업 추진 방식별 과제 유형 및 예산 규모(국비)

사업 추진 방식	과제 운영 형태	예산(억 원/년)	과제수	합(억 원)
시장선도형 (기본)	1단계(3년)	10	60	1,640
시장선도형 (심화) 기본 → 심화 경쟁형	1단계(2년)	15	30	788
미래선점형 (기본)	1단계(5년)	6	170 (136*)	4,407
미래선점형 (트랙 전환) 기본 → 트랙 전환 경쟁형	1단계(3년)	10	34	935

* 미래선점형 트랙 전환에 해당되지 않고 계속 수행하는 과제수. 본 유형은 기본적으로 5년의 연구를 통해 기술사업화를 견인할만한 수준에 도달한 선도융합기술을 도출하는 임무를 가진 프로그램임. 예상보다 빨리 기술사업화 가치가 발생하는 소수의 과제들을 대상으로 트랙전환하여 집중 지원함으로써 기술 사업화 기회 활용을 극대화

3) 동 사업 기획보고서를 바탕으로 작성됨

□ 사업 목표



[그림 1-1] 사업의 비전 및 목표

자료: 동 사업 기획보고서.

○ 투자 대상 기술 영역 설정

- '3차 뇌연구 촉진 기본 계획(18)'과 '뇌 연구 개발 투자 전략(21)'을 바탕으로, 뇌질환 극복과 뇌기능 활용을 우선 투자 영역으로 설정
- 본 영역에서 우선 순위 높은 투자 기술 영역(선도융합기술 테마)을 선별
- 기술 수요, 시급성, 구체성, 선도성, 국내 역량, 융합성, 시장성 등의 기준에 근거한 심층 분석 및 종합적 평가를 통해 최종 선도융합기술 테마 44개를 도출

□ 2개 내역사업 연도별 과제 구성 및 소요 예산

○ 시장선도형

- 연구목적 : 국내 기술 수준이 높고, 시장이 이미 형성되어 있으나 아직 산업으로 성숙되지 못한 기술에 대한 과감한 투자로 기술사업화를 촉진, 시장에 빠르게 진입 및 선도할 수 있도록 지원함
- 특징 : 선행 우수 성과 활용과 조기 사업화 가능성을 기준으로 선정하며, 경쟁을 통해 '기본과제' 중 일부가 심화연구로 진입하는 형태로 지원함
- 지원기간 : [기본 3년] → [심화 2년]으로 설계
- 지원규모 : [기본] 3년 동안 연 10억 원 지원
[심화] 2년 동안 연 15억 원 지원(기본과제 중 50% 이내 경쟁형 선정)
- 과제 수 : ('23~'28) 신규 기본과제 총 60개 선정, ('26~'31) 신규 심화과제 총 30개 선정

<표 1-2> 시장선도형 내역사업 연도별 선정과제 수

(단위 : 개, 억 원)

구분	과제	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	'31	'32	'33	합계
기본 (3년)	신규 과제수	4	8	12	12	12	12	-	-	-	-	-	60
	누적 과제수	4	12	24	43	36	36	24	12	-	-	-	180
	소요 예산	20	100	210	290	330	330	240	120	-	-	-	1,640
심화 (2년)	신규 과제수	-	-	-	2	4	6	6	6	6	-	-	30
	누적 과제수	-	-	-	2	6	10	12	12	12	6	-	60
	소요 예산	-	-	-	22.5	75	127.5	157.5	157.5	157.5	90	-	787.5

자료: 추가제출자료 참고하여 연구진 작성.

○ 미래선점형

- 연구목적 : 현재 국내 기술 수준이 낮거나 중간 정도이지만 미래 시장 잠재성 및 성장성이 크기 때문에 향후 시장을 창출하고 적극적으로 선점하기 위해 유망 미래원천기술개발에 지원함
- 특징 : 연구계획 수월성과 아이디어의 탁월성, 제안 기술의 원천성을 기준으로 선정하며, 성과 및 기술사업화 가치 조기 도출 여부에 따라 시장 선도형으로 트랙 전환이 가능함
- 지원기간 : [기본과제 5년] 또는 [기본과제 3년] → [트랙전환과제 3년]으로 설계
- 지원규모 : [기본] 5년 동안 연 6억 원 지원
 [기본 + 트랙전환] 기본과제 3년 동안 연 6억 원 지원,
 트랙전환과제 3년 동안 연 10억 원 지원(기본과제 중 20% 이내 경쟁형 선정)
- 과제 수 : ('23~'28) 신규 기본과제 총 170개 선정, ('26~'31) 신규 심화과제 총 34개 선정

<표 1-3> 미래선점형 내역사업 연도별 선정과제 수

(단위 : 개, 억 원)

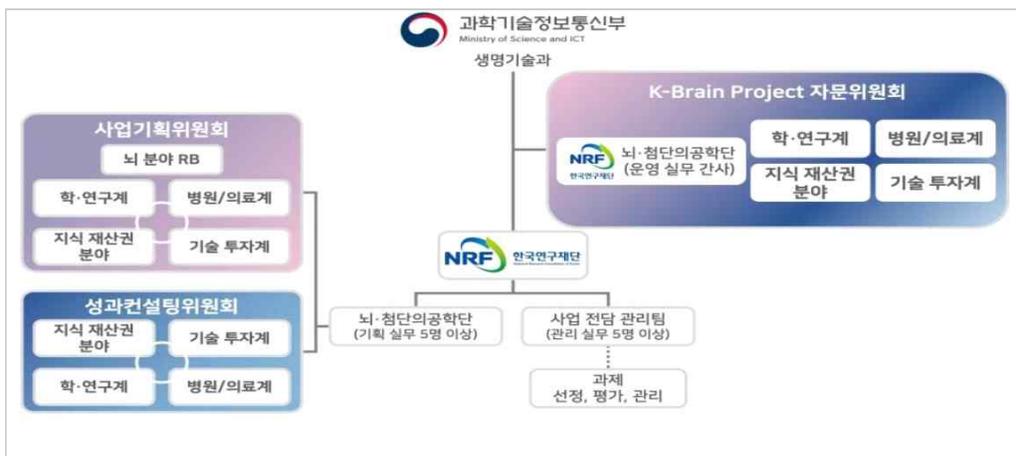
구분	과제	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	'31	'32	'33	합계
기본 (5년)	신규 과제수	20	30	30	30	30	30	-	-	-	-	-	170
	누적 과제수	20	50	80	106	130	138	108	78	48	24	-	782
	소요 예산	60	255	435	591	735	783	648	468	288	144	-	4,407
트랙 전환 (3년)	신규 과제수	-	-	-	4	6	6	6	6	6	-	-	34
	누적 과제수	-	-	-	4	10	16	18	18	18	12	6	102
	소요 예산	-	-	-	30	85	145	165	165	165	120	60	935

자료: 추가제출자료 참고하여 연구진 작성.

나. 사업 추진 체계

□ 동 사업 추진 체계

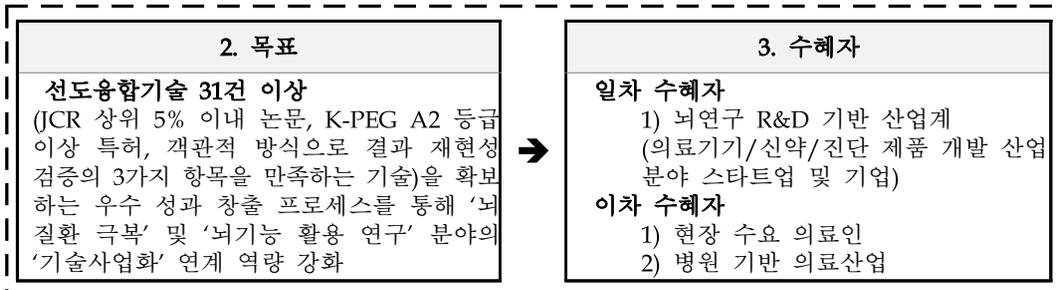
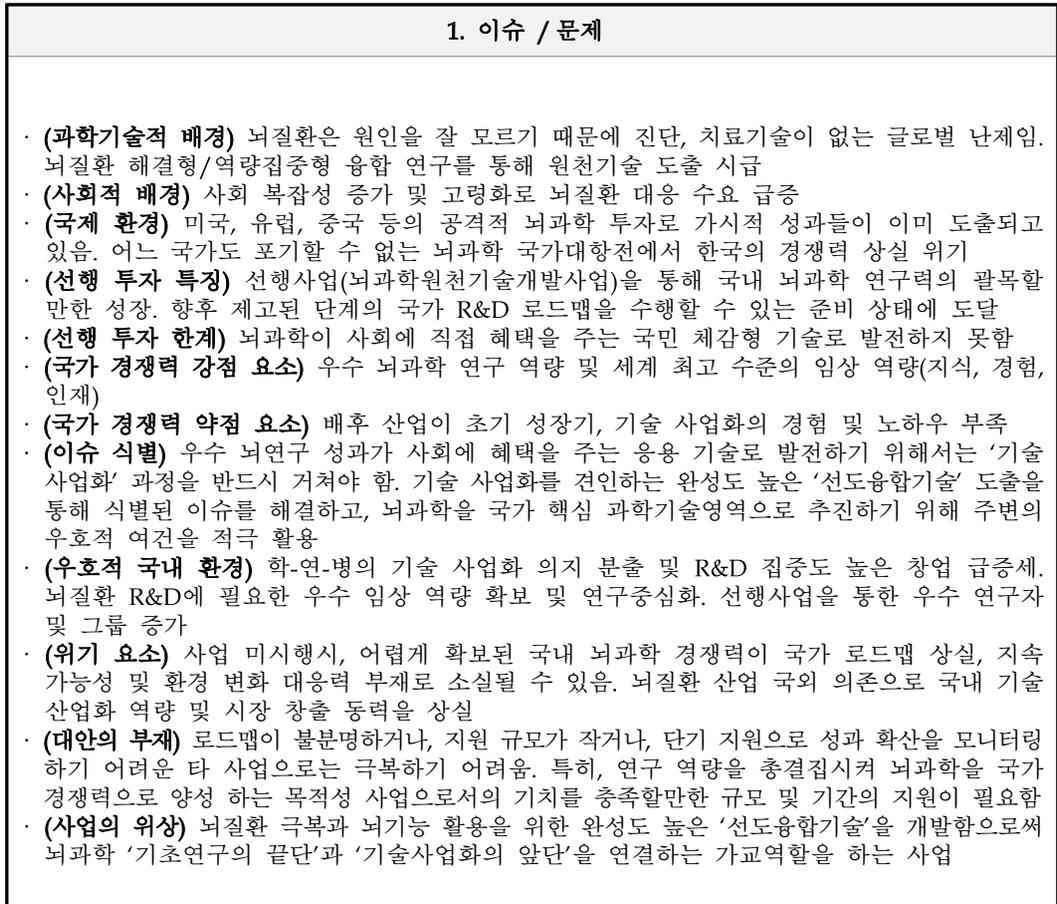
- 과학기술정보통신부
 - 뇌과학 선도융합기술개발사업(K-Brain Project)의 추진 주체로서 전반적인 관리 총괄
- 한국연구재단
 - 사업의 시행 계획 수립 및 공고, 과제 접수, 평가, 진도 관리, 성과 관리 등
- K-Brain Project 자문위원회
 - 선도융합기술 테마 기획, 테마 별 연구과제 상세 기획, 선정, 평가, 성과관리 등을 포함하는 사업 운영 전반에 걸친 자문 수행
- 사업기획위원회
 - 과제제안요구서(RFP) 도출, 국·내외 기술 동향 및 산업동향, 시장성, 과제지원 필요성 등에 대한 기획보고서 작성, 개발대상기술 도출
- 성과컨설팅위원회
 - 수행 과제의 질적 연구 수준 제고, 기술사업화 가치가 증진된 기술 창출, 지식 재산권 포트폴리오 구축, 후행 연구 연계, 기술 이전 또는 창업 등의 지원을 위한 컨설팅 실시

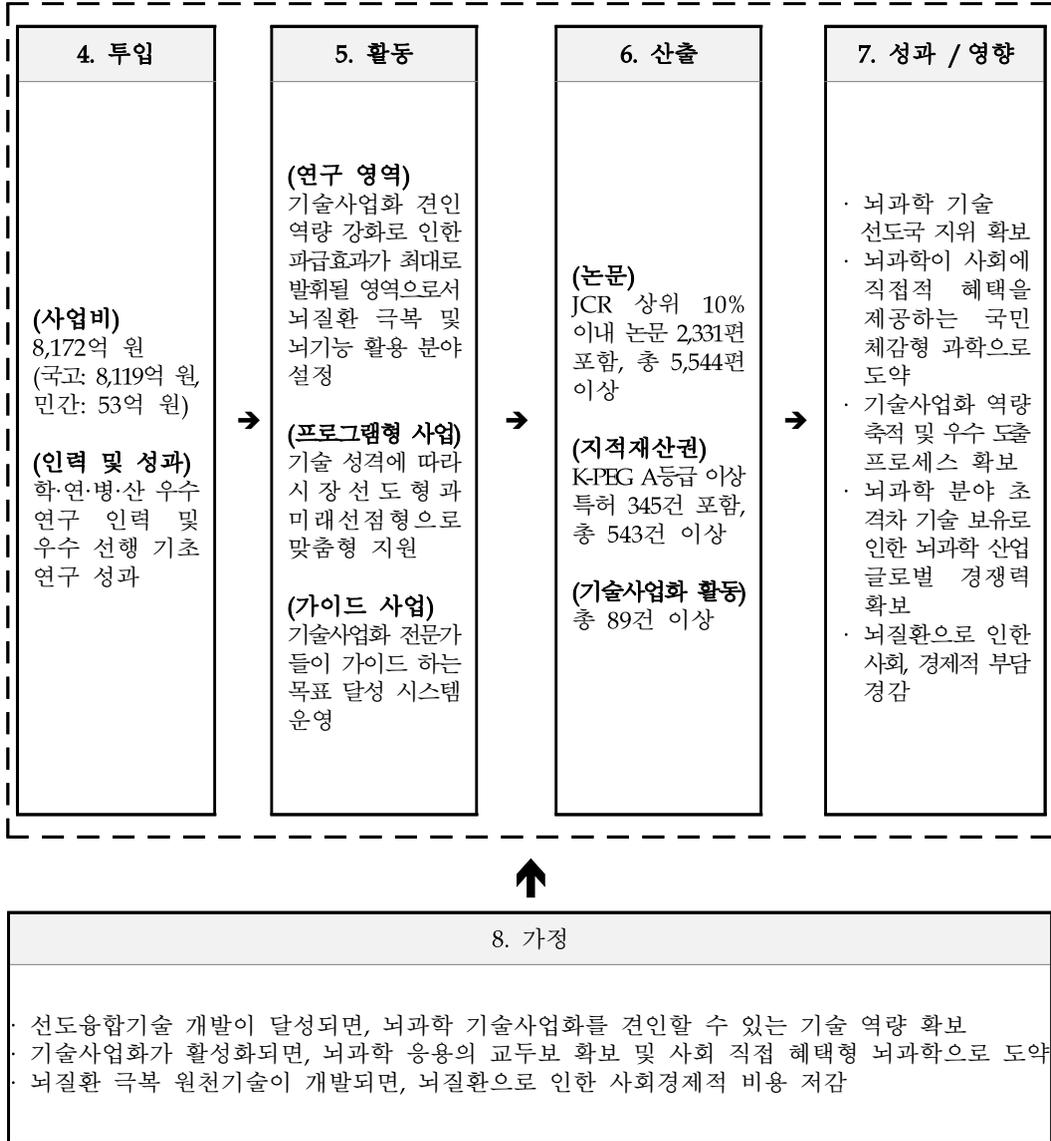


[그림 1-2] 동 사업 추진체계도

자료: 동 사업 기획보고서.

다. 사업 논리모형





[그림 1-3] 동 사업의 논리모형

자료: 동 사업 기획보고서.

제 2 절 조사방법

1. 과학기술적 타당성 분석

- 문제/이슈 도출의 적절성, 사업목표의 적절성, 세부활동 및 추진전략의 적절성 3가지 평가항목을 조사하여 주관부처에서 제출한 기획보고서 내용을 기반으로 과학기술적 측면에서의 타당성 분석을 수행함
- 문제/이슈 도출의 적절성
 - 사전 기획활동을 통해 적절한 문제/이슈를 식별 또는 발굴하였는지, 동 사업을 통해 해결이 가능한지 여부를 검토함
 - 우수 뇌연구 성과의 기술사업화 필요성과 기술사업화 성공 가능성을 높이기 위한 선도융합기술의 구체성에 대한 적절성을 검토함
 - 정부지원의 당위성, 신규 사업 추진을 통한 문제 해결의 용이성, 대형 R&D사업의 시급성 등 핵심 이슈의 사업기획 반영 관련 적절성을 검토함
- 사업목표의 적절성
 - 사업목표와 문제/이슈와의 연관관계, 사업목표를 달성하면 도출된 이슈와 문제가 어떻게, 얼마나 해결될 수 있는지를 분석함
 - 선도융합기술의 개념 및 판단기준의 구체성, 정량적 목표치의 타당성 등에 대해서 검토함
 - 사업목표를 측정하기 위한 성과지표가 적절하게 제시되었는지, 적절하게 제시되었다면 성과지표 설정 근거, 달성 가능성 등을 검토함
- 세부활동 및 추진전략의 적절성
 - 세부활동이 사업목표와 논리적으로 연계되는지, 적절한 수준의 세부활동을 도출하여 제시하였는지(세부활동 수요조사, 기획위원회 전문가 구성, 과제규모 및 기간, 수요의 산출 근거 및 논리 등) 검토함
 - 기술역량 및 시장성에 따라 설계된 두 가지 내역사업의 구체성 및 내역사업 별 참여주체, 과제 수, 지원규모 등 세부활동의 적절성을 검토함
 - 선도융합기술 개발을 위한 44개 테마의 타당성 및 도출 과정의 적절성을 검토함

2. 정책적 타당성 분석

- 정책의 일관성 및 추진체제, 사업 추진상의 위험요인 2가지 평가항목을 조사하여 주관부처에서 제출한 기획보고서 내용을 기반으로 정책적 측면에서의 타당성 분석을 수행함
- 정책의 일관성 및 추진체제
 - 동 사업의 상위 계획과 관련된 법정계획과의 부합성을 검토하고, 별도 사업으로의 추진 적절성 및 유사사업과 비교한 동 사업의 차별성을 조사함
 - 동 사업 추진체제 내 주체들 간의 연계 및 협력방안의 적절성을 검토함
 - 사업내용, 지원내용, 지원규모, 지원대상 등을 중심으로 동 사업과 유사 사업과의 차별성을 검토함
- 사업 추진상의 위험요인
 - 재원확보 측면에서 정부 재원조달 방안과 재원분담 방식이 적절히 제시되었는지 검토함
 - 뇌연구 관련 법·제도적 위험요인을 분석함

3. 경제적 타당성 분석

- 주관부처가 추정한 총사업비 및 비용효과분석 결과를 조사하여 동 사업 기획보고서 내용을 기반으로 경제적 측면에서의 타당성 분석을 수행함
 - 주관부처가 제시한 총사업비 산정 근거를 검토하고 동 사업의 세부비용이 적정 범위에 있는지를 조사함
 - 주관부처가 제시한 효과 추정 방법에 대해 적절성을 검토한 후, 예비타당성조사에서 적용하고자 하는 효과 추정 방향을 제시함
 - 총비용과 효과를 바탕으로 비용효과 분석을 수행하고, 이에 대한 비율을 도출하여 동 사업의 경제성 확보 여부를 분석함

제 2 장 기초자료 분석

제 1 절 뇌과학 개요

1. 뇌과학 정의

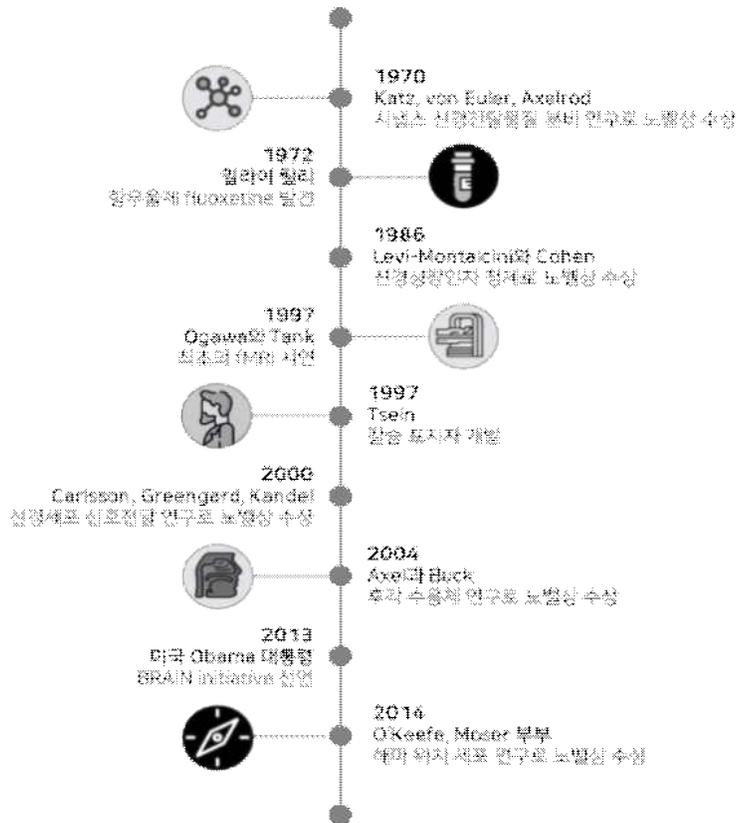
- 뇌과학의 경우, 국내 및 국외 간 정의가 상이하며, 국가별 뇌과학 연구가 추구하는 궁극적인 목표, 세부분야를 구분하는 범위 및 기준 등이 다양함
- 따라서, 본 절에서는 뇌과학 정의 및 뇌과학 연구 분야를 국내, 국외로 구분하여 살펴보고자 함

가. 국내

- 뇌신경생물학과 인지과학적 이해를 바탕으로 뇌 구조와 기능의 근본원리를 파악하고 뇌질환 극복 및 공학적 응용에 활용하는 연구 분야⁴⁾를 의미함
- 고등신경 정신활동에 대한 포괄적인 이해를 위한 기초 학문⁵⁾임
- 뇌연구는 뇌과학, 뇌의약학, 뇌공학 및 이와 관련된 모든 분야에 대한 연구를 의미함

4) 관계부처 합동(2018.05.), 「제3차 뇌연구촉진기본계획」

5) 과학기술정보통신부, 「뇌연구촉진법」, 법률 제5547호, 2022.01.11. 일부개정 / 2022.07.12. 시행



[그림 2-1] 뇌과학의 주요 발견

자료: 동 사업 기획보고서.

나. 국외

- 뇌과학(Neuroscience)은 뇌, 척수, 뉴런(감각신경, 운동신경) 등으로 구성된 신경계(Nervous System)를 연구하는 학문으로, 감정·사고·행동·신체기능(호흡, 심장박동 유지)의 생성 및 조절하는 과정 이해를 목표로 하고 있음
- 뇌과학은 신경계의 구조와 기능을 연구하는 다학제적 과학으로서, 계산뇌과학(Computational Neuroscience, 행동뇌과학(Behavioral Neuroscience), 인지뇌과학(Cognitive Neuroscience)을 포함함은 물론 신경계와 관련된 진화학, 발생학(Development), 세포·분자생물학, 생리학(Physiology), 해부학, 약리학(Pharmacology)도 포함됨

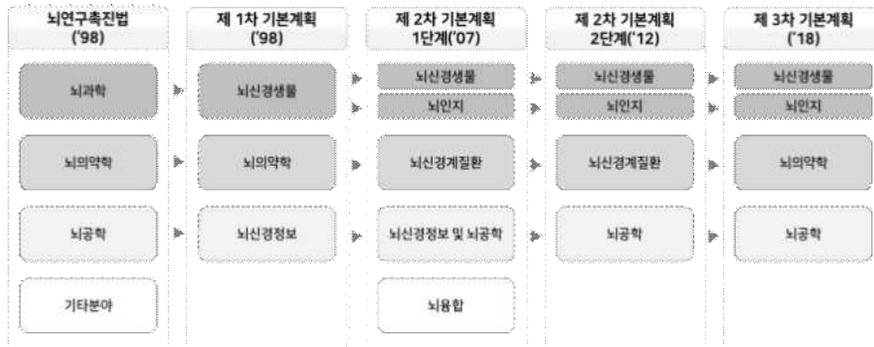
6) <https://www.nichd.nih.gov/health/topics/neuro/conditioninfo>

7) <https://www.nature.com/subjects/neuroscience>

2. 뇌과학 연구 분야

가. 국내

- 「뇌연구촉진 기본계획」은 제1차 기본계획이 '98년에 수립된 이래로 지금까지 크게 3차례 개정되었고, 그 과정에서 뇌연구 기술 분류를 변경함



[그림 2-2] 「뇌연구촉진 기본계획」 뇌연구 기술 분류 이력

자료: 동 사업 기획보고서.

- 「제1차 뇌연구촉진 기본계획」 1단계('98년~'00년)에서는 “뇌이해 및 뇌정보처리 응용”과 “뇌질환 극복”으로 뇌과학 연구 분야를 설정함

<표 2-1> 「제1차 뇌연구촉진 기본계획」 1단계('98년~'00년)의 중점 연구개발 내용 및 핵심과제

분야	중점 연구개발 내용	핵심 연구개발 과제
뇌이해 및 뇌정보처리 응용	신경세포의 분자생물학적 연구	- 신경의 발생·분화·사멸 신호전달 기능 연구 - 신경유전자 발현 및 시냅스 가소성 연구
	뇌의 인지기능 및 행동연구	- 신경계의 통합 조절 및 제어기전 연구 - 뇌의 인지기능 이해, 분석 및 모델 연구
	뇌정보처리 메커니즘을 이용한 시청각시스템 개발	- 인간 시청각 메커니즘의 모델링 연구 - 인간 시청각 모델의 반도체칩 구현 및 시스템 개발
	뇌정보처리 메커니즘을 이용한 추론 및 행동시스템 개발	- 신경회로망 모델링 연구 - 추론 및 행동시스템 개발 및 신경회로망칩 개발
뇌질환 극복	뇌·신경질환의 검색 및 병인 메커니즘 연구	- 뇌·신경질환의 병인메커니즘 연구 - 뇌·신경질환의 예방, 검색, 진단 및 치료기술 개발
	뇌·신경질환 치료제 개발	- 뇌·신경질환 예방약 및 치료제 개발 - 뇌·신경질환 관련 약물 오남용 연구

자료: 관계부처 합동(2000.02), 「2000년도 뇌연구촉진 시행계획」

- 「제1차 뇌연구촉진 기본계획」 2단계('01년~'03년)에서는 기존 “뇌질환 예방 및 극복”, “뇌정보 처리 이해 및 응용”에 “뇌의 신경생물학적 이해”를 추가함

<표 2-2> 「제1차 뇌연구촉진 기본계획」 2단계('01년~'03년)의 중점 연구개발 내용 및 핵심과제

분야	중점 연구개발 내용	핵심 연구개발 과제
뇌의 신경생물학적 이해	뇌기능연구를 위한 기반기술개발	- 생체내 이미징: 신경조직의 나노 미터 단위 실시간 측정법 등
	뇌기능 가소성 (Plasticity) 이해	- 학습과 기억의 신경생물학적 메커니즘 규명 등
	신경시스템 구조와 고등신경기능 이해	- 감각-운동 조절 통합계의 생물학 적 분석 등
	뇌 기능유전자 연구를 통한 뇌기능 향상 (Smart Brain)	- 뇌의 각 영역에서 발현되는 유전자 발굴 및 기능 규명 등
뇌질환 예방 및 극복	뇌신경질환의 기전 규명 및 진단 연구	- 뇌신경질환의 병인기전 규명 연구 - 뇌신경질 환의 검색, 진단 기술 개발 등
	신경세포 재생 및 기능 증진	- 손상된 신경세포의 세포사 억제 기술 연구 등
	뇌질환 예방 및 치료제 개발	- 뇌신경질환 예방약 개발 - 뇌신경질환 치료기술 개발 등
	신경줄기세포 연구	- 신경줄기세포의 분화 과정 연구 - 분화된 신경세포의 이식술 개발 등
뇌정보 처리 이해 및 응용	뇌신호 측정 및 분석기술 연구	- 뇌신호의 인지신경과학적 측정기술 개발 등
	뇌정보처리에 기반한 인공 시각 시스템 개발	- 인간시각계 신호처리 메커니즘 의 이해 및 모델링 연구 등
	뇌정보처리에 기반한 인공 청각 시스템 개발	- 인간청각계 신호처리 메커니즘 의 이해 및 모델링 연구 등
	뇌의 학습/기억/추론/언어 기능 이해 및 구현	- 학습/기억 유형별 정보처리 원리 규명 및 모델링 등
	행동의 뇌정보처리적 이해 및 구현	- 신경계의 통신 및 제어 기전 - 계획모형 및 구현 등
	뇌기능 모방 멀티미디어 처리기술 개발 및 디지털 브레인 개발	- 5감을 이용한 인간기능시스템(디지털 브레인) 개발 등 - 뇌기능 모듈 통합 기술 개발

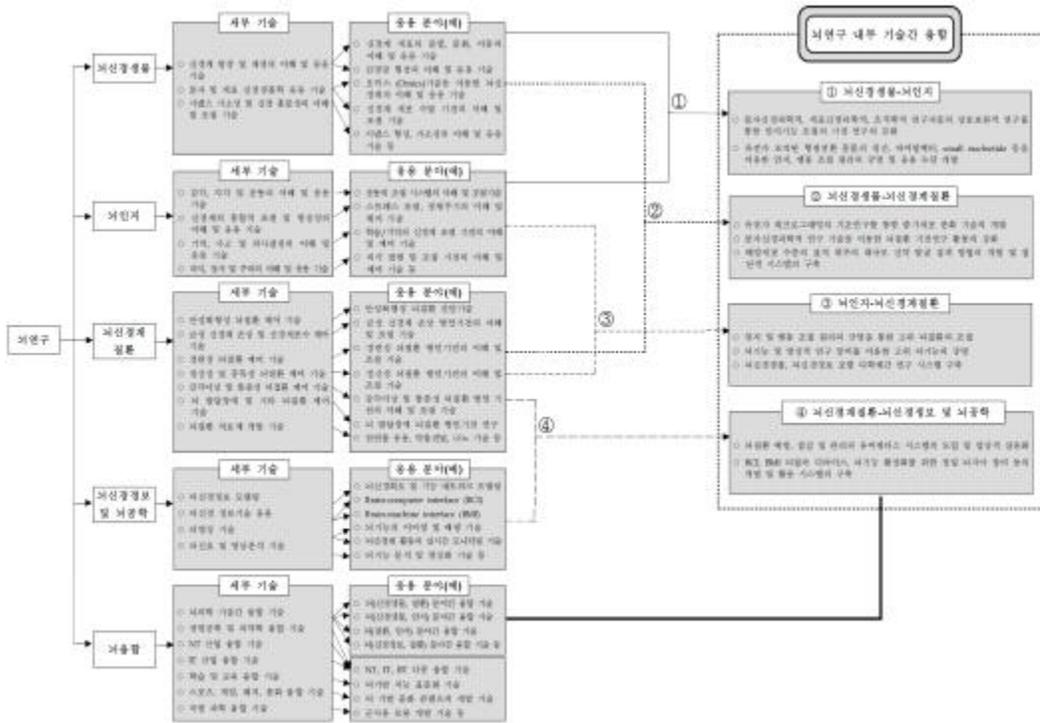
자료: 교육과학기술부(2002.05), 「2002년도 뇌연구촉진 시행계획」

- 「제2차 뇌연구촉진 기본계획」 1단계('07~'11)에서 “뇌신경생물”, “뇌인지”, “뇌신경계 질환”, “뇌신경정보 및 뇌공학”, “뇌융합”의 5대 연구 분야를 제시하였으나, 2단계('12~'17)에서는 “뇌융합”을 제외하였고, “뇌신경정보 및 뇌공학”을 “뇌공학”으로 변경함

<표 2-3> 「제2차 뇌연구촉진 기본계획」 1단계('07~'11)의 세부 기술분야

뇌신경생물	- 뇌신경계의 형성 및 기능에 대한 생물학적 운영 원리를 규명하고, 이를 바탕으로 응용 기술을 개발하는 분야
뇌인지	- 신경시스템, 행동 및 인지기능의 작용기전을 규명하고 그 응용기술을 개발하는 분야
뇌신경계 질환	- 뇌의 구조 및 기능상의 결함 등에 기인한 신체적 정신적 질환 및 장애에 대한 원인 규명과 이의 진단, 치료, 예방에 관한 분야
뇌신경정보 및 뇌공학	- 뇌의 구조와 기능 모델링, 뇌신경계와 외부기기를 융합하여 외부기기를 조작 및 마비된 뇌기능 회복기술 개발 - 뇌기능 이해, 진단 및 치료를 위해 뇌구조/ 기능을 영상화하는 기술
뇌융합	- 뇌 분야간 융합, BT·IT·NT 산업과의 융합, 현재 및 미래의 교육, 문화 등을 포함한 제산업 분야와 연관성을 갖는 분야

자료: 과학기술정보통신부(2018.03), 「제2차 뇌연구촉진 기본계획」



[그림 2-3] 「제2차 뇌연구촉진 기본계획」의 뇌연구 기술계통도(Technology Tree)

자료: 과학기술정보통신부(2018.03), 「제2차 뇌연구촉진 기본계획」

- 「제3차 뇌연구촉진 기본계획」(18년)은 제2차 기본계획의 “뇌신경계질환”을 “뇌의약학”으로 변경하여 “뇌신경생물”, “뇌인지”, “뇌의약학”, “뇌공학”의 4가지 연구 분야로 구분함



[그림 2-4] 「제3차 뇌연구촉진 기본계획」의 뇌연구 4대분야

자료: 과학기술정보통신부 생명기술과(2018.03), 「제3차 뇌연구촉진 기본계획(안)」

- 동 사업의 선행 사업인 「뇌과학원천기술개발사업」(06'년~'20년)은 제2차 및 제3차 「뇌연구촉진 기본계획」의 4대 뇌연구 분야에 실용화 연계를 추가하여 총 5대 영역을 지원함⁸⁾
- 사업 일몰에 따라 후속 사업을 기획하였고, 「뇌연구고도화사업」(18년, 미시행)에서 5대 연구 주제로 “뇌발달 기전 이해 및 조절”, “뇌세포 구조/기능 이해 및 조절”, “인지 및 행동의 기전 및 조절”, “뇌노화 기전 이해 및 조절”, “뇌과학 방법론”을 제시함⁹⁾

<표 2-4> 「뇌연구고도화사업」(18년, 미시행)의 5대 연구 주제

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

자료: KISTEP(2019.08), 「뇌연구고도화사업 2018년도 예비타당성조사 보고서」

8) 과학기술정보통신부 생명기술과(2017.12.14.), 「2018년도 뇌과학원천기술개발사업 시행계획」

9) KISTEP(2019.08.), 「뇌연구고도화사업 2018년도 예비타당성조사 보고서」

- 동 사업에서는 “뇌질환 표적 발굴”, “뇌질환 모델”, “뇌신호 디코딩”, “뇌질환 바이오마커”, “생물화학적 뇌조절”, “공학적 뇌조절”의 6가지 기술 분과를 설정함¹⁰⁾

<표 2-5> 동 사업의 6가지 기술 분과

뇌질환 표적 분야 (뇌질환 표적 발굴)	뇌질환 모델 분야 (뇌질환 모델)	뇌신호 디코딩 분야 (뇌신호 측정 및 디코딩)
<ul style="list-style-type: none"> - 시냅스 손상 - 신경 가소성 및 인지 - RNA 관련 치료기술 - 뇌노화 - 감각과 통증 관문 - 뇌기능/질환 시각화 - 환경-유전자 상호작용 - 뇌 신경계 발달 - 세포 소기관 - 비신경세포 - 뇌혈관장벽 - 신경-면역계 - 대사 질환 및 뇌 - 이온 채널/막단백질 	<ul style="list-style-type: none"> - 오가노이드 - 영장류 모델 - in silico 모델 - 소동물 모델 - 표현형 분석 	<ul style="list-style-type: none"> - 뇌-기계 인터페이스 - 다중 뇌신호 뇌질환 예측 및 진단 - 뇌신호 측정 및 연계 뇌자극 - 감각·지각과 뇌 상호작용 디코딩 - 뇌기능 복원 신경보철 - 실생활 뇌 건강 측정 기술 - 학습/기억/복합인지기능 디코딩 - 정서 및 사회성 뇌지표 디코딩
뇌질환 바이오마커 분야 (뇌질환 바이오마커)	생물화학적 뇌조절 분야 (생물·화학적 뇌조절)	공학적 뇌조절 분야 (공학적 뇌조절)
<ul style="list-style-type: none"> - 신경염증 - 뇌 단백질종 - 다중오믹스 빅데이터 - 글림프시스템 - 소외 희귀 난치 뇌질환 - 바이오마커 검출한계 극복 	<ul style="list-style-type: none"> - 신경망 제어 치료 기술 - 단백질종 제어 - 뇌-말초환경 상호작용 조절 - 뇌 D/N/A(Data, Network, AI) 기반 치료 - 뇌 손상 재건 - 차세대 뇌질환 의약품 디스커버리 	<ul style="list-style-type: none"> - 체내 삼입 극소형 중추신경 전자약 - 비침습적 뇌 피질 자극 - 뇌 심부 자극 기술 - 말초 신경 부착형 전자약 - 웨어러블 말초 신경 조절

자료: 동 사업 기획보고서.

10) 동 사업 기획보고서

나. 국외

- 미국 국립보건원(National Institutes of Health) 산하 미국 국립신경질환뇌졸중 연구소(National Institute of Neurological Disorders and Stroke)의 연구 영역¹¹⁾은 다음과 같음
 - Ion Channels, Transporters and Neurotransmitter Receptors / Cell Biology of Neurons Muscle and Glia / Neurogenetics / Integrative Neuroscience / Neurological Disorders / Behavioral Neuroscience / Synapses and Circuits / Neural Development and Plasticity / Functional and Molecular Imaging / Neuroimmunology and Virology / Neuroendocrinology / Clinical Neuroscience
- 미국 국립보건원 산하 국립아동보건·인간발달연구소(National Institute of Child Health and Human Development)의 뇌과학 영역¹²⁾은 다음과 같음
 - Developmental neuroscience / Cognitive neuroscience / Molecular and cellular neuroscience / Neurogenetics / Behavioral neuroscience / Clinical neuroscience / Neurophysiology / Sensory neuroscience
- 미국 신경과학회(Society for Neuroscience)의 Neuroscience 2022 주제¹³⁾는 다음과 같음
 - Development / Neural Excitability, Synapses, and Glia / Neurodegenerative Disorders and Injury / Sensory Systems / Motor Systems / Integrative Physiology and Behavior / Motivation and Emotion / Cognition / Techniques / History, Education, and Society
- 유럽 신경과학학회(Federation of European Neuroscience Societies) FENS Forum 2022의 주제¹⁴⁾는 다음과 같음
 - Development and Stem Cells / Neurons and Glia: Intrinsic Properties, Cell Biology and Cell Types / Synapses and Plasticity / Sensory and Motor Systems / Cognition and Behaviour / Internal States and Homeostasis / Disorders of the Nervous System / Circuit Dynamics and Oscillations / Computational and Theoretical Neuroscience / Novel Methods and Technology Development / General Neuroscience Topics

11) <https://research.ninds.nih.gov/researchers/neurosciencenih-research-areas>

12) <https://www.nichd.nih.gov/health/topics/neuro/conditioninfo/areas>

13) <https://www.sfn.org/meetings/neuroscience-2022/exhibits/exhibitor-prospectus/exhibitor-registration-and-session-information>

14) <https://forum.fens.org/themes-and-topics/>

제 2 절 뇌과학 정부 투자 및 기술 현황

1. 뇌과학 정부 투자 현황¹⁵⁾¹⁶⁾

- '15년부터 '20년까지 전 분야 정부 R&D 투자액에서 뇌 분야 정부 R&D 투자액 비중은 약 1% 수준을 유지하였고, 동 기간 연평균 증가율도 뇌 분야의 경우 7.9%로 전 분야의 4.8%를 상회함

<표 2-6> 뇌 분야 정부 R&D 투자액 및 비중

(단위: 억 원, %)

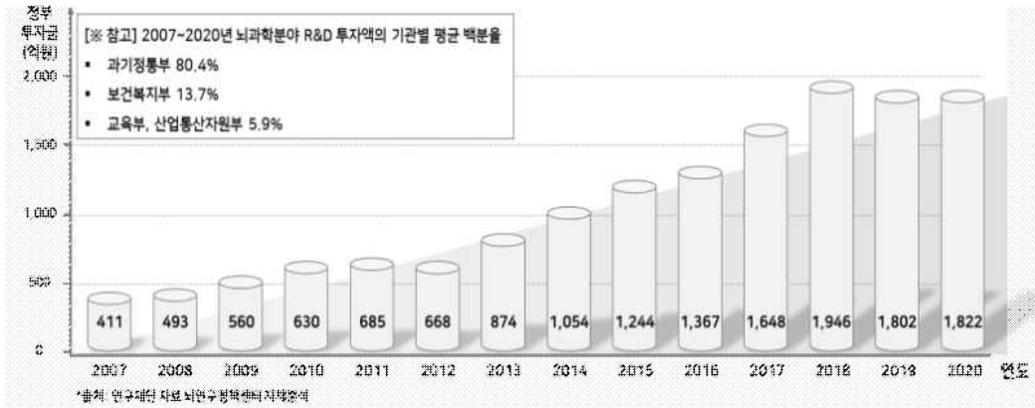
구분	전 분야 정부 R&D	뇌 분야 정부 R&D		뇌과학원천기술개발사업	
	투자액(A)	투자액(B)	비중	투자액(C)	비중(C/B)
2015	188,747	1,244	0.7	241	19.4
2016	190,044	1,367	0.7	326	23.8
2017	194,615	1,648	0.8	418	25.4
2018	197,759	1,946	1.0	511	26.3
2019	206,254	1,802	0.9	516	28.6
2020	238,803	1,822	0.8	478	26.2
연평균 증가율	4.8%	7.9%	1.7%	14.7%	6.2%

자료: 동 사업 기획보고서.

- 뇌연구 분야 정부 R&D 투자 규모는 '07년 411억 원에서 '20년 1,822억 원으로 연평균 12% 가량 증가하였고, 같은 기간 연 평균 부처별 비중은 과학기술정보통신부 80.4%, 보건복지부 13.7%, 교육부 및 산업통상자원부 5.9%를 기록함

15) 동 사업 기획보고서

16) 황두희, 김현정(2020.08), “뇌연구 분야 정부R&D 투자 현황 분석과 시사점”, 「한국뇌연구원 Brain Insight」 Vol.1



[그림 2-5] '07년~'20년 뇌연구 분야 정부 R&D 투자 규모

* : 동 사업 기획보고서 및 한국뇌연구원이 발간하는 「뇌연구 통계 연감」 수치 간 서로 상이함.
 자료: 동 사업 기획보고서.

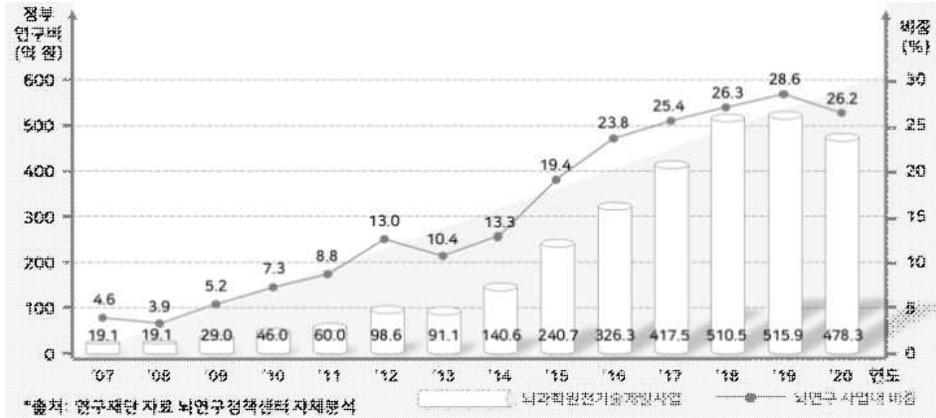
□ 연구개발 단계별(기초연구, 응용연구, 개발연구, 기타) 정부 R&D 투자 비중을 살펴보면, 기초연구의 비중이 현저하게 높은 상황임



[그림 2-6] 연구개발 단계별 뇌연구 분야 R&D 투자 비중

자료: 한국뇌연구원(2020.08), “뇌연구 분야 정부R&D 투자 현황 분석과 시사점”, 「Brain Insight」 Vol. 01.

□ 선행사업인 「뇌과학원천기술개발사업」을 통한 정부 R&D 투자액은 '07년 19억 원에서 '20년 478억 원으로 연평균 28.1% 증가하였으며, '19년에는 뇌 연구 분야 국가 R&D 투자액 중 28.6%를 차지함



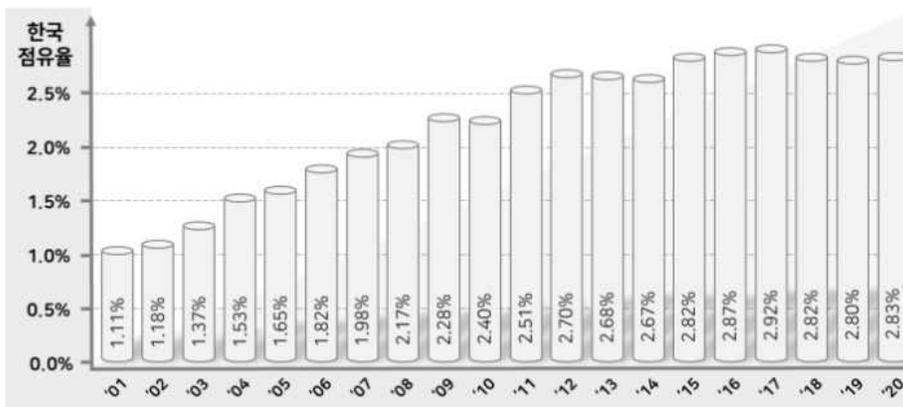
[그림 2-7] 뇌과학원천기술개발사업 정부 R&D 투자액

자료: 동 사업 기획보고서.

2. 뇌과학 기술 현황

(1) 뇌과학 분야 논문 성과¹⁷⁾

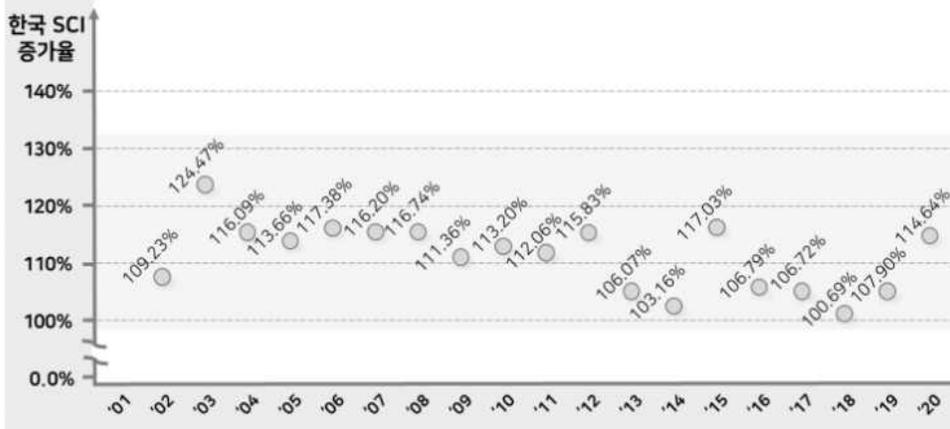
- 우리나라의 뇌과학 분야 SCI급 논문 점유율은 '01년 1.11%(17위)에서 '20년 2.83%(12위)로 상승하였고, 동 기간 연평균 증가율은 12.07%에 달하여 세계 평균인 6.58%를 상회함
- 같은 기간 전세계 뇌과학 분야 SCI급 논문은 총 4,167,649건이며 우리나라는 102,477건을 발표하여 2.46%를 차지함



[그림 2-8] 한국의 뇌과학 분야 SCI급 논문 점유율

자료: 동 사업 기획보고서.

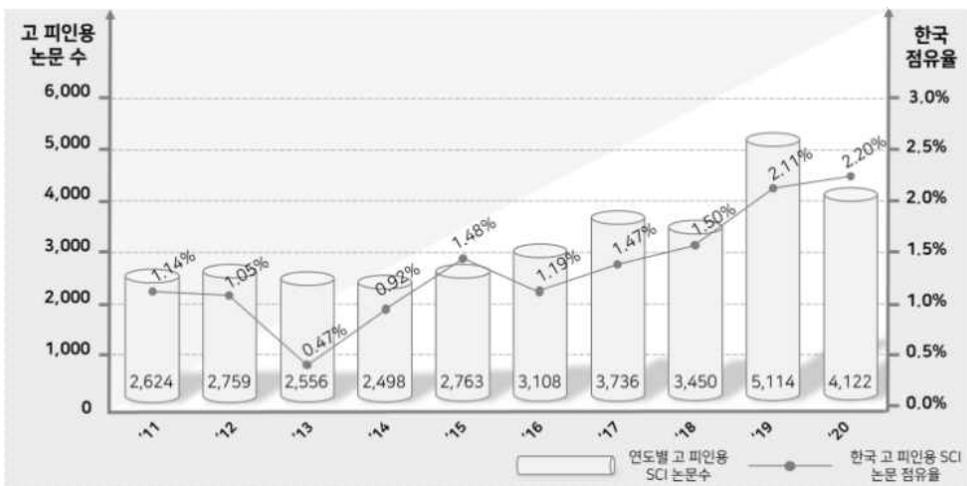
17) 동 사업 기획보고서.



[그림 2-9] 한국의 뇌과학 분야 SCI급 논문 연간 증가율

자료: 동 사업 기획보고서.

- '11년에서 '20년 사이 전세계에서 발간된 뇌과학 분야 논문 중 피인용 상위 1%에 해당하는 고 피인용도 논문은 총 37,049편이고, 이 중 우리나라는 529편 1.428%로 세계 18위에 위치하고 있음
- 뇌과학 분야 SCI급 논문의 점유율의 양적 향상에도 불구하고 상대적으로 저조한 고 피인용 논문 실적을 기록하여 질적 수준 향상이 요구되지만, 고 피인용 논문의 연도별 점유율이 증가 추세에 있어 향후 긍정적인 전망이 가능함



[그림 2-10] 전세계 뇌과학 분야 SCI급 고 피인용도 논문 및 한국 점유율

자료: 동 사업 기획보고서.

(2) 뇌과학 분야 특허 성과¹⁸⁾

- '01년부터 '20년 까지 특허 데이터베이스에 등록된 주요국 뇌과학 분야 특허는 총 24,397건이고, 그 중 우리나라의 등록 특허는 4,343건으로 17.42%를 차지함
- 동 기간 미국은 7,940건으로 31.84%를 차지하였고, 중국은 5,301건으로 21.26%를, 유럽은 4,014건으로 16.10%를, 일본은 3,339건으로 13.39%를 차지함
 - 우리나라의 연도별 점유율은 '01년 0건 0%에서 시작하여 '20년에는 1,047건 26.41%를 기록하며 뇌과학 분야 국제 경쟁력 상승 추세임

<표 2-7> 연도별 주요국 뇌과학 분야 등록 특허

연도	주요국 전체	미국	유럽	일본	중국	한국	한국 점유율(%)
2001	58	1	57	0	0	0	0.00
2002	126	8	115	2	0	1	0.79
2003	188	32	153	0	1	2	1.06
2004	221	39	161	3	12	6	2.71
2005	292	46	168	18	28	32	10.96
2006	368	78	167	10	66	47	12.77
2007	397	114	148	30	53	52	13.10
2008	457	110	172	43	81	51	11.16
2009	510	180	163	39	92	36	7.06
2010	697	283	182	90	90	52	7.46
2011	884	324	167	102	176	115	13.01
2012	1,129	365	151	208	261	144	12.75
2013	1,435	492	180	227	305	231	16.10
2014	1,636	645	173	242	311	265	16.20
2015	1,937	720	214	312	443	248	12.80
2016	2,129	724	303	260	535	307	14.42
2017	2,515	812	324	356	519	504	20.04
2018	2,684	817	329	380	597	561	20.90
2019	3,310	1,095	356	474	743	642	19.40
2020	3,964	1,055	331	543	988	1,047	26.41
합계	24,937	7,940	4,014	3,339	5,301	4,343	17.42

자료: 동 사업 기획보고서.

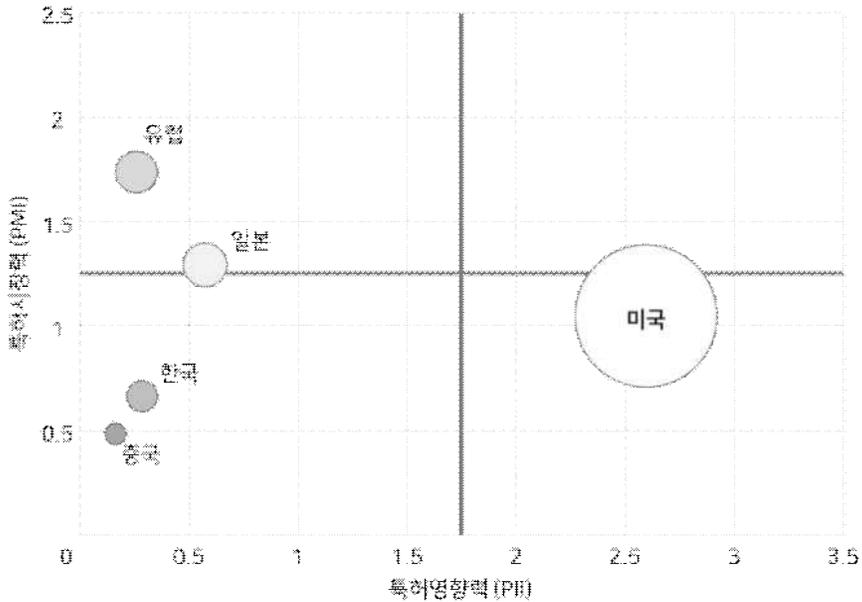
18) 동 사업 기획보고서

- 국가별 특허의 인용도 지수(Cites per Patent), 영향력 지수(Patent Impact Index), 기술력 지수(Technological Strength), 시장확보 지수(Patent Family Size), 시장력 지수(Patent Market-power Index) 현황은 다음과 같음
- 한국은 CPP와 PII에서 4위에 위치하나 2위 및 3위 국가와의 수치상 차이가 미미하고, TS는 3위를 기록하여 2위인 일본과 차이를 보였으며, PFS와 PMI 모두 4위로서 상위권 국가들에 비해 저조함

<표 2-8> 주요국 특허 분석지표별 순위

국적	특허 등록 건수			인용도 지수		영향력 지수		기술력 지수		시장확보 지수		시장력 지수	
	등록 건수	순위	비율	CPP	순위	PII	순위	TS	순위	PFS	순위	PMI	순위
미국	7,940	1위	1	18.9	1위	2.643	1위	2,095	1위	0.33	1위	1.05	3위
유럽	4,014	4위	0.23	1.85	3위	0.258	3위	1,035	4위	0.27	2위	1.73	1위
일본	3,339	5위	0.19	1.82	2위	0.524	2위	1,749	2위	0.17	3위	1.29	2위
중국	5,301	2위	0.31	1.21	5위	0.169	5위	895	5위	0.1	5위	0.48	5위
한국	4,343	3위	0.25	1.77	4위	0.247	4위	1,072	3위	0.11	4위	0.63	4위

자료: 동 사업 기획보고서.



[그림 2-11] 주요국 특허 영향력 지수 및 시장력 지수 비교

자료: 동 사업 기획보고서.

(3) 주요 분야별 기술수준 평가¹⁹⁾

□ 뇌신경계 질환 원인 규명 및 치료·예방기술

- ① 뇌신경계의 발생·분화·노화·사멸 현상, 뇌인지 및 정서 기능의 작동 원리를 밝히고, 이에 따른 뇌신경계 질환의 원인규명 및 기전을 밝히는 기술, ② 신경세포 사멸, 노화 및 기능 손실로 인한 뇌신경계 기능저하를 복원하거나 이를 대체할 수 있는 치료법을 개발하여, 퇴행성 뇌질환 및 뇌혈관계 치료 및 예방에 기여하는 기술 등으로 정의함
- 해당 분야 우리나라의 기술 수준은 선도국인 미국의 75.0% 수준으로 '18년 대비 5%p 상승하며 기술 격차를 1.8년 축소하였으나, 중국이 78.0% 수준을 보이며 우리나라를 추월함

<표 2-9> 뇌신경계 질환 원인 규명 및 치료·예방기술 분야 주요국 기술수준 변화

국가	기술수준(%)			기술격차(년)			기술수준 그룹	
	2018	2020	증감(%p)	2018	2020	증감(년)	2018	2020
한국	70.0	75.0	5.0	4.3	2.5	-1.8	추격	추격
중국	65.0	78.0	13.0	5.0	2.5	-2.5	추격	추격
일본	87.5	88.0	0.5	2.0	1.5	-0.5	선도	선도
EU	90.0	90.0	0.0	1.3	1.0	-0.3	선도	선도
미국	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	최고	최고

자료: KISTEP(2020), 「2020년 기술수준평가」

- 해당 분야에서 선도국 대비 우리나라의 기술력은 모든 지표에서 3위~5위 수준에 머무르며, 특히 특허 영향력, 중요논문 비율, IP4 점유율 항목이 상당히 저조함

<표 2-10> 뇌신경계 질환 원인 규명 및 치료·예방기술 분야 선도국 대비 한국 기술력

구분	논문 영향력	특허 영향력	중요논문 비율	중요특허 비율	연구주체 다양도	IP4 점유율	특허 청구항수
선도국	미국	미국	미국	미국	EU	미국	미국
	21.5	12.4	37.7%	49.3%	0.96	53.0%	18.3
한국	3위	5위	5위	3위	5위	4위	3위
	14.9	1.6	3.0%	13.9%	0.76	9.7%	11.0
5개국 평균	16.6	10.4	-	-	0.93	-	11.2

자료: KISTEP(2020), 「2020년 기술수준평가」

19) KISTEP(2020), 「2020년 기술수준평가」

□ 뇌신호 관측 및 조절 기술

- ① 뇌의 구조를 이해하기 위하여 고해상도로 뇌를 영상화하고 신경세포간의 연결 관계를 해석하는 기술, ② 뇌의 기능을 연구하기 위하여 뇌의 기능과 관련된 전기적 신호 및 화학적 신호를 뇌의 부위별로 정밀 측정하고, 기능에 관련된 뇌부위의 연결 관계를 밝히는 기술, ③ 침습적 및 비침습적인 방법으로 다양한 뇌의 기능과 관련된 뇌회로를 정밀 제어하여 뇌기능을 증진 시키거나 뇌질환을 치료하는 기술 등으로 정의함

<표 2-11> 뇌신호 관측 및 조절 기술 분야 주요국 기술수준 변화

국가	기술수준(%)			기술격차(년)			기술수준 그룹	
	2018	2020	증감(%p)	2018	2020	증감(년)	2018	2020
한국	65.0	70.0	5.0	4.0	4.0	0.0	추격	추격
중국	58.5	75.0	16.5	4.0	4.0	0.0	추격	추격
일본	75.0	75.0	0.0	2.8	3.0	0.2	선도	추격
EU	90.0	90.0	0.0	1.0	1.0	0.0	선도	선도
미국	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	최고	최고

자료: KISTEP(2020), 「2020년 기술수준평가」

- 해당 분야에서 또한 선도국 대비 우리나라의 기술력은 모든 지표에서 3위~5위 수준에 그쳤고, 특허 영향력, 중요논문 비율, IP4 점유율 항목에서 뚜렷한 격차를 보임

<표 2-12> 뇌신호 관측 및 조절 기술 분야 선도국 대비 한국 기술력

구분	논문 영향력	특허 영향력	중요논문 비율	중요특허 비율	연구주체 다양도	IP4 점유율	특허 청구항수
선도국	미국	미국	미국	미국	EU	미국	미국
	16.8	14.6	39.2%	47.3%	0.95	48.8%	19.4
한국	3위	5위	5위	3위	5위	4위	3위
	10.2	3.7	2.6%	13.2%	0.72	8.1%	11.7
5개국 평균	13.5	12.6	-	-	0.91	-	11.0

자료: KISTEP(2020), 「2020년 기술수준평가」

제 3 절 뇌과학 정책동향

1. 국내 정책

가. 뇌연구촉진법²⁰⁾²¹⁾

- 정부는 「과학기술혁신 5개년 계획(1997~2002)」(‘97.12.)을 바탕으로 국가차원에서 뇌과학 연구를 지원하기 위해 「뇌연구촉진법」(‘98.06.03.)을 법률 제5547호로서 제정함
- 주요 내용은 뇌연구 정의와 적용범위, 정부 등의 책무, 「뇌연구촉진기본계획」 및 「뇌연구촉진시행계획」의 수립, 뇌연구 투자 확대 및 뇌연구 추진 시책 마련 등이 있음
 - 「뇌연구촉진기본계획」은 과학기술정보통신부 장관이 수립하며, ① 뇌연구의 중장기적 목표 및 내용, ② 뇌연구에 필요한 투자재원의 확대방안 및 추진계획, ③ 교육, 산업, 보건복지, 정보통신, 과학기술 등 각 분야의 뇌연구에 관한 계획, ④ 뇌연구에 필요한 인력자원의 개발 및 효율적인 활용에 관한 종합계획, ⑤ 뇌연구 결과의 이용과 보전에 관한 계획, ⑥ 기타 뇌연구 촉진을 위하여 필요한 중요사항을 포함함
 - 「뇌연구촉진시행계획」은 「뇌연구촉진기본계획」에 의거, 관계부처의 협의를 거쳐 매해 수립 및 시행함

나. 제3차 뇌연구촉진기본계획²²⁾

- 「뇌연구촉진법」 제5조에 따라 4개 관계부처(과학기술부, 교육부, 보건복지부, 산업통상자원부)가 공동으로 수립하여 뇌과학 분야의 육성과 발전을 위한 국가차원의 비전과 정책방향을 제시함
 - 「과학기술기본계획」과 「생명공학육성기본계획」을 각각 최상위계획과 상위계획으로 두는 뇌과학 분야 R&D 최상위 법정계획으로 과학기술정보통신부 주관 하 관계부처 협력을 통해 수립함
 - 제1차 기본계획(‘98~‘07), 제2차 기본계획(‘08~‘17)의 후속 계획이며, 5년 주기의 단계(1단계: ‘18~‘22, 2단계: ‘23~‘27)별 수정 및 보완함

20) 과학기술정보통신부, 「뇌연구촉진법」, 법률 제5547호, 2022.01.11. 일부개정 / 2022.07.12. 시행

21) <https://www.archives.go.kr/next/search/listSubjectDescription.do?id=004576&pageFlag=&sitePage=1-2-1>

22) 관계부처 합동(2018.05), 「제3차 뇌연구촉진 기본계획」



[그림 2-12] 제1차, 제2차, 제3차 기본계획의 주요목표 및 성과

자료: 관계부처 합동(2018.05), 「제3차 뇌연구추진 기본계획」

- “뇌 이해 고도화와 뇌 활용의 시대 진입”이라는 비전과 “뇌에 대한 근원적 이해 도전”, “뇌질환 극복을 통한 국민 부담 경감 및 삶의 질 제고”, “뇌연구 기반 신기술 창출”의 3대 목표를 달성하기 위해 6대 중점과제를 설정함
 - 인간 뇌의 근본적 이해를 위한 뇌연구 고도화: 연구자 중심의 기초연구 강화, 글로벌 최초로 도전하는 핵심 원천연구 추진, 「Korea Brain Initiative」 추진, 인간의 사회·문화적 행동에 대한 연구 추진, 효과적 뇌 원리이해 방법론 및 모델을 개발함
 - 생애주기별 맞춤형 건강뇌 실현: 치매국가책임제에 대응한 과학기술을 통한 치매극복 추진, 고발병성 뇌질환 연구개발 강화, 난치성·희귀뇌질환 진단 및 치료기술을 개발함
 - 뇌 원리를 적용한 지능화·융합 신기술 개발: NI+AI 연계 4차 산업혁명 핵심 기반기술 개발, 융합을 통한 신개념 뇌질환 치료기술을 개발함
 - 공유·융합을 촉진하는 뇌연구 생태계 구축: 융합형 인력양성 강화, 뇌연구 자원 확보 및 활용 플랫폼 구축, 뇌연구특화 병원 지정 등을 통한 R&D 효율성 제고, 뇌연구 활성화를 위한 제도·규제 개선, 건전한 뇌연구를 위한 뇌신경윤리 강화, 글로벌 역량을 갖춘 강소형 뇌연구소 육성, 국민과의 뇌과학 소통을 강화함
 - 글로벌 협력체계 구축: 국제 뇌과학 이니셔티브(IBI) 참여, 국제 뇌신경과학총회(IBRO) 성공적 개최, 한·중·일 등 뇌과학 분야 협력체계 내실화 및 구축함
 - 기술·창업 중심의 태동기 뇌산업 육성·지원: 기술중심의 벤처·창업 생태계 조성, 벤처·중소기업 혁신 R&D를 통한 뇌분야 사업화 성공사례를 창출함



[그림 2-13] 제3차 뇌연구촉진기본계획의 비전 및 목표

자료: 관계부처 합동(2018.05), 「제3차 뇌연구촉진 기본계획」

- 「제3차 뇌연구촉진기본계획」을 통해 뇌에 대한 근본적인 이해 증가로 미래 삶의 방식 혁신, 정밀의학의 발전으로 개인 맞춤형 건강한 뇌 관리, 4차 산업혁명의 기반이 되는 신기술 창출로 신성장동력 제공, 뇌연구 분야의 글로벌 리더십 확보가 기대됨

<표 2-13> 뇌연구의 미래상(2027년)

	<p>뇌기능 작동원리 이해</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 뇌지도를 바탕으로 실시간 분석/진단 ▶ 다양한 모델의 미니뇌(오가노이드) 활용으로 동물실험 감소 ▶ 3D 스캔, VR을 이용한 가상 뇌신경회로망으로 뇌질환을 분석/진단 및 치료활용
	<p>뇌신경활동 측정 및 자극기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 신체장애우의 의족, 의수를 BMI로 조정 ▶ 신경조정술(Neuromodulation), 브레인 칩 등을 활용하여 필요한 정보를 다운로드/업로드 ▶ 무용, 음악 등 창작활동 중에 뉴로 모듈레이션을 이용하여 표현력 증가
	<p>생애주기별 맞춤형 건강뇌 구현</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 개인에 특화된 뇌신경회로망을 통하여 뇌질환의 조기진단 및 예방 ▶ 전자약/유전자 가위 등을 활용한 약물 사용 시간단축, 화학약물의 부작용, 부담감 경감 ▶ 비약물 치료, 뉴로모듈레이션, 장애 극복
	<p>4차 산업혁명 대응 뇌연구</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ BMI 등의 기술을 활용하여 뇌파로 감정 및 의사 전달 ▶ 뇌파로 조종하여 반려동물도 함께할 수 있는 게임/레저 활동 ▶ 환자의 상태를 사물 인터넷으로 실시간 모니터링하고 원격진단

자료: 관계부처 합동(2018.05), 「제3차 뇌연구촉진 기본계획」

다. 뇌과학원천기술개발사업²³⁾

- 미래 유망분야인 뇌연구를 통해 치매·파킨슨병 등 노인성 뇌질환의 예방·치료기술, 신체장애 극복기술, 뇌기능 강화 기술 및 AI 기반 기술 등 뇌분야 핵심 원천기술 확보를 통한 미래시장 선점을 목적으로 과학기술정보통신부에서 시행함
- 4대 분야(뇌신경생물, 뇌인지, 뇌신경계질환, 뇌공학) 및 융합 분야와 실용화 연계 (치매 연구, 인터넷·게임 디톡스 등)로 구성됨

23) 과학기술정보통신부(22.01.), “2022년도 예산 및 기금운용계획 사업설명자료”

<표 2-14> 뇌과학원천기술개발사업 사업체계

세부사업	분야	내용
뇌연구 4대 분야 및 융합	4대 분야 연구	뇌신경생물 (신경계 발생 및 재생/ 신경계 분자 및 세포생물학/ 시냅스가소성 및 흥분성/ 신경계특이적 기능제어 등)
		뇌인지 (지각, 주의 및 의식/ 학습, 기억 및 언어/ 정서, 동기 및 의사결정/ 개인차, 사회인지 및 문화 등)
		뇌신경계질환 (질환의 기전규명 및 제어/ 뇌질환의 치료제 개발/ 건강한 신경계 영유 등)
		뇌공학 (뇌구조 기능측정 및 모델링/ 뇌-기계 인터페이스/ 뇌기능 증진기술 등)
	뇌융합 연구	융합연구 (단위 뇌세포 분자수준 이미징 기술, 미니뇌 제작·활용기술 등)
실용화 연계 (치매/디톡스)	치매 연구	치매조기진단과 예측을 위한 뇌지도 및 융합기술 개발
	인터넷·게임 디톡스	인터넷·게임 중독의 모니터링 시스템, 원인분석 모델, 예방 및 치료 가상현실기반 프로그램 개발 등

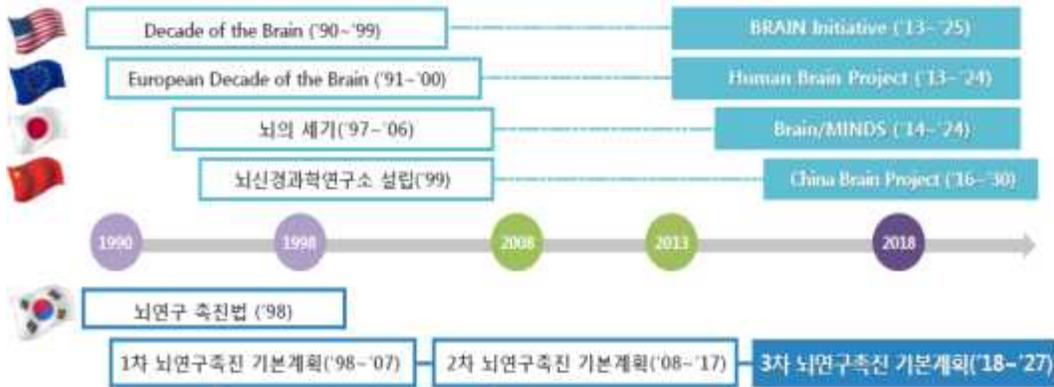
자료: 과학기술정보통신부(2021), 「2021년도 뇌과학원천기술개발사업 자체평가보고서」

<표 2-15> 뇌과학원천기술개발사업의 연혁

연혁	계획
'97.09	뇌연구개발사업 기본계획 수립
'98.06	뇌연구개발사업 착수 - 뇌신경생물학사업('98~'08), 뇌의약학연구사업('98~'07), 뇌신경정보학사업('98~'08)
'05.04	뇌혈관한의학기반조성사업 착수('05~'14) - '09년부터 한의학연구원 고유사업으로 전환
'06.11	바이오기술개발사업 내역사업으로 뇌과학원천기술연구사업 착수 - 뇌인지과학 등 연구 분야
'08.03	부처업무조정예 따른 사업 이관 및 후속 사업 중단 - 뇌과학원천기술사업 연구 분야에 뇌신경정보학(산업자원부), 뇌의약학(보건복지부) 포함
'09.01	뇌과학원천기술개발사업으로 분리 - 뇌신경생물학, 뇌인지 등 연구 분야
'09.05	뇌신경계질환(뇌기능제어조절) 연구 분야 추가
'10.05	뇌신경정보, 뇌공학 연구 분야 추가
'11.05	뇌신경생물, 뇌융합 연구 분야 추가
'13.11	치매 예측 뇌지도 구축 시범 사업 추진
'14.07	인터넷·게임 디톡스 사업(다부처 공동) 추진

자료: 과학기술정보통신부 예산 및 기금운용계획 사업설명자료, 사업 자체평가보고서를 바탕으로 연구진 작성.

2. 국외 정책



[그림 2-14] 국내외 뇌연구 현황 및 전망

자료: 과학기술정보통신부 생명기술과(2018.03), 「제3차 뇌연구촉진 기본계획(안)」

가. 미국

- 미국 조지 H. W. 부시 대통령은 대통령 포고(Presidential Proclamation) 제6158호를 통해 1990년대를 뇌의 10년(Decade of Brain)으로 지정함('90.07.17.)²⁴⁾
 - 미국 국립보건원(NIH)과 미국 국립과학재단(NSF) 주도로 연구 수행함²⁵⁾
 - 약물 중독과 뇌 기능에 미치는 영향, 노화에 의한 치매(알츠하이머 및 파킨슨병)의 진단과 치료, 정신 및 행동 장애의 원인 규명과 치료법, 뇌 및 척수 손상의 회복, 의사소통 및 감각 기능 장애, 태아의 뇌 및 신경계 성장, 학습과 기억 기전, 뇌 기능의 재활과 복구, 환경이 뇌에 미치는 영향 등을 연구함²⁶⁾
- 미국 버락 오바마 대통령의 국정연설(State of the Union)에 근거하여 BRAIN(Brain Research Through Advancing Innovative Neurotechnologies) Initiative 시행함('13.12.12)²⁷⁾²⁸⁾²⁹⁾

24) <https://www.loc.gov/loc/brain/>

25) 한국보건산업진흥원, 특허청(2013), “정신건강 R&D 사업 기획 특허동향”

26) Federal Coordinating Council for Science, Engineering and Technology(1991.04.), “Decade of the Brain 1990-200: Maximizing Human Potential”

27) 관계부처 합동(2020, 2021), 「2020년도 뇌연구촉진 시행계획」, 「2021년도 뇌연구촉진 시행계획」

- 하등동물부터 인간까지 뇌신경회로망 작성 및 혁신기술개발을 위한 대형 프로젝트로서, 인간커넥톰, 통증, 신경계 질환 치료제 등을 중점 분야로 선정하여 인간 행동 관련 신경회로 지도 작성 및 신경활동을 이해하기 위한 연구를 지원함
- 미국 국립보건원(NIH), 미국 국립과학재단(NSF), 미국 국방고등연구계획국(DARPA), 미국 정보고등연구기획청(IARPA), 미국 식품의약품안전처(FDA) 등 5개의 정부기관이 참여함

<표 2-16> 정부기관별 주요 동향

미국 국립보건원 (NIH)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ NIH의 21년 총 예산은 429억 달러이며 이중 뇌과학과 관련된 연구비는 약 85억 달러로 NIH 예산 중 19.8% 차지 - 뇌과학 분야별 투자는 뇌질환 25.1억 달러, 노화 39.0억 달러, 정신건강 21.0억 달러 차지 - 효과적인 치매 예방과 치료를 위한 국가치매 계획을 수립, 치매환자 데이터 베이스를 구축하는 알츠하이머병 뇌영상 선도연구 사업을 통해 치매 연구 지원 - BRAIN Initiative 5.6억 달러 투자(전년도 대비 6,000만 달러 증액) - 알츠하이머를 포함한 치매 연구 31.2억 달러 투자(전년도 대비 3억 달러 증액) ▪ NIH 산하의 국립정신건강연구소, 국가 알코올 남용 및 중독 연구소, 미국 국립약물남용연구소를 중심으로 정신건강 연구수행
미국 국립과학재단 (NSF)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ '21년 NSF 총예산은 85억 달러로 '20년 대비 2억 804만 달러(2.7%) 증액, 핵심 연구분야는 전년도와 동일한 수준의 투자를 이어가며, 인공지능 분야에 8.7억달러 투자를 결정(FY2019 대비 약 1.9배 투자)
미국 정보고등연구기획청 (IARPA)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ '15~'20년, 약 6년간 BRAIN Initiative 프로젝트의 일환으로 IARPA는 뇌 알고리즘 역공학 연구를 통해 머신러닝의 혁신을 주도 할 "MICrONS" 프로젝트 추진 - Machine Intelligence from Cortical Networks program: 인간 뇌와 유사한 기능 수행을 위한 머신러닝 알고리즘 개발을 목표로 5년간 1억 달러 투입

자료: 관계부처 합동(2020, 2021), 「2020년도 뇌연구촉진 시행계획」, 「2021년도 뇌연구촉진 시행계획」을 바탕으로 연구진 작성.

- 20개 이상의 민간 재단 및 연구소, 대학 등 참여하며, 대표적으로 Allen Institute for Brain Science, Howard Hughes Medical Institute, Kavli Foundation, Simons Foundation, Salk Institute for Biological Studies, American Brain Coalition, Dana Foundation, International Neuroethics Society, IEEE Brain 등이 참여함

28) <https://www.braininitiative.org/>

29) <https://braininitiative.nih.gov/>

- '13년부터 '25년 까지 총 46.4억 달러를 투자할 예정으로, '14년에는 0.4억 달러, '15년에는 1억 달러, '16년과 '20년 사이에는 매년 4억 달러를 투자하였고, '21년부터 '25년 까지 매년 5억 달러씩 투자할 계획임
- '19년에는 기존 BRAIN Initiative에서 개발된 기술 및 데이터 공유, 인력 양성, 기술보급 및 확산, 대중과의 소통 및 기초연구의 질병 모델과의 연결 등을 주요 이슈로 하는 BRAIN Initiative 2.0을 발표함

<표 2-17> BRAIN Initiative 2.0 주요내용(2019.10.)

우선 영역 구분	성과	향후 과제
다양성 발견 (Discovering Diversity)	분석 방법 개발 및 정보처리 속도 증대	세포 유형 데이터 분석 확장, 생성단백질 기반 이해, 세포 유형에 대한 (비)유전적 접근, 세포 기반 회로 기능 모델 개발
멀티 스케일 맵 (Maps at Multiple Scales)	고해상도의 이미지화	뇌 전체로 분석영역 확대, 비유전 세포 유형과 시냅스의 지도화, 동일한 뇌에서 구조와 기능 매핑 통합, 중간비교
행동하는 뇌 (The Brain in Action)	신경활동 기록 및 분석을 위한 기술개발	신경 조절 기능의 이해 증대, 전체 뇌를 연구하는 도구 개발 등
인과관계 입증 (Demonstrating Causality)	신경활동을 조절하는 기술개발(광학, 전기, 자기 등을 활용) 등	단일세포 광유전학 제어, 중독 및 사회적인지 장애, 공격성 및 강박적 행동과 가은 선택된 부적응 행동 장애에 대한 연구, 동물모델을 활용한 기계학습 알고리즘 연구 등
기본 원리 식별 (Identifying Fundamental Principles)	뇌 회로 수준에서의 메커니즘의 기초 이론과 모델 연구 등	실험 데이터에서 정보를 추출하는데 필수적인 통계 및 모델링 도구 개발 등
인간 신경과학 (Advanced Human Neuroscience)	비침습적 이미징 기술개발, 뇌에서 기록된 신호 해석 연구 등	(비)침습성 장치 개발, 공유를 위한 지원, 게놈 데이터 활용 연구, 데이터 보급, 기초연구와 중개연구 간 협력 연구, 교육 및 임상/수술연구자, 임상연구자 과학자 및 의사와학자 교육 등 지원
BRAIN Initiative 1.0 결과의 뇌 적용 (From BRAIN Initiative to the Brain)	회로기능에 대한 최첨단 접근 방식 통합 및 적용을 위한 연구	1~6 우선 영역에 대한 통합적 접근
과학의 체계화 (Organization of science)	데이터 관리 및 공유, 인력, 기술보급 등	기술 인큐베이터의 역할 및 공유, 교육, BRAIN 2.0은 중개 역할을 통해 초기 투자를 활용하여 SBIR(중소기업혁신연구) 펀딩 생태계 내에서 학계 과학자와 기존 기업 간의 추가 협력을 촉진, 커뮤니티 소집 및 지식 공유 촉진

자료: 관계부처 합동(2021.03), 「2021년도 뇌연구촉진 시행계획」

나. 유럽

- 유럽연합(EU)은 미국의 Decade of Brain에 대응하며, 유럽에서의 신경생물학(Neurobiology), 신경학(Neurology), 정신 의학(Psychiatry) 연구를 촉진하기 위해 '91년에 European Decade of Brain을 선포함³⁰⁾
- EU 국가별 뇌연구 지속 투자 및 '13년부터 '24년 까지 인간 뇌의 슈퍼컴퓨터 시뮬레이션 구현(가상 뇌)을 목표로 Human Brain Project 착수함³¹⁾³²⁾
- 슈퍼컴퓨터를 이용한 신경망 모델링 및 인간 뇌기능 이해 연구를 위해 EU가 자금을 지원하는 대규모의 미래 신기술 플래그쉽 프로젝트(Future and Emerging Technology Flagship Project)임

<표 2-18> Human Brain Project의 임무

번호	임무
1	시간과 공간 속에서 뇌의 다층적 복잡성 탐구 (To explore the multi-level complexity of the brain in space and time.)
2	획득한 지식을 건강, 컴퓨팅, 기술 영역의 뇌 관련 응용 분야에 이전 (To transfer the acquired knowledge to brain-derived applications in health, computing, and technology.)
3	전 학문에 걸친 뇌과학을 통합하는 유럽 의료정보학플랫폼(EBRAINS)를 통해, 컴퓨팅 툴, 모델, 데이터를 공유 및 공개 (To provide shared, open computing tools, models and data through the European Brain Research Infrastructure “EBRAINS - Solutions for Neuroscience” that serves to integrate brain science across disciplines.)
4	뇌에 대한 이해라는 공통적 임무로 연대하는 초 학제적 연구자 공동체를 창조하여 사회적 이익을 창출 (To create a trans-disciplinary community of researchers united by the quest to understand the brain at multiple scales of organisation and functioning and thus derive societal benefits.)

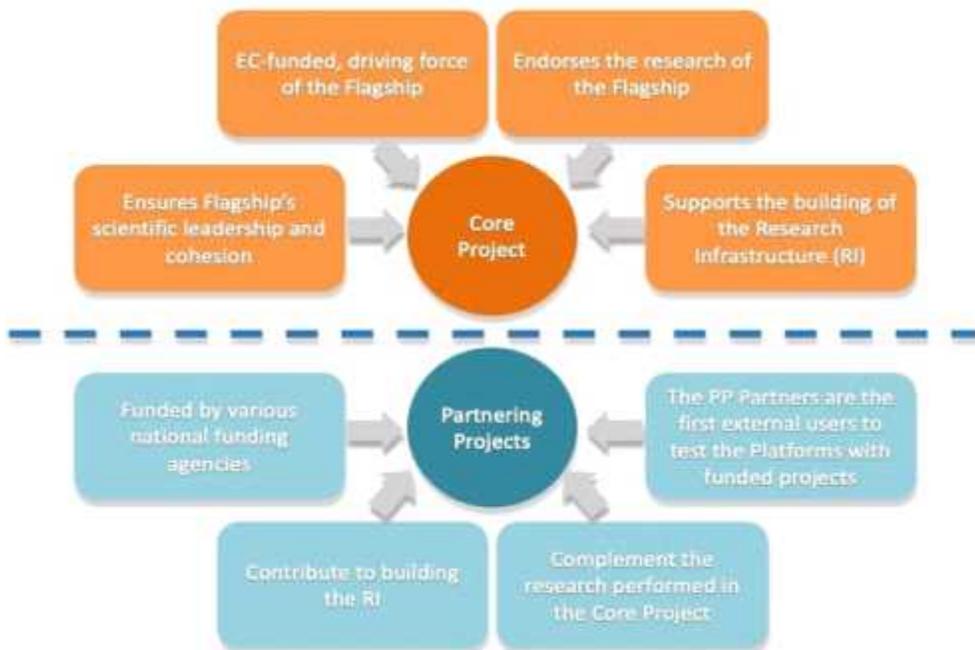
자료: <https://yyy.humanbrainproject.eu/en/>

30) The European Decade of Brain Research(1993), The European Decade of Brain Research, Interdisciplinary Science Reviews, 18:1, 4-9

31) 관계부처 합동(2021.03), 「2021년도 뇌연구촉진 시행계획」

32) <https://yyy.humanbrainproject.eu/en/>

- 6대 중점 분야: 신경정보학, 뇌 시뮬레이션, 고성능 분석 및 컴퓨팅, 의료정보학, 신경 형태 컴퓨팅, 신경 로봇 등이 있음
- 프로젝트 기간 내 약 12억 유로를 투자하여 19개국 143개 연구기관이 뇌 신경망 연구와 인공지능 공동 플랫폼 개발 예정임
- '22년 2월 기준, 16개국 123개 연구기관 소속 500명 이상의 연구진들이 2천 건의 연구 성과를 발표(Publication)함
- 프로젝트를 수행함으로써 23년까지 혁신적인 EBRAINS(European Brain Research Infrastructures, 유럽 의료정보학플랫폼)을 구축하고, 뇌 네트워크, 의식에서의 역할, 인공지능망의 3가지 핵심 분야를 발전함

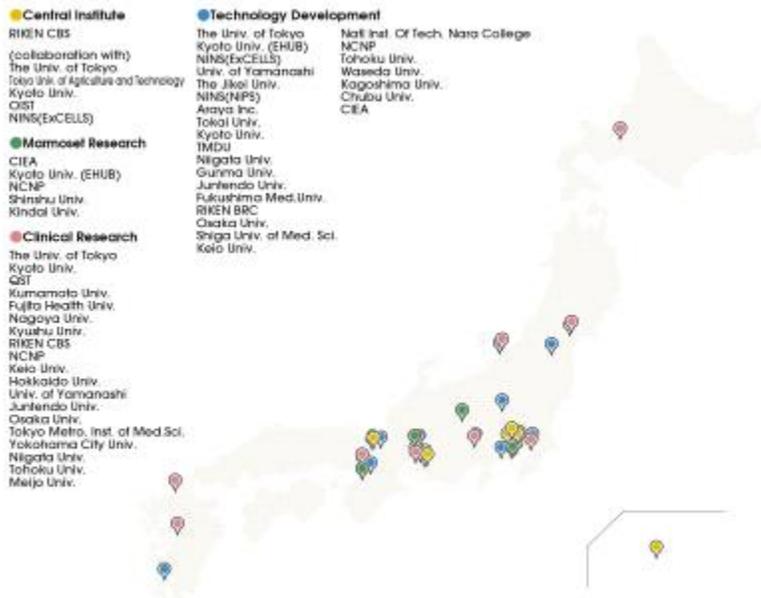


[그림 2-15] Human Brain Project 사업 체계

자료: <https://yyy.humanbrainproject.eu/en/>

다. 일본 33)34)35)

- 일본 정부는 '97년 뇌의 세기(Century of Brain)를 선언하였고, '98년 이화학연구소(RIKEN)에 뇌과학 센터(Center for Brain Science)를 설립함
 - 뇌과학 센터는 의학, 생물학, 공학 및 심리학 등을 포함하는 다학제적 접근 방식으로 50개 이상의 랩과 연구팀이 뇌의 이해, 보호, 창조, 육성 등 다양한 분야의 연구를 수행함
- 인간 외 영장류 뇌연구와 뇌 매핑 기술개발을 통하여 인간의 뇌 이해와 뇌질환 극복을 위한 Brain/MINDS(Brain Mapping by Integrated Neurotechnologies for Disease Studies) 프로젝트를 추진함
 - '14년부터 '23년 까지 10년간 총 400억 엔을 투입하고, 47개 기관 65개 연구소가 참여함



[그림 2-16] Brain/MINDS 참여 기관

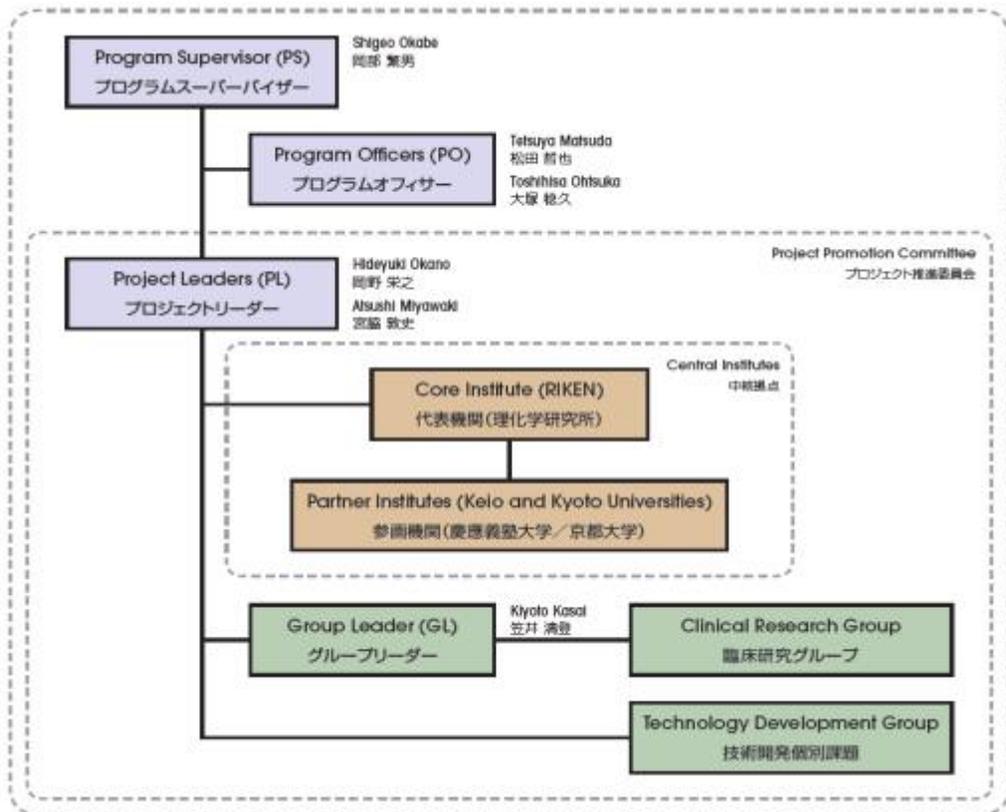
자료: <https://brainminds.jp/en/>

33) 관계부처 합동(2021.03), 「2021년도 뇌연구촉진 시행계획」

34) 관계부처 합동(2020.03), 「2020년도 뇌연구촉진 시행계획」

35) Brain/MINDS 소개 자료, <https://brainminds.jp/en/>

- 대표기관(Core Institute) 및 참가기관(Partner Institutes)으로 구성된 중핵거점(Central Institutes)과, 임상 연구 그룹(Clinical Research Group) 및 기술개발 그룹(Technology Development Group)으로 나누어 연구를 진행함



[그림 2-17] 뇌과학 센터(Center for Brain Science) 조직도

자료: <https://brainminds.jp/en/overview/organization>

- RIKEN은 중핵거점으로서 프로젝트의 중심이 되는 영장류의 뇌구조·기능맵 작성을 실시하는 동시에 이에 기여하는 혁신적인 해석기술 개발 등을 실시함
- 대표기관은 인간 외 영장류 뇌의 구조 및 기능 맵핑 연구 그룹과 뇌 맵핑을 지원하는 최신·첨단 기술 개발 그룹으로 구성함
- 참가기관은 대표기관 연구를 보조하며, 게이오기주쿠대학이 영장류 미시·거시 커넥톰 해석 및 마모셋 뇌과학 연구 지원을 담당하고, 교토대학이 마모셋의 고차 뇌 기능맵 작성 및 신경회로 연구 지원을 담당함

- 임상 연구 그룹은 영장류와 인간의 뇌 대응에 필요한 정보 제공 및 작성된 맵 정보를 바탕으로 뇌·행동 지표를 개발함
- 기술개발 그룹은 중핵거점과 임상 연구 그룹의 목표 달성을 위해 필요한 연구 개발을 실시함
- 타국의 유사 프로젝트와 협력 강화 및 자국 뇌과학 연구 발전을 위해 전략적 국제 뇌과학 연구 추진 프로그램인 Brain/MINDS Beyond 수행함(18.06.)

라. 중국

- 중국과학원(Chinese Academy of Sciences) 산하에 뇌과학 및 지능기술 탁월혁신센터 (腦科學與智能技術卓越創新中心, Center for Excellence in Brain Science and Intelligence Technology) 설립³⁶⁾³⁷⁾³⁸⁾³⁹⁾
- CEBSIT은 중국과학원이 '14년도에 설립한 4개의 탁월혁신센터 중 하나로, 쿤밍 동물연구소, 중국 과학기술대학, 생물물리학연구소 및 기타 30여개 기관, 대학, 병원 및 기업으로 구성되고, 신경과학연구소(Institute of Neuroscience) 및 자동화 연구소(Institute of Automation)가 주도하여 운영함

<표 2-19> 뇌과학 및 지능기술 탁월혁신센터의 공동참여기관

기관	연구소
주도기관	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 중국과학원 신경과학연구소 (뇌과학 연구 중심) ▪ 중국과학원 자동화연구소 (뇌모방 연구 중심)
참여기관	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 쿤밍 동물연구소, 전산기술연구소, 선전 선진기술연구원 등 중국과학원 산하 연구소 14개와 대학, 병원 및 기업 20여개 공동 참여 중

자료: 한중과학기술협력센터(2021.08), “중국 뇌연구 정책 동향 및 시사점”, 「Issue Report」 Vol. 09.

- '21년 현재 138명의 핵심 간부들로 구성되어, 뇌과학 분야의 혁신적이고 역동적인 인재를 양성·도입·육성하는 중국 최고의 뇌과학 및 지능형 기술 연구기관임

36) 관계부처 합동(2020.03), 「2020년도 뇌연구촉진 시행계획」

37) <http://english.cebsit.cas.cn/>

38) http://www.ion.ac.cn/tt/202003/t20200313_5515126.html

39) 한중과학기술협력센터(2021.08.), “중국 뇌연구 정책 동향 및 시사점”, 「Issue Report」 Vol. 09.

- 상하이, 베이징, 허페이, 쿤밍, 선전, 우한, 항저우, 수저우, 푸저우, 충칭 및 창사 등 중국 내 다양한 지역에 소재하며 현지 뇌과학 연구의 주축 플랫폼으로 기여함
- 센터는 ① 뇌 인지 기능 원리(腦認知功能的环路基础), ② 뇌질환 기작 및 진단·치료(腦疾病机理与診斷干預), ③ 뇌연구 신기술(腦研究新技術), ④ 뇌 유사 모델 및 지능 정보 처리(類腦模型与智能信息處理), ⑤ 뇌 유사 장비 및 시스템(類腦器件与系統) 등 5대 방향의 연구를 수행함

<표 2-20> 뇌과학 및 지능기술 탁월 혁신 센터의 5대 연구방향

연구 방향	연구 내용
뇌 인지 기능 원리 (腦認知功能的环路基础)	- 뇌에서의 감각 신호 분석 및 통합 과정 - 행동 회로의 개시 과정 - 동물의 본능과 자발적 신경활동의 조절
뇌질환 기작 및 진단·치료 (腦疾病机理与診斷干預)	- 다양한 뇌 질환 발병 기전 - 초기 치료를 위한 조기 진단 지표 개발
뇌연구 신기술 (腦研究新技術)	- 뉴런 유형 판별을 위한 단일 세포 유전체 분석 기술 향상 - 전기·화학적 신호 기록을 위한 미세 전기 어레이 - 뇌 구조 및 기능 관찰을 위한 새로운 광학 및 자기 공명 이미지 기술
뇌 유사 모델 및 지능 정보 처리 (類腦模型与智能信息處理)	- 뇌 전체 신경 연결 구조 연구 - 다양한 규모의 뇌 기능 분석 - 다각적 인지와 에너지 절약 및 고효율·고일반화 학습 알고리즘을 구현할 수 있는 장치 개발
뇌 유사 장비 및 시스템 (類腦器件与系統)	- 뉴런 모사 연산 칩 - 새로운 뇌 네트워크 컴퓨팅 장치 - 뇌 유사 지능 로봇 - 인간-기계 지능 협력 환경 개발

자료: http://www.ion.ac.cn/tt/202003/t20200313_5515126.html을 바탕으로 연구진 작성.

□ 중국 국무원은 뇌 관련 과학적 탐구 및 기술개발의 장기적 진행을 위해 뇌과학 및 중국 뇌 프로젝트(China Brain Project)를 추진⁴⁰⁾⁴¹⁾⁴²⁾함

○ 뇌과학 및 뇌모방 연구 중대 프로젝트(Brain Science and Brain-inspired

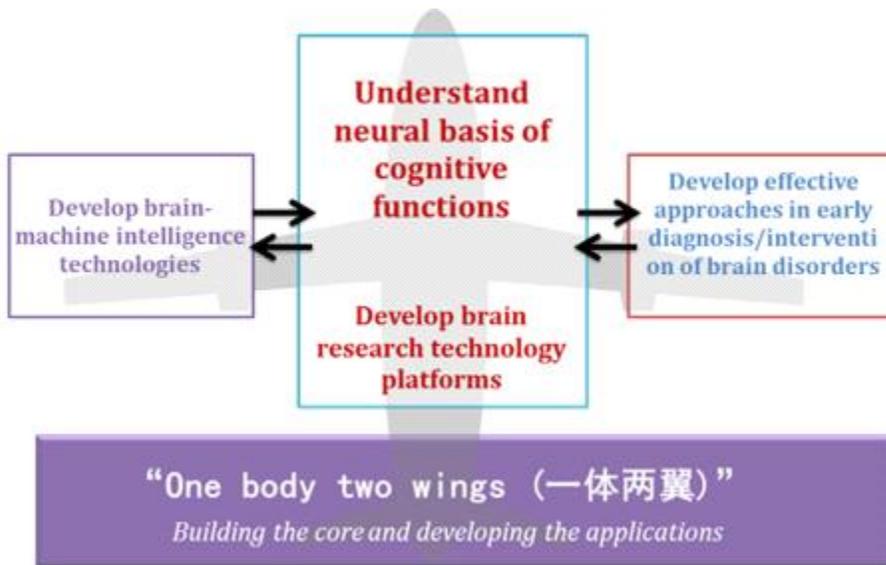
40) 한중과학기술협력센터(2021.08.), “중국 뇌연구 정책 동향 및 시사점”, 「Issue Report」 Vol. 09.

41) Mu-mingPoo, Jiu-linDu, Nancy Y. Ip, Zhi-Qi Xiong, BoXu, TieniuTan(2016), 「China Brain Project: Basic Neuroscience, Brain Diseases, and Brain-Inspired Computing」 Volume 92, Issue 3, Pages 591-596.

42) 김근태, 정지훈, 이성환(2018.01.), “Brain-Inspired 인공지능과 뇌공학”

Intelligence Project)로도 불리며, 중국과학원 주관 하 바이두, 알리바바, 텐센트 등 민간이 참여하는 방식으로 '16년부터 '30년까지 15년 간 약 60억 달러 투입 예정임

- 중국 과학기술부는 '뇌과학 및 뇌모방 연구 제1차 전문가회의'에서 중앙정부 예산 내 뇌연구 분야에 540억 위안을 배분함('20.11.)
- 인지의 신경 회로 기작에 관한 기초 연구가 중심이 되어, 뇌 질환 진단/치료와 뇌 모방 지능(Brain-inspired Intelligence) 기술이라는 양 날개와 피드백을 하는 일체양익(一體兩翼) 계획을 수립함
- 프로젝트는 ① 뇌 인지 원리 분석, ② 뇌 인지 장애 관련 중대 뇌질환의 발병 기전과 간섭기술 연구, ③ 뇌모방 컴퓨팅 및 지능기술 응용연구, ④ 어린이·청소년 뇌지력 발육연구, ⑤ 뇌연구 기술플랫폼 구축 등 5대 분야를 중심으로 진행함



[그림 2-18] 뇌과학 및 뇌모방 연구 중대 프로젝트 프레임워크

자료: Mu-mingPoo, Jiu-linDu, Nancy Y. Ip, Zhi-Qi Xiong, BoXu,TieniuTan(2016), 「China Brain Project: Basic Neuroscience, BrainDiseases, and Brain-Inspired Computing」 Volume 92, Issue 3, Pages591-596.

제 3 장 과학기술적 타당성 분석

제 1 절 문제/이슈 도출의 적절성

1. 문제/이슈 식별 과정의 적절성

- 주관부처가 기획보고서 및 추가제출자료에서 제시한 문제/이슈가 명확하게 식별되었는지 확인 결과, 동 사업의 문제/이슈는 다수로 제시되어 불분명하게 제시된 것으로 판단됨
- 기획보고서 상 논리모형을 통해 다수의 문제/이슈를 제시하고 있어 동 사업을 통해 해결하고자 하는 문제/이슈는 무엇인지 판단하는데 한계가 존재함
 - 예타 수행 세부지침에 따르면, 통상적인 국가연구개발사업의 기획 과정은 문제 정의로부터 출발하여 사업목표 설정, 추진체계 및 전략 수립, 세부과제 구성 등과 연결되므로 문제/이슈 식별은 중요함
 - 다만, 현재 제시된 문제/이슈는 다수로 필요성과 추진배경 등의 개념이 혼재되어 있어 명확한 문제/이슈가 무엇인지 확인이 어려움

<표 3-1> 동 사업의 주요 문제/이슈

<p>(과학기술적 배경) 뇌질환은 원인을 잘 모르기 때문에 진단, 치료기술이 없는 글로벌 난제임. 뇌질환 해결형/역량집중형 융합 연구를 통해 원천기술 도출 시급</p> <p>(사회적 배경) 사회 복잡성 증가 및 고령화로 뇌질환 대응 수요 급증</p> <p>(국제 환경) 미국, 유럽, 중국 등의 공격적 뇌과학 투자로 가시적 성과들이 이미 도출되고 있음. 어느 국가도 포기할 수 없는 뇌과학 국가대항전에서 한국의 경쟁력 상실 위기</p> <p>(선행 투자 특징) 선행사업(뇌과학원천기술개발사업)을 통해 국내 뇌과학 연구력의 괄목할만한 성장. 향후 제고된 단계의 국가 R&D 로드맵을 수행할 수 있는 준비 상태에 도달</p> <p>(선행 투자 한계) 뇌과학이 사회에 직접 혜택을 주는 국민 체감형 기술로 발전하지 못함</p> <p>(국가 경쟁력 강점 요소) 우수 뇌과학 연구 역량 및 세계 최고 수준의 임상 역량(지식, 경험, 인재)</p> <p>(국가 경쟁력 약점 요소) 배후 산업이 초기 성장기, 기술 사업화의 경험 및 노하우 부족</p> <p>(이슈 식별) 우수 뇌연구 성과가 사회에 혜택을 주는 응용 기술로 발전하기 위해서는 '기술 사업화' 과정을 반드시 거쳐야 함. 기술 사업화를 견인하는 완성도 높은 '선도융합기술' 도출을 통해 식별된 이슈를 해결하고, 뇌과학을 국가 핵심 과학기술영역으로 추진하기 위해 주변의 우호적 여건을 적극 활용</p> <p>(우호적 국내 환경) 학-연-병의 기술 사업화 의지 분출 및 R&D 집중도 높은 창업 급증세. 뇌질환 R&D에 필요한 우수 임상 역량 확보 및 연구중심화. 선행사업을 통한 우수 연구자 및 그룹 증가</p> <p>(위기 요소) 사업 미시행시, 어렵게 확보된 국내 뇌과학 경쟁력이 국가 로드맵 상실, 지속가능성 및 환경 변화 대응력 부재로 소실될 수 있음. 뇌질환 산업 국외 의존으로 국내 기술 산업화 역량 및 시장 창출 동력을 상실</p> <p>(대안의 부재) 로드맵이 불분명하거나, 지원 규모가 작거나, 단기 지원으로 성과 확산을 모니터링하기 어려운 타 사업으로는 극복하기 어려움. 특히, 연구 역량을 총결집시켜 뇌과학을 국가 경쟁력으로 양성하는 목적성 사업으로서의 기치를 충족할만한 규모 및 기간의 지원이 필요함</p> <p>(사업의 위상) 뇌질환 극복과 뇌기능 활용을 위한 완성도 높은 '선도융합기술'을 개발함으로써 뇌과학 '기초연구의 끝단'과 '기술사업화의 앞단'을 연결하는 가교역할을 하는 사업</p>

자료: 동 사업 기획보고서.

- 논리모형 상 제시된 문제/이슈 외, 추가제출자료를 통해 제시된 문제/이슈는 명확한지 추가적으로 검토한 결과, 기획보고서 대비 일부 구체화되었음에도 불구하고 내용은 여전히 문제/이슈를 필요성과 혼재하여 제시하고 있음
 - 논리모형 상 제시된 문제/이슈는 다수로 불분명함에 따라 추가제출자료를 통해 문제/이슈 식별의 명확화 및 구체화를 요청함
 - 확인 결과, 주관부처가 추가제출자료를 통해 제시한 문제/이슈는 기획보고서 대비 일부 구체화되었으나, 여전히 필요성에 해당하는 내용들이 다수 포함되었음
- 사업기획 과정에서 문제/이슈 도출을 위한 충분한 현황 파악 및 사전조사가 이뤄졌다고 보기 어려움

- 주관부처는 뇌과학 분야 동향 및 선행사업 분석 등을 통해 문제/이슈를 식별하였으나, 문제/이슈를 뒷받침하기에는 충분한 조사 범위 및 수준을 만족하지 못하는 것으로 판단됨
 - 문제/이슈 식별을 위해 수행된 조사 및 분석 내용은 다음과 같음

<표 3-2> 문제/이슈 식별을 위해 수행된 조사 및 분석 내용

① 뇌과학원천기술개발사업(선행사업) ② 뇌과학 분야 동향 분석 ③ LIFE 뇌과학사업 2020년도 예비타당성조사 보고서(STEPI 2021.1.) ④ LIFE 뇌과학사업 예비타당성조사 기획보고서(한국연구재단, 과학기술정보통신부 2020.4.) ⑤ 미국 Brain Initiative 2.0 (From Cells to Circuits, Toward Cures) 보고서 ⑥ 나노미래소재원천기술개발사업 보고서(KISTEP 2019.8.)
--

자료: 동 사업 기획보고서 내용 및 추가제출자료 참고하여 연구진 작성.

- 동 사업 문제/이슈 식별을 위해 수행된 각각의 조사 및 분석 내용은 대부분 선행사업 기반의 한계를 분석함에 따라 문제/이슈를 뒷받침 할 만큼 충분히 이루어졌다고 보기 어려움
- 일례로, 선행사업의 한계* 검토를 통해 기술사업화 성과가 저조하였다는 결과를 도출한 것으로 제시하였으나, 문제/이슈를 설명하기 위해서는 추가적인 원인 분석이 필요함에도 불구하고 충분한 수준의 분석 결과를 제시하지 않음
 - * ① 시장 관점에서 미성숙한 원천기술, ② 현장 수요와 유리된 원천기술, ③ 기술 사업화 연계를 위한 지원 시스템 부족, ④ 명확한 지향점 제시 실패, ⑤ 장기적 로드맵 부재로 인한 산발적 연구 주제, ⑥ 분산 투자
- 주요 문제/이슈 도출을 위한 논리적 흐름을 고려했을 경우 뇌과학 분야의 현 수준에 대한 진단이 필요함에도 불구하고, 현상을 제시하는 수준에 그치고 있음
 - 주관부처는 논리모형 상 ① 과학기술적 배경으로 원천기술 도출의 시급성을, ② 이슈 식별은 우수 뇌연구 성과가 사회에 혜택을 주는 응용기술로 발전하기 위해서는 ‘기술 사업화’를 반드시 거쳐야 하며, ③ 선행 투자의 한계로 사회에 직접 혜택을 주는 국민 체감형 기술로 발전하지 못함을 제시함
 - 뇌과학 분야의 현 수준에 대한 주관부처의 진단은 충분하지 않음에 따라, 동 사업은 뇌과학 분야의 현 수준을 고려하여 기술개발 단계가 적절히 설계되었다고 판단하기에는 한계가 존재함

<표 3-3> 주관부처가 진단한 뇌과학 분야의 현 수준 및 동 사업의 지원 범위

□ (답변) 주관부처가 진단한 뇌과학 분야의 ① 현 수준과 ② 현 수준을 고려하여 동 사업을 통해 지원해야 할 범위는 어느 정도인지 명확하게 제시해주시길 바랍니다.

○ 우리나라 뇌과학 분야의 수준을 세계 시장에서 비교하면, 미국, 중국 등이 우리를 앞서 나가고 있습니다. 또한, 국내 뇌과학 분야의 현 수준은 동일하지 않은 것으로 판단됩니다. 다만, 세계를 선도할 수 있는 연구 분야 및 그룹이 산발적으로 도출되어 실존함이 지난 뇌과학원천기술 개발사업을 통해 확인되고 있는 것은 매우 희망적인 신호입니다. 이 추세는 국내 뇌과학의 상승세와 맞물려 그 영역을 확대해 나갈 것입니다. 본 사업에서 우선 지원하고자 하는 영역은 기술사업화 견인이 가능한 선도 영역들이 될 것이며 이는 선도융합기술 테마 선별의 과정에서 전문가가 집단으로 평가한 테마별 국내 역량 지표를 통해서도 반영되었습니다. 본 사업이 지원하는 구체적 범위는 국내 뇌과학 커뮤니티와 전문가 집단이 집단지성을 발휘해 수개월에 걸쳐 정성스럽게 엄선한 44개 선도융합기술 테마이며, 각 테마 하에서 경쟁력 갖춘 개별 과제들이 다시 한번 학연병산투 전문가들에 의해 선별되는 과정을 거쳐, 지원되게 될 것입니다. 또한, 사업 추진 방식 관점에서는, 강력한 기초연구 역량을 바탕으로 원천기술을 개발하고, 이것이 기술사업화의 앞단에 정확히 일치하도록 하는 경험과 노하우를 쌓고, 성과를 내는 활동이 본 사업이 시급하게 지원하고자 하는 범위가 되겠습니다.

자료: 추가제출자료.

- 동 사업에서 선행사업, 유사사업과의 차별성으로 제시된 ‘기술사업화’ 개념 관련 검토 결과, 사업의 설계 핵심요인인 ‘기술사업화’의 당위성, 필요성, 효과성 관련 분석은 충분하지 않아 적절성 검토에 한계가 존재함
- 동 사업 설계 상 선행사업 및 유사사업 대비 추가로 제시된 ‘기술사업화’ 개념과 관련하여, 선행사업의 ‘기술사업화’ 실적 저조에 따른 ‘기술사업화’ 견인의 필요성은 인정되나, 사업 설계의 핵심요인이 되어야 할 당위성, 필요성, 효과성 관련 분석은 충분하지 않음에 따라 적절성 확인이 어려움
 - 동 사업은 “뇌질환 극복과 뇌기능 활용을 위한 완성도 높은 ‘선도융합기술’을 개발함으로써 뇌과학 ‘기초연구 끝단’과 ‘기술사업화의 앞단’을 연결하는 가교 역할”을 하는 사업으로 제시함
 - 특히, 동 사업에서는 ‘기술사업화’를 사업 설계 핵심요인으로 제시하고 있으므로, 동 사업을 통해 기술사업화를 견인해야 하는 당위성, 필요성 및 효과성 분석이 적절히 수행되어야 함

- * 정부 R&D, 과기부 R&D, 7개 원천기술개발사업 비교 분석을 통해, 기초연구 성과(논문) 대비 기술사업화(기술이전)는 미흡한 것으로 판단되어 기술사업화 견인의 당위성, 필요성을 도출함(추가제출자료)
- * 효과성의 경우 ① 선행사업(뇌과학원천기술개발사업) 및 타 사업의 성과, 뇌과학 분야 국제동향 비교, ② 논문, 특허, 기술이전의 상승효과 분석, ③ 삶의 질 개선과 질병률 감소로 인한 저감편익 산출을 통한 효과성 분석을 수행하여 효과성을 도출함(추가제출자료)
- 그러나, 주관부처에서 제시하고 있는 ‘기술사업화’ 견인의 당위성 및 필요성은 확인 결과 효과성에 근거를 두고 있으며, 상대적 효과 비교를 통한 당위성 및 필요성을 제시하였을 뿐, 근본적인 당위성 및 필요성은 제시하지 못한 것으로 판단됨
- 추가적으로, 효과성의 경우 선행사업 및 타 사업성과 간 비교를 통해 효과성을 설명하고 있으나, 비교 대상 사업의 특성들이 충분히 반영되지 못하여 설득력이 낮음

2. 과학기술기반 문제/이슈 해결의 중요성 및 필요성

- 주관부처가 제시한 사업 추진의 필요성은 뇌과학 분야에 특화되어 있지 않아, 문제/이슈 해결의 중요성을 부각시키지 못한 것으로 판단됨
- 주관부처는 뇌과학 분야의 특성을 고려하여 다음과 같은 필요성을 제시함

<표 3-4> 동 사업 추진의 필요성 요약

<input type="checkbox"/> 기술 복잡성 및 긴 R&D기간으로 인해 정부 주도 투자가 필요한 분야	
① 고도의 복잡성	④ COVID-19의 교훈
② 사업화까지 장시간 R&D 필요	⑤ 타질환 대비 절대적으로 부족한 투자
③ 고위험, 고수익	
<input type="checkbox"/> 강한 융합적 특성으로, 연구주체 간 협력이 필수적인 분야	
① 다학제 간 융합	② 광범위한 인프라 필요
<input type="checkbox"/> 강한 확산성과 파급효과가 큰 기술 분야	
① 다양한 산업·공공 분야 적용	③ 신성장동력 창출
② 확산을 위한 정부 지원 필요	
<input type="checkbox"/> 뇌과학 기술은 법적 지원 근거를 보유	
<input type="checkbox"/> 정부 R&D 투자방향과 부합	

자료: 동 사업 기획보고서를 참고하여 연구진 요약.

- 동 사업의 추진 필요성은 다수의 산업에서 확인 가능한 현상을 정리한 내용으로, 뇌과학 분야만의 문제로 보기에 한계가 존재함
- 주관부처는 최근 국내 뇌과학 관련 산업·시장에서 다수의 국내 뇌과학 관련 기업들이 IPO를 통해 막대한 투자를 받고 있으며, 뇌관련 스타트업 및 벤처기업의 수는 꾸준히 증가하고 있는 추세로 뇌산업 관련 창업도 과거 대비 증가하고 있음을 제시함
- 하지만, 뇌관련 기업, IPO를 통한 투자 금액이 최근 증가하고 있는 상황은 정부 주도의 추가 지원이 이루어져야할 필요성 및 당위성으로 충분하지 않음
- 또한, High Risk-High Return, 고도의 복잡성, 연구주체 간 협력이 필수적이라는 점은 뇌과학 분야에서만 국한되는 문제는 아닌 것으로 확인됨

- 신규 대형 R&D 사업으로 동 사업의 문제/이슈를 해결해야 할 당위성을 충분히 설명하지 못함
- 주관부처는 중장기 대형 연구개발사업 추진의 필요성으로, 동 사업과 유관분야 사업 간 차별성 및 시너지 효과를 제시함
- 선행사업에서 달성한 우수한 과학적 성과를 계승, 레벨업 함과 동시에 개발된 원천기술이 사회에 진입할 수 있도록 기술사업화 역량을 강화할 필요가 있다고 제시함
 - 또한 선행사업 일몰과 더불어, 성과 계승 및 선행사업의 미비점 보완, 동 사업의 목표인 뇌질환 극복 및 뇌기능 활용의 측면에서 기술 사업화 견인이 필요하며, 현재 뇌질환 극복 및 뇌기능 활용 분야에서 동 사업은 연구기간, 사업목적, 사업내용 등에서 차별성을 가지고 있다고 제시함(추가제출자료)
- * (유관 분야 비예타 국책연구 사업) 미래뇌융합기술개발사업, 뇌질환극복 연구사업, 뇌기능규명·조절연구사업 등
- 추가적으로, 주관부처는 동 사업의 문제/이슈 해결을 위해 현재 진행 중인 유관분야 비예타 국책연구 사업과 동 사업 간의 시너지 효과를 추가로 제시함(추가제출자료)

<표 3-5> 동 사업과 유관분야 비예타 국책연구사업 간 차별성(주관부처)

사업명	효과
뇌질환극복 연구사업	뇌과학 선도융합기술개발사업은 특정 뇌질환을 특정하지 않고, 뇌질환 극복과 뇌기능 활용 전반에 적용될 수 있는 과급력이 큰 기술을 개발하는데 반해, 뇌질환극복연구 사업은 3대 핵심 뇌질환을 특정하여 특화된 연구를 진행하므로 동 사업과 차별됩니다.
미래뇌융합 기술개발사업	이 사업은 4차 산업혁명 핵심기술 중 인공지능, 빅데이터와 뇌과학 간의 융합 기술을 개발하는 것을 목적으로 하고 있어, 뇌질환 극복에 활용될 수 있는 선도융합기술을 개발하고자 하는 동 사업과 구별됩니다. 동 사업에서 제안한 선도융합기술 또한 뇌기능 활용에 적용될 수 있으나, 기획 보고서에 명시한 바와 같이 동 사업에서는 뇌기능 활용을 '현 시점에서 현장 수요와 시급성이 더 분명한 뇌질환 극복 관련 연구'로 정의 하였습니다.
뇌기능 규명·조절 연구사업	이 사업은 뇌기능 및 조절 기전의 규명을 통한 근본적인 뇌과학 지식 축적을 목표로 하는 사업으로 '목적 기초' 연구 성격의 사업으로, 사업화를 견인할 수 있는 완성도 높은 기술을 개발하는 것을 목적으로 하는 동 기획사업과는 목표가 상이합니다.

자료: 추가제출자료.

<표 3-6> 동 사업과 유관분야 비예타 국책연구사업 간 시너지 효과(주관부처)

사업명	효과
뇌질환극복 연구사업	뇌질환극복연구사업에서는 특정 질환 (뇌발달장애, 정서장애, 뇌신경계손상)에 대한 연구를 수행하며, 동 사업 시행 시작('23년 예상) 후 2년이 지난 25년에 종료됩니다. 따라서 '뇌질환극복연구사업 수행을 통해 기술사업화 가능성이 높은 기술을 확보한 연구진은 동 사업의 '시장선도형 프로그램'의 성공 가능성을 높이게 될 것으로 판단됩니다.
미래뇌융합 기술개발사업	'24년에 종료되는 이 사업은 뇌질환 극복에 적용가능성이 높은 인공지능과 빅데이터 수집/분석 등의 미래뇌융합기술을 발전시켜, 동 사업의 '시장선도형 프로그램'의 연구 수준을 높이게 될 것으로 판단됩니다.
뇌기능 규명·조절 연구사업	이 사업은 뇌원천기술개발사업의 일몰과 뇌예타 사업 시행 사이의 갭을 메워 뇌연구 생태계 유지를 위한 브릿지 사업으로 기획되었습니다. 연구기간을 3년으로 하고 3년간('22년, '23년, '24년) 신규과제를 선정하되, 동 사업의 선정/시행 여부 등을 고려하여, '22년에 가장 많은 신규 과제를 선정하고, '23년과 '24년에는 선정과제 수를 줄임으로써, 이 사업의 연구성과가 동사업으로 연결되도록 기획하였습니다.
개인연구 지원사업	개인연구지원사업은 기초연구의 근간이 되는 지속 사업으로 뇌과학 선도 융합기술개발사업에 미치는 영향은 크지 않은 것으로 판단됩니다. 다만, 뇌과학 선도융합기술개발사업은 융합 팀 구성을 필수로 하며, 매우 높은 수준의 학문적 우수성을 요구하고 있으므로, 개인연구지원 사업을 통해 우수한 과학적 성과를 달성하고 있는 뇌과학 연구자들은 뇌과학선도융합기술 사업의 수행 주체가 될 가능성이 매우 높습니다. 개인연구지원 사업은 기초에 집중하고, 동 사업은 기초에 기반한 기술 개발을 목표로 하므로 두 사업을 동시에 수행하는 것은 위협 요소라기보다는 기회 요소로 작용할 가능성이 높다고 판단됩니다.

자료: 추가제출자료.

- 그러나, 주관부처가 제시한 유관분야 사업 간 차별성 및 시너지 효과만으로, 신규 대형 R&D사업 추진의 당위성이 확보되었다고 보기에는 한계가 존재함
- 주관부처가 제시한 동 사업과 유관분야 사업 간의 차별성만으로는 신규 대형 R&D사업 추진의 당위성이 확보되었다고 보기 어려움
- 또한 시너지 효과는 부수적인 효과일 뿐, 별도 신규 사업 추진의 당위성으로는 설득력이 낮음

제 2 절 사업목표의 적절성

1. 사업목표와 해결할 문제/이슈와의 연관성

- 주관부처가 제시한 사업목표와 동 사업의 문제/이슈 간 연관성은 낮음
 - 주관부처는 동 사업을 통해 해결해야할 문제/이슈 중 하나로 “선행사업의 일몰로 인한 뇌과학 분야 국가 플래그쉽 사업의 소멸”을 제시하였으나, 사업목표 달성 여부와 관련성이 낮은 것으로 판단됨
 - 동 사업의 목표는 “뇌질환 극복과 뇌기능 활용을 위한 선도융합기술 31건 이상 확보”로 제시하였으나, 선도융합기술이 확보된다고 해서 국가 플래그쉽 사업의 소멸 문제를 해결할 수 있을 것이라고 판단하기 어려움
 - 또한, 해당 문제/이슈는 사업목표 달성 여부와는 무관하게 신규 국가연구개발사업 추진을 통해 해소할 수 있는 문제/이슈로 판단됨
 - 주관부처가 문제/이슈로 제시한 “기술사업화 역량 부족” 문제 또한 사업목표 달성을 통해 해결이 가능한지 확인하기 어려움
 - 주관부처는 선도융합기술을 “기술사업화를 견인할 수 있는 완성도 높은 기술, 실용적 현장수요에 의해 선규정되고 학제간 및 학·연·병·산간 융합을 통한 한계 돌파로 완성된 글로벌 K-뇌과학 기술”로 제시함
 - 주관부처가 제시한 선도융합기술의 정의에 따라 선도융합기술이 확보된다면 “기술사업화 역량 부족” 문제는 자연스럽게 해소될 수 있음
 - 그러나, 이는 선도융합기술을 “기술사업화를 견인할 수 있는 완성도 높은 기술”로 정의함에 따라 정의에 의해 생기는 연관성으로, 선도융합기술이 기술사업화를 견인할 수 있는 기술인지에 대한 검토가 선행되어야 하나 기술사업화 견인 가능성에 대한 검토 결과는 충분히 제시되지 않음
 - 추가적으로, 주관부처는 선도융합기술의 객관적 지표로 논문, 특허, 재현성 검증을 제시하였으나, 해당 지표를 통한 기술사업화 견인 가능성에 대한 검토는 미흡한 것으로 판단됨

**<표 3-7> 주관부처가 제시한 선도융합기술의 객관적 지표를 통한 기술사업화 견인
가능성 검토 결과**

(답변) 선도융합기술의 객관적 지표로 논문, 특허, 재현성 검증을 제시하였습니다. 기술 사업화 견인 가능성을 확인하는 지표로서 해당 지표들을 선정한 기준 및 근거에 대해서 제시해 주시길 바랍니다.

- 기술사업화 견인 가능성 여부를 평가하기 위해서 실제 기술사업화에 성공한 뇌과학 융합 기술 예를 대상으로 그 토대에 대해 심층 분석해 보았습니다. 최근 세계적 주목을 받고 있는 유전자 치료제 “스핀라자”의 경우 1995년 척수성 근위축 원인 유전자인 SMN의 발견 이후 (Cell에 1995년 발표) 동물 모델에서의 질환 재현성 규명(Nature에 2011년 발표)을 통해 병인 기전에 대한 탄탄한 과학적 근거(논문)를 구축하였습니다. 이를 토대로 척수성 근위축 관련 유전자인 SMN2의 pre-mRNA에 결합하여 SMN 단백질의 발현을 촉진, SMN1 유전자 돌연변이로 인한 결함을 복구하는 원천 특허를 1995년과 2004년에 등록하였습니다. 원천 기술의 재현성 증명을 통해 임상시험에 진입할 수 있었고, 임상시험에서 효과와 안정성이 확인(임상시험 결과 보고 저널: Neurology, Lancet, NEJM 등 전문 임상분야 최상위 논문) 되어 바이오젠 (Biogen)에 2016년 1.5억 달러로 기술 이전되었습니다. 2026년에는 본 치료제의 시장규모는 144.9억달러로 추산됩니다. 이를 통해 볼 때, 성공적인 기술 사업화 견인을 위해서는 최고 수준의 과학이 기반이 되어야 하고, 특허를 통해 보호받아야 하며, 신뢰성을 확보해야 함을 알 수 있습니다. 재현성 검증은 기술 사업화 전문가들과의 집중 인터뷰에서 일관되게 강조된 사항으로 기초결과가 임상 혹은 산업화로 연계되지 않는 죽음의 계곡이 재현성과 관련이 있다고 지적한 의견을 반영한 것입니다. 기술 사업화 성공과 실패 사례 연구 [한국과학기술정보연구원(KISTI); STEPI Insight Vol. 254 (2020)]에서도 재현성의 중요성은 마찬가지로 강조되었습니다. 종합적으로 기술 사업화 견인에 가장 근접한 선도융합기술을 나타내는 객관적 지표로 논문, 특허, 재현성 검증을 선정하게 되었습니다.

자료: 추가제출자료.

2. 사업목표 설정의 적절성

- 동 사업의 목표는 개념적인 구체성이 부족하여 동 사업의 효과를 적절하게 측정하기 어려움
 - 사업목표로 제시된 ‘기초연구의 끝단’, ‘기술사업화의 앞단’과 같은 용어의 객관성이 부족하여 동 사업을 통해 달성하고자 하는 목표가 무엇인지 판단하기 어려움
 - 주관부처는 사업목표로 ‘뇌과학 기초연구의 끝단과 기술사업화의 앞단을 연결하여 기술사업화 견인이 가능한 선도융합기술 31건 개발’을 제시함
 - 그러나, 기획보고서 상 ‘기초연구의 끝단’과 ‘기술사업화의 앞단’에 대한 정의가 명확하게 제시되어 있지 않음에 따라 동 사업을 통해 달성하고자 하는 사업목표의 구체성이 결여됨
 - 주관부처는 추가제출자료를 통해 ‘기초연구의 끝단’, ‘기술사업화의 앞단’, ‘가교 역할’ 등 주요 개념의 정의를 제시하였으나, 명확하게 정의되었다고 보기는 어려움
 - 이와 관련하여, 동 사업을 통해 어떤 단계(수준)에 있는 기술을 지원하고자 하는지 구체적으로 확인하기 어려운 것으로 판단됨

<표 3-8> 주관부처가 정의한 ‘기초연구의 끝단’, ‘기술사업화 앞단’의 개념 및 범위

<p>□ (답변) 동 사업에서 제시하는 ‘기초연구 끝단’, ‘기술사업화의 앞단’의 정의 및 범위에 대해서 구체적으로 설명해 주시길 바랍니다.</p> <p>○ ‘기초연구의 끝단’은 뇌과학의 기초연구역량이 괄목하게 성장하여 과학적 우수성 측면에서는 성숙의 끝단에 도달하고 있음을 의미합니다. 끝단의 기능적 의미는 끝단과 연결되어야 할 대상의 앞단과 ‘peg-and-socket’ 형태로 잘 들어맞도록 미리 정교하게 연마되어야 함을 나타냅니다. 응용으로 이어지는 통로는 일반적으로 좁으며 시장의 수요에 딱 맞아 들어가야 하기 때문에, 처음부터 미리 계획하지 않으면 나중에 아귀가 맞지 않을 확률이 매우 높습니다. 따라서, ‘끝단’은 과학적 성과의 응용도를 개발 단계부터 고려해야 한다는 본 사업의 철학을 의미하기도 합니다. ‘기술사업화’의 앞단은 본 사업이 도출하는 성과가 기술사업화를 견인할 만한 우수성, 차별성 및 신뢰성을 갖추어 기술사업화의 원석이 된다는 의미입니다. 본 사업은 기술사업화 자체를 지원하기보다는 기초연구 성과가 기술사업화에 필요한 조건들을 상당 부분 개발 과정에서 충족시킴으로써 기술사업화의 초기 단계에 성공적으로 진입할 수 있는 자격을 갖추도록 지원하는데 주안점이 있습니다.</p>

자료: 추가제출자료.

<표 3-9> 주관부처가 제시한 ‘가교 역할’의 정의

□ (답변) 앞서 제시한 정의 및 범위를 고려하여, 동 사업에서 의미하는 ‘가교 역할’은 무엇인지 설명해주시길 바랍니다.

○ 선행사업들에서도 기술이전 및 사업화에 대한 목표 설정은 꾸준히 제기되어 왔습니다. 하지만, 학연병 중심의 연구자들에게 사업화는 익숙치 않은 영역이었고, 그보다는 국제적으로 경쟁할 수 있는 연구력 확보가 우선 현안이었던기 때문에, 개인 연구자 관점과 역량에서 기술사업화를 핵심 아젠다로 삼기에는 어려움이 많았습니다. 본 사업은, 기초연구를 통한 우수 연구 성과(기술)가 도출되는 시기부터 기술사업화를 염두에 둔 고려와 지원을 사업 체계에 담아 제공함으로써, 기초연구의 끝단과 기술사업화의 앞단이 서로 방향을 잃지 않고 순조롭게 이어지는 사업 모델을 제공하고자 하는 의도를 강하게 담고 있습니다. 이전에는 사업화 환경이 열악했지만, 최근 우리나라는 제약사업의 성공 사례, 중견기업의 성장, 창업의 활성화, 투자전문가 및 투자 환경의 괄목할만한 성장을 경험하고 있으며, 특히, 많은 관련 인력들이 노하우를 축적해가고 있습니다. 따라서, 현장전문가(산업, 병원, 투자)와 학연의 역량을 한곳에 집적함으로써 깊은 실패의 골짜기를 뛰어넘어 과학 응용의 단계로 안전하게 넘어갈 수 있는 가교를 놓을 여건이 개선되어 가고 있는 시점으로 판단 됩니다. 또한, 본 사업이 제공하는 ‘목표 달성 가이드형 사업 관리 체계’와 관련 자문 위원회들은 본 사업의 가교 역할을 담보해 줄 핵심 장치입니다.

자료: 추가제출자료.

- 사업목표로 제시된 ‘선도융합기술’을 구성하는 객관적 지표 설정 근거가 미흡하며, 일부 지표는 측정 가능성이 부족한 것으로 판단됨
 - 주관부처는 선도융합기술을 ‘기술사업화를 견인할 수 있는 완성도 높은 원천기술’로 제시하였으며, 이를 구성하는 객관적 지표로 논문, 특허, 재현성 검증을 제시함
 - 그러나, 기획보고서 상 선도융합기술 여부를 확인할 수 있는 객관적 지표로 논문, 특허, 재현성 검증을 제시한 이유는 구체적으로 제시하지 않음
 - 추가제출자료를 통해 실제 기술사업화 성공 사례(스핀라자) 및 기술사업화 성공과 실패 사례연구(KISTI, 2020)에 기반하여 객관적 지표를 설정하였다고 제시하였으나, 기술사업화 성공 사례 검토 결과는 사후적인 차원에서 각 항목별 실적을 검토한 자료로 판단되어 지표 선정 근거로서의 적절성은 부족한 것으로 판단됨
 - 추가적으로 객관적 지표 중 ‘재현성 검증’의 경우 국내 30개 내외의 CRO를 통해 검증할 수 있다고 제시하였으나, 재현성 검증 여부를 확인할 수 있는 기준이 명확하게 제시되어 있지 않아 측정가능성이 부족한 것으로 판단됨

<표 3-10> 기술사업화 견인 가능성 확인이 가능한 지표들의 선정 기준 및 근거

□ (답변) 선도융합기술의 객관적 지표로 논문, 특히, 재현성 검증을 제시하였습니다. 기술사업화 견인 가능성을 확인하는 지표로서 해당 지표들을 선정한 기준 및 근거에 대해서 제시해 주시길 바랍니다.

- 기술사업화 견인 가능성 여부를 평가하기 위해서 실제 기술사업화에 성공한 뇌과학 융합기술 예를 대상으로 그 토대에 대해 심층 분석해 보았습니다. 최근 세계적 주목을 받고 있는 유전자 치료제 “스핀라자”의 경우 1995년 척수성 근위축 원인 유전자인 SMN의 발견 이후 (Cell에 1995년 발표) 동물 모델에서의 질환 재현성 규명(Nature에 2011년 발표)을 통해 병인 기전에 대한 탄탄한 과학적 근거(논문)를 구축하였습니다. 이를 토대로 척수성 근위축 관련 유전자인 SMN2의 pre-mRNA에 결합하여 SMN 단백질의 발현을 촉진, SMN1 유전자 돌연변이로 인한 결함을 복구하는 원천 특허를 1995년과 2004년에 등록하였습니다. 원천기술의 재현성 증명을 통해 임상시험에 진입할 수 있었고, 임상시험에서 효과와 안정성이 확인(임상시험 결과 보고 저널: Neurology, Lancet, NEJM 등 전문 임상분야 최상위 논문)되어 바이오젠 (Biogen)에 2016년 1.5억 달러로 기술 이전되었습니다. 2026년에는 본 치료제의 시장규모는 144.9억달러로 추산됩니다. 이를 통해 볼 때, 성공적인 기술 사업화 견인을 위해서는 최고 수준의 과학이 기반이 되어야 하고, 특허를 통해 보호받아야 하며, 신뢰성을 확보해야 함을 알 수 있습니다. 재현성 검증은 기술 사업화 전문가들과의 집중 인터뷰에서 일관되게 강조된 사항으로 기초결과가 임상 혹은 산업화로 연계되지 않는 죽음의 계곡이 재현성과 관련이 있다고 지적한 의견을 반영한 것입니다. 기술 사업화 성공과 실패 사례 연구 [한국과학기술정보연구원(KISTI); STEPI Insight Vol. 254 (2020)]에서도 재현성의 중요성은 마찬가지로 강조되었습니다. 종합적으로 기술 사업화 견인에 가장 근접한 선도융합기술을 나타내는 객관적 지표로 논문, 특히, 재현성 검증을 선정하게 되었습니다.

자료: 추가제출자료.

<표 3-11> 재현성 검증을 수행하는 주체, 과정, 방법 관련 설명내용(주관부처)

- (답변) 객관적 방식으로 재현성 검증을 한다고 제시하였습니다. 재현성 검증을 수행하는 주체, 과정, 방법 등에 대해서 구체적으로 설명해주시길 바랍니다.
- ※ (예시) 인지 능력, 기억력 향상 등의 효능을 검증해 줄 수 있는 인증기관이 존재하는지, 검증 과정은 무엇인지 등을 포함하여 설명해주시길 바랍니다.
 - 국내 30개 내외의 CRO에서 다양한 뇌질환[헌팅톤병, 파킨슨병, 치매, multiple sclerosis, ALS, 뇌졸중, muscular dystrophy, 외상후 스트레스 장애(PTSD) 등]을 대상으로 치료약물과 의료기기 등에 의한 인지기능, 기억력, 운동기능에 대한 효능을 검사하고 있습니다.
 - 특히, 전임상 효능 시험의 경우 뇌분야 전문 CRO들도 있는데, 국내에는 나손 사이언스(naasonscience.com)나 뉴로비스(www.neurovis.kr) 등이 대표적입니다. 해외에는 더 많은 뇌분야 CRO들이 존재하고 있습니다.
 - 예를 들어 나손사이언스에서 제공하는 효능 시험은 다음과 같습니다.
 기억력: Y-maze, water maze, novel object recognition
 인지: fear conditioning, motivation
 정서: forced swim test, tail suspension
 운동기능: grip strength, RotaRod, home cage rearing, home cage locomotor activity
 - 현재 한국뇌연구원이 위치한 대구에서 뉴딜 사업의 일환으로 뇌질환 의약품/의료기기 개발지원을 위한 추진전략을 기획 중에 있으며 연구지원, 기술지원, 기업성장 지원 등이 포함되어 있습니다. 이 중 기술지원을 통해 향후 객관적 방식으로 재현성 검증을 확대할 수 있는 방안을 마련 중에 있습니다. 뇌질환 의약품 약효평가를 위한 기반 기술 구축 및 지원을 추진하고 시험평가, 기업 기술지원 등의 기능 수행이 주요 내용입니다. 본 사업의 수요를 해결해 줄 수 있는 협력 체계가 구축될 것으로 예상됩니다.

자료: 추가제출자료.

- 사업 목표치(선도융합기술 31건 이상) 설정 근거의 적절성이 부족하며, 목표치 달성가능성에 대한 검토가 미흡함
 - 선행사업의 성과를 기반으로 성공확률을 산정하여 목표치를 설정하였으나, 목표치 설정 근거의 적절성이 부족함
 - 주관부처는 동 사업 목표치를 도출하는 과정에서 선행사업인 뇌과학원천기술개발사업의 과제 성공률(최종평가 결과 S등급을 받은 과제의 비중)을 각 유형별 설계 의도와 지원 규모에 맞게 차등 적용*하여 목표치를 설정하였다고 제시함

- * 목표성공률로 시장선도형은 출발 과제수 대비 20% 예측, 미래선점형에서 트랙전환의 경우 15% 예측, 미래선점형에서 전환되지 않은 경우 10% 예측값을 적용
- 그러나, 기획보고서 상 선행사업의 성과를 바탕으로 동 사업의 성공률을 산정한 이유에 대해서는 구체적으로 제시되지 않음
- 주관부처는 추가제출자료를 통해 선행사업의 성과를 바탕으로 목표성공률을 적용한 이유를 설명하였으나, 선행사업의 성공률을 동 사업의 성공률로 적용하는 논리적 설득력은 부족한 것으로 판단됨

<표 3-12> 선행사업의 평가결과(S등급)를 동 사업의 목표성공률 설정에 활용한 근거

□ (답변 요약) 기획보고서에 따르면 선행사업 S등급 비율 12%를 바탕으로 과제별 목표 성공률을 제시하셨습니다. ① 선행사업 S등급이 무엇을 의미하는지 구체적으로 제시해 주시기바랍니다 (평가주체, 평가기준 및 방법). 또한 ② 선행사업의 평가결과(S등급)를 동 사업의 목표성공률 설정에 활용하신 구체적인 근거에 대해서도 제시해주시기 바랍니다.

- 등급은 연구개발 기간 종료 시 실시하는 평가로 연구개발과제의 수행과정, 연구개발 성과 등에 대해 최종적으로 평가하는 활동을 의미합니다. (평가 주체 : 한국연구재단)
- S 등급의 과제는 계획한 연구 목표를 달성하였고, 산출된 연구 성과의 질적 수준이 매우 우수함을 의미합니다.
- 본 사업의 이슈 식별을 통해, 선행 사업인 뇌과학원천기술개발사업에서 논문, 특허 등 과학적 성과들이 우수했으며, 지속적인 상승세를 타고 있다고 분석한 바 있습니다. 본 사업은 기 확보한 우수한 과학적 성과를 기술사업화 역량으로 전환할 수 있는 기회를 포착하고, 사업 지원을 통해 촉진, 지원하는 사업입니다. 즉, 우수한 과학적 성과와 이를 뒷받침한 역량이 기술 사업화를 가능케 할 직접적 씨앗이라고 판단하고 있습니다. 따라서, 선행 사업에서 최우수 등급을 받은 우수 역량의 비율이 일차적으로 동 사업의 대표 성과 성공률을 가장 근사하게 결정지을 수 있는 신뢰성 있는 지표라고 판단하여 목표 성공률 설정에 활용하게 되었습니다.

자료: 추가제출자료.

- 선행사업의 성과를 바탕으로 설정한 목표성공률(12%)의 적절성이 부족한 것으로 판단됨
- 선행사업의 평가 등급 체계에서 총 과제 수 대비 S등급인 과제 수의 비중은 12%라고 제시하였으나, 기획보고서 상 평가 등급 체계가 제시되지 않았으며, 어떤 자료를 바탕으로 S등급 과제 수 비중을 계산하였는지 구체적으로 확인하기는 어려움

- 주관부처는 추가제출자료를 통해 뇌과학원천기술개발사업의 과제별 성과(SCI 논문 성과, 특허 등록 성과, 기술실시계약 성과) 및 최종평가 결과를 제출하였고, 최종평가 대상 과제 수(39개) 대비 S등급인 과제 수(5개) 비중은 12.8%로 확인됨
- 최종평가에서 S등급을 받은 과제의 SCI 논문 성과, 특허 등록 성과, 기술실시계약 성과를 검토한 결과, 5개 과제 중 2개 과제는 기술실시계약 성과가 발생하지 않은 것으로 확인됨

<표 3-13> 뇌과학원천기술개발사업 최종평가 S등급을 받은 과제의 성과

(단위: 건)

과제번호	과제명	기술실시 계약성과	SCI 논문 성과	특허 등록 성과
2010-0018838	뇌신경정보에 기초한 인간 의도의 뇌신경 모델링 및 실시간 의도 읽기 응용 기술 개발	0	16	1
2012M3C7A1055409	3차원 in-vitro 뇌신경/교세포 회로망 제작 및 비침습적/세포선택적 자극 측정 기술 개발	0	20	5
2013M3C7A1056562	mTOR 신호전달계 기반 뇌발달 제어인자 발굴, 기전규명 및 치료 기술 개발	1	26	6
2014M3C7033992	뇌질환 임상연구를 위한 7T MRI 기반 융복합 영상진단기술 개발	1	61	44
2015M3C7A1028372	외상후 스트레스에 따른 뇌인지장애 극복사업	3	189	41

자료: 추가제출자료를 참고하여 연구진 작성.

- 이에, 동 사업의 세부 정량지표에 기술이전 및 우수기술이전이 포함된다는 점을 고려하면, 선행사업 과제 중 S등급을 받은 과제라고 하더라도 동 사업에서 의미하는 선도융합기술에 해당하지 않을 가능성이 존재함
- 따라서, 선행사업에서 S등급을 받은 과제 수 비중을 바탕으로 동 사업의 목표 성공률을 산정한 것이 적절하다고 보기는 어려움
- 성공 과제수 산출 과정에서 적용한 유형별 성공 확률을 산정한 근거의 적절성이 부족함
- 주관부처는 선도융합기술 31건 도출을 위해 시장선도형 20%, 미래선점형(트랙전환) 15%, 미래선점형(전환되지 않은 경우) 10%의 성공 확률을 산정하여 활용함



[그림 3-1] 선도융합기술 목표 설정 기준

자료: 동 사업 기획보고서.

- 그러나, 기획보고서 상 유형별 성공 확률은 각 유형별 설계 의도와 지원 규모에 맞게 차등 적용하였다고 제시하였으나, 성공 확률을 산정한 구체적인 근거는 제시하지 않음
- 주관부처는 추가제출자료를 통해 유형별 성공확률을 설정한 근거를 추가적으로 제시하였으나, 구체성이 부족하여 적절한 근거라고 보기는 어려움

<표 3-14> 동 사업의 유형 별 성공확률 설정 근거(주관부처)

□ (답변) 각 유형별 성공확률을 시장선도형 20%, 미래선점형(트랙전환) 15%, 미래선점형 (전환 되지 않은 경우) 10%로 제시해주셨습니다. 유형별 성공확률을 설정한 근거를 제시해주시기 바랍니다.

- 본 사업에서 선행사업 S등급 비율을 적용한 전체 사업 성공률은 12%입니다. 하지만, 본 사업을 구성하는 사업내역(2가지 유형)은 서로 다른 특징을 가지고 있기 때문에 사업내역별로 차별화된 성공률을 적용하는 것이 더 타당할 것으로 판단하였습니다. 시장선도형은 본 사업의 컨버전스 포인트입니다. 즉, 기술사업화를 견인할 가능성이 제일 큰 과제이기 때문에 20%를 설정하였습니다. 발굴에서 시작해 트랙전환한 미래선점형의 경우, 그보다 낮지만, 전체 평균 사업 성공률보다는 높은 15%를 적용하였고, 도전성 높은 연구이자, 기술사업화의 토대를 마련하는 파이프라인 역할을 하는 미래선점형 과제의 경우는, 나머지 성과의 책임을 배정하였고, 그렇게 산출된 성공률이 10%입니다.

자료: 추가제출자료.

- 또한, 시장선도형 과제의 성공 과제수 산출 과정에서 '시장선도형(기본)' 과제와 '시장선도형(심화)' 과제의 성공률을 동일하게 적용하여 60개(기본과제 수) 과제를 대상으로 성공 과제수를 산출함
- 미래선점형 과제의 경우 트랙전환 과제와 전환되지 않은 과제를 구분하여 성공률 및 과제 수를 별도 적용하였으나, 시장선도형 과제는 별도로 구분하지 않음
- 주관부처가 제시한 바와 같이 미래선점형에서 트랙전환 과제와 전환되지 않은 과제 간 성공률에 차이가 존재한다면, 시장선도형에서도 유사한 논리를 적용하여 기본과제와 심화과제 간 성공률을 차등 적용할 수 있겠으나, 동일한 성공률을 적용하였다는 점에서 미래선점형 과제의 성공률 차등적용의 근거는 논리가 부족한 것으로 판단됨
- 추가적으로, 트랙전환 과제는 시장선도형 과제로 전환됨에도 불구하고 트랙전환 과제와 시장선도형 과제의 성공률을 다르게 적용하였으나, 이에 대한 구체적인 설명은 제시하지 않아 유형별 성공 확률 산정 논리가 적절하다고 보기 어려움

3. 사업 성과지표의 적절성

- 성과지표는 사업목표와의 연관성이 부족하여, 성과지표가 사업목표 달성 정도를 효과적으로 측정할 수 있을 것으로 보기 어려움
 - 주관부처는 기획보고서를 통해 동 사업의 성과지표로 '① 논문, ② 특허, ③ 재현성 검증'을 제시하였음
 - 논문은 JCR 상위 5%, 특허는 K-PEG A2 등급 이상, 재현성 검증은 객관적 방식의 재현성 검증을 의미함
 - 성과지표 중 '논문', '특허'는 객관적인 측정이 가능하나, 사업목표의 달성 정도를 측정할 수 있는 지표라고 보기는 어려움
 - 논문과 특허의 측정 기준을 각각 JCR, K-PEG으로 제시하여 객관적인 방식으로 측정할 수 있을 것이라고 판단됨
 - 그러나, 논문이나 특허가 많이 발생한 기술이라고 해서 기술사업화 견인이 가능하다고 보기는 어렵기 때문에 논문과 특허는 사업목표의 달성정도를 확인하는 직접적인 성과지표로 인정하기 어려움
 - 그러나, '재현성 검증'의 경우 객관적인 측정이 어려우며, 재현성이 검증된다고 하더라도 사업목표 달성 정도를 확인하기는 어려움
 - 재현성 검증의 경우 CRO, 인증시험기관 등 객관적 인증기관을 통해 재현성 검증을 수행하는 것으로 제시되었으나, 재현성 검증 여부를 확인할 수 있는 기준이 명확하게 제시되어 있지 않음
 - 또한, 재현성이 검증된다고 해서 기술사업화를 견인할 수 있는 기술이라고 판단하기는 어려움에 따라 사업목표의 달성 정도를 확인하는 지표로서의 적절성이 부족함
- 성과지표와 세부 정량지표 간의 관계가 명확하게 제시되지 않아, 목표달성 여부를 판단하기 어려움
 - 주관부처는 성과지표 뿐만 아니라 세부 정량지표를 별도로 제시하였으나, 일부 세부 정량지표는 성과지표와 연관성이 부족함
 - 주관부처는 세부 정량지표로 '논문(JCR 상위 10% 이내, SCI급 논문), 특허(K-PEG A등급 이상), 기술사업화 활동'을 추가로 제시함
 - 세부 정량지표 중 논문과 특허의 경우 성과지표의 논문과 특허에 대응되나,

기술사업화 활동의 경우 성과지표와의 연관성이 부족함

- 기술사업화 활동이 객관적 방식의 재현성 검증과 어떤 관련이 있는지 구체적으로 제시되지 않음

○ 또한, 기획보고서 상 성과지표와 세부 정량지표 간의 우선순위가 명확하게 제시되지 않아 사업목표 달성 여부를 판단하기가 어려움

- 예를 들어, 동 사업 수행을 통해 성과지표(JCR 상위 5% 이내, K-PEG A2 등급 이상, 객관적 방식의 재현성 검증)를 만족하는 기술이 31건 개발된다고 하더라도 세부 정량지표의 목표치를 달성하지 못한 경우에는 동 사업의 성패에 대한 최종평가는 어떻게 되는 것인지 확인할 수 없음

□ 세부 정량지표의 설정 근거 제시가 미흡하며, 목표치 설정의 적절성이 부족함

○ 주관부처는 투자 유형(시장선도형, 미래선점형)에 따라 국내 기술 수준 및 시장 성숙도가 다를 수 있음을 고려하여 세부 정량지표를 설정하였다고 제시하였으나, 구체적인 근거 제시는 미흡함

- 시장선도형의 경우, 우수 논문 및 관련 우수 특허를 기반으로 기술사업화 견인을 목표로 설계하였다고 제시함
- 반면, 미래선점형의 경우, 기술혁신을 통한 미래 시장 선점을 염두에 두고 원천성의 근간이 될 수 있는 우수 논문 도출에 비중을 조금 더 둔 세부 정량지표를 설계하였다고 제시함
- 그러나, 각각의 투자 유형에 해당하는 국내 기술 수준 및 시장 성숙도에 대한 구체적인 설명은 제시하지 않았으며, 이를 확인할 수 있는 근거 자료 제시도 미흡함

<표 3-15> 동 사업의 세부 정량지표 설정 기준

☞ (특허) 시장선도형: 0.7건/10억 원, 미래선점형: 0.7건/10억 원
☞ (우수특허) 시장선도형: 0.5건/10억 원, 미래선점형: 0.4건/10억 원
*우수 특허는 K-PEG A등급 이상을 의미함
☞ (논문) 시장선도형: 6편/10억 원, 미래선점형: 8편/10억 원
☞ (우수논문) 시장선도형: 3편/10억 원, 미래선점형: 3편/10억 원
*우수 논문은 JCR 10%이내 논문을 의미함
☞ (기술이전) 시장선도형: 1.6건/100억 원, 미래선점형: 0.8건/100억 원
☞ (우수기술이전) 시장선도형: 0.8건/100억 원, 미래선점형: 0.4건/100억 원
*우수 기술이전은 기술이전료 0.5억 원/건 이상의 금액을 의미함

자료: 동 사업 기획보고서.

- (특허) 특허의 목표치로 K-PEG A등급 이상 345건 포함 총 543건으로 제시하였으나, 내역사업별 특허 목표치 설정 근거의 적절성이 부족함
 - 주관부처는 두 가지 내역사업 공통적으로 특허 목표치를 10억 원 당 0.7건으로 제시하였으며, 무분별한 특허 양산은 기술사업화 기회를 방해할 수 있으므로 선행사업을 통해 산출역량이 검증된 수준의 특허만 사업 관리 차원에서 제시하였다고 설명함
 - 그러나, 동 사업 추진을 통해 선행사업과 유사한 수준의 특허 성과가 발생할 것이라는 구체적인 근거는 제시하지 않음에 따라 목표치 설정근거의 적절성은 부족한 것으로 판단됨
 - 추가적으로, 우수특허의 경우 시장선도형의 목표치를 미래선점형 대비 다소 높은 수준으로 제시하였으며, 그 이유를 시장선도형이 기술사업화에 좀 더 근접해 있기 때문이라고 제시함
 - 주관부처가 특허 목표치를 설정하는 과정에서 특허는 사업 관리 차원에서 제시하였기 때문에 두 가지 유형의 목표치를 동일하게 설정하였다고 제시하였다는 점을 고려하면, 우수특허의 목표치를 상이하게 설정한 이유는 설득력이 부족함

<표 3-16> 특허 및 우수특허 목표치 설정근거

지표	상세	유형	목표치	내용
특허	특허	시장선도형	0.7건/10억 원	· 성과지표 달성만을 위한 무분별한 장롱 특허 양산은 향후 기술사업화 기회를 방해할 수 있으므로, 선행사업을 통해 산출역량이 검증된 수준에서의 특허만 사업 관리 차원에서 제시하고, 두 유형에 모두 동일하게 적용함 · 최근 일몰된 선행사업이 본 예타와 가장 직접적으로 연계된 뇌과학 사업이므로 예상 성과 산출 기준으로 사용함
		미래선점형		
	우수특허	시장선도형	0.5건/10억 원	
		미래선점형	0.4건/10억 원	

자료: 추가제출자료 재구성.

- (논문) 논문의 목표치로 JCR 10%이내 2,331편 포함 SCI급 논문 총 5,544편으로 제시하였으나, 선행사업 대비 목표치 상향 조정의 적절성이 부족함
 - 주관부처는 지속가능한 기술사업화 견인형 기술 개발을 위해서 선행사업 대비 논문의 질을 높이는 방향으로 지표를 설정하였다고 제시함
 - 이에 선행사업인 뇌과학원천기술개발사업의 논문 실적인 10억 원 당 4.63편을 참고하여

시장선도형의 경우 10억 원 당 6편, 미래선점형의 경우 10억 원 당 8편이라는 목표치를 제시함

- 그러나, 동 사업 추진을 통해 선행사업 대비 높은 논문 성과가 창출될 것이라고 판단할 수 있는 근거는 제시하지 않았으며, 시장선도형 대비 미래선점형 과제에서 더 많은 논문 성과가 창출될 것이라는 구체적인 근거 제시 또한 미흡함
- 우수논문의 경우 두 가지 내역사업 모두 10억 원 당 3편을 제시하였으며, 선행사업 대비 우수논문 지표를 2배 수준으로 설정하였다고 제시함
- 그러나, 우수논문을 선행사업 대비 2배 수준으로 설정한 구체적인 근거는 제시하지 않음에 따라 목표치 설정 근거의 적절성이 확보되었다고 보기는 어려움

<표 3-17> 논문 및 우수논문 목표치 설정근거

지표	상세	유형	목표치	내용	
논문	논문	시장선도형	6편/10억 원	· 선행사업(4.63편/10억)보다 대폭 상향 · 미래선점형의 경우 기술사업화 견인의 전선에 지속적으로 원천기술을 제공하는 역할을 담당하여 더 높은 활동을 요구함	
		미래선점형	8편/10억 원		
	우수논문	시장선도형	3편/10억 원		· 선행사업 대비 우수논문 지표를 2배로 설정함 · 초기 미래선점형에 적용한 도전적인 목표였으나, 시장선도형 또한 기술사업화를 견인하는 핵심엔진 이므로 두 지표 모두 동등한 기준을 적용함
		미래선점형			

자료: 추가제출자료 재구성.

- (기술이전) 기술이전료 건당 0.5억 원 이상 44건 포함 총 89건을 제시하였으나, 목표치 설정 근거의 적절성이 부족하며, 기술이전 및 우수기술이전의 정의가 명확하지 않음
- 주관부처는 기술사업화 목표 달성여부를 확인할 수 있는 지표로 기술이전 건수를 제시하였으며, 시장선도형 과제와 미래선점형 과제의 목표치를 각각 100억 원 당 1.6건, 100억 원 당 0.8건으로 제시함

<표 3-18> 기술이전 및 우수기술이전 목표치 설정근거

지표	상세	유형	목표치	내용
기술이전	기술이전	시장선도형	1.6건/100억 원	· 선행사업의 성과('17-'19)가 평균 0.76/100억 원임을 감안 하여 연구의 출발 앞단인 미래선점형은 선행 사업 기준 약간 상회하여 설정함 · 시장선도형(미래선점형의 트랙전환 포함)의 경우는 도전적으로 목표치를 2배로 상향함
		미래선점형	0.8건/100억 원	
	우수기술이전	시장선도형	0.8건/100억 원	
		미래선점형	0.4건/100억 원	

자료: 추가제출자료 재구성.

- 시장선도형 과제의 경우 선행사업의 성과 및 바이오의료기술사업의 성과 대비 2배 이상 상향하여 목표치를 설정하였다고 제시하였으나, 비교 대상으로 「바이오의료기술사업」을 선정한 이유 및 2배 이상 상향 설정한 근거는 구체적으로 제시하지 않음
- 추가적으로, 기획보고서에 따르면 기술이전 외 창업이나 기업 투자 연구도 기술사업화 활동으로 인정한다고 제시하였으나, 이에 대한 구체적인 내용은 제시하지 않아 기술이전료가 발생한 경우 외에도 기술사업화 성과로 인정하는 경우가 있는지 확인하기 어려움
- 또한, 우수기술이전 금액(건당 0.5억 원 이상) 설정근거로 제시한 바이오의료기술개발 사업 시행에서는 “정수한(입금된) 기술료 총액이 5천만 원 이상인 경우”라고 명시되어있어 기술이전 외 기술사업화 활동이 동 사업의 우수기술이전 성과로 인정될 수 있는지 확인이 어려움
- 세부 정량지표별 목표치 달성가능성에 대한 검토가 미흡하여, 달성가능성을 확인하기 어려움
 - 주관부처가 제시한 각 성과지표의 달성 가능성에 대해서는 기획보고서 상 구체적으로 제시되지 않아 확인이 어려움
 - 주관부처는 추가제출자료를 통해 세부 성과지표 목표치 달성가능성에 대한 검토 내용을 제시하였으나, 선행사업의 성과를 통해 달성가능성을 설명하고 있어 동 사업에서도 동일한 수준을 달성할 수 있을 것이라고 보기는 어려움

<표 3-19> 유형 별 논문, 특허, 기술이전 관련 목표치 달성 가능성 검토 내용(주관부처)

□ (답변) 유형 별 논문, 특허, 기술이전 각각의 목표치 달성 가능성에 대해 검토한 자료가 있다면 제출해주시기 바랍니다.

- 본 사업이 제시하는 성과지표(아래 박스 참조)는 선행사업인 뇌과학원천기술개발사업의 성과지표를 토대로 설정하였습니다. 선행 사업에서 달성한 지표는 특허 0.65건/10억 원, 우수특허 0.4건/10억 원, 논문 4.63편/10억 원, 우수논문(2015~2020: 최고성과도출구간 기준) 1.5편/10억 원, 기술이전 0.76건/100억 원, 우수기술 이전 0.36건/100억 원으로 분석되었습니다. 선행 사업 달성 지표들과 본 사업이 제시하는 성과 지표를 항목별로 분류하여 변동폭을 비교하면 아래 표와 같습니다.

분류 / 내역사업	시장선도형	미래선점형
특허 (10억당)	0.65건/0.7건=92.8%	0.65건/0.7건=92.8%
우수특허 (10억당)	0.4건/0.5건=80%	0.4건/0.4건=100%
논문 (10억당)	4.63편/6편=77.1%	4.63편/8편=57.8%
우수논문 (10억당)	1.5편/3편=50%	1.5편/3편=50%
기술이전 (100억당)	0.76건/1.6건=47.5%	0.76건/0.8건=95%
우수기술이전 (100억당)	0.36건/0.8건=45%	0.36건/0.4건=90%

[선행 사업과 예타 사업의 지표 변화폭, 퍼센트는 예타사업 목표가 100%]

- 특허의 경우 효용성 없는 특허의 남발을 방지하고, 기술사업화 견인에 바로 기여할 우수 특허의 산출을 사업 진행 과정에서 전문가들과 상의하게 됨으로 충분히 달성 가능한 목표로 사료됩니다.
- 논문의 경우, 선행사업 분석에서 논문 실적 향상의 추세가 확인되었으며, 특히 우수논문의 경우 특징적으로 급격한 상승 추세가 확인되었기 때문에, 더 도전적으로 설정한 우수논문 목표도 달성 가능하다고 판단됩니다. 산정한 예산에서 충분히 달성 가능한 목표로 사료됩니다.
- 기술이전의 경우 미래선점형은 선행 사업의 역량을 유지하도록 설계하였기 때문에 충분히 달성 가능한 목표로 판단됩니다. 시장선도형의 경우, 목표가 도전적으로 설정되었으나 본 사업의 특징인 기술사업화 견인을 달성하기 위한 특화된 사업 시스템을 고려할 때, 당연히 노력해서 달성해야 하고 달성 가능한 목표로 사료됩니다.

자료: 추가제출자료 재구성.

4. 수혜자 표적화의 적절성

- 동 사업 결과물의 활용과 확산을 통해 직접적인 경제적 혜택을 받을 것으로 예상되는 주체(수혜자)가 구체적으로 표적화되었다고 보기 어려움
 - 주관부처는 논리모형을 통해 동 사업의 1차 수혜자는 뇌연구 R&D 기반 산업체*, 2차 수혜자는 현장 수요 의료인 및 병원 기반 의료 산업체로 제시하였으나, 지원대상 및 지원방식을 고려하여 수혜자를 표적화하지는 않은 것으로 보임
- * 1차 수혜자 : 의료기기/신약/진단 제품 개발 산업 분야 스타트업 및 기업
- 기획보고서 상 논리모형을 제외하면 보고서 전반에 수혜자에 대한 내용은 포함되어 있지 않음에 따라 수혜자를 설정한 근거나 논리는 확인이 불가함
 - 주관부처는 추가제출자료를 통해 동 사업으로부터 창출될 성과가 산업계에 기여하고자 하는 점을 고려하여 수혜자를 설정하였다고 제시함

<표 3-20> 주관부처가 제시한 수혜자 관련 설명

<p>동 사업으로부터 창출될 성과가 산업계에 기여하고자 하는 점을 고려한다면 1차 수혜자는 뇌 연구 R&D기반 산업계이고 2차 수혜자는 현장 수요 의료인 및 병원 기반 의료산업계이며 사업 수행에 따라 성과 창출로 인해 기술수혜자(국민, 기업, 타 연구분야 등)가 발생할 수 있을 것으로 생각됩니다. 사업성과의 활용과 확산을 통해 직접적인 경제적 혜택을 받을 것으로 예상되는 주체는 뇌과학 기술을 활용하여 신성장 동력을 발굴하고자 하는 기업이라고 판단되기 때문에 1차 수혜자를 뇌연구 R&D 기반 산업계로 지정하였습니다.</p> <p>새로운 뇌질환 치료, 뇌기능 활용 기술은 중소, 벤처기업에 새로운 비즈니스 기회를 제공함으로써 새로운 신성장동력으로 이어질 것으로 생각됩니다. 관련 기업은 뇌 질환 타겟 의약품관련, 치료 진단을 위한 기기 관련, 뇌자동원리를 활용하는 기업, 연구장비 관련 기업으로 분류가 가능합니다. 현재 조사된 기업체는 538개로 조사되었습니다.</p> <p>수혜자를 아래와 같이 세분화 할 수 있으나 성과에 따라 공공의 이익을 모두 받을 수 있을 것입니다.</p>	
구분	수혜자 세분화
1차 수혜자	<ul style="list-style-type: none"> - 연구 R&D 기반 산업계(의료기기/신약/진단 제품 개발 산업분야 스타트업 및 기업) - 산업계 : 538개 이상 뇌질환 기업 (뇌의약품 : 335개, 치료/진단기기 : 91개, 뇌자동원리활용: 77개, 연구장비 26개, 기타 9개)
2차 수혜자	<ul style="list-style-type: none"> - 현장 수요 의료인 - 병원 기반 의료산업

자료: 추가제출자료.

- 그러나, 기획보고서 상 동 사업은 학·연·병·산 융합형 사업으로 제시되었으며, 이중 융합 또는 다학제 융합연구 컨소시엄 구성이 필수적이라고 제시함
- 학·연·병·산으로 구성된 컨소시엄을 지원한다는 점을 고려하면 산업계 뿐 만 아니라 학교, 연구소, 병원 등도 동 사업에 참여할 수 있으나, 수혜자는 산업계로 한정됨
- 특히 산업계의 참여 측면에서 동 사업은 '시장선도형-심화' 과제에서만 중소기업이 20%의 참여율로 과제에 참여하나, 이는 동 사업의 총 사업비(8,172억 원) 대비 민간 부담금(53억 원)은 0.6% 수준으로 비중이 매우 작다는 점을 고려하면, 각 유형 및 단계별 수혜자에 대한 충분한 검토가 수행되었다고 보기 어려움

제 3 절 세부활동 및 추진전략의 적절성

1. 세부활동과 사업목표와의 연관성

- 2개의 내역사업으로 구분하여 선도융합기술을 개발하는 이유 및 근거 제시가 미흡함
 - 내역사업을 2개의 유형으로 구분하여 동 사업을 수행하는 것이 동 사업목표 달성에 효과적인지에 대한 설명은 충분히 제시되지 않음
 - 주관부처는 기획보고서를 통해 시장선도형 및 미래선점형 과제 수행을 통해 기술사업화를 견인하는 완성도 높은 '선도융합기술'을 개발하는 것으로 제시함
 - 그러나, 미래선점형 과제의 경우 동 사업의 목표인 기술사업화 견인 가능한 선도융합 기술개발과의 연계성이 시장선도형에 비해 상대적으로 낮은 것으로 판단됨
 - 그럼에도 불구하고 미래선점형 과제가 시장선도형 과제 대비 지원 과제 수가 많고, 지원규모가 더 큰 것으로 제시되어 있으나, 이와 같이 사업을 설계한 이유나 근거의 적절성 제시는 미흡함
 - 또한, 동 사업목표 달성을 위해 두 가지 내역사업으로 구분하여 사업을 추진하는 것이 효과적인지에 대한 검토 내용 제시는 부족한 것으로 판단됨
- 세부활동 추진 방식이 사업목표를 달성하는데 효과적인지 확인하기 어려움
 - 주관부처는 각 내역사업별로 심화과제 및 트랙전환과제를 구성하였으나, 심화과제 및 트랙전환과제 수행이 동 사업목표 달성에 효과적이라고 판단하기 어려움
 - 기획보고서 상 시장선도형 과제의 50%, 미래선점형 과제의 20%를 각각 심화과제와 트랙전환과제로 선정하는 것으로 제시함
 - 그러나, 심화과제 및 트랙전환과제를 선정하는 근거 제시가 미흡하며, 심화 및 트랙전환 과제가 기본과제에 비해 어떤 추가적인 활동을 수행하는 것인지는 제시되지 않음
 - 예컨대, '시장선도형-심화'과제의 경우 추가 2년간 기술사업화 가치 증진에 집중하는 단기 가속화 연구를 수행하는 것으로 제시하였으나, 2년 동안 어떤 활동을 수행하는지에 대해서는 구체적으로 제시되지 않았으며, 이에 대한 효과성 검토도 미흡한 것으로 판단됨

2. 세부활동 도출의 적절성

- 동 사업의 기획에 참여한 전문가 집단은 ① 적절한 과정을 통해 구성되었는지 확인이 어렵고, ② 현장 수요에 무게를 두고자 한다고 제시하였으나 전문가 집단 중 산업계의 비중은 낮아 타당하다고 보기 어려우며, ③ 동 사업 관련 산업계의 준비도 측면에서 일부 불확실성이 존재함
- 동 사업의 기획 과정에 참여한 전문가 집단(총괄위, 분과위, 발전위, 자문위)의 선정 기준 및 과정은 구체적으로 제시되지 않음에 따라 전문가 집단은 적절한 과정을 통해 구성되었는지 판단하는데 한계가 존재함
 - 동 사업은 다음과 같은 추진체계를 통해 사업을 기획함



[그림 3-2] 사업기획 추진체계

자료: 동 사업 기획보고서.

- 그러나, 각 전문가(총괄위, 6개 분과위) 집단 별 역할 및 구성 관련 설명은 제시되었으나, 선정기준 및 선정 과정 관련 내용은 구체적으로 제시되지 않아 적절한 과정을 통해 동 사업에 적합한 전문가 집단이 구성되었는지 확인하기 어려움

<표 3-21> 동 사업 총괄기획위원회 및 분과위원회 역할

위원회	내용
총괄기획위원회	<ul style="list-style-type: none"> · 상세기획안 도출 - 학·연·병·산 분야별 전문가 32명으로 구성 - (핵심 총괄위원회) 총괄 기획위원 중 기획보고서 작성 실무를 위한 8명으로 구성. 의견 및 정보 수집, 정리, 분석 실시 - 추진전략 수립, 추진체계 기획 및 사업운영방안 등 상세기획 추진 - 선도융합기술 테마 그룹핑 및 최종 선정 결과 도출
분과위원회	<ul style="list-style-type: none"> · 선도융합기술 테마 도출 - 학·연·병·산 해당 분야 전문가로 구성되며 분과별 10인 내외로 총 73명이 참여 - 기술수요조사 및 분야별 선도융합기술 테마 도출과 예비타당성 평가 과정에서 대응이 필요한 기술적 사안에 대한 자문 수행 - 해당 분야의 기술 동향 분석

자료: 동 사업 기획보고서 재구성.

- 의료·산업계 현장 수요에 무게를 두고자 한다는 점을 미루어 봤을 때, 동 사업의 총괄기획위원회 및 분과위원회 전문가 중 산업계의 비중(7%)은 낮다는 점에서 타당하다고 보기 어려움
- 동 사업은 의료·산업계 현장 수요에 무게를 둔 이슈를 선별하고자 하며, 학계, 연구계, 병원/의료계, 산업계, 기술투자계 의견과 수요를 청취하여 반영하여 동 사업의 목표인 선도융합기술 테마를 도출함
- 또한 총괄기획위원회 및 분과위원회 전문가들을 주축으로 동 사업의 목표인 선도융합기술 테마 44건을 도출함
- 다만, 동 사업의 취지로 현장 수요(의료·산업계)에 무게를 두고자 한다는 점을 고려한다면, 전체 전문가 집단 대비 병원계 전문가는 약 26% 수준이나, 산업계 전문가는 7%의 비중으로 낮다는 점에서 타당하다고 보기 어려움

<표 3-22> 동 사업 총괄기획위원회 및 분과위원회 비율

위원회	구분	인원(명)	비율(%)
총괄기획위원회	산	6	18.75
	학	12	37.50
	연	4	12.50
	병	10	31.25
	전체	32	100.00
분과위원회	산	5	6.85
	학	39	53.42
	연	9	12.33
	병	20	27.40
	전체	73	100.00
총괄기획위원회 + 분과위원회 (중복인원 제외)	산	6	7.32
	학	43	52.44
	연	12	14.63
	병	21	25.61
	전체	82	100.00

자료: 연구진 작성.

- 동 사업 관련 총괄기획위원회 및 분과위원회에 해당하는 산업계 전문가는 총 6명으로 확인된 바, 산업계 반영 차원에서의 준비도가 높다고 판단하기에는 불확실성이 존재함
 - 주관부처는 IBS나 한국뇌연구원 등 뇌관측 분야 장비 및 인력 투자로 시스템이 정착중이고 활발한 국제 공동연구를 통해 세계적 연구기술 수준을 달성하고 있으나, 빈약한 국내 산업층으로 인해 시장 발전과 투자의 선순환이 되지 못함을 제시함
 - 또한 추가제출자료를 통해 아직 규모가 작은 뇌산업계 풀에서 기획에 참여 가능한 산업계 기획 위원들을 차출하는데 다소 어려움이 있으며, 이로 인해 총괄기획위원회 및 분과위원회의 산업계 전문가들은 총 6명(뇌과학 R&D발전전략위원회 및 산업계 현장 수요 인터뷰 참여 전문가 포함 18명)으로 확인됨
 - 다만, 주관부처가 조사한 뇌과학 국내 기업은 총 538개임을 고려하면, 국내 뇌과학 분야 산업계의 수요를 충분히 반영하여 동 사업을 기획했다고 보기 어려움

<표 3-23> 뇌과학 국내 기업(총 538개) 현황

뇌산업 4대분야	국내 기업 수	관련 키워드
기타	6	비임상연구 및 시험, 알츠하이머치료, 스트레스 완화용 조성물, 뇌기능향상 푸드, 퇴행성 뇌질환 예방 및 치료제 등
뇌작동원리 활용	77	치매예방, 뇌질환, 뇌기능, 뇌손상, 재활기기, 자폐, 경도 인지장애, 인지기능, 뇌파, 중추신경계, 스트레스, 인지재활, AI, VR, 뇌신경, 유로사이언스, 수면, 디지털 치료 등
뇌의약품	335	뇌졸중, 파킨슨병, 조현병, 조울증, 뇌전증, 알츠하이머, 치매, 퇴행성 뇌질환, 신약, 혈관성 치매, 뇌출혈, 정신분열, 우울증, 자폐증, 뇌종양, ADHD, 뇌혈류, 뇌기능 개선 등
연구장비	26	AI기반 의료기기, 의료영상, 유전체분석, 생체신호, 생명공학 분석기기, 연구용 시약, 뇌전도 전극 등, 치매 조기 진단 기술개발 연구용 기가재 및 시약 등
치료/진단기기	93	수면무호흡증, 치매예방 및 진단, 뇌전증 진단마커, 재활 로봇, 수술로봇, 진동용뇌전기 자극장치, 인공장기 프린팅, 알츠하이머 진단키트, 뇌파진단기, 우울증치료 장치, 뇌종양 바이오마커 검출 키트 등
구분없음	1	MRI 기반 뇌질환 및 비뇨생식기 질환 치료용 고강도 집속 초음파 시스템
합계	538	-

자료: 추가제출자료 활용하여 연구진 작성.

- 또한 뇌과학 분야의 특성 상 산업계 전문가의 풀이 적어, 현재 동 사업 기획에 산업계 전문가의 참여가 저조하더라도, 뇌과학 분야 산업계의 경우 동 사업의 목표 달성 및 원활한 사업 추진의 측면에서 준비도가 높다고 보기에는 불확실성이 일부 존재함

□ 기획과정에서 도출된 44개 선도융합기술 테마의 전반적인 도출 과정은 적절한 과정을 거쳐 수행되었다고 보기 어려우며, 단계 별 문제점이 다소 있는 것으로 판단됨

- 테마 도출 과정의 적절성 검토 결과, 단계 별 ① 다수의 오류가 존재하며, ② 평가 항목 및 점수 설정 근거의 구체성 부족, ③ 각 분과 별 상이한 조건으로 테마를 도출하였으며, ④ 초기 기획위원이 제시한 단계 별 평가 기준을 준수하지 않았다는 점에 미루어보아, 테마 도출 과정은 적절히 수행되었다고 보기 어려움

- 주관부처는 우선순위 높은 투자 기술 영역을 선별하기 위해 기술 수요, 시급성, 구체성, 선도성, 국내 역량, 융합성, 시장성 등의 기준에 근거한 심층 분석 및 평가를 수행하였다고 제시함

- 또한 동 사업의 주요 추진전략인 현장 수요 기반의 전략적 기술 개발 달성을 위해 '8단계'(기술수요조사 포함)에 거쳐 선도융합기술 테마 44건을 도출함
- 적절성 검토 결과, 선도융합기술 테마 도출 과정에서 단계 별로 문제점이 다소 발견됨에 따라 선도융합기술 테마 도출 과정은 적절히 수행되었다고 보기 어려움

<표 3-24> 선도융합기술 테마 44건 도출과정의 전반적인 적절성 검토 내용

단계	내용
1단계	· 동 사업의 기술영역(상위계획→3대 주제→6대 기술분야)의 설정 근거는 충분히 제시되지 못함에 따라, 논리적 연계성은 확보되었는지 판단하기에는 한계가 존재함
2단계	· 일부 활동(테마 간 차별성 확보를 위한 중복 테마 제거, 테마 세분화 등)은 인정되나, ① 테마 예시의 목적 및 기능이 '불분명'하게 제시되었으며, ② 테마 예시 기능의 작동 가능성을 확인하기 어렵고, ③ 본 단계에 참여한 전문가 집단은 산업계 전문가가 충분하다고 보기 어려우며, ④ '사회문제해결형'과 동 사업과의 연관성은 구체적으로 제시되지 않음
3단계	· 기술수요조사서 내용에 ① 일부 오류 존재, ② 일관성 부족, ③ 동 사업의 취지(현장의 수요 반영)가 충분히 반영되지 못함
4단계	· ① 중주제를 평가, 점수화 과정에서의 배점 근거는 논리적 모순이 존재하며, ② 중주제 그룹핑 과정의 적절성 확인이 어렵고, ③ 테마 편중의 방지 측면에서 분과별 중주제 구성 비중은 적절히 고려되지 않았으며, ④ 중주제 도출(점수화) 과정은 일부 오류 존재, 일관되지 않은 기준으로 점수화를 수행함
5단계	· 선도융합기술 테마 후보 도출 과정에서 활용된 설정 기준 관련 설명 및 근거는 충분히 제시되지 못하여, 적절한 과정을 통해 선도융합기술 테마 후보가 도출되었는지 확인이 어려움
6단계	· 선도융합기술 테마 후보 중 '신중' 관련 테마의 기술선정 포함 가능성을 재검토 하였으나, 해당 단계에서 활용한 기준 관련 적절성 검토에 한계가 존재함에 따라, '신중'을 거쳐 '선정권'에 포함된 테마는 적절한 과정을 통해 선별된 것인지 확인이 어려움
7단계	· 최종 선도융합기술 테마 44개 도출을 위해 7단계에서 수행된 그룹핑, 탈락 테마의 재선정 과정은 적절 하다고 보기 어려움
8단계	· (최종 테마의 적절성 검토) 해당 검토 내용만으로는 최종 선별된 선도융합기술 테마가 동 사업의 문제를 해결할 수 있다고 판단하기에 충분히 검토되지 않은 것으로 판단됨

자료: 연구진 작성.

- 테마 도출 1단계의 적절성 검토 결과, 동 사업의 기술 영역(6대 기술분야)의 설정 근거는 충분히 제시되지 못함에 따라, 논리적 연계성은 확인하기 어려움
- 해당 단계는 동 사업의 기술 영역(3대 주제→6대 기술분야) 설정 단계로, 상위계획→기초 프레임(3대 주제)→6대 기술분야의 흐름 별 설정 근거는 충분히 제시되지 못함에 따라 논리적 연계성은 확보되었는지 판단하기에는 한계가 존재함
- 동 사업은 다음과 같은 흐름에 따라 6대 뇌과학 기술분야를 설정함

<표 3-25> 동 사업의 기술영역(6대 기술분야) 설정 과정(주관부처)

기술영역 설정 단계	내용											
3차 뇌연구추진기본계획	· 3차 뇌연구추진기본계획의 추진 방향과 높은 정합성을 갖고 있는 '뇌질환 극복'과 '뇌기능 활용'을 본 사업의 연구 영역으로 설정하고, 이를 달성할 실천적 기술로서 '선도융합기술'을 정의											
↓												
기초 프레임 (3대 주제)	· 우선 포괄적이고 뇌질환에서 통용되며 널리 인정 받은 주제 대분류인 뇌질환 '표적 발굴', '진단', '치료'를 논의 시작의 기초 프레임으로 사용											
↓												
기술영역 (6대 융합 뇌과학 분야)	· 기획의 전문성 및 효율성을 확보하기 위해 3대 주제 대분류 아래에 구체적 기술 영역 분류인 6대 융합 뇌과학 분야(3대 주제당 2개 분야)로 나누고 이 분야에 따라 기술 조사를 실시할 해당 분과(6개 분과)를 구성											
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>3대 주제</th> <th>표적 발굴</th> <th>진단</th> <th>치료</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">6대 융합 뇌과학 분야</td> <td>뇌질환 표적 발굴</td> <td>뇌신호 측정 및 디코딩</td> <td>생물-화학적 뇌조절</td> </tr> <tr> <td>뇌질환 모델</td> <td>뇌질환 바이오마커</td> <td>공학적 뇌조절</td> </tr> </tbody> </table>	3대 주제	표적 발굴	진단	치료	6대 융합 뇌과학 분야	뇌질환 표적 발굴	뇌신호 측정 및 디코딩	생물-화학적 뇌조절	뇌질환 모델	뇌질환 바이오마커	공학적 뇌조절
	3대 주제	표적 발굴	진단	치료								
6대 융합 뇌과학 분야	뇌질환 표적 발굴	뇌신호 측정 및 디코딩	생물-화학적 뇌조절									
	뇌질환 모델	뇌질환 바이오마커	공학적 뇌조절									

자료: 기획보고서 재구성.

- 동 사업은 상위 계획에 기초하여, '표적 발굴', '진단', '치료' 3대 주제를 기초 프레임으로 사용 후, 6대 융합 뇌과학 분야로 구분하고 분과를 구성함
- 해당 단계는 동 사업의 기술 영역을 설정하는 단계로 향후 사업 목표인 선도융합 기술 최종 테마 선별 시 영향을 미치므로, 기술 영역을 설정하는 각 단계 및 연결고리(상위계획→3대 주제→6대 기술분야)의 구체적인 근거가 제시되어 연계성이 확보되어야만 함

- 이에 대해, 주관부처는 동 사업의 기술영역 설정 과정의 근거 및 적절성 검토 내용은 다음과 같이 제시함

<표 3-26> 동 사업의 기술영역(6대 기술분야) 설정 근거(주관부처)

기술영역 설정 단계	근거
3차 뇌연구촉진기본계획	· 본 계획의 목표 및 추진 방향과 높은 정합성을 갖고 있는 ‘ 뇌 질환 극복 ’과 ‘ 뇌기능 활용 ’을 본 사업의 연구 영역으로 설정
↓	
기초 프레임 (3대 주제)	· 치매극복연구개발사업단 에서 사업단 추진체계로 ‘원인규명 및 발병기전’(본 사업의 ‘표적발굴’에 해당), ‘예측 및 진단기술 개발’(본 사업의 ‘진단’에 해당), ‘예방 및 치료기술개발’(본 사업의 ‘치료’에 해당)이라는 3대 분야로 나누어 진행하며, 의학계에서 널리 통용되는 대분류임
↓	
기술영역 (6대 융합 뇌과학 분야)	· 뇌과학 기술분야(6개 분과)는 총괄위원회(32명) 에서 제안하고 뇌과학 R&D 발전전략 위원회(12명) 에서 피드백을 받아 분류 하였으며, 3대 주제 각각에서 가장 포괄적이고 핵심되는 키워드를 2개씩 선정하여 6개 분과를 설정함

자료: 추가제출자료 활용하여 연구진 재구성.

- 동 사업의 기술영역 설정 단계 별 설정 근거는 제시되었으나, ‘3대 주제’ 별 키워드를 2개씩 선정하여 ‘6대 기술분야’로 분류되는 과정의 근거는 충분히 제시(추가제출 자료)되지 못함에 따라 동 사업 기술영역 설정 과정의 적절성은 확보되었는지 확인하기 어려움

<표 3-27> 동 사업의 기술영역(6대 기술분야) 설정 과정의 적절성(연결고리) 검토 내용

<ul style="list-style-type: none"> · 사업의 이슈와 목표를 달성하기 위해서는, 뇌질환 극복 및 뇌기능 활용과 관련된 기술사업화 역량을 키울 수 있는 경쟁력 있는 분야와 우수성, 파급성, 재현성을 구축할 수 있는 분야를 설정해야 했습니다. · 표적, 진단, 치료 3대 대주제에서 이를 달성할 수 있는 ‘6대 기술분야’를 총괄기획위원회에서 기획하게 되었고, 그 적절함을 여러 차례 개최된 뇌과학 R&D 발전전략 위원회를 통해 검증 하였습니다. 이후 공청회 및 산업계-VC-의료계 전문가 집중 인터뷰를 통해서도 지속적으로 적절성과 보완가능성을 검토하였습니다. · 공통적 의견은, 6대 기술 분야가 뇌질환 및 뇌기능 이용 기초 연구 성과를 산업 및 임상 현장에 활용 가능할 기술로 견인할 수 있는 선도융합기술 개발 및 기술사업화 역량 구축에 적절한 것으로 모아졌습니다.

자료: 추가제출자료 일부 내용 발췌.

- 또한 추가제출자료를 통해 제시된 6대 기술분야 설정 과정의 적절성 검토 내용만으로는, 동 사업의 기술영역이 충분한 근거에 기반하여 설정되었는지 확인하기 어려움
- 마지막으로, 상위계획의 '뇌질환 극복'을 기반으로 동 사업의 기술영역을 설정하였으나, '뇌기능 활용'은 설정 단계에서 어떻게 활용되었는지 제시되지 않아, 전반적으로 기술영역 설정 과정의 논리적 연계성이 확보되었는지는 판단이 불가함

□ 테마 도출 2단계는 선도융합기술 테마 예시 117건을 도출하는 단계로 적절성 검토 결과, 각 테마 간 차별성 확보를 위한 중복 테마 제거, 분과 별 목적 달성의 측면에서 테마 이동, 테마의 세분화 활동 등은 인정되나, 전반적인 테마 예시 도출 과정에서는 문제가 다소 존재함

- 본 단계에서 수행되는 테마 간 중복성 확보, 테마 이동, 테마의 세분화 활동 등은 인정되나, ① 테마 예시의 목적 및 기능이 '불분명'하게 제시됨에 따라, ② 테마 예시 기능의 작동 가능성을 동 사업에서 확인하기 어려우며, ③ 테마 예시 도출에 참여한 전문가 집단은 산업계 전문가가 충분히 참여하였다고 보기 어려우며, ④ 해당 단계에서 확인된 '사회문제해결형'과 동 사업과의 연관성은 구체적으로 제시되지 않아 전반적으로 해당 단계의 적절성은 확보되었다고 보기 어려움
- 동 사업의 선도융합기술 테마 예시 선별 과정에서 분과 내 테마의 분과 이동 및 통합, 중복된 테마 제거 등의 활동은 인정되는 것으로 판단됨
 - 주관부처는 테마 예시 도출 과정에서 처음 120개 테마에서 출발하여, 중복된 항목을 제거하여 테마 예시 117개를 도출하였다고 제시함
 - 확인 결과, 120→117개 테마로 축약 과정에서 단순 중복 테마 제거 외에도 ① 테마의 분과 이동, ② 기존 테마의 세분화 활동이 아래와 같이 추가로 확인됨에 따라, 주관부처는 다음과 같이 제시함

<표 3-28> 테마 예시 도출 과정 중 분과 이동에 해당하는 테마

분과	기술명	이동 경로
1	신경발달과정의 뇌세포 분화경로 표지 및 추적 기술	2분과→1분과로 이동
3	신경망 작동원리 규명을 위한 고해상도 멀티모달 이미징/분석 기술	1분과→3분과로 이동
3	단일세포 해상도의 복합-다층 분자 이미지 플랫폼 기술	2분과→3분과로 이동

자료: 연구진 작성.

- 이에 주관부처는 총괄위원회 회의(‘21.4.21)를 통해 각 테마 별 목표와 테마 내용 간 적합성을 검토하여 테마가 이동됨을 제시함(추가제출자료)
- 또한 테마 내용이 변경된 테마의 경우, 5분과에서 제시한 테마 중 3개 테마는 타 분과 대비 기술명의 범위가 넓어 타 분과의 테마와 중복성이 존재하는 2개 테마는 삭제*하였으며, 1개 테마는 세분화**하여 제시함
 - * ‘약물 활성 제어 기술’ 테마와 관련된 국내외 연구동향을 조사했을 때 연구 활동이 활발하지 않은 것으로 판단되어 삭제되었으며, ‘뇌질환 모델/플랫폼 구축 기술’ 테마는 2분과와 중복되어 삭제함(추가제출자료)
 - ** ‘뇌 대사 조절 기술’ 테마의 범위가 매우 넓어 다양한 연구 주제 도출이 가능하여 세분화하였으며, 후향적 분석이지만 기술수요조사 분석에서도 세분화 된 3개의 테마명과 연관성이 높음 키워드들이 많이 제시된 것을 통해 변경된 테마 예시의 활용도가 있었음을 확인함(추가제출자료)

<표 3-29> 테마 예시 도출 과정 중 테마 내용이 변경된 테마

분과	(120) 테마명	(117) 테마명
5	약물 활성 제어 기술	타 분과와의 중복으로 삭제
	뇌 대사 조절 기술	신경전달물질 항상성 제어 기반 뇌질환 치료 기술
		포식/자식 작용 조절 기반 뇌질환 치료 기술
		단백질 항상성 제어 기반 뇌질환 치료 기술
뇌질환 모델/플랫폼 구축 기술	타 분과와의 중복으로 삭제	

자료: 연구진 작성.

- 해당 단계에서 수행된 활동(분과 내 테마 이동, 테마의 세분화, 중복된 테마 제거)은 테마 간 중복성 검토, 테마 별 목표와 내용 간 부합성 등의 고려를 통해 수행된 것으로 확인되어 적절한 것으로 판단됨
- ① 선도융합기술 테마 예시의 목적 및 기능은 동 사업의 취지와 목표를 고려하였을 경우, 다소 ‘불분명’하게 제시됨에 따라, 동 사업에서 테마 예시 활용도의 적절성을 검토하기에는 한계가 존재함
- 기술수요조사 실시 전, 의료·산업계의 현장 수요 및 해결해야 할 이슈를 확인하고자, 각 학계, 연구계, 병원/의료계, 산업계 해당 전문가로 구성된 6개 분과의 논의를 통해 선도융합기술 테마 예시 117건을 도출함
- 또한 선도융합기술 테마 예시의 목적 및 기능은 다음과 같이 제시됨

<표 3-30> 선도융합기술 테마 예시의 목적 및 기능

분류	내용
테마 예시의 목적	(1) 개별적 기술수요조사의 단점은 개인 연구자가 자신의 연구 분야에 매몰되어 자칫 뇌과학 전체에 대한 거시적 견해를 잘 표현하지 못하는 경우를 방지하고자 마련됨 (2) 연구자 관점의 차이에 의해 국가 필수 뇌과학 기술이 특정 영역에 편중되지 않게 하도록 연구자들을 환기 . 수요조사를 통해 제시하는 기술 테마 들 간 레벨 표준화 유도
테마 예시의 기능	(1) 개별 연구자는 균형감 있는 제안을 할 수 있음 (2) 분과기획 테마에서 미처 다루지 못한 신규 분야나 이머징 기술을 제안할 수 있음

자료: 동 사업 기획보고서 및 추가제출자료 참고하여 연구진 재구성.

- 주관부처가 제시한 테마 예시의 목적 중 (1) 뇌과학 전체에 대한 거시적 견해를 잘 표현하지 못하는 경우, 테마 예시를 참고함으로써 (1)의 문제의 방지가 가능하다는 점은 동의함
- 그러나, (2) 뇌과학 기술이 특정 영역에 편중되지 않도록 연구자들을 환기시킨다는 점은, 기술수요조사서에 반영되는 분과별 테마 예시의 수에서 이미 균일하지 않음에 따라, 편중 방지 차원의 목적을 가진다고 보기 어려움

<표 3-31> 6대 융합 뇌과학 분야별 선도융합기술 테마 예시 건수

6대 융합 뇌과학 분야	뇌질환 표적 발굴	뇌질환 모델	뇌신호 측정 및 디코딩	뇌질환 바이오마커	생물-화학적 뇌조절	공학적 뇌조절
선도융합기술 테마 예시(건)	21	17	26	16	20	17

자료: 동 사업 기획보고서.

- 또한 테마의 목적인 '뇌과학 분야 내 특정 영역의 편중을 방지'에서 의미하는 '특정 영역'은 6개 분과를 의미하는 것인지, 뇌과학 분야를 아우르는 연구자의 제안 기술 간 중복을 피하고자 함인지 등 다소 불분명하게 제시됨에 따라, 테마 예시의 기능 또한 적절하게 작동 가능한지 확인하기에는 한계가 존재함
- 마지막으로, 뇌과학 분야의 과제를 균형 있게 지원하는 것과 기술수요 중심의 과제 지원* 중 동 사업 목표 달성을 위해 어느 대안이 효과적인 검토 내용은 제시되지 않아 전반적인 테마 예시의 목적 및 기능의 적절성은 확인이 어려움

* 테마 예시는 동 사업 취지가 현장수요 반응형이라는 점에서 상충되는 역할을 수행함

- ② 주관부처는 테마 예시 117건과 최종 테마 44건 간 유사도를 검토하여 테마 간 6건이 높은 중복성을 갖는다고 하였으나, 동 사업에서 도출한 테마 예시의 목적 및 기능은 현재 '불분명'함에 따라, 테마 예시를 기반으로 선도융합기술 테마 44건을 적절히 도출하였다고 판단하기에는 한계가 존재함
 - 주관부처는 선도융합기술 테마 예시 117건과 44개 테마 간 유사성 검토 내용으로 44건 중 6건과 매우 높은 유사도를 보이며, 나머지 테마에 한해서도 테마 선별 과정에서 그룹핑을 거쳤기 때문에 상당 수준의 유사도를 가진 테마들도 다수 존재한다고 제시함(추가제출자료)
 - * 테마 5, 8, 19, 31, 33, 34
 - 다만, 테마 예시 117건과 44개 테마 간 6건의 높은 유사도를 보인다는 의미는 동 사업의 취지(현장 수요의 반영 제고) 및 목표, 테마 예시의 목적과 기능을 고려하였을 경우 유사도가 '높고', '낮음' 중 어떠한 기준이 맞는 것인지 판단이 불가함
- ③ 동 사업의 선도융합기술 테마 예시(117건) 도출 과정에 참여한 6개 분과 산·학·연·병 전문가들의 구성 관련 적절성 검토 결과, 분야의 특성을 고려한다하더라도, 현장의 수요를 반영하였다고 보기는 어려우며, 뇌과학 분야의 산업계가 동 사업을 추진하는 과정에서 준비도가 높다고 보기에는 불확실성이 존재함
 - 학계, 연구계, 병원/의료계, 산업계 전문가 10인 내외로 구성된 6개 분과에서 선도 융합 기술 테마 예시 117건을 확보하여 기술수요조사서 작성 시 참고하도록 반영함
 - 다만, 6개 분과 별로 선도융합기술 테마 예시 도출에 참여한 전문가 집단의 산·학·연·병 참여 비중에 대한 적절성을 검토하는 과정에서 다음과 같은 이슈가 확인됨

<표 3-32> 테마 예시 도출 과정에 참여한 전문가 집단의 구성 비중 추정 과정의 검토 결과

연번	오류	검토 결과
1	· 기획보고서 상 총괄기획위원회, 뇌과학 R&D 발전전략위원회 전문가는 소속 및 산·학·연·병 확인이 가능하나, 분과위원회는 제시되지 않음	· 기획보고서, 추가제출자료, 기술수요조사서 등 활용하여 분과위원회 소속 및 구분 추정
2	· 권○○(1분과, 한국과학기술연구원) 전문가는 기술수요조사서 상 구분은 (학)으로 조사됨	· 다만, 동일 소속의 전문가의 구분은 모두 (연)으로 조사된 바, 해당 추정 과정에서도 (연)으로 고려함
3	· 이○○(2분과, 서울아산병원) 전문가는 기술수요조사서 상 구분은 (학)으로 조사됨	· 다만, 기획보고서 상 해당 전문가의 구분은 (병)으로 제시된 바, 해당 추정 과정에서도 (병)으로 고려함
4	· 이○○(5분과, 서울대학교 의과학과) 전문가는 기술수요조사서 상 구분은 (학)으로 조사됨	· 다만, 기획보고서 상 해당 전문가의 소속 및 구분은 뉴라메디 및 (산)으로 제시되었으며, 테마 도출 (Zoom) 관련 회의 참석자 List에는 뉴라메디/서울대학교 및 (산·학)로 제시됨 · 해당 추정 과정에서는 (산)으로 반영함

자료: 연구진 작성.

- 기술한 이슈를 정정하여 ① 동 사업의 분과위원회 및 ② 선도융합기술 테마 예시 도출 회의에 참여한 전문가 집단(분과위원회 + 외부전문가)의 구성 비율은 다음과 같음

<표 3-33> 동 사업 분과위원회 구성 비율(세부)

분과	구분	인원(명)	비율(%)	분과	구분	인원(명)	비율(%)
1분과 (뇌질환 표적 발굴)	산	-	0.00	4분과 (뇌질환 바이오 마커)	산	-	0.00
	학	11	84.62		학	3	25.00
	연	2	15.38		연	-	0.00
	병	-	0.00		병	9	75.00
	전체	13	100.00		전체	12	100.00
2분과 (뇌질환 모델)	산	-	0.00	5분과 (생물-화 학적 뇌조절)	산	3	27.27
	학	9	56.25		학	5	45.45
	연	4	25.00		연	1	9.09
	병	3	18.75		병	2	18.18
	전체	16	100.00		전체	11	100.00
3분과 (뇌신호 측정 및 디코딩)	산	-	0.00	6분과 (공학적 뇌조절)	산	2	20.00
	학	6	54.55		학	5	50.00
	연	1	9.09		연	1	10.00
	병	4	36.36		병	2	20.00
	전체	11	100.00		전체	10	100.00
분과위원회(세부)					산	5	6.85
					학	39	53.42
					연	9	12.33
					병	20	27.40
					전체	73	100.00

자료: 연구진 작성.

<표 3-34> 동 사업 선도융합기술 테마 예시 도출 과정에 참여한 전문가 집단 (분과위+외부)

분과	구분	인원(명)	비율(%)	분과	구분	인원(명)	비율(%)
1분과 (뇌질환 표적 발굴)	산	-	0.00	4분과 (뇌질환 바이오 마커)	산	-	0.00
	학	6	75.00		학	4	33.33
	연	2	25.00		연	-	0.00
	병	-	0.00		병	8	66.67
	전체	8	100		전체	12	100
2분과 (뇌질환 모델)	산	-	0.00	5분과 (생물-화 학적 뇌조절)	산	7	58.33
	학	9	56.25		학	2	16.67
	연	4	25.00		연	1	8.33
	병	3	18.75		병	2	16.67
	전체	16	100		전체	12	100.00
3분과 (뇌신호 측정 및 디코딩)	산	-	0.00	6분과 (공학적 뇌조절)	산	2	11.76
	학	9	75.00		학	3	17.65
	연	1	8.33		연	-	0.00
	병	2	16.67		병	12	70.59
	전체	12	100		전체	17	100.00
회의 참여 전문가 집단(분과위+외부)					산	9	11.69
					학	33	42.86
					연	8	10.39
					병	27	35.06
					전체	77	100.00

자료: 연구진 작성.

- 동 사업의 분과위원회 및 테마 예시 도출 회의에 참석한 전문가 구성의 확인 결과, 1~4분과는 산업계 전문가의 참여가 없었으며, 병원계 전문가는 1분과, 연구계 전문가는 4, 6분과의 회의 참여가 없었다는 점에서 테마 별 전문가 집단 구성의 차이를 보이는 것으로 확인됨
- 이에 대해, 주관부처는 5, 6분과는 뇌조절을 통한 치료(3대 주제 중 하나)의 카테고리에 들어가며 다른 4분과에 비해 상대적으로 우리나라 현재 뇌산업계와 더 밀접히 연계되어 있다고 제시함(추가제출자료)
- 또한 규모가 작은 뇌산업계 풀에서 기획에 참여 가능한 전문가들의 차출이 어려워, 섭외 가능한 산업계의 핵심 위원들이 5, 6분과에 우선적으로 소속되었으며, 추후 총괄위원회 및 산업계 현장 전문가의 의견을 수렴하여 보완하였다고 제시함(추가 제출자료)
- 다만, 주관부처가 조사한 국내 뇌과학 관련 산업체 538개를 고려해보면, 해당 산업체 중 1~4분과의 기획위원으로 참여 가능한 산업계 전문가가 부족한 것인지, 아니면 차출의 어려움인지 등의 내용은 제시되지 않아 전문가 집단 구성 과정의 적절성 검토에 한계가 존재함
- 마지막으로, 국내 뇌산업계 풀(538)이 작다는 점을 고려하더라도, 동 사업의 테마 도출 과정에 참여한 전문가는 3.9%(총괄위, 분과위, 발전전략위, 외부전문가 포함 21명) 수준으로 저조하다는 점을 고려하면, 현장의 수요를 충분히 반영하였다고 보기에는 한계가 존재하며, 뇌과학 분야 산업계가 동 사업을 추진하는 과정에서 준비도가 높다고 보기에는 한계가 존재함

<표 3-35> 동 사업에 참여한 산업계 전문가 LIST

구분	연번	소속	성함	중복 여부
총괄기획위원회	1	SK바이오팜	황○○	
	2	(주)뉴아인	김○○	
	3	주식회사 아델	윤○○	
	4	뉴라메디	이○○	
	5	리메드	조○○	
	6	오스코텍	한○○	
분과위원회	7	SK바이오팜	황○○	중복
	8	주식회사 아델 / 서울아산병원	윤○○	
	9	뉴라메디 / 서울대학교	이○○	
	10	뉴아인	김○○	
	11	리메드	조○○	
R&D발전 전략위원회	12	뉴라클	성○○	
	13	주식회사 아델	윤○○	중복
	14	Ybrain	이○○	
테마 예시 도출 회의에 참석한 산업계 전문가	15	SK바이오팜	황○○	중복
	16	오스코텍	한○○	
	17	뉴라메디 / 서울대학교	이○○	
	18	퍼스트바이오테라퓨틱스	이○○	
	19	주식회사 아델 / 서울아산병원	윤○○	중복
	20	카나프테라퓨틱스	윤○○	
	21	아밀로이드솔루션	장○○	
	22	리메드	조○○	중복
23	뉴아인	김○○		
24	SK바이오팜	황○○		
25	뉴라메디	이○○		
26	오스코텍	한○○		
27	디앤디파마텍	박○○		
산업계 자문위원	28	바이오오케스트라	양○○	
	29	오비이랩	윤○○	
	30	Ybrain	이○○	중복
	31	브라이토익스이미징	이○○	
	32	브레인유	김○○	
	33	뉴로비스	김○○	
	34	미토이뮤테라퓨틱스	김○○	
	35	아밀로이드솔루션	김○○	
	36	리메드	이○○	
	37	브릿지바이오테라퓨틱스	염○○	

자료: 연구진 작성.

- ④ 동 사업의 선도융합기술 테마 예시 선별 과정에서 동 사업의 내용(내역사업1, 2)과 관련되지 않은 ‘사회문제해결형’ 유형의 테마가 확인되었으나, 해당 테마와 동 사업 간 관련성은 충분히 제시되지 않아 적절하다고 보기 어려움
 - 선도융합기술 테마 예시 도출 과정(120→117)에서 동 사업과 관련성이 적은 ‘사회문제해결형’ 유형이 포함*되어 있는 것으로 확인됨
 - * 120개 테마 중 20개(약 17%), 117개 테마 중 19개(약 16%)

<표 3-36> 선도융합기술 테마 예시 중 ‘사회문제해결형’ 내용의 비중 검토

분과	기술	유형	120개 테마		117개 테마		유형별 차이	총합 차이
			개수	총합	개수	총합		
1	뇌기능 분석기술	시장개척형	9	22	7	21	-2	-1
		미래시장선점형	10		11			
		사회문제해결형	3		3			
2	질환 모델 기술	시장개척형	-	20	-	17	-	-3
		미래시장선점형	14		11			
		사회문제해결형	6		6			
3	뇌신호 디코딩 기술	시장개척형	5	24	6	26	+1	+2
		미래시장선점형	17		18			
		사회문제해결형	2		2			
4	-	시장개척형	3	16	4	16	+1	
		미래시장선점형	9		9			
		사회문제해결형	4		3			
5	생물-화학적 뇌조절 기술	시장개척형	11	21	11	20		-1
		미래시장선점형	7		6			
		사회문제해결형	3		3			
6	공학적 뇌조절 기술	시장개척형	6	17	6	17		
		미래시장선점형	9		9			
		사회문제해결형	2		2			
총합		시장개척형	34	120	34	117		-3
		미래시장선점형	66		64			
		사회문제해결형	20		19			

자료: 연구진 작성.

- 이에 주관부처는 대해 기획 초기 단계에서는 테마 구분을 시장성과 기술 수준에 따른 분류인 ‘시장선도형’, ‘미래선점형’ 이외에, 국내 역량과 시장성이 크지 않더라도 공공의 이익을 위해 추진의 필요성이 존재한다고 판단한 ‘사회문제해결형’을 기획에 포함하였다고 제시함(추가제출자료)
- 다만, 동 사업과의 관련도가 입증되지 않은 ‘사회문제해결형’의 테마는 최종 선도융합기술 테마 44건 도출 결과에도 관여됨에 따라 주요 쟁점으로 판단됨

- 전술한 문제에 대해 주관부처는 다음과 같은 추가 설명을 통해, ‘사회문제해결형’은 총괄위원회, 분과위원회, 기술수요조사에 관여된 전문가 간 인식의 차이로 ‘미래시장 선점형’에 더 부합하나, 뇌질환 극복의 경우 그 자체가 사회문제해결에 해당하는 테마로 인식하여 ‘사회문제해결형’을 선택하였다고 제시함(추가제출자료)

<표 3-37> ‘사회문제해결형’을 활용한 방법 및 논리적 근거(주관부처)

· 6개 분과에서 도출한 테마 예시(117개)와 수요조사 결과를 총괄위원회에서 분석하는 과정에서 ‘사회문제해결형’을 2형으로 재분류하여 활용하였는데, 그 이유, 방법, 논리적 근거는 다음과 같습니다. 1) 최초 기획 당시는 3형은 시장성이 낮은 기술로 분류하였으나, 3형의 대상이 될 수 있는 회귀질환 관련 연구 등이 시장 및 규제 변화에 따라, 최근 들어 시장성이 급성장한 것을 인식하게 되었습니다. 2) 수요조사서를 분석하는 과정에서 총괄 기획위원, 분과위원, 수요조사 응답자 간 ‘사회문제해결형’에 대한 인식의 차이가 드러났습니다.

· 응답자들 중에는 뇌질환 극복의 경우 그 자체가 사회문제해결에 해당하는 테마로 인식하여 본인이 제안한 기술이 실질적으로는 ‘미래시장선점형’에 더 부합하나 ‘사회문제해결형’을 선택한 것으로 판단하였습니다. 이와 같은 이유로, 이후 사업 기획 단계에서 3유형을 2유형으로 통합 하면서, 두 개의 유형만으로 사업을 기획하게 되었습니다. 3) ‘사회문제해결형’ 내역사업이 동 사업의 이슈와 다소 거리가 있다는 의견이 도출되었고, 이슈 해결의 최적 방식을 제시하기 위해 ‘사회문제해결형’을 2유형에 통합시키는 것으로 결정하였습니다.

자료: 추가제출자료.

- 그럼에도 불구하고 아래와 같은 이유로 ‘사회문제해결형’ 유형이 동 사업과 관련성이 있다고 보기에는 한계가 존재함
 - 1) 뇌질환 극복 한정, 인식의 차이로 ‘미래시장선점형’에 더 부합하나 ‘사회문제해결형’을 선택하였다고 판단한 검토 자료(응답자의 의도, 응답자 분포)는 제시되지 않아 인정하기 어려움
 - 2) 뇌질환 극복 외 ‘사회문제해결형’을 선택한 테마의 경우 어떠한 방식으로 동 사업의 테마 도출에 관여 되었는지 검토 내용은 확인이 어려움
 - 3) ‘사회문제해결형’ 유형의 경우, 초기 기획과정에서 문제/이슈 및 동 사업의 목표 등과 연동되어야 하나, 기획 도중 시장성이 급성장한 것을 인식하여 동 사업에 반영한 것은 적절하지 않음
 - 4) 동 사업의 2유형인 ‘미래시장선점형’과 ‘사회문제해결형’의 부합성 관련 검토 내용은 충분히 제시되지 않아, 해당 내용 없이 최적 대안으로 보기에는 한계가 존재함
- 위와 같은 문제로 테마 예시 도출 과정에서 ‘사회문제해결형’을 활용해야하는 논리적 근거 및 동 사업과의 부합성 등의 검토 내용은 충분히 제시되지 않아, 적절하다고 보기 어려움

- 테마 도출 3단계는 선도융합기술 테마 도출을 위한 후보 풀(Pool)을 확보하는 단계이나, 기술수요조사서의 내용은 일부 문제가 존재하며, 동 사업 기획 과정에서 수요조사 내용이 충분히 반영되었다고 보기는 어려움
- 본 단계는 현장 및 연구 개발자의 수요를 확인하기 위해 기술수요 조사를 실시하였으며, 기술수요조사와 관련된 내용 검토 결과 ① 일부 오류 존재, ② 일관성 부족, ③ 사업 취지를 반영하지 못하고 수행되었다는 측면에서 적절하다고 보기 어려움
 - 주관부처는 의료·산업계 현장 수요를 포함하여 뇌과학 및 관련 분야 연구 개발자로부터 수요 기술 및 기존 기술의 현황 및 한계점을 제안 받음으로써 해결해야 할 이슈 식별을 보다 명확히 하면서 선도융합기술 테마 도출을 위한 후보 풀(Pool) 확보 목적으로 기술수요조사를 실시함
 - 다만, 산·학·연·병에 걸쳐 수행된 총 524개의 기술수요조사서를 확인해 본 결과 다음과 같은 문제점이 존재함
 - 1) 동일한 뇌과학 분야 전문가로부터 동일한 내용이 기술수요조사서에 두 번 제시됨
 - * 김○○ (단국대학교 의과대학 & 뉴로비스), 신○○ (충남대학교 의과대학)

<표 3-38> 동일한 내용이 제시된 기술수요조사서

연번	구분	성명	직위	소속기관	소속부서	설문내용
342	학	김○○	교수	단국대학교 의과대학	약리학교실	이하 내용 모두 동일 (제안기술/연구주제 분야, 목표, 기존 기술/연구와 차별성, 기술성격, 지원 규모/기간 등)
351	산		대표이사		경영	
76	학	신○○	연구교수	충남대학교 의과대학	해부학교실	이하 내용 모두 동일 (제안기술/연구주제 분야, 목표, 기존 기술/연구와 차별성, 기술성격, 지원 규모/기간 등)
85					해부학	

자료: 연구진 작성.

- 2) 하나의 기술수요조사서에 복수의 기술을 제시한 연구자 및 동일 인물이 2개 이상의 기술수요조사서를 통해 복수의 기술을 제시한 상황이 다수 존재함에 따라, 기술수요조사서에 있어 일관성은 부족함

<표 3-39> 기술수요조사서 상 복수 기술을 제시한 뇌과학 분야 연구자(일부)

구분	성명	소속	제안 기술/연구 주제명
산	황○○	SK바이오팜	1) 뇌기능/질환모델/Marker/유전체 등의 Big Data 융합 기반 신규 뇌질환 타겟 발굴, 단백질 구조 예측, 신약 재창출, 맞춤형 의료 및 ADMET 연구_AI Model 구축 등 2) 뇌질환 약물 스크리닝(HTS) 기술 3) Digital Tehrapeutics
연	박○○	KIST	1. 뇌질환 합성의약품 개발 2. 단백질 항상성 제어 기반 뇌질환 치료 기술 3. 희귀 뇌신경질환 치료 기전 규명 및 약물 개발 기술
학	김○○	연세대학교	체액기반 뇌혈관기능장애 반영 바이오마커 발굴 및 활용 기술 응집 단백질 제거 기전 뇌질환 치료 기술
학	임○○	한국과학기술원	말초신경 재생을 위한 신기능성 나노섬유를 이용한 신경도관 개발 신경전달물질 모사 표면 소재 확보 기능성 고분자 표면 처리를 활용한 뇌세포 체외 배양, 분화 및 분리 기술 뇌질환의 효과적인 줄기세포 이식치료를 위한 신경줄기세포 대량배양 생체재료의 역학적 엔지니어링 기술
학	이○○	DGIST	뇌 신경회로 기반 만성 가려움 개선 기술 뇌 신경회로 기반 공포 및 외상 후 스트레스 장애 조절 기술 개발 성상교세포 기능 조절을 통한 정서 질환 개선 기술 개발 새로운 통증 치료 타겟의 발굴 및 약물 개발 척수 통증 신경회로 이해 기반 분자 타겟 발굴 및 통증 제어 기술 개발

자료: 연구진 작성.

3) 제안 기술/연구 주제 분야(1, 2순위)를 다수 제시한 전문가가 존재함에 따라, 해당 테마의 분석을 담당할 분과 및 분과 분류 기준에 대해서는 확인이 어려움

<표 3-40> 기술수요조사서 상 복수 연구주제 분야를 제시한 뇌과학 분야 연구자(일부)

구분	성명	제안 기술/연구 주제 분야(1순위)	제안 기술/연구 주제명
학	차○○	③ 뇌신호 측정 및 디코딩 ⑥ 공학적 뇌조절	전도성 고분자 기반 fMRI 친화적 neural probe 기반 신경조절의 DBS 기술
병	최○○	② 뇌질환모델 ④ 뇌질환 바이오마커	허혈성 뇌백질변성을 모사하기 위한 소동물 및 중대동물 모델 개발
학	이○○	① 뇌기능 규명(뇌질환 병인 발굴) ② 뇌질환모델 ④ 뇌질환 바이오마커 ⑤ 생물·화학적 뇌조절	체성 돌연변이에 의한 난치성 뇌질환 병인 기전 규명, 타겟 발굴, 및 RNA 치료제 개발
학	박○○	① 뇌기능 규명(뇌질환 병인 발굴) ⑤ 생물·화학적 뇌조절	노인성 학습 및 기억장애의 조절 인자 발굴 및 개선 기술 연구

자료: 연구진 작성.

- 4) 동 사업의 내용과 관련성을 확인할 수 없는 ‘사회문제해결형은 확인 결과, 전체 524건 중 78건(약 15%)이며, 뇌질환 극복의 내용이 아님에도 불구하고 제시된 기술도 다소 존재함
 - 5) 동 사업의 특징은 뇌질환 극복 및 뇌기능 활용 분야에서 기술사업화를 견인하는 것이나, 기술수요조사서 524건 중 경제적 성과(① 기술이전, ② 사업화/창업, ③ 기타)는 없을 예정이라고 응답한 수요조사는 157건 (약 30%)으로 기술수요조사서가 동 사업의 목적에 맞게 수행되었다고 보기 어려움
- 전술한 문제에 따라, 테마 도출 3단계에서 확보된 기술수요조사서는 일부 오류, 일관성, 사업취지 반영의 측면에서 적절히 수행되었다고 보기 어려움
- 테마 도출 4단계는 ① 중주제를 평가 및 점수화 과정에서의 배점 근거는 논리적 모순이 존재하며, ② 그룹핑 과정에서의 적절성은 확인이 어렵고, ③ 테마 편중의 방지 측면에서 분과별 중주제 구성 비중은 적절히 고려되지 않았으며, ④ 중주제 도출(점수화) 과정은 일부 오류, 일관되지 않은 기준으로 점수화 등의 문제가 존재함에 따라 적절하다고 보기 어려움
- 테마 도출 4단계의 중주제(68)를 선별하는 과정에서 테마 별 점수화를 위한 평가 항목 및 항목 별 배점 근거는 기획보고서 대비 일부 구체화되었으나, 배점 근거에 대해서는 일부 논리적 모순이 존재함
- 해당 단계에서는 분과위원회 전문가들이 기술수요조사서를 분석 및 그룹핑 작업을 수행 후, 총괄기획위원회 전문가들의 ‘기술우선순위’, ‘과학적 기회(수요)’, ‘국내 역량 항목에 따라 테마 별로 평가, 점수화를 수행함

- 테마 별 점수화를 위한 평가 항목* 및 항목 별 배점 근거는 기획보고서 대비 구체화 되었으나, 배점 관련 근거(기술우선순위 50점, 국내역량 30점, 수요 20점)는 현장 수요를 반영하겠다는 동 사업의 취지를 고려하면, 수요의 배점이 낮다는 점은 논리적인 모순이 존재함

* ① 기술 우선순위는 시급성을 반영하여, 국가적으로 우선순위가 높은 테마 선정, ② 과학적 기회(수요)는 실제 동 사업을 진행할 만한 국내 연구자들의 현황을 파악하기 위함이며, ③ 국내 역량은 도전적이고 수준 높은 과제를 감당할 만한 역량의 테마가 무엇인지 선별하기 위함(추가제출자료)

<표 3-41> 중주제(테마) 도출을 위한 평가 항목 및 평가 항목 별 배점 근거(주관부처)

구분	근거
평가 항목	(기술우선순위) 시급성을 반영하여, 국가적으로 우선순위가 높은 테마 선정 (과학적 기회(수요)) 실제 동 사업을 진행할 만한 국내 연구자들의 현황을 파악하기 위함 (국내 역량) 도전적이고 수준 높은 과제를 감당할 만한 역량의 테마가 무엇인지 선별하기 위함
평가 항목에 대한 배점	<p>3대 항목인 수요(과학적기회)와 역량, 기술우선순위 점수는 상호 유사한 수준으로 설정하였습니다. 수요(과학적기회)는 20점 만점이나, 스케일이 조정되어 점수 차이 가능 범위는 18.4입니다. 역량 점수에는 기본점수 10점이 포함되어 있어 점수 차이 가능 범위는 20점입니다. 기술우선순위는 계단식으로 점수가 배정되어 있어 최저 점수가 35점(최대 50점)이며 점수 차이 가능 범위는 15점입니다. 따라서, 실제로는 수요-역량-우선순위가 각각 18.4-20-15점 점수 폭으로 유사하게 배정되어 있습니다. 기본 점수(역량 10점, 기술우선순위 35점)를 준 이유는 만점을 100점에 가까운 스케일로 만들어서 일반적/직관적으로 쉽게 인지되는 점수 방식으로 표현하기 위함이었습니다.</p> <p>‘수요(과학적기회)’는 실제 국내 뇌과학 커뮤니티의 현장 수요를 반영하고자 하는 목적을 가지고 있으며, ‘역량’은 사업을 수행할 수 있는 국내 역량이 어느 정도 갖춰져 있는지를 확인하는 작업인데, 수요와 역량이 모두 준비되어야만 사업의 탄탄한 토대가 되기 때문에, 둘 간에는 대등한 비율로 반영하였습니다. 기술우선순위는 분과위원회 협의의 결과물로서 여러 가지 요소를 종합적으로 판단하여 분과가 제안한 우선순위 입니다. 이후 총괄위원회 전체 평가에서 5대 핵심 가치에 의해 모든 분과가 합쳐져서 다시 한번 평가를 거치기 때문에 여기서는 배점폭을 큰 비중으로 설계하지 않았습니다. 추가제출자료에서 (수요+역량):우선순위를 50:50으로 설명한 것은 보관 기록 해석 및 절차 확인의 착오로 정정합니다. 선별 기조에는 변화가 없습니다.</p>

자료: 추가제출자료 활용하여 연구진 재구성.

- 또한, 분과위원회는 중주제(테마) 선정권의 경우 100점에 가까운 스케일로 만들어서, 80점 이상이면 선정권으로 판단하였으나, 원래 기존 점수 35점(80점-45점) 이상의 점수만 받아도 선정되는 중주제인지와 연동 되어서 설명되지 않아, 적절성 검토에는 한계가 존재함
- 기술수요조사 기반의 중주제(68) 도출을 위한 그룹핑 과정에서의 적절성 검토 결과,
 - ① 단일 연구자를 통해 제안된 복수의 기술이 중주제 도출에 모두 반영되었는지 확인 불가, ② 그룹핑 된 중주제 내 동일 기술 존재, ③ 동 사업의 내용(내역사업 1, 2) 중 하나만 반영되어 최종 선도융합기술 테마로 선정된 경우, ④ 동 사업과 관련도가 낮은 '사회문제해결형'을 내포하고 있다는 점에서 적절성 판단이 어려움
- 테마 도출 3단계에서 수행된 기술수요조사서 상 복수의 기술명을 제시한 연구자들이 다소 존재하며, 추가제출자료 만으로는 동 사업에 모두 반영된 것인지, 일부 반영된 것인지 확인하기에 한계가 존재함
- 이에 주관부처는 다음과 같이 제시함(추가제출자료)

<표 3-42> 기술수요조사서(524건) 상 제시된 복수의 기술을 제안한 연구자 의견의 중주제(68개) 도출 시 활용 방안(주관부처)

- 한 연구자가 복수의 기술을 제안한 경우, 복수의 기술은 각 분과에서 중주제를 도출하는데 독립적으로 활용되었습니다. 기술명은 524개 이상이 되지만 수요자가 제출한 기술수요조사서는 1번부터 524번으로 번호를 부여하여 관리되었기 때문에 524개를 활용에는 변함이 없습니다.

(예시)

- 334번 수요조사서에 제안된 3개의 기술 중 2개의 기술 비침습 검체 기반 뇌내 단백질증 다중 탐지 기술은 중주제인 ‘뇌내 단백질증 평가 기술 중주제 도출’에 활용되었고 AI 기반 다차원적 데이터 통합 분석을 통한 신경정신질환 진단 기술은 또 다른 중주제인 ‘다차원 빅데이터 AI 분석을 통한 뇌질환 예측 및 맞춤형 치료법 선별 기술’에 활용되었습니다.
- 413번 수요조사서에 제안된 3개의 기술 중 뇌기능/질환모델/Marker/유전체 등의 Big Data 융합 기반 신규 뇌질환 타겟 발굴, 단백질 구조 예측, 신약 재창출, 맞춤형 의료 및 ADMET 연구 _ AI Model 구축 등은 ‘뇌 D/N/A(Data, Network, AI) 기반 뇌질환 치료 기술’ 중주제 도출에 활용되었고, Digital Therapeutics 는 ‘체내 삼입 말초 신경 부착형 인공지능 기반 전자약 구현을 위한 핵심 요소 기술’ 중주제 도출에 활용되었습니다.
- 486번 수요조사서에 제안된 3개의 기술 중 2개 전기적 뇌 타겟 영역 자극을 통한 영장류 인지행동조절 기술은 ‘뇌 및 말초 신경 조절을 위한 체내 삼입형 극소형 전자약 시스템 통합 기술’ 에, 다중전극채널을 이용한 그룹단위의 신경세포의 활동을 동시에 측정 및 디코딩 기술은 ‘대용량 뇌 신경 신호 동시 측정 및 뇌자극 시스템 개발’ 중주제 도출에 각각 활용되었습니다.

수요	제안기술/연구주제명	중주제
334	비침습 검체 기반 뇌내 단백질증 다중 탐지 기술	뇌내 단백질증 평가 기술
334	AI 기반 다차원적 데이터 통합 분석을 통한 신경정신질환 진단 기술	다차원 빅데이터 AI 분석을 통한 뇌질환 예측 및 맞춤형 치료법 선별 기술
413	뇌기능/질환모델/Marker/유전체 등의 Big Data 융합 기반 신규 뇌질환 타겟 발굴, 단백질 구조 예측, 신약 재창출, 맞춤형 의료 및 ADMET 연구_AI Model 구축 등	뇌 D/N/A(Data, Network, AI) 기반 뇌질환 치료 기술
413	Digital Therapeutics	체내 삼입 말초 신경 부착형 인공지능 기반 전자약 구현을 위한 핵심 요소 기술
486	전기적 뇌 타겟 영역 자극을 통한 영장류 인지행동조절 기술	뇌 및 말초 신경 조절을 위한 체내 삼입형 극소형 전자약 시스템 통합 기술
486	다중전극채널을 이용한 그룹단위의 신경세포의 활동을 동시에 측정 및 디코딩 기술	대용량 뇌 신경 신호 동시 측정 및 뇌자극 시스템 개발

자료: 추가제출자료.

- 확인 결과, 기술수요조사 524건 중 하나의 기술수요조사에 복수의 기술을 제안한 기술수요조사는 총 24건(주관부처 예시 3건 포함)이나, 대부분 Raw Data와 이름이 상이하게 제시함에 따라, 해당 수요조사의 내용이 중주제(테마 68)를 위한 그룹핑 시 모두 반영되었는지 확인하기에는 한계가 존재함

<표 3-43> 기술수요조사 내 복수로 제안된 기술/연구주제명

마스터 연번	구분	제안 기술/연구주제명
13	학	- 단일 뇌 세포 및 단일 시냅스 수준 다중/정밀 활성 표지 및 제어 기술 - 신경계세포 타입 별 다중오믹스 분석 및 제어기술
70	산	- 시냅스 수준에서의 기능과 병태생리 phenotype의 연관성 상세 규명 및 human 에서의 synapse 기능 관찰 방법 개발 - 노화 및 치매에서의 시냅스 조절 기전 규명 및 제어 기술 개발 - Reactive astrocyte 및 microglia를 human 에서의 monitor 할 수 있는 기술 - super aging 사람들에 대한 총체적인 biological 정보 archive 및 그에 대한 연구
114	학	- 행동적 억제를 담당하는 신경회로 규명 - 학습 및 기억작동 기전규명 및 조절기술 고도화
122	학	- 난치/희귀 뇌질환 진단/예측 바이오마커 발굴 및 활용 기술 - 유전-환경상호작용기반뇌발달/기능이해및제어기술
131	산	- 미토콘드리아 내막 단백질의 조절을 통한 신경세포의 에너지 대사 특성 분석과 활용 기술 - 뇌 신경세포에서 억제되는 미토콘드리아 단백질 항상성 제어 기반 뇌질환 치료 기술
156	병	- 통증의 만성화 기전 연구 및 바이오마커 개발 - 통증기만(피병) 진단 기술 개발
203	병	- 3D 바이오프린팅 기반 악성 뇌종양 오가노이드 배양 및 항암제 감수성 검사 기술 - 초음파 유도 혈뇌장벽 투과성 나노복합제 기반 뇌 약물 전달 기술
241	학	- 미세전극어레이 기반 뇌-기계 인터페이스를 이용한 로봇 의수 구동 기술 - 미세전극어레이 기반 손동작 정밀 제어가 가능한 양방향 뇌-기계 인터페이스 기술 개발
246	학	- 뇌질환 환자의 개인 맞춤형 비침습적 뇌자극 기술 - 사회적 상호작용 시 자폐증 동물모델에서의 개체 간 뇌활성도 및 뇌파 시간적 동기화 이상 현상
270	학	- 초소형 고감도 무선 신경 인터페이스 기술 - 다중 뇌 부위 및 회로망 정보처리 기능 측정 기술(측정도구 개발중심)
280	학	- 신경망 작동원리 규명을 위한 고해상도 멀티모달 이미징/분석 기술 - 다중 뇌 부위 및 회로망 정보 처리 기능 측정 기술 (측정 도구 개발 중심)
328	산	- 난치/희귀 뇌질환 진단/예측 바이오마커 발굴 및 활용 기술 - 신경/정신질환 취약성 연관 바이오마커 발굴 및 활용 기술

마스터 연번	구분	제안 기술/연구주제명
334	학	- 비침습 검체 기반 뇌내 단백질종 다중 탐지 기술 - 난치/희귀 뇌질환 진단/예측 바이오마커 발굴 및 활용 기술 - AI 기반 다차원적 데이터 통합 분석을 통한 신경정신질환 진단 기술
353	학	- 선택적 자가포식작용 조절을 이용한 퇴행성 뇌질환 조절 기술 - 선택적 자가포식작용 억제를 활용한 스트레스 응집체 연관 질환
374	병	- 뇌혈관장벽투과 및 뇌특정영역 약물전달 기술 - 뇌질환 표적 지향적 나노치료제 기술
387	연	- 뇌질환 합성의약품 개발 - 단백질 항상성 제어 기반 뇌질환 치료 기술 - 희귀 뇌신경 질환 치료 기전 규명 및 약물 개발 기술
389	학	- 응집 단백질 제거 기전 뇌질환 치료 기술 - 응집 단백질 제거에 대한 신규 기전 발굴
395	산	- 뇌혈관장벽투과 및 뇌 영역 약물전달 기술 - 뇌장벽(혈관-뇌장벽등) 구조/기능 이해 및 제어 기술
399	연	- 뇌질환 합성의약품 개발 기술 - 뇌항상성 유지를 위한 합성 의약품 개발 기술 - 뇌면역/염증 반응 조절 기반 뇌항상성 유지 치료 기술
407	학	- 영장류 뇌 유전자 발현 조절 기술개발 - 특정 뉴런의 신경계 이온채널 및 막 단백질 제어를 통한 영장류 인지행동 조절 기술 - 중뇌 도파민 뉴런의 활성화 조절을 통한 파킨슨병과 같은 뇌질환 영장류 모델 제작
413	산	- 뇌기능/질환모델/Marker/유전체 등의 Big Data 융합 기반 신규 뇌질환 타겟 발굴, 단백질 구조 예측, 신약 재창출, 맞춤형 의료 및 ADMET 연구 _AI Model 구축 등 - 뇌질환약물스크리닝(HTS)기술 - DigitalTherapeutics
470	병	- 비침습적 뇌심부 자극을 통한 뇌질환 기능 증진 기술 - 비침습적집속초음파(FocusedUltrasound)기반뇌질환재활치료기술
486	학	- 전기적 뇌 타겟 영역 자극을 통한 영장류 인지행동조절 기술 - 다중전극채널을 이용한 그룹단위의 신경세포의 활동을 동시에 측정 및 디코딩 기술 - 영장류 뇌심부 자극을 통한 디코딩 및 인지행동조절 기술
510	학	- [플랫폼 기술] 피부 부착 패치형 뇌 신경 및 말초 신경 조절 시스템 구현 및 응용 기술 - [플랫폼기술]실시간피드백을통한비침습적루프뇌자극기술 - [플랫폼기술]장기간뇌및말초신경조절이가능한체내삽입형극소형전자약시스템 통합기술

자료: 연구진 작성.

- 또한, 기술수요조사서를 기반으로 중주제(테마) 그룹핑 과정에서 한 중주제(테마) 내 동일한 기술수요가 두 개 이상 존재하는 것으로 확인됨

<표 3-44> 중주제 그룹핑 과정에서 동일한 기술수요가 존재하는 제안 기술/연구주제명

중주제 번호	테마명	연 번	제안 기술/연구주제명	유형
4	신경계 노화 및 노인성 신경질환 제어 기술 개발	1	바이러스 기반 단일 세포 전사체 분석법을 활용한 중뇌 세포의 다양성과 상호 연결성 연구를 통하여 파킨슨 병 질환 기전 및 새로운 치료제 모색	2) 미래시장 창출
		2	파킨슨병 동물모델을 이용한 알파 시누클레인 전이 관련 원인 신경회로 탐색 및 핵심 타겟 영역의 이상 조절 회복	
		3	퇴행성 뇌질환 초기 병리 제어 약물 스크리닝 플랫폼 구축	
		4	뇌 밖 면역/염증 조절을 통한 퇴행성 뇌 질환 제어기술	
		5	퇴행성 뇌질환 진단과 치료를 위한 림파틱 시스템 영상 기술	
		6	시냅스 노화 과정 이해 및 이를 활용한 시냅스 노화 방지 기술	3) 사회문제 해결
		7	건강 뇌노화와 뇌질환 극복을 위한 흥분성/억제성 균형 변화 추적 및 조절 기술	2) 미래시장 창출
		8	중추신경계 노폐물 축적 제거 기술	
		9	뇌세포 노화에 의한 기능이상으로 유도되는 퇴행성 뇌질환 치료기술	3) 사회문제 해결
		10	퇴행성 뇌질환 병리 분석 및 치료제 개발	2) 미래시장 창출
		11	신경퇴행성 질환 초파리모델에서 신경교세포 기반 신경 퇴행 병리 기전 발굴 및 새로운 진단-치료 전략 개발	3) 사회문제 해결
		12	뇌세포의 노화에 의한 기능이상으로 유도되는 퇴행성 뇌질환 치료기술	3) 사회문제 해결
		13	희귀 난치성 질환인 파킨슨 증후군인 다계통 위축증 혹은 진행성 핵상 마비를 대상으로 병인 기반 질환조절제 발굴을 위한 신약 재창출	1) 시장수요 대응
		14	생체시계와 뇌세포 활성의 상호작용 기반 퇴행성뇌질환 병인 발굴	2) 미래시장 창출
		15	인간 중뇌 미세환경 모사체를 활용한 파킨슨병 병인 규명 연구	
		16	면역조절세포를 활용한 퇴행성 뇌질환 치료 기술	1) 시장수요 대응
		17	신경세포 초기 병리 기전 기반 퇴행성 신경질환 치료 기술	

중주제 번호	테마명	연번	제안 기술/연구주제명	유형
		18	신경전달물질수용체 신호조절을 통한 퇴행성뇌질환 치료전략	2) 미래시장 창출
		19	급성 혈관성 뇌손상 이후 회복 기전 및 지연성 뇌 퇴행의 병태생리 규명을 통한 중재 가능요인 탐색	
		20	만성 뇌허혈 및 노화에서 액슨-글리아 유닛 퇴행 억제 기술	
		21	신경회로 특이적 소기관 조절을 통한 퇴행성 뇌질환 제어 기술	
65	체내 삽입 말초 신경 부착형 인공지능 기반 전자약 구현을 위한 핵심 요소 기술	1	배양 신경 세포의 다중화 형광 이미징을 위한 항체 재염색 기술	2) 미래시장 창출
		2	차세대 뇌지도 작성을 위한 초고속 뇌 투명화 및 전체 뇌 염색 기술 개발	
		3	Connected Pseudo-Brain 기술 개발	1) 시장수요 대응 2) 미래시장 창출
		4	인공지능 기반 전자약 주요 플랫폼 기술	2) 미래시장 창출
		5	뇌 및 말초 신경 조절이 가능한 체내 삽입형 전자약 플랫폼 기술	2) 미래시장 창출
		6	체내삽입 말초신경 부착형 인공지능 기반 전자약 구현을 위한 핵심 요소 기술	
		7	인공지능 기반 전자약 주요 플랫폼 기술	1) 시장수요 대응
		8	미세자기장을 이용한 뇌/말초신경자극 기술 개발	2) 미래시장 창출
		9	체내 삽입형 극소형 전자약 소자 세라믹 패키징 기술 개발	

자료: 연구진 작성.

- 또한, 주관부처가 도출한 중주제(68)개 중 21개 중주제는 하나의 유형(1, 2)으로 구성된 테마이며, 이 중 11개 테마(11/44)는 최종 선도융합기술테마에 선별되었으므로, 해당 테마에 대해서는 동 사업의 내역사업(1, 2)을 통해 모두 지원하는 것은 적절하다고 보기 어려움

* 다만, '사회문제해결형'은 동 사업과 관련도가 낮은 것으로 판단하여 제외 후 조사를 수행함

* <표 3-45>에 제시되지 않은 3개 중주제(26, 59, 68)는 '사회문제해결형' 유형(3)으로만 구성됨

<표 3-45> 중주제(68) 중 ‘사회문제해결형’을 제외 후, 하나의 유형(1,2)으로 구성된 테마

분과	테마 번호	중분류명	구성유형	개수
1	6	통증 및 감각 신호전달 단계별 관문 조절을 통한 통증 및 감각장애 극복기술 개발	미래시장창출(2)	14
	8	정서 및 인지장애 병증기반 다중 진단표준 개발	미래시장창출(2)	2
	19	생체시계에 기반한 뇌기능 회복기술 개발	미래시장창출(2)	2
2	24	뇌발달 장애질환 모델의 뇌영상 빅데이터 구축과 표현형 분석기술	시장수요대응(1)	1
	27	인지와 정서장애 소동물 모델 타당성 고도화 및 표현형 분석 기술 개발	미래시장창출(2)	1
	28	폐회로-기반 항상성 인공제어 뇌질환 치료 모델 개발	미래시장창출(2)	7
3	31	대용량 뇌 신경 신호 동시 측정 및 뇌자극 시스템 개발 (유형1)	미래시장창출(2)	11
	33	손상된 인지 기능 복원을 위한 뇌-기계 인터페이스 기술 (유형 3)	미래시장창출(2)	1
	37	멀티스케일, 초고해상도, 멀티모달 뇌 영상 하드웨어 개발 및 인공지능 분석 기술(유형2)	미래시장창출(2)	8
	39	Imaging-genomics를 이용한 뇌신경계 질환 전주기 예측 기술 (유형 2)	미래시장창출(2)	3
4	43	뇌내 단백병증(proteinopathy) 평가 기술	미래시장창출(2)	3
	44	다차원 빅데이터 AI 분석을 통한 뇌질환 예측 및 맞춤형 치료법 선별 기술	미래시장창출(2)	4
	45	아교세포계(글리프시스템) 평가 기술	미래시장창출(2)	3
	47	사회문제유발 회귀 난치 뇌질환 진단 및 예측 기술	시장수요대응(1)	2
	49	뇌연령/뇌노화 측정 기술	미래시장창출(2)	4
5	51	비신경세포 선택적 조절 기반 뇌질환 치료 기술	미래시장창출(2)	6
	54	뇌 D/N/A(Data, Network, AI) 기반 뇌질환 치료 기술	미래시장창출(2)	4
	55	뇌세포노화 조절 기반 뇌질환 예방/치료 기술	미래시장창출(2)	7
	61	뇌 테라노시스 기술	미래시장창출(2)	3
6	62	뇌 및 말초 신경 조절을 위한 체내 삽입형 극소형 전자약 시스템 통합 기술	미래시장창출(2)	10
	67	뇌 및 말초 신경 조절 전자약 전주기 실증 기술 (인프라 구축)	미래시장창출(2)	1

: 중주제(68)에 해당하나, 최종 선도융합기술 테마(44)로 선정된 테마
 자료: 연구진 작성.

- 마지막으로, 주관부처가 일부 테마를 제거한 후, 그룹핑(부록파일 I-08-2-1)한 자료를 검토한 결과, 동 사업과 관련도가 낮은 ‘사회문제해결형’은 그룹핑에 활용된 테마 512건 중, 86건(약 17%)에 해당함에 따라, 전반적인 중주제(68) 도출 과정은 동 사업의 목적에 맞게 적절하게 수행되었는지 확인하기 어려움

- 동 사업의 추진 과정에서 나타날 수 있는 위험 요인 중, 선도융합기술 테마의 편중을 방지하고자 하는 측면에서는 분과별 중주제 구성 비중이 적절히 고려되었다고 보기 어려움
 - 주관부처는 사업 추진과정에서 나타날 수 있는 위험요인으로, 선도융합기술 테마의 편중을 들었으며, ① 편중된 연구기술 개발로 인한 선도융합기술 효용성 상실, ② 테마별 경쟁률 차이로 인한 미성숙 기술지원 예산 손실을 위험 발생의 영향으로 제시함
 - 다만, 중주제(68)의 분과 별 중주제 구성 비중을 확인해보면, 위험요인 해소 목적의 편중의 방지를 고려하여 중주제가 구성되었다고 보기 어려움

<표 3-46> 분과별 중주제(68) 구성 비중

분과	분과 별 테마 개수	비율(%)
1	19	27.9
2	9	13.2
3	13	19.1
4	8	11.8
5	12	17.6
6	7	10.3
총합	68	100

자료: 연구진 작성.

- 중주제의 평가 및 점수화를 위해 수행된 중주제 및 항목 별 점수화 과정에는 일부 오류, 그룹핑 과정의 적절성에 대해서 확인이 어려움, 항목 별 일관되지 않은 기준으로 점수화를 수행했다는 점에서 중주제 도출(점수화) 과정은 적절성 검토의 한계가 존재함
 - 해당 단계에서는 '기술 우선순위' 50점, '과학적 기회(수요)' 20점, '국내 역량' 30점의 세 가지 항목 및 항목 별 배점을 기준으로 중주제(68) 별 평가, 점수화를 수행함

<표 3-47> 분과위원회 도출 점수 기준

평가 항목	배점	방식
수요	20점	수요조사서 개수, 스케일 변환
국내 역량	30점	텔파이조사 방식, 스케일 변환
기술 우선순위	50점	상위 25% 이내를 50점, 차상위 25% 씩을 45점, 40점, 35점, 4단계로 점수화

자료: 연구진 작성.

- 또한 분과점수에 6.5점을 더하여 최종분과점수를 산정 후, 70점 미만은 '컷오프', 70~80점 사이는 '신중권', 80점 이상은 '선정권'으로 구분함
- 이에 대해 중주제의 평가 및 점수화를 위한 평가 항목 별 산정 방식, 집계 과정 등의 설명(추가제출자료)은 기획보고서 대비 일부 구체화된 것으로 판단됨

<표 3-48> 중주제의 평가 및 점수화를 위한 평가 항목 별 산정 방식(주관부처)

(답변)	
수요:	각 테마에 해당하는 기술수요조사서 개수를 최다 기술수요조사서 개수(21)가 20점이 되는 스케일로 우선 보정해 보았습니다. 즉, 기술수요조사서 개수 x 0.952 (목표 스케일 20/각 테마를 구성하는 기술 수요조사서 개수 중 최대값 21)의 공식을 적용하여 20점 스케일로 일차 변환하였습니다. 이 상태에서, '수요'의 점수 변화 폭(0~20)이 '국내역량' 변화 폭(16~26) 보다 크고, 실질적으로는, '수요' 개수 (0~21)에서 연속수로 되어 있는 변화대(0~15, 연속수가 아닌 동떨어진 최상위 3개 숫자는 제외)에 해당하는 '수요' 보정점수대(0~13.1)가 국내 역량 변화폭(16~26)보다 약 14% 정도 큰 것으로 분석되어, 최종적으로는 원 '수요' 개수 값에 14% 보정 근사치인 0.875를 곱해 보정하였습니다.
국내역량:	각 분과에서 해당 기술 국외 대표 논문과 국내 대표 논문을 조사하여 비교하고, 전문가 델파이 방식을 이용하여, 국내역량을 평가하였습니다. 실제 각 분과 영역에서 우리나라가 보유하고 있는 국내역량 부분은 서로 다른 분과가 추정하기 어려운 부분이기 때문에 분과 전문가들이 수행했고, 선진국 100%를 기준으로 비교 평가하였습니다. %수치를 20점 만점 스케일로 변환하였으며, 기본 점수 10점을 더하여 총 30점 만점으로 계산하였습니다.
기술우선순위:	각 분과에서 제안하는 기술의 우선순위를 분과별로 일렬로 세웠을 때, 분과별 상위 25%를 50점, 그 다음 차상위 25%를 45점, 나머지 하위 각각 25%씩에 대하여 40점, 35점으로 배점하였습니다.
Raw 데이터가 확인 가능한 Excel 자료를 부록파일로 첨부합니다.	

자료: 추가제출자료.

- 그럼에도 불구하고, 세 가지 평가 항목을 활용한 후, 중주제(68)를 점수화하는 과정에서 다음과 같은 일부 문제가 존재함
- 1) '과학적 기회(수요)'는 중주제를 구성하는 기술수요(집계 수)를 기반으로 점수화하나, 차이가 존재함

<표 3-49> 중주제 별 그룹핑 된 기술수요 집계(주관부처, STEPI)

분과	중주제명	주관부처 집계 수	STEPI 집계 수
6	뇌 및 말초 신경 조절을 위한 체내 삼입형 극소형 전자약 시스템 통합 기술	11	12

자료: 연구진 작성.

- 2) 기술수요조사서를 활용해 중주제(68)를 그룹핑하는 과정에서 기술명이 변경되어 정확하게 확인은 불가하나, 기술수요조사서의 제안 기술/연구 주제명을 기준으로 키워드 수준으로 검색 시, 기술수요조사서 상 중주제 그룹핑 과정에 포함된 기술들을 확인하기에는 한계가 존재함

<표 3-50> 중주제(68) 그룹핑 과정에서 적절성 검토가 어려운 중주제

중주제 번호	중주제를 구성하는 기술수요조사 기술명	유사 RFP명
28	광역 뇌구역 고해상도 이미징 기반 뇌활성 정밀 측정 기술 개발	-
	뇌질환 증상 특이적 신경 활성 추출 및 패턴 분석 모델링 기술 개발	세포특이적 신경 신호 측정 및 뇌회로 분석 기술 개발
	질환 동물 모델의 비정상 뇌활성 교정 가능 폐회로 원천 기술 및 지능형 치료 알고리즘 개발	1) 발달신경장애의 폐회로-기반 신경 조절치료 기술
	핵심 증상별 관여하는 세부 신경 회로 및 세포 기전 타겟 폐회로 기술 개발	2) 뇌발달장애의 세포 수준 폐회로-기반 제어 기술 개발
	단일 세포 수준 고해상도 뇌자극 원천 기술 개발	-
	운동 및 인지 기능 향상을 위한 뇌-컴퓨터 인터페이스 (BCI) 기반 기술	침습적 brain-computer interface (BCI) 개발연구
	뇌항상성 장기 모니터링 및 자극 장치 개발을 통한 뇌질환 치료 기술 개발	-
49	뇌질환 환자 적용 가능 비침습적 폐회로 기술 개발	1) 발달신경장애의 폐회로-기반 신경 조절치료 기술 2) 뇌발달장애의 세포 수준 폐회로-기반 제어 기술 개발
	치료 개입이 필요한 비정상적 인지노화를 진단 및 예측할 수 있는 뇌노화 말초 바이오마커 개발	-
	퇴행성뇌질환 병리 발생을 질병 전 단계에서 예측할 수 있는 뇌노화 말초 바이오마커 개발 (직접적인 질병 병리 마커 제외)	-
	다양한 신경/정신질환의 위험성을 예측할 수 있는 뇌노화 평가 기법 개발	-
항노화 치료적 전략의 효능을 모니터링 할 수 있는 뇌노화 말초 바이오마커 개발	-	

자료: 연구진 작성.

- 3) 중주제(68) 중 '감염병 팬데믹 상황에 대한 뇌과학적 대응 기술 개발' 중주제는 총괄위원회에서 탈락 하기는 하나, 기술수요가 없음에도 중주제로 도출됨
- 4) 총합점수에 6.5점을 합하여 최종분과점수를 산정한 근거는 적절한 것으로 보기 어려움

<표 3-51> 최종분과점수 산정 과정에서 6.5점을 합산한 근거(주관부처)

<p>(답변)</p> <p>최고점수를 100점 이하로 만들어 비교를 쉽게 하기 위해 6.5점을 더했습니다.</p>

자료: 추가제출자료.

- 5) 수요(과학적기회)는 전체 기술수요조사서를 기반으로 점수화하였으나, 역량 및 기술우선순위는 분과별로 구분 및 점수화함으로써, 중주제 점수화를 위한 각 항목 별 평가 기준을 상이하게 설계하였으나, 해당 내용은 항목 별 점수화 과정에서 '일관성'을 잃기 때문에 적절하다고 보기 어려움

<표 3-52> 수요(과학적기회)의 점수화 과정 (주관부처)

(답변)
 수요는 분과를 넘어 상호 비교 가능한 중립적인 데이터로 판단하였습니다. 하지만, 국내 역량 및 기술 우선 순위는 매우 전문적인 영역이고, 뇌과학의 특성상, 분야가 넓고 고난이도 기술 영역이 많아 국내 전문 분과 커뮤니티의 사정을 정확히 모르는 상태에서는 도출하기 어려운 데이터로 사료됩니다. 특히, 국내 역량 평가를 위해서는 관련 국내 연구자들의 수준이나 발전 양상, 진도 등을 정확히 파악하고 있어야 하기 때문에 분과 전문성이 특히 강조되었으며, 기술 우선 순위는 총괄위원회 심사에서 6개 분과를 통틀어 다시 한 번 검토되기 때문에 1차 평가는 분과 전문가들이 분과 내 우선순위에 포커스하여 점수화 하였습니다.

자료: 추가제출자료.

- 6) 기술우선순위는 상위 25% 이내를 50점, 차상위 25%씩을 45점, 40점, 35점 4단계로 점수화하였으나, 확인 결과, 높은 점수의 배점에 치우쳐서 점수화되었으며 이에 대한 설정 근거는 제시되지 않음

<표 3-53> 중주제 별 그룹핑 된 기술수요 집계(주관부처, STEPI)

분과	배점	개수	분과	배점	개수
1분과	50	5	4분과	50	2
	45	5		45	2
	40	5		40	2
	35	4		35	2
2분과	50	3	5분과	50	3
	45	2		45	3
	40	2		40	3
	35	2		35	3
3분과	50	4	6분과	50	2
	45	3		45	2
	40	3		40	2
	35	3		35	1

자료: 연구진 작성.

- 전반적으로 중주제를 평가 및 점수화 과정에서 일부 오류, 근거 부적절, 그룹핑 과정의 적절성 확인이 어려움, 항목 별 상이한 기준을 활용했다는 점에서 중주제 도출(점수화) 과정의 적절성을 확인하기 어려움

- 테마 도출 5단계는 선도융합기술 테마 후보 도출 과정에서 활용된 설정 기준 관련 설명 및 근거는 충분히 제시되지 못함에 따라 적절한 과정을 통해 테마 후보가 도출되었는지 확인이 어려움
- 해당 단계는 4단계에서 1차 선별된 중주제(68) 기준으로 선도융합기술 테마 후보를 도출하는 과정이며, 분과위원회 및 총괄위원회의 산정 기준을 통해 테마 후보를 도출하나, 산정 기준 관련 설명 및 근거는 충분하지 않아 테마 후보 도출 과정의 적절성은 확보되었는지 한계가 존재함
 - 4단계에서 도출된 중주제(68)에 대해 5대 핵심가치*를 기반으로 총괄 및 분과 평가를 거쳐 상호 중복 요소를 그룹화 한 후 선도융합기술 테마 후보를 선정하였음
 - * 1. 수요, 시급성, 2. 구체성, 선도성, 3. 융합성, 4. 선도성, 시급성, 환경변화 대응, 5. 수요, 국내 역량
 - 또한 5단계에서는 1차 컷오프, 선정권, 총괄위원회 추천/비추천 평가를 통해 테마 후보('선정권' 31개, '신중' 21개, '탈락'(1차 컷오프+총괄평가) 16개)를 도출하였음

<표 3-54> 선도융합기술 테마 후보 도출을 위한 단계 별 산정 기준

구분	단계	산정 기준
분과위원회	1차 컷오프	수요, 역량, 우선순위 중 2개 항목 이상에서 하위 25% AND 총점 70미만
	선정권	수요 평균 (6.6) 이상, 역량 선진국 대비 60% 이상, 우선순위 상위 50% (45점, 50점) 중 2개 항목 이상 만족 AND 총점 80이상
총괄위원회	추천/비추천 평가	총 25표 중 1/2이상을 획득하지 못하면 탈락

자료: 연구진 작성.

- 5대 핵심가치의 설정 기준 및 관련 근거는 기획보고서 대비 일부 구체화 되었으나(추가제출자료), 여전히 구체성은 부족한 것으로 판단됨
- 또한 분과위원회 및 총괄위원회에서 선도융합기술 테마 도출을 위해 산정한 기준 관련 설정 일부(수요 평균 이상, 우선순위 상위 50% 이상)는 구체적인 근거가 제시되지 않아 적절성 검토가 어려움

<표 3-55> 선도융합기술 테마 도출을 위한 산정 기준 관련 근거(주관부처)

(답변)	
- '수요 평균 이상'은 환산 수요 점수들의 평균점 이상을 의미하며, 그 값은 6.6이상입니다.	
- '역량 선진국 대비 60% 이상'은, 선진국의 역량을 100%로 놓았을 때, 국내 역량값입니다. KISTEP에서 조사한 2020년 기술 수준 평가에 의하면, 2대 중점과학기술 중 하나인 '뇌 신경계 질환 원인 규명 및 치료 예방 기술'이 미국 대비 75% 수준으로 평가되었습니다. 테마에 따라 후발 기술균일 가능성을 감안하더라도 선진국 대비 최소 60% 이상의 역량은 되어야 경쟁력을 가질 수 있을 것으로 판단하여 설정되었고, 그 값은 22이상입니다.	
- '우선 순위 상위 50% 이상'은 각 분과가 제시한 테마 개수에서 우선순위가 높은 순서로 50%(45점, 50점)까지의 테마를 의미합니다 (앞선 질의에 대한 답변도 같이 참조해 주시기를 부탁드립니다).	

자료: 연구진 작성.

- 다만, 국내 역량값의 경우 산정 기준 관련 근거는 구체적으로 제시되었으나, 국내역량(%)이 조사되었음에도 불구하고, 추가 기준을 두어 국내역량 점수 기준 22점 이상으로 재산정^{*}한다는 점에서 국내역량 60% 이상과 국내역량 점수 22점 간의 연계성은 보이지 않아 적절성 검토가 어려움

* 국내역량(%) 60% 이상의 테마는 54개이나, 주관부처가 추가 제시한 국내역량 점수(점) 22점 이상을 기준으로 산정하면 테마는 59개로 파악됨

<표 3-56> 선도융합기술 테마 후보 도출을 위한 단계 별 산정 기준

분과	연번	테마명	국내역량 (%)	국내역량 점수
2	21	인지-정서-행동장애 영장류 질환모델 제작 및 활용기술	58.2	22
3	39	Imaging-genomics를 이용한 뇌신경계 질환 전주기 예측 기술	59.1	
	40	사회성 향상 및 정서조절 증진을 위한 유연미세뇌파 센서 이용 신호 측정 및 뇌자극 기술개발	57.7	
5	50	신경회로망 제어 기반 뇌질환 치료 기술	58.9	
	56	뇌손상 회복/재생 기반 뇌질환 치료 기술	57.8	

자료: 연구진 작성.

- 종합적으로 전술한 문제점을 고려한다면, 분과위원회 및 총괄위원회의 테마 후보 도출 관련 산정 기준 관련 설명 및 근거는 부족하므로, 선도융합기술 테마 후보 도출 과정의 적절성은 확보되었는지 검토하기에는 한계가 존재함

- 테마 도출 6단계에서 '신중' 관련 기술 선정 포함 가능성을 재검토하였으나, 본 단계에서 활용한 기준 관련 적절성 검토에 한계가 존재함에 따라, 해당 단계를 통해 '선정권'에 포함된 테마는 적절한 과정을 통해 선별된 것인지 확인이 어려움
- 선도융합기술 테마 후보 중 '신중'에 해당하며, 기술 선정 포함 가능성을 재검토 하였으나, 해당 단계에서 활용한 기준은 주관부처가 제시한 전문가 별 기술 분야의 특수성이 고려된 기준인지 확인이 어려움에 따라 적절성 검토가 어려움
 - 해당 단계에서는 현장(의료계, 산업계, 기술 투자계) 전문가 27명*의 의견 수렴을 통해, 선도융합기술 테마 후보 중 '선정권'에 있는 테마의 타당성을 현장 수요 관점에서 추가 검토하고, '신중'에 해당하는 기술들에 대해서는 선정 포함 가능성을 검토함
 - * 의료계 11명, 산업계 14명, 기술 투자계 8명으로 총 33명이나, 의견 수렴 과정에서 6건은 누락됨
 - 또한 주관부처는 선정 포함 가능성을 검토한 테마 '신중' 21개를 대상으로 세 가지 현장 수요자 분야 중 2개 이상 분야에서 비추천의 수가 추천의 수를 '초과'하는 경우에 한정해 탈락시켰으며, 21개 중 4개의 과제가 탈락되었다고 제시함

<표 3-57> '신중' 대상 21개 관련 선정 포함 가능성 검토 내용

테 마	산업계			투자계			의료계			(주관부처) 2개 이상 분야에서 비추천 > 추천 주제	(STEP1) 2개 이상 분야에서 비추천 > 추천 주제
	추천	비추천	추천- 비추천	추천	비추천	추천- 비추천	추천	비추천	추천- 비추천		
18	2	2	0	0	1	-1	2	7	-5	비추천	비추천
17	5	1	4	2	0	2	4	4	0		
16	1	3	-2	1	0	1	6	3	3		
15	3	2	1	0	0	0	3	6	-3		비추천
14	6	1	5	3	0	3	6	2	4		
13	7	1	6	5	0	5	6	3	3		
27	3	2	1	1	0	1	5	3	2		
26	5	2	3	2	0	2	5	4	1		
24	5	2	3	2	0	2	2	4	-2		
23	1	3	-2	2	0	2	3	5	-2	비추천	비추천
33	5	1	4	1	2	-1	5	2	3		
34	5	2	3	0	2	-2	4	4	0		비추천
48	7	0	7	4	0	4	6	3	3		
47	3	4	-1	3	0	3	5	5	0		비추천
45	3	1	2	1	0	1	5	5	0		
58	2	3	-1	3	0	3	2	6	-4	비추천	비추천
56	4	1	3	1	0	1	4	5	-1		
54	5	1	4	0	0	0	4	4	0		비추천
57	2	3	-1	2	0	2	1	7	-6	비추천	비추천
55	8	1	7	0	0	0	2	6	-4		비추천
66	3	2	1	0	0	0	4	6	-2		비추천

* : 46번 테마의 경우 '신중'이 아님에도 '신중' 대상에 포함됨에 따라 제외함(추가제출자료)
자료: 연구진 작성.

- 다만, 세 가지 현장 수요자 분야 중 2개 이상 분야에서 비추천의 수가 추천의 수를 '초과'하지 않고, 6개 테마는 추천과 비추천이 동률인 상황이 존재함
 - 이에 대해 주관부처는 기술 분야의 특수성*이 존재함에 따라, 추천과 비추천이 동률인 경우 그 분야 내에서도 서로 다른 시간이 동률로 존재한다는 것을 의미하며, 특정 세부분야에서는 상당 규모의 기술 산업화 가능성이 있는 것으로 판단하여 탈락시키지 않았다고 설명함(추가제출자료)
 - * 각 심사위원마다 본인의 전문 세부분야가 따로 있기에, 특정 기술 테마와 관련 있는 심사위원들에게는 좋은 평가를 받으나, 타 분야의 심사위원들에게는 좋지 않은 평가를 받을 가능성이 존재함
 - 그러나, 주관부처가 활용한 3가지 현장 수요자 분야 중 2개 이상 분야에서 비추천의 수가 추천의 수를 '초과'하는 경우에 한정해 탈락시켰다는 기준은 각 분야의 심사위원 별 기술 분야의 특수성이 고려되어 제시된 기준인지 확인이 어려움에 따라, 해당 과정의 적절성 검토는 확인이 어려움
- 테마 도출 7단계에서 최종 선도융합기술 테마 44개 도출을 위해 수행된 그룹핑, 탈락 테마의 재선정 과정은 부적절함에 따라, 전반적인 선도융합기술 테마 선별 과정은 적절하다고 보기 어려움
- 선도융합기술 테마 후보 52개를 기준으로 최종 선도융합기술 테마 44개를 도출하는 과정으로, 압축 과정에서의 ① 테마 간 그룹핑, ② 탈락 테마의 재선정 과정은 적절하다고 보기 어려움
- 해당 단계에서는 선도융합기술 테마 후보를 기준으로 분과위원회 및 총괄위원회를 통해 테마의 명확성 및 타당성을 최종 검토하였으며, 각 테마 후보의 기술 정의, 연구 개발 범위 등을 종합적으로 검토 후 선도융합기술 테마를 44개로 압축함
 - 해당 과정의 검토 결과, 테마의 압축 과정에서 ① 4차례에 걸친 테마 그룹핑 과정과, ② 탈락 대상(2개 테마)임에도 7단계에서 필요성이 인정되어 단일 테마로 통합 선별 과정이 확인됨
 - 테마 압축 과정 중 ① 그룹핑의 경우, 주관부처는 각각 테마를 분리해서 기획하는 것보다는 테마 간 기술 범위 유사성이 있거나, 서로 연계하였을 때 보다 긴밀하게 융합된 기술을 도출할 것으로 예상되는 기술적 특징이 발견됨으로써 테마 간 융합이 성공 가능성, 투자대비 효율성을 높일 수 있다고 제시함(추가제출자료)
 - 다만, 주관부처의 긍정적인 취지는 인정되나, 연구 범위의 유사도를 고려한 그룹핑은 테마 도출 3단계(기술수요조사서)를 기점으로 선행되었으나, 해당 단계에서 추가로 그룹핑이 수행되었다는 의미는 앞서 제시한 단계 별 검토 기준의 적절성은 충분히 확보되었다고 보기 어려움

<표 3-58> 테마 선별 7단계에서 그룹핑 된 테마

그룹 번호	분과 제안 (4단계) 테마명	5단계 평가결과	6단계 평가결과	7단계 최종 탈락 사유	7단계 평가결과	
1	24	뇌발달 장애 질환모델의 빅데이터 구축과 표현형 분석 기술	신중	추천	24, 26, 27 테마를 병합하는 조건으로 선정 24번 테마로 흡수하는 것이 바람직함	최종 선정
	26	염증성 뇌질환 모델 개발, 고도화 및 활용 기술	신중	추천		탈락
	27	인지와 정서장애 소동물 모델 타당성 고도화 및 표현형 분석 기술 개발	신중	추천		탈락
2	12	뇌신경계 영역별 교세포 활성화 정밀분석 및 제어 기술	선정	추천	-	최종 선정
	51	비신경세포 선택적 조절 기반 뇌질환 치료 기술	선정	추천	12번 테마와 기술 범위가 유사하여 통합하는 것이 바람직함	탈락
3	15	신경망 재형성 촉진 기술 개발	신중	추천	56번 테마와 기술 범위가 유사하여 통합하는 것이 바람직함	탈락
	56	뇌손상 회복/재생 기반 뇌질환 치료기술	신중	추천	-	최종 선정
4	4	신경계 노화 및 노인성 신경정신질환 제어 기술 개발	선정	추천	-	최종 선정
	55	뇌세포노화 조절 기반 뇌질환 예방/치료 기술	신중	추천	4번 테마와 기술 범위가 유사하여 통합하는 것이 바람직함	탈락

자료: 연구진 작성.

- 테마 압축 과정 중 ② 탈락 대상(2개 테마)임에도 7단계에서 필요성이 인정되어 단일 테마로 통합 선별이 된 경우, 주관부처는 해당 테마와 관련하여 기술의 분야별 특수성* 및 산업계 내에서도 바라보는 시각**이 다르기 때문에 동 사업에서의 필요성이 인정되어 7단계에서 최종 선정하였다고 제시함(추가제출자료)

* 의료계에서는 비추천이 많고, 기술투자계는 추천이 전부였으며, 산업계는 추천에 비해 비추천이 1개 씩 더 많이 투표됨

** 산업계 내에서도 공통 인프라적인 성격의 기술 투자에 대한 수요가 있으나, 각 회사의 기술적 상황과 전략이나, 기술 개발 라이프라인의 상태에 따라서 다른 관점으로 바라볼 수 있음

- 다만, 해당 내용에 대해서는 앞서 제시한 테마 도출을 위한 설정 기준이 미흡함으로 인해 필요성이 높은 테마가 선별되지 못함을 의미하며, 전반적으로 테마 도출 과정의 적절성은 확보되었다고 보기 어려움

<표 3-59> 테마 선별 7단계에서 필요성이 인정되어 그룹핑 된 테마

번호	테마명	5단계 평가결과	6단계 평가결과	7단계 최종 탈락 사유	7단계 평가결과
57	뇌질환 합성의약품 디스커버리 기술	신중	비추천	7단계에서 필요성이 인정되어 선정 하되 58번 테마를 포함하도록 조정	최종 선정
58	뇌질환 바이오의약품 디스커버리 기술	신중	비추천		탈락

자료: 연구진 작성.

- 테마 도출 8단계는 선도융합기술 테마의 적절성을 검토하는 단계로, 해당 검토 내용만으로는 최종 선별된 선도융합기술 테마가 동 사업의 문제를 해결할 수 있다고 판단하기에 충분히 검토되지 않은 것으로 판단됨
- 최종 선별된 선도융합기술 테마의 적절성을 검토하는 단계이나, 해당 단계의 내용만으로는 선도융합기술 테마가 동 사업의 이슈를 해결 가능하다고 보기에는 충분하지 않은 것으로 판단됨
 - 해당 단계에서는 동 사업 발전전략위원회를 통해 선별된 최종 선도융합기술 테마들이 사업에서 선별한 이슈를 해결하는데 적절한지를 검토*하여 '선도융합기술 테마' 44개를 확정함
 - * 16명 중 14명이 최종 선도융합기술 테마의 적절성을 검토하였으며, 누락된 의견 2건 중 1건은 중도 사임한 위원, 1건은 기획 관련 총괄 위원장으로 확인됨
 - 주관부처를 통해 제시된 선도융합기술 테마 관련 14건의 검토 내용 중 2건의 피드백이 제시되었으나, 1건은 본 사업의 영역과 무관하며, 1건은 문구에 대한 수정 제안으로 최종 선도융합기술 테마에 반영되지 못함을 제시함(추가제출자료)
 - 다만, 동 사업의 문제/이슈의 식별이 불명확하다는 점을 고려한다면, 발전전략 위원회를 통한 서면 검토 내용만으로는 충분하다고 보기 어려움
 - 또한 주관부처는 44개 선도융합기술 테마를 기준으로 특허 포트폴리오를 분석 하였으나, 일부 테마의 기술 성숙도는 쇠퇴기 및 회복기 단계로 확인됨에 따라, 선도융합기술 테마는 문제/이슈 해결 및 대규모 정부지원을 한다는 시의성 측면에서 적절성이 담보되었다고 판단할 수 있을 만큼 충분히 검토되었다고 보기 어려움

□ 내역사업별 지원과제 수, 지원규모 등에 대한 근거 및 산출 논리가 부적절함

○ 내역사업별 과제 수 산출 근거가 구체적으로 제시되지 않았으며, 근거의 적절성이 부족함

- 시장선도형 및 미래선점형 과제 수는 각각 60개, 170개로 제시되었으나, 기획보고서 상 내역사업별 과제 수 산정 근거는 제시되지 않음
- 주관부처는 추가제출자료를 통해 내역사업별 과제 수* 산정 근거를 제시하였으나, 과제 수 산정 근거라기보다는 사후적인 차원에서 테마 건수를 바탕으로 한 과제 수에 대한 설명으로 판단됨

* 시장선도형 : 44건(테마) + 17건(선도융합기술 평가에서 총합점수 80점 이상 테마) = 61개,
미래선점형 : 44건(테마) × 테마 당 4~5개의 과제 기획 = 176~220테마(추가제출자료)

- 기획보고서 상 시장선도형 및 미래선점형 과제에 대해 각각 테마당 1~2개, 3~4개 과제를 선정한다고 제시하였으나, 테마당 1~2개, 3~4개의 과제를 수행해야 하는 이유에 대한 검토는 충분히 수행되지 않음
- 추가적으로, 테마당 1~2개, 3~4개 과제를 수행한다고 하더라도 44개 테마 모두에서 시장선도형 및 미래선점형에 대한 수요가 존재한다고 보기는 어려움
- 주관부처가 44개 테마 도출을 위해 활용한 524건의 기술수요조사서를 검토한 결과 대다수의 기술은 하나의 유형에 해당하는 것으로 응답하였음
- 따라서, 최종 도출된 44개 테마 중 일부는 하나의 유형에 대한 수요가 존재하는 것으로 판단되며, 2개 내역사업 모두에 해당하는 과제를 도출하는 것이 적절하다고 판단하기 어려움

○ 내역사업별 과제 지원규모 산정 근거의 적절성이 부족함

- 주관부처는 내역사업별 지원규모 산정 과정에서 선행사업 및 유사사업의 과제당 연구비 지원 규모를 활용하였다고 제시하였으나, 선행사업 및 유사사업 선정 근거는 제시하지 않음
- 추가제출자료를 통해 지원규모 산정 과정에서 활용한 유사사업이 과기부의 '국책 R&D' 중 '원천기술개발사업'에 해당되며, 선행사업과 연간 연구비 규모, 연구 기간, 주관연구개발기관 및 공동연구개발기관 수가 비슷하다고 제시함
- 그러나, 해당 설명을 각 사업별로 추진하고자 하는 사업내용 및 사업목표가 상이하다는 점을 고려하면 지원규모 산정 근거로서의 적절성은 확보하기 어려운 것으로 판단됨

<표 3-60> 주관부처가 제시한 유사사업 선정 기준 및 근거

□ (답변) 과제 유형별 연구비 설정 논리로 선행사업과 유사사업들의 과제당 연구비 지원 규모를 제시하셨습니다. 지원 규모를 설정하기 위해 활용한 유사사업이 어떤 기준 및 근거에 의해 선정된 것인지 구체적 내용을 제시해주시기 바랍니다.

○ 아래 표에서 유사사업으로 나노 및 소재 기술개발사업, 미래소재디스커버리지원사업, 미래유망파이오니어사업, 인공지능신약플랫폼, 신변종바이러스대응원천기술개발사업을 선정 한 이유는 본 사업이, 선행사업인 뇌과학원천기술개발사업과 유사하게 과학기술 정보통신부 ‘국책 R&D 중 ‘원천기술 개발사업’ 카테고리 안에 포함되면서 연간 연구비 규모, 연구 기간, 주관연구개발기관(혁신법 시행 전 기준 세부과제) 및 공동연구개발기관 수가 비슷한 수준이기 때문입니다(아래 표 참조).

사업명	연간 연구비 규모 (총괄과제 기준/억 원)	연구기간 (년)	세부과제 수 (개)
뇌과학원천기술개발사업	10 내외	5(3+2)	3~4
나노및소재기술개발사업	10	3	3
미래소재디스커버리지원사업	15	5(3+2)	3
미래유망파이오니어사업	10~15	6(3+3)	3~4
인공지능신약플랫폼	15	3(2+1)	3
신변종바이러스대응원천기술개발	10~20	4(2+2)	3

[선행·유사사업의 연구비, 기간, 세부과제 수]

자료: 연구진 작성.

- 또한, 내역사업별로 설정한 연간 지원규모가 동 사업 추진에 있어 적절한 수준인지에 대한 검토는 미흡하며, 각 유형별로 심화과제, 트랙전환과제에서 지원규모를 증액하는 것에 대한 적절성 및 효과성 검토는 미흡함

○ 내역사업별 과제 지원 기간 산정 근거의 적절성이 부족함

- 주관부처는 동 사업의 과제당 지원기간을 유사 정부 과제들이 설정한 가장 일반적인 과제 기간을 채택하여 3~6년으로 설정하였다고 제시함
- 그러나, 앞서 과제 지원규모 검토과정에서 살펴본 바와 같이 주관부처가 제시한 유사과제들이 동 사업과 유사하다고 판단하기 어려움
- 또한, 내역사업별로 과제 지원기간을 제시하였으나, 과제 지원기간을 설정한 근거는 미흡함
- 예컨대, 시장선도형의 경우 “과제 시작부터 상당한 수준의 기술력을 갖춘 융합 연구팀이 이미 형성된 시장에 재빠르게 진입하여 시장을 선도하는 것을 목표로 하므로 3년이라는 단기간 과제로 설정”하였다고 제시하였으나, 3년을 지원하는 것이 적절한 수준인지에 대해서는 제시되지 않음

3. 추진전략의 적절성

- 동 사업의 핵심 내역사업인 ‘시장선도형’, ‘미래선점형’이 한 사업에서 동시에 추진 되어야하는 당위성은 구체적으로 제시되지 않아, 적절성 검토에 한계가 존재함
- 하나의 사업에서 2개 내역사업을 병합 추진해야하는 당위성은 구체적으로 제시 되지 않음에 따라, 당위성 확보 유무는 확인하기 어려움
 - 기획보고서 상 동 사업에서 추진하고자 하는 2개 내역사업 별 특징은 다음과 같음

<표 3-61> 사업 추진 방식별 특징

사업 추진 방식	특징
시장선도형	<ul style="list-style-type: none"> · 개발하고자 하는 목표 기술에 대한 시장 수요가 명확하고, 기반 기술을 확보하고 있어 단기간에 시장을 선도할만한 기술을 창출할 수 있는 과제를 대상으로 함 · 선행 우수 성과 활용과 조기 사업화 가능성을 기준으로 선정 · 기술사업화에 대한 구체적인 아이디어와 확고한 의지를 가진 과제가 진입 · 경쟁을 통해 ‘기본 과제’ 중 일부가 심화연구로 진입하는 형태로 지원 · 타부처 이어달리기 지원 가능(예: 산업통상자원부, 중소벤처기업부 등)
미래선점형	<ul style="list-style-type: none"> · 개발하고자 하는 기술에 대한 미래 시장 잠재력과 파급효과가 클 것으로 예상되는 과제를 대상으로 함(First mover, High risk-High return) · 다양한 연구방법의 시도 및 융합을 통하여 창의적 연구 결과가 도출되도록 함 · 연구계획 수월성과 아이디어의 탁월성, 제안 기술의 원천성을 기준으로 선정 · 성과 및 기술사업화 가치 조기 도출 여부에 따라 시장 선도형으로 트랙전환 가능

자료: 동 사업 기획보고서.

- 각 내역사업은 예타조사 대상 사업에 해당하는 규모이므로, 내역사업 별 목적과 특성이 상이함에도 불구하고 단일 사업으로 동시 추진해야하는 필요성은 구체적인 근거와 함께 필수로 제시되어야만 함
- 이에 주관부처는 본 사업의 이슈인 ‘뇌과학 기술사업화 견인 역량 확보’를 위해서는 기술사업화 초기 단계인 2유형과, 기술사업화 견인 목표에 가까운 1유형 간 동시 추진되어야만 지속가능하고 효율적인 역량 구축 라인이 작동한다고 제시함(추가제출자료)
- 또한 각각의 유형이 별도로 진행될 경우의 문제점을 제시하며, ‘기술사업화 가이드 체계’가 효율적으로 가동하기 위해서는 사업이 분리 추진되어서는 안 되며, 개발 초기부터 기술사업화 앞단까지의 연계시키는 사업 노하우를 한곳에 축적, 국가 자산화하기 위해서는 두 가지 유형을 통합적으로 모니터링하고 분석하는 것이 필수적이라고 제시함(추가제출자료)

<표 3-62> 유형 1, 2 내역사업의 별도 추진 시 문제점(주관부처)

내역사업	내용
시장선도형 (1유형) 만 별도로 진행되는 경우	<ul style="list-style-type: none"> · 뇌과학은 전 세계적으로도 기술사업화에 바로 연계될 수 있는 기술들이 아직은 제한적이고, 특히 우리나라의 경우, 지난 20년간 기초연구 수월성 확보에 집중적으로 매진해 괄목한 성과를 냈지만, 기술시장에 적합한 뇌과학 원천기술을 개발하려는 방향성은 뚜렷하게 강조되지 않았기 때문에 유형1의 소재가 될 단계의 기술들이 아직은 소수입니다. 또한, 소수의 기술들이 소진되고 나면 다음 기술사업화에 적합한 기술을 제때에 공급받지 못할 가능성이 커지고, 기술사업화 장점을 가진 준비된 기술을 발굴하기 어려울 가능성이 높습니다. 이렇게 시간이 지체되어 상용화를 제때에 이루지 못하면, 그냥 사장되거나 선진국에 주도권을 넘겨주게 될 위험이 높아집니다. 뇌과학 기술 선진국의 미래 및 시장을 대비하기 위해서는 처음부터 기술사업화를 염두에 두고 설계된 연구를 통해 창출된 원천기술들이 끊임없이 바로 공급될 수 있는 파이프라인이 구축되어 있어야 합니다.
미래선점형 (2유형) 만 별도로 진행되는 경우	<ul style="list-style-type: none"> · 고도의 기술사업화 역량을 축적할 충분한 기회를 갖지 못하게 됩니다. 따라서, 우수 기초과학을 유산으로 하여, 기술사업화 역량을 우리나라 뇌과학에 장착하고자 하는 본 사업의 업그레이드된 목적을 제한적으로만 달성하게 될 것입니다.

자료: 추가제출자료 참고하여 연구진 재구성.

- 다만, 해당 내용은 내역사업 별 별도 추진 시의 문제점을 제시했을 뿐, 주관부처가 제시한 2개 내역사업을 하나의 사업으로 병합 추진해야하는 근거는 단순 시너지 효과에 불가하며, 구체적으로 제시되지 않음에 따라, 당위성 확보 유무는 확인하기 어려움

□ 동 사업을 2개 내역사업으로 각기 다르게 추진하는 전제하에, 각 내역사업 별 구체적인 근거는 제시되지 않아 적절성 확인이 어려움

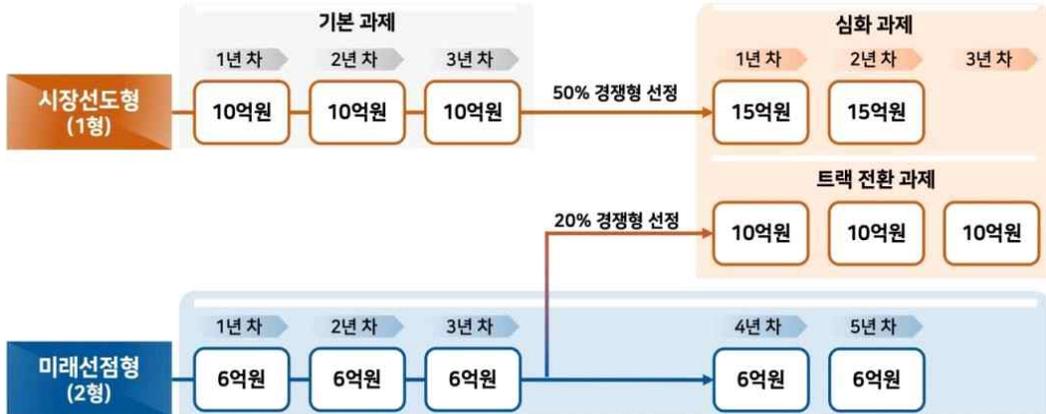
○ 내역사업 별 연구개발 특성을 고려한다면, 내역사업 별 과제 설계(과제 지원기간, 지원규모, 경쟁률 비중 등) 근거는 구체적으로 제시되지 않아 적절성, 논리성 확보 판단이 어려움

- 동 사업 내역사업 중 시장선도형의 경우 ‘기본과제 3년’, ‘기본과제 3년 + 심화과제 2년’, 미래선점형의 경우 ‘기본과제 5년’ 또는 ‘기본과제 3년 + 트랙전환과제 3년’으로 설계됨

- 또한 각각 내역사업 별 기본과제의 규모(시장선도형 30~60억 원, 미래선점형 30억 ~48억 원) 및 심화 또는 트랙전환형 과제로 선정되는 비중(시장선도형 50%, 미래선점형 20%)은 상이하게 설계하여 제시함

- 위와 같이, 내역사업 별 설계 구조는 상이하게 제시되었으나, 내역사업 1은 TRL 3~6단계, 내역사업 2는 TRL 2~5단계로 제시한 바, 내역사업 간 중복되는 범위(TRL 3~5)는 매우 넓어 내역사업 1, 2 간 목표 달성을 위해 가지는 차별성, 내역사업 별 TRL 범위를 산정한 근거는 제시되어야만 함

- 이에 주관부처는 추가제출자료를 통해 내역사업 별 차별성 및 TRL 범위 선정 근거를 추가로 제시하였으며, 관련 내용은 기획보고서 대비 구체화된 것으로 판단됨



[그림 3-3] 과제 유형별 관리 예산 설계(안)

자료: 동 사업 기획보고서.

<표 3-63> 주관부처가 제시한 내역사업 별 설계 근거

(답변)

기존 과기부 주관 사업인 뇌과학원천기술개발사업은 TRL 2~5단계, 뇌질환극복연구사업은 TRL 3~5 단계를 제시한 기초-원천 사업이었습니다. 동 사업은 내역사업의 유형과 무관하게 국가 전체 기술개발 사업 중 과기부에서 담당하고 있는 영역 내에서 설계하면서 사업의 최종목표(선도융합 기술개발)를 효율적으로 달성하고자 중복되지만 차별화된 TRL 목표를 가지는 2개의 내역사업으로 구성하였습니다. 내역사업 1(시장선도형, 1유형)은 과제 개시 시점에서 목표 기술에 대한 시장 수요가 명확하고, 기반 기술이 확보되어 있는 기술을 대상으로 하기 때문에 TRL 최저를 기존 뇌과학원천기술개발사업 보다 한 단계 높은 3단계(실험실 규모의 기본성능 검증)에서 시작해서 과기부에서 담당하는 최고 단계인 6단계(파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가/GLP 기관에서 전임상 시험을 완료하는 단계)까지로 설정하였습니다. 내역사업 2(미래선점형)은 목표 기술을 현재 기술 수준은 낮지만 시장 잠재력이 큰 기술로 정의하였기 때문에 TRL 최저를 선행사업과 동일하게 2단계에서 시작해서 최고를 5단계까지로 설정한 것입니다. 또한, 5단계에 빨리 도달하는 기술과 의료기기 및 의료 기술 등은 시작품 평가, 의료기술 검증 등이 일부 이루어지게 되면서, 트랙전환의 기회를 통해 본격적인 검증 및 기술사업화 가치를 높여가는 연계통로가 될 것입니다.

자료: 추가제출자료 일부 내용 발췌.

- 다만, 주관부처가 제시한 내역사업 별 차별성 및 TRL 범위 산정 근거와 연동하여 과제를 설계(과제 지원기간, 지원규모, 경쟁률 비중 등)한 근거는 구체적으로 제시되지 않아 적절성, 논리성은 확보되었는지 확인하기에 한계가 존재함
 - 또한 내역사업 별 설계 구조 중 시장선도형-심화 과제 및 미래선점형-트랙전환 과제의 경우 단기적 집중 지원이 장기적 안정 지원에 비해 효율성이 높다고 판단한 근거(추가제출자료)는 적절하다고 보기 어려움
- 심화 및 트랙전환 과제를 선정하는 기준 및 절차는 기획보고서 대비 일부 구체화되었으나, 심화 및 트랙전환 과제의 취지 및 개념, 각 과제 선정 방식에 따라 수요의 불확실성이 존재하며 이에 따른 대안은 구체적으로 제시되지 않아 쟁점이 해소되기에 충분하지 않음
- 추가제출자료를 통해 심화 및 트랙전환 과제를 선정하는 기준 및 절차와 관련하여 기획보고서 대비 구체화된 것으로 판단됨
 - 다만, 심화 및 트랙전환 과제 지원의 취지와 관련하여 주관부처는 '필요성'에 의한 '보충지원'으로 설명하고 있으나, 심화 및 트랙전환 과제를 선정하는 기준 및 절차, 주관부처가 설명하고 있는 내용으로는 '인센티브'의 개념 또한 내포되어 있으며, '보충지원'으로 판단하기에는 충분히 구체적이지 않아 적절성은 확보되지 않은 것으로 보임
 - 또한 심화 및 트랙전환과제의 선정 방식에 따라 수요의 불확실성이 존재할 것으로 예상되나, 이에 대한 별도의 대안은 충분히 고려되지 않은 것으로 판단됨
- 동 사업은 뇌연구개발 투자전략을 바탕으로 동 사업의 투자 영역을 설정하였다고 제시하였으나, 해당 전략을 기반으로 동 사업의 6대 융합 뇌과학 분야를 설정하였다고 보기는 어려움
- 4대 투자전략과 부합하는 동 사업의 6대 융합 뇌과학 분야는 일부로, 투자 전략을 통해 6대 융합 뇌과학 기술분야가 설계되었다고 보기에는 한계가 존재함
- 주관부처는 '뇌연구개발 투자전략' 중 4대 투자전략*을 토대로 우선 투자영역으로 뇌질환 극복 및 뇌기능 활용을 선정하였다고 제시함
- * 1. 분야별 핵심기술 중점투자, 2. 도전적 연구프로그램 추진, 3. 뇌 연구-산업 생태계 조성, 4. R&D 투자의 전략성 강화
- 또한 기획보고서 상 선도융합기술 도출을 위해 뇌질환 3대 주제 대분류(표적 발굴, 진단, 치료)를 토대로 6대 융합 뇌과학 분야(뇌질환 표적 발굴, 뇌질환 모델, 뇌신호 측정 및 디코딩, 뇌질환 바이오마커, 생물-화학적 뇌조질, 공학적 뇌조질)를

설정하였다고 제시함

- 다만, 해당 내용만으로는 '뇌연구개발 4대 투자전략 - 뇌질환 3대 주제 대분류-6대 융합 뇌과학 분야' 간의 연계성은 높지 않은 것으로 판단됨
- 이에 대해 주관부처는 다음과 같이 '뇌연구개발 4대 투자전략'과 동 사업에서 추진하고자 하는 내용(분야) 간 부합성을 검토하여 제시함(추가제출자료)

<표 3-64> 동 사업의 6대 기술분야 및 4대 투자전략 기반 투자대상 기술영역 간 부합성 검토 내용

4대 투자전략 中 1. 분야별 핵심기술 중점투자					
(투자전략 1-1)	세부 내용				
삶의 질 제고를 위한 뇌질환 극복 연구 강화	<ul style="list-style-type: none"> · '뇌기능 기초연구 성과 활용 및 환류를 통한 선순환과 임상연계 강화'를 주요 전략 하나로 제시하였으며, 세부 전략으로 '기초연구를 통한 뇌질환 원인 규명 성과를 치료기술 연구에 활용 하고, 진단기기, 뇌자극기기, 약물 등 뇌 의약 성과물을 혁신적 원천기술로 연계'를 제시하였습니다. 이는 동 사업의 비전(뇌과학 응용 교두보 확보를 통한 사회 체감 기술로 도약) 및 목표(뇌질환 극복과 뇌기능 활용을 위한 선도융합기술 31건 이상 확보)에 잘 반영되어 있습니다. 				
(투자전략 1-2)	세부 내용				
다층적, 통합적 뇌기능 연구 강화	<ul style="list-style-type: none"> · 핵심기술 투자 전략으로 4가지 유형 별 핵심기술을 제안하였는데 각각은 아래 표와 같이 동 사업의 선도융합기술 테마들과 밀접히 연관되어 있습니다. 				
	유형	유형 내용	테마 번호	부합 테마 제목	부합 내용
	1	퇴행성 뇌질환	12	뇌기능/질환 시각화 기술	정상적인 뇌기능을 이해하고 뇌기능 이상을 정상으로 되돌리기 위한 뇌기능 기전 규명 및 뇌기능 영상/분석 기술 개발: 모든 테마와 연관
	2	자폐, 뇌전증, 신경병증 성 통증	33	신경망 제어 뇌질환 치료 기술	신경회로 변화 규명을 위한 신경회로 활성화 기술 및 모니터링 기술 개발
	3	뇌졸중, 외상성 뇌손상	12	뇌기능/질환 시각화 기술	세포수준에서의 뇌기능 이해를 위한 다양한 세포의 종류 /기능/상호작용 규명 및 세포 영상화 기술 개발
25			비신경세포 제어 기술		
4	우울증, 중독, 조현증	12	뇌기능/질환 시각화 기술	뇌연구에서 생산되는 데이터 통합을 위한 표준화, 공유 기술, 뇌영상 데이터 통합 분석 기술, 초정밀 오믹스 측정, 분석 기술	
		15	뇌질환 바이오마커 검출한계 극복 기술		
		21	다중오믹스 빅데이터 기반 뇌질환 예후, 예측 플랫폼 기술		

4대 투자전략 중 2. 도전적 연구프로그램 추진			
(투자전략 2-2)	세부 내용		
고위 뇌기능 연구를 위한 영장류 연구 기반 확대	· 선도융합기술 테마 16(뇌질환 영장류 모델 개발)과 부합		
(투자전략 2-3)	세부 내용		
브레인-테크 (Brain-Tech.)를 기반으로 한 신기술 사업화	테마번호	부합 테마 제목	부합 내용
	10	뇌기능 조절 비침습/최소침습 뇌심부 자극 기술	전략 2-3은 시장 친화적 연구를 강조하고 있으며, 이는 동 사업의 기획 의도와 부합함
	23	대용량 뇌 신경 신호 측정과 연계 뇌자극 시스템 개발	
	27	손상 운동능 복원 뇌-기계 인터페이스 기술	
	28	손상 인지 기능 복원 신경보철 기술	
4대 투자전략 중 3. 도전적 연구프로그램 추진			
(투자전략 3-2)	세부 내용		
기술창업 중심의 뇌산업 육성 지원	· 전략 3-2에서는 '우수기술의 기술성 검증을 위한 실증지원을 강화하여 신뢰도 확보를 통해 뇌연구 성과의 실용화 촉진'을 제시하고 있는데 이는 동 사업에서 기획한 선도융합기술의 필수 요소인 '객관적 방식 재현성 검증'에 부합합니다.		
4대 투자전략 중 4. 도전적 연구프로그램 추진			
(투자전략 4-2)	세부 내용		
뇌연구 지원체계 고도화	· 전략 4-2에서는 동 사업을 염두한 '대형 플래그십 사업 발굴, 추진'을 제안하며 '뇌 연구를 통해 해결해야 하는 문제의 정의 단계부터 연구개발 수행, 현장 적용 등 문제해결 전 과정을 포괄하는 산학연 협력 공동연구'를 추진하는 것으로 명시하였고, 이는 동 사업 기획에 그대로 반영되었습니다.		

자료: 추가제출자료 활용하여 연구진 재구성.

- 다만 투자전략 1-1, 3-2, 4-2은 동 사업의 비전, 사업목표 등의 관련성에 대한 내용이며, 투자전략을 기반으로 투자대상 기술 영역(6대 융합 뇌과학 분야)이 설계되었다는 근거로는 적절하지 않음
 - 또한 주관부처는 투자전략과 부합하는 선도융합기술 테마(10개)를 제시함으로써, 4대 투자전략 기반의 투자영역을 설계됨을 설명하였으나, 확인 결과 투자전략과 부합하는 해당 테마는 6대 기술분야 중 일부로, 투자전략을 통해 6대 융합 뇌과학 기술분야가 설계되었다고 보기에는 한계가 존재함
- * 1. 뇌질환 표적 발굴, 2. 뇌질환 모델, 3. 뇌신호 측정 및 디코딩, 4. 뇌질환 바이오마커, 5. 생물-화학적 뇌조절, 6. 공학적 뇌조절

- 과제수행 체계 설정 근거 제시가 미흡하며, 효과성에 대한 검토가 미흡함
 - 동 사업의 과제수행 체계(수행 주체 선정 기준, 컨소시엄 구성 조건 등)를 설정한 근거 제시가 미흡하여 기획과정에서 충분한 검토가 수행된 것으로 보기 어려움
 - 주관부처는 동 사업의 수행 체계로 산·학·연·병(이종 융합 또는 다학제 융합)으로 구성된 컨소시엄 구성이 필수라고 제시함
 - 기획보고서 상 ① 과제수행 주체를 선정하는 기준, ② 컨소시엄 구성의 필수 주체, ③ 역할분담, ④ 참여비중 등에 대해서는 구체적으로 제시되어 있지 않아 과제수행 체계는 적절한 근거 도출을 통해 마련된 것인지 확인이 어려움
 - 추가제출자료를 통해 과제 수행주체는 선정위원회가 최종 선정하며, 컨소시엄 구성 주체는 지원자의 자율에 맡기는 것으로 제시하였지만, 항목별 설정 근거는 구체적으로 제시하지 않음
 - 또한, 주관부처가 과제제안요구서 상세기획 과정에서 특기사항으로 팀 구성 조건을 명시할 수 있다고 제시함에 따라, 기획과정에서 사전적으로 수행주체에 대한 내용이 구체화되었다고 보기는 어려움

<표 3-65> 과제 수행 주체를 선정하는 기준 및 절차 관련 추가 설명(주관부처)

□ (답변 요약) ① 과제 수행 주체를 선정하는 기준 및 절차. ② 컨소시엄 구성의 필수 주체, ③ 역할 분담, ④ 참여 비중에 대해서 구체적으로 설명해주시길 바랍니다.

- 과제 수행 주체는 국가 R&D 혁신법에 따라 공모를 통해 선정위원회가 최종 선정합니다.
- 기초, 공학, 임상, 산업 분야 등에서 이종 또는 다학제 융합 컨소시엄을 구성하는 것은 필수로 하되 컨소시엄 구성 주체는 지원자의 자율에 맡기게 됩니다.
 - RFP도출위원회에서 맞춤형 상세 기획을 하면서 과제제안요구서(RFP) 내 특기 사항으로 주관 연구 개발기관의 자격(예: 기업 주관 필수), 공동연구개발기관 주체의 필수 여부(예: 병원 참여 필수, 기업 참여 필수)를 정해 목표에 적합한 팀 구성 조건을 명시할 수 있습니다.

자료: 추가제출자료.

- 컨소시엄 방식을 통한 사업추진의 효과성에 대해 검토한 내용이 제시되지 않아 컨소시엄 방식으로 사업을 추진하는 것이 효과적인지 판단하기 어려움
 - 동 사업은 산·학·연·병으로 구성된 컨소시엄이 과제를 수행하는 것으로 제시 하였으나, 컨소시엄 방식을 통해 동 사업을 추진하는 것이 효과적인지에 대한 검토 결과는 제시하지 않음

- 사업 설계 과정 및 결과 차원에서 수행 체계에 대한 내용이 적절하게 반영되었다고 보기 어려움
 - 추가제출자료에 제시된 바와 같이 기초, 공학, 임상, 산업 분야 등에서 이중 또는 다학제 융합 컨소시엄을 강조하는 사업임
 - 그러나, 실제 사업 설계 결과는 '시장선도형-심화' 과제에서만 산업계(기업)의 참여를 예상하고 있음
 - 주관부처는 추가제출자료를 통해 모든 유형의 과제에서 민간 기업의 참여 제한은 없다고 제시하였으나, 구체적인 참여계획은 마련되지 않은 것으로 판단됨
 - 따라서 동 사업 기획과정에서 수행체계에 대한 충분한 검토가 수행되었다고 보기는 어려움
- 과제 구성 방식으로 제시한 '미들업(Middle-Up)' 방식이 동 사업 수행에 있어 효과적 인지 확인하기 어려움
 - 주관부처는 동 사업의 과제 구성 방식으로 미들업 방식을 채택하였으나, 동 사업 수행에 있어 효과성을 확인하기 어려움
 - 동 사업은 중장기 국가적 아젠다에 호응하고, 급변하는 기술 환경 및 현장수요 변화에 대응하기 위해 미들업 방식으로 과제를 구성하였고, 이를 통해 논문 및 특허, 기술사업화의 양적·질적 향상에 기여할 수 있다고 제시함
 - 그러나, 기획보고서 상 미들업 방식이 무엇인지 구체적으로 제시되지 않고, 해당 방식의 효과에 대한 검토 내용 또한 제시되지 않음
 - 주관부처는 추가제출자료를 통해 미들업 방식에 대해 추가적으로 설명하였으나, 기존 국가연구개발사업에서 활용하는 과제 구성 방식과 큰 차이가 없는 것으로 판단됨
 - * 미들업 방식이란 “정부는 연구 분야 및 연구목표를 제시하고, 구체적 연구 내용과 방법은 연구자 스스로 제안하여 연구하는 방식”으로 동 사업에서 따로 정의한 것이 아니고 국가연구개발사업에서 일반적으로 사용되는 방식임(추가제출자료)
 - 또한, 미들업 방식의 효과성 측면에서는 사업 목적의 틀에서 가장 효율적으로 성과를 도출할 수 있는 최선의 방식이라고 제시하였으나, 동 사업을 미들업 방식으로 추진해야 하는 이유 및 효과에 대한 검토 결과는 충분히 제시하지 않음

<표 3-66> 미들업 방식이 동 사업에 효과적이라고 판단한 근거 (주관부처)

- (답변 요약) 미들업 방식을 통해 논문 및 특허, 기술사업화의 양적, 질적 향상에 기여할 수 있다고 제시해주셨는데, 이와 같이 판단한 근거가 무엇인지 설명해주시고, 미들업 방식의 효과성을 검토한 자료가 있다면 제출해주시기 바랍니다.
- 탑다운 방식은 경직성과 시야의 제한성으로 인해 기술 및 시장 환경에 맞는 최적의 과제를 도출해 내기 어렵고, 바텀업 방식은 국가의 우선 순위가 있는 연구 활동을 유도하기 어렵습니다. 따라서, 본 사업과 같이 기술사업화를 견인하는 선도융합기술을 도출해내는 뚜렷한 목적을 가진 경우, 목적에 부합하는 최적의 과제 발굴이 성과의 최적화로 이어지게 됩니다. 본 사업에서 미들업 방식이 논문, 특허, 기술사업화 3가지 항목의 양적, 질적 향상에 기여한다는 의미는 미들업 방식이 개인 과제 등 다른 방식에 기반한 지원 사업들보다 상대적으로 우수한 성과를 낼 수 있는 방식이라는 의미라기보다는, 사업 목적의 틀에서 가장 효율적으로 성과를 도출할 수 있는 최선의 방식이라는 의미를 표현한 것입니다. (추가적으로 대표적 미들업 방식의 성공 사례인 미국의 Brain Initiative를 들어 추가 설명함)

자료: 추가제출자료.

- 기술사업화 관련 세부활동 계획이 구체적으로 제시되지 않아 기술사업화 제고 가능성을 검토하기 어려움
 - 세부활동 추진 과정에서 기술사업화를 위한 활동이 구체적으로 제시되지 않음에 따라 세부활동을 통해 기술사업화 가능성이 제고된다고 판단하기 어려움
 - 주관부처는 논리모형 상 기술사업화 전문가들이 가이드 하는 목표달성 시스템을 운영 및 K-Brain Project 자문위원회, 사업기획위원회, 성과컨설팅위원회를 통해 기술사업화 전문가의 참여를 계획하고 있음
 - 그러나 기획보고서 상 목표달성 시스템 관련 내용은 구체적으로 제시되어 있지 않고, 기술사업화 전문가의 세부활동(자격요건, 활동 내용 등) 과정 및 내용도 제시되지 않음
 - 주관부처는 추가제출자료를 통해 기술사업화 전문가들이 가이드 하는 목표달성 시스템 및 기술사업화 전문가의 활동내용을 제시하였으나, 구체적인 내용은 제시되지 않음

<표 3-67> 기술사업화 전문가 관련 자격요건 및 활동내용 (주관부처)

- (답변 요약) 논리모형을 통해 기술사업화 전문가들이 가이드하는 목표달성 시스템을 운영하는 것으로 제시해주셨는데, 목표달성 시스템에 대해 좀 더 구체적으로 설명해주시기 바랍니다.
- 매년 또는 필요시 수시로 수행 과제의 질적 연구 수준 제고, 기술사업화 가치가 증진된 기술 창출, 지식 재산권 포트폴리오 구축, 후행 연구 연계, 기술 이전 또는 창업 등을 지원하기 위한 컨설팅을 실시하도록 합니다.
 - 모든 유형의 과제에 대해 연구 개발 개시 시점부터 컨설팅이 가능한 구조로 되어 있습니다.
 - 컨설팅 후 K-Brain Project 자문위원회에 의견서가 제출됨으로써, 사업 성과가 수렴되어 쌓이고, 사업 전체를 모니터링 하는 자료로 사용되게 됩니다.
- (답변 요약) 기술사업화 전문가의 자격요건 및 구체적인 활동내용을 제시해주시기 바랍니다.
- (기술사업화 전문가의 자격)
 - 뇌과학 산업계 대표 혹은 연구소장 등
 - 뇌과학 의료계 전문 진료과 대표 임상연구자 등
 - 기술 가치 기반 투자 전문가(벤처캐피탈, 심사역, 애널리스트 등)
 - 지식 재산권 관련하여 자문 가능한 변리사
 - 기술 가치 평가사 및 기술 관련 현업에 종사하는 스타트업/벤처 창업자
 - 신약 개발 및 제약 업계 전문가
 - 사업 기획부터 사업 추진 전과정(선정, 진도관리, 컨설팅, 평가)에 의료 산업계 현장 수요를 철저히 반영하기 위한 활동(현장 수요 해결형 연구 수행)으로, 동 사업 기획 단계부터 기술사업화 전문가 집중 자문 인터뷰(대면, 비대면, 서면 회의 병행)를 통해 주요 미충족 수요 해결과 기술사업화 건인 전략을 도출함.

자료: 추가제출자료.

- 기술사업화 전문가들의 활동 내용을 기획보고서에 제시된 내용보다 구체적으로 제시하기는 하였으나, 컨설팅 계획 및 구체적인 시행계획은 확인하기 어려움
- 또한, 추가제출자료를 통해 기술사업화 활동이 기술사업화 활성화 측면에서 갖는 효과에 대해 검토한 내용을 제시하였으나, 주관부처가 제시한 내용은 동 사업에 포함된 기술사업화 활동의 효과에 대한 검토 결과라고 보기 어려움

<표 3-68> 동 사업에서 수행하는 기술사업화 활동의 효과성 검토 (주관부처)

□ (답변 요약) 동 사업에서 수행하는 기술사업화 관련 활동이 기술사업화 활성화 측면에서 갖는 효과에 대해 검토한 내용이 있다면 제출해주시기 바랍니다.

- 글로벌 선도 수준에 도달한 임상 뇌신경과학의 R&D 전력자산화 기회가 됩니다.
 - 우리나라 임상 뇌신경과학은 세계 최고 수준에 도달해 있고, 이는 뇌과학 선도국들과의 치열한 경쟁에서 차별적 역량으로 활용할 수 있는 전략적 요소로 판단됩니다. K 뇌과학의 특징점으로서 기술사업화 활성화에 큰 동력이 될 것으로 사료됩니다.
- 뇌과학 시장 르네상스 도래에 대응하여 K 뇌과학의 영역을 확보하게 됩니다.
 - 세계 굴지의 제약회사들도 한때 뇌질환 시장에서 철수를 결정할 만큼 뇌질환 치료제 개발은 세계적 난제로 인식되어왔습니다. 이는 역으로 난제를 풀어내는 국가가 얻을 수 있는 과학적, 경제적 이득이 막대함을 의미합니다. 최근, 뇌과학 시장을 선점하기 위한 골드러쉬가 전세계적으로 다시 시작되고 있음이 감지되는 시점에 국내의 우수 역량을 집적하고 누수없이 기술사업화 견인 역량화 한다면 세계 미래 시장을 선점할 수 있는 확실한 '기술사업화 활성화' 환경과 기회가 찾아올 것입니다.

자료: 추가제출자료.

제 4 장 정책적 타당성 분석

제 1 절 정책의 일관성 및 추진체제

1. 상위계획과의 부합성

- 동 사업은 「제4차 과학기술기본계획(2018.2)」을 필수계획으로 하고 있으며, 필수 계획 및 선택군 계획과의 부합성 검토 결과는 '대체로 적절' 수준으로 판단됨
- 주관부처가 제시한 상위계획을 필수계획과 선택군 계획으로 구분하여 동 사업의 부합성을 검토함
 - 필수계획 : 「제4차 과학기술기본계획」 (2018.2)
 - 선택군 계획 : 기획보고서에 제시된 「제3차 뇌연구촉진기본계획」 (2018.3), 「제3차 생명공학육성기본계획」 (2017.9), 「문재인 정부 국정운영 5개년 계획」 (2017.7), 「국가 R&D 혁신방안 실행계획」 (2018.11), 「대한민국 과학기술 미래전략 2045」 (2020.10)
- 동 사업과 상위계획 간 부합성 조사 결과 필수계획은 부합도 '높음', 선택군 계획은 부합도 '보통'으로, 상위계획과의 부합성 평점 결과는 '대체로 적절'한 것으로 판단됨

<표 4-1> 상위계획과의 부합성 조사 결과

구분	계획명	부합도 높음		
		낮음	보통	높음
필수 계획	「제4차 과학기술기본계획 (2018.2)」			V
선택군 계획	「제3차 뇌연구촉진기본계획 (2018.5)」		V	
	「제3차 생명공학육성기본계획 (2017.9)」		V	
	「문재인 정부 국정운영 5개년 계획 (2017.7)」		V	
	「국가 R&D 혁신방안 실행계획」 (2018.11)		V	
	「대한민국 과학기술 미래전략 2045」 (2020.10)		V	

<표 4-2> 상위 계획과의 부합성 평점 결과

필수계획 선택군 계획	부합도 낮음	부합도 보통	부합도 높음
부합도 높음	보통	대체로 적절	적절
부합도 보통	대체로 부적절	보통	대체로 적절
부합도 낮음	부적절	대체로 부적절	보통

- 동 사업은 ‘국민 체감형, 사회수요 해결형 뇌과학 기술 창출을 위해 기술사업화 견인이 가능한 선도융합기술개발 지원’을 목적으로 하고 있으며, 필수계획인 「제4차 과학기술기본계획」과 연관되어 부합도가 ‘높음’으로 판단됨
- 제4차 과학기술기본계획의 4대 전략 중 및 ‘(전략2) 혁신이 활발히 일어나는 과학기술 생태계 조성’ 및 ‘(전략3) 과학기술이 선도하는 신산업·일자리 창출’은 동 사업의 목적과 유사하며, 높은 부합도를 갖는 것으로 판단됨
 - 주관부처는 동 사업과 필수계획의 4대 전략 중 3개 전략* 간 내용이 부합하다고 제시함
 - * (전략1) 미래도전을 위한 과학기술 역량 확충, (전략2) 혁신이 활발히 일어나는 과학기술 생태계 조성, (전략3) 과학기술이 선도하는 신산업·일자리 창출, (전략4) 과학기술로 모두가 행복한 삶 구현
 - 전략 1의 ‘추진과제 1. 과학적 지식탐구 및 창의·도전적인 연구 진흥’은 기초연구를 수행하는 연구자의 권한과 자율성을 지속 확대하고, 연구자 주도의 창의적 연구에 대한 투자를 확대한다고 명시되어 있으나, 동 사업은 타 사업 대비 추진과제의 내용을 담고 있다고 보기 어려우므로 해당 전략과의 부합도는 낮은 것으로 판단됨
 - 전략 2의 ‘추진과제 6. 주체·분야 간 협력·융합 활성화’는 미래사회를 선도하는 융합기술 발굴, 산·학·연 연구주체 간 기술 간, 분야 간 자발적·창의적 융합연구 활성화 지원 등을 목표로 한다는 점에서 뇌기능 연구의 타 분야와의 융복합 연구 활성화와 부합함
 - 전략 2의 ‘추진과제 8. 경쟁력 있는 지식재산 창출’은 4차 산업혁명 분야 특허정보 활용 확대의 측면에서 동 사업의 배경, 목표 및 추진 전략과 부합함
 - 필수계획 중 전략 3의 ‘추진과제 11. 4차 산업혁명 대응기반 강화’는 인공지능 기반기술 확보, 초연결 네트워크 기반 구축, 데이터 활용기반 구축 등의 내용은 동 사업의 목표 중 하나인 뇌기능 활용 측면에서 관련이 있음
 - 종합하자면, 제4차 과학기술기본계획의 4대 전략 중 2개 전략에 속한 주요 중점추진 과제는 동 사업의 배경, 추진 전략, 지원 내용과 부합하는 것으로 판단됨
- 동 사업은 선택군 계획 중 「제3차 뇌연구촉진기본계획」과 사업 목표, 중점 과제, 기간의 종합적인 측면에서 부합도는 ‘보통’인 것으로 판단됨
 - 「제3차 뇌연구촉진기본계획」에서 제시하고 있는 3대 목표는 동 사업의 내용과 연관이 있음
 - 동 사업의 비전 및 목표는 뇌질환 극복 및 뇌기능 활용 분야에서 사회에 직접적 혜택을 주는 체감 기술로 도약 및 기술사업화 연계를 위한 역량 강화임

- 「제3차 뇌연구촉진기본계획」은 ① 뇌에 대한 근원적 이해 도진, ② 뇌질환 극복을 통한 국민 부담 경감 및 삶의 질 제고, ③ 뇌연구 기반 신기술 창출 세 가지 목표는 동 사업의 목표와 관련이 있는 것으로 판단함
- 동 사업의 내용은 「제3차 뇌연구촉진기본계획」의 중점과제와 일부 관련이 있음
 - 기획보고서 상 주관부처는 해당 계획의 6대 중점과제 중 5개의 중점과제*는 동 사업의 내용과 관련이 있으므로 동 사업과 상위계획 간의 부합성은 높다고 제시함
 - * (중점과제 1) 인간 뇌 이해를 위한 뇌연구 고도화, **(중점과제 2) 생애주기별 맞춤형 ‘건강뇌’ 실현**, (중점과제 3) 뇌 원리를 적용한 지능화융합 신기술 개발, (중점과제 4) 공유·융합을 촉진하는 뇌연구 생태계 조성, **(중점과제 5) 글로벌 협력체계 구축**, (중점과제 6) 태동기 기술·창업 중심의 ‘뇌산업’ 육성
 - 특히, ‘건강뇌 실현’과 ‘뇌연구 기반 신기술 개발’과 같은 주요 목표들을 구현하기 위한 우선 투자 영역으로 뇌질환 극복과 뇌기능 활용을 설정하였다고 제시함(추가제출자료)
 - 위 내용을 기반으로 살펴보면 ‘중점과제 3, 4, 6’은 동 사업의 내용과 연관이 있음
 - 다만, ‘중점과제 2’는 고령화로 인한 치매 등 퇴행성 뇌질환과 정신 질환에 초점을 맞추고 있으나, 동 사업은 타 사업과의 중복성*을 배제하고자 치매 관련 연구는 지원하지 않는다고 제시한 바, 동 사업과의 부합도는 낮은 것으로 판단됨
 - * 2020. 「치매극복연구개발사업」(복지부, 과기부)
 - 또한 ‘중점과제 5’의 경우 글로벌 협력을 통한 뇌과학 분야 리더십 확보 및 연구개발의 효율성 제고에 초점을 맞추고 있으나, 동 사업의 목표 및 추진 전략과는 관련도가 낮음
- 동 사업의 내용은 「제3차 뇌연구촉진기본계획」의 중점 추진과제와 일부 관련이 있음
 - 주관부처는 동 사업과 상위계획의 중점 추진과제 간 부합성 검토 내용으로 다음과 같이 제시함

<표 4-3> 동 사업과 제3차 뇌연구축진기본계획 중점 추진과제 간 부합성 검토 내용

중점 추진과제		추진과제 명	내용
1	2	글로벌 최초에 도전하는 핵심 원천연구 추진	· 우리 강점분야를 활용할 수 있는 핵심 원천기술 분야를 선정하여, 중장기 과제로 추진
1	3	Korea Brain Initiative 추진	· 뇌의 근원적 이해에 도전하는 Korea Brain Initiative 플래그쉽 사업 추진
2	1	치매극복 추진	· 생애 전주기 동안 발병 가능한 뇌질환의 조기 예측, 예방 및 치료기술 개발을 통한 국민의 삶의 질 향상
	2	고발병성 뇌질환 연구개발 강화	
	3	난치성·희귀성질환 진단 및 치료기술개발	
3		뇌 원리를 적용한 지능화·융합 신기술 개발	· 뇌 작동원리의 연구성과를 타분야에 적용하여 기존의 기술과 지식을 뛰어넘는 4차 산업혁명의 핵심 기반기술 제공
6		기술, 창업 중심의 뇌산업 육성	· 정부의 초기 마중물 지원을 통해 민간의 참여 유도 및 뇌 관련 시장의 성장을 지원

자료: 동 사업 기획보고서 및 제3차 뇌연구축진 기본계획(2018) 활용하여 연구진 재구성.

- 상위계획 중 2-1. 중점 추진과제(치매극복 추진)를 제외한 과제는 동 사업의 범위 및 내용과 연관성이 존재함
- 다만, 앞서 주관부처가 부합성을 검토한 중점과제(2~5)와 중점 추진과제(1-2, 1-3)의 범위는 일치하지 않는 것으로 확인됨
- 「제3차 뇌연구축진기본계획」 과 동 사업의 기술분야(6대 분과)는 일부 관련이 있음
 - 주관부처는 동 사업의 6대 융합 뇌과학 기술분야와 「제3차 뇌연구축진기본계획」의 6대 중점과제 중 4개 중점과제 간* 높은 연관성을 가진다고 제시함(추가제출자료)
 - * (중점과제 1) 인간 뇌 이해를 위한 뇌연구 고도화, (중점과제 2) 생애주기별 맞춤형 ‘건강뇌’ 실현, (중점과제 3) 뇌 원리를 적용한 지능화융합 신기술 개발, (중점과제 4) 공유·융합을 촉진하는 뇌연구 생태계 조성, (중점과제 5) 글로벌 협력체계 구축, (중점과제 6) 태동기 기술·창업 중심의 ‘뇌산업’ 육성
- 또한 주관부처는 동 사업 선도융합기술 테마(44개)와 상위계획의 중점과제 및 세부 중점과제 간 부합도 검토를 통해 연관성을 확인함(추가제출자료)

<표 4-4> 동 사업의 6대 기술분야 및 상위계획 내 (중점과제 1) 간 부합성 검토 내용

(중점과제 1) 인간 뇌 이해를 위한 뇌연구 고도화																
중점 추진과제 (1-2)	세부 내용															
글로벌 최초로 도전하는 핵심 원천연구 추진	· 우리의 강점 분야를 활용할 수 있는 핵심 원천기술분야의 예시로 다음과 같은 4가지 기술이 제시되었고, 각각은 동 사업에서 도출한 선도융합기술 테마들과 높은 연관성을 가짐															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>핵심 원천기술분야 예시</th> <th>선도융합기술 테마</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>뇌 특이적 유전자 해독/교정 기술</td> <td>테마 44(RNA 기반 뇌질환 치료기술)</td> </tr> <tr> <td>멀티스케일 뇌영상/이미징 기술</td> <td>테마 12(뇌기능/질환 시각화 기술)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">비침습/최소침습 뇌신경활동 측정 및 자극기술</td> <td>테마 10(뇌기능 조절 비침습/최소침습 뇌심부 자극 기술)</td> </tr> <tr> <td>테마 20(다중 뇌신호 통합 분석을 통한 개인 맞춤형 뇌질환 예측 진단 기술)</td> </tr> <tr> <td>테마 40(체내 삽입 극소형 중추 신경 조절 전자약 기술)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">뇌 정보 데이터 마이닝 및 분석 기술</td> <td>테마 41(체내 삽입 말초신경 부착형 뇌질환 전자약 기술)</td> </tr> <tr> <td>테마 8(뇌 D/N/A 기반 뇌질환 치료 기술)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>테마 18(뇌파/생체신호/라이프로그 기반 실생활 뇌 건강 평가/예측/치료 기술)</td> </tr> </tbody> </table>	핵심 원천기술분야 예시	선도융합기술 테마	뇌 특이적 유전자 해독/교정 기술	테마 44(RNA 기반 뇌질환 치료기술)	멀티스케일 뇌영상/이미징 기술	테마 12(뇌기능/질환 시각화 기술)	비침습/최소침습 뇌신경활동 측정 및 자극기술	테마 10(뇌기능 조절 비침습/최소침습 뇌심부 자극 기술)	테마 20(다중 뇌신호 통합 분석을 통한 개인 맞춤형 뇌질환 예측 진단 기술)	테마 40(체내 삽입 극소형 중추 신경 조절 전자약 기술)	뇌 정보 데이터 마이닝 및 분석 기술	테마 41(체내 삽입 말초신경 부착형 뇌질환 전자약 기술)	테마 8(뇌 D/N/A 기반 뇌질환 치료 기술)		테마 18(뇌파/생체신호/라이프로그 기반 실생활 뇌 건강 평가/예측/치료 기술)
	핵심 원천기술분야 예시	선도융합기술 테마														
	뇌 특이적 유전자 해독/교정 기술	테마 44(RNA 기반 뇌질환 치료기술)														
	멀티스케일 뇌영상/이미징 기술	테마 12(뇌기능/질환 시각화 기술)														
	비침습/최소침습 뇌신경활동 측정 및 자극기술	테마 10(뇌기능 조절 비침습/최소침습 뇌심부 자극 기술)														
테마 20(다중 뇌신호 통합 분석을 통한 개인 맞춤형 뇌질환 예측 진단 기술)																
테마 40(체내 삽입 극소형 중추 신경 조절 전자약 기술)																
뇌 정보 데이터 마이닝 및 분석 기술	테마 41(체내 삽입 말초신경 부착형 뇌질환 전자약 기술)															
	테마 8(뇌 D/N/A 기반 뇌질환 치료 기술)															
	테마 18(뇌파/생체신호/라이프로그 기반 실생활 뇌 건강 평가/예측/치료 기술)															
중점 추진과제 (1-3)	세부 내용															
Korea Brain Initiative 추진	· 동 사업을 기획하기 전 '20년 사업 개시를 목표로 신경계 형성 및 작동기전, 뇌신경회로망 구조, 기능 및 챌린지 기술 개발 등을 목표로 '그랜드 챌린지 기술 개발을 위한 예타 사업'인 '뇌연구 고도화 사업', 'LIFE 뇌과학 사업' 등으로 추진한 바 있으나 몇 차례 예타를 통과 하지 못하면서 무산되었고, 미비점들을 보완하여 동 사업을 기획함															

자료: 추가제출자료 활용하여 연구진 재구성.

<표 4-5> 동 사업의 6대 기술분야 및 상위계획 내 (중점과제 2) 간 부합성 검토 내용

(중점과제 2) 생애주기별 맞춤형 건강뇌 실현	
중점 추진과제(2-2)	세부 내용
고발병성 뇌질환 연구개발 강화	· 동 사업에서 제안한 선도융합기술 개발을 통해 해결할 많은 신경과적 정신과적 질환과 직결되는 영역임
중점 추진과제(2-3)	세부 내용
난치성·희귀성 질환 진단 및 치료기술개발	· 동 사업의 선도융합기술 테마 중 테마 26(소외 희귀 난치 뇌질환 예측/진단/치료 기술)과 매우 높은 정합성을 가짐

자료: 추가제출자료 활용하여 연구진 재구성.

<표 4-6> 동 사업의 6대 기술분야 및 상위계획 내 (중점과제 3) 간 부합성 검토 내용

(중점과제 3) 뇌 원리를 적용한 지능화융합 신기술 개발													
중점 추진과제 (3-3)	세부 내용												
융합을 통한 신개념 뇌질환 치료기술 개발	· ‘약물 전달 기술 개발’과 ‘인체 삽입형 또는 부착형 신경자극, 조절 기기인 전자약 개발’을 예로 들고 있는데 이는 다수의 선도융합기술 테마들(테마 10, 11, 19, 40, 41)과 밀접한 관련을 가짐												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>번호</th> <th>테마 제목</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>뇌기능 조절 비침습/최소침습 뇌심부 자극 기술</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>뇌기능 증진 웨어러블 말초신경 조절 기술</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>뇌혈관장벽 조절 기술</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>체내 삽입 극소형 중추 신경 조절 전자약 기술</td> </tr> <tr> <td>41</td> <td>체내 삽입 말초신경 부착형 뇌질환 전자약 기술</td> </tr> </tbody> </table>	번호	테마 제목	10	뇌기능 조절 비침습/최소침습 뇌심부 자극 기술	11	뇌기능 증진 웨어러블 말초신경 조절 기술	19	뇌혈관장벽 조절 기술	40	체내 삽입 극소형 중추 신경 조절 전자약 기술	41	체내 삽입 말초신경 부착형 뇌질환 전자약 기술
	번호	테마 제목											
	10	뇌기능 조절 비침습/최소침습 뇌심부 자극 기술											
	11	뇌기능 증진 웨어러블 말초신경 조절 기술											
	19	뇌혈관장벽 조절 기술											
40	체내 삽입 극소형 중추 신경 조절 전자약 기술												
41	체내 삽입 말초신경 부착형 뇌질환 전자약 기술												

자료: 추가제출자료 활용하여 연구진 재구성.

<표 4-7> 동 사업의 6대 기술분야 및 상위계획 내 (중점과제 6) 간 부합성 검토 내용

(중점과제 6) 생애주기별 맞춤형 건강뇌 실현
· 기술중심의 벤처, 창업 생태계 조성: 중점과제에서는 ‘기술이전 활성화’, ‘바이오 분야의 창업, 벤처 우수 경험이 뇌분야에 접목되도록 하는 네트워크 강화’를 제시하였는데, 이는 동 사업의 추진전략에 잘 반영되어 있으며, 본 사업의 목표 지표인 기술사업화화도 일치하며, 주요 파급 효과임.

자료: 추가제출자료 활용하여 연구진 재구성.

- 다만, 상위계획 내 중점과제 6, 중점 추진과제 1-3와의 부합성 검토 내용은 동 사업의 6대 기술분야 간 부합성 검토 내용으로 적절하지 않음
- 또한 주관부처가 상위계획 내 중점과제와 부합도가 높다고 제시한 선도융합기술 테마(14개)는 6대 기술분야 중 일부*(1~4 분과)에 해당하므로, 6대 융합 뇌과학 기술분야가 모두 상위계획과 부합하다고 보기 어려움
- * 1. 뇌질환 표적 발굴, 2. 뇌질환 모델, 3. 뇌신호 측정 및 디코딩, 4. 뇌질환 바이오마커, 5. 생물-화학적 뇌조절,, 6. 공학적 뇌조절

□ 동 사업은 선택군 계획 중 「제3차 생명공학육성기본계획」, 「문재인 정부 국정운영 5개년 계획」, 「국가 R&D 혁신방안 시행계획」, 「대한민국 과학기술 미래전략 2045」의 추진전략 및 중점과제의 일부와 연계되어 보통의 부합도로 판단됨

- 「제3차 생명공학육성기본계획」의 추진전략은 동 사업의 목표 및 내용과 일부 관련이 있음
 - 주관부처는 「바이오 중심의 융합연구 가속화」에서 글로벌 수준의 국내 의료 역량을 활용해 한국형 정밀 의료 모델을 구축하고, 치매 치료 및 인공지능 선도 기술 확보를 위한 뇌연구를 강화하는 등 글로벌 태동기 시장을 선점함으로써 동 사업과의 부합도는 높다고 제시함
 - 제시한 내용은 상위 계획 확인 결과 다부처(산업부·과기부·복지부·식약처) 사업인 범부처전주기의료기기연구개발사업 및 인공지능바이오로봇의료융합기술개발사업 관련 내용이므로 동 사업의 내용과 일부 관련이 있음
 - 동 사업과 해당 계획 간 사업 내용 및 목표는 유사함이 인정되나, 치매 관련 연구는 타 사업과의 중복성 배제 차원으로 동 사업에서 다루지 않으므로, 부합도는 보통으로 판단됨
- 「문재인 정부 국정운영 5개년 계획」의 5대 목표 중 '더불어 잘사는 경제'의 하위 추진 전략 및 국정과제 일부와 연계되어 동 사업과 보통의 부합도로 판단됨
 - 주관부처는 해당 계획의 하위 추진 전략인 '(전략4) 과학기술 발전이 선도하는 4차 산업혁명'에 해당하는 국정과제 중 '고부가가치창출 미래형 신산업 발굴 및 육성', '청년 과학자와 기초연구 지원으로 과학기술 미래역량 확충' 내용과 동 사업 간 부합도가 높다고 판단함
 - '(국정과제 34) 고부가가치 창출 미래형 신산업 발굴·육성'은 동 사업의 내용인 선도융합 기술 도출을 통한 뇌과학 분야 원천기술 확보는 넓은 의미에서 일부 연관이 있음
 - '(국정과제 36) 청년과학자와 기초연구 지원으로 과학기술 미래역량 확충'은 기초연구 지원 확대, 청년 과학기술인 육성 등에 초점이 맞춰진 반면 동 사업의 목표는 기초연구의 끝단과 기술사업화의 앞단을 연결하는 선도융합기술개발로 내용이 다소 상이함
 - 반면 부합도 관련 검토 내용으로 제시되지 않은 '(국정과제 35) 자율과 책임의 과학 기술 혁신 생태계 조성'의 경우 기대효과로 연구수행 주체 간 상생 발전하는 연구 생태계 조성이 가능하다고 제시한 바, 동 사업의 기대효과와 일부 부합하는 것으로 확인됨
- 「국가 R&D 혁신방안 실행 계획」중 '(추진전략 1) 연구자 중심, 창의·도전적 R&D 지원체계 강화'의 세부 추진과제 중 일부는 동 사업의 배경 및 내역사업의 특징과 연관되어 보통의 부합도로 판단됨
 - 주관부처는 상위계획이 (추진전략 1)을 기반으로 고위험 혁신형 도전적 연구지원 및 뇌과학 예비타당성조사 추진을 명시한다는 점에서 동 사업과의 부합도가 높음을 검토함

- 상위계획 확인 결과, (추진전략 1)의 '(추진과제 3) 고위험 혁신연구 지원 강화'는 개발 기술에 대한 미래 시장 잠재력과 파급효과가 클 것으로 예상되는 과제를 대상으로 하는 High Risk-High Return 성격의 미래선점형 내역사업과 일부 연관이 있음
- 또한 뇌과학 분야 특성 상 고위험, 고수의 패턴에 따른 정부 지원의 필요성을 동 사업의 추진 배경으로 제시한 바, 해당 계획 내 (추진과제 3)의 내용과 관련성이 존재함
- 다만 (추진전략 1) 과제 중 '(추진과제 4) R&D투자의 전략성 강화 및 적시적소 투자체계 구축'의 다양한 전략분야 중 뇌과학 분야의 기초·기본기술 투자를 확대한다고 제시한 바, 동 사업의 개발대상이나 목적은 '응용연구'의 성격에 가짐에 따라, 기술개발 단계에서는 일부 상이하여 부합도를 보통으로 판단함

<표 4-8> 예타 사업의 범위

기초연구		응용연구		개발연구
순수기초	목적지향기초	전략응용	특정응용	
	원천연구			
	예타사업범위			

자료: 동 사업 기획보고서.

- 동 사업의 내용은 「대한민국 과학기술 미래전략 2045」의 8대 과학기술 도전과제 중 '(도전과제 3) 차세대 바이오-의료기술을 통한 건강한 삶 실현'의 기술개발 방향과 일부 관련이 있음
 - 주관부처는 도전과제 3의 내용 중 '뇌기능 규명을 통한 뇌질환 극복 및 기억 회복 기술개발 방향과 동 사업 간 부합도를 갖는 것으로 판단함
 - 상위계획 및 동 사업과의 부합도 검토 결과 동 사업의 목표, 특징, 내용 측면에서 동 사업과 관련성이 존재함
- 동 사업의 사업기간('23~'33)은 「제3차 뇌연구촉진기본계획」('18~'27)의 기간과 일부 일치하지 않아, 동 사업과 향후 상위계획 간 부합성 문제가 발생할 가능성이 존재함
- 동 사업의 사업기간은 「3차 뇌연구촉진기본계획」과 기간 상 차이('28~'33)가 존재하므로, 해당 상위계획 기간 이후 부합도 차원에서 문제가 발생할 가능성이 있음
 - 동 사업은 2023년부터 2033년까지 총 11년간 수행하는 것으로 설계됨

- 그러나, 주관부처가 제시한 동 사업의 상위계획인 「뇌연구촉진기본계획」은 10년 단위로 수립되며, 5년 주기로 수정·보완되는 계획으로 「3차 뇌연구촉진기본계획」(2018년~2027년)은 1단계(2018년~2022년), 2단계(2023년~2027년)로 구분됨
- 동 사업은 2단계 계획에 진입하는 2023년에 시작되며, 「3차 뇌연구촉진기본계획」 종료 이후인 2033년에 종료되는 것으로 기획되었으나, 동 사업의 종료시점('33)은 다음 상위 계획의 2단계('33년~'37년) 착수시점으로 확인됨
- 이에 대해 주관부처는 「뇌연구촉진기본계획」에 따라 대형 사업들이 기획 및 시행되어 왔으나, [그림 4-1]과 같이 상위계획의 기간과 정확히 일치하지 않게 진행되어 왔다고 제시함(추가제출자료)



[그림 4-1] 뇌연구촉진 기본계획에 따른 뇌과학 분야 유관사업

자료: 추가제출자료.

- 또한 상위계획은 '급변하는 뇌과학 연구 동향'의 반영을 위해 「3차 뇌연구촉진기본계획」 2단계 5년('23~'27)에 대한 계획 보완 시 동 사업의 내용을 반영할 예정이며, 「4차 뇌연구촉진기본계획」('28~'37)에는 동 사업 후반부에 해당하는 내용을 반영할 것이라 제시함(추가제출자료)
- 다만, '급변하는 뇌과학 연구 동향'의 반영은 뇌과학 분야의 불확실성을 의미하며, 오히려 상위계획의 기간을 준수해야 하는 당위성 및 「3차 뇌연구촉진기본계획」이 종료된 이후의 불확실성이 높음을 뒷받침하는 내용으로 해석될 여지가 있음
- 또한 주관부처가 선정한 뇌과학분야 연구개발사업(유사사업) 중 「3차 뇌연구촉진기본계획」과 부합도가 높은 유사사업은 대체로 상위계획의 기간을 고려하여 설정된 것으로 확인됨

<표 4-9> 뇌과학분야 연구개발사업(유사사업)과 상위계획 간 사업 기간 검토

유사 사업명		부처	사업 기간	동 사업과 부합도가 높은 상위계획		
비 예 타	뇌질환극복연구사업	과기부	'20~'25(6년)	3차 뇌연구촉진기본계획	'18~'27(10년)	
	미래뇌융합기술개발사업		'19~'24(6년)			
	뇌기능규명조절연구사업		'22~'26(5년)			
예 타	치매극복연구개발사업	다부처	'20~'28(9년)	3차 뇌연구촉진기본계획	'18~'27(10년)	
				2차 보건의료기술육성 기본계획	'18~'22(5년)	
				3차 치매관리종합계획	'16~'20(4년)	
	범부처전주기의료기기 연구개발사업		'20~'25(6년)	2차 보건의료기술육성 기본계획	'18~'22(5년)	
				3차 생명공학육성기본계획	'17~'26(10년)	
	국가신약개발사업		'21~'30(10년)	3차 생명공학육성기본계획	'17~'26(10년)	
				보건산업 종합발전전략	'16~'20(4년)	
				2차 제약산업육성지원 종합계획	'18~'22(5년)	
	범부처재생의료기술 개발사업		'21~'30(10년)	2차 보건의료기술육성 기본계획	'18~'22(5년)	
				2차 제약산업육성지원 종합계획	'18~'22(5년)	
	나노·미래소자 원천기술개발사업		과기부	'20~'31(12년)	4기 나노기술종합발전계획	'16~'25(10년)
					4차 소재부품발전기본계획	'17~'25(9년)
					3기 국가나노기술지도	'18~'25(9년)
기초연구진흥종합계획		'18~'22(4년)				

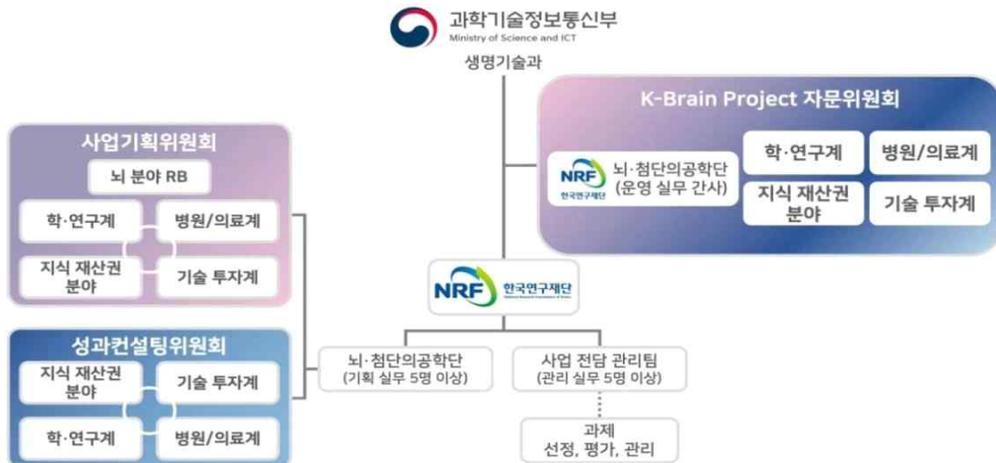
자료: 동 사업 기획보고서, p.445-447, NRF(한국연구재단), NTIS, 2018년도 치매극복연구개발사업 예비타당성조사 보고서(2019), 2018년도 범부처전주기의료기기연구개발사업 예비타당성조사 보고서(2019), 2019년도 국가신약개발사업 예비타당성조사 보고서(2020), 2019년도 범부처재생의료기술개발사업 예비타당성조사 보고서(2020), 2018년도 나노·미래소재원천기술개발사업 예비타당성조사 보고서(2019) 참고하여 연구진 작성.

- 종합적으로 불확실성이 높은 뇌과학 분야 특성 상, 동 사업과 상위계획 간 일치하지 않은 사업기간에 대해서는 부합성 차원에서 문제가 발생할 가능성이 존재함

2. 사업 추진체제 및 추진의지

가. 사업 추진체제의 적절성

- 동 사업의 추진체제 간 역할 및 기능은 기획보고서 대비 구체화 된 것으로 판단됨
- 동 사업의 효율적인 추진을 위해 설정된 추진체제 별 역할 및 기능은 기획보고서 대비 구체성이 확보된 것으로 판단됨
- 동 사업은 크게 과학기술정보통신부 총괄 하 K-Brain Project 자문위원회, 한국연구재단 총괄 하에 사업기획위원회 및 성과컨설팅위원회를 구성하여 역할을 분담함



[그림 4-2] 동 사업 추진 체계

자료: 동 사업 기획보고서.

<표 4-10> 위원회 구성과 역할

위원회	운영 주체	구성	역할
K-Brain Project 자문위원회	과학기술정보통신부 생명기술과	· 학·연·병·산 기술 전문가, 기술사업화 전문가(기술 이전 및 투자, 지식재산권 등의 전문가)로 구성 ※ 예타 기획 위원 포함 가능 ※ 한국연구재단 담당	· 사업의 중장기 계획, 연차별 시행 계획 수립 자문 · 사업 성과 목표 관리 자문, 컨설팅 의견서 분석, 성과 모니터링 결과 환류 자문 · 선도융합기술 테마에 관한 수정·보완(필요 시), 수요 조사(필요 시),

		PM은 간사로 참여	<ul style="list-style-type: none"> · 테마별 과제 기획 추진 자문 · 성과컨설팅위원회 구성·운영과 관련된 자문, 컨설팅 결과에 관한 자문 · 관련 전문가 pool 구축과 관리에 관한 사항 자문 · 과제 평가(선정, 중간, 최종 등) 계획 수립 및 평가 위원 구성 자문 · 과제 성과 관리 및 후속 지원 방안 자문, 과제 간 성과 활용 및 협력 포인트 구축 자문 · 성과 교류회, 기술 설명회, 기술 이전/투자/사업화 연계 전략 등 자문
사업기획 위원회	한국연구재단 뇌·첨단의공학단	<ul style="list-style-type: none"> · 학·연·병·산 기술 전문가, 기술사업화 전문가(기술 이전 및 투자, 지식재산권 등의 전문가)로 구성 ※ 한국연구재단 뇌 분야 RB, 예타 기획 위원 포함 가능 	<ul style="list-style-type: none"> · 연도별/선도융합기술 테마별 기술 동향, 산업 시장 동향 등의 분석과 기획 보고서 작성 (테마별 수정·보완, 신규 과제 발굴 가능) · 테마별 개발 대상 기술 도출
성과컨설팅 위원회	한국연구재단 뇌·첨단의공학단	<ul style="list-style-type: none"> · 학·연·병·산 기술 전문가, 기술사업화 전문가(기술 이전 및 투자, 지식재산권 등의 전문가)로 구성 ※ 동 사업 자문 위원, 예타 기획 위원 포함 가능 	<ul style="list-style-type: none"> · 진행 과제에 대한 연차 및 수시 컨설팅 · 컨설팅 의견서 작성 · 성과 달성 및 우수 과제에 대한 특허 포트폴리오 구축, 기술 이전 관련 컨설팅 · 사업화와 기술 투자 관련 컨설팅 · 심화 또는 후속 연구 계획 관련 컨설팅

자료: 동 사업 기획보고서.

- 그러나 기획보고서 상 제시된 동 사업 추진체계 별 역할 및 기능은 구체적으로 제시되지 않아 동 사업의 추진체계가 사업의 효율적인 추진을 담보할 수 있는지에 대해서는 판단하기 어려움
- 또한, 동 사업의 RFP 도출 과정에서 추진주체 별 참여 시점* 관련 내용은 추가제출자료를 통해 일부 제시되었으나, 추가로 내용이 보완된 RFP 도출 기준 및 절차** 및 추진주체 별 역할과 기능은 여전히 구체성이 부족한 것으로 판단됨

* (K-Brain Project 자문위원회) RFP 도출에 직접 관여하지 않음, (사업기획위원회) 선도융합 기술 테마 관련 기획보고서를 작성하고, 개발대상기술을 도출함, (성과컨설팅위원회) 사업기획위원회 아래 별도로 구성하는 RFP 도출위원회에서 사업기획위원회에서 작성한 기획보고서를 바탕으로 과제제안요구서(RFP)를 도출함(추가제출자료)

** 과제제안요구서(RFP) 도출 기준 및 절차는 국가연구개발사업 관련 규정, 한국연구재단의 기획 운영 매뉴얼을 따르게 됨(추가제출자료)

- 다만, 추가제출자료*를 추가 내용을 제시함으로써 추진주체 별 역할은 일부 구체화 되었다고 판단됨

* ① 동 사업의 효율적 운영과 관리를 위해 「뇌과학 선도융합기술개발사업 운영관리 규정」을 수립하여 연구과제의 선정 및 관리에 관한 행정적 절차를 마련, ② 각 위원회 별 구성과 역할 비교를 통해 추진주체 별 역할의 명확화, ③ '성과컨설팅위원회 세부 운영 계획'을 제시

<표 4-11> 3개 위원회 간 구성과 역할 비교 내용

	자문위원회	사업기획위원회	성과컨설팅위원회
구성	<ul style="list-style-type: none"> - 당연직 1인: 과기정통부 생명기술과장 - 민간위원 19인: 학계, 연구계, 의료계, 산업계, 지식재산권, 기술사업화 분야에서 풍부한 경험과 전문적 식견을 가진 자 (*뇌연구원장, KIST뇌과학 연구소장, IBS 단장, 국가 과학자 등) - 간사: 연구재단 뇌첨단의공학 단장 - (임기) 3년(재임, 연임 허용) 	<ul style="list-style-type: none"> - 민간위원 10인 내외(뇌질환 극복과 뇌기능 활용 분야에 대한 경험과 전문적 식견을 가진 학계, 연구계, 의료계, 산업계, 지식재산권, 기술사업화 분야의 중견급 인사) - 간사: 연구재단 뇌첨단의공학 단장 * 전문성 확보를 위해 테마별로 구성할 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> - 민간위원 10인 내외 (뇌질환 극복과 뇌기능 활용 분야에 대한 경험과 전문적 식견을 가진 학계, 연구계, 의료계, 산업계의 기술전문가와 지식재산권, 기술사업화 분야의 전문가를 반드시 포함) - 간사: 연구재단 뇌첨단의공학 단장 * 연구개발과제의 특성에 따라 복수로 구성
임무	<ul style="list-style-type: none"> - 사업전반의 목표설정, 방향, 운영방안 자문수행 1. 사업의 중장기 계획, 연도별 사업시행계획 등 사업의 추진계획에 관한 사항 2. 연구개발과제의 선정·단계·최종평가, 심화·유형전환 평가 및 사후조치에 관한 사항 3. 성과컨설팅 계획·결과 및 사후조치에 관한 사항 4. 기타 주관부서 또는 자문위원회 위원이 요청하는 사항 	<ul style="list-style-type: none"> - 테마별 기획보고서 작성 1. 테마별 국내외 연구, 기술 및 산업동향 2. 테마별 개발 대상기술 도출, 기술별 기술성숙도와 시장 동향에 따른 내역사업 유형 및 우선 지원 순위 3. 기타 주관부서 또는 자문위원회가 요청하는 사항 	<ul style="list-style-type: none"> - 과제별 성과컨설팅 실시 1. 사업 연구개발과제의 성과 달성 및 특허 포트폴리오 구축 가이드 2. 기술사업화 가치 증진 기술 개발 자문, 기술이전 및 기술사업화 전략 가이드 3. 후행연구 연계 방안 가이드 4. 기술이전, 기술사업화 전략 5. 기타 주관부서 또는 자문위원회가 요청하는 사항

자료: 추가제출자료.

- 또한 RFP 도출 기준 및 절차와 관련하여 우선순위 선정, 세부 기획 과정 등의 추가 설명을 통해 구체성은 확보된 것으로 판단됨(추가제출자료)

<표 4-12> 성과컨설팅위원회 세부 운영 계획

계획	내용
위원구성	연구재단은 수행 중인 과제 분야의 중견 연구자, 임상 전문가, 특허관리 전문가, 기술 이전 및 투자 전문가를 필수로 포함하여 패널당 10여명으로 성과컨설팅위원회를 구성하고 위원회 활동 개시 전 동 사업의 사업기획 의도, 목표, 사업 내용, 유형별 과제의 특성 및 목표 등의 명확한 인지를 위한 오리엔테이션을 개최할 계획입니다.
위원의 임기	위원회 위원은 선정 당시 컨설팅을 실시한 과제에 대한 높은 이해도를 바탕으로 동 과제가 졸업할 때까지 지속적으로 모니터링 하고 컨설팅 할 수 있도록 지속 상설위원회위원의 개념을 원칙으로 운영합니다. 다만, 과제 분야, 컨설팅 수요 내용 등에 따라 필요시 1회성의 위원을 추가로 섭외하여 함께 컨설팅을 실시할 수 있도록 합니다.
복수의 성과컨설팅위원회 가동	사업연차가 진행됨에 따라 성과컨설팅을 받는 과제수 및 과제의 연구분야가 급격히 증가하고 각 유형별/연구단계별 특성, 전담 과제의 적정 수를 고려할 필요성이 있으므로, 과제 수의 증가 및 위원회의 실제 운영 상황에 따라 위원들의 의견 및 자문위원회의 검토 의견을 반영하여 위원회를 구성하여 운영할 계획입니다.(예를 들어 각 테마가 기획된 6개 분과 수준과 유사하게 연구과제를 중분야로 구분하여 각각의 위원회를 구성하는 방법을 고려해 볼 수 있습니다.)
성과컨설팅의 시기 및 주기	성과컨설팅은 수행 중인 모든 과제에 대해 매년 당해연도 연구기간 종료 전에 연차 평가를 대체하는 정기(연차)컨설팅을 의무적으로 실시하며, 이와 별도로 연구기간 중 컨설팅을 원하는 사항이 있는 과제에 대해서는 수시 컨설팅을 실시할 수 있습니다.
성과컨설팅의 흐름	<ol style="list-style-type: none"> ① 연구재단은 수시 및 연차 컨설팅 계획을 연구자에게 공지하여 컨설팅 수요 내용을 제출을 요청하게 됩니다. ② 연구자(각 연구과제)는 컨설팅 실시 전 지재권 확보 전략, 핵심특허 대응전략, 기술이전 전략 등의 컨설팅 수요 내용을 연구재단에 제출하도록 합니다. ③ 연구재단은 컨설팅 대상 과제의 연구계획서, 컨설팅 수요 내용 등을 컨설팅 개시 전에 성과컨설팅위원회(각 위원들)에게 전달하여 충분한 사전검토 시간을 부여할 예정입니다. ④ 성과컨설팅위원회는 각 과제별 연구계획, 연구결과 및 컨설팅 수요에 기반한 컨설팅을 실시하고, 그 결과를 컨설팅 의견서로 작성하여 연구재단에 제출하게 됩니다. ⑤ 연구재단은 컨설팅 의견서를 K-Brain Project 자문위원회에 보고하고 자문을 청취하게 됩니다. ⑥ 연구재단은 컨설팅 의견서 및 K-Brain Project 자문위원회에서 받은 자문 내용을 반영하여 차년도 컨설팅 계획수립에 반영합니다.
성과컨설팅의 결과 환류	연차별 수시 컨설팅 내용은 연구자에게 즉각적으로 공유되어 차년도 연구계획 수립에 반영토록 합니다. 또한, 과제수행 기간 동안 축적된 각 과제별 연차 및 수시 컨설팅 결과를 1유형의 심화 진입, 2유형의 트랙전환 심사 시에 평가 위원회에 제공하여 컨설팅 결과 환류에 적용합니다.

자료: 추가제출자료.

- 종합적으로, 추가제출자료를 통해 동 사업의 추진주체(‘자문위원회’, ‘사업기획위원회’, ‘성과컨설팅위원회’) 별 기능 및 역할, 행정적 절차, 효율적인 운영·관리를 위한 규정(안) 수립 등 세부적인 내용이 추가로 보완됨에 따라 초기 기획보고서 대비 구체성은 확보된 것으로 판단됨

- 동 사업의 추진 체계를 통해 발생 가능한 '이해관계 충돌' 문제 관련 대응방안은 적절한 것으로 판단되나, 'RFP 도출 과정의 공정성 및 다양성 확보 부족' 문제는 발생 가능성이 존재함
- 동 사업 추진 시 뇌과학 분야 특성 상 발생 가능한 '이해관계 충돌' 관련 대응방안은 적절하다고 판단됨
 - 동 사업 추진 시, 뇌과학 분야의 특성 상 뇌과학 생태계 내 전문가 풀의 부족으로 위원회 활동의 중첩에 따른 '이해 관계 충돌'의 가능성이 존재함
 - 이에 주관부처는 국가 규정, 연구재단의 업무 추진 매뉴얼 등에 비춰볼 때 '이해관계 충돌'의 발생 가능성은 낮으며, 사업기간(11년) 동안 동 사업의 취지 및 목표를 일관성 있게 유지하기 위해서는 일부 위원 구성의 중복도 어느 정도 필요하다고 제시함(추가제출자료)
 - 또한 '이해관계 충돌'의 방지책으로 과제선정평가위원회 구성 시, 신청연구자 및 참여 연구원과의 상피제를 고려한 평가위원 구성을 제시함(추가제출자료)
- * 사업 운영에 대한 이해도 제고 및 사업목표 달성을 위한 지속적·안정적 추진을 위해 일부 예타 기획 위원은 자문위원회 및 사업기획위원회에 참여가 가능함

<표 4-13> 동 사업의 이해관계 충돌 관련 방지책

위원회	내용
K-brain Project 자문위원회	과제의 기획, RFP 작성 등에 대해 단편적인 사항에 대한 의견제시를 하는 성격의 위원회가 아니며 개별적인 의견제시도 위원회 과반수의 공감대 형성이 없는 경우에는 고려될 수 없다고 판단됩니다. 자문위원은 사업기획위원회 및 RFP도출위원회에 참여하지 못하도록 할 예정입니다.
사업기획위원회	각 테마에 대한 연구전문가로 구성. 테마에 대한 국내외 연구 및 산업 동향, 시장성 등을 완벽히 고려한 지원대상기술을 도출한 후 K-Brain Project 자문위원회의 검토를 거치게 됨. 별도로 구성되어 운영되는 RFP 도출위원회(아래)에서도 지원대상기술에 대해 당시 시점에서의 각 동향 및 현황을 토대로 미들업(Middle-up) 방식으로 RFP를 작성하게 되며, RFP 초안을 연구재단 홈페이지 등에 사전공지 하여 내용의 적절성, 연구자 신청의 공정성 등을 검토 받도록 되어 있어 특정의 연구집단만 과제신청이 가능한 구조가 아닙니다.
RFP 도출위원회	연구재단 뇌척단의공학단의 전문위원(RB) 및 해당분야 전문가 등으로 구성되며, RFP 도출 위원으로 참여한 전문가는 연구과제 신청 및 연구과제 참여(과제책임자 및 공동연구원)가 원칙적으로 제한되어 있음. 또한 명단을 연구재단 홈페이지에 공지하고 있습니다.
성과컨설팅위원회	과제 선정 이후에 활동하는 것으로써 과제 참여 연구진은 위원회에 참여가 배제되어 이해충돌 사항은 발생하지 않을 것으로 판단됩니다.

자료: 추가제출자료 활용하여 연구진 재구성.

- 주관부처가 제시한 '이해관계 충돌' 관련 방지책은 적절하다고 판단됨

- 동 사업 추진체계 상 RFP 도출 과정에서 공정성 및 다양성을 확보하지 못할 가능성이 존재함
 - 주관부처가 설계한 추진체계 상 테마 및 RFP 도출에 관여하는 다수 위원회들이 모두 한국연구재단에 따라 운영됨에 따라, 공정한 과정을 거쳐 다양한 RFP를 도출하지 못할 가능성이 존재함
 - 또한, 과제에의 다양성을 확보하고자 하는 측면에서 다수가 아닌 단일 기관 (한국연구재단)의 네트워크를 통해 과제가 선정될 가능성이 있으므로, 과제 선정 시 다양성은 담보되기 어려움
 - 이에 주관부처는 RFP 도출 과정에서 한국연구재단의 기획 운영 절차와 기준을 동일하게 따르게 되며, 정해진 선도융합기술 테마를 바탕으로 사업기획위원회에서 기획보고서를 작성하고 과제 참여가 불가한 위원들로 별도 구성된 RFP 도출 위원회를 통해 RFP를 만들게 되므로 공정성과 다양성을 담보할 수 있다고 제시함(추가제출자료)
 - 그러나, 상기 내용은 RFP 도출 과정의 공정성 및 다양성을 담보하기 위한 적절한 방안으로 보기 어려우며, 여전히 ① RFP 도출에 관여하는 모든 위원회 활동은 한국연구재단 내에서 이루어진다는 점, ② 한국연구재단의 네트워크만을 통해 과제가 선정된다는 점에서 RFP 도출 시 공정성 및 다양성은 확보되지 못할 가능성이 존재함

나. 사업의 차별성

- 주관부처가 제시한 뇌과학 분야 비예비타당성조사 국책연구 사업과 동 사업 간 중복성 혹은 차별성 검토 결과, 사업의 차별성은 일부 확보되었으나, 중복 가능성에 대한 우려를 모두 불식시켰다고 보기에는 한계가 있음
- 주관부처가 차별성을 선행 검토한 비예타 국책연구 사업인 ‘미래뇌융합기술개발사업(19~24년)’, ‘뇌질환극복연구사업(20~25년)’, ‘뇌기능규명·조절연구사업(22~26년)’을 대상으로 동 사업과의 차별성을 검토함
 - 동 사업과 식별된 유관사업의 목표, 지원분야(개발단계), 추진체계, 지원대상(연구수행주체) 등을 중심으로 차별성 검토를 수행함
 - * 중복성 또는 차별성 검토에 있어 사업목표, 추진체계, 지원대상, 지원분야를 기준으로 하며, 이 중 사업목표, 지원대상, 지원분야는 중복성 분석에서 필수적임(국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침, 2020.01)
- ‘미래뇌융합기술개발사업’의 차별성 검토 결과 일부 중복 가능성이 존재함
 - ‘미래뇌융합기술개발사업’은 총 6년(19~24) 동안 수행되며, 사업 내용은 다음과 같음

<표 4-14> 미래뇌융합기술개발사업 개요

사업명	미래뇌융합기술개발
사업목표	• 뇌연구를 통해 인공지능의 작동 원리를 이해하고 차세대 인공지능을 개발하기 위한 인공지능(AI)-자연지능(NI) 융합연구 추진
주요내용	• 4차 산업혁명 핵심기술(인공지능, 빅데이터 등)과 뇌과학의 융합을 중심으로 ‘기술-인력-제도-정책’과 연계하여 종합 지원하는 R&D 사업 • 인간지능과 인공지능(AI)의 초융합을 위한 AI 원천기술 개발 • 인공지능 등 새로운 기술개발로 야기될 수 있는 사회적·윤리적 문제 해결을 위한 뇌신경윤리 대응기반 마련
사업유형	기초연구
주관부처	과학기술정보통신부
지원기간	’19년 ~ ’24년
지원규모	’20년 정부투자규모 : 4,722백만 원 ’21년 정부투자규모 : 9,667백만 원

- 주관부처는 ‘미래뇌융합기술개발사업’은 4차 산업혁명 핵심기술 중 인공지능, 빅데이터와 뇌과학 간의 융합기술개발이 목적이며, 동 사업은 뇌질환 극복에 활용 가능한 선도융합기술개발에 중점을 두고 있어 동 사업과 차별성이 있다고 제시함(추가제출자료)

- 또한 동 사업의 뇌기능 활용 차원에서는 중복 가능성이 존재하나, 동 사업에서는 '현 시점에서 현장 수요와 시급성이 더 분명한 뇌질환 극복 관련 연구'를 뇌기능 활용의 개념으로 제시함에 따라 차별성이 존재한다고 판단함(추가제출자료)

<표 4-15> 동 사업에서 정의한 '뇌기능 활용'

뇌기능 활용은 크게 '뇌질환 극복' 용도와 'IT, CT 응용' 용도로 정의됨. 본 사업에서 정의하는 뇌기능 활용은 현 시점에서 현장수요와 시급성이 더 분명한 뇌질환 극복 관련 연구를 우선 의미함. 본 사업을 통해 개발되는 선도융합기술은 일차적으로 뇌질환 극복 용도를 목표로 하지만, 연구 대상이 뇌라는 특성 때문에 해당 기술이 질환 극복을 넘어선 활용 분야에서 확장성을 가질 가능성 및 잠재력이 높음. 따라서, 본 사업에서는 뇌질환 극복을 위한 뇌기능 활용 분야를 중점적으로 다루지만 연구자가 뇌질환 극복을 위해 제안하는 기술이 추가적으로 IT, CT 응용 용도를 가질 수 있음(총괄위원회, 발전위원회)

자료: 동 사업 기획보고서.

- 다만, 동 사업에서 제시한 '뇌기능 활용'의 개념만으로 '미래뇌융합기술개발사업'과 동 사업 간 차별성을 확보하였다고 판단하기에는 한계가 존재함
- '뇌질환극복연구사업'의 경우 동 사업의 내용(연구범위), 추진전략에 있어 동 사업과 일부 중복 가능성이 존재함
- '뇌질환극복연구사업'은 총 6년('20~'25) 동안 수행되며, 사업 내용은 다음과 같음

<표 4-16> 뇌질환극복연구사업 개요

사업명	뇌질환극복연구사업
사업목표	<ul style="list-style-type: none"> • 3대 핵심 뇌질환(뇌발달 장애, 정서장애, 뇌신경계 손상)에 의해 발생하는 임상적 현안에 대한 과학적 해결책 제시
주요내용	<ul style="list-style-type: none"> • (뇌발달장애) 지적장애, 행동장애(ADHD 등), 자폐증, 뇌성마비 등 6세 이전 아동 단계에서 발생하는 뇌발달장애에 대한 정밀진단 및 치료기술개발 • (정서장애) 우울증, 양극성 장애, 조현병 등 성인 단계에서 발생하는 정서장애에 대한 진단, 예측 및 치료기술개발 • (뇌신경계 손상) 뇌졸중, 외상성 뇌손상, 파킨슨병, 헌팅턴병 등 외부요인 및 노화에 의해 발생하는 뇌신경계 손상을 극복하기 위한 증상 치료, 재생 치료기술 개발
사업유형	기초연구
주관부처	과학기술정보통신부
지원기간	'20년 ~ '25년
지원규모	'20년 정부투자규모 : 3,000백만 원 '21년 정부투자규모 : 7,750백만 원

- '뇌질환극복연구사업' 주요 뇌질환의 임상적 현안에 대한 과학적 해결책 제시를 목표로 하고 있음
 - 주관부처는 동 사업은 특정 뇌질환을 특정하지 않고, 뇌질환 극복과 뇌기능 활용 전반에 적용 가능한 뇌과학 선도융합기술개발을 목표로 함에 반에, '뇌질환극복연구사업'은 3대 핵심 뇌질환에 특화된 연구를 진행하여 차별성이 존재한다고 제시함(추가제출자료)
 - 다만, 동 사업의 연구 범위에서 '뇌질환극복연구사업'에서 다루는 3대 핵심 뇌질환에 특정된 연구를 포괄하고 있을 가능성이 존재하므로, 동 사업과 중복의 우려가 존재함
 - 또한 '뇌질환극복연구사업'은 동 사업과 동일하게 미들업(Middle-Up) 방식을 택하고 있으며, 연구자의 창의성 발휘를 위해 세부 기술분야에 특정하지 않고 자율적 기획을 통해 타당성을 평가 받는다는 점에서 동 사업과 유사성이 존재함
- '뇌기능규명·조절연구사업'은 근본적인 뇌과학 지식 축적을 목표로 하는 사업으로, 연구 분야에 있어 일부 중복성이 존재하나, 사업 목표 및 연구 성격에서 차별성이 존재함
- '뇌기능규명·조절연구사업'은 총 6년('20~'25) 동안 수행되며, 사업 내용은 다음과 같음

<표 4-17> 뇌기능규명·조절연구사업 개요

사업명	뇌기능규명·조절연구사업
사업목표	• 뇌기능 기전 및 조절 기전의 규명을 통한 근본적인 뇌과학 지식 축적 및 조절 기술개발 고도화
주요내용	<ul style="list-style-type: none"> • (뇌세포기능원리 및 조절기전) 뇌세포의 다양성을 밝히고 뇌영역별 세포군의 기능과 세포군 간의 상호작용을 이해하여, 세포 선택적 기능조절을 위한 원천기술개발과 세포 선택적 치료기술의 근거 제공 • (뇌회로기능원리 및 조절기전) 생존에 필요한 다양한 생리적, 행동적 반응을 일으키고 조절하는 신경회로 수준 메커니즘을 중심으로, 신경회로의 구조와 기능을 규명 • (고위뇌기능원리 및 조절기전) 고위 인지기능의 뇌기전을 분자 수준에서 시스템 차원 까지 규명하여 기능 조절 기술, 계산 신경과학적 모델, 신경 신호 측정 기술을 개발
사업유형	기초연구(목적기초연구 중심)
주관부처	과학기술정보통신부
지원기간	'22년 ~ '26년
지원규모	'22년 정부투자규모 : 7,200백만 원

- '뇌기능규명·조절연구사업'은 뇌과학 분야의 지식 축적 및 조절 기술개발 고도화라는 목표를 가지고 있는 반면, 동 사업은 뇌질환 영역에서 기술사업화 연계 역량 강화를 목표로 하고 있어, 일부 차별성이 인정됨
- 동 사업의 연구 성격은 기초·원천·응용연구임에 반해, '뇌기능규명·조절연구사업'은 목적기초형 성격을 가지고 있어 차별성이 존재함
- 다만, 아래와 같이 '22년 기준 '뇌기능규명·조절연구사업'에서 착수되는 연구 분야 중, 동 사업에서 지원하고자 하는 연구의 내용(향후 테마 내 RFP)과 중복될 가능성이 존재함

<표 4-18> ('22) 뇌기능규명·조절연구사업 수행과제 및 동 사업 테마(44) 간 유사도(키워드 수준) 검토

연구 주제번호	연구주제명	테마 번호	테마명
E8-22-1-1	뇌세포 발생 및 뇌발달 기전 규명		
E8-22-1-2	이온통로 또는 수용체 기반 뇌기능 조절기술 개발	11	뇌기능 조절 비침습/최소침습 뇌심부 자극 기술
		12	뇌기능 증진 웨어러블 말초신경 조절 기술
		13	뇌기능/질환 시각화 기술
E8-22-1-3	뇌세포 대사 조절 기전 규명	22	대사 질환 극복 뇌조절 기술
E8-22-1-4	뇌세포의 다양성 규명		
E8-22-1-5	교세포-신경세포 상호작용 및 조절 기전 규명		
E8-22-1-6	뇌부속세포 기능 규명 및 조절 기술 개발		
E8-22-1-7	시냅스의 구조 및 기능 제어 기반 신경회로 조절기전 규명	29	시냅스 병증 제어 기술
E8-22-1-8	화학 감각 신경회로 및 조절 기전 규명		
E8-22-1-9	체감각 신경 회로 및 조절 기전 규명		
E8-22-1-10	운동 신경회로 및 조절 기전 규명		
E8-22-1-11	에너지 대사 신경회로 및 조절 기전 규명		
E8-22-1-12	학습과 기억의 뇌과학적 기전 규명 및 조절 기법 개발	42	학습/기억/복합인지기능 핵심 뇌신호 디코딩 기술
E8-22-1-13	감정의 뇌과학적 기전 규명 및 조절 기법 개발		
E8-22-1-14	인지증강을 위한 뇌과학적 기전 규명 및 인지증강 기술 개발	30	신경 가소성 기반 인지기능 향상 기술
		37	정서/사회성/인지 장애 생물학적 지표 기반 예측/진단/치료 기술
		42	학습/기억/복합인지기능 핵심 뇌신호 디코딩 기술
E8-22-1-15	성별 특이적 뇌기능 규명 및 조절 기술 개발		
E8-22-1-16	일주기리듬/수면의 뇌과학적 기전 규명 및 고위 뇌기능 조절 기술 개발		

자료: NRF 자료 참고하여 연구진 작성.

- 주관부처가 차별성 검토를 기 수행한 유관분야 국책연구사업(예비타당성조사 통과)을 대상으로 연구 범위, 연구 단계 수준의 검토를 통해 차별성을 검토하였으나, 해당 내용만으로는 차별성 검토가 충분히 수행되었다고 보기 어려워 차별성 확보 유무의 판단에 한계가 존재함
 - 주관부처가 차별성을 선행 검토한 뇌과학 분야 5개 예비타당성조사 국책연구 사업을 대상으로 동 사업과의 차별성은 확보되었는지 확인이 필요하나, 현재는 파악하는데 한계가 존재함
 - 주관부처는 ‘치매극복연구개발사업(‘20~’28년)’, ‘범부처전주기료기기연구개발사업(‘20~’25년)’, ‘국가신약개발사업(‘21~’30년)’, ‘범부처재생의료기술개발사업(‘21~’30년)’, ‘나노·미래소재 원천기술개발사업 (‘20~’31년)’을 대상으로 차별성을 검토함
 - 또한 동 사업 관련 뇌과학 분야 국책연구 예타 사업을 대상으로 연구 범위 및 단계를 검토하여 차별성을 확보하였다고 제시함
 - 다만, 연구 범위 및 연구 단계만으로 차별성을 확보하였다고 판단하기에는 충분하지 않으며, 차별성 확보 여부를 파악하기 어려움
 - 종합적으로, 차별성 검토를 선행 검토한 유관분야 국책연구사업을 대상으로 사업 목표, 추진체계 및 전략, 지원대상 등 다각도의 내용 확인을 통해 추가적인 차별성 검토가 수행되어야 할 필요성이 존재함
- 동 사업의 선도융합기술 44개 테마 와 타 뇌연구 사업 및 과제 간 차별성 검토는 충분히 수행되지 않아, 차별성이 확보되었는지 확인하는데 한계가 존재함
 - 동 사업의 테마 44개는 ‘뇌질환극복연구사업’ 및 ‘미래뇌융합기술개발사업’의 과제와 키워드 수준의 비교를 통해 차별성 검토가 수행됨에 따라, 해당 검토 내용만으로 동 사업과의 차별성은 확보되었는지 확인하기 어려움
 - 주관부처는 동 사업의 과제제안요구서가 도출될 주제 영역으로 선도융합기술테마 44개를 설정하였다고 제시함
 - 기술분야 혹은 세부 기술분야에 대해 과제 단위에서의 중복성은 검토되었는지, 타 사업과의 차별성은 확보되었는지 검토가 수행되어야만 함
 - 이에 대해 주관부처는 선도융합기술테마 44개는 카테고리 성격의 제목이기 때문에 NTIS를 통한 과제 단위의 중복성 검토는 수행하지 않았음을 제시하였고, 향후 RFP 도출과정에서 중복성 검토를 수행할 것임을 제시함(추가제출자료)

- 그러나 선도융합기술 테마 별로 개발하고자 하는 기술이나 아이টে을 선정하였다는 점을 고려하면 테마 선정결과의 검증 차원에서 중복성 검토를 수행할 필요가 있는 것으로 판단됨
- 다만, 주관부처가 선행 검토한 '뇌질환극복연구사업', '미래뇌융합기술개발사업' 과제와 선도융합기술 44개 테마 간 차별성 검토는 키워드 수준으로 비교됨에 따라, 충분한 비교·분석을 통해 차별성이 확보되었는지 확인하기 어려움

<표 4-19> 선도융합기술 테마와 뇌과학 분야 내 과제 간 중복성 검토 내용 (주관부처)

□ (답변) 동 사업의 선도융합기술 테마(44건)와 뇌과학 분야 내 수행 완료 또는 수행 중인 과제 간 중복성을 검토한 내용이 있다면 제시해주시길 바랍니다.

○ 과기부 주관 사업 중 현재 수행 중인 사업은 '뇌질환극복연구사업'과 '미래뇌융합기술개발사업'이 있습니다. 해당 사업에서 진행 중인 과제들과 동 사업의 선도융합기술테마 44개와의 중복성을 검토하였을 때 7개 테마가 현재 수행 중인 과제와 키워드 수준에서 중복성이 발견되었으나, 현재 진행 중인 사업들은 자살, 우울증, 조현병, 외상성 뇌손상 등 매우 좁은 범위의 특정 뇌질환을 표적으로 하는 과제들로 동 사업의 테마와는 범위가 상이하여 중복성이 있다고 보기 어렵습니다. 또한, 현재 진행 중인 두 개의 사업은 '24~25년 종료 예정인 단기 사업으로, 현재 과제를 수행 중인 연구팀들은 현 사업 종료 후 동 사업으로 유입될 수 있는 가능성이 높아 동 사업의 성공적 수행에 도움이 될 것으로 생각됩니다. 자세한 검토 내용을 붙임자료(II-7)로 제출합니다.

자료: 추가제출자료.

<표 4-20> 과기부 주관 타 뇌연구 사업과 동 사업 테마 간 유사성 분석(주관부처)

사업명	과제명	과제기간	테마 번호	비고
뇌질환극복 연구사업	신경염증 기반 우울증 치료제 개발	2020.7~ 2024.12	34	34번 테마의 '신경염증' 키워드와 겹치나 이 과제는 '우울증 치료제 개발'에 특화되어 있으므로 동 사업 테마와 차별됨
	비신경세포 중심의 외상성 뇌손상 제어 및 치료기술 개발	2020.7~ 2024.12	25	25번 테마의 '비신경세포' 키워드와 겹치나 이 과제는 외상성 뇌손상에 특화되어 있으므로 동 사업 테마와 차별됨
	신개념 면역제어 기반 뇌신경 손상 극복 기술개발 (뇌신경 극복 면역제어 연구단)	2020.7~ 2024.12	31	31번 테마의 '면역' 키워드와 겹치나 다루는 범위가 다르므로 동 사업 테마와 차별됨
	다중오믹스, 뇌영상, 디지털표현형을 포괄하는 확장표현형 빅데이터 분석을 통한 인공지능 기반의 불안 진단 및 치료 예측모델 개발	2021.7~ 2025.12	8, 21	8번 테마의 'AI', 21번 테마의 '다중오믹스'와 키워드가 겹치나 이 과제는 '불안'에 특화되어 있으므로 동 사업 테마와 차별됨
	척수 손상 후 신경회로망 재건을 위한 융복합 치료기술 개발	2021.7~ 2025.12	27	27번 테마의 '손상 운동능 복원'과 일부 키워드가 겹치나 이 과제는 '신경회로망'에 특화되어 있으므로 동 사업 테마와 차별됨
	뇌회로 발달 이해와 교세포 조절을 통한 조현병 치료기전 연구	2020.7~ 2024.12	25	25번 테마의 '비신경세포' 키워드와 '교세포'가 겹치나 이 과제는 조현병에 특화되어 있으므로 동 사업 테마와 차별됨
미래뇌융합 기술개발 사업	복합형 웨어러블 시스템 기반 장시간 뇌기능 Event 및 Rhythm 모니터링 AI 기술 및 서비스 개발	2021.04~ 2023.12	18	동 사업의 테마는 AI에 주안점을 두지 않고 뇌파/생체신호/라이프로그 기반 실생활 뇌 건강 평가/예측/치료 기술 개발을 목적으로 함

자료: 추가제출자료 내용 일부 발췌.

다. 유관사업과의 연계·협력 방안

- 주관부처가 제시한 ‘동 사업과 기초연구 성과의 활용성 강화 차원의 사업’ 간 연계 방안은 구체적으로 제시될 필요가 있음
 - 주관부처는 동 사업과 ‘개인기초연구사업’ 및 ‘뇌기능규명·조절연구사업’ 간의 연계 방안을 제시함으로써 기초연구 성과의 활용성을 강화하고자 했으나 구체성은 부족함
 - 기획보고서 상 동 사업은 “뇌과학 기초연구의 끝단과 기술사업화의 앞단을 연결하는 가교 역할을 하는 사업”이며 학·연·병·산 융합형 단위의 사업으로 제시하였으나, 동 사업의 지원대상은 누구인지, 어떤 방식으로 참여하는지에 대해서는 구체적으로 제시되지 않음
 - 주관부처는 ‘개인기초연구사업’에서 도출되는 우수성과가 동 사업의 선도융합기술 테마와 관련되면 ‘시장선도형 프로그램’과 연계하여 차년도 과제 상세기획 시 반영한다고 제시함
 - 또한 동 사업을 통해 기술사업화 가치 증진이 인정되는 기초연구 결과를 확보한 경우, 동 사업의 ‘시장선도형 프로그램’ 지원 시 관련 평가 항목을 반영하여 연계를 유도한다고 설명함
 - 다만, 협력 및 연계 방안 모색에 있어 지원 대상, 참여 및 평가 방식, 기술개발 단계, 기대효과 등의 내용은 구체적으로 검토 및 제시되지 않아, 협력·연계 방안의 효율성 검토 측면에서 확인이 어려움
- 주관부처는 ‘동 사업 및 원천기술개발 성과를 내기 위한 사업’과 관련하여 각 사업 간 연계 방안을 제시하였으나, 구체성은 미흡함
 - 주관부처는 동 사업과 ‘뇌질환극복연구사업’ 및 ‘미래뇌융합기술개발사업’ 간 시장 선도형 프로그램 이어달리기를 추진하겠다고 제시하였으나, 구체적인 내용은 추가적으로 뒷받침 될 필요가 있음
 - 기획보고서 상 ‘뇌질환극복연구사업’ 수행 시 동 사업에서 기술사업화 가치 증진의 필요성이 인정되는 질환 관련 진단 및 치료기술을 확보한 경우, ‘시장선도형 프로그램’ 지원 시 관련 평가 항목을 반영하여 연계를 유도하겠다고 제시함
 - 또한 주관부처는 ‘미래뇌융합기술개발사업’ 수행 시 동 사업에서 기술사업화 가치 증진의 필요성이 인정되는 뇌과학 기반 인공지능 관련 기술을 확보한 경우, 동 사업의 시장 선도형 프로그램 지원 시 관련 평가 항목을 반영하여 연계를 유도하겠다고 제시함
 - 주관부처가 제시한 ‘동 사업과 원천기술개발 성과 도출을 위한 사업’ 간의 연계 방안은 앞서 제시한 ‘동 사업과 기초연구 성과의 활용성 강화 사업’과의 연계 방안과 차별성이 존재하지 않으며, 동 사업 지원 분야와 일부 유사하다는 점 외 추가적인 연계 내용은

확인되지 않아 적절한 연계 방안인지 확인하기 어려움

- 또한 연계 방안을 제시함에 있어, 평가 항목 반영 방식, 지원 대상, 지원 규모 등의 내용은 검토되지 않아 구체적으로 제시될 필요가 있음

□ 주관부처는 동 사업을 통해 도출된 기술사업화 성과를 타 사업 간 연계하겠다고 제시하였으나, 제시된 연계 방안은 구체성이 부족함

○ 주관부처는 동 사업 기반의 기술사업화 성과는 '범부처전주기의료기기연구개발사업', '국가신약개발사업' 등의 사업과 연계가 가능하다고 제시하였으나, 구체적인 방안에 대해서는 제시되지 않았음

- 주관부처는 동 사업의 시장선도형 프로그램을 통해 도출된 기술사업화 성과 중 뇌관련 의료기기 성과는 '범부처전주기의료기기연구개발사업'의 임상지원이나 인허가 지원 프로그램과 연계가 가능하다고 제시함

- 또한 시장선도형 프로그램을 통해 도출된 기술사업화 성과 중 뇌질환 관련 신약 성과의 경우 '국가신약개발사업' 내 임상지원 및 사업화 지원 프로그램으로 연계가 가능하다고 제시함

- 다만, 뇌과학 분야 내 범위의 유사도 수준으로만 연계 가능성을 판단하였을 뿐, 실질적인 연계의 가능성 및 효율성에 대해서는 확인하기 어려움

○ 산업부, 복지부, 식약처 등 유관부처와의 협력을 통해 뇌과학 분야 사업화 성과를 고도화하기 위한 부처 간 성과 이어달리기를 추진하겠다고 제시하였으나, 구체적인 내용은 제시되지 않음

- 기획보고서 상 뇌연구개발 투자전략을 기반으로 범부처뇌연구협의체*를 구성하여 뇌관련 원천기술의 기술사업화, 기술이전 활성화 등 민·관 협업 체계 구축 및 뇌과학 분야 사업화 성과 고도화를 위한 부처 간 성과 이어달리기를 추진하겠다고 제시함

* 과학기술정보통신부, 보건복지부, 산업통상자원부, 식품의약품안전처

- 기술사업화 성과 고도화를 위해 유관부처와 협력을 통한 연계 계획에 대해서만 제시하였을 뿐, 실질적인 연계 방안에 대해서는 구체적으로 제시되지 않음

- 동 사업에서 도출된 기술사업화 성과를 타 사업으로 연계 추진하였을 경우, 주관부처 및 유관부처 간의 협력이 기술사업화 성과 고도화에 미치는 영향 및 효과는 무엇인지 검토한 내용은 확인되지 않음

- 종합적으로 기술사업화 성과 고도화를 위한 동 사업의 성과물과 유관부처 사업과의 연계 및 협력은 뇌과학 분야 상위계획의 목적을 달성하는데 기여 가능하므로, 유관부처 사업과의 연계 및 협력을 위한 전략이 구체적으로 제시되어야만 정책적 타당성이 확보될 수 있음

제 2 절 사업 추진상의 위험요인

1. 자원조달의 가능성

- 동 사업의 기획보고서 상 자원조달계획을 검토한 결과, 자원조달의 불확실성이 존재함
 - 동 사업은 2023~2033년(총 11년)까지 총 사업비 8,172억 원(국비 99.4%, 민자 0.6%)으로 국비 자원조달의 불확실성이 일부 존재함
 - 현재 동 사업의 수행주체인 과기부는 뇌과학 분야 사업을 既 추진하고 있기 때문에 동 사업 추진 시 신규 자원조달 측면에서 위험요인이 존재할 우려가 있음
 - 주관부처는 과기부의 뇌과학 분야 既 추진사업의 종료시점을 제시하였고, 동 사업의 본격적인 투자가 2025년부터임을 고려하면 뇌기능규명·조절기술개발사업의 2026년 연구비 예상 규모인 30억 원은 동 사업 추진 시 신규 자원조달 측면에서 위험요인이 되지 않을 것이라고 설명함(추가제출자료)

<표 4-21> 동 사업 연도별 정부출연금 투자 규모

(단위: 년, 억 원)

연도	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	'31	'32	'33	합계
사업비	80	355	645	933	1,225	1,385	1,211	911	611	354	60	7,770
기평비	4	16	29	42	55	62	55	41	28	16	3	349
총계	84	371	674	976	1,280	1,448	1,265	952	638	370	63	8,119

자료: 동 사업 기획보고서 및 추가제출자료 참고하여 연구진 재구성.

<표 4-22> 과기정통부 뇌과학 분야 既추진 사업 예산

(단위: 년, 백만 원)

사업명	'23	'24년	'25년	'26년
뇌과학원천기술개발사업	5,032	-	-	-
미래뇌융합기술개발사업	11,289	990	-	-
뇌질환극복연구사업	9,665	9,665	3,000	-
뇌기능규명·조절기술개발사업	13,650	17,250	8,400	3,000
합 계	39,636	27,905	11,400	3,000

자료: 추가제출자료 참고하여 연구진 재구성.

- 또한, 주관부처는 과기부의 최근 5년간('15~'19) 연간 평균 R&D예산 중 뇌과학 분야에 대한 투자규모('20)는 전체 투자 대비 3.8%(1,822억 원)을 차지 중이며, 과기부 뇌과학 분야 예산의 연평균증가율 6.0%를 적용하여 동 사업기간 동안 총 과기부 뇌연구 투자액을 추정함
- 그러나 연평균증가율을 이용한 전망치 예측 방법은 미래 뇌연구 투자액에 대한 과대 추정의 문제점이 발생할 가능성이 있음

<표 4-23> 정부 뇌 연구 투자액(추정액)

(단위: 년, 억 원)

연도	20	21	22	23	24	25	26	
금액	1,822	1,931	2,047	2,170	2,300	2,438	2,585	
연도	27	28	29	30	31	32	33	총 투자액
금액	2,740	2,904	3,078	3,263	3,459	3,666	3,886	38,289

자료: 동 사업 기획보고서 참고하여 연구진 재구성.

- 또한 주관부처는 동 사업기간('23~'33) 동안 과기부 뇌연구 총 투자액(추정액)*과 동 사업이 차지하는 비중 및 선행사업간 비중 비교를 통해 자원조달 가능성을 검토하였으며, 과기부 뇌연구 투자액 대비 뇌과학원천기술개발사업('19) 예산이 차지하는 비중은 28.6%, 동 사업이 차지하는 비중은 25% 수준으로 예산 조달은 가능할 것으로 판단함
- * 주관부처는 동 사업기간 동안 과기부 뇌연구 총 투자액은 3조 2,489억 원의 규모로 추정함
- 다만, 과기부의 뇌과학 분야 총 투자액 추정 과정에서 연평균증가율(6.0%)의 활용 기간(33년)을 보장할 수 없으며, 연평균증가율의 변동 가능성이 존재함에 따라, 주관부처가 제시한 근거만으로는 동 사업의 예산 조달 과정에서 불확실성이 해소되었다고 보기 어려움
- 총사업비 기준 0.6% 수준으로 산정되어 있는 민간 자원조달 가능성을 충분히 검토하였다고 보기 어려움
- 주관부처는 총사업비 대비 0.6% 수준의 민간 재원이 투입될 것으로 계획하였으나, 민간 자원조달 가능성에 대한 검토결과는 제시하지 않음에 따라, 이에 대한 확인이 필요함
- 이에 주관부처는 추가제출자료를 통해 국내 뇌산업 현황 분석결과를 바탕으로 보수적인 수준의 민간부담금을 설정하였다고 제시하였으나, 동 사업 참여 주체인 개별기업 단위에서의 자원조달 가능성에 대한 검토 결과는 제시하지 않아 추가적인 확인이 필요함

- 또한, 추가제출자료를 통해 개별 기업 단위의 R&D투자 규모에 대한 검토는 수행하지 않았으며, 국가연구개발사업 조사·분석 보고서 및 국내바이오산업실태조사 결과를 바탕으로 민간 재원조달 가능성을 검토하였다고 제시함

<표 4-24> 기업규모별 국가연구개발사업 매칭 금액(현금+현물)

(단위: 억 원)

연도	대기업	중견기업	중소기업	총 합	국가연구개발사업 총 집행액	국가연구개발사업 집행액 대비 기업R&D 투자 비중
2016	4,178	2,398	16,331	22,907	190,044	12.1%
2017	3,070	3,090	16,829	22,989	139,927	16.4%
2018	2,508	2,715	15,530	20,753	197,759	10.5%
2019	2,093	2,801	17,238	22,132	206,254	10.7%
2020	2,244	2,150	13,421	17,815	238,803	7.5%

자료: 추가제출자료 참고하여 연구진 재구성.

<표 4-25> 2020년 바이오산업 관련 기업 수 및 연구개발비

구분	기업 수(개)	바이오 연구개발비(억원)	
주력 업종별	바이오 의약	326	1,477
	바이오 화학 에너지	-	-
	바이오 식품	170	103
	바이오 환경	-	-
	바이오 의료 기기	96	141
	바이오 장비 및 기기	62	20
	바이오 자원	15	12
	바이오 서비스	103	127
소계	772	1,880	

자료: 추가제출자료 참고하여 연구진 재구성.

- 그러나, 기획보고서 및 추가제출자료의 내용만으로 동 사업에 참여할 것으로 예상되는 기업 차원에서 민간부담금의 재원 마련 불확실성이 해소될 것으로 보기는 어려움

2. 법·제도적 위험요인

- 주관부처가 제시한 동 사업 관련 법·제도적 위험요인 관련 대응방안과 관련하여 위험 분석 결과는 적절하다고 판단되나, 「국가연구개발혁신법」과 관련해서는 주관부처를 통해 향후 추가적인 분석이 필요할 것으로 판단됨
- 주관부처가 검토한 동 사업 관련 법령은 「국가연구개발혁신법」, 「시체 해부 및 보존에 관한 법률」, 「생명윤리 및 안전에 관한 법률」, 「개인정보보호법」 임
- 국가연구개발사업 절차의 누락 가능성 관련 대응 방안은 적절하다고 판단되며, 운영 체제 관련 위험요인 외 위험 가능성에 대해서도 추가적으로 제시될 필요가 있음
 - 국가연구개발사업은 「국가연구개발혁신법」을 통해 정의되므로 관련 법령의 준수가 필요함
 - 주관부처는 본 사업의 경우 별도의 사업단이 설치되지 않으며, 연구비 전담 기관인 한국연구재단을 통해 사업기획/평가/관리의 운영 실무를 담당하기 때문에 위험성은 낮다고 제시함
 - 다만, 주관부처가 제시한 내용만으로는 위험요인이 낮다고 판단하기에 한계가 존재하므로, 위험 가능성을 추가적으로 검토하여 구체적으로 적시할 필요가 있음
- 생명윤리, 의료정보 등의 뇌과학 관련 분야 연구 과정에서 발생할 수 있는 법·제도적 위험요인의 검토 결과는 적절하다고 판단됨
 - 주관부처는 동 사업의 연구주체에 있어 생명윤리, 의료정보 등과 관련된 법·제도적 위험요인이 존재함을 식별함
 - 「생명윤리 안전에 관한 법률」은 동 사업의 과제가 생명윤리와 관련된 연구를 포함하는 경우, 과제 개시 전 생명윤리심의위원회(IRB)의 심의를 통과하도록 규정함으로써 위험 요인의 최소화가 가능하다고 제시함(추가제출자료)
 - 「시체 해부 및 보존에 관한 법률」의 경우 규제 대상 연구 수행 시, 참여 연구자에게 ‘연구목적의 인체 유래물 사용’에 대한 사전 교육이수를 의무화하고, 관련 연구는 생명윤리심의위원회(IRB) 및 공공기관생명윤리위원회의 심의를 거쳐 수행함으로써 위험성의 최소화가 가능하다고 검토함
 - 「개인정보보호법」의 경우 동 사업에서 의료정보와 관련된 연구를 포함하는 경우 익명 또는 가명 데이터로 분석하도록 하며, 실명 데이터를 사용해야 하는 경우 IRB 심의를 통과하도록 규정함으로써 위험성을 줄이겠다고 제시함(추가제출자료)

- 다만, 향후 원활한 사업 수행을 위해, 주관부처가 제시하지 않은 동 사업 관련 법령에 대해서는 주관부처를 통해 추가적으로 사항들이 존재함
 - 동 사업은 선도융합기술개발을 목표로 함에 따라, 뇌과학 분야 연구 외에도 다양한 과학기술을 융합 및 수반할 가능성이 존재하므로, 동 사업 추진 시 유관 법령의 위험 가능성에 대해서도 추가적으로 검토되어야 함
 - 기획보고서 상 동 사업 추진 시 발생할 수 있는 전반적인 법·제도적 위험요인에 대한 검토 결과는 구체적으로 제시하지 않음
 - 다만, 동 사업 추진에 있어서 사업기획, 운영 및 관리 등은 기존 국가연구개발사업과 관련된 법 제도를 준수하여 추진될 것이므로 법제도 충돌 가능성은 없다고 제시함(추가제출자료)
 - 또한 뇌산업 진흥 및 건강한 삶의 질 향상을 위한 뇌연구 촉진법 일부개정안(21.4. 발의)이 최종 개정(21.12.) 되었으며, 동 사업 추진과 관련된 법제도에 대해서 선제적으로 정비가 가능하다고 제시함(추가제출자료)
 - 주관부처가 검토한 동 사업 추진 관련 유관 법령 외 「의료기기산업 육성 및 혁신의료기기 지원법」, 「첨단재생의료 및 첨단바이오의약품 안전 및 지원에 관한 법」, 「공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률」, 「디엔에이신원확인정보의 이용 및 보호에 관한 법률」 등 유관 법령에 대해서도 추가적인 검토가 필요할 것으로 판단됨

제 5 장 경제적 타당성 분석

제 1 절 비용 추정

1. 총사업비 개요

□ 동 사업은 총사업비 8,172억 원으로, 국비 8,119억 원(기획평가관리비 349억 원 포함), 민간 53억 원이며, 연도별 예산배분계획은 2023년~2033년(총 11년)으로 제시됨

□ 내역사업별 과제 구성

○ 시장선도형(1유형)

- 지원규모 : 2,481억 원(국비 2,428억 원, 민간부담금 53억 원)
- 지원과제 수 : 총 60개 과제(심화 과제 포함 / '23년~'28년 선정)
- 과제당 지원기간 및 국비 지원규모 : 기본(3년) 연 10억 원 / 심화(2년) 연 15억 원

<표 5-1> 시장선도형 내역사업 연도별 선정과제 수 및 지원규모

(단위 : 개, 억 원)

구 분	사업연도											합계	
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033		
신규 과제 수	기본	4	8	12	12	12	12	-	-	-	-	-	60
	심화	-	-	-	2	4	6	6	6	6	-	-	30
지원규모	기본: 연 10억 원/3년 심화: 연 15억 원/2년												

자료 : 동 사업 기획보고서 참고하여 연구진 작성.

○ 미래선점형(2유형)

- 지원규모 : 5,342억 원(국비 5,342억 원)
- 지원과제 수 : 총 170개 과제(트랙 전환 34개 과제 포함 / '23년~'28년 선정)
- 과제당 지원기간 및 국비 지원규모 : 기본(5년) 연 6억 원 / 트랙 전환(3년) 연 10억 원

<표 5-2> 미래선점형 내역사업 연도별 선정과제 수 및 지원규모

(단위 : 개, 억 원)

구 분	사업연도											합계	
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033		
신규과제 수	기본	20	30	30	30	30	30	-	-	-	-	-	170
	트랙 전환	-	-	-	4	6	6	6	6	6	-	-	34
지원규모	기본: 연 6억 원/5년 트랙 전환: 연 10억 원/3년												

자료 : 동 사업 기획보고서 참고하여 연구진 작성.

□ 연도별/유형별 예산투입 계획

- 주관부처는 기획보고서를 통해 총사업비 중 연구개발비로 투입되는 국비에 해당하는 7,770억 원에 대한 연차별/유형별 예산투입 계획을 제시함
- 연구개발비(국비)를 제외한 민간부담금, 기획평가관리비에 대해서는 연차별 예산투입 계획을 제시하지 않음

구분	연도	연도											합계	
		2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033		
시장선도형 (신형)	기본 (3년)	신규 과제수	4	8	12	12	12	12						60
		계속 과제수		4	12	20	24	24	24	12				
		과제수 합	4	12	24	32	36	36	24	12				
	정부지원연구개발비 [억원]	20	100	210	290	330	330	240	120				1,640	
	합계													30
상회 (2년)	신규 과제수				2	4	6	6	6	6				
	계속 과제수					2	4	6	6	6	6	6		
	과제수 합				2	6	10	12	12	12	12	6		
정부지원연구개발비 [억원]				22.5	75	127.5	157.5	157.5	157.5	90		787.5		
미래선점형 (2년)	기본 (5년)	신규 과제수	20	30	30	30	30	30					170	
		계속 과제수		20	50	76	100	108	108	78	48	24		
		과제수 합	20	50	80	106	130	138	108	78	48	24		
	정부지원연구개발비 [억원]	60	255	435	591	735	783	648	468	288	144	4,407		
	합계												34	
트랙 전환 (3년)	신규 과제수				4	6	6	6	6	6				
	계속 과제수					4	10	12	12	12	12	6		
	과제수 합				4	10	16	18	18	18	12	6		
정부지원연구개발비 [억원]				30	85	145	165	165	165	120	60	935		
합계	80	355	645	933.5	1,225	1,385.5	1,210.5	810.5	610.5	354	60	7,788.5		

[그림 5-1] 연도별/유형별 정부지원연구개발비 투자 계획(안)

※ 이 산출표를 제외하고 기획 보고서 내 '시장선도형-심화'의 총 금액은 소수점 첫째 자리에서 반올림하여 788억 원으로 기술하고 연구개발비 총액은 7,770억 원으로 기술

※ 신규 과제 1차년도 연구 기간 6개월(2023) 또는 9개월(그 외 연도) 반영

자료: 동 사업 기획보고서.

□ 민간부담금(기관부담연구개발비)

- 민간부담금은 53억 원으로 산정하였으며, '시장선도형(1유형)-심화'에만 투입되는 것으로 제시함
 - '시장선도형(1유형)-심화' 총괄 과제 1개당 중소기업* 1개가 공동 연구 기관으로 20%의 참여율로 참여하는 것을 가정하고 민간부담금을 산정하였다고 제시함
 - * 국가연구개발혁신법 시행령 19조 1항
 - 또한, 정부지원연구개발비의 지원 기준 및 기관부담연구개발비의 부담기준*에 따라 참여 중소기업이 최소 필수 기관부담연구개발비(현금+현물)를 부담하는 것으로 가정하였다고 제시함
 - * 국가연구개발혁신법 시행령 [별표 1]

<표 5-3> 정부지원연구개발비의 지원 기준

(단위 : 개, 억 원)

구분	지원기준
가. 제19조제1항에 해당하는 연구개발기관	연구개발비의 100분의 75 이하
나. 제19조제1항제2호에 해당하는 연구개발기관	연구개발비의 100분의 70 이하
다. 제19조제1항제3호 또는 제4호에 해당하는 연구개발기관	연구개발비의 100분의 50 이하

자료 : 동 사업 기획보고서.

□ 기획평가관리비

- 기획평가관리비는 정부지원연구개발비의 4.5%인 349억 원으로 산정함
 - 정부지원연구개발비 7,769.5억 원 × 4.5% = 349.6억 원*
 - * 기획보고서 상 산출근거를 제외한 부분에는 0.6억 원을 절삭하고 349억 원으로 기술

2. 기획보고서의 비용 검토

□ 비용추정의 적절성 검토

- 총사업비(정부지원연구개발비, 기획평가관리비, 기관부담연구개발비) 산정 근거의 적절성은 부족함
 - 주관부처는 과제 유형별 연구비, 과제 수, 연구 기간 등을 포함한 과제 비용 산정 과정을 제시함
 - 총사업비 측면에서는 정부지원연구개발비 규모, 총 사업기간을 기반으로 총사업비 규모 산출하였음을 별도 제시함
 - 주관부처가 제시한 총사업비 설계 근거는 과제단위의 접근법과 사업단위의 접근법이 혼재되어 있어 총사업비 산정 근거 및 과정을 명확히 확인하기 어려움
 - 기획보고서 상 연차별 투입계획은 국비(연구개발비)에 대해서만 제시하였으나, 추가제출 자료를 통해 기획평가관리비 및 민간부담금을 포함한 연차별 투입계획을 새로 제시함

<표 5-4> 뇌과학 선도융합기술개발사업 연차별 투입계획

(단위: 억 원)

사업년도 (2023년~2033년, 11년)		2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	합계
국비	연구개발비	80	355	645	933.5	1,225	1,385.5	1,210.5	910.5	610.5	354	60	7,769.5
	기평비 (연구개발비의 4.5%)	3.6	16	29	42	55.1	62.3	54.5	41	27.5	15.9	2.7	349.6
	합계	83.6	371	674	975.5	1,280.1	1,447.8	1,265	951.5	638	369.9	62.7	8,119.1
민간	기업부담금 (심화과제별 연 1억원)				1.5	5	8.5	10.5	10.5	10.5	6		52.5
총액		83.6	371	674	977	1,285.1	1,456.3	1,275.5	962	648.5	375.9	62.7	8,171.6

자료: 추가제출자료.

[과제단위 접근법]

- 과제 유형별 연구비, 과제 수, 연구 기간 설정 근거는 충분히 제시되지 못함
 - 주관부처는 선행사업 및 유사사업을 참고하여 동 사업의 각 과제 유형별 지원규모, 과제당 지원 기간 및 과제 수를 산정하였다고 제시하였으나, 구체적인 산정근거는 충분히 제시하지 못함

[사업단위 접근법]

- 정부지원연구개발비 설계 근거의 적절성이 부족함
 - 기획보고서에 따르면 정부지원연구개발비는 선행사업 기반, 기술사업화 가치 증진 및 검증비용, 소비자 물가 상승 지수 등을 반영하여 산정한 것으로 제시함

(정부지원연구개발비)

- 선행사업인 뇌과학원천기술개발사업의 사업비가 크게 증액된(연 500억 원대) 이후 특허 및 기술 사업화 성과가 급증하였다는 점을 고려하여, 2019년 투자액을 기준으로 정부지원연구개발비를 산정하였다고 제시하였으나, 2019년 투자액을 반영한 이유는 구체적으로 설명하지 않음



[그림 5-2] '07~'20년 뇌과학원천기술개발사업 연도별 정부 투자액

자료: 동 사업 기획보고서.

- 주관부처는 2019년 투자액인 516억 원 규모의 예산이면 선행사업의 동력을 충분히 유지할 수 있을 것이라고 판단하여 2019년 투자액을 이용하여 정부지원연구개발비를 산정하였다고 제시함(추가제출자료)
- 그러나, 주관부처가 제시한 특허 및 기술사업화 성과의 경우 특정 한 해의 지원을 통한 '성과물'이라기보다는 과제 지원기간 동안 누적된 결과물이라고 볼 수 있음
- 따라서 주관부처가 제시한 단년도를 기준으로 한 정부지원연구개발비 산정 논리의 적절성은 부족한 것으로 판단됨

(기술사업화 가치 증진 및 검증비용)

- '기술사업화 가교'라는 목적을 달성하기 위해 기술사업화 가치 증진 및 검증에 드는 추가적인 비용을 고려하여 선행사업보다 증액하였다고 제시하였으나, 구체적인

활동내용이나 예산소요 내역은 제시하지 않음

- 주관부처는 추가제출자료를 통해 재현성 검증 CRO 비용, 특허 전략 구성 비용, 비임상 시험, 독성 시험 등 시장 진입을 위한 활동에 소요되는 비용을 고려하여 선행사업 대비 30% 증액하였다고 제시하였으나, 각 활동에 소요되는 비용 산정 근거는 구체적으로 제시하지 않음
 - 추가적으로 주관부처는 추가제출자료를 통해 CRO 견적은 비밀 준수 조건 하에 진행되기 때문에 실제 CRO 비용을 확인하기 어렵다고 제시하였고, 뇌과학 분야 전문가 의견을 바탕으로 각 활동에 소요되는 비용을 제시함
 - 그러나, 전문가 의견에서 제시된 검증비용에 포함된 활동 및 소요 비용이 상이하여 동 사업에서 제시한 기술사업화 가치 증진 및 검증에 드는 추가적인 비용이 적절한 수준으로 산정된 것인지 확인하기는 어려움
- 기획평가관리비 산정근거의 적절성을 확인하기 어려움
- 기획보고서 상 기획평가관리비는 정부지원연구개발비의 4.5%를 적용하여 산출한 것으로 제시하였으나 구체적인 소요 내역 및 산정근거는 제시하지 않음
 - 추가제출자료를 통해 기획/평가/관리 관련 부서 인건비 및 운영비, 위원회 운영비용, 기획/평가/관리에 필요한 제반 비용 등으로 고려하였을 때 정부지원연구개발비의 4.5% 수준의 기평비가 적절하다고 설명함
 - 추가적으로 ‘K-Brain Project 자문위원회’, ‘성과컨설팅위원회’, ‘사업기획위원회’ 운영에 소요되는 예상 비용 산출 근거를 제시하였으나, 과제 기획/평가/관리 등에 소요되는 비용에 대한 구체적인 산정근거는 제시하지 않음

<표 5-5> 3개 위원회 운영 비용 추산

구분	K-Brain Project 자문위원회	사업기획위원회	성과컨설팅위원회
위원수	20명	10명	10명
개최횟수	4회/년 x 11년 =44회	5회/과제별 x 230개 과제 =1,150회	5회/과제별 x 230개 과제 =1,150회
회의별 소요비용	8,750,000원 (전문가 수당) 300,000원 x 20인 = 6,000,000원 (다과 및 식사비) 30,000원 x 25인 = 750,000원 (회의장 사용료) 2,000,000원	4,450,000원 (전문가 수당) 300,000원 x 10인 = 3,000,000원 (다과 및 식사비) 30,000원 x 15인 = 450,000원 (회의장 사용료) 1,000,000원	4,450,000원 (전문가 수당) 300,000원 x 10인 = 3,000,000원 (다과 및 식사비) 30,000원 x 15인 = 450,000원 (회의장 사용료) 1,000,000원
총액	385,000,000원	5,117,500,000원	5,117,500,000원

자료: 추가제출자료.

- 주관부처는 추가제출자료를 통해 위원회별 예상 소요 비용, 기획/평가/관리 관련 부서 인건비, 연구활동비, 간접비 등으로 구분하여 기획평가관리비 소요 내역을 제시하였으나, 각 항목별 산정 근거의 적절성은 미흡한 것으로 판단됨
- 예컨대, 인건비 산정 과정에서 기획 담당/평가 담당/성과 담당 연구원을 각각 3명씩 총 9명을 신규 채용 하는 것으로 제시하였으나, 채용인원 및 기준 인건비에 대한 구체적인 근거는 제시하지 않음

<표 5-6> 기획평가관리비 내 소요 인건비 산출내역

구 분	인원(명)	산출내역*	금액
기획 담당 연구원(신규 채용)	3	75,000천원×11년	2,475,000천원
평가 담당 연구원(신규 채용)	3	75,000천원×11년	2,475,000천원
성과 담당 연구원(신규 채용)	3	75,000천원×11년	2,475,000천원
합 계	9		7,425,000천원

* 연봉 인상을 고려하여 산정
자료: 추가제출자료.

- 또한, 추가제출자료를 통해 제시한 위원회 별 소요비용과 재 제출한 소요비용이 상이하여 기획과정에서 기획평가관리비에 대한 검토가 미흡했던 것으로 판단됨

<표 5-7> 동 사업 관련 위원회별 예상 소요 비용

(단위: 천 원)

구분	K-BrainProject 자문위원회	사업기획위원회	성과컨설팅 위원회	RFP 상세기획위원회	과제평가위원회 (선정, 중간, 최종)
위원수	20명	10명	10명	8명	12명
개최 횟수	총 44회 • 4회/년 x 11년=44회	총 1,150회 5회(주제제안서 선정 및 기획보고서 작성)/과제 x 230 과제	아래 참조	총 1,150회 • 5회/과제 x 230개 과제 =1,150회	2회/과제별 x 230개 과제 =460회
회의 별 소요 비용	10,900천원 • 전문가 수당 400 x 20인 = 8,000 • (다과/식사) 30 x 30인 = 900 • (회의장대여) 2,000	5,450천원 • 전문가 수당 400 x 10인 = 4,000 • (다과/식사) 30 x 15인 = 450 • (회의장대여) 1,000	아래 참조	4,560천원 • 전문가 수당 400 x 8인 = 3,200 • (다과/식사) 30 x 12인 = 360 • (회의장대여) 1,000	7,280천원 • 전문가 수당 400 x 12인 = 4,800 • (다과/식사) 30 x 16인 = 480 • (회의장대여) 2,000
소계	479,600	6,267,500	1,048,950	5,244,000	3,348,800
합계	16,388,850				

- ※ 전문가 수당은 자문수당, 교통비 등이 포함된 비용임
 - ※ 사업기획위원회 : 매년 44개 테마를 대상으로 과제를 공모하여 테마를 선정하고 이를 바탕으로 기획보고서를 작성할 계획에 따라 230개 과제(전체 선정과제 수)를 기준으로 계상
 - ※ 성과컨설팅위원회 : 매년 진행되는 과제 수, 위원회 당 적정 컨설팅 과제 수, 연간 컨설팅 횟수 등을 고려함 (1개 위원회에서 10개 내외의 과제를 컨설팅하며 정기컨설팅과 수시컨설팅을 포함 연간 1.5회로 계상). 위원회 운영 소요 비용은 아래 표와 같음
 - ※ 과제평가위원회 : 서면평가, 발표패널 평가 등을 상황에 따라 운영하며 과제당 평균 2회로 계상
- 자료: 추가제출자료.

<표 5-8> 성과컨설팅위원회 운영 소요 비용

(단위: 천 원)

구분	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	계
과제수	24	62	104	144	182	200	162	120	78	42	6	1,124
패널수	2	6	10	14	18	20	16	12	8	4	1	111
위원수 (10명/패널)	20	60	100	140	180	200	160	120	80	40	10	1,110
컨설팅인원 (위원수x1.5회)	30	90	150	210	270	300	240	180	120	60	15	1,665
전문가수당 (500천원/회)	15,000	45,000	75,000	105,000	135,000	150,000	120,000	90,000	60,000	30,000	7,500	832,500
다과/식사 (30천원/인)	900	2,700	4,500	6,300	8,100	9,000	7,200	5,400	3,600	1,800	450	49,950
회의장대여비 (패널수x1.5회 x1,000천원)	3,000	9,000	15,000	21,000	27,000	30,000	24,000	18,000	12,000	6,000	1,500	166,500
계	전문가수당(832,500)+다과/식사(49,950)+회의장대여비(166,500) = 1,048,950천원											

자료: 추가제출자료.

- 민간부담금 산출 근거의 적절성이 부족함
 - 기획보고서 상 '시장선도형-심화과제' 총괄 과제 1개당 중소기업 1개가 공동연구 기관으로 20% 참여하는 것을 기준으로 민간부담금을 산정하였다고 제시함
 - 민간부담금을 산출하는 과정에서 '시장선도형-기본과제', '미래선점형' 과제에서는 민간부담금이 투입되지 않는 것으로 제시됨
 - 또한, 중소기업의 세부과제 참여율을 20%로 설정한 근거는 제시하지 않음
 - 주관부처는 추가제출자료를 통해 기술사업화 가능성이 높은 '시장선도형' 과제를 우선적으로 염두에 두어 '시장선도형-심화과제'를 기준으로 민간부담금을 산정하였다고 제시하였으며, 향후 '미래선점형-트랙전환' 과제에서도 기업의 참여를 검토할 수 있음을 제시함

- 또한, 모든 유형의 과제에서 민간 기업의 참여가 제한되는 것이 아니며, 과제 제안요구서 공고 시 과제 특성에 따라 민간 기업의 참여 필수와 같은 특기 사항을 명시한다고 제시하여 향후 기업의 참여가 확대될 것으로 예상됨
 - 주관부처가 제시한 바와 같이 민간기업의 참여가 확대될수록 민간부담금 증가에 따라 총사업비 변동가능성이 존재하나 이에 대한 검토는 미흡한 것으로 판단됨
 - 추가적으로, 중소기업의 참여율을 20%를 설정한 이유에 대해서는 시장선도형 과제의 경우 주관, 공동 연구책임자급 4~6명으로 구성된 융합연구 컨소시엄이 결성될 것이라는 예측에 기반하였다고 설명하였으나, 중소기업의 참여율을 설정한 적절한 근거라고 보기 어려움
- 연구 인력 투입 계획 및 소요 인건비 산출 근거의 적절성이 부족함
- 총 인력 투입 규모는 과제 유형별 연구비 규모와 과제 내 학·연·병·산 참여 연구원들의 내부 인건비, 외부 인건비, 학생 인건비를 고려하여 설정하였다고 제시함
 - 인력 투입 규모 산출과정에서 월 급여 단가, 참여율 및 참여 기간을 바탕으로 연 소요인건비를 계산하였다고 제시하였으나, 각 항목에 대한 구체적인 설정 근거는 구체적으로 제시되지 않음

<표 5-9> 소요 인력 산출 근거

투입 인력 구분		월 급여 단가 [만원]	참여 개월수	참여율	소요 인건비 [만원]
연구 책임자급	대학 및 병원의 조교수, 부교수, 교수	미지급	12	30%	0
	정출연 및 기업의 선임급	700	12	30%	2,520
	정출연 및 기업의 책임급	900	12	30%	3,240
박사급	Post-doc., 연구 교수 등	550	12	71%	4,686
석사급	박사 과정, 석박사 통합 과정 (3년차 이상) 학생 연구자 및 석사 학위 소지 연구자	350	12	71%	2,982
학사급	석사 과정, 석박사 통합 과정 (2년차 이하) 및 학사 학위 소지 연구자	230	12	71%	1,960

자료: 동 사업 기획보고서.

- 주관부처는 추가제출자료를 통해 월 급여 단가는 정부출연연구소에서 지급되는 현금 인건비를 기준으로 설정하였다고 제시하였으나, 근거의 적절성이 부족함
- 또한, 참여율의 경우, 박사, 석사, 학사급 참여연구원의 경우 동 사업의 과제 전담연구원으로 가정하여 70% 수준으로 설정하였다고 제시하였으나, 구체적인 근거는 제시되지 않음

제 2 절 경제적 효과 추정의 타당성 분석

1. 기획보고서 경제적 타당성 분석 검토

□ 경제적 효과 추정 과정의 적절성 검토

○ 비용효과분석 방법론 선정 근거의 적절성이 부족함

- 기획보고서 상 동 사업은 기술비지정 R&D 사업으로 비용편익분석에 한계가 있어 비용효과 분석을 적용하였다고 제시함
- 비용효과분석 적용 대상을 두 가지로 구분하여 제시하였고, 이를 토대로 세 가지 효과를 구분하여 추정함
 - * 논문, 특허, 기술이전 효과, 삶의 질 향상을 통한 질보정수명(QALY) 증분효용, 뇌질환을 감소를 통한 사회경제적 비용 저감효과
- 그러나, 주관부처가 기획보고서를 통해 제시한 비용편익분석의 한계점만으로는 동 사업의 경제적 타당성을 분석함에 있어 비용효과분석을 수행하는 근거로 충분하지 않음
- 주관부처는 비용효과분석 적용 대상을 'A. 뇌과학 기초원천연구(표적발굴 등)'와 'B. 뇌질환 진단 및 치료연구'로 구분한 근거를 새로 제시하였고, 효과 A는 미래선점형 과제에서 나타나는 효과이며, 효과 B는 시장선도형 과제에서 발생하는 효과라고 구분하여 제시함(추가제출자료)

<표 5-10> 주관부처가 제시한 동 사업 효과 구분 근거

본 사업은 크게 시장선도형 (비용: 3,362.5억원)과 미래선점형 (비용: 4,407 억원)으로 분류되며, 시장선도형은 뇌질환 관련 진단 및 치료서비스를 통한 삶의 질 향상에 기여할 것이며, 미래선점형은 뇌질환 표적발굴 등과 같은 기초원천연구를 통해 파이프라인을 제공하는 역할을 수행할 예정입니다. 이를 근거로 비용효과분석에서는 A형 (미래선점형)은 논문/특허/기술이전을 효과지표로, B형은 QALY 증분 효용을 통한 ICER (incremental cost-effect ratio)를 효과지표로 삼는 것이 타당하리라 판단됩니다. 뇌질환비용감소로 인한 효과는 QALY 증분 효용과 중복성이 있을 것이므로 고려하지 않았습니다.

자료: 추가제출자료.

- 그러나, 동 사업이 뇌질환 극복과 뇌기능 활용을 위한 완성도 높은 '선도융합기술'을 개발하고자 하는 사업임을 고려하면 선도융합기술 개발을 통해 발생하는 효과가 '뇌과학 기초원천연구'와 '뇌질환 진단 및 치료연구'로 구분되어 발생한다고 보기는 어려움
- 또한, 주관부처는 각 효과지표별 효과 발현경로를 제시하였고, 시장선도형 사업의

- 직접적 수혜자는 질환별 유병자 군이라고 제시하였음
- 동 사업을 통해 선도융합기술이 개발된다고 하더라도 뇌질환 진단 및 치료에 이르기까지는 상당한 시간이 소요될 것으로 예상되어 동 사업의 직접적인 효과로 보기는 어려움
- 비용효과분석을 위해 설정된 비교대안별 타당성 검토
 - 주관부처는 기획보고서를 통해 비용효과분석을 위한 효과지표별 비교 대안을 제시함

<표 5-11> 비용효과분석 대상 및 방법론

본사업 선도융합기술분야	A. 뇌과학 기초원천연구 (표적발굴등)	B. 뇌질환 진단 및 치료연구	
		효과(효용)지표	(1) 과학기술 논문, 특허 및 기술이전 산출
비교대안	국가연구개발 사업 및 과기정통부 연구개발사업과의 효율성 비교	Do nothing 대안, 해외도입 대안	비R&D 대안
에비타당성 조사 근거 출처	R&D 사업의 에비타당성 표준지침 연구(KISTEP)	보건복지사업 에비타당성조사방법 연구(KDI), R&D 사업의 에비타당성 표준지침 연구(KISTEP)	R&D 사업의 에비타당성 표준지침 연구(KISTEP)

자료: 동 사업 기획보고서.

- 주관부처가 제시한 각 효용지표별 비교대안이 적절한 근거를 바탕으로 마련된 것인지 검토하였고, 효과별 분석결과는 다음과 같음

(과학기술 논문, 특허 및 기술이전 산출)

- 동 사업의 주요 성과인 논문, 특허, 기술이전 성과를 유사사업과 비교한 결과를 제시하였으나, 유사사업 선정 근거는 구체적으로 제시하지 않음
- 주관부처는 추가제출자료를 통해 과기부에서 수행하는 원천사업 등을 포함한 주요 바이오 분야 연구개발사업 13개의 논문, 특허, 기술이전 성과를 비교하였다고 제시하였으나, 비교대상 사업을 선정한 근거에 대해서는 구체적으로 제시하지 않아 비교대상 사업 설정의 적절성이 확보되었다고 보기 어려움
- 또한, 과기부가 뇌연구 투자의 80% 이상을 담당하고 있으며, 부처별 논문 성과를 검토한 결과 84% 이상이 과기부에서 창출되고 있기 때문에 뇌과학 분야 성과비교를 과기부 사업으로 한정하였다고 제시함
- 그러나, 주관부처가 제시한 유사사업 중 일부는 동 사업과 유사하다고 보기 어려운

사업이 존재하여 비교대안을 적절하게 설정하였다고 보기는 어려움

- 또한, 주관부처는 연구비 투입 10억 원 당 논문, 특허, 기술이전 효과를 연구개발비(국비) 7,770억 원을 기준으로 효과를 산출함
- 효과 추정 시에는 연구개발비 뿐 만 아니라 민자, 기획평가관리비 등을 포함한 총비용을 기준으로 동 사업의 효과를 추정할 필요가 있어 향후 비용효과분석 시 총비용을 기준으로 효과를 재추정하고자 함

(삶의 질(QoL) 향상으로 인한 질보정 수명(QALY) 증분효용)

- 뇌질환의 특성 상, 생존년수 자체보다 삶의 질 향상을 통해 도출될 질보정 생존년수 증분의 비용효용을 산출하였다고 제시함
- 기획보고서 상 질보정 수명 증분 효용 분석에 활용한 QoL, WIP 등의 설정 과정을 확인하기 어렵고, 분석 과정이 구체적으로 제시되어있지 않아 분석 과정 및 결과를 구체적으로 확인하기 어려움
- 또한, 44개 테마와 해당 분석과정에서 고려한 뇌질환 간의 연관성을 확인할 수 있는 자료가 제시되지 않아 테마와 뇌질환 간 연관성을 확인할 수 없음
- 추가제출자료로 ‘테마 선도융합기술-진단치료기술 매칭’ 결과를 제시하였으나, 질환 구분이 일치하지 않아 어떤 기준으로 질환을 구분하였는지는 여전히 확인하기 어려움
- 주관부처는 질보정 수명 증분효용의 비교대안으로 해외도입 대안을 제시하였으며, 31개 선도융합기술 중 3개 기술과 연관되는 전임상 후보물질을 외국에서 도입하는 것으로 제시하였으나, 3개 기술을 도입한다고 가정한 이유는 구체적으로 설명하지 않음
- 주관부처는 추가제출자료를 통해 44개 선도융합기술이 35개 뇌질환에 진단 및 치료효과를 발생시키며, 이 중 유병자가 많고 삶의 질이 저하된 12개의 뇌질환에 대한 QALY 증분효과를 계산하였다고 제시함
- 그러나, 44개 선도융합기술을 통해 35개 뇌질환 분야에 대한 진단 및 치료효과가 발생할 것이라는 근거 제시가 미흡하며, 35개 뇌질환 중 12개를 동 사업의 효과로 설정한 근거 제시도 미흡함
- 또한, 주관부처는 ICER(Incremental Cost Effect Ratio = 총비용/총 QALY 증분) 개념을 통해 동 사업의 효과를 제시하였으나 이에 대한 구체적인 설명은 미흡함
- 추가적으로 비용효과분석 차원에서 비교대안에서 발생할 것으로 예상되는 효과를 추정하여 제시할 필요가 있으나, 이를 제시하지 않아 비교대안의 QALY 증분 효과는 확인이 불가함

(뇌질병을 감소를 통한 사회경제적 비용 저감효과)

- 사회경제적 비용 저감효과의 예시로 국내 전자약 개발의 사회적 비용 감소 효과를 제시하였으나, 사회경제적 비용에서 고려하고 있는 비용이 무엇인지, 구체적으로 감소되는 비용이 얼마인지는 제시하지 않음
 - 주관부처는 추가제출자료를 통해 다양한 뇌질환 비용저감 효과를 포괄적으로 제시하기 어렵다고 설명하여, 동 사업의 효과를 측정하기에 적절한 분석 방법으로 보기는 어려움
 - 또한, 뇌질환비용감소로 인한 효과는 질보정 수명(QALY) 증분 효용과의 중복성 문제로 인해 동 사업의 비용효과분석 결과에서 제외한다고 밝힘
- 비용효과분석 결과의 적절성 검토
- 주관부처는 비용효과분석 결과로 세 가지 효과를 제시하였으나, 질보정수명 증분효용, 비용저감효과는 화폐단위로 분석결과를 제시함
 - 예타 수행세부지침에서는 효과가 계량화 가능하지만 화폐가치 전환이 불가능한 경우에 비용효과 분석을 수행하는 것으로 제시하고 있음
 - 그러나, 주관부처는 비용효과분석 결과로서 화폐가치화 된 효과를 제시하고 있어 예비타당성조사에서 의미하는 비용효과분석⁴³⁾이라고 보기 어려움
 - 또한, 비용효과분석을 수행하기 위해서는 각 비교대안의 효과 또는 비용을 추정하여 대안 간 비교를 수행하여야 하나, 주관부처가 제시한 질보정수명 증분효용 및 비용저감효과는 동 사업으로 인한 효과를 제시하고 있을 뿐 비교대안의 효과는 제시하지 않아 적절한 비용효과분석 결과라고 보기 어려움

43) 「국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침」(2020, KISTEP), p.328

2. 효과 추정

□ 경제적 효과 재추정

- 주관부처가 제시한 동 사업의 비용효과분석 결과 중 오류를 수정하여 동 사업의 효과를 재추정함
 - '기획보고서의 비용-효과 분석 검토'에서 설명한 바와 같이, 주관부처가 제시한 효과 중 '삶의 질(QoL) 향상으로 인한 질보정 수명(QALY) 증분 효용' 및 '뇌질병을 감소를 통한 사회경제적 비용 효과'는 동 사업의 경제적 타당성 분석 결과로 인정하기 어려움
 - 두 가지 효과 모두 화폐단위로 분석결과를 제시하여 예비타당성조사에서 의미하는 비용효과분석이라고 보기 어려우며, 비교대안의 효과를 제시하지 않아 적절한 비용효과 분석결과라고 보기 어려움
 - 따라서, 동 사업의 사업목표를 고려할 때, 동 사업의 성과지표인 논문, 특허, 기술이전은 동 사업의 효과로 인정됨
 - 다만, 주관부처가 제시한 우수 논문, 우수 특허, 우수 기술이전의 경우 우수 성과로 설정한 근거 제시 및 달성가능성 검토결과 제시가 미흡하고, 타 사업과의 비교가 어려워 비용효과분석을 위한 효과로 인정하기 어려움
 - 또한, 주관부처가 제시한 '과학기술 논문, 특허 및 기술이전 산출' 효과 산출에 활용한 연구비의 경우 총사업비가 아닌 연구개발비(국비)만을 포함하기 때문에, 동 사업 수행에 소요되는 총사업비를 기준으로 동 사업의 효과를 다음과 같이 재추정함

<표 5-12> 성과지표별 효과 재추정 결과

구분	총 사업비 (억 원)	논문		특허		기술이전	
		건수	10억 원 당 건수	건수	10억 원 당 건수	건수	10억 원 당 건수
기획보고서	7,770	5,544	7.1	543	0.7	89	1.1
연구진 재추정	8,172		6.8		0.7		1.1

자료: 연구진 작성.

제 3 절 경제성 분석

□ 비교대안 설정

- 예산대비 효과성을 검토하기 위해 주관부처인 과학기술정보통신부가 수행한 연구개발 사업을 동 사업의 비교 대안으로 설정함
 - 주관부처는 '과학기술 논문, 특허 및 기술이전 산출' 효과를 비교하기 위한 비교 대상사업을 구체적으로 특정하지 않고 국가연구개발사업 전반 및 과기정통부 연구개발사업과의 효율성을 비교함
 - 연구진은 동 사업의 경제성 분석을 위한 비교대상 사업으로 동 사업의 선행사업인 뇌과학원천기술개발사업을 포함한 5개 사업을 선정함
 - 비교대상 사업의 효과는 국가과학기술지식정보서비스(NTIS) 홈페이지에 공개된 사업 별 예산 집행액 및 성과를 바탕으로 추정함

□ 비용효과 분석결과

- 비용효과분석 결과, 동 사업이 비교대안에 대해 효과적임을 확인하였으며, 경제성은 일정 부분 확보한 것으로 판단됨
 - 과학기술정보통신부가 수행한 연구개발사업을 동 사업의 비교대안으로 설정하여 비용 효과분석을 수행함
 - 분석결과, 동 사업의 논문 및 특허성과의 예산대비 효과성은 각각 10억 원 당 6.8건, 0.7건으로 나타났으며, 기술이전의 경우 100억 원 당 1.1건으로 분석되어 종합적인 비교 결과, 비교 대안에 비해 경제성이 낮다고 판단할 근거는 부족함
 - 특히, 동 사업의 효과가 비교적 낮은 경우도 있으나, 동 사업의 특성을 고려 시 비교 열위는 확정적이지 않음

<표 5-13> 동 사업의 비용효과 분석 결과

사업명	논문 및 특허 분석기간	논문 (10억 원 당 건수)	특허 (10억 원 당 건수)	기술이전 (100억 원 당 건수)	기술이전 분석기간
동 사업	-	6.8	0.7	1.1	-
뇌과학원천기술개발	2012 ~2019	4.2	0.8	0.8	2016 ~2020
바이오의료기술개발	2012 ~2019	3.7	1.0	1.4	2016 ~2019
나노소재기술개발	2011 ~2019	6.7	1.5	1.0	2016 ~2019
공공연구성과 기술사업화지원	2010 ~2018	0.1	0.3	0.6	2017 ~2018
산학협력 활성화지원사업	2005 ~2019	0.3	0.3	1.6	2016

자료: 연구진 작성.

제 6 장 종합분석 및 결론

제 1 절 결론 도출을 위한 대안 마련

1. 사업계획 원안에 대한 조사 결과

- 조사 결과, 설계의 일관성, 테마 구성, 추진전략의 구체성 및 목적성 등의 측면에서 타당성 확보에 한계가 존재함
 - 주관부처가 식별한 문제/이슈를 기반으로 동 사업(내역사업, 사업목표 등)이 일관성 있게 설계되었다고 보기에는 한계가 존재함
 - 동 사업의 문제/이슈는 크게 '뇌과학 연구의 공백'과 '기술사업화 미흡'으로 구분이 가능하고 이를 기반으로 동 사업의 전반적인 내용이 설계되었으나 사업논리의 일관성 차원에서 설득력 있게 적용되지 못함
 - (내역사업) 문제/이슈를 기반으로 동 사업의 주요 활동을 두 개 내역사업으로 설계하였으나, 각각의 중요성이나 우선순위에 대한 내용은 제시되지 못하여 동 사업의 핵심 취지 및 가치는 모호함
 - (사업목표) 동 사업의 목표 '선도융합기술 31건'은 문제/이슈 중 '기술사업화 미흡'과 연동됨에 따라, 해당 목표가 전술한 두 가지 문제/이슈와 모두 연계되었다고 보기에는 한계가 존재함
 - 기획과정에서 도출된 44개 선도융합기술 테마에 대한 적절성은 확보되지 못한 것으로 판단됨
 - 특히, 선도융합기술 테마 도출 과정에서 다음과 같은 주요 쟁점이 존재함
 - ① 44개 테마 중 일부 테마는 두 가지 유형 중 하나의 유형의 특성에 상대적으로 부합도가 높다는 점에서, 44개 테마 모두에서 두 가지 내역사업에 해당하는 과제를 도출할 수 있을 것이라는 가정은 설득력 및 실현 가능성이 낮음
 - ② 기술수요조사서를 기반으로 구성된 44개 테마 중 기술수요조사서의 내용 추적 및 그룹핑 과정 확인이 어려운 테마가 일부 존재하여, 적절한 과정을 통해 도출되었는지 검토가 어려움
 - ③ 테마를 구성하는 기술 중, '사회문제해결형'에 해당하는 기술은 기획 도중

필요성이 인정되어 동 사업에 반영하였다고 제시하였으나, 동 사업과의 관련도가 높다고 보기에는 한계가 존재함

- ④ 테마 도출 7단계에서 (1) 추가로 그룹핑 된 테마, (2) 탈락 대상임에도 해당 단계에서 필요성이 인정되어 단일 테마로 통합 선별된 테마의 경우 전체적인 도출 절차 상 단계 별 평가 기준을 준수하지 않았다는 점에서 적절성은 낮음
- 동 사업의 핵심내역사업인 ‘시장선도형’, ‘미래선점형’이 동시 추진되어야 하는 당위성은 구체적으로 제시되지 않아, 적절성 검토에 한계가 존재함
 - 하나의 사업에서 2개 내역사업을 구분하고, 구분된 2개의 내역사업을 동시에 추진해야 하는 당위성은 구체적으로 제시되지 못함
 - 특히, 추가제출자료를 통해 주관부처가 추가로 제시한 내용은 내역사업 별 별도 추진 시의 문제점 및 단순 시너지 효과에 불가하며, 구체적인 근거나 논리가 제시되지 못해 당위성 확보 유무 판단에는 한계가 존재함
- 동 사업의 추진전략으로 제시한 ‘트랙전환과제’ 및 ‘심화과제’의 설계 근거는 사업 추진 시 효율성, 과제형태의 구체성, 내역사업 별 차별성 등의 측면에서 적절하다고 보기 어려움
 - ‘트랙전환과제’ 및 ‘심화과제’ 설계 구조 중, 지원 금액 및 기간 설정 과정에서 단기적 집중 지원이 장기적 안정 지원에 비해 효율성이 높다고 판단한 주관부처의 근거는 적절하지 않아, 동 사업 추진 시의 효율성은 담보할 수 없음
 - 또한 ‘트랙전환과제’ 및 ‘심화과제’에 대한 운영 계획(RFP도출 여부 및 취지), 각 과제 선정 방식에 따른 수요 확인 등 관련 내용은 구체적으로 제시되지 않음
 - 마지막으로, 심화과제 지원의 취지와 관련하여 주관부처는 ‘필요성’에 의한 ‘보충지원’으로 설명하고 있으나, 심화과제를 선정하는 기준 및 절차는 ‘인센티브’의 개념을 동시에 내포하고 있으며, 취지에 부합하는 논리가 구체적이지 못함
- 동 사업의 규모를 결정하는 테마 별 과제 수, 단가, 기간 등은 내역사업별로 구분하여 제시되어 있으나, 구체성은 미흡한 것으로 판단되어 적절성 판단에 한계가 존재함
 - (테마 별 과제 수) 선도융합기술 테마 별 과제수 도출을 위해 주관부처가 제시한 내역사업 별 산술적 근거 및 정성적 근거는 구체성이 부족하여, 적절성 판단이 어려움
 - (단가 및 기간) 선행 또는 유사사업을 근거로 동 사업의 과제별 단가 및 기간을 산정하였으나, ① 선행 또는 유사사업을 활용한 근거, ② 유사사업의 대상으로 선정한 기준 등은 구체적으로 제시되지 않아 사업별 특성을 충분히 반영하였다고 보기가 어려움

- 또한, 동 사업의 취지로 현장의 수요에 무게를 두고자 한다는 점을 고려한다면, 사업 규모를 설계하는 과정에서 기술수요조사의 자료를 활용하지 않은 점도 타당성이 높다고 판단하기에는 한계가 존재함
- 동 사업의 사업기간과 상위계획의 기간과 일부 일치하지 않아, 동 사업과 향후 상위계획 간 부합성 문제가 발생할 가능성이 존재함
 - 불확실성이 높은 뇌과학 분야 특성 상, 동 사업과 상위계획 간 일치하지 않는 사업기간에 대해서는 부합성 차원에서 문제가 발생할 가능성이 존재함
 - 동 사업의 사업기간은 「3차 뇌연구촉진기본계획」과 기간 상 차이('28~'33)가 존재하므로, 해당 상위계획 기간 이후 부합도 차원에서 문제가 발생할 가능성이 있음
 - 즉, 상위계획과의 부합성 차원에서, 향후 새롭게 수립될 계획이 시작하는 '28년에 신규과제를 선정한다는 점은 타당성이 부족함
- 사업계획 원안에 대한 경제적 타당성 관련 비용효과 측면에서의 재산정 결과, 경제적 타당성은 확보된 것으로 판단됨
 - 주관부처가 제시한 비용효과분석 결과의 적절성이 부족하여 재추정이 필요함
 - '삶의 질(QoL) 향상으로 인한 질보정 수명(QALY) 증분 효용' 및 '뇌질병을 감소를 통한 사회경제적 비용 효과'는 화폐단위로 분석결과를 제시하였으며, 비교대안의 효과를 제시하지 않아 예비타당성조사에서 의미하는 비용효과분석이라고 보기 어려움
 - '과학기술 논문, 특허 및 기술이전 산출' 효과 산출에 활용한 연구비의 경우 총 사업비가 아닌 연구 개발비(국비)만을 포함하고 있어, 동 사업 수행에 소요되는 총사업비를 기준으로 사업의 효과를 재추정할 필요가 있음
 - 총사업비를 기준으로 동 사업의 효과를 재추정하여 비용효과분석을 수행한 결과 동 사업이 비교대안에 대해 효과적임을 확인하였으며, 경제성은 일정 부분 확보한 것으로 판단됨
 - 재산정한 동 사업의 논문 및 특허성과의 예산대비 효과성은 각각 10억 원 당 6.8건, 0.7건으로 나타났으며, 기술이전의 경우 100억 원 당 1.1건으로 분석됨
 - 각 효과를 비교 대안과 비교한 결과 경제성이 낮다고 판단할 근거는 부족한 것으로 판단됨

2. 주관부처 추가제출자료 및 소명자료 검토

- 주관부처는 동 사업 추진을 위한 타당성 확보 차원에서 추가제출자료 및 소명 자료를 제출하였고, 전반적인 소명내용 관련 검토 결과, 일부 내용에 대해서는 소명이 되었으나, 여전히 모든 쟁점이 해소되었다고 보기에는 한계가 존재함
- 주관부처는 추가제출자료 및 소명자료를 통해 사업계획 원안의 쟁점을 해소하고자 했으나, 일부 내용은 적절성이 확보되었다고 보기 어려움
- 주관부처는 사업계획 원안의 쟁점 해소를 위해 ① 2개 내역사업 동시 추진의 타당성, ② 사업의 효율성을 담보하는 '트랙전환과제' 및 '심화과제'의 설계 기준 및 근거, ③ 추진전략(내역사업)과 사업목표 간 연계성, ④ 상위계획과의 부합성 등의 내용을 검토하였으며, 추가로 다음과 같은 사업구조를 제시함

유형		연도	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	합계	
시장선도형(1형)	3년	신규 과제수	12	12	12	12	12					60	
		계속 과제수		12	24	24	24	24	12				
		과제수 합	12	24	36	36	36	24	12				
		정부지원연구개발비 [억원]	60	210	330	330	330	240	120				1,620
미래선도형(2형)	기본 3년+ 트랙 전환 2년	전환 과제수				6	8	8	6	6		34	
		계속 과제수					6	8	8	6	6		
		과제수 합				6	14	16	14	12	6		
		정부지원연구개발비 [억원]				45	120	140	125	105	60		595
(3+2)년	신규 과제수	30	40	40	30	30						170	
	계속 과제수		30	70	104	126	124	86	48	24			
	과제수 합	30	70	110	134	156	124	86	48	24			
	정부지원연구개발비 [억원]	90	360	600	759	891	744	516	288	144		4,392	
합계		150	570	930	1,134	1,341	1,124	761	393	204		6,607	

[그림 6-1] 주관부처가 제시한 정부지원연구개발비 사업구조(추가제출자료)

자료: 추가제출자료.

유형		연도	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	합계	
시장선도형(1형)	3년	신규 과제수	15	10	8	6	6						45
		계속 과제수		15	25	18	14	12	6				
		과제수 합	15	25	33	24	20	12	6				
		정부지원연구개발비 [억원]	75	225	310	225	185	120	60				1,200
트랙전환 (2형→1형)	(3+3)년	전환 과제수				6	8	8	9				31
		계속 과제수					6	14	16	17	9		
		과제수 합				6	14	22	25	17	9		
		정부지원연구개발비 [억원]				45	120	200	228	170	90		853
미래선도형(2형)	5년	신규 과제수	30	40	40	45							155
		계속 과제수		30	70	104	141	109	68	36			
		과제수 합	30	70	110	149	141	109	68	36			
		정부지원연구개발비 [억원]	90	360	600	826.5	846	654	408	216			4,001
총 신규/전환 과제수		45	50	48	57	14	8	9					
합계		165	585	910	1,097	1,151	974	696	386	90		6,053	

[그림 6-2] 주관부처가 제시한 정부지원연구개발비 사업구조(소명자료)

자료: 소명자료.



[그림 6-3] 주관부처가 제시한 전체 사업비 구조(추가제출자료)

자료: 추가제출자료.



[그림 6-4] 주관부처가 제시한 전체 사업비 구조(소명자료)

자료: 소명자료.

- 주관부처가 제시한 추가제출자료 내용의 경우, 원안의 일부 쟁점을 해소하였음에도 불구하고, 여전히 적절하지 않은 소명 내용 또한 내포되어 있음에 따라, 모든 쟁점이 해소되었다고 보기에는 한계가 존재함
 - 원안의 규모인 8,172억 원(연구개발비 7,770억 원, 기획평가관리비 349억 원, 기관부담 연구개발비 53억 원) 대비, 추가제출자료를 통해 제시된 동 사업의 규모는 7,000억 원(연구개발비 6,607억 원, 기획평가관리비 297억 원, 기관부담연구개발비 96억 원)으로 제시됨
 - 또한, 심화과제 폐지, 트랙전환 과제 지원기간 변경('3+3'→'3+2')에 따른 총 사업기간을 변경('11년 → '9년)함

- 다만, 변경된 트랙전환 과제 지원('3+2')의 산정 근거, 심화과제 폐지에 다른 기관부담연구개발비 지원의 필요성 및 산정 근거는 구체적으로 제시되지 않음
- 주관부처 소명자료의 경우, 추가제출자료와 마찬가지로 원안의 모든 쟁점이 해소되었다고 보기는 어려움
 - 소명자료 기준, 동 사업 규모는 6,401억 원(연구개발비 6,053억 원, 기획평가관리비 272억 원, 기관부담연구개발비 76억 원)으로 산정됨
 - 또한, 심화과제 폐지, 미래선점형(기본) 과제의 마지막 신규과제 선정 시점에 따른 총 사업기간 변경('11년 → '10년), 테마 도출 과정의 적절성 확보를 위한 테마 조정 등을 수행함
 - 다만, 미래선점형(기본) 과제의 마지막 신규과제 선정 시점 관련 산정 근거는 제시되지 않았으며, 소명자료를 통해 일부 조정된 테마는 여전히 다수의 오류를 가지고 있다는 점에 따라, 테마 도출 과정의 적절성은 여전히 미흡한 것으로 판단됨
- 원안에서 제시된 '다수'의 문제/이슈를 '하나'의 문제/이슈로 표적화 함으로써, 문제/이슈를 구체화하였으며, 기존 쟁점이었던 문제/이슈와 동 사업(내역사업, 사업목표 등) 간의 일관성 문제는 일부 해소된 것으로 판단됨
- 원안의 문제/이슈는 '다수'로 식별됨에 따라, 동 사업을 통해 해결해야 할 문제/이슈가 무엇인지 불분명하였으나, 소명자료를 통해 '하나'의 문제/이슈로 표적화함으로써 최종적으로 식별된 문제/이슈는 원안 대비 구체화된 것으로 판단됨
 - 원안의 문제/이슈는 크게 '뇌과학 연구의 공백' 및 '기술사업화 미흡'으로 '다수'로 제시됨에 따라 동 사업에서 해결해야 할 문제/이슈는 불명확하게 제시되었음
 - 다만, 주관부처는 다음과 같은 소명자료를 통해 '다수'의 불분명확한 문제/이슈를 '하나'의 문제/이슈로 표적화 함에 따라, 문제/이슈는 원안 대비 명확하게 제시된 것으로 판단됨

<표 6-1> 주관부처 문제/이슈 표적화 과정

구분	원안	주관부처 소명자료
이슈 식별	1) 뇌과학 기술사업화 미흡 2) 뇌과학 지원 공백	뇌과학 기술사업화 미흡
사업 목표	선도융합기술 31건 달성	선도융합기술 31건 달성

자료: 소명자료.

- 주관부처는 소명자료를 통해 제시한 ‘하나’의 문제/이슈와 동 사업의 내역사업, 사업목표 간의 연계성 및 일관성은 설득력이 있다고 판단됨
 - 소명자료를 통해 추가로 설명된 2개의 주요 활동은 ‘다수’의 문제/이슈를 각각 해결하기 위해 구성된 것이 아닌, ‘하나’의 문제/이슈 해결을 위한 서로 유기적이고 보완적인 작동의 취지로 마련되었다는 점에서 연계성 및 일관성은 확보된 것으로 판단됨
 - 소명자료를 통해 문제/이슈의 표적화, 2개 내역사업 모두 하나의 문제/이슈 및 사업목표를 해결하기 위해 작동 및 존재한다는 점에 따라 ‘문제/이슈 - 사업목표 - 추진전략(2개 내역사업)’ 과의 전반적인 일관성은 확보된 것으로 확인됨
- 전술한 문제/이슈의 표적화로 인하여, 2개 내역사업이 다수의 목적을 위해 각각 존재하는 것이 아닌, 단일 목적을 위한 사업 체계로서의 상호보완성 및 효율성이 확인됨에 따라, 2개 내역사업 동시 추진의 당위성은 원안 대비 확보된 것으로 판단됨
- 원안 및 추가제출자료를 통해 제시한 2개 내역사업을 하나로 병합 추진해야 하는 근거는 구체적으로 제시되지 않아 당위성 확보 유무에 한계가 존재함
 - 동 사업을 통해 지원하고자 하는 2개 내역사업은 예타조사 대상 사업에 해당하는 규모이므로, 내역사업 별 해결해야 할 목적과 특성이 상이함에도 불구하고 단일 사업으로 동시 추진해야하는 필요성은 구체적인 근거와 함께 필수로 제시되어야만 함
 - 원안 및 추가제출자료의 경우 ‘다수’의 문제/이슈를 기반으로 내역사업 별 목적, 특성이 상이하게 설정되었으며, 2개 내역사업 동시 추진의 당위성은 단순 시너지 효과, 내역사업 별 별도 추진 시의 문제점 수준에 국한되어 제시됨에 따라 구체성은 미흡하여 당위성 확인이 어려움
- 다만, 소명자료를 통해 제시된 2개 내역사업 동시 추진의 당위성은 원안 대비 구체화되었으며, 단일 목적을 위한 사업 체계로서의 상호보완성 및 효율성이 확인됨에 따라 2개 내역사업 동시 추진의 당위성은 일부 확보된 것으로 판단됨
 - 문제/이슈의 표적화로 인하여, 2개 내역사업은 각각 불분명한 다수의 목적이 아닌 단일 목적을 위한 주요 활동으로서 내역사업 간 상호보완성 및 효율성이 보완됨에 따라, 동 사업을 통한 2개 내역사업 동시 추진의 당위성은 일부 확보된 것으로 확인됨
- 주관부처가 제시한 추진전략 중, ‘트랙전환과제’의 취지, 설계 기준 및 ‘심화과제’ 폐지 사유 등은 소명자료를 통해 제시됨에 따라 과제 형태의 구체성 및 논리성은 일부 확보되었으나, ‘기관부담연구개발비’ 관련 설정 근거는 충분히 제시되지 않아 적절성 확인이 어려움

- 원안의 설계구조에서 1유형(시장선도형)의 ‘기본과제(3년)+심화과제(2년)’ 중 주관부처 소명자료 및 추가제출자료는 ‘심화과제(2년)’ 지원을 폐지함으로써, 심화과제 지원의 취지(필요성에 의한 보충지원)와 심화과제를 선정하는 기준 및 절차(인센티브) 간 발생하는 논리적 모순을 해소함
 - 동 사업 원안 중, 주관부처로부터 제시된 심화과제 지원의 취지는 ‘필요성’에 의한 ‘보충지원’의 개념이나, 심화과제 선정 기준 및 절차는 ‘인센티브’의 개념을 동시에 내포하고 있음에 따라, 심화과제 취지에 부합하는 논리는 구체적이지 못한 것으로 확인됨
 - 다만, 주관부처의 추가제출자료 및 소명자료는 기본과제(3년) 지원 후 서로 다른 레벨의 성취도를 가진 사업이 차별성 없이 심화과제로 진입하는 불확실성 및 투자효율성의 저하 가능성을 없애고자 심화과제(2년) 지원을 폐지했다는 점에서, 심화과제 지원의 취지로부터 발생하는 논리적 모순은 해소된 것으로 판단됨
- 또한 기존에 충분히 설명되지 못했던 ‘트랙전환과제’ 및 ‘심화과제’ 간 설계 구조에서 단기적 집중지원이 장기적 안정 지원에 비해 효율성이 높다고 설계한 근거는 비교대상인 ‘심화과제’가 폐지됨에 따라, 추가제출자료 및 소명자료를 통해 제시된 설계 구조의 논리성은 보완됨
 - 동 사업 원안에서 ‘트랙전환과제’는 연 10억 원 지원(3년 간), ‘심화과제’의 경우 연 15억 원(2년 간)을 지원하여 총 지원 금액은 동일하나, 설계구조에서 지원금액 및 기간 설정 과정에서의 단기적 집중지원이 장기적 안정 지원에 비해 효율성이 높다고 설계한 근거는 충분히 제시되지 않음
 - 이에 주관부처 추가제출자료 및 소명자료는 투자 효율성의 저하 방지 차원에서 ‘심화과제’를 폐지하도록 구성함에 따라, 기존 쟁점은 해소된 것으로 판단되며, 이에 따른 동 사업의 설계 구조는 논리성 측면에서 원안 대비 보완된 것으로 판단됨
 - 또한 사업 초반 1유형(시장선도형)이 우선적으로 선도융합기술 목표 달성에 기여하고, 사업 후반에는 2유형(미래선점형)의 ‘트랙전환과제’가 그 임무를 계승하도록 사업 구조를 재설계함으로써 동 사업의 이슈 및 목표 달성 측면에서의 논리성은 확보된 것으로 판단됨
- 다만, 주관부처는 추가제출자료 및 소명자료를 통해 ‘심화과제’ 폐지에 따른 기관부담연구개발비를 조정하였으나, 원안과 동일하게 기관부담연구개발비 산정과정의 구체성 부족, 재원조달 관련 불확실성이 존재함에 따라, 추가적으로 산정된 기관부담연구개발비는 적절한 과정을 통해 산정되었다고 보기 어려움
 - 원안 기준, 기관부담연구개발비의 경우 30개 1유형(시장선도형)의 ‘기본-심화’ 과제에

대하여 과제당 1개의 중소기업이 참여했을 때 투입되는 최소 기관부담연구개발비를 52.5억 원으로 산정함

- 그러나, 기관부담연구개발비의 산정 기준인 1유형(시장선도형)의 '기본-심화' 과제수 설정 근거, 기관부담연구개발비 산정 과정은 구체적으로 제시되지 않았으며, 개별 기업 단위의 R&D투자 규모에 대한 검토 또한 수행되지 않아, 기업 차원에서의 재원조달 관련 불확실성이 해소될 것으로 보기는 어려움
- 또한 주관부처는 추가제출자료 및 소명자료를 통해 '심화과제' 폐지에 따른 사업구조 변화로 기관부담연구개발비를 상향 조정*하였으며, 원안과 상이하게 1유형의 '기본' 및 2유형의 '기본-트랙전환' 과제에서도 산출된다고 제시하였으나, 해당 근거는 충분히 제시되지 않음

* 2019 국가연구개발사업 조사·분석 보고서 활용

<표 6-2> 벤처·중소기업, 중견기업의 과제수 비중

	벤처·중소기업	중견기업	대기업
과제수 비중	23.6%	29.5%	33.9%
과제당 정부 연구비 [억 원]	1.45	7.09	32.67
정부지원연구개발비 지원 기준	연구개발비의 75% 이하	연구개발비의 70% 이하	연구개발비의 50% 이하
	0.75	0.7	0.5
최소 기관부담연구개발비 [억 원]	0.48	3.04	32.67

자료: 추가제출자료.

<표 6-3> 기관부담연구개발비 산출 시나리오

유형	과제수	참여기업수			기관부담연구개발비			유형별 기관부담 연구개발비 합계
		벤처·중소기업	중견기업	대기업	벤처·중소기업	중견기업	대기업	
시장선도형 (1형)	3년	60	14	18	6.77	54.69		61.46
미래선점형 (2형)	기본 3년 + 트랙전환 2년	34	8	10	3.87	30.39		34.25
미래선점형 (2형)	(3+2)년	136						
기관부담연구개발비 총합								96

자료: 추가제출자료.

- 마지막으로, 해당 내용은 전술한 원안의 이슈(기관부담연구개발비 산정 과정의 구체성 부족, 재원조달 관련 불확실성 존재)를 여전히 내포하고 있음에 따라, 1유형의 '기본-심화', 2유형의 '기본-트랙전환'을 통해 산출된 기관부담연구개발비 96억 원*, 76억 원**은 인정하기 어려움

* 추가제출자료를 통해 제시됨

** 소명자료를 통해 제시되었으나, 산출 과정은 제시되지 않음

- 주관부처는 신규과제 선정 기간을 조정함에 따라, 향후 상위계획과 동 사업 간 부합성에 대한 불확실성 문제는 개선되었으나, 소명자료를 통해 제시된 '트랙전환과제'의 지원기간 산정 근거는 충분하지 않아 총 사업기간의 적절성은 확인하기 어려움
- 주관부처는 원안의 과제 선정기간 및 총 사업기간을 일부 조정함에 따라, 추가제출 자료 및 소명자료 내용의 향후 상위계획과 동 사업 간 부합성에서 발생하는 불확실성은 원안 대비 개선된 것으로 판단됨
 - 동 사업의 원안은 「제3차 뇌과학촉진기본계획(18~27)」 이후인 향후 상위계획 수립시점(28)에도 신규과제를 선정한다는 점에서, 향후 상위계획과 동 사업 간 불확실성이 존재함
 - 다만, 주관부처는 수정 내용으로 현행 상위계획의 기간(27)까지만 신규과제를 선정하도록 제시함으로써, 원안의 쟁점 중 하나인 향후 상위계획과 동 사업 간 부합성에 대한 불확실성을 해소하고자 함
 - 주관부처 추가제출자료 및 소명자료를 통해 동 사업의 과제 선정기간 및 총 사업기간이 조정됨에 따라, 향후 상위계획과 동 사업간 불확실성 문제는 개선된 것으로 판단됨
- 다만, 원안의 '트랙전환과제' 지원기간(3년) 산정 근거 대비 추가제출자료를 통해 제시된 '트랙전환과제' 지원기간(2년) 산정 근거는 충분히 제시되지 못함에 따라, 추가제출자료의 총 사업기간(11년→9년) 관련 적절성은 확인하기 어려움
 - 동 사업 원안의 총 사업기간(11년)에 영향을 미치는 사업추진 방식은 2유형(미래선점형)의 '기본과제+트랙전환과제' 지원기간은 '3+3년'으로 제시됨
 - 다만, 주관부처 추가제출자료의 '기본과제+트랙전환과제' 지원기간인 '3+2년' 관련 산정 근거는 충분히 제시되지 못함에 따라, 추가제출자료의 총 사업기간(9년) 또한 적절성 확인이 어려움
- 또한, 주관부처가 소명자료를 통해 제시한 미래선점형(기본) 과제 중 마지막 신규 과제 선정시점(26) 관련 근거는 충분히 제시되지 않아 적절성 검토에 한계가 존재함

- 원안의 경우, 미래선점형(기본) 과제는 6년('23~'28) 동안 지원하기로 설계되었으나, 추가제출자료 기준, 상위계획과 동 사업 간 부합성 확보 차원에서 '27년까지 지원할 예정이라고 제시함
- 그러나, 소명자료를 통해 제시된 미래선점형(기본) 과제의 마지막 신규과제 선정시점은 '26년으로 제시되었으나, 해당 근거는 충분히 제시되지 않아 적절성 확인은 어려움

<표 6-4> 주관부처가 제시한 총 사업기간 조정을 위한 지표 현황

구분	(주관부처) 원안	(주관부처) 추가제출자료	(주관부처) 소명자료
신규과제 선정기간*	'23 ~ '28	'23 ~ '27	'23 ~ '27
트랙전환과제 지원기간	3+3	3+2	3+3
미래선점형(기본) 과제 중 마지막 신규과제 선정시점	'28	'27	'26
총 사업기간	'23 ~ '33 (11년)	'23 ~ '31 (9년)	'23 ~ '31 (9년)

* : 트랙전환 과제 선정기간은 제외함
자료: 연구진 작성.

- 주관부처의 소명자료 검토 결과, ① 44개 선도융합기술 테마에 대한 적절성, ② 사업의 규모를 결정하는 항목(테마 별 과제수, 단가, 기간 등) 관련 근거의 구체성은 확보되지 못한 것으로 판단됨
- 기획과정에서 도출된 선도융합기술 테마는 단계 별 도출 과정에서 일부 쟁점이 존재함에 따라, 쟁점 해소에 따른 테마 도출 과정의 적절성은 확보되어야 하나, 해당 내용 관련 소명자료는 적절성 검토 결과 '미흡'한 것으로 판단됨
- 동 사업의 선도융합기술 테마는 문제/이슈, 사업목표, 사업범위와 연관되므로 테마 도출 과정은 중요함
- 동 사업의 선도융합기술 테마 도출 8단계에서 확인된 다수의 문제 중, 전술한 네 가지 주요 쟁점 해결을 통해 테마 도출 과정의 적절성 확보가 필요하나, 소명자료를 통해 일부 내용은 소명이 되었음에도 불구하고 여전히 다음과 같은 쟁점이 존재함

<표 6-5> 선도융합기술 테마 관련 적절성 확보를 위한 주관부처 소명내용 검토 (소명된 부분)

쟁점	주관부처 소명	검토 결과
기술수요조사서의 내용 추적 및 그룹핑 과정 확인이 어려운 테마 존재	수요조사서와의 부합성 검토에서 문제점이 발견되어 해당 테마는 동 사업에서 제외함	적절한 것으로 판단됨
동 사업과의 관련도가 높다고 보기 어려운 '사회문제해결형' 기술 존재	동 사업에서 제외함	
테마 도출 7단계에서 (2) 탈락 대상임에도 재선별 된 테마	동 사업에서 제외함	

자료: 연구진 작성.

<표 6-6> 선도융합기술 테마 관련 적절성 확보를 위한 주관부처 소명내용 검토 (소명되지 않은 부분)

쟁점	주관부처 소명	검토 결과
테마 도출 7단계에서 (1) 추가로 그룹핑 된 테마	-	해당 테마의 도출 과정은 적절성 확인이 어려움
44개 테마 모두에서 2가지 내역사업에 해당하는 과제를 도출할 수 있다는 가정	단일 유형으로 구성된 테마의 경우, 유형 별 특성에 맞는 내역사업을 기준으로 과제를 지원함	단일 유형으로 구성된 테마 조사에 오류가 존재함

자료: 연구진 작성.

- 선도융합기술 테마의 적절성 확보를 위한 쟁점 중, 테마 도출 7단계에서 추가로 그룹핑 된 테마의 경우 여전히 추가제출자료 및 소명자료에 포함되어 있음

<표 6-7> 테마 도출 7단계에서 여전히 추가 그룹핑 된 테마 (소명되지 않은 부분)

최종(테마) 번호	선도융합기술테마	유형
7	뇌 신경계 손상 재건 기술	하이브리드형
13	뇌노화 차단 기술	
25	비신경세포 제어 기술	
35	신규 고타당성 뇌질환 소동물 모델	1유형

자료: 연구진 작성.

- 또한, 소명자료를 통해 주관부처가 제시한 단일 유형으로 구성된 테마는 연구진 검토 결과, 다음과 같은 오류가 존재함

<표 6-8> 주관부처가 제시한 기술수요조사서 기반 단일 유형으로 구성된 11개 테마 내용 검토

유형	개수	테마명(주관부처 소명자료)	연구진 검토 결과	
1유형	2	뇌 단백질병증 탐지 기술	2유형	
		신규 고타당성 뇌질환 소동물 모델		
2유형	9	글림프시스템 기반 뇌질환 진단 기술	하이브리드형	
		뇌 D/N/A(Data, Network, AI) 기반 뇌질환 치료 기술		
		뇌-말초환경 상호작용 조절 기반 뇌질환 치료 기술		
		뇌질환 영장류 모델 개발		
		뇌파/생체신호/라이프로그 기반 실생활 뇌 건강 평가/예측/치료 기술		
		다중 뇌신호 통합 분석을 통한 개인 맞춤형 뇌질환 예측 진단 기술		
		대용량 뇌 신경 신호 측정과 연계 뇌자극 시스템 개발		
		소의 희귀 난치 뇌질환 예측/진단/치료 기술		1유형
		손상 인지 기능 복원 신경보철 기술		

자료: 연구진 작성.

<표 6-9> 주관부처가 제시한 기술수요조사서 기반 단일 유형으로 구성된 11개 테마 내용 검토(세부)

주관부처		연구진 검토 결과	
유형	테마명	테마를 구성하는 기술수요조사	유형
1	뇌 단백질병증 탐지 기술	영상 및 말초 검체 기반 뇌내 알파-시누크린 탐지 바이오 마커 개발	2
		비침습 검체 기반 뇌내 단백질병증 다중 탐지 기술 (반도체 기반 다중 전극 센서 활용 및 AI 활용 등)	
		뇌내 단백질병증 타겟 치료약물 반응 예측 바이오 마커 개발	

2	뇌-말초환경 상호작용 조절 기반 뇌질환 치료 기술	미생물-장-뇌축 조절 기반 퇴행성 뇌질환 치료 기술	2
		장내 미생물 기반 정신신경계 질환 환자 맞춤형 치료	
		미생물-장-뇌축 기반 자율신경계 네트워크 조절	
		기타장기-뇌축 조절 기반 정신신경계 질환 치료 기술	
		장내 미생물 메타지놈 분석 기반 인지-정서장애 진단 및 치료 기술	
		미생물-장-뇌축 조절을 통한 뇌면역질환 치료 기술	
	뇌질환 영장류 모델 개발	정서발달/행동장애 영장류 모델 제작과 뇌영상, 행동분석 기술	2
		영장류 뇌심부 신호 측정 및 화학유전학적 조절 기술 개발을 통한 인간에게 직접 적용 가능한 영장류 인지행동 예측 및 뇌질환 조절기술 확보	
		퇴행성 뇌질환 설치류 및 영장류 동물모델 제작 및 평가 기술	1, 2
		영장류 기반 뇌과학 연구 인프라 구축 및 지원사업	
	뇌파/생체신호/라이프로그 기반 실생활 뇌 건강 평가/예측/치료 기술	다양한 뇌신호를 한번에 안전하게 측정가능한 biodegradable, biocompatible and wireless multimodal sensors 개발	1
		개인의 뇌상태에 기반한 실시간 피드백 및 걱정 난이도를 갖는 운동 파라다임의 제공이 가능한 재활 시스템의 개발	
		뇌의 강화학습 원리를 토대로 한 인공지능망 학습기술 개발	2
		뇌신호 자료의 인공지능망 학습모델 적용에 기반한, 뇌질환 병인규명 및 개인맞춤형 비침습적 뇌자극치료 예측 기술 개발	
	다중 뇌신호 통합 분석을 통한 개인 맞춤형 뇌질환 예측 진단 기술	구조적-기능적 멀티모달 뇌영상의 대규모 데이터베이스 구축 및 기계 학습기반 분석을 통한 한국인 BrainAge 모델 구축	1
		신경세포 전기생리신호-사건관련전위-뇌파-기능적 뇌영상 등의 다차원 신경활성 데이터 분석을 통한 신경망 작동 원리 규명 기술	
뇌질환 동물모델에서 광학 뇌이미징 데이터의 인공지능 기반 분석을 통한, 전뇌 기능적 뇌커넥톰 복원기술			
임상표현형 네트워크-다차원적 뇌영상 네트워크의 인공지능기반 통합 분석을 통한 신경정신질환 진단 기술		2	
생체기반 전기생리학적 신호와 뇌파 및 뇌영상을 이용한 뇌질환 조기 진단 및 예측기술 개발			
뇌신호 자료의 인공지능망 학습모델 적용에 기반한, 뇌질환 병인규명 및 개인맞춤형 비침습적 뇌자극 치료 예측 기술 개발			
소외 희귀 난치 뇌질환 예측/진단/치료 기술	체성 돌연변이에 의한 난치성 뇌질환 진단 기술	1	
	자가면역뇌염의 바이오마커 개발 기술		

참고: ‘사회문제해결형’에 해당하는 기술은 제외함.

자료: 연구진 작성.

- 동 사업의 규모를 결정하는 테마 별 과제수, 과제 단가 및 기간 등은 소명자료를 통해 구체적으로 제시되어야 하나, 여전히 구체성은 미흡한 것으로 판단됨
 - 원안의 경우, 테마 별 과제수, 과제 단가 및 기간 등의 산정 근거는 구체적으로 제시되지 못함
 - 소명자료의 경우, 주관부처는 기술수요조사서 기반 다음과 같은 분석을 통해 원안의 유형 별 과제 단가 및 과제 기간의 적절성을 검토함

<표 6-10> 기술수요조사서 기반 원안의 유형 별 과제 단가 및 과제 기간의 적절성 검토 내용(주관부처)

분석 방법	유형 별 분석 내용			
1) 최종 선정된 44개 테마 구성을 위해 분과에서 활용한 기술수요조사서를 분석 2) 44개 테마 구성에 직접 사용된 기술수요조사서 455개에 대해서만 심층 분석을 수행		개수	연구기간 평균(년)	연구비 평균(억)
	1유형	108	4.9	9.6
	2유형	235	5.4	11.9
	3유형	71	5.2	10.0

자료: 연구진 작성.

- 다만, 주관부처가 원안의 유형 별 과제 단가 및 과제 기간의 적절성 검토에 활용한 455개 기술수요 관련 내용은 제출되지 않아 연구진은 적절성 확인이 어려움
 - 또한, 기술수요조사서의 경우 유형 별 과제 단가의 분포에 있어, 편차가 크다는 점*에 따라 단순 평균 만으로 원안의 설계 근거의 적절성을 검토하기에는 한계가 존재함
- * (시장선도형) 연간 과제 단가의 최소값은 0.8억 원, 최대값은 60억 원
 (미래선점형) 연간 과제 단가의 최소값은 0.6억 원, 최대값은 150억 원

3. 대안 도출

- 동 사업의 원안 및 추가 소명자료를 토대로 검토한 결과, 일부 한계점이 존재함에도 불구하고 대안 구성을 통한 동 사업 추진의 필요성은 존재함
 - 뇌과학 분야의 현황 및 발전 방향 고려 시, 새로운 패러다임을 담은 사업의 추진이 필요한 것으로 파악됨
 - 선행사업은 '기술이전' 성과가 미비하다는 점을 제외하면, 뇌과학 분야 SCI급 논문의 양 질적 증가, 국내·외 특허 및 우수특허 출원 실적 증가 등 우수한 성과를 창출함에 따라, 기존 방식의 답습이 아닌 한계점* 보완을 통해 과학적 성과를 계승·발전시킬 필요성이 존재함
 - * 명확한 지향점 제시 실패, 사업목표 달성을 위한 가이드 시스템 부족, 현장의 수요 반영의 불충분 등
 - 즉, 선행사업과는 차별적으로 기초연구를 통한 우수 연구 성과가 도출되는 사업 초기 단계에서부터 '기술사업화 견인 및 초석 마련'이라는 명확한 지향점을 고려함으로써 사업 체계에 반영한다면 R&D 지원을 통한 동 사업 추진의 필요성이 있다고 판단됨
 - 다만, 원안 및 주관부처 소명자료를 통해 일부 쟁점이 해소가 되었음에도 불구하고, 동 사업 추진을 위한 추가적인 대안의 필요성은 존재함
 - 조사 과정에서 확인된 다수의 쟁점 중, 2개 내역사업 동시 추진의 당위성, 과제 형태의 구체성 및 논리성 확보의 차원에서는 쟁점이 일부 해소됨
 - 그럼에도 불구하고, 선도융합기술 테마 도출 과정의 적절성, 내역사업 별 과제 규모 산출 근거의 적절성, 동 사업과 상위 계획 간의 부합성, 사업 추진전략의 효율성 확보 측면에서는 충분히 소명되지 않음에 따라, 기획완성도 제고 차원에서 연구진이 추가로 대안을 구성함
- 사업계획 원안의 기획완성도 제고를 위해, 다음과 같은 일부 사업계획 조정 및 구체화를 수행함에 따라, 동 사업의 적정 사업비 도출 및 대안을 구성함
 - 사업계획 원안에 대한 주요 문제점 및 쟁점 관련 해결가능성을 검토할 때, 일부 사업계획 조정 및 구체화를 통해 대안 추진의 필요성이 제기됨에 따라, 해당 논리에 입각하여 적정 사업비를 도출함
 - 선도융합기술 테마의 재정립 및 테마 유형 구분에 따른 과제수를 재산출 함
 - 사업 구조 변화에 따른 민간부담금 조정 및 동 사업과 상위계획 간의 부합성 확보를 위해 총 사업기간을 조정함
 - 원안의 내역사업 별 과제 단가 및 지원 기간의 산정 근거의 적절성을 검토함

□ 선도융합기술 테마의 재정립 및 테마 유형 구분에 따른 과제수 재산출

○ 동 사업의 선도융합기술 테마 도출 과정에서의 적절성 확보를 위해, 전술한 네 가지 단계 별 주요 쟁점을 해소하였으며, 연구진이 검토한 최종 선도융합기술 테마는 39개로 확인됨

- ① 선도융합기술 테마를 구성하는 기술수요조사서 기술명* 중, '사회문제해결형'에 해당하는 기술은 동 사업과의 연관성을 확인하는데 한계가 존재함에 따라 다음과 같이 테마 구성 단계에서 제외함

* 최종 선도융합기술 테마 44개를 구성하는 과정에서 활용된 기술 유형은 중복을 포함하여 397개로 확인됨

<표 6-11> 선도융합기술 테마(44)에 활용한 기술 유형 현황

분류	중주제 테마(68)에 활용한 기술 유형		선도융합기술 테마(44)에 활용한 기술 유형			
			'사회문제해결' 제거 전		'사회문제해결' 제거 후	
	개수(개)	비율(%)	개수(개)	비율(%)	개수(개)	비율(%)
시장수요대응 (1유형)	111	21	94	24%	94	28%
미래시장창출 (2유형)	319	61	241	61%	241	72%
사회문제해결 (3유형)	91	18	62	16%	-	-
총합	521	100%	397	100%	335	100%

자료: 연구진 작성.

- ② 연구진 검토 결과, 44개 선도융합기술 테마와 사업 유형의 특성 간 정합성 제고 차원에서, 테마는 크게 세 가지 유형(1내역사업 연계형, 2내역사업 연계형, 하이브리드형(1, 2내역사업)으로 구분함

<표 6-12> 테마와 내역사업 간 정합성 제고를 위한 테마 별 유형 분류 결과

유형	테마수	비율(%)
1내역사업	2	5%
2내역사업	9	20%
하이브리드	33	75%
총계	44	100%

자료: 연구진 작성.

<표 6-13> 테마와 내역사업 간 정합성 제고를 위한 테마 별 유형 분류(세부)

최종(테마) 번호	최종 테마명	도출 분과	중주제 (테마)번호	유형
1	감각·지각 기반 뇌외부환경 상호작용 뇌신호 디코딩 기술	3	32	하이브리드
2	감각과 통증 관문 제어 기술	1	6	2내역사업
3	개인 맞춤형 비침습적 뇌 피질 자극 기술	6	63	하이브리드
4	글림프시스템 기반 뇌질환 진단 기술	4	45	2내역사업
5	뇌 단백질병증 탐지 기술	4	43	2내역사업
6	뇌 신경계 발달 과정 해독을 통한 뇌질환 극복 기술	1	10	하이브리드
7	뇌 신경계 손상 재건 기술	5	56	하이브리드
8	뇌 D/N/A(Data, Network, AI) 기반 뇌질환 치료 기술	5	54	2내역사업
9	뇌-말초환경 상호작용 조절 기반 뇌질환 치료 기술	5	53	하이브리드
10	뇌기능 조절 비침습/최소침습 뇌심부 자극 기술	6	64	하이브리드
11	뇌기능 증진 웨어러블 말초신경 조절 기술	6	66	하이브리드
12	뇌기능/질환 시각화 기술	1	5	하이브리드
13	뇌노화 차단 기술	1	4	하이브리드
14	뇌질환 동물 모델 표현형 분석 기술 고도화	2	25	하이브리드
15	뇌질환 바이오마커 검출한계 극복 기술	4	48	하이브리드
16	뇌질환 영장류 모델 개발	2	21	하이브리드
17	뇌질환 in silico 모델	2	22	하이브리드
18	뇌파/생체신호/라이프로그 기반 실생활 뇌 건강 평가/예측/치료 기술	3	34	하이브리드
19	뇌혈관장벽 조절 기술	1	13	하이브리드
20	다중 뇌신호 통합 분석을 통한 개인 맞춤형 뇌 질환 예측 진단 기술	3	30	하이브리드
21	다중오믹스 빅데이터 기반 뇌질환 예후·예측 플랫폼 기술	4	44	2내역사업
22	대사 질환 극복 뇌조절 기술	1	16	하이브리드
23	대용량 뇌 신경 신호 측정과 연계 뇌자극 시스템 개발	3	31	2내역사업
24	막성/비막성 세포 소기관 뇌질환 표적발굴	1	11	하이브리드
25	비신경세포 제어 기술	1	12	하이브리드
26	소외 희귀 난치 뇌질환 예측/진단/치료 기술	4	47	1내역사업
27	손상 운동능 복원 뇌-기계 인터페이스 기술	3	29	하이브리드
28	손상 인지 기능 복원 신경보철 기술	3	33	2내역사업
29	시냅스 병증 제어 기술	1	7	하이브리드
30	신경 가소성 기반 인지기능 향상 기술	1	9	하이브리드
31	신경-면역계 상호작용 제어 기술	1	14	하이브리드

최종(테마) 번호	최종 테마명	도출 분과	중주제 (테마)번호	유형
32	신경독성 단백질병증 제어 기술	5	52	하이브리드
33	신경망 제어 뇌질환 치료 기술	5	50	하이브리드
34	신경염증 탐지 및 진단 활용 기술	4	42	하이브리드
35	신규 고타당성 뇌질환 소동물 모델	2	24	1내역사업
36	이온 채널/막단백질 조절 뇌질환 치료기술	1	17	하이브리드
37	정서/사회성/인지 장애 생물학적지표 기반 예측 /진단/치료 기술	1	8	2내역사업
38	줄기세포/오가노이드 인간 뇌질환 모델	2	20	하이브리드
39	차세대 뇌질환 의약품 디스커버리 기술	5	57	하이브리드
40	체내 삼입 극소형 중추 신경 조절 전자약 기술	6	62	2내역사업
41	체내 삼입 말초신경 부착형 뇌질환 전자약 기술	6	65	하이브리드
42	학습/기억/복합인지기능 핵심 뇌신호 디코딩 기술	3	35	하이브리드
43	환경-유전자 상호작용 뇌질환 표적 제어기술	1	2	하이브리드
44	RNA 기반 뇌질환 치료기술	1	3	하이브리드

자료: 연구진 작성.

- ③ 기술수요조사서를 기반으로 구성된 44개 테마 중, 기술수요조사서의 내용 추적 및 그룹핑 과정 확인이 어려운 테마의 경우, 테마 도출 과정에서의 적절성은 확보되었는지 확인하는데 한계가 존재함에 따라 인정하기 어려움

<표 6-14> 선도융합기술 테마 중 그룹핑 과정의 확인이 어려운 테마

최종(테마) 번호	최종 테마명	기술수요조사서 상 추적이 어려운 기술명	유형
34	신경염증 탐지 및 진단 활용 기술	양전자 방출 단층 촬영 (PET) 기반 신경염증 감지 기술 고도화	시장수요 대응
		양전자 방출 단층 촬영 (PET) 용 신경염증 신규 프로브 개발	미래시장 창출
		자기공명영상 (MRI) 기반 신경염증 감지 기술 개발	
		체액 기반 신경염증 바이오마커 발굴 및 감지 기술 개발	
		신경염증 기반 뇌질환 치료 타겟 발굴 및 조절 기술 개발	
44	RNA 기반 뇌질환 치료기술	뇌질환 치료를 위한 RNA 기반 신약 원천 기술 개발	시장수요 대응
		신경계 적용 용이한 RNA 편집 기술 개발	미래시장 창출
		뇌질환 모델에서 RNA 수준 변화를 탐지하고 조절하는 기술 개발	
		희귀 난치성 뇌질환 치료를 위한 RNA 조절, 전달기술 개발	

자료: 연구진 작성.

- ④ 선도융합기술 테마 도출 7단계에서 (1) 추가로 그룹핑 된 테마, (2) 탈락 대상임에도 해당 단계에서 필요성이 인정되어 하나의 테마로 통합 선별된 테마의 경우, 테마 도출 과정의 적절성 차원에서 미흡함에 따라 제외함

<표 6-15> 테마 도출 과정(7단계)에서 적절성 미흡으로 제외된 테마

최종(테마) 번호	최종 테마명	유형	제외 사유
7	뇌 신경계 손상 재건 기술	하이브리드	7단계에서 추가로 그룹핑
13	뇌노화 차단 기술		
25	비신경세포 제어 기술		
35	신규 고타당성 뇌질환 소동물 모델	1내역사업	
39	차세대 뇌질환 의약품 디스커버리 기술	하이브리드	5, 6단계에서 탈락되었으나, 필요성에 의해 7단계에서 단일 테마로 통합 후 재선정

자료: 연구진 작성.

- 종합적으로, 선도융합기술 테마 도출 과정에서의 적절성 확보 차원에서 전술한 네 가지 주요 쟁점 해소를 위해 연구진이 검증한 최종 테마는 37개로 확인됨

* 1내역사업 테마 1개, 2내역사업 테마 9개, 하이브리드(1, 2내역사업) 테마 27

<표 6-16> 네 가지 유형 별 최종 선도융합기술 테마 비중

유형	테마수	비율(%)
1내역사업	1	3%
2내역사업	9	24%
하이브리드	27	73%
총계	37	100%

자료: 연구진 작성.

<표 6-17> 선도융합기술 테마 도출 과정의 적절성 확보를 위해 검증된 최종 테마

최종(테마) 번호	최종 테마명	유형	제외 사유	제외 테마
1	감각·지각 기반 뇌-외부환경 상호작용 뇌신호 디코딩 기술	하이브리드		
2	감각과 통증 관문 제어 기술	2내역사업		
3	개인 맞춤형 비침습적 뇌 피질 자극 기술	하이브리드		
4	클립프시스템 기반 뇌질환 진단 기술	2내역사업		
5	뇌 단백질증 탐지 기술	2내역사업		
6	뇌 신경계 발달 과정 해독을 통한 뇌질환 극복 기술	하이브리드		
7	뇌 신경계 손상 재건 기술	하이브리드	통합	제외
8	뇌 D/N/A(Data, Network, AI) 기반 뇌질환 치료 기술	2내역사업		
9	뇌-말초환경 상호작용 조절 기반 뇌질환 치료 기술	하이브리드		
10	뇌기능 조절 비침습/최소침습 뇌심부 자극 기술	하이브리드		
11	뇌기능 증진 웨어러블 말초신경 조절 기술	하이브리드		
12	뇌기능/질환 시각화 기술	하이브리드		
13	뇌노화 차단 기술	하이브리드	통합	제외
14	뇌질환 동물 모델 표현형 분석 기술 고도화	하이브리드		
15	뇌질환 바이오마커 검출한계 극복 기술	하이브리드		
16	뇌질환 영장류 모델 개발	하이브리드		
17	뇌질환 in silico 모델	하이브리드		
18	뇌파/생체신호/라이프로그 기반 실생활 뇌 건강 평가/예측/치료 기술	하이브리드		
19	뇌혈관장벽 조절 기술	하이브리드		
20	다중 뇌신호 통합 분석을 통한 개인 맞춤형 뇌질환 예측 진단 기술	하이브리드		
21	다중오믹스 빅데이터 기반 뇌질환 예후·예측 플랫폼 기술	2내역사업		
22	대사 질환 극복 뇌조절 기술	하이브리드		
23	대용량 뇌 신경 신호 측정과 연계 뇌자극 시스템 개발	2내역사업		
24	막성/비막성 세포 소기관 뇌질환 표적발굴	하이브리드		
25	비신경세포 제어 기술	하이브리드	통합	제외
26	소외 희귀 난치 뇌질환 예측/진단/치료 기술	1내역사업		
27	손상 운동능 복원 뇌-기계 인터페이스 기술	하이브리드		
28	손상 인지 기능 복원 신경보철 기술	2내역사업		
29	시냅스 병증 제어 기술	하이브리드		
30	신경 가소성 기반 인지기능 향상 기술	하이브리드		
31	신경-면역계 상호작용 제어 기술	하이브리드		

32	신경독성 단백질병증 제어 기술	하이브리드		
33	신경망 제어 뇌질환 치료 기술	하이브리드		
34	신경염증 탐지 및 진단 활용 기술	하이브리드	추적불가	제외
35	신규 고타당성 뇌질환 소동물 모델	1내역사업	통합	제외
36	이온 채널/막단백질 조절 뇌질환 치료기술	하이브리드		
37	정서/사회성/인지 장애 생물학적지표 기반 예측/진단/치료 기술	2내역사업		
38	줄기세포/오가노이드 인간 뇌질환 모델	하이브리드		
39	차세대 뇌질환 의약품 디스커버리 기술	하이브리드	탈락 후 재선정	제외
40	체내 삼입 극소형 중추 신경 조절 전자약 기술	2내역사업		
41	체내 삼입 말초신경 부착형 뇌질환 전자약 기술	하이브리드		
42	학습/기억/복합인지기능 핵심 뇌신호 디코딩 기술	하이브리드		
43	환경-유전자 상호작용 뇌질환 표적 제어기술	하이브리드		
44	RNA 기반 뇌질환 치료기술	하이브리드	추적불가	제외

자료: 연구진 작성.

- 동 사업의 내역사업 별 선도융합기술 테마수 및 테마 유형 구분에 따른 내역사업 별 과제수 및 총 과제수를 조정함
 - 전술한 바와 같이, 연구진은 적절성의 확보 차원에서 ① 선도융합기술 테마수 조정 ② 테마의 유형 구분, ③ 사업구조 변화(심화과제 폐지)에 따라 내역사업 별 과제수 및 총 과제수를 재산정함
 - 시장선도형 및 하이브리드형의 특성을 가진 테마의 경우, '기술사업화 견인 가능성' 측면에서 동 사업을 통한 지원의 필요성이 인정되는 반면, 미래선점형 특성만을 보유한 테마는 '기술사업화 견인 가능성' 및 '트랙전환과제의 취지'와 부합한다고 보기 어려움
 - 즉, 미래선점형 특성만을 가진 9개 테마의 경우, 동 사업 목표인 '기술사업화 견인'과의 연관성은 충분히 입증되지 않았으며, 동 사업을 통한 지원의 필요성은 인정되기 어려움에 따라 연구진은 해당 9개 테마를 대안에서 제외함
 - 따라서, 내역사업 별 테마 × 주관부처가 제시한 테마 당 과제수를 활용하여 산정한 내역사업 별 과제수는 시장선도형(기본) 38개, 미래선점형(기본) 104개, 미래선점형(트랙전환) 21개로 산정됨
 - 또한, 대안을 통해 도출된 동 사업의 총 과제수는 163개로 원안(294개) 대비 131개 감소함

<표 6-18> 내역사업 별 선도융합기술 테마수 조정 및 테마 유형 구분에 따른 동 사업의 총 과제수

내역사업	해당 내역사업의 특성에만 가까운 테마	하이브리드형 테마	내역사업 별 테마	테마 당 과제수	내역사업 별 과제수*
시장선도형(기본)	1	27	28	1.36	38
미래선점형(기본)	9		27	3.86	104
미래선점형(트랙전환)	미래선점형(기본) 과제수의 20%				21
동 사업의 총 과제수					163

* : 소수점 첫째자리에서 반올림
자료: 연구진 작성.

<표 6-19> 사업 구조 변화에 따른 동 사업의 총 과제수 비교(원안 vs 대안)

구분		총 과제수(원안)	총 과제수(대안)	원안 대비 대안의 과제수 차이
시장선도형	기본	60	38	- 22
	심화	30	폐지	- 30
미래선점형	기본	170	104	- 66
	트랙전환	34	21	- 13
총 계		294	163	- 131

자료: 연구진 작성.

- 사업 구조 변화에 따른 민간부담금 조정 및 동 사업과 상위계획 간의 부합성 확보를 위한 총 사업기간 조정
 - 동 사업 구조 변화(심화과제 폐지)에 따른 추진전략의 효율성 제고 및 민간부담금을 삭감함
 - 동 사업 원안의 경우, 시장선도형(1유형)의 '기본-심화' 트랙에서만 민간부담금이 발생함
 - 다만, 주관부처는 소명자료를 통해 동 사업 추진전략의 효율성 제고 목적으로 '심화과제'를 폐지함에 따라, 동 사업 원안을 통해 제시된 민간부담금(52.5억 원)은 삭감하였음
 - 동 사업의 사업기간과 상위계획 기간 간에 발생 가능한 부합성 문제를 해소하고자 총 사업기간을 조정하여 대안을 구성함
 - 향후 상위계획과 동 사업 간의 부합성 차원에서 불확실성이 존재함에 따라, 주관부처는 추가제출자료를 통해 ① 과제 선정기간 조정('28년 이후 신규과제 미선정), ② 트랙전환과제의 지원기간 변경(3+3년 → 3+2년)을 조정함으로써 총 사업기간을 9년으로 설정함

- 이에 ① 과제 선정기간의 조정은 동 사업과 향후 상위계획 간 부합성 문제를 해소한다는 점에서 인정됨
- 다만, 추가제출자료를 통해 제시된 ② 트랙전환과제의 지원기간 (3+2)년 산정 자료는 구체적으로 제시되지 않아, 원안 및 소명자료의 트랙전환과제 지원기간인 (3+3)년을 활용하여 대안의 총 사업기간을 10년으로 구성함

<표 6-20> 대안의 총 사업기간 조정을 위한 지표 현황

구분	(주관부처) 원안	(주관부처) 추가제출자료	(주관부처) 소명자료	(연구진) 대안
신규과제 선정기간*	'23 ~ '28	'23 ~ '27	'23 ~ '27	'23 ~ '27
트랙전환과제 지원기간	3+3	3+2	3+3	3+3
총 사업기간	'23 ~ '33 (11년)	'23 ~ '31 (9년)	'23 ~ '31 (9년)	'23 ~ '32 (10년)

* : 트랙전환 과제 선정기간은 제외함
자료: 연구진 작성.

- 주관부처 소명자료와 연구진 대안의 신규과제 선정기간 및 트랙전환과제 지원기간이 동일함에도 불구하고, 총 사업기간이 상이한 원인은 미래선점형(기본) 과제의 마지막 신규과제 선정시점의 차이(원안: '28년, 소명자료: '26년, 연구진: '27년)로 확인됨
- 다만, 주관부처 소명자료를 통해 제시된 미래선점형(기본) 과제의 마지막 신규과제 선정시점 관련 근거는 충분히 제시되지 않아, 연구진이 소명자료를 준용하기에는 한계가 존재함

□ 내역사업 별 과제 단가 및 지원 기간의 산정 근거 검토

- 원안 및 주관부처 소명자료의 내역사업 및 지원 유형 별 과제 단가 및 지원기간의 설정 근거는 구체적으로 제시되지 못함에 따라, 연구진은 기술수요조사서 기반의 검증 및 해당 근거의 구체화를 통해 논리성을 확보함
- 주관부처가 제시한 원안의 내역사업 및 지원유형 별 과제 단가 및 지원기간 설정 근거의 구체성은 미흡함
- 또한 소명자료를 통해 주관부처가 제시한 기술수요조사서 기반의 연구비 및 연구기간의 적절성 검토* 내용은 ① 기술수요조사서 중 연구비의 편차가 크고, ② 기술수요

조사서 중 일부는 연구자들이 희망하는 연구비 및 연구기간이 명확하지 않아 의도를 파악하는데 한계가 존재한다는 점에서 원안의 연구비 및 연구기간의 적절성을 검토하기에는 충분하지 않음

* (주관부처) 시장선도형 108건, 미래선점형 235건

- 그러므로, 연구진은 선도융합기술 테마에 활용한 기술수요조사서 기술 335건 대상의 기술수요조사서 내용 확인이 가능한 299건 중, 과제 단가 및 과제 지원기간이 명시된 281건*을 분석함

* (연구진) 시장선도형 79건, 미래선점형 202건

<표 6-21> 기술수요조사서 기반 연구비 및 연구기간 평균 비교

유형	특성	구분	주관부처 소명자료	연구진
시장선도형	연구비: 연간 10억 원 연구기간: 3년	활용된 기술수요조사	108건	79건
		연구기간 평균	4.9년	4.9년
		연구비 평균	9.6억 원	9.5억 원
미래선점형	연구비: 연간 6억 원 연구기간: 5년	활용된 기술수요조사	235건	202건
		연구기간 평균	5.4년	5.3년
		연구비 평균	11.9억 원	9.3억 원

자료: 연구진 작성.

<표 6-22> 동 사업의 과제 단가 및 지원기간의 적절성 검토를 위해 활용된 기술수요 통계

분류	건수	비중
일치	255건	76%
유사(확인가능)	44건	13%
확인불가	36건	11%
총계	335건	100%

자료: 연구진 작성.

<표 6-23> 기술수요조사서 기반 내역사업 별 과제 단가 설정 근거 검토

(단위 : 억 원 / 년)

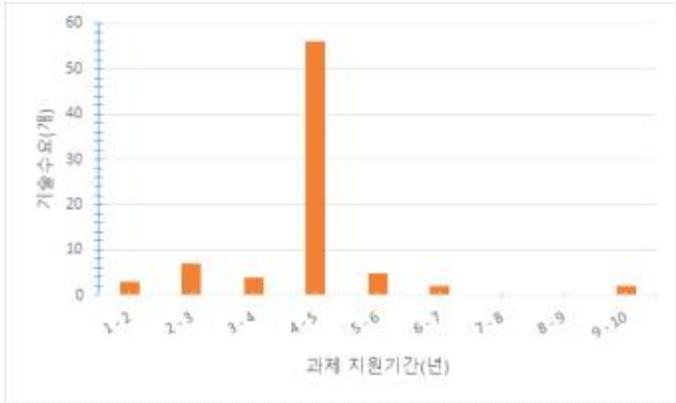
구분		과제 단가	분석 주체	근거
시장 선도형	기본	10	주관 부처	- 선행사업 및 과기부 시행 원천기술개발사업을 통해 설계
			STEPI	- 기술수요조사 별 과제 단가의 분포가 우측으로 긴 꼬리를 가진 분포임에 따라 상위 25%의 값을 제외함 - 기술수요조사 기반 연간 과제 단가의 최소값은 0.8억 원, 최대값은 60억 원 으로 확인됨
미래 선점형	기본 6 트랙전환 10		주관 부처	- 선행사업 및 과기부 시행 원천기술개발사업을 통해 설계 - 트랙전환과제의 경우, 시장선도형의 기본(10억, 3년)에 따른 보충지원 계획
			STEPI	- 기술수요조사 별 과제 단가의 분포가 우측으로 긴 꼬리를 가진 분포임에 따라 상위 22.5%의 값을 제외함 - 기술수요조사 기반 연간 과제 단가의 최소값은 0.6억 원, 최대값은 150억 원 으로 확인됨

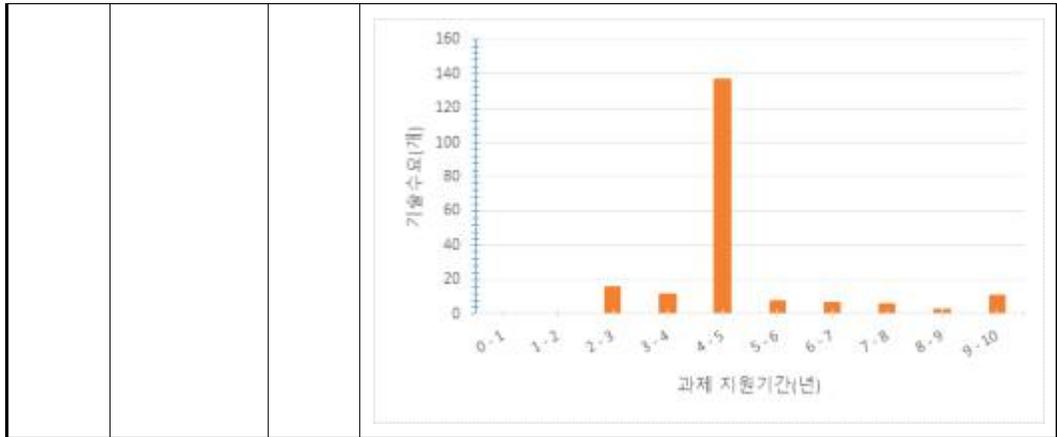
자료: 연구진 작성.

- 다만, 연구진이 활용한 281건의 기술수요는 과제 단가의 편차가 큼에 따라, 단순 평균이 아닌 내역사업 별 상위값을(시장선도형 상위 25%, 미래선점형 상위 22.5%) 제거한 후, 원안의 내역사업 별 과제 단가 산정 근거의 적절성 검토를 수행함
- 검토 결과, 시장선도형 및 미래선점형 해당하는 원안의 과제 단가는 각각 10억 원, 6억 원으로 기술수요조사의 분포 내에 해당되며, 예산의 과대 추정에 대한 우려는 적으나, 여전히 과제 단가 산정 과정에서 적절성은 확보되었는지 확인하기에는 한계가 존재함

<표 6-24> 기술수요조사서 기반 내역사업 별 과제 지원기간 설정 근거 검토

(단위 : 년)

구분		지원 기간	분석 주체	근거
시장 선도형	기본	3	주관 부처	- 선행사업 및 과기부 시행 원천기술개발사업을 통해 설계
			STEPI	- 기술수요조사 기반 과제 지원기간의 최소값은 1.5년, 최대 값은 10년으로 확인됨 
미래 선점형	기본 5 트랙전환 3		주관 부처	- 선행사업 및 과기부 시행 원천기술개발사업을 통해 설계 - 트랙전환과제의 경우, 시장선도형의 기본(10억, 3년)에 따른 보충지원 계획
			STEPI	- 기술수요조사 기반 과제 지원기간의 최소값은 1.0년, 최대 값은 10년으로 확인됨



자료: 연구진 작성.

- 연구진이 활용한 281건의 기술수요를 대상으로 과제 지원기간의 분포를 살펴보면 연구자들이 선호하는 적정 과제 지원기간 확인이 가능함
- 원안에서 제시된 유형 별 과제 지원기간(시장선도형 : 3년, 미래선점형 : 5년, 미래선점형 + 트랙전환 : 3+3년)의 적절성 검토 결과, 과대 추정의 위험은 적으며, 유형 별 과제 지원기간은 적절한 수준으로 설정된 것으로 확인됨

□ 대안에 대한 총 사업비 검토 결과, 총 사업비는 4,496.5억 원으로 도출함

○ 전술한 동 사업의 원안 관련 주요 쟁점 해소를 위해, 사업의 일부 내용을 검토 및 조정된 결과 동 사업 대안의 총 사업비는 4,496.5억 원*으로 도출함

- 원안 대비 대안의 조정 내용은 다음과 같음

* : 소수점 둘째 자리에서 반올림

<표 6-25> 대안 구성에 따른 총사업비 규모 산정을 위한 사업 조정 내용

구분	(주관부처) 원안	(연구진) 대안
선도융합기술 테마수 조정	44개	28개*
선도융합기술 테마수 조정 및 '심화과제 폐지'에 따른 총 과제수 조정	294개	163개
'심화과제 폐지'에 따른 민간부담금 삭감	52.5억 원	-
'신규과제 선정기간' 및 '트랙전환과제 지원기간'에 따른 총 사업기간 변경	11년	10년

* : 2유형 테마(9개)를 제외한 1유형 테마(1개), 하이브리드형 테마(27개)를 도출하여 총 28개 테마 활용
 자료: 연구진 작성.

- 동 사업 대안의 전체 사업비 구조, 연도별 예산 구조 및 예산 세부 내역은 다음과 도출함



[그림 6-5] 동 사업 전체 사업비 구조(대안)

자료: 연구진 작성.

<표 6-26> 동 사업의 연도 별 예산 구조

(단위 : 개, 억 원)

유형	구분	연도										합계	
		'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	'31	'32		
시장선도형 (1형)	3년	신규과제수	4	7	9	9	9						38
		계속과제수		4	11	16	18	18	9				76
		과제수 합	4	11	20	25	27	18	9				114
		정부지원 연구개발비	20	93	178	228	248	180	90				1,035
미래선점형 (2형)	기본3년 + 트랙전환 3년	전환과제수				4	5*	4	4	4			21
		계속과제수					4	9	9	8	8	4	42
		과제수 합				4	9	13	13	12	8	4	63
		정부지원 연구개발비				30	78	120	120	110	80	40	578
	(3+2년)	신규과제수	16	22	22	22	22						104
		계속과제수		16	38	57	74	79	57	35	18		374
		과제수 합	16	38	60	79	96	79	57	35	18		478
		정부지원 연구개발비	48	195	327	440	545	475	343	211	106		2,690
정부지원연구개발비 합계		68	288	505	697	870	775	553	321	186	40	4,303	
기획평가관리비 합계		3	13	23	31	39	35	25	14	8	2	194	
합계		71	300	527	729	910	810	578	336	194	42	4,497	

참고: 과제수의 경우, 소수점 첫째자리에서 반올림 함.

* : 트랙전환 과제의 경우, 미래선점형 과제(104개) 기준 20% 수준인 21개 과제 지원을 위해 '26~'27년 소수점 첫째자리에서 올림 함.

자료: 연구진 작성.

<표 6-27> 동 사업의 총 사업비 예산 도출

(단위 : 억 원)

내역사업	유형	테마	테마 당 과제수	내역사업 별 과제수	연구 개발비	기평비	유형별 합계	총합
시장선도형	기본(3년)	28	1.36	38	1,035.0	46.6	1,081.6	4,496.5
미래선점형	미래선점형 기본(3년) + 시장선도형 트랙전환(3년)	28	3.86	21	577.5	26.0	603.5	
	기본(3+2년)	27		104	2,690.4	121.1	2,811.5	

자료: 연구진 작성.

- 원안의 경우, 시장선도형(기본+심화)의 정부지원연구개발비는 2,428억 원, 미래선점형(기본+ 트랙전환)의 정부지원연구개발비는 5,342억 원으로 1, 2내역사업 간 예산 비중은 약 31% : 69%로 확인됨
- 다만, 주관부처 소명자료의 '문제/이슈'의 표적화 및 '기술사업화 견인' 목표에 따른 사업 설계의 일관성 확립 차원에서, 동 사업의 내역사업 별 취지 및 중요도는 1내역사업 중심으로 변경됨에 따라, 내역사업 별 정부지원연구개발비의 비중 변화가 예상됨
- 전술한 내역사업 별 취지 및 중요도의 변화를 고려할 때, 대안의 미래선점형(기본) 목적은 시장선도형(기본)의 '기술사업화 견인'을 위한 '준비 단계 및 초석 마련'이며, 미래선점형(트랙전환)은 시장선도형(기본)과 동일한 특성 및 목표를 가짐에 따라 1내역사업으로 볼 수 있음
- 따라서, 1내역사업에 해당하는 시장선도형(기본) + 미래선점형(트랙전환)의 정부지원 연구개발비는 1,613억 원, 2내역사업에 해당하는 미래선점형(기본)의 정부지원연구 개발비는 2,690억 원으로, 1, 2내역사업 간 예산 비중은 약 38% : 62%로 조정됨

<표 6-28> 원안 대비 연구진 대안의 정부지원연구개발비

(단위 : 억 원)

유형	원안	연구진 대안	차이
시장선도형(기본)	1,640	1,035	605
시장선도형(심화)	788	-	788
미래선점형(기본)	4,407	2,690	1,717
미래선점형(트랙전환)	935	578	358
총합	7,770	4,303	3,467

자료: 연구진 작성.

4. 대안의 경제성 분석

□ 비용효과 분석의 당위성

- 예타조사에서 적용하는 경제성 분석은 통상적으로 비용편익분석과 비용효과분석으로 구분되며, 동 사업의 특성에 따라 비용효과분석을 적용함
 - 동 사업은 기술비지정 사업으로 사업기획 및 예타조사 단계에서 연구개발의 최종 산출물을 구체적으로 식별할 수 없기 때문에 대상 산업, 시장, 제품 등을 적용할 수 없음
 - 또한, 동 사업은 도전·혁신형 사업으로 설정되었기 때문에 「국가연구개발사업 수행 세부지침」(KISTEP, 2020)에 따라 비용효과분석을 우선 고려할 필요가 있음
 - 따라서, 동 사업의 경제성 분석을 위해 비용효과분석을 활용하는 당위성은 확보되는 것으로 판단됨

□ 비용효과 분석의 재추정

- 비용효과분석은 계량화 가능한 효과 중 화폐가치로 환산할 수 없는 효과에 대해 적용할 수 있는 방법으로 예타조사 대상 사업과 유사한 대안을 비교하여 효율성을 확인하는 방법임
 - 예비타당성조사의 경제적 타당성 분석은 효과의 계량화가 가능한 경우 화폐가치화 가능 여부에 따라 비용편익분석과 비용효과분석으로 구분할 수 있으며, 비용효과분석은 사업 효과의 계량화가 가능하나 화폐가치화하기 어려운 경우 적용할 수 있는 방법임
 - 대안간 효과의 비교를 위해서는 효과를 고정하는 고정효과 접근법과 비용을 고정하는 고정비용 접근법을 활용할 수 있으며, 동 조사에서는 주관부처가 제시한 경제성 분석의 검토 결과를 반영하여 고정비용 접근법을 적용하고자 함
- 비용효과분석을 위해서는 효과의 식별화가 필요하며, 동 조사에서는 주관부처가 제시한 내용을 반영하여 논문, 특허 및 기술이전 건수를 동 사업의 대표 효과로 설정함
 - 동 사업을 통해 다양한 효과가 발생할 수 있다는 점은 인정하나, 비용효과분석을 위해 대표 효과의 설정이 필요함
 - 따라서, 동 조사에서는 주관부처가 제시한 경제성 분석의 내용을 반영하여 논문, 특허, 및 기술이전 건수를 기준으로 비용효과분석을 수행함
- 동 사업의 효과 및 비용 산출
 - 동 사업의 효과를 추정하기 위해 연구진이 설정한 대안의 총사업비를 바탕으로

주관부처가 제시한 각 유형별 세부 정량지표 설계 기준(10억 원 당 논문 건수, 10억 원 당 특허 건수, 100억 원 당 기술이전 건수)을 준용하여 유형별 논문, 특허, 기술이전 목표치를 재산정함

- 재산정한 논문, 특허 및 기술이전 건수는 각각 3,120건, 301건, 47건으로 나타났으며, 기획평가관리비를 포함한 대안의 총사업비를 기준으로 동 사업의 예산 투입대비 효과성을 추정함

<표 6-29> 동 사업 대안의 효과 추정 결과

성과지표	논문		특허		기술이전	
	건수	10억 원 당 건수	건수	10억 원 당 건수	건수	100억 원 당 건수
효과	3,120	6.9	301	0.7	47	1.1

자료: 연구진 작성.

○ 비교대안의 효과 및 비용 산출

- 예산대비 효과성을 검토하기 위해 동 사업의 선행사업인 뇌과학원천기술개발사업을 포함한 주관부처인 과학기술정보통신부가 수행한 연구개발 사업을 동 사업의 비교대안으로 설정함
- 비교대상 사업의 효과는 국가과학기술지식정보서비스(NTIS) 홈페이지에 공개된 사업 별 예산집행액 및 성과를 바탕으로 추정함

□ 비용효과 분석결과

- 비용효과분석 결과, 동 사업이 비교대안에 대해 효과적임을 확인하였으며, 경제성은 확보한 것으로 판단됨
- 과학기술정보통신부가 수행한 연구개발 사업을 동 사업의 비교대안으로 설정하여 비용효과분석을 수행함
- 분석결과, 동 사업의 논문 및 특허성과의 예산대비 효과성은 각각 10억 원 당 6.9건, 0.7건으로 나타났으며, 기술이전의 경우 100억 원 당 1.1건으로 분석되어 비교 대안에 비해 상대적으로 높게 나타남
- 특히, 논문 성과의 예산 대비 효과성은 사업계획 원안에 비해 개선된 것으로 나타남

<표 6-30> 동 사업 대안의 비용효과 분석 결과

사업명	논문 및 특허 분석기간	논문 (10억 원 당 건수)	특허 (10억 원 당 건수)	기술이전 (100억 원 당 건수)	기술이전 분석기간
동 사업 대안	-	6.9	0.7	1.1	-
뇌과학원천기술개발	2012 ~2019	4.2	0.8	0.8	2016 ~2020
바이오의료기술개발	2012 ~2019	3.7	1.0	1.4	2016 ~2019
나노소재기술개발	2011 ~2019	6.7	1.5	1.0	2016 ~2019
공공연구성과 기술사업화지원	2010 ~2018	0.1	0.3	0.6	2017 ~2018
산학연협력 활성화지원사업	2005 ~2019	0.3	0.3	1.6	2016

자료: 연구진 작성.

제 2 절 AHP를 이용한 종합분석

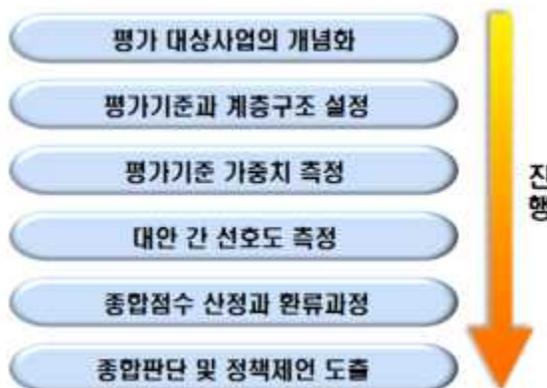
1. AHP 기법을 활용한 종합분석의 개요

가. 다기준 분석의 필요성

- 국가연구개발사업 예비타당성조사의 최종 단계는 과학기술적·정책적·경제적 타당성의 분석 결과를 종합하여 사업 시행의 타당성 정도를 종합적으로 판단하는 것이 필요
 - 과학기술적·정책적·경제적 타당성 각각의 분석 결과를 종합하는 과정에는 여러 어려움이 존재
 - 평가항목의 중요도를 합리적으로 결정하고 정량적·정성적 분석 결과를 통합하고, 평가의 일관성 및 사업의 특수성을 동시 반영해야 하는 어려움이 존재함
 - 평가에 참여하는 다수의 의견을 통합하는 과정에서 상반된 견해를 고려하여 대표성을 가진 최종적인 결론을 도출해야 하는 어려움이 존재함
 - 이에 사업 시행에 대한 종합적 판단을 위해 다수 속성(multi-attributes)들을 고려하고 다수 목적(multi-objectives)들을 포함해 의사결정을 최적화하는 기법인 다기준 분석기법(multi-criteria analysis)을 활용함
 - 다기준 분석기법은 사용하는 자료의 특성에 따라 확장적, 통계적, 퍼지 방법 등이 있고, 정보 처리 과정에 따라 가중합, 가중곱, 분석적 계층화법(AHP) 등이 있음
- 동 예비타당성조사에서는 대표적인 다기준 분석기법인 분석적 계층화법(AHP, Analytic Hierarchy Process)을 활용하여 종합분석을 수행함
 - 「국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 총괄지침」에서는 분석적 계층화법(AHP)을 사용하여 사업의 타당성 여부를 판단함을 원칙으로 함

나. AHP 기법의 개요⁴⁴⁾

- AHP는 의사결정의 목표 또는 평가기준이 다수이며, 개별 평가기준에 대해 서로 다른 선호도를 가진 대안들을 체계적으로 평가할 수 있도록 지원하는 의사결정기법임
 - 1970년대 초 Thomas Saaty에 의해 개발된 방법으로 평가요소들을 동질적인 집합으로 군집화하고 다수의 수준으로 계층화한 후, 각 수준별로 분석·종합함으로써 최종적인 의사결정에 이르는 과정을 지원함
 - AHP의 가장 큰 특징은 문제를 구성하는 다양한 평가요소들을 주요 요소와 세부 요소들로 나누어 계층화하고, 계층별 요소들에 대한 쌍대비교(pairwise comparison)를 통해 요소들의 상대적 중요도를 도출한다는 점임
 - 이는 인간의 사고와 유사한 방법으로 문제를 분해하고 구조화 한다는 점, 평가요소 사이의 상대적 중요도와 대안들의 선호도를 비울척도로 측정하여 정량적인 형태로 결과를 도출한다는 점에서 그 유용성을 인정받고 있음
 - 또한 간결한 적용절차에도 척도 선정, 가중치 산정절차, 민감도 분석 등에 사용되는 각종 기법은 실증분석과 엄밀한 수리적 검증과정을 거쳐 채택된 방법임
- 예비타당성조사에서 사용되는 AHP의 절차는 평가대상사업의 개념화, 평가기준과 계층구조의 설정, 평가기준 가중치 측정, 대안 간 선호도 측정, 종합점수 산정과 환류과정, 환류 과정 등으로 이루어짐



[그림 6-6] 분석적 계층화법(AHP)을 이용한 평가절차

자료: 한국과학기술기획평가원(2020), 「국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침」.

44) 한국과학기술기획평가원(2020), 「국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침」.

2. 종합평가 결과

가. 조사 대상 집단

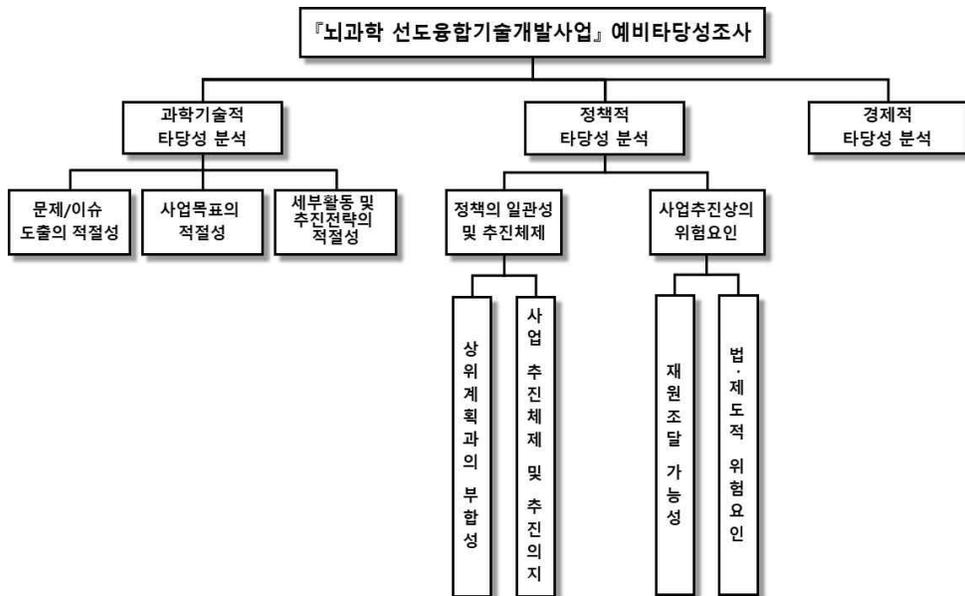
- 과학기술적·정책적·경제적 관점에서 동 사업에 대한 종합 타당성의 결론을 내리고자 「국가연구개발사업 예비타당성조사 운용지침」⁴⁵⁾ 제9조 ‘종합평가위원회’에 의거한 12인의 평가자를 대상으로 AHP 설문을 실시함
 - 종합평가위원 12인은 분과위원회 등에서 위촉된 위원 8인(분과위원장 포함)과 동 사업 조사에 참여한 자문위원 3인 및 연구 수행기관인 과학기술정책연구원 PM 1인으로 구성됨
- 최댓값과 최솟값을 부여한 평가자를 제외하여 최종적으로 총 10인의 응답을 종합하여 평가결과를 도출함
 - 전체 평가자의 개별 응답을 검토한 결과 모두 일관성을 지닌 것으로 확인⁴⁶⁾되었으며, 평가자의 개인별 선호를 가능한 배제하고 객관성을 유지하기 위한 목적으로 평가자 12인 중 최댓값을 제시한 1인, 최솟값을 제시한 1인의 결과를 제외함

45) 과학기술정보통신부훈령 제123호, 2020.08.03., 일부개정

46) 「국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 총괄지침」에서는 비일관성 비율의 최대 허용치를 0.15로 설정하고 있으며, 비일관성 비율이 0.15를 초과하는 응답자에 대해서는 환류(feedback)과정을 통하여 응답 일관성을 높이도록 하는데, 동 사업의 비일관성 비율은 모두 0.15이하인 것으로 확인됨

나. AHP 구조 및 평가항목

- 본 AHP 분석의 최종목표는 세부 평가항목별 분석결과들을 종합하여 과학기술적, 정책적, 경제적 타당성 분석별로 각각의 종합결론을 도출하고자 함
- 동 사업의 의사결정을 위한 AHP 계층구조는 3단계로 구성되며 [그림 6-7]와 같이 크게 과학기술적·정책적·경제적 타당성 분석과 같이 세 개의 대항목으로 분류되며, 그 하위에 2계층, 3계층 평가항목으로 구성됨
- 평가항목별 세부 평가내용, 평가기준은 <표 6-31>과 같음



[그림 6-7] 동 사업의 예비타당성조사 의사결정 계층구조

<표 6-31> 동 사업의 AHP 평가항목

평가항목 (1계층)	평가항목 (2계층)	평가항목 (3계층)	평가내용	비고
과학기술적 타당성 분석	문제/이슈 도출의 적절성	-	· 문제/이슈 식별 과정· 결과의 적절성	· 식별과정이 합리적이고, 도출된 문제/이슈가 국가적 차원에서 대응이 시급하고 필요성이 높을수록 사업시행 점수가 높음
	사업목표의 적절성	-	· 목표 설정의 적절성	· 설정된 목표가 식별된 문제/ 이슈의 해결과 연관성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음
	세부활동 및 추진전략의 적절성	-	· 세부활동 구성 및 내용의 구체성과 연계성 · 추진체계 및 추진전략을 통한 세부활동 간 연계성의 구체화 정도	· 세부활동이 사업목표와 연계성이 높고, 추진체계 및 전략을 통해 세부활동의 유기적 관계를 구체화 할수록 사업 시행 점수가 높음
정책적 타당성 분석	정책의 일관성 및 추진체계	상위계획과의 부합성	· 정부에서 공식적으로 발표한 중·장기계획과의 부합 정도	· 정부 계획과의 부합성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음
		사업 추진체계 및 추진의지	· 선택군 계획과 관련된 사업들 간의 차별성 및 연계방안 · 사업 거버넌스	· 사업의 임무·역할이 분명히 차별화되어 있으며, 관련 사업들과의 연계방안이 구체적 일수록 사업 시행 점수가 높음 · 사업 거버넌스 구축방안이 적절 할수록 사업 시행 점수가 높음
	사업 추진상의 위험요인	재원조달 가능성	· 사업의 원활한 추진을 위한 재원 부담주체의 재원조달 가능성 여부	· 재원조달 위험요인이 낮을수록 사업 시행 점수가 높음 (시행과 미시행의 중립이 최대 평점)
		법·제도적 위험요인	· 사업추진을 위한 법·제도적 제한여부 · WTO 보조금협정 상의 위험요인 및 대응 방안	· 법·제도적 위험 정도가 낮고 구체적인 대응방안이 마련될 경우 사업 시행 점수가 높음 (시행과 미시행의 중립이 최대 평점)
경제적 타당성 분석	경제성	-	· 사업비 및 비용 추정 · 비용효과 분석	· 연차별 투입계획 및 총사업비 규모 추정이 구체적이고, 비용 대비 효과의 값이 비교 대안에 비해 클수록 사업 시행 점수가 높음

다. AHP 항목별 가중치 산정

- AHP 평가항목별 가중치는 평가항목 간 상대적 중요도 또는 선호도를 나타내는 쌍대비교를 수행하여 설정되며, 동 사업의 AHP평가 항목에 따른 평가자별 및 종합 가중치 결과는 <표 6-32>와 같음
 - 최상위 계층인 과학기술적·정책적·경제적 타당성 항목의 가중치는 쌍대비교가 아니라 평가자가 직접 비중을 부여하며, 하위 항목의 가중치는 쌍대비교를 통해 설정함
 - 쌍대비교 질의시의 척도(Scale)로는 Saaty가 제안한 9점 척도를 적용하였으며, 실제 분석에는 Decision Science사(社)가 개발한 'I Make It' 소프트웨어를 사용함
- 분석결과, 평가항목의 1계층인 과학기술적, 정책적, 경제적 타당성의 가중치는 각각 0.618, 0.341, 0.042로 나타남
 - 평가자들은 과학기술적 타당성 항목을 상대적으로 가장 중요하게 생각하고 있는 것으로 나타남
 - 정책적 타당성 항목이 그 다음으로 높게 나타났고 경제적 타당성의 가중치가 제일 낮은 것으로 나타남
 - 과학기술적, 정책적, 경제적 타당성 가중치의 총합은 1로 나타나 타당성을 확보함
- 과학기술적 타당성 항목의 2계층인 '문제/이슈 도출의 적절성', '사업목표의 적절성', '세부활동 및 추진전략의 적절성'은 각각 0.239, 0.194, 0.185로 나타남
 - 평가자들은 과학기술적 타당성의 하위 항목 중에서 '문제/이슈 도출의 적절성' 항목을 가장 중요한 것으로 판단함
 - '사업목표의 적절성' 및 '세부활동 및 추진전략의 적절성' 항목 중에서는 '사업목표의 적절성' 항목의 중요성이 보다 높은 것으로 나타남
- 정책적 타당성 항목의 2계층인 '정책의 일관성 및 추진체제', '사업추진상의 위험요인' 항목은 각각 0.237, 0.104로 나타남
 - 평가자들은 '정책의 일관성 및 추진체제'를 보다 중요한 것으로 판단함
 - 2계층 '정책의 일관성 및 추진체제' 평가항목의 3계층인 '상위계획과의 부합성', '사업 추진체제 및 추진의지' 항목의 가중치는 각각 0.111, 0.126로 나타남

- 평가자들은 '상위계획과의 부합성'보다 '사업 추진체제 및 추진의지'를 보다 중요하다고 판단함
- 2계층 '사업추진상의 위험요인' 평가항목의 3계층인 '재원조달 가능성', '법·제도적 위험요인'의 가중치는 각각 0.054, 0.050으로 나타남
- 평가자들은 '법·제도적 위험요인'보다 '재원조달 가능성'이 다소 중요하다고 판단함

<표 6-32> 동 사업 예비타당성조사 AHP 평가항목별 가중치

평가항목		세부 종합	평가자										종합
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
과학 기술적 타당성	문제/이슈도출의 적절성	0.239	0.313	0.217	0.043	0.140	0.068	0.421	0.467	0.186	0.106	0.400	0.618
	사업목표의 적절성	0.194	0.073	0.217	0.136	0.423	0.372	0.078	0.067	0.093	0.351	0.100	
	세부활동 및 추진전략의 적절성	0.185	0.264	0.217	0.421	0.037	0.160	0.051	0.067	0.371	0.193	0.100	
정책적 타당성	정책의 일관성 및 추진체제	0.237	0.240	0.283	0.060	0.233	0.280	0.343	0.292	0.240	0.075	0.263	0.341
	상위계획과의 부합성	0.111	0.048	0.142	0.012	0.175	0.056	0.294	0.219	0.080	0.019	0.175	
	사업 추진체제 및 추진의지	0.126	0.192	0.142	0.048	0.058	0.224	0.049	0.073	0.160	0.056	0.088	
	사업 추진상의 위험요인	0.104	0.060	0.057	0.300	0.117	0.070	0.057	0.058	0.060	0.225	0.088	
	재원조달 가능성	0.054	0.048	0.014	0.050	0.029	0.014	0.048	0.049	0.030	0.180	0.044	
	법·제도적 위험요인	0.050	0.012	0.043	0.250	0.087	0.056	0.010	0.010	0.030	0.045	0.044	
경제적 타당성	경제성	0.042	0.050	0.010	0.040	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.042

* I Make It 기준 AHP 평가항목별 가중치 분석 결과임

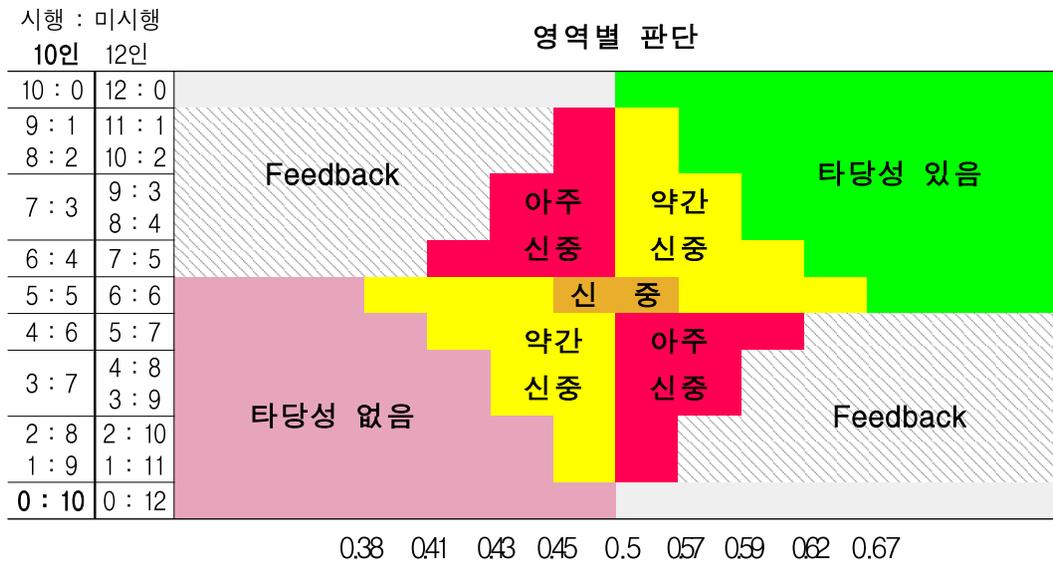
라. 사업계획에 대한 AHP 평가 결과

- 동 사업의 계획에 대한 시행·미시행 점수를 예비타당성조사 평가항목별로 분석한 결과, AHP 종합평점은 '사업 시행'이 0.650, '사업 미시행'이 0.350로 도출되어 사업 시행에 대한 선호도가 높은 것으로 평가됨
- <표 6-33>은 10명의 평가자별로 과학기술적·정책적·경제적 타당성 측면에서 동 사업의 시행 및 미시행 점수를 요약한 것으로, 종합결론에서 평가자 10명 중 9명이 '시행'으로 평가함
- 세부항목별로 살펴보면, 동 사업은 과학기술적·정책적·경제적 타당성 등 전반적인 측면에서 사업 시행에 대한 선호도가 높은 것으로 나타남
 - 과학기술적 타당성은 사업 시행에 대한 종합평점이 0.667로 나타났으며, 평가자 10명 중 8명이 시행 결론을 도출함
 - 정책적 타당성의 경우 사업의 시행에 대한 종합평점이 0.609로 나타났으며, 평가자 10명 중 9명이 시행 결론을 도출함
 - 경제적 타당성의 경우 사업의 시행에 대한 종합평점이 0.730으로 나타났으며, 평가자 10명 전원 시행 결론을 도출함

<표 6-33> 동 사업 예비타당성조사 AHP 평가결과

평가자	종합		과학기술적 타당성		정책적 타당성		경제적 타당성	
	시행	미시행	시행	미시행	시행	미시행	시행	미시행
1	0.741	0.259	0.794	0.206	0.639	0.361	0.750	0.250
2	0.662	0.338	0.655	0.345	0.673	0.327	0.800	0.200
3	0.350	0.650	0.306	0.694	0.375	0.625	0.750	0.250
4	0.562	0.438	0.568	0.432	0.538	0.462	0.667	0.333
5	0.752	0.248	0.800	0.200	0.670	0.330	0.800	0.200
6	0.649	0.351	0.667	0.333	0.622	0.378	0.667	0.333
7	0.805	0.195	0.859	0.141	0.735	0.265	0.750	0.250
8	0.619	0.381	0.667	0.333	0.523	0.477	0.667	0.333
9	0.508	0.492	0.481	0.519	0.542	0.458	0.667	0.333
10	0.742	0.258	0.779	0.221	0.686	0.314	0.750	0.250
종합평점	0.650	0.350	0.667	0.333	0.609	0.391	0.730	0.270
평가자 수	9	1	8	2	9	1	10	0

* I Make It 기준 AHP 분석 결과임



[그림 6-8] '사업 시행' 종합평점과 평가자별 의견 일치도에 따른 결론

자료: 한국과학기술기획평가원(2020), 「국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침」

제 3 절 결론 및 정책제언

1. 결론

- 사업계획서 원안 기준, 동 사업은 다음과 같은 주요 문제점으로 인하여, 사업 추진의 타당성이 확보 되었다고 보기 어려움
 - 문제/이슈 기반, 동 사업 설계의 핵심논리(내역사업, 사업목표, 세부활동 등)가 일관성 있게 설계되었다고 보기 어려움
 - 선도융합기술 테마(44개) 도출 과정의 적절성은 미흡함에 따라, 최종 도출된 선도 융합기술 테마의 타당성은 확보하지 못한 것으로 판단됨
 - 동 사업의 2개 내역사업(시장선도형, 미래선점형)이 동시 추진되어야 하는 당위성은 구체적으로 제시되지 않아, 적절성 검토에 한계가 존재함
 - ‘트랙전환과제’ 및 ‘심화과제’는 사업 추진 시 효율성, 과제 형태의 구체성, 내역 사업 별 차별성 등 측면에서의 근거가 적절하게 제시되지 못함
 - 사업 규모(테마 별 과제수, 단가, 지원기간) 관련 산정 근거의 구체성은 부족함
 - 불확실성이 높은 뇌과학 분야 특성을 고려하자면, 동 사업의 사업기간과 상위계획의 기간 간 일부 일치하지 않아, 부합성 차원에서 문제가 발생할 가능성이 존재함
- 다만, 주관부처 추가제출자료 및 소명자료 검토 결과, 원안의 일부 쟁점은 해소된 것으로 판단됨
 - 원안에서 식별된 ‘다수’의 문제/이슈를 ‘하나’의 문제/이슈로 표적화 함에 따라 문제/이슈의 구체성, 문제/이슈와 동 사업 설계논리 간 일관성은 확보된 것으로 판단됨
 - 또한, 2개 내역사업은 ‘하나’의 문제/이슈의 해결을 위한 사업 체계로서의 상호 보완성 및 효율성이 확인됨에 따라, 2개 내역사업 동시 추진의 당위성은 일부 확보된 것으로 판단됨
 - ‘트랙전환과제’의 취지, 설계 기준 및 ‘심화과제’ 폐지 사유 등이 소명자료를 통해 제시됨에 따라, 과제 형태의 구체성 및 논리성은 일부 보완됨
 - 신규과제 선정 기간 조정에 따라, 향후 상위계획과 동 사업 간 부합성 측면에서의 불확실성 문제는 개선됨
- 또한 선행사업의 우수한 성과 및 뇌과학 분야의 현황 및 발전 방향을 종합적으로

- 고려하자면, ‘기술사업화’라는 새로운 패러다임을 고려한 R&D지원의 필요성은 인정됨
- 선행사업은 ‘기술이전’ 외 우수성과(논문, 특허)를 창출함에 따라, 기존 방식의 답습이 아닌 한계점 보완을 통한 과학적 성과를 계승·발전시킬 필요성은 확인됨
 - 즉, 사업 초기 단계에서부터 ‘기술사업화 견인 및 초석 마련’이라는 명확한 지향점을 고려하여 동 사업 체계에 반영한다면, R&D지원의 필요성은 존재함
- 다만, 주관부처 추가제출자료 및 소명자료를 통해, 주요 쟁점은 일부 해소되었으며, 동 사업 추진의 필요성이 존재하나, 여전히 사업계획서 원안의 모든 쟁점이 해소되었다고 보기에는 어려움
- 따라서, 연구진은 잔여 주요 쟁점의 해소 차원에서 동 사업 추진의 필요성이 제기됨을 고려하였을 경우, 다음과 같이 일부 사업계획 조정 및 구체화를 통한 대안을 마련함으로써 동 사업의 기획완성도를 제고함
- 선도융합기술 테마의 재정립 및 테마 유형 구분에 따른 과제수를 재산출함
 - 사업 구조 변화에 따른 민간부담금 조정 및 동 사업과 상위계획 간의 부합성 확보를 위해 총 사업기간을 조정함
 - 원안의 내역사업 별 과제 단가 및 지원 기간의 산정 근거의 적절성을 검토함
- 연구진 대안의 비용효과분석 결과, 동 사업이 비교대안에 비해 비용 측면에서 효과적임을 확인함에 따라, 경제성은 확보한 것으로 판단됨
- 분석결과 동 사업의 논문 및 특허성과의 예산대비 효과성은 각각 10억 원 당 6.9건, 0.7건, 기술이전의 경우 100억 원 당 1.1건으로 분석되어 비교 대안에 비해 상대적으로 높게 나타남
- 동 사업에 대해 AHP 방법을 적용하여 종합적으로 평가한 결과, ‘사업 시행’을 최종 결론으로 도출함
- 동 사업계획은 과학기술적 타당성, 정책적 타당성, 경제적 타당성 측면 모두에서 사업 시행에 대한 선호도가 높아 사업 추진이 적절하다는 결과를 도출함

<표 6-34> 뇌과학 선도융합기술개발사업 예비타당성조사 AHP 평가결과(요약)

평가자	종합		과학기술적 타당성		정책적 타당성		경제적 타당성	
	시행	미시행	시행	미시행	시행	미시행	시행	미시행
종합평점	0.650	0.350	0.667	0.333	0.609	0.391	0.730	0.270
평가자 수	9	1	8	2	9	1	10	0

2. 정책제언

- 뇌과학 선도융합기술개발사업이 추진 될 경우, 사업 시행 전·후로 기획의 완성도 제고 측면에서 일부 부족한 사항들은 보완이 요구됨
- 선행사업의 한계로 RFP 도출 및 사업 기획 단계에 산업계 전문가 또는 기업(산업체)이 참여하지 않거나, 비중이 낮아 현장 수요와 일치도가 높은 기술개발에 집중하지 못했다는 점에 따라, 이를 고려한 구체적인 사업관리 방안이 수반되어야 함
 - 실질적으로 기술 사업화를 목표로 하는 연구가 될 수 있도록, 과제 구성 시 기업(산업체)과 함께 과제를 제안하도록 과제 설계 방식의 구체화가 필요함
 - 대안 중, 하이브리드형(미래선점형→시장선도형) 유형의 경우, 실험실, 벤처 창업 등의 추가적인 계획을 모색하여, 동 사업에 참여 가능한 기업(산업체)을 대상으로 과제 내 활동의 효율성을 제고할 필요가 있음
- 동 사업의 규모를 결정짓는 요인(내역사업 별 과제 단가, 지원기간, 과제수 등) 관련 산정 근거의 적절성 확보 및 기획완성도 제고 차원에서, 구체성은 보완되어야만 함
 - 동 사업 규모 관련 산정 근거 중, 내역사업 별 과제 단가 및 지원기간의 경우 예산의 과대 추정에 대한 우려가 적을 뿐, 여전히 적절성이 충분히 확보되었다고 보기 어려움에 따라 구체성은 보완될 필요가 있음
 - 동 사업의 총 과제수 산정 시 활용한 테마 별 과제수 관련 근거는 충분히 제시되지 못함에 따라, 기획위원회의 상세 RFP 도출 과정에서는 정교한 검증을 통해 동 사업의 기획완성도 제고가 필요함
- 사업 내용 중, 사업목표 및 성과지표 별 설정 근거, 달성 가능성, 사업 목표 및 성과지표 간 연계성 등의 차원에서 구체성은 미흡함에 따라 해당 내용의 구체화 및 보완이 필요함
 - 사업목표 ‘선도융합기술 31건’에서 수치적 목표(31건)에 매몰되지 않은, 동 사업의 궁극적인 목표 달성이 가능한 구체적인 정책적 목표 설정이 필요함
 - 또한, 선도융합기술을 구성하는 객관적 지표 별 설정 근거는 미흡하며, 객관적 지표 별 목표치 및 달성 가능성에 대한 적절성 관련 검토 내용은 충분하지 못함에 따라, 동 사업의 목표 달성을 위한 고민은 지속적으로 이루어져야 할 것으로 사료됨

- 추가로, 성과지표와 사업목표 간 연계성을 강화할 수 있는 지속적인 노력이 요구됨
 - 마지막으로, 과거 뇌과학 연구사업(뇌프론티어사업, 뇌과학원천기술개발사업 등)의 성과분석 내용은 정량적 평가로 미흡함에 따라, 정성적 성과지표의 보완이 필요하며, 해당 지표에 적절한 예산(대안) 책정이 필요함
- 동 사업 추진체계 중, 성과컨설팅위원회는 기술사업화 촉진을 위해 중요한 역할을 수행하여야 하나, 해당 역할의 구체성은 미흡하여 보완이 필요하며, 성과컨설팅 위원회의 실효성 높은 운영을 위한 상세계획 마련이 요구됨
- 기술사업화 단계별(과제의 기술사업화 단계 수준별) 지원 계획이 구체적으로 제시될 필요가 있음
 - 즉, 성과컨설팅위원회에서의 역할은 구체적이며, 세분화 되어 제시될 필요가 있음
 - 또한, 과제 구조상 신규과제와 누적과제의 수를 보면 최대 100개 과제에 대한 성과 컨설팅 위원회가 효율적으로 운영되어야 하는데, 현재는 해당 부분에 대한 고려가 부족한 것으로 판단되어 추후 보완이 필요함
- 뇌과학 분야 내 다양한 방면에서의 분석 및 수준 진단을 선행함으로써, 목표 달성도 제고와 더불어 지원대상의 현 수준을 고려한 지향점 제시가 필요함
- 원천기술 성과 중, 진단기기, 치료기기/치료제 등 뇌과학 분야 영역 별 기술 사업화 수준의 가능성을 타진함으로써, 내역사업 간 적합성을 고려한 목표달성도 제고 차원에서의 노력이 수반되어야 함
 - 더불어, 선행사업의 성과분석을 통해 동 사업의 지원대상(수혜자) 중 기업 (산업체)의 실질적인 성과 창출의 가능성 가늠을 통해, 목표 달성을 위한 불확실성을 줄이고, 지원대상의 현 수준을 고려한 지향점이 도출될 필요가 있음

참 고 문 헌

- Federal Coordinating Council for Science, Engineering and Technology, "Decade of the Brain 1990-200: Maximizing Human Potential", 1991.
- Mu-mingPoo, Jiu-linDu, Nancy Y. Ip, Zhi-Qi Xiong, BoXu, TieniuTan, 「China Brain Project: Basic Neuroscience, Brain Diseases, and Brain-Inspired Computing」, 2016, 92(3):591-596.
- National Institutes of Health (NIH), 「Brain Initiative 2.0 (From Cells to Circuits, Toward Cures)」, 2018.
- Paul et al, "How to improve R&D productivity: the pharmaceutical industry's grand challenge. Nat Rev Drug Discov", 2010, 9(3):203-214.
- The European Decade of Brain Research, "The European Decade of Brain Research, Interdisciplinary Science Reviews", 1993, 18:1, 4-9.
- 과학기술정보통신부, LIFE 뇌과학 사업 예비타당성조사 기획보고서」, 2020.
- 과학기술정보통신부, 「과학기술기본계획 시행계획 수립 및 국가R&D 혁신방안 실행력 제고 연구」, 2020.
- 과학기술정보통신부, 「국가연구개발사업 예비타당성조사 운용지침」, 2020.08.
- 과학기술정보통신부, 「나노 및 소재 기술개발사업 2021년도 시행계획」, 2020.
- 과학기술정보통신부, 「뇌연구개발 투자전략」, 2021.
- 과학기술정보통신부, 「제4차 과학기술기본계획」, 2019.
- 과학기술정보통신부, 「2019 과학기술정보통신부 주요연구개발사업 성과분석보고서」, 2021.
- 과학기술정보통신부, 「2021년도 뇌과학원천기술개발사업 자체평가보고서」, 2021.
- 과학기술정보통신부, 「2021년도 뇌과학원천기술개발사업 최종보고서」, 2020.
- 과학기술정보통신부 생명기술과, 「제3차 뇌연구축진 기본계획(안)」, 2018.03.
- 과학기술정책연구원, 「LIFE 뇌과학 사업 예비타당성조사 보고서」, 2020.
- 관계부처 합동, 「국가R&D 혁신방안 2020 실적 점검결과 및 실행계획 수정(안)」, 2021.
- 관계부처 합동, 「대한민국 과학기술 미래전략 2045」, 2020.

- 관계부처 합동, 「바이오헬스 산업 혁신전략」, 2019.
- 관계부처 합동, 「제3차 생명공학육성기본계획」, 2017.
- 관계부처 합동, 「제3차 뇌연구촉진기본계획」, 2017.
- 관계부처 합동, 「제5기 나노기술종합발전계획 : 글로벌 미래선도 나노 2030」, 2021.
- 관계부처 합동, 「2000년도 뇌연구촉진 시행계획」, 2000.
- 관계부처 합동, 「2002년도 뇌연구촉진 시행계획」, 2002.
- 관계부처 합동, 「2019년도 뇌연구촉진 시행계획」, 2019.
- 관계부처 합동, 「2020년도 뇌연구촉진 시행계획」, 2020.
- 관계부처 합동, 「2021년도 뇌연구촉진 시행계획」, 2021.
- 관계부처 합동, 「2021년도 생명공학육성시행계획」, 2021.
- 국가과학기술자문회의 심의회의, 「제4차 기초연구진흥종합계획」, 2018.
- 국민건강보험공단, 「건강보험정책 수립을 위한 주요 질병의 사회경제적 비용 분석」, 2017.
- 국정기획자문위원회, 「국가 R&D 혁신방안 실행계획」, 2018.
- 국정기획자문위원회, 「문재인 정부 국정운영 5개년 계획」, 2017.
- 보건복지부, 「2016년 전국 치매역학 조사」, 2019.
- 생명공학정책연구센터, 「한국의 CRO 시장 현황 및 전망」, 2016.
- 연구개발특구진흥재단, 「임상시험 수탁기관(CRO) 서비스 시장」, 2021.
- 한국과학기술기획평가원, 「국가신약개발사업 예비타당성조사 보고서」, 2020.
- 한국과학기술기획평가원, 「국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침」, 2020.1.
- 한국과학기술기획평가원, 「나노·미래소재원천기술개발사업 예비타당성조사 보고서」, 2018.
- 한국과학기술기획평가원, 「뇌연구 고도화 사업 예비타당성조사 보고서」, 2019.
- 한국과학기술기획평가원, 「범부처재생의료기술개발사업 예비타당성조사 보고서」, 2020.
- 한국과학기술기획평가원, 「범부처전주기의료기기 연구개발사업 예비타당성조사 보고서」, 2019.
- 한국과학기술기획평가원, 「치매극복 연구개발사업 예비타당성조사 보고서」, 2019.
- 한국과학기술기획평가원, 「2020년 기술수준평가」, 2021.
- 한국보건의료연구원, 「보건의료 의사결정에서 비용-효과성에 관한 아시아 공동연구」, 2012.
- 김근태, 정지훈, 이성환, “Brain-Inspired 인공지능과 뇌공학”, 정보과학회지, 2018.01.

과학기술정보통신부, “2022년도 예산 및 기금운용계획 사업설명자료”, 2022.
 한국보건산업진흥원, 특허청, “정신건강 R&D 사업 기획 특허동향”, 2013.
 한중과학기술협력센터(2021.08), “중국 뇌연구 정책 동향 및 시사점”, 「Issue Report」 Vol. 09.
 황두희, 김현정, “뇌연구 분야 정부R&D 투자 현황 분석과 시사점”, 「한국뇌연구원 Brain Insight」 Vol.1

Brain Initiative(<https://braininitiative.nih.gov>)

KOSIS 국가통계포털(<https://www.kosis.kr>)

<https://brainminds.jp/en/>

<http://english.cebsit.cas.cn/>

<https://forum.fens.org/themes-and-topics/>

<https://research.ninds.nih.gov/researchers/neurosciencenih-research-areas>

<https://www.archives.go.kr/next/search/listSubjectDescription.do?id=004576&pageFlag=&sitePage=1-2-1>

http://www.ion.ac.cn/tt/202003/t20200313_5515126.html

<https://www.loc.gov/loc/brain/>

<https://www.nature.com/subjects/neuroscience>

<https://www.nichd.nih.gov/health/topics/neuro/conditioninfo>

<https://www.sfn.org/meetings/neuroscience-2022/exhibits/exhibitor-prospectus/exhibitor-registration-and-session-information>

<https://yyy.humanbrainproject.eu/en/>

국가과학기술지식정보서비스(<https://www.ntis.go.kr>)

한국뇌연구원(<https://www.kbri.re.kr>)

한국연구재단(<https://www.nrf.re.kr>)

통계청(<https://www.kostat.go.kr>)

부 록

1. 종합평가를 위한 AHP 설문지
2. 동 사업 종합평가 정책 제언서

부록 1. 종합평가를 위한 AHP 설문지

**「뇌과학 선도융합기술개발사업」의
AHP 평가를 위한 전문가 설문**

[전문가 설문 개요]

본 설문은 「뇌과학 선도융합기술개발사업」의 타당성을 종합적으로 평가하기 위한 것입니다. 설문은 평가항목 간 상대적 중요도를 결정하는 것과 평가항목별로 사업시행의 타당성 정도(사업 추진, 사업 미추진)를 결정하는 것으로 구성되어 있습니다. 응답의 일관성이 낮은 경우 환류과정을 거치게 되오니 전문가의 관점에서 공정하고, 신중하게 응답하여 주시기 바랍니다.

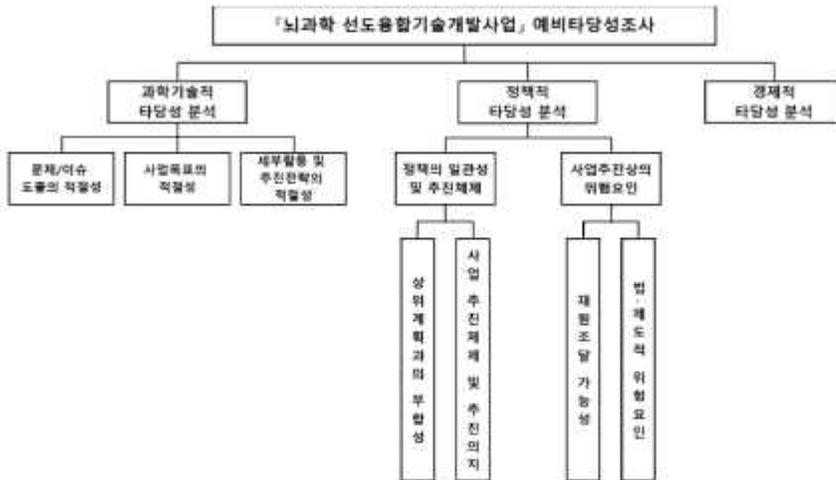
※ AHP(Analytic Hierarchy Process : 계층화 분석법)는 의사결정시 고려할 평가 항목들을 계층화하여 의사결정 기준이 되는 항목의 중요성과 의사결정 대상이 되는 대안 간 비교를 종합적으로 수행하는 의사결정 기법입니다.

□ 응답자 정보

성명	(서명)	연락처	
소속		전화	
직위		E-mail	

□ 설문지 작성안내

- 「뇌과학 선도융합기술개발사업」의 타당성 평가를 위한 의사결정 계층구조와 평가항목별 평가내용, 평가기준은 각각 [그림 1], <표 1>과 같습니다.
- 「뇌과학 선도융합기술개발사업」의 과학기술적, 정책적, 경제적 측면에서의 타당성조사 세부 내용은 회의자료를 참고하시기 바랍니다.



[그림 1] 「뇌과학 선도융합기술개발사업」의 예비타당성조사 의사결정 계층구조

<표 1> 「뇌과학 선도융합기술개발사업」의 AHP 평가항목

평가항목 (1계층)	평가항목 (2계층)	평가항목 (3계층)	평가내용	비고
과학기술적 타당성 분석	문제/이슈 도출의 직접성	-	• 문제/이슈의 식별 과정·결과의 직접성	• 식별 과정이 합리적이고, 도출된 문제/이슈가 국가적 차원에서 대응이 시급하고 필요성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음
	사업목표의 직접성	-	• 목표 설정의 직접성	• 설정된 목표가 식별된 문제/이슈의 해결과 연관성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음
	세부활동 및 추진전략의 직접성	-	• 세부활동 구성 및 내용의 구체성과 연계성 • 추진체계 및 추진전략을 통한 세부활동 간의 연계성을 구체화 정도	• 세부활동이 사업목표와 연계성이 높고, 추진체계 및 전략을 통해 세부활동의 유기적 관계를 구체화할수록 사업 시행 점수가 높음
정책적 타당성 분석	정책의 일관성 및 추진체계	상위계획과의 부합성	• 정부에서 공식적으로 발표한 중·장기 계획과의 부합 정도	• 상부 계획과의 부합성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음
		사업 추진체계 및 추진이지	• 선택군 계획과 관련된 사업들 간의 차별성 및 연계방안 • 사업 거버넌스	• 사업의 업무·역할이 분명히 차별화되어 있으며, 관련 사업들과의 연계방안이 구체적일수록 사업 시행 점수가 높음 • 사업 거버넌스 구축방안이 직접할수록 사업 시행 점수가 높음
	사업 추진상의 위험요인	자원조달 가능성	• 사업의 원활한 추진을 위한 자원 부담주체의 자원조달 가능성 여부	• 자원조달 위험요인이 낮을수록 사업 시행 점수가 높음 (시행과 미시행의 중립이 최대 평점)
		법·제도적 위험요인	• 사업 추진을 위한 법·제도적 제한 여부 • WTO 보조금협정 상의 위험요인 및 대응 방안	• 법·제도적 위험 정도가 낮고 구체적인 대응방안이 마련될 경우 사업 시행 점수가 높음 (시행과 미시행의 중립이 최대 평점)
경제적 타당성 분석	경제성	-	• 사업비 및 비용 추정 • 비용효과 분석	• 면차별 투입계획 및 총사업비 규모 추정이 구체적이고, 비용 대비 효과의 값이 비교 대안에 비해 클수록 사업 시행 점수가 높음

□ 설문지 작성 및 유의사항

1. 설문지 작성 예

- 예를 들어, 두 가지 평가요소 '항목 A'와 '항목 B'를 비교할 때, '항목 B'가 '항목 A'에 비해 매우 중요하다고 판단하시는 경우 아래 표에서 보시는 바와 같이 척도 '7' 단계 V 표시를 하시면 됩니다.

평가 항목	절대 중요 (9)	(8)	매우 중요 (7)	(6)	중요 (5)	(4)	약간 중요 (3)	(2)	동등 (1)	(2)	약간 중요 (3)	(4)	중요 (5)	(6)	매우 중요 (7)	(8)	절대 중요 (9)	평가 항목
항목 A															V			항목 B

<설문에서 사용되는 상대적 중요도에 대한 평가척도>

척도	1	3	5	7	9
용어	'동등'	'약간 중요'	'중요'	'매우 중요'	'절대 중요'
설명	동등하게 중요 (equal)	약간 더 중요 (weak)	더욱 더 중요 (strong)	대단히 더 중요 (very strong)	절대적으로 중요 (absolute)

(주) 2, 4, 6, 8은 근접해 있는 두개의 척도들 사이의 중간점도의 중요도를 나타냄

2. 응답 일관도

- AIIP 분석에서는 분석의 자료로 비일관성지수가 생성되며 응답결과의 신뢰성 판단에 대한 기준으로 적용됩니다. 비일관성 지수가 0.15이상일 경우에 응답결과를 신뢰할 수 없다고 판단하므로 재설문을 수행하게 됩니다.
- 평가항목이 3개 이상인 경우, 아래와 같은 일관성 결여가 발생하면 비일관성 지수가 높게 나오므로 설문시 유의하시기 바랍니다.

1. 우선순위 일관성 결여

- A가 B보다 중요하고 C가 A보다 중요하다고 응답하였으나, B가 C보다 중요하다고 응답하였을 경우

※ A > B 이고 C > A 라고 한다면, C > B라고 응답하여야 함

2. 쌍대비교 일관성 결여

- A가 B보다 2배 중요하고 C가 A보다 4배 중요하다고 응답하였을 경우, C가 B보다 8배 중요함을 의미함. 그럼에도 불구하고 2배 중요하다고 응답하였을 경우

[설문 1] 평가항목 간 상대적 중요도 설정

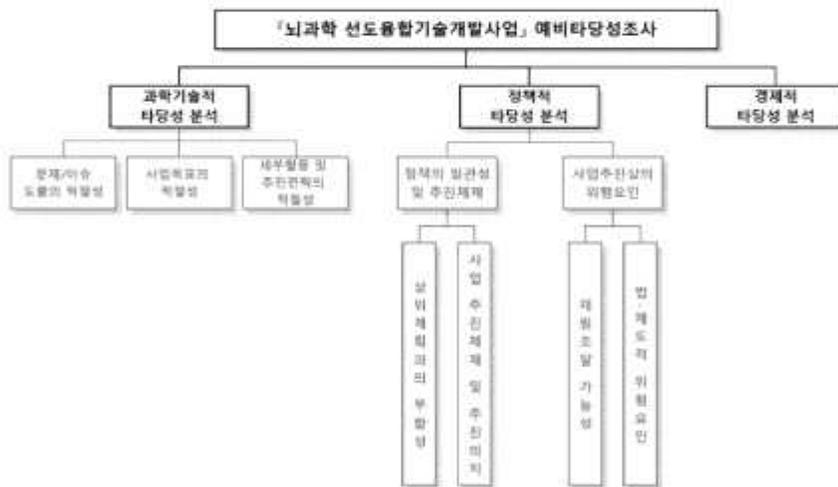
[설문 1.1과 1.2]는 「뇌과학 선도융합기술개발사업」의 타당성을 평가하는데 있어 과학기술적, 정책적, 경제적 타당성 분석의 상대적 중요도와 평가항목별 상대적 중요도를 판단하기 위한 것입니다. 「뇌과학 선도융합기술개발사업」의 경우, 어느 평가항목이 상대적으로 얼마만큼 더 중요하다고 생각하시는지 신중히 판단하여 응답해 주십시오.

1.1 사업에 대한 의사결정에 있어서 과학기술적 타당성 분석, 정책적 타당성 분석, 경제적 타당성 분석 간의 상대적 중요도가 어느 정도라고 생각하십니까?

※ 100점 만점으로 응답하여 주십시오. 사업유형별로 각 항목별 가중치 제시범위는 아래와 같습니다.

- 도전·혁신형(과학기술성 : 정책성 : 경제성 = 55~65% : 20~40% : 5% 이하)

과학기술적 : 정책적 : 경제적 타당성 = () : () : ()

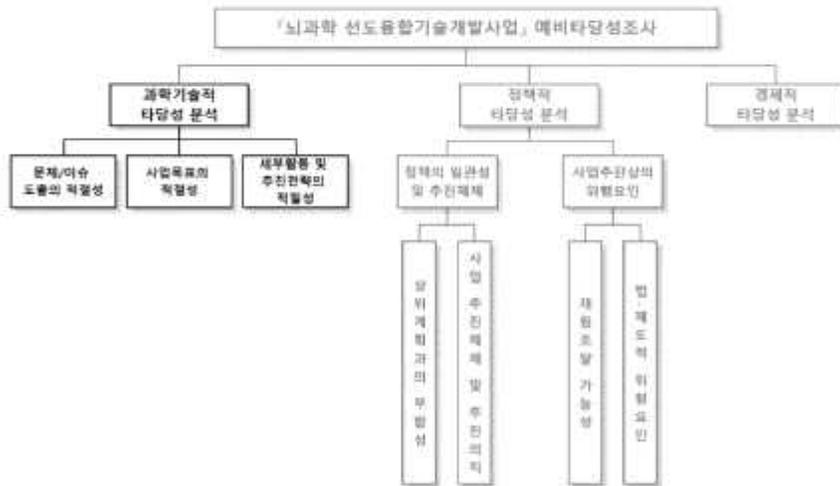


[그림 2] 제1계층 중요도 평가

12 과학기술적 타당성 분석, 정책적 타당성 분석, 그리고 경제적 타당성 분석의 세부 평가 항목별로 좌측에 기재된 평가항목이 우측에 기재된 평가항목에 비해 상대적으로 얼마나 중요한지를 해당하는 숫자에 V표 하십시오.

12.1 과학기술적 타당성 분석의 제2계층

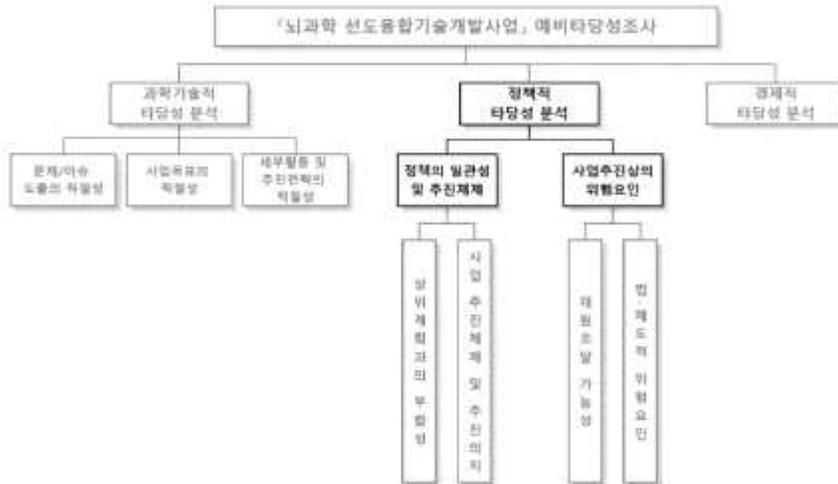
세부 평가항목	경대요 (9)		중대요 (7)		중요 (5)		약간중요 (3)		중요 (5)		중대요 (7)		경대요 (9)		세부 평가항목
	(8)	(6)	(4)	(3)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	
문제/이슈 도출의 적절성															사업목표의 적절성
문제/이슈 도출의 적절성															세부활동 및 추진전략의 적절성
사업목표의 적절성															세부활동 및 추진전략의 적절성



[그림 3] 과학기술적 타당성 제2계층 중요도 평가

122 정책적 타당성 분석의 제2계층

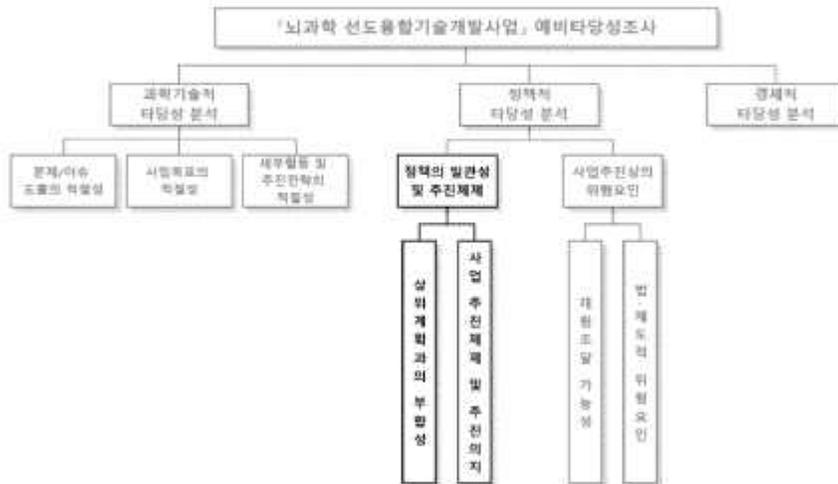
세부 평가항목	절대 중요도 (9)		매우 중요도 (7)		중요 (5)		약간 중요도 (4)		중 (3)		중요 (1)		세부 평가항목
	(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	(0)			
정책의 일관성 및 추진체계													사업추진상의 위험요인



[그림 4] 정책적 타당성 제2계층 중요도 평가

1.2.3 정책적 타당성 분석의 제3계층 : 정책의 일관성 및 추진체계 하위항목

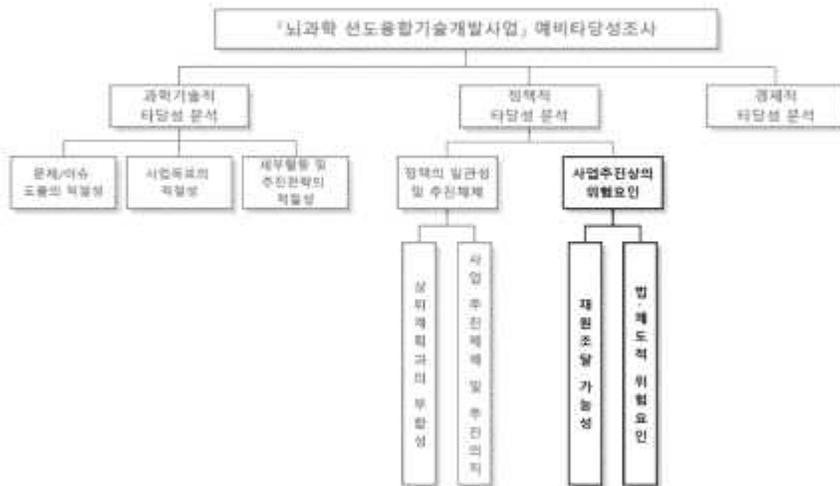
세부 평가항목	중대중요 (9)	중요 (8)	중요 (7)	중요 (6)	중요 (5)	중요 (4)	중요 (3)	중요 (2)	중요 (1)	중요 (2)	중요 (3)	중요 (4)	중요 (5)	중요 (6)	중요 (7)	중요 (8)	중요 (9)	세부 평가항목
상위 계획과의 부합성																		사업 추진체계 및 추진의지



[그림 5] 정책적 타당성 제3계층의 중요도 평가 : 정책의 일관성 및 추진체계 하위 항목

1.2.4 정책적 타당성 분석의 제3계층 : 사업 추진상의 위험요인 하위 항목

세부 평가항목	중요도 (9)	(8)	매우 중요 (7)	(6)	중요 (5)	(4)	약간 중요 (3)	(2)	중요 (2)	약간 중요 (3)	(4)	(5)	(6)	매우 중요 (7)	(8)	중요 (9)	세부 평가항목
재원조달 가능성																	법·제도적 위험요인



[그림 6] 정책적 타당성 제3계층의 중요도 평가 : 사업 추진상의 위험요인 하위 항목

[설문 2] 평가항목별 시행/미시행 대안의 평점 부여

[설문 2]는 「뇌과학 선도융합기술개발사업」의 시행과 미시행 여부를 판단하기 위한 것입니다. 조사 결과를 참고하시어 사업을 시행하는 대안(사업 시행)과 시행하지 않는 대안(사업 미시행) 중 어느 대안이 상대적으로 더 적절하다고 생각하시는지 평가항목을 기준으로 해당하는 숫자에 V표 하십시오.

평가항목	대안	←					→					대안							
		점대점점 (9)	(8)	매우적절 (7)	(6)	적절 (5)	(4)	약간적절 (3)	(2)	중립 (1)	(2)		약간적절 (3)	(4)	적절 (5)	(6)	매우적절 (7)	(8)	점대점점 (9)
문제/이슈 대응의 적절성	사업 시행																		사업 미시행
사업목표의 적절성	사업 시행																		사업 미시행
세부활동 및 추진전략의 적절성	사업 시행																		사업 미시행
상위계획과의 부합성	사업 시행																		사업 미시행
사업 추진체계 및 추진의지	사업 시행																		사업 미시행
재원조달 가능성	사업 시행	필요요인이 있을 경우 중립, 문제가 있을 경우는 미시행 선택으로 선택 부아																	사업 미시행
법·제도적 위협요인	사업 시행																		
경제성	사업 시행																		사업 미시행

부록 2. 동 사업 종합평가 정책 제언서

「뇌과학 선도융합기술개발사업」의 종합평가(AHP) 정책제언

□ 작성자

성명	(서명)	연락처	
소속		전화	
직위		E-mail	

□ 정책 제언

○ 동 사업에 대한 정책제언