

2025년도 사업계획 적정성 검토 보고서

협업지능 피지컬AI 기반 SW플랫폼

연구개발 생태계 조성(R&D)

2026. 8.



한국과학기술기획평가원
Korea Institute of S&T Evaluation and Planning

제 출 문

과학기술정보통신부 장관 귀하

본 보고서를 「협업지능 퍼지컬AI 기반 SW플랫폼 연구개발 생태계 조성(R&D)」의
사업계획 적정성 검토 최종보고서로 제출합니다.

2026. 8.

주관연구기관명: 한국과학기술기획평가원(KISTEP)

내 부 연 구 진: 박정일 KISTEP 연구위원(PM)
김윤정 KISTEP 연구위원
최정미 KISTEP 연구원

외 부 자 문 단: 강명구 디지털ESG얼라이언스 사무총장
김승준 광주과학기술원 교수
김찬준 산업연구원 선임연구위원
손병희 마음AI 연구소장
이은서 한국전자통신연구원 책임연구원

목 차

요 약	1
 제 1 장 사업 개요	 33
1. 사업 개요	33
2. 주요 내용	37
 제 2 장 기초자료 분석	 47
제 1 절 피지컬 AI 개요	47
1. Physical AI 정의 및 범위	47
2. 피지컬 AI 유사 인접 개념 비교	49
3. 피지컬 AI 핵심 구성요소	50
제 2 절 피지컬 AI 관련 국내외 정책 동향	51
1. 주요 국가별 피지컬 AI 관련 정책	51
2. 국내 관련 정책	54
3. 피지컬AI 관련 정부사업 현황	56
제 3 절 피지컬 AI 관련 국내외 기술개발 동향	58
1. 글로벌 기술 개발 동향	58
2. 국내 기술 개발 동향	64
제 4 절 피지컬 AI 관련 국내외 정부/민간 투자 동향	65
1. 글로벌 투자 동향	65
2. 국내 투자 동향	67

제 5 절 국내 AI 실증 인프라 현황	69
1. AI 테스트베드	69
2. 데이터센터	69
3. AI 팩토리	70
제 6 절 피지컬 AI 관련 법제도 현황	71
제 3 장 과학기술적 타당성 분석	73
제 1 절 문제 및 이슈 도출의 적절성	73
1. 문제/이슈 식별 과정의 적절성	73
2. 과학기술기반 문제/이슈 해결의 중요성 및 필요성	75
제 2 절 사업목표의 적절성	76
1. 사업목표와 해결할 문제/이슈와의 연관성	77
2. 사업 성과지표의 적절성	79
3. 내역사업 비전 및 성과지표 설정의 적절성	83
4. 수혜자 표적화의 적절성	86
제 3 절 세부활동 및 추진전략의 적절성	87
1. 세부활동과 사업목표의 연관성	87
2. 세부활동 도출의 적절성	90
3. 기간추정 및 시간적 선후관계의 적절성	118
4. 추진체계 및 전략의 적절성	122
제 4 장 정책적 타당성 분석	129
제 1 절 정책의 일관성 및 추진체계	129
1. 상위계획과의 부합성	129
2. 사업 추진체계 및 추진의지	139

제 2 절 사업 추진상의 위험요인	147
1. 재원조달 가능성	147
2. 법·제도적 위험요인	154
3. 사업특수항목 (지역균형발전)	157
 제 5 장 경제적 타당성 분석	159
제 1 절 비용 추정	159
1. 총 사업비의 구성	159
2. 적정 사업비 검토	160
 제 6 장 종합분석 및 결론	188
제 1 절 사업계획 원안에 대한 조사결과	188
제 2 절 주관부처 소명자료에 대한 검토결과	194
제 3 절 대안의 도출	225
제 4 절 결론 및 정책제언	232
 참고문헌	237

표 목 차

<표 2-1> Physical AI에 대한 정의	47
<표 2-2> Physical AI의 대표 사례	48
<표 2-3> Physical AI의 기술적 구성요소 및 기능 범위	51
<표 3-1> 성과 목표 및 성과지표	79
<표 3-2> 사업 지원 논리 모형	80
<표 3-3> 성과지표별 산식 및 연차별 목표	82
<표 3-4> 기술수요 응답자 분포 및 기술수요 분야	90
<표 3-5> 주관부처 제시 장비구축 우선순위	94
<표 3-6> 총괄위원회 구성	97
<표 3-7> 기술기획위원회 구성	98
<표 3-8> 기술기획위원회 주요 운영 내용	99
<표 3-9> 기술기획위원회 전체 워크숍 주요 내용	99
<표 3-10> 내역사업 1-2 주요 지원 내용	113
<표 3-11> 퍼지컬AI 얼라이언스 구축(안)	116
<표 3-12> 퍼지컬AI 얼라이언스 지원 내용(안)	116
<표 3-13> 연구개발활동 및 시설/장비 구축 일정	118
<표 3-14> 장비구축을 위한 테스트베드별 필요공간 및 건축공간	120
<표 3-15> 사업기간 내 임시 사업단 운영공간 및 임시 장비구축 공간	120
<표 3-16> 각 시설구축별 건설공사 예산 투입계획	121
<표 3-17> 연구주체 참여자격	123
<표 3-18> 내역사업 1-1 평가항목	125
<표 3-19> 내역사업 1-2 주요 평가항목	126
<표 3-20> 내역사업 1-2의 연차별 지원과제 수	127
<표 4-1> 상위계획과의 부합성 검토 결과	129
<표 4-2> 상위계획과의 부합성 평점 결과	129
<표 4-3> 본 조사에서의 검토 대상 유사사업	139
<표 4-4> 스마트 제조혁신 기술개발 지원 개요	140
<표 4-5> 스마트 제조혁신 기술개발 지원 개요	141
<표 4-6> 국가로봇테스트필드 지원 개요	143

<표 4-7> 산업 특화형 피지컬AI 핵심기술 PoC 지원 개요.....	144
<표 4-8> AI자율제조SDM플랫폼기술개발 지원 개요.....	145
<표 4-9> 로봇산업기술개발사업 지원 개요.....	146
<표 4-10> 연도별/주체별 분담 예산.....	147
<표 4-11> 내역사업 부문별 재원 분담 계획.....	147
<표 4-12> 2024~2028년 국가재정운용계획	148
<표 4-13> 과학기술정보통신부 정부연구개발예산 현황.....	148
<표 4-14> 지역균형발전 특별회계 부처별 정부연구개발예산현황.....	149
<표 4-15> 최근 5년간 전북특별자치도 예산대비 채무비율.....	149
<표 4-16> 연도별 지방비 예산 투입계획.....	150
<표 4-17> 지자체별 기능별/회계별 세출예산.....	151
<표 4-18> 내역사업 2 - 재원 분담 계획.....	152
<표 4-19> 기반구축형 연구개발사업 국비지원 인정기준.....	152
<표 4-20> 입지적정성 검토 결과	157
<표 4-21> 전북특별자치도/완주군의 지역낙후도 순위	158
<표 5-1> 원안 대비 조정안 비교(국고기준).....	160
<표 5-2> 주관부처 제시 내역사업1-2 기술확산형 사업 개요.....	162
<표 5-3> 내역사업1-2 기술확산형 사업의 예산 및 지원과제수(주관부처)	162
<표 5-4> 주관부처의 지원과제수를 반영한 예산 검토.....	163
<표 5-5> 시설별 주요 기능.....	164
<표 5-6> 총사업비 항목 세부 내용.....	165
<표 5-7> 건설투자 GDP Deflator.....	165
<표 5-8> 사업구축계획서의 공사단가 및 공사비.....	166
<표 5-9> 일반형 연구시설 중 연면적 6천㎡대 유사시설 공사비 단가 평균(4개소)··	167
<표 5-10> 유사 데이터센터 공사비 단가평균(4개소).....	168
<표 5-11> 일반형 공장시설 중 연면적 7천㎡대 유사시설 공사비 단가평균(2개소)··	168
<표 5-12> 신재생에너지 공급 의무 비율(제15조제1항제1호 관련).....	169
<표 5-13> 검토안 건축공사비 산정	170
<표 5-14> 시설부대경비 산정기준.....	171
<표 5-15> 시설부대비 산정을 위한 시설별 공사비 및 적용기준.....	172
<표 5-16> 설계비 산정.....	172
<표 5-17> 건축부문 대가요율.....	173
<표 5-18> 건축물의 종별 구분	173
<표 5-19> 감리비 요율	174

<표 5-20> 감리비 산정.....	174
<표 5-21> 조사 및 측량비 등 산정.....	175
<표 5-22> 시설부대비 요율	175
<표 5-23> 시설부대비 산정.....	176
<표 5-24> 사업부지 지형도.....	177
<표 5-25> 사업계획서의 전체 사업부지 보상단가 및 용지보상비.....	177
<표 5-26> 3개 동 사업부지 용지보상비 산정.....	178
<표 5-27> 기반구축비용 내역 비교표.....	179
<표 5-28> 총사업비 연차별 투자계획.....	180
<표 5-29> 장비 구축계획의 적정성 분석 결과.....	182
<표 5-30> 사업계획의 운영인원 투입계획(2026년~2030년).....	183
<표 5-31> 사업계획의 운영비 투입계획(2026년~2030년).....	183
<표 5-32> 2024년도 학술연구용역 인건비 기준단가.....	184
<표 5-33> 검토안의 직급별 연급여 적용단가.....	184
<표 5-34> 검토안 연도별 인건비(2026년~2030년).....	185
<표 5-35> 유사 기관의 1인당 평균 경상운영비 실적자료.....	185
<표 5-36> 검토안 연도별 경상운영비.....	186
<표 5-37> 시설유지관리비 산정.....	186
<표 6-1> 소명자료를 통해 제시된 성과목표지표(변경).....	195
<표 6-2> 내역사업 1-1 성과지표의 변경전후 비교.....	197
<표 6-3> 내역사업 1-2 성과지표의 변경전후 비교.....	198
<표 6-4> 내역사업 2 신규 성과지표.....	198
<표 6-5> 내역사업 3 신규 성과지표.....	198
<표 6-6> 내역사업 1-2 기술확산형 R&D과제의 단계별 구분.....	206
<표 6-7> 소명자료를 통해 제시된 추진주체별 역할(변경).....	208
<표 6-8> 소명자료를 통해 제시된 운영조직 및 담당업무(내역사업3).....	210
<표 6-9> 소명자료를 통해 제시된 민자 조달 가능성 관련 검토자료.....	212
<표 6-10> 소명자료를 통해 제시된 투자, 소유, 사용권 및 운영권	213
<표 6-11> 기존(안)과 추가 소명(안)의 비교.....	215
<표 6-12> 내역사업 1-2 기술확산형 R&D과제의 단계별 구분.....	216
<표 6-13> 참여 주체별 역할(추가 소명자료).....	217
<표 6-14> 기술전문위원회 개요.....	218
<표 6-15> 인건비 및 운영비 연차별 요구 내용(내역사업3).....	218
<표 6-16> 중개R&D(1단계) 지원과제 건수 및 연차별 예산	220

<표 6-17> 적용R&D(2단계) 및 적용기술 업데이트 및 사후관리 지원 계획.....	221
<표 6-18> 주체별 참여 조건.....	221
<표 6-19> 사업단장의 권한 및 책임.....	223
<표 6-20> 사업단장의 지원자격 및 임용요건.....	223
<표 6-21> 사업단 운영조직 및 담당업무(내역사업3).....	224
<표 6-22> 원안 대비 조정안 비교(국고기준).....	226
<표 6-23> 유사 사업 과제당 연구비 및 주요 내용.....	227
<표 6-24> 적용R&D(2단계) 원안 및 조정안의 비교.....	228
<표 6-25> 장비구축을 위한 테스트베드별 필요공간 및 건축공간.....	228
<표 6-26> 기반구축비용 내역 비교표.....	229
<표 6-27> 장비 구축계획의 적정성 분석 결과.....	230
<표 6-28> 연구관리전문기관 총 관리예산 및 기획평가관리비 현황.....	231
<표 6-29> 사업계획서(A)와 실무조정위원회 조정안 비교.....	233
<표 6-30> 실무조정위원회 조정안에 따른 재원별·연도별 투자계획(안).....	234
<표 6-31> 실무조정위원회 조정안에 따른 내역별·연도별 투자계획(안).....	234

그림 목차

[그림 2-1] K-로봇경제 실현전략.....	55
[그림 2-2] 美 FigureAI의 휴머노이드 로봇 사례.....	58
[그림 2-3] 中 드론 사례.....	60
[그림 2-4] EU 자율주행 트럭 군집주행 사례.....	62
[그림 2-5] 日 제조 로봇 사례.....	63
[그림 3-1] 동 사업의 비전-목표-성과목표 구조도.....	77
[그림 3-2] 총괄 과제 입력/결과물 및 연계도.....	88
[그림 3-3] 사업기획 추진체계.....	97
[그림 3-4] 동 사업의 추진체계.....	115
[그림 3-5] 동 사업의 추진체계.....	122
[그림 3-6] 내역사업 1-2 추진체계.....	124
[그림 3-7] 협업지능 퍼지컬AI 핵심기술개발 및 확산 연구개발 개념도.....	128
[그림 4-1] 제5차 과학기술기본계획.....	130
[그림 4-2] 제1차 국가전략기술 육성 기본계획.....	132
[그림 4-3] 제8차 산업기술혁신계획.....	133
[그림 4-4] 제4차 지능형 로봇 기본계획.....	134
[그림 4-5] 제6차 지방과학기술진흥종합계획.....	135
[그림 4-6] 새정부 경제성장전략.....	136
[그림 4-7] AI 컴퓨팅 인프라 확충을 통한 국가 AI 역량 강화방안.....	137
[그림 4-8] 5국3특 국가균형성장 추진전략 설계도.....	138
[그림 4-9] 국제무역기구(WTO) 조치가능보조금 분석틀.....	154
[그림 6-1] 내역사업 1-2 기술확산형 R&D 지원추진 체계.....	205
[그림 6-2] 소명자료를 통해 제시된 사업 추진체계(변경).....	207
[그림 6-3] 사업 추진체계(추가 소명자료).....	217
[그림 6-4] 사업추진 프로세스.....	219
[그림 6-5] 사업 추진체계.....	222

약

요



요 약

1. 사업 개요 및 조사방법

1. 사업 개요

총사업비		10,000억 원 (국고:6,000, 지방비:1,500, 민자:2,500)	사업기간	2026년~2030년 (5년)
추진 주체	주관 부처	과학기술정보통신부/정보통신산업정책과		
	지자체 ·기관	전북특별자치도/전환산업과 피지컬AI TF팀,정보통신산업진흥원/지역AX확산팀		
사업목표		○ 차세대 협업지능 피지컬AI 연구생태계 조성으로 피지컬 AI 강국 1등 국가 도약 - 피지컬AI 선순환 R&D 구조 실현으로 피지컬AI 기술 경쟁력 확보 (성과목표) 협업지능 피지컬 AI 핵심기술확보(삼극특허), 협업지능형 피지컬 AI 기반조성 (시설/장비구축 진행률), 피지컬 AI 활용·확산(피지컬 AI모델 검증률)		
추진체계 및 추진전략		□ 사업수행주체 ○ 주관부처 : 과학기술정보통신부(정보통신산업정책과) ○ 수행기관 : 피지컬 AI 융합기술 사업단 □ 사업운영체계 <pre>graph TD MSIT[과학기술정보통신부] --- PP[정책기획] MSIT --- KCC[총괄운영위원회] MSIT --- KRISS[과학기술정보통신연구원] PP --- PT[전북] PP --- JW[완주] KCC --- PAAI[피지컬AI 융합기술 사업단] KRISS --- PAAI PAAI --- KJWB[경영지원본부] PAAI --- KGB[연구개발본부] PAAI --- IOO[인프라 운영관리 본부] KJWB --- KJW[경영지원팀] KJWB --- GLH[글로벌 협력팀] KJWB --- SGP[성과관리 홍보팀] KGB --- KB[기반 연구팀] KGB --- PA[PA 연구확산팀] KGB --- PH[표준화팀] IOO --- IO[인프라 구축팀] IOO --- SSO[실증스테이션 운영팀] IOO --- TB[테스트베드 운영팀]</pre>		

2 협업지능 퍼지컬AI 기반 SW플랫폼 연구개발 생태계 조성 사업계획 적정성 검토 보고서

주요 내용	□ 사업 내용 및 총사업비 구성 ○ (협업지능 퍼지컬AI 핵심기술개발 및 확산, 5,485억원) 협업지능 퍼지컬AI 기반 핵심기술 개발과 개발 기술의 검증을 지원 - (혁신도전형, 3,985억원(국비:3,000, 민자:985)) 협업지능 퍼지컬AI 기반 핵심 기술 및 관련 SW플랫폼 개발 등 기반연구 7건, 응용연구 3건의 연구개발 수행 - (기술확산형, 1,500억원(국비:1,000, 민자:500)) 다양한 산업군에 적용 가능한 산업 특화형 AI 솔루션의 실증 및 확산 체계 구축 (지원과제: PoC 과제(단일 공정 대상, 5억 내외(국비기준), 6개월), 기술적용형 R&D 과제(복합공정 대상, 10억 내외(국비기준), 12개월) 지원) ○ (핵심 연구인프라 구축 및 연구 클러스터化 추진, 4,255억원) 미래모빌리티 협업지능 퍼지컬AI 기반 SW 플랫폼 연구클러스터 기반(시설, 장비)을 조성 - (개방형 연구클러스터 조성, 2,295억원(지방비:1,395, 민자: 900)) 퍼지컬AI 기술의 현장 실증과 협업 확산을 이끄는 핵심연구 인프라·테스트베드 - (기술실증 테스트베드 플랫폼化 추진, 1,960억원(국비: 1,760, 지방비:100, 민자:100)) 산업공정 기반으로 협업지능 퍼지컬AI 기반 통합 제어 환경을 구현하고, 각 구역별 장비를 구축 ○ (사업단 운영, 260억원(국비:240, 지방비:5, 민자:15)) 글로벌 연구 협업 생태계 수립
기대효과	○ 과학기술적 파급효과 - (AI 기술의 실세계 적용 확장) 기존의 가상공간 중심 AI 연구에서 벗어나, 실제 산업현장 중심의 고난도 제어 문제 해결 가능 - (협업지능 퍼지컬 AI 기반 자율제어 기술 진보) 협업지능을 적용한 다중 에이전트 시스템, 비정형 환경 대응 로봇 제어, 온디바이스 학습형 AI 등 차세대 AI 연구 개발의 핵심 기술로 진화 가능 - (플랫폼 기반 실증 중심 R&D 체계 확산) 국가 전체 퍼지컬 AI 기술자립도를 제고하고, 관련 국가전략기술 경쟁력 강화를 통한 소비러닝AI 기술 확보 - (산학연 기술협력 구조 고도화) AI 플랫폼 기업, 제조 기업, 연구기관, 지역 대학 간 데이터-기술-실증 간 연계가 강화되어, 오픈 이노베이션 생태계 중심의 공동 기술개발 기반 조성

2. 조사방법

가. 과학기술적 타당성 분석

- ☐ 주관부처에서 제출한 사업계획서의 내용을 기초로 문제/이슈 발굴의 적절성, 정부 R&D 사업 추진의 필요성을 평가하여 문제/이슈 도출의 적절성을 분석함
- ☐ 사업목표 설정 근거의 적절성 및 목표 달성 가능성, 성과지표 설정의 적절성 및 객관적 측정 가능성을 분석함
- ☐ 사업목표 달성을 위한 세부활동 도출 과정, 구성 및 내용, 목표수준 설정 근거, 기간 및 논리적 선후관계, 사업 추진전략의 적절성 등을 분석함

나. 정책적 타당성 분석

- ☐ 동 사업의 목표 및 세부활동과 관련된 상위계획과의 부합성을 검토하고, 주관부처의 추진의지 및 추진체제의 적절성을 분석함
- ☐ 재원조달 가능성과 법·제도적 위험요인을 검토하여 향후 사업의 추진과정에서 발생할 수 있는 위험요인을 분석함

다. 경제적 타당성 분석

- ☐ 사업의 총 사업비 산정과정과 규모의 적절성을 세부항목별로 구분하여 점검한 후 각각의 적정 비용을 추정함

2. 과학기술적 타당성 분석

1. 문제/이슈 도출의 적절성

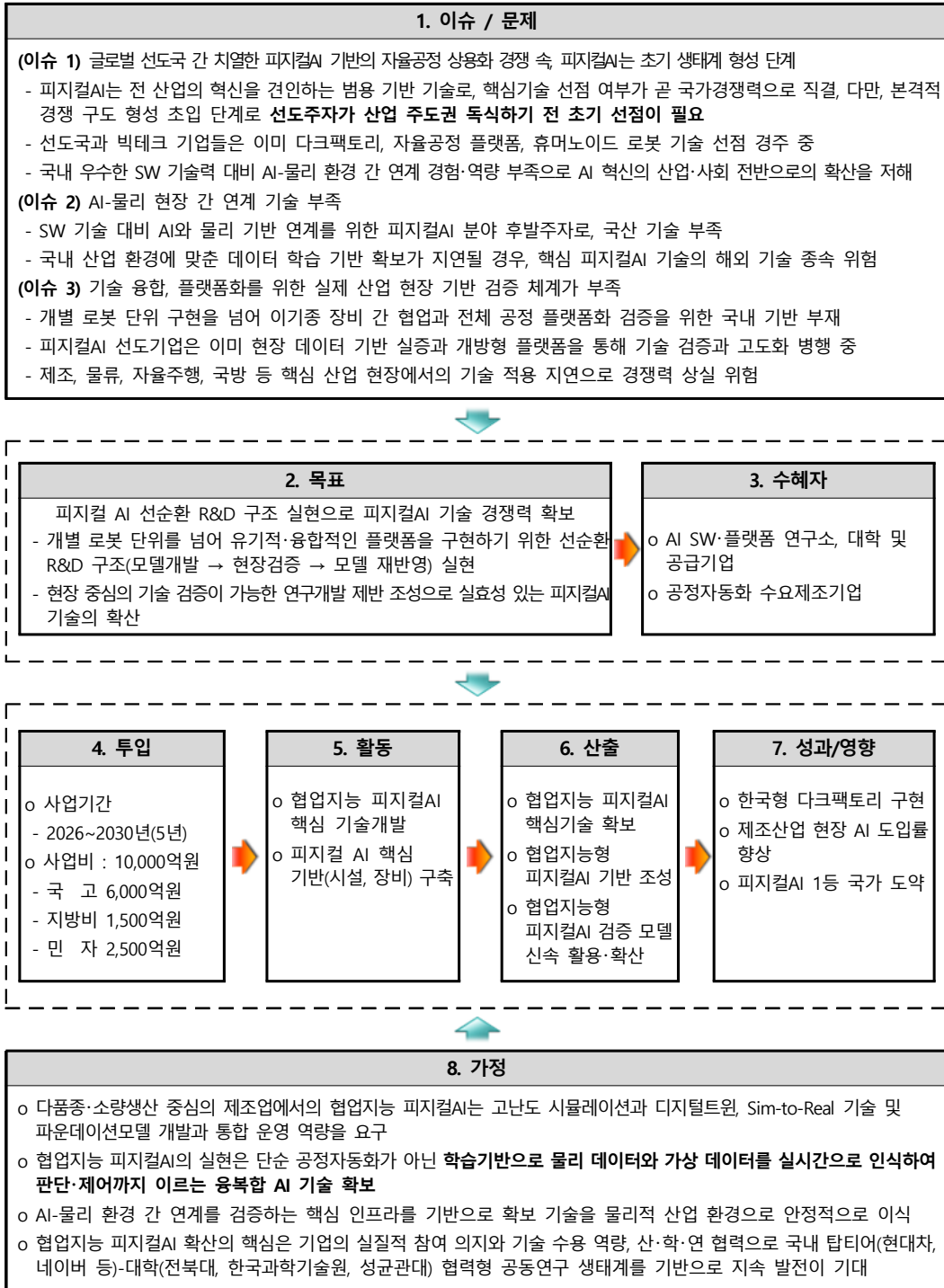
가. 문제/이슈 도출의 적절성

- ☐ 주관부처는 동 사업이 해결해야 할 문제/이슈로 ① 한국형 협업지능 퍼지컬 AI 핵심기술 개발 및 적용 확산지원 시급, ② 한국형 협업지능 퍼지컬AI 신뢰성·적용성 확보를 위한 개방형 연구/실증기반 구축이 시급함을 제시함
- ☐ 한국형 협업지능 퍼지컬 AI의 핵심 기술과 신뢰성 적용성 확보를 위한 연구 및 실증기반 구축이 시급하다고 제시하고 있으나, 상세한 분석보다는 선언적인 내용으로만 제시되어 동 사업을 통한 지원 범위가 명확하지 않은 한계가 존재함
- (협업지능 퍼지컬 AI 정의 및 범위) 기존 기술과 동 사업에서 추진하는 협업지능 퍼지컬 AI기술의 아키텍처 차이를 시각화하는 등 본 사업이 해결하고자 하는 기술적·산업적 본질의 문제 정의를 명확히 할 필요가 있음
- (기반구축 필요성 및 범위) 퍼지컬AI 기술 공급 주체의 개발 환경 요구사항과 수요 주체(제조업체)의 실증 환경 요구사항을 동시에 충족할 수 있도록 기존 기반 구축의 문제점 등을 분석하고 사용자별 요구사항(User Requirements)을 구체적으로 도출하여 제시하여야 함

나. 과학기술기반 문제/이슈 해결의 중요성 및 필요성

- ☐ 범용 AI(SW)를 넘어 물리 세계와 결합하는 퍼지컬 AI는 AI 진화의 궁극적 지향점이며, 글로벌 기술 패권 선점을 위한 국가 전략적 필수 영역으로 그간의 SW·범용 AI 중심 투자를 보완하여, 산업 현장에 직접 적용 가능한 해당 분야 R&D 지원 체계 마련이 필요함
- 기존 자동화 시스템이 해결하지 못한 비정형적·복합적 현장 문제를 AI와 물리 시스템의 결합(퍼지컬 AI)으로 해결하기 위한 정부 투자의 필요성은 인정됨
- 국가 차원의 전략기술 확보를 통해 글로벌 기술 패권 경쟁에서 우위를 점하고, 산업 현장의 생산성과 안전성을 혁신적으로 개선하여 산업 경쟁력 제고가 필요함

2. 사업목표의 적절성



가. 사업목표와 해결할 문제/이슈와의 연관성

- ☐ 주관부처는 ‘피지컬AI 선순환 R&D 구조 실현으로 피지컬 기술 경쟁력 확보’를 목표로 제시하고, 성과목표로서 ‘협업지능 피지컬AI 핵심기술 확보’, ‘협업지능형 피지컬 AI기반 조성’, ‘피지컬AI 활용·확산’을 제시함
- ☐ 주관부처가 제시한 사업목표는 동 사업이 해결하고자 하는 주요 문제 및 이슈, 사업의 비전과 포괄적인 연관성은 존재하는 것으로 판단되나, 사업목표 설정을 위한 정책수단과 이를 통해 달성하고자 하는 정책목표 간의 관계가 명확히 드러나지 않는 한계가 존재함
- 정책목표로 제시된 ‘피지컬 AI 기술 경쟁력 확보’는 원천기술 개발, 시스템 고도화, 산업 및 시장 경쟁력 강화 등 다차원적 요소를 포함하는 포괄적인 목표임에도 불구하고, 사업을 통해 중점적으로 강화하고자 하는 경쟁력의 범위와 우선순위가 명확히 제시되지 않아, 정책수단과 정책목표 간의 연계성이 충분히 구체화되지 못한 것으로 판단됨
- ☐ 사업의 비전 및 목표와 성과목표로 이어지는 체계에서 성과목표는 사업의 목표 달성에 기여할 수 있도록 논리적으로 설정되어야 하나, 제시된 성과목표인 ‘협업지능 피지컬AI 핵심기술 확보’, ‘협업지능형 피지컬 AI기반 조성’, ‘피지컬AI 활용·확산’은 단순히 사업의 세부활동의 목표이므로, 각 성과목표가 사업목표 달성에 어떠한 방식으로 기여하는지에 대한 연계성이 충분히 드러나도록 할 필요가 있음

나. 사업 성과지표의 적절성

- ☐ 성과지표는 성과목표의 달성도를 객관적으로 측정할 수 있는 지표(연구성과평가법 제2조제7호)로서 사업 수행을 통해 의도한 목적의 달성을 확인하는 것으로 사업의 목표와 연계성을 지녀야 함
- 개별 세부활동의 추진 결과가 사업목표 달성으로 어떻게 귀결되는지, 나아가 성과목표가 사업목표 달성에 어느 정도 기여하는지를 판단이 가능하도록, 사업을 통해 의도한 정책적·기술적 성과의 실질적인 달성 여부를 객관적으로 확인하기 위한 성과목표/지표의 재설정이 필요함
- ☐ 제시된 성과목표와 이에 대응하는 성과지표는 형식적으로는 대응 관계를 갖추고 있으나, 성과목표의 성격과 성과지표의 내용 간 정합성이 충분히 확보되지 못한 한계가 존재함

- 단순 예산 투입에 따라 달성되는 시설·장비 구축 진행률(%)과 같은 과정지표는 지양하고, 사업의 실질적 성과를 대변할 수 있는 결과지표 중심으로 재설정되어야 함
- 동 사업에서 제안한 삼극특허와 같은 지표는 사업 초기(1~2년 차)의 성과 관리 공백이 발생하므로 연구개발 초기 단계의 실질적인 진척도를 모니터링할 수 있도록 단계를 구분하여 성과목표/지표를 수립하는 등 관리계획 마련이 필요함

다. 내역사업 비전 및 성과지표 설정의 적절성

- 주관부처가 제시한 성과지표(논문, 특허, 기술이전 등)는 단순 투입 대비 산출물(Output) 위주의 공통지표로서 각 내역사업이 지향하는 비전의 구체적인 성과(Outcome)를 측정하기에 한계가 존재할 것으로 판단됨
- 동 사업에서 제시하고 있는 '협업지능'이나 '퍼지컬 AI'와 같은 고도화된 기술의 비전은 실제 산업 현장의 지능화 수준, 작업 효율성 개선도, 정밀도 향상 등 기술적 성능 지표(KPI)로 측정되어야 하나, 일반적인 R&D 지표인 SCI 논문과 특허 건수에 치중되어 있음
- 동 사업의 개별 내역사업의 비전을 토대로 도출된 성과목표/지표 중 일부가 상위 사업의 목표로 단순히 반복되어 있으므로 성과목표/지표 설정시 단계별 마일스톤 등이 고려될 필요가 있는 것으로 판단됨
- 사업 초기 성과 산출이 어려운 지표의 경우, 최종 목표에 도달하기 위한 단계별 성과목표·지표를 도입하는 등 개선이 필요하며, R&D 성숙도에 따른 구분(예, 1단계(3년)/2단계(2년)) 등을 통해 단계별 특성을 고려한 성과목표·지표 설정을 고려할 필요가 있음

라. 수혜자 표적화의 적절성

- 주관부처는 동 사업의 수혜자로 (1차) AI SW·플랫폼 연구소, 대학 및 공급기업 (2차) 공정자동화 수요제조기업으로 설정하였으나, 수요조사의 대부분은 수요제조기업 및 대학 등 연구기관을 대상으로 하고 있음
 - 그러나, 수요조사의 대부분은 기술을 사용하는 수요 제조기업이나 대학 등 연구기관에 치중되어 있어, 실질적인 기술공급자인 소프트웨어 및 AI플랫폼 기업 등 기술 공급 생태계의 목소리가 반영되도록 하여야 함

3. 세부활동 및 추진전략의 적절성

가. 세부활동과 사업목표의 연관성

- 사업 목표는 구성되는 하위의 세부사업 및 과제의 목표와 연계되어야 하며 구조적인 연계성이 확립되어야 최하위 세부활동의 내용이 사업의 목표와 연계되어 사업을 추진함에 일관성을 확보할 수 있음
 - 주관부처는 '기반연구-응용연구-실증-인프라'로 이어지는 전주기 생태계 구성을 제시하고 있으나, 선언적인 흐름도에 불과하여, 각 세부활동 간의 물리적 접합점(Interface)과 실질적인 협업 메커니즘이 구체화되지 않아 사업 목표 달성의 불확실성이 존재함
 - (기반연구-응용연구간 연계) 기반연구 간의 연계, 기반연구-응용연구 간의 연계 등에 대한 내용을 제시하고 있으나, 기술 규격의 통일, 데이터 환류의 강제, 일정의 동기화, 이해관계 조정(Governance) 등을 포함한 실행 중심의 추진 체계가 사업계획서에 구체화되어야 함
 - (연구-인프라 간) 시설·장비는 데이터의 확보 및 연구개발 성과 검증 등을 위해 존재하여야 하나, 현재 계획상 인프라 구축 완료 시점과 R&D 데이터 확보 및 성과 검증 시점 등 시간적 동기화(Synchronization) 전략을 마련하고, 장비도입 지연 등 사업 추진과정에서 발생할 수 있는 위험요인에 대한 선제적인 대응 방안 마련이 필요함
 - 장비 구축과 R&D 마일스톤(Milestone)을 정교하게 매칭한 단계별 로드맵을 보완하고, 실질적인 인프라 활용 현황 등을 점검하기 위한 체계를 마련하는 등 구축된 인프라의 활용도를 극대화하기 위한 전략이 필요함
- 동 사업의 목표 달성을 위해 연구개발과제간 또는 연구개발과제-인프라간 세부활동의 효과적, 유기적, 효율적 연계를 위해서는 추가적인 통합성과 관리 마련이 필요함
 - 과제별 독립적인 성과목표/지표 이외에 연계 성과에 가중치를 설정하는 등 성과지표(KPI) 중심의 연계 강화 전략 등에 대한 검토가 필요함
 - 총괄과제 간의 인터페이스와 데이터 흐름을 상시 모니터링하고 조정하는 실질적인 컨트롤타워 역할을 수행하는 추진체계에 대한 고려가 필요함
 - 과제간의 실질적인 협력을 유도할 보상과 제재 등 구체적인 인센티브 전략에 대한 고려가 필요할 수 있음

나. 세부활동 도출의 적절성

(1) 수요조사의 적절성

- 사업의 세부활동을 선정하는 과정에서 수요조사는 중요한 절차이며, 단순히 수요조사를 실시한 사실로만 긍정적인 평가를 받을 수 없으며, 수요조사 목적, 방법, 대상 및 결과 등의 적절성이 전제되어야 함
- 주관부처는 지역 생태계 조성이라는 측면에서 지역 내에서의 퍼지컬AI 관련 기업의 수요를 파악하여 지역 산업의 특수성을 살린 퍼지컬 AI 실증 거점으로서의 전략적 타당성을 충분히 입증하였어야 함
- 기술수요조사를 실시함에 있어 실질적인 문제를 보유한 주체(기술수요자(제조 기업, 물류센터 등)), 기술 해결책을 제공하는 주체(기술공급자(로봇제조사, AI솔루션기업, 센서/임베디드 HW 기업, SI업체 등)), 원천기술개발 등을 담당하는 이해관계자(연구소 대학 등) 등으로 주요 주체를 구분하고 실효성 있는 기술개발 및 지속 가능한 생태계 조성을 위한 설문조사가 수행되었어야 함
- 동 사업에서 구축하는 장비는 단순한 기업의 활용을 목적으로 하는 장비 도입이 아니라, 실제 물리적 환경에서 로봇, 센서, 데이터가 상호작용하는 테스트베드를 구축함을 고려할 때 실증시나리오를 제공할 기술수요기업 이외에도 구축된 장비를 활용해 실제 기술을 개발하고 검증할 주체(기술공급자), 기술검증자(대학/출연연 등)도 포함되었어야 함

(2) 우선순위 설정 과정의 합리성

- 주관부처가 제시한 총괄과제 및 장비 선정 절차는 형식적인 단계(기술검토, 수요조사, 위원회 심의 등)를 갖추고 있으나, 객관적 데이터와 구체적인 선별 로직 등 실질적인 근거 제시가 부족하여 우선순위 설정의 적절성 판단에 한계가 존재함
- 1단계(5대 응용군)에서 2단계(306건 수요조사 → 15개 후보군 → 12개 후보)로 압축하고 종합적인 평가를 통해 10개 총괄과제를 확정하였다고 하나, 정량적 평가 결과나 기술별 비교 검토 결과 등 근거자료 제시가 미흡함
- 주관부처는 장비 선정과정에서도 절차적 정당성을 강조하고 있으나, 활용수요조사를 수행함에 있어서도 구축하고자 하는 장비가 일반적인 생산/시험 등 단순 지원을 목적으로 하는 것이 아니라 디지털 트윈/파운데이션 모델 등 학습과 검증을 위한

것이므로, 장비 활용 주체인 전문 인력을 보유한 대학, 출연연, AI 솔루션 공급 기업 등 다양한 주체를 포함하여 구축하고자 하는 장비의 기술적 사양 부합성 및 활용 등과 관련된 수요조사를 실시하였어야 함

(3) 기획위원회 전문가 구성의 적절성

- 정부연구개발 예산이 투입되는 대규모 사업임에도 불구하고, 위원회 구성이 전북 지역 관계자와 기존 협력 관계에 있는 특정 대학 및 연구기관 위주로 구성되어 기획과정에서 객관적인 외부 시각이 반영되었을지 의문시됨
 - 기술기획위원회의 경우, 동 사업에서 퍼지컬AI융합기술 사업단의 주요 참여 주체인 전북대, 한국과학기술원 등 대학과 전북특별자치도 내 특정 연구기관 등 위주로 참여하여 기술 후보군 선정 과정의 투명성과 경쟁적 기획이 확보되지 않았을 개연성이 존재함
- 전략과제 도출, 기술 검증 기반 및 연구인프라 설계 등 기술적 관점에서의 기획 내용을 구체화하기 위해 운영된 기술기획위원회의 주요 운영 내용 검토 결과, 위원회 운영과정에서 총괄과제 및 장비 선정을 위한 다양한 의사소통 및 의사결정 방식 등과 관련된 내용을 확인할 수 없어 선정된 과제 및 장비가 수요를 전략적으로 반영한 것인지 아니면 위원회의 주관적 합의에 의한 나열인지 판단하기 어려움

(4) 세부활동의 적절성

- 총괄과제별로 해당분야의 전문가 의견을 중심으로 본 검토를 수행한 결과, 국가차원의 중장기 연구가 필요한 영역으로 정부지원의 타당성은 대부분 인정되나,
 - 일부 과제는 국가연구개발사업 지원을 위한 세부활동의 타당성이 부족하거나 보완이 필요한 사항들이 존재하여 각 세부활동에 대한 추가적인 검토가 필요할 것으로 판단됨
 - 본격적인 사업 추진 이전에 총괄과제간 산출물 연계 방안, 총괄과제간 중복 투자 방지를 위한 R&R 명확화 등 세부 내용을 검토하여 보완하고, 실효성 있는 성과 확산을 위한 수요기업 참여 계획, 총괄과제 간 전략적 연계를 위한 거버넌스 체계 등에 대한 실현가능한 계획이 구체화되어야 함
- 주관부처는 협업지능 퍼지컬AI 기술을 적용한 기반연구 및 응용연구의 결과와

검증/실증 테스트베드 및 연구용 고성능 컴퓨팅시스템 등의 인프라를 활용하여 개발된 SW플랫폼 솔루션을 모빌리티, 물류, 푸드테크 관련 기업을 대상으로 기술 확산 체계를 구축하고자 하나,

- (단계 연구 구분) 단일 공정(1단계)과 복합 공정(2단계)을 단순히 '개수'나 '범위'로 구분하여 연계하는 것은 기술적 실체를 간과할 수 있으므로, 1단계에서의 개별 최적화에 따른 결과물과 2단계의 복합공정을 통한 최종 성과물을 정의하여 기술 중심의 연계가 가능하도록 설계되어야 함
- (시간적 선후관계) 기반기술 및 인프라가 확보되지 않은 상황에서 내역사업 1-2를 지원하는 것은 내역사업 1-1을 통해 개발된 SW플랫폼 솔루션을 모빌리티, 물류, 푸드테크 관련 기업을 대상으로 기술 확산 체계 구축하고자 하는 목적을 달성하기에는 시간적 선후관계가 미흡함
- (차별성 및 지원내용) 기존에 추진 중인 모빌리티, 물류, 제조 관련 스마트 공장 지원 사업이나 AI 솔루션 보급 사업¹⁾과 비교했을 때, 본 사업만이 가진 '협업지능 퍼지컬 AI'만의 고유한 차별화 요소가 명확하게 제시되어야 함
- 주관부처는 동 사업의 추진체계에 퍼지컬AI 융합기술 사업단을 구성하여 기술개발 및 검증, 인프라 조성이 종합된 기반조성형 사업인 동 사업의 효율적인 사업 운영과 성과 확산을 추진하고자 하나,
 - MIT, NVIDIA, Tesla 등 해외 선도 기관과의 협력 계획이 구체적인 기술 협약(MOU)이나 실무적 약속 없이 단순 나열 수준에 그치고 있어 얼라이언스 구축의 실효성 확보를 위한 구체적인 전략 마련이 필요함
 - 국내외 파트너와의 실질적인 기술 공유 범위나 데이터 연동 메커니즘 등 협업 메커니즘이 구체화되어야 함
- 본 사업의 내역사업 1-1과 1-2를 연계하여 글로벌 공동R&D를 지원해야 할 논리적 근거가 부족하며, 사업초기부터 글로벌 시장진출을 위한 글로벌 대응 및 표준화 활동 지원 등의 필요성이 불분명함
 - 내역사업 1-1 및 1-2의 성과가 가시화되지 않은 시점에서 글로벌 공동 R&D를 연계하는 것은 사업 단계별 선후관계가 부적절하며, 총괄과제 등을 통한 지원이 이루어지고 있음에도 불구하고 동시에 동 사업지원을 추가로 진행해야 하는 사유가 불분명함

1) 예를 들어, 스마트 제조혁신 지원사업(중소벤처기업부) 내 스마트공장 관련 지원 사업 및 중소기업 특화 Multi AI Agent 개발(PoC 연구(6개월, 최대3억(국고)) 진행 후 R&D 지원(24개월, 최대 39억원(국고))

다. 기간추정 및 시간적 선후관계의 적절성

- 총괄과제 등 연구개발과제의 경우, 모든 연구과제의 과제기간을 5년으로 설정하고 있으나, 최근 파운데이션 모델의 성능이 비약적으로 발전하는 AI 기술의 특성을 고려하여, '선행 원천기술 조기 확보 및 검증'과 '범용 확산 및 고도화'를 분리하는 등 2단계 전략을 통해 사업 진행의 효율성을 높이는 전략을 고민할 필요가 있음
- 예를 들어, 1단계(3년)에서 기술적 타당성이 검증되지 않을 경우 과제를 중단하거나 방향을 수정함으로써 대규모 국가 예산 투입의 리스크를 사전에 방지할 수 있으며, 원천 기술의 현장 적용성을 조기에 입증하고 실증 리스크를 최소화할 수 있음
- 주관부처는 글로벌 경쟁이 치열한 선도적 기술인 점을 고려하여 연구개발 기간을 효율적으로 단축하기 위해 핵심 기술 확보와 검증 인프라 구축을 강조하며 동시 착수를 예정하고 있으나, 시설이 구축되지 않은 상황에서 장비가 구축되는 등 시간적 선후관계의 적절성이 미흡한 것으로 나타남

라. 추진체계 및 전략의 적절성

- 연구개발과제와 시설·장비 등 인프라 구축의 관리 주체가 연구관리전문기관 및 퍼지컬AI 융합기술 사업단으로 이원화될 경우, 기술적 수요와 인프라 공급 간의 불일치 등으로 인해 효율성이 저해될 수 있음
- 총괄운영위원회, 퍼지컬AI 얼라이언스, 기술통합위원회 등 위원회의 참여 범위 및 역할, 구체적 전략, 운영계획 등 실질적인 운영을 위한 기준이 구체적으로 마련될 필요가 있음
- 동 사업의 내역사업 1-1의 총괄주관연구개발기관은 데이터 및 표준의 공공성 등을 목적으로 산업체 등 영리기관의 총괄주관 참여를 배제하여 총괄주관연구개발기관의 책임자로 구성되는 기술통합위원회 활동을 제한하고자 하나, 이는 실제 산업 현장의 요구사항(Needs)이나 비즈니스 모델(BM)에 대한 이해도를 낮추어 연구 성과물이 시장과 괴리되거나 실제 산업 현장에서의 활용성이 저하될 우려가 있음
- 대학 또는 출연연이 총괄주관연구개발기관을 맡더라도 기술통합위원회의 실질적 의결권에는 수요기업, 기술공급기업 등 산업체의 목소리가 반영될 수 있도록 설계하거나, 총괄과제별 특성을 고려하여 응용 및 실증 등 관련 과제에 대해서는 산업체가 주관하여 실질적인 기술 주도권은 기업이 갖도록 설계하는 등 추가적인 고려가 필요함

- 내역사업 1-2의 운영을 위해 사업단 내에 기술공급컨소시엄을 구축하여 산업군별(모빌리티·물류·푸드테크) 디지털트윈-피지컬AI 기술확산 플랫폼을 다수의 공급·수요기업이 참여하는 구조로 확장하여 체계적으로 운영한다고 제시하고 있으나, 구체성이 미흡함
- 동 사업의 '피지컬 AI 통합 생태계 조성'이라는 본연의 목적을 달성하기 위해 도출한 연구개발 성과물을 사업내 총괄과제간, 총괄과제-인프라간 또는 사업 외부로 확산하기 위한 선언적 문구를 넘어 실질적 연계 체계가 보완되어야 함
- 주관부처가 총괄과제 간 연계 및 인프라 활용을 강조하고 있으나, 현재의 계획은 구체적인 실행 전략(Execution Strategy)과 거버넌스(Governance)가 결여된 선언적 수준에 머물러 있어 파편화된 독립형 과제로 전략할 위험이 존재함
- 각 총괄과제별 타 총괄과제와의 연계, 실증을 위한 인프라 활용 등에 대한 구체적인 전략을 수립하여 실질적인 성과물 연계/인프라 활용이 이루어질 수 있도록 추진체계를 보완할 필요가 있음

3. 정책적 타당성 분석

1. 정책의 일관성 및 추진체제

가. 상위계획과의 부합성

- ☐ 과학기술 분야 중장기 계획과 동 사업 관련 계획 및 자료를 중심으로 상위계획과의 부합 여부를 검토한 결과, 상위계획과의 부합성은 '적절'한 것으로 나타남
- ☐ 과학기술 분야 최상위 법정계획인 「5차 과학기술기본계획」을 필수계획으로 여타 과학기술 분야의 중장기계획 중 동 사업과 직접적인 관련성이 있는 계획을 선택군 계획 및 기타 계획으로 분류하여 동 사업과의 부합성을 조사함

<표 1> 상위계획과의 부합성 검토 결과

구분	계획명	부합성		
		낮음	보통	높음
필수 계획	제5차 과학기술 기본계획			○
선택군 계획	제1차 국가전략기술 육성 기본계획			○
	제8차 산업기술혁신계획			○
	제4차 지능형 로봇 기본계획			○
	제6차 지방과학기술진흥 종합계획		○	
기타	새정부 경제성장전략			○
	AI 컴퓨팅 인프라 확충을 통한 국가 AI 역량 강화방안		○	
	5곡3특 국가균형성장 추진전략 설계도			○

<표 2> 상위계획과의 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

2. 사업 추진상의 위험요인

가. 재원조달 가능성

- 동 사업은 총 사업비 10,000억 원 중 국고로 6,000억 원을 지원하고, 지방비 1,500억 원, 민간 2,500억 원을 분담하는 것으로 제시됨

<표 3> 연도별/주체별 분담 예산

(단위 : 억 원)

구분	'26	'27	'28	'29	'30	합계
국 고	1,400	1,500	1,500	1,200	400	6,000
지방비	305	535	400	160	100	1,500
민 자	870	865	358	305	102	2,500
합 계	2,575	2,900	2,258	1,665	602	10,000

출처 : 기획보고서

(1) 국고 조달 가능성

- 주관부처가 제시한 R&D 증가 추세만으로 동 사업의 예산 확보가 가능하다고 하는 근거가 모호하며, 과학기술정보통신부 정부연구개발예산현황(지역균형발전 특별회계)을 기준으로 검토시 국고 조달 가능성 판단이 제한됨
- 동 사업은 과학기술정보통신부 지역균형발전 특별회계를 통해 지원 예정이므로, 최근까지의 과학기술정보통신부의 연차별 R&D 예산 현황(지역균형발전 특별회계)을 토대로 검토 결과, 동 사업에 필요한 연 평균 1,200억원 예산을 확보하기 위해서는 동 사업에 대한 지역균형발전 특별회계의 중앙부처 우선순위 확보가 필요함

(2) 지방비 조달 가능성

- 동 사업에 참여하는 지자체는 전북특별자치도, 완주군²⁾ 등이 참여하고 있으므로 상호간의 분담 비율 등 사전협의를 진행되었어야 하나 이에 대한 자료는 확인하기 어려움
- 지자체의 재원 부담 확약 여부 및 지자체별 가용재원 산정 근거가 확인되지 않았으며, 동 사업 추진 관련 지방의회와의 사전 합의(또는 승인) 여부도 확인이 되지 않아 지방비 재원 조달 가능성에 대한 판단이 제한됨

2) 전주시는 동 사업의 추진체계 내에는 포함되어 있지 않으나, 기획보고서 내의 부지와 관련된 지방비 대상부지에 전주시 덕진구 여의동2가 476-12일원 등이 포함되어 있어 전주시의 참여여부가 불확실함

○ 주관부처가 추가제출자료를 통해 실증단지 부지, 개방형 연구클러스터 조성 등에 필요한 지방비 1,500억 원에 대해 도·시군 매칭 비율을 3:7 또는 5:5 등으로 제시하고 연도별 예산 투입계획에 3:7일 경우를 가정해 제시하고 있으나, 전북특별자치도-완주군과의 매칭 비율 협의 등과 관련된 내용이 포함되지 않아 해당 계획은 미확정 상태인 것으로 판단됨

□ 동 사업의 장비구축에 해당되는 '기술실증 테스트베드 플랫폼화 추진'에서의 지방비 규모는 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침(기획재정부)의 기반구축형 연구개발사업에 해당됨과 동시에 공공활용을 목적으로 하는 장비구축에 민간자본이 일부 참여에 대한 부적절성으로 인해 지방비 투자의 증가 가능성이 존재함

(3) 민간부담금 조달 가능성

□ 주관부처는 동 사업 참여(의향) 기업의 규모, 재무 상태, R&D 투자 여력 등 민간부담금 조달 가능성을 종합적으로 설명하는 분석 자료를 제시하지 않고, 일부 내역 사업에 대해서만 수요기업을 대상으로 기술수요조사 형태로 민간부담 의향 여부(비율)를 확인하는 수준에 그치고 있음

○ 주관부처는 향후 과제 선정 단계에서 참여 기업의 재정 상태 등을 점검할 것으로 예상되나, 동 사업 수행을 위해 민간부담 역량을 보유한 기업이 충분히 확보 가능한지 여부를 중심으로 사전에 검토할 필요가 있음

나. 법·제도적 위험요인

□ (WTO 보조금 협정) WTO 보조금 분쟁, 지식재산권 관련 다툼이 발생하지 않도록 사업관리 차원에서 선제적으로 모니터링하고 관련 분석활동을 수행할 필요가 있음

○ 동 사업은 부가가치 창출을 주요 편익으로 계상하고 있으며, 사업의 수혜자가 퍼지컬 AI 공급기업 및 생산기업이라는 점에서 향후 WTO 보조금 및 상계조치 협정(SCM 협정)에 따른 통상 분쟁 발생 가능성으로부터 완전히 배제되었다고 단정하기는 어려우므로 사업 추진 과정에서 관련 통상 규범과의 정합성에 대해 주관부처의 지속적인 검토와 주의가 요구됨

□ (부지 확정 및 인허가 여부) 부지 확정 관련 불확실성이 존재하며, 용도지역 및 건축 제한에 따른 인허가 리스크가 존재할 수 있음

- 동 사업의 기반 구축을 위한 대상부지는 특정되어 있으나, 사업 추진을 위한 최종 부지 확정 여부 및 활용 범위에 대한 불확실성이 존재함
 - 기획보고서에서는 지방비 대상부지로서 민간대상부지 주변 활용가능한 부지 등을 제시하고 있으나, 지자체간 합의 여부를 확인할 수 있는 자료가 제시되지 않아 사업부지에 대한 불확실성이 존재함
- (인프라 소유/운영 주체) 기반시설·장비 사용 주체 및 시설/장비의 세부 운영 방식에 대해 주관부처, 지자체, 연구관리전문기관 간 종합적 협의가 진행되지 않아 사업 추진 및 사후 운영 단계의 리스크가 상존함
- 인프라 구축 이후의 운영 책임, 유지관리 비용 부담, 의사결정 구조 등이 명확히 정립되지 않아 사업 추진 및 지속 운영 측면에서 위험요인이 존재함
 - (소유권/사용권 분쟁 가능성) 주관부처는 시설 및 장비의 소유권과 사용권은 현금매칭을 진행한 민간투자주체에 관련 권한을 부여하고 사업을 운영하나 사업목적 달성 및 공공성을 확보하기 위해 관련 문제 발생시 사업단에서 조율하는 체계를 구성할 예정인 것으로 밝히고 있으나, 민간투자주체 등에 대한 권한 부여에 따른 권리관계 문제에 대한 법률적·행정적 검토가 제시되지 않음
- (사회·윤리적 위험요인) 피지컬 AI는 자율적 의사결정과 물리적 환경과의 직접적 상호작용 특성으로 인해, 안전사고 발생 시 법적 책임소재의 불명확성, 개인정보·데이터 프라이버시 침해 가능성 등 사회·윤리적 위험요인을 내포하고 있음

3. 사업특수항목 (지역균형발전)

- 본 검토에서는 ‘예비타당성조사 수행을 위한 수행 세부지침 일반부문 연구’에 따라 지역 낙후도를 적용하여 제시함
- 상기 연구에서는 인구, 경제, 기반시설과 관련된 지표를 표준화하여 전국 17개 광역자치단체의 순위와 167개 시·군의 순위를 각각 도출하여 국가연구개발사업의 지역낙후도³⁾ 제시
- 지역낙후도 분석 결과, 전북특별자치도는 광역시·도 기준 13위(총 17개)로 나타나 중하위권에 해당하며, 시·군 기준으로 완주군 89위(총 167개)에 해당함

<표 4> 전북특별자치도/완주군의 지역낙후도 순위

구분	지역	지역낙후도 순위
광역시·도(17개)	전북특별자치도	13
시·군(167개)	완주군	89

출처: 한국개발연구원, 예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구, 2021

출처: 한국개발연구원, 지역낙후도 지수 및 순위 갱신, 25.09.24

3) 지역낙후도 지수란 다양한 인적, 물적, 사회·경제적 지표를 이용하여 한 국가 내 여러 지역 각각의 발전 정도를 나타내는 정량적 산출값을 의미하며, 낙후된 지역일수록 낮은 값을 가짐

4. 경제적 타당성 분석

1. 비용 추정

- 동 사업의 총 사업비는 10,000억 원(국고 6,000억 원, 지방비 1,500억 원, 민자 2,500억 원)이며, (내역사업 1-1) 협업지능 퍼지컬 AI 핵심기술개발 및 확산이 가장 큰 비중을 차지함
- 주관부처는 동 사업에 대해 5년 간(2026~2030년) 예산 투입 계획을 제시함
- 세부사업별로는 내역사업 1-1 3,985억 원, 내역사업 1-2 1,500억 원, 내역사업 2-1 2,295억 원, 내역사업 2-2 1,960억 원, 내역사업 3 260억 원으로 구성되어 있으며, 총 예산의 60%(6,000억 원)는 국고로 확보하고 25%(2,500억 원)는 민간 참여 기업으로부터 확보 예정임

(단위 : 억 원)

구분	사업 내용		총사업비		
			국고	지방비	민자
기술 개발	(내역1-1) 협업지능 퍼지컬AI 핵심기술개발 및 확산	3,985	3,000	-	985
	(내역1-2) 기술확산형 협업지능 퍼지컬AI 연구개발 지원	1,500	1,000	-	500
시설 구축	(내역2-1) 개방형 연구 클러스터 조성	2,295	-	1,395	900
	(내역2-2) 기술실증 테스트베드 플랫폼화 추진	1,960	1,760	100	100
운영	(내역3) 글로벌 연구 협업생태계 수립	260	240	5	15
합 계		10,000	6,000	1,500	2,500

출처: 기획보고서

2. 적정 사업비 검토

가. 연구개발비 구성의 타당성 검토

- 내역사업 1-1 협업지능 퍼지컬AI 핵심기술개발 및 확산의 예산 규모 적절성을 판단하기 위하여 전문가 의견을 토대로 적정사업비 규모를 도출함
 - 총괄과제의 기술개발내용을 검토한 결과, 연구개발과제 추진의 타당성은 대부분 인정되나 총괄과제 9 및 총괄과제 10의 일부 세부과제의 추진 타당성이 미흡함
 - 총괄과제 9는 기존 자동화 공정과의 기술적 차별성 및 품목 선정의 전략적 근거가 미흡하여 연구개발 지원 타당성이 불명확하며, 실제 현장의 위생 규격 및 비정형 물성을 고려한 실행 계획과 데이터 확보 전략이 구체화되지 않아 추진 타당성이 미흡함
 - 총괄과제 10은 1세부 및 2세부 과제의 경우, 타 부처 및 전문기관(IIITP, 한국연구재단 등)에서 이미 수행 중이거나 지원 중인 과제와 기술적 범위가 유사하므로 국가 연구개발 예산의 효율적 집행 측면에서 지원 타당성이 미흡함
- 내역사업 1-2 과제 수와 비용 규모에 대한 근거가 적절하다고 보기 어렵고, 동 조사 중 제출한 추가자료에서도 총사업비 및 과제 규모에 대한 적절한 근거는 없는 것으로 판단됨
 - 주관부처의 연차별 지원과제수 및 예산을 반영할 경우, 기획보고서에 제시된 내역사업1-2의 총 투입예산과 불일치하는 등 구체성이 미흡하며, 중복가능성 및 사업 내용이 불분명하여 해당 내역사업의 지원 타당성이 미흡함

나. 기반구축 비용의 적정성

- 동 사업은 시설구축계획은 퍼지컬 AI 공동연구개발 센터, 퍼지컬AI NPU 기술실증 스테이션, 퍼지컬 AI 실증 메타팩토리 등 3개동을 계획하고 있음
 - 시설구축 비용은 용지보상비, 공사비, 시설부대경비, 예비비 등으로 구분하여 적정 비용을 추정함

다. 장비구축 비용의 적정성

- 원안의 장비에 대한 국가연구시설장비진흥센터(NFEC) 등을 통해 도입 적합성 검토를 실시하였으며, 검토결과 37종 중 29종의 도입이 적절한 것으로 분석되었으며 신청 장비 총비용 196,000백만 원 중 66,400백만원이 감소한 129,600백만 원이 적정한 것으로 분석됨

라. 사업단 운영 비용의 적정성

- 운영비는 인건비, 경상운영비, 사업비 이외에 시설유지관리비를 추가하여 총 4가지 항목으로 나누어 추정함
 - 인건비는 행정안전부의 학술 연구용역 인건비 기준단가를 기준으로 산정하고, 경상운영비는 유사사례를 참고하여 산정함
 - 또한, 시설유지관리비는 시설물 유지관리, 보수 및 수선, 교체를 위한 비용으로서 완공 시점등을 고려시 사업기간인 2026년~2030년에는 발생하지 않을 것으로 판단되며, 주관부처가 제시한 사업비는 지원 타당성이 미흡함

5. 종합분석 및 결론

1. 사업계획 원안에 대한 조사결과

- ☐ (문제/이슈 도출의 적절성) 한국형 협업지능 퍼지컬 AI의 핵심 기술과 신뢰성 적용성 확보를 위한 연구 및 실증기반 구축이 시급하다고 제시하고 있으나, 상세한 분석보다는 선언적인 내용으로만 제시되어 동 사업을 통한 지원 범위가 명확하지 않은 한계가 존재함
- ☐ (사업 목표의 적절성) 사업목표 설정을 위한 정책수단과 이를 통해 달성하고자 하는 정책목표 간의 관계가 명확히 드러나지 않는 한계가 존재함
- ☐ (세부활동 도출의 적절성) 주관부처가 제시한 총괄과제 및 장비 선정 절차는 형식적인 단계(기술검토, 수요조사, 위원회 심의 등)를 갖추고 있으나, 객관적 데이터와 구체적인 선별 로직 등 실질적인 근거 제시가 부족하여 선정된 과제 및 장비의 적절성 판단에 한계가 존재함
- ☐ (연계 전략의 적절성) 주관부처는 총괄과제(기반연구 → 응용연구) → 실증테스트베드 단계로 순환되며, 연구성과는 각 실증존(제조·물류·푸드테크·NPU)에 투입되어 기술검증 및 데이터 환류 구조를 갖추고 있다고 설명하고 있으나, 실질적인 협업 메커니즘이 구체화되지 않아 위험요인이 존재함
- ☐ (세부활동의 적절성) 본격적인 사업 추진 이전에 총괄과제간 산출물 연계 방안, 총괄과제간 중복 투자 방지를 위한 R&R 명확화 등 보완이 필요하며, 일부 내역사업은 추진 타당성이 미흡함
- ☐ (시간적 선후 관계의 적절성) 주관부처는 핵심 기술 확보와 검증 인프라 구축을 강조하며 동시 착수할 예정하고 있으나, 시설이 구축되지 않은 상황에서 장비가 구축되는 등 시간적 선후관계의 적절성이 미흡함
- ☐ (추진전략의 적절성) 다양한 협의체 등을 제안하고 있으나 주체 및 역할 등이 불분명하며, 연구개발과제와 시설·장비 등 인프라 구축의 관리 주체가 연구관리전문기관 및 퍼지컬AI 융합기술 사업단으로 이원화될 경우 실질적인 연계 활동인 기술적 수요와 인프라 공급 간의 불일치 등으로 인해 효율성이 저해될 수 있음

- (재원조달 가능성) 국고, 지방비, 민자 등 조달에 있어 사전협의를 미흡하거나 실질적인 분석이 이루어지지 않아 재원조달의 위험요인이 존재함
- (법·제도적 위험요인) 기반시설·장비 소유/사용 주체 및 시설/장비의 세부 운영 방식에 대해 주관부처, 지자체, 연구관리전문기관 간 종합적 협의가 진행되지 않아 사업 추진 및 사후 운영 단계의 리스크가 존재함

2. 주관부처 소명자료에 대한 검토결과

- 주관부처는 소명자료를 통해 협업지능을 구체화하고 과제의 지원범위 설정을 위해 국내·외 사례를 통해 총괄과제의 필요성을 언급하고, 퍼지컬AI 기술 공급 주체의 개발 환경 요구사항과 수요 주체(제조업체)의 실증 환경 요구사항을 제시하여 기반 구축의 필요성을 제시하고 있으나, 해외 선도 기술과의 객관적 비교·분석으로까지 확장되어야 함
 - ‘한국형 협업지능 퍼지컬AI’를 해외 선도 모델 및 글로벌 오픈소스 대비 기술적·산업적 차별성이 명확한 독자적 기술 영역으로 정의하고, 국내 제조 데이터 특수성을 반영한 모델의 우월성을 정량적 평가지표와 기술성숙도 비교를 통해 제시함과 동시에, 기술개발과 실증을 아우르는 지원 범위와 기반 구축의 역할을 보다 구체적으로 재정립할 필요가 있음
- 사업목표 설정을 위한 정책수단과 이를 통해 달성하고자 하는 정책목표 간의 관계가 당초에는 명확히 드러나지 않는 한계가 있었으나, 주관부처의 소명 및 보완을 통해 일부 개선된 것으로 판단되나 사업의 목표를 고려한 성과지표의 적절성 및 측정방법 등에 대한 보완이 여전히 필요한 측면이 존재함
 - 동 사업을 통해 확보된 국산 퍼지컬AI 기술의 확산이 실제 산업 현장의 성과로 어떻게 연결되는지를 보다 명확히 입증하기 위해, 기술경쟁력 확보에 대한 개념을 수요기업의 공정 효율 개선율, 현장 가동률 변화, 불량률 감소 등과 같이 실질적 산업·경제적 효과로 환산하고 연계할 수 있는 지표 설정에 대한 추가적인 고려가 필요함
- 내역사업별 성과지표 중 시설·구축 진행률과 같은 과정지표의 삭제 등 긍정적인 측면이 존재하나, 소명자료에서는 단계를 구분하고 변경성과지표를 제시하고 있으나, 내역사업별 성과목표 및 단계별 성과목표가 제시되지 않아 내역사업이 지향하는 바가

명확하지 않으므로 이에 대한 보완이 필요함

- 주관부처는 사업 종료 시점에서 달성하고자 하는 최종적인 목표에 부합하도록 사업 추진 상황을 점검하기 위해 전기(3년)·후기(2년)의 2단계 추진 체계를 설정한 것으로 판단되나, 긍정적인 단계 구분의 취지에 비해 단계별 목표가 충분히 구체화되지 않은 한계가 존재함
- 동 사업의 장비 구축은 제안된 연구개발 과제의 수행 및 실증·확산을 지원하기 위한 수단으로서 필요성은 인정되나, 상세한 장비 구축 계획 수립과정에서 이해관계자의 추가적인 의견수렴 및 공동활용 가능성을 검토하고, 연구개발과제 진행을 고려한 장비구축 우선순위에 대한 추가적인 검토가 필요함
- 상세한 장비 구축 계획 수립과정에서 수요기업, AI 기술공급기업, 참여 예상 연구기관 등 다양한 주체의 의견을 폭넓게 수렴하여 기술적 요구와 산업 현장 수요가 적절히 반영될 수 있도록 구축 장비의 공동활용 가능성, 활용 대상 및 운영 방식 등을 종합적으로 재검토하여 연구개발 성과 창출 및 산업 확산에 실질적으로 기여할 수 있도록 보완이 필요함
- 주관부처는 총괄과제 간 단절을 해소하고, 연구 - 실증 - 환류가 유기적으로 작동하는 실행 중심의 협업 구조를 구축함으로써 예산 효율성 제고 및 사업 목표 달성 가능성을 실질적으로 강화하고자 총괄과제별로 타 총괄과제와의 연계방안을 도식화하여 제시하고 있으나, 제안된 전략의 실행 방안에 대해서는 구체화가 필요함
- 제시된 각 전략별 적용 대상, 추진 주체, 단계별 이행 절차 및 책임 범위 등 총괄과제 간 연계 강화를 실질적으로 담보할 수 있는 구체적인 전략 마련이 필요함
- 주관부처는 총괄과제와 인프라 간 연계 강화 및 장비 도입 지연에 대한 대응 필요성을 인식하고, 협업 메커니즘 구축, 시간적 동기화(Synchronization) 전략, 불확실성 대응 방안 등 다양한 관리·운영 방안을 포괄적으로 제시하고 있다는 점에서 방향성 제시 측면에서는 긍정적이나, 실제 사업 운영 과정에서 실효적으로 작동할 수 있는 구체적인 실행 전략 마련이 필요함
- 협업 메커니즘의 권한 구조, 시간적 동기화를 위한 세부전략 및 실패 시 대응 방안, 데이터·검증 기준, 장비 지연 단계별 대체 실증 시나리오 등을 명확히 구체화할 필요가 있음

- 주관부처는 추진의 필요성 및 시급성이 미흡하다고 분석된 일부 과제에 대해 소명자료를 통해 필요성을 언급하고 있으나, 일반적인 내용으로 추진의 타당성이 부족함
- 소명자료를 통해 일부과제에 대한 지원 필요성 및 내역사업 1-2, 내역사업 3의 사업내용을 보완하여 제출함
 - 총괄과제 9의 제시된 연구 내용이 푸드테크 분야의 피지컬 AI 생태계 내에서 갖는 범용성 및 파급효과 측면에서 조사분석 등이 이루어지지 않은 점 등을 고려시 추진 타당성이 미흡하며, 내역사업 1-2(기술확산지원)는 동 사업을 통해 도출된 협업지능 피지컬AI 기술을 적용한 기반연구 및 응용연구의 결과와 검증/실증 테스트베드 등 인프라 등 실질적인 사업 내 성과물이 존재하지 않는 상황에서 1차년도부터 병행 추진하는 것은 시간적 선후관계 측면에서 여전히 추진 타당성이 미흡함
- 주관부처는 연구관리전문기관 중심의 추진체계를 제시하고 있으나, 과제 선정·관리·성과평가 기능을 중앙에서 수행하는 구조 하에서 지역에 분산된 시설·장비 및 실증 인프라와의 실질적인 연계와 총괄과제 간 협력이 어떻게 구현될 것인지에 대한 구체성이 부족하여, 제안된 협의체 중심의 운영 방식이 실효적으로 작동할 수 있도록 구체화가 필요함
- 주관부처는 연구관리전문기관 주도로 사업을 수행하고자 하나, 제안된 연계통합협의체/장비도입협의체 등의 구성 및 역할로 실질적인 총괄과제간 연계 및 총괄과제-인프라 간 연계 등 실질적인 사업 내 협력이 이루어질 수 있을지 의문시됨
 - 추진체계에는 사업 내용 자체가 아니라, 그 사업을 수행·관리·조정할 조직·의사결정 구조·협력체계 등 조직·책임·권한·조정 메커니즘 중심으로 표현하는 것이 적절할 것으로 판단되나, 제시된 사업의 추진체계는 내역사업을 단순 나열하고 실제 사업을 총괄·조정·관리하는 조직 구조와 권한 배분 체계가 충분히 구체화되어 있지 않아, 내역 간 연계 및 성과 통합을 담당하는 전담 조직과 명확한 의사결정 체계가 명확하게 구체화되어야 함

- 시설 구축 전 장비 도입이 계획되어 있고, 건축 공사 중 임시 공간 활용 계획을 제시하였으나 실질적인 장비 구축 및 운영 가능성 측면에서 한계가 존재함
 - 1~2차년도 하드웨어 장비의 임시 구축 공간으로는 전북대학교 이서캠퍼스 내 창업보육센터3의 1층과 2층을 활용할 계획이나, 시설 구축과 관련한 변경 일정 계획 등 구체적인 자료가 제출되지 않았으며, 임시 공간 활용을 위한 기존 입주 기업의 이전 가능성, 해당 건물에 장비 구축을 위한 구조·하중·공간 안전성, 전력·설비 인프라 등 적합성에 대한 검토가 충분히 이루어지지 않아 사업 추진상 위험요인이 존재함
- 지방비, 민자 등 조달에 있어 여전히 사전협의를 미흡하거나 실질적인 분석이 이루어지지 않아 재원조달의 위험요인이 존재함
 - 주관부처가 제시한 민간부담금 분석 결과만으로는 실질적인 민자 조달 가능성 및 재원 조달 위험요인을 충분히 판단하기에는 한계가 있으며, 지방비 매칭과 관련한 사전 협의도 실질적으로 이루어지지 않은 것으로 판단됨
- 주관부처는 상기 검토 결과에 대해 추가적인 소명자료를 제출함에 따라 이에 대해 검토를 수행함
 - 주관부처는 내역사업 1-2 일부 변경, 내역사업 3 추진체계 및 사업단운영비 요구, GPU-NPU 예산 추가 요구 등에 대한 사업내용을 추가소명자료를 제출함
 - 혁신도전형 R&D(내역사업 1-1)에서 도출되는 연구성과를 산업 현장에 적용하고 이를 통해 기술 확산 및 후속 고도화를 추진하기 위한 사업 추진의 필요성은 인정될 수 있으나, 기술확산형 R&D를 1차년도부터 추진해야 할 필요성과 시급성은 충분히 소명되었다고 보기 어려우며, 기술확산형 R&D를 1차년도부터 추진해야 할 필요성과 시급성은 충분히 소명되었다고 보기 어려움
 - 사업단의 주요 역할인 총괄과제간 연계, 인프라 연계활용, 중복투자 및 비효율조정, 핵심기술 로드맵 수립, 성과지표 설정 및 변경 등 기능과 권한을 기술전문위원회와 연계하여 구체화하여야 함
 - 주관부처는 현재 진행되고 있는 국가 AI 컴퓨팅 인프라 지원 일정과 동 사업의 일정 불일치로 인해 연구 및 검증을 위해 GPU 관련 임차 예산 및 NPU 구축 비용 예산이 필요함을 제시하고 있으나, 모델 학습 규모, 데이터 처리량, 동시 사용률 등 장비 규모 산정 기준을 명확히 하여 추가 필요성을 입증하여야 함. 또한, 데이터 발생량, 추론 처리량, 지연시간 요구수준, 동시 운용 시나리오 등 실제 연산 수요를 반영한 추가적인 소요가 있는지 제시할 필요가 있음

3. 대안의 도출

- 동 사업의 퍼지컬 AI 분야는 향후 산업·기술 파급효과와 정책적 중요성이 큰 분야로, 정부 정책 방향 및 중장기 전략과의 정합성을 고려할 때 원안의 한계를 보완한다는 전제하에 대안을 구성함
- (내역사업 1-1) 총괄과제 9는 범용성을 고려할 때 식품산업에 필요한 기술 요소를 조사하거나 분석이 미흡하고, 총괄과제 10의 세부과제 1과 2는 기존의 보안기술과의 차별성이 부족하여 지원의 당위성이 미흡함
- (내역사업 1-2) 내역사업 1-2는 내역사업 1-1의 연구개발 성과를 제조 현장에 적용·확산하기 위한 사업으로, 일정 수준 이상의 연구성과가 도출되는 시점을 기준으로 지원 타당성이 일부 인정됨
- 용지보상비를 미반영하고, 퍼지컬 AI 공동연구개발 센터, 퍼지컬AI NPU 기술실증스테이션, 퍼지컬 AI 실증 메타팩토리 등 3개동에서 퍼지컬AI NPU 기술실증스테이션을 제외하고 2개동의 시설구축비용만 반영함
- 국가연구시설장비진흥센터(NFEC) 적합성 검토 결과 및 일부과제의 추진 미흡에 따른 구축장비의 제외로, 구축계획 장비 37종 중 29종의 도입이 적절한 것으로 분석됨
 - 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침(기획재정부)의 기반구축형 연구개발 사업(예타, 장비비 50% 상한)의 기준에 따라 지방비와 국비의 분담 비율이 변경될 수 있음
 - 또한, 시설·장비구축에 대한 민간 재원의 투자는 공동활용을 원칙으로 하는 공공연구 인프라의 운영취지와 충돌하며, 소유권 및 운영권 등 분쟁가능성이 존재하므로 이에 대한 고려가 필요함
- 사업단의 운영비에 대한 산출 근거 등이 제시되지 않았으므로 연구관리전문기관의 기획평가관리비 현황 자료 등을 토대로 동 사업의 사업단 운영비를 추정하여 반영함

4. 결론 및 정책제언

가. 조사결과

- 사업계획 적정성 검토 연구진 검토안에 대한 주관부처 이견이 해소되지 않은 일부 기술개발 및 기반구축 항목에 대해, 「국가연구개발사업 예비타당성조사 운용지침」 제10조4)에 따른 실무조정위원회가 심의·조정을 실시하고 조정안을 마련함
- 실무조정위원회 결과, 사업계획 원안 총사업비 10,000억 원에서 7,367.9억 원(△2,632.1억 원)으로 조정되었으며 국가연구개발사업평가 총괄위원회 의결을 통해 동 사업의 사업계획 적정성 검토 결과로 확정됨

<표 5> 원안 대비 실무조정위원회 조정안의 비교

(단위 : 억 원)

구분	사업 내용	총사업비(원안)				총사업비(실무조정위)			
			국고	지방비	민자		국고	지방비	민자
기술 개발	(내역1-1) 협업지능 퍼지컬AI 핵심기술개발 및 확산	3,985	3,000	-	985	3,801.8	2,856.4	-	945.4
	(내역1-2) 기술확산형 협업지능 퍼지컬AI 연구개발 지원	1,500	1,000	-	500	1,210	880	-	330
시설 구축	(내역2-1) 개방형 연구 클러스터 조성	2,295	-	1,395	900	784.3	-	784.3	-
	(내역2-2) 기술실증 테스트 베드 플랫폼화 추진 ⁵⁾	1,960	1,760	100	100	1,480	1,329	75.5	75.5
운영	(내역3) 글로벌 연구 협업생태계 수립 ⁶⁾	260	240	5	15	91.8	84.7	1.8	5.3
합 계		10,000	6,000	1,500	2,500	7,367.9	5,150.1	861.6	1,356.2

4) 「국가연구개발사업 예비타당성조사 운용지침」(과학기술정보통신부훈령 제260호, 2024.3.20., 일부개정) 제10조 (실무조정위원회 운영)

5) 동 사업계획적정성검토에서는 장비구축비용에 대해 사업주체가 제시한 자원 분담비율을 기준으로 작성하였으나, 실제 지방비 등 분담비율은 예산편성과정에서 '예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침(기획재정부)'의 기반구축형 연구개발사업(예타, 장비구축비 50% 상한)의 분담 기준 및 민간자본 투자의 적절성 검토 결과에 따라 변경될 수 있음

나. 정책제언

- ☐ 주관부처는 총괄위원회에서 의결된 총사업비 범위 내에서 세부과제별 과업범위, 장비별 사양·수량, 기반구축 세부계획을 구체화하되, 사업 착수 전 장비심의, 실시설계, 전문기관 과제기획 및 예산편성 절차를 통해 세부 집행계획의 적정성을 추가 점검할 필요가 있음
- ☐ 동 사업은 피지컬 AI 분야의 높은 산업·기술적 파급효과와 정책적 중요성을 고려하여, 원안에서 제기된 한계를 보완하는 방향으로 사업목표와 성과관리체계를 재정립할 필요가 있음
- ☐ 총괄과제 간 연계와 총괄과제-인프라 간 협력이 실질적으로 이루어질 수 있도록, 주관부처가 제시한 협력방안을 구체적인 실행계획으로 발전시킬 필요가 있음
- ☐ 피지컬 AI 융합기술사업단과 연구관리전문기관 간 역할 중복 및 추진체계의 불명확성을 해소하기 위해 사업 운영체계를 전면적으로 보완할 필요가 있음
- ☐ 시설·부지·장비의 투자·소유·사용·운영 주체가 분절적으로 설정된 문제를 해소하고, 사업기간 및 사업 종료 이후에도 안정적으로 운영될 수 있는 지속가능한 운영체계를 마련할 필요가 있음
- ☐ 시설 구축 일정과 임시 공간 활용에 따른 위험요인을 사전에 점검하고, 지방비를 포함한 재원조달의 불확실성을 조기에 해소할 필요가 있음

6) 동 사업계획적정성검토에서는 내역3의 사업단 인건비와 운영비를 사업주체가 제시한 재원 분담비율을 기준으로 작성하였으나, 실제 지방비 등 분담비율은 예산편성과정에서 '예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침(기획재정부)'의 기반구축형 연구개발사업(예타, 장비운영비 및 R&D 50% 상한)의 분담 기준 및 민간자본 투자의 적절성 검토 결과에 따라 변경될 수 있음

협업지능 피지컬 AI 기반 SW 플랫폼 연구개발 생태계 조성(R&D)

제 1 장 사업 개요

제 2 장 기초자료 분석

제 3 장 과학기술적 타당성 분석

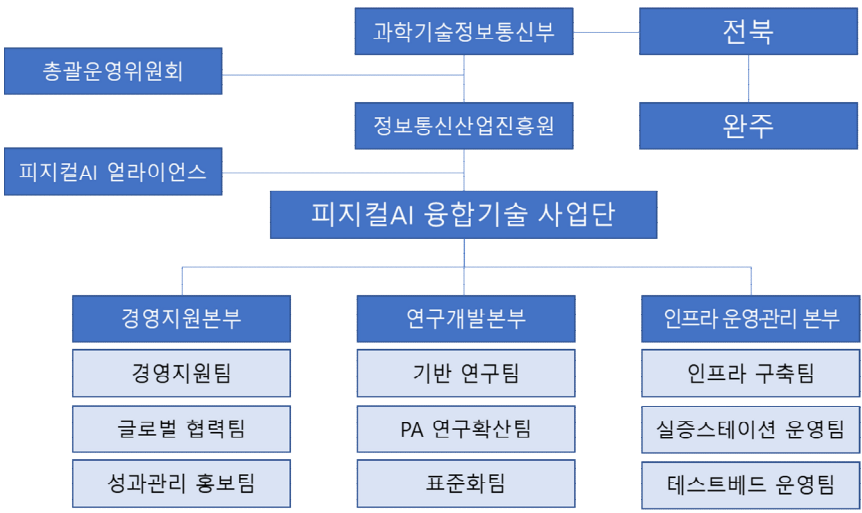
제 4 장 정책적 타당성 분석

제 5 장 경제적 타당성 분석

제 6 장 종합분석 및 결론

제 1 장 사업 개요

1. 사업 개요

총사업비		10,000억 원 (국고:6,000, 지방비:1,500, 민자:2,500)	사업기간	2026년~2030년 (5년)
추진 주체	주관 부처	과학기술정보통신부/정보통신산업정책과		
	지자체 ·기관	전북특별자치도/전환산업과 퍼지컬AI TF팀 정보통신산업진흥원/지역AX확산팀		
사업목표		○ 차세대 협업지능 퍼지컬AI 연구생태계 조성으로 퍼지컬 AI 강국 1등 국가 도약 - 퍼지컬AI 선순환 R&D 구조 실현으로 퍼지컬AI 기술 경쟁력 확보 (성과목표) 협업지능 퍼지컬 AI 핵심기술확보(삼극특허), 협업지능형 퍼지컬 AI 기반조성 (시설/장비구축 진행률), 퍼지컬 AI 활용·확산(퍼지컬 AI모델 검증률)		
추진체계 및 추진전략		☐ 사업수행주체 ○ 주관부처 : 과학기술정보통신부(정보통신산업정책과) ○ 수행기관 : 퍼지컬 AI 융합기술 사업단		
		☐ 사업운영체계  <pre> graph TD MSIT[과학기술정보통신부] --- COM[총괄운영위원회] MSIT --- JB[전북] MSIT --- KCC[정보통신산업진흥원] MSIT --- WJ[완주] KCC --- FA[퍼지컬AI 얼라이언스] KCC --- FCAIT[퍼지컬AI 융합기술 사업단] FCAIT --- MSB[경영지원본부] FCAIT --- RDB[연구개발본부] FCAIT --- IOHB[인프라운영관리 본부] MSB --- MSBT[경영지원팀] MSB --- GLBT[글로벌 협력팀] MSB --- SCBT[성과관리 홍보팀] RDB --- RDBT[기반 연구팀] RDB --- PA[PA 연구확산팀] RDB --- PH[표준화팀] IOHB --- IOHBT[인프라 구축팀] IOHB --- SSOT[실증스테이션 운영팀] IOHB --- TBOT[테스트베드 운영팀] </pre>		

	○ 추진주체별 역할분담 <table border="1"> <thead> <tr> <th>주체</th><th>역할 및 기능</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>과학기술 정보통신부</td><td> - 사업 총괄 부처(최상위 의사결정 기관) - 사업의 추진과 관련된 정책적 판단 및 의사결정 - 사업 기본 시행계획 수립, 사업 투자 우선순위 결정 등 </td></tr> <tr> <td>정보통신 산업진흥원</td><td> - 사업 추진을 위한 과제 기획·평가·관리, 예산 운영계획 및 사업 추진계획 수립 지원, 사업 선정·관리, 성과확산 등 추진 </td></tr> <tr> <td>총괄운영 위원회</td><td> - 사업 및 정책 목적에 부합하는 운영계획, 통합관리 방안 등 협의 - 예산 계획, 사업 추진계획 수립 등 총괄 계획수립 및 조정 - 사업 추진 관련 주요 사항 심의·의결 - 세부추진계획 적절성 점검 </td></tr> <tr> <td>퍼지컬 AI 얼라이언스</td><td> - 퍼지컬AI 핵심 기술개발을 위한 산학연관 전문가 - 사업 방향성, 전문 요소 분야에 대한 자문 의견 제공 </td></tr> <tr> <td>퍼지컬AI 융합기술 사업단</td><td> (과제 관리) 기술개발 과제선정, 평가/관리 주관, 사업 진도 및 연구개발 결과물에 대한 성과관리 등 사업 제반 운영·관리 (기반 구축) 퍼지컬AI 핵심 기술의 실검증을 위한 기반 인프라 조성, 중장기 운영 관리 (교류·협력) 과제별 기술교류 촉진을 포함한 과제 간 교류·협력 지원 (활용·확산) 과제별 성과 결과(모델, 최적화, 테스트) 활용 확산 자문 (글로벌 네트워크) 글로벌 네트워크 및 얼라이언스 구축, 글로벌 포럼 개최, 공동연구개발 발굴 및 운영, 글로벌 기술표준화 활동 등 </td></tr> </tbody> </table>	주체	역할 및 기능	과학기술 정보통신부	- 사업 총괄 부처(최상위 의사결정 기관) - 사업의 추진과 관련된 정책적 판단 및 의사결정 - 사업 기본 시행계획 수립, 사업 투자 우선순위 결정 등	정보통신 산업진흥원	사업 추진을 위한 과제 기획·평가·관리, 예산 운영계획 및 사업 추진계획 수립 지원, 사업 선정·관리, 성과확산 등 추진	총괄운영 위원회	- 사업 및 정책 목적에 부합하는 운영계획, 통합관리 방안 등 협의 - 예산 계획, 사업 추진계획 수립 등 총괄 계획수립 및 조정 - 사업 추진 관련 주요 사항 심의·의결 - 세부추진계획 적절성 점검	퍼지컬 AI 얼라이언스	- 퍼지컬AI 핵심 기술개발을 위한 산학연관 전문가 - 사업 방향성, 전문 요소 분야에 대한 자문 의견 제공	퍼지컬AI 융합기술 사업단	(과제 관리) 기술개발 과제선정, 평가/관리 주관, 사업 진도 및 연구개발 결과물에 대한 성과관리 등 사업 제반 운영·관리 (기반 구축) 퍼지컬AI 핵심 기술의 실검증을 위한 기반 인프라 조성, 중장기 운영 관리 (교류·협력) 과제별 기술교류 촉진을 포함한 과제 간 교류·협력 지원 (활용·확산) 과제별 성과 결과(모델, 최적화, 테스트) 활용 확산 자문 (글로벌 네트워크) 글로벌 네트워크 및 얼라이언스 구축, 글로벌 포럼 개최, 공동연구개발 발굴 및 운영, 글로벌 기술표준화 활동 등
주체	역할 및 기능												
과학기술 정보통신부	- 사업 총괄 부처(최상위 의사결정 기관) - 사업의 추진과 관련된 정책적 판단 및 의사결정 - 사업 기본 시행계획 수립, 사업 투자 우선순위 결정 등												
정보통신 산업진흥원	사업 추진을 위한 과제 기획·평가·관리, 예산 운영계획 및 사업 추진계획 수립 지원, 사업 선정·관리, 성과확산 등 추진												
총괄운영 위원회	- 사업 및 정책 목적에 부합하는 운영계획, 통합관리 방안 등 협의 - 예산 계획, 사업 추진계획 수립 등 총괄 계획수립 및 조정 - 사업 추진 관련 주요 사항 심의·의결 - 세부추진계획 적절성 점검												
퍼지컬 AI 얼라이언스	- 퍼지컬AI 핵심 기술개발을 위한 산학연관 전문가 - 사업 방향성, 전문 요소 분야에 대한 자문 의견 제공												
퍼지컬AI 융합기술 사업단	(과제 관리) 기술개발 과제선정, 평가/관리 주관, 사업 진도 및 연구개발 결과물에 대한 성과관리 등 사업 제반 운영·관리 (기반 구축) 퍼지컬AI 핵심 기술의 실검증을 위한 기반 인프라 조성, 중장기 운영 관리 (교류·협력) 과제별 기술교류 촉진을 포함한 과제 간 교류·협력 지원 (활용·확산) 과제별 성과 결과(모델, 최적화, 테스트) 활용 확산 자문 (글로벌 네트워크) 글로벌 네트워크 및 얼라이언스 구축, 글로벌 포럼 개최, 공동연구개발 발굴 및 운영, 글로벌 기술표준화 활동 등												
주요 내용	○ (협업지능 퍼지컬AI 핵심기술개발 및 확산, 5,485억원) 협업지능 퍼지컬AI 기반 핵심기술 개발과 개발 기술의 검증을 지원 - (혁신도전형, 3,985억원(국비:3,000, 민자:985)) 협업지능 퍼지컬AI 기반 핵심 기술 및 관련 SW플랫폼 개발 등 기반연구 7건, 응용연구 3건의 연구개발 수행 - (기술확산형, 1,500억원(국비:1,000, 민자:500)) 다양한 산업군에 적용 가능한 산업 특화형 AI 솔루션의 실증 및 확산 체계 구축 (지원과제: PoC 과제(단 일공정 대상, 5억 내외(국비기준), 6개월), 기술적용형 R&D 과제(복합공정 대상, 10억 내외(국비기준), 12개월) 지원) 혁신도전형 R&D (5년, 장기) → 기술적용 및 확산 → 기술확산형 R&D 지원 (2년, 단기) ✓ 협업지능 퍼지컬AI SDF 특화 기반모델 (NVIDIA Cosmos or WFM) ✓ 협업지능 퍼지컬AI 디지털트윈 환경 구현 (NVIDIA Omniverse) ✓ 퍼지컬AI 기반 협업지능 Sim-to-Real 기술 (NVIDIA Isaac Sim & Isaac ROS) ✓ 퍼지컬AI 기반 협업지능 시뮬레이션 기술(설계/구축) (Siemens Plant Simulation) ✓ 협업지능 퍼지컬AI SW표준화 및 모듈형 SDF-OCS 구축 ✓ 협업지능 도메인 특화 OCS 구축 ✓ 협업지능 시스템을 위한 다중계층 퍼지컬AI 보안 기술 퍼지컬AI 기 술 실 증 스테이션 퍼지컬AI 실 증 메 타 팩토리 모빌리티 제조 기업 (40%) 제조물류 기업 (40%) 푸드테크 기업 (20%) 기술수요조사 전문가 심의 RFP확정 기술확산형 품목지정공고 기술확산형 R&D수행 피드백/성과확산 기술 피드백												

- (핵심 연구인프라 구축 및 연구 클러스터化 추진, 4,255억원) 미래모빌리티 협업지능 퍼지컬AI 기반 SW 플랫폼 연구클러스터 기반(시설, 장비)을 조성
- (개방형 연구클러스터 조성, 2,295억원(지방비:1,395, 민자: 900)) 퍼지컬AI 기술의 현장 실증과 협업 확산을 이끄는 핵심연구 인프라·테스트베드

구 분	퍼지컬AI 공동 연구개발센터	퍼지컬 AI NPU 기술실증 스테이션	퍼지컬AI 메타팩토리 실증센터 (테스트베드)
연면적	6,200㎡	3,692㎡	7,505㎡
사업비	360억원(지방비)	300억원(지방비)	400억원(지방비)
규 모	지상 3층 (지하1층)	지상 2층	지상 4층
주요 시설	○ 공동연구실 ○ 회의실, 코워킹스페이스 ○ 세미나실, 입주공간 등 ○ 지하주차장	○ 국산 NPU 실증센터 ○ 테스트베드 통합 관제센터(DCC) ○ 연구용 고성능 컴퓨팅 센터	○ AI 메타팩토리 실증센터 - 퍼지컬 AI 테스트 베드 (6개존) - 메타팩토리 가상환경 실증 및 체험공간

*부지조성비 1,235억원(지방비:335, 민자:900) 별도

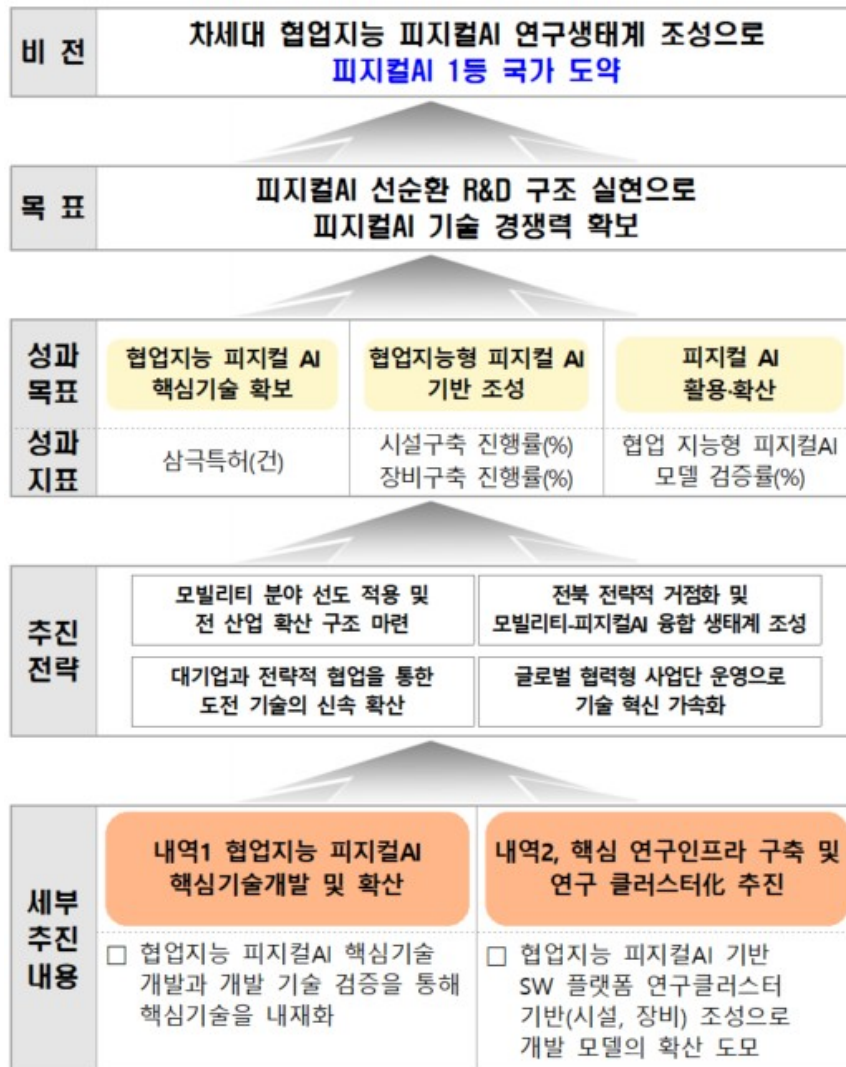
- (기술실증 테스트베드 플랫폼化 추진, 1,960억원(국비: 1,760, 지방비:100, 민자:100)) 산업공정 기반으로 협업지능 퍼지컬AI 기반 통합 제어 환경을 구현하고, 각 구역별 장비를 구축

시설	구역	주요 내용
퍼지컬AI 메타팩토리 실증센터 (1,040억)	이기종 물류로봇 실증 Zone	자율이동로봇(AMR), SLAM 지도 생성, 경로 인식 기술 기반 실내 물류 시나리오 구현
	적응가공(Adaptive) 실증 Zone	공작물 형상, 절삭 저항, 공구 마모 변화에 따라 가공 조건을 자동 조절
	유연제조(FMS) 실증 Zone	유연 공정과 작업자 협업을 실증할 수 있는 공정 셀 구성
	정밀조립 로봇 실증 Zone	다관절 로봇, 협동로봇, 선형 이송 모듈 기반 정밀 조립 및 이송 공정 구성
	AI 정밀 검사 Zone	다양한 종류의 고해상도 검사 데이터를 딥러닝 AI로 종합분석하는 협력모델 실증
	푸드테크 실증 Zone	이기종 로봇 협업 및 비전 기반의 푸드테크 공정의 AI 적용 구현

2. 주요 내용

가. 사업 비전 및 목표

- 협업지능 피지컬AI 생태계 조성을 통하여 단순 기술 보유를 넘어 국제경쟁력을 갖춘 피지컬 AI 산업 및 기술 주도국으로 도약



□ 삼극특허, 시설/장비 구축 진행률 및 퍼지컬 AI 검증률을 성과목표로 제시함

성과목표	성과지표	측정 방법 및 연도별 목표																		
협업지능 퍼지컬AI 핵심기술 확보	삼극 특허	개요	○ 퍼지컬AI 핵심기술의 국가 경쟁력 수준을 파악하는 지표로 동 사업을 통해 협업지능 퍼지컬AI 핵심기술 확보 * 미국, 일본, 유럽 등 세계 특허를 주도하는 3개국 특허청에 모두 등록된 특허로, 국가 기술경쟁력을 파악하는 지표																	
		측정 방법 및 목표	○ 대상 : 협업지능 퍼지컬AI 혁신도전형 연구개발 참여기관 ○ 산식 : ∑ 당해연도 신규 등록 완료된 특허 건수 ○ 방법 : 매년 종료시점 미국, 유럽, 일본 특허청에 출원한 특허 조사 ○ 정부 R&D 삼극특허 성과 1건당 평균 소요금액은 약 64.5억 원*으로 동 사업의 기술개발 사업예산(인프라제외)** 적용시 약 62건 * 최근 5년간('18~'22) 정부연구개발예산, 삼극특허 건수 데이터 활용 ** 혁신도전형 협업지능 퍼지컬AI 연구개발 과제 사업비 적용 ○ 기술개발 기간 + 최초 출원 이후 PCT를 통한 각국 특허 등록 진입까지 2년 내외 소요되는 점 고려, 3년차부터 성과창출을 가정 (단위: 건) <table><tr><td>구분</td><td>'26</td><td>'27</td><td>'28</td><td>'29</td><td>'30</td></tr><tr><td>목표</td><td></td><td></td><td>20</td><td>20</td><td>20</td></tr></table>						구분	'26	'27	'28	'29	'30	목표			20	20	20
		구분	'26	'27	'28	'29	'30													
목표			20	20	20															
협업지능형 퍼지컬AI 기반 조성	시설 구축 진행률	개요	○ 협업지능형 퍼지컬 AI 기반 조성 중 장비 구축 공정 진행 상황을 점검하고, 최종적으로 생태계를 지원하기 위한 시설 구축을 완료																	
		측정 방법 및 목표	○ 대상 : 연구클러스터내 시설(공동연구센터, 고속 연산플랫폼센터, 퍼지컬AI 기술검증센터) 건립 진척률 ○ 산식 : (당해연도 실적량 / 계획량) × 100 + 이전연도 공정실적 ※ 공정계획 대비 당해연도 공정실적을 백분율로 환산 (장비비, 부지매입비, 사업단운영비 제외) (단위: %) <table><tr><td>구분</td><td>'26</td><td>'27</td><td>'28</td><td>'29</td><td>'30</td></tr><tr><td>목표</td><td>25</td><td>75</td><td>95</td><td>100</td><td></td></tr></table>						구분	'26	'27	'28	'29	'30	목표	25	75	95	100	
		구분	'26	'27	'28	'29	'30													
목표	25	75	95	100																
	장비 구축 진행률	개요	○ 협업지능형 퍼지컬 AI 기반 조성 중 장비 구축 공정 진행 상황을 점검하고, 최종적으로 생태계를 지원하기 위한 장비 구축을 완료																	
		측정 방법 및 목표	○ 대상 : 연구클러스터내 시설(공동연구센터, 고속 연산플랫폼센터, 퍼지컬AI 기술검증센터) 장비구축 진척률 ○ 측정산식 : (당해연도 실적량 / 계획량) × 100 + 이전연도 공정실적 ※ 공정계획 대비 당해연도 공정실적을 백분율로 환산 (건축비, 부지매입비, 사업단운영비 제외) (단위: %) <table><tr><td>구분</td><td>'26</td><td>'27</td><td>'28</td><td>'29</td><td>'30</td></tr><tr><td>목표</td><td>30</td><td>60</td><td>80</td><td>95</td><td>100</td></tr></table>						구분	'26	'27	'28	'29	'30	목표	30	60	80	95	100
		구분	'26	'27	'28	'29	'30													
목표	30	60	80	95	100															

성과목표	성과지표	측정 방법 및 연도별 목표					
협업 지능형 피지컬AI 검증 모델 신속 활용· 확산	협업 지능형 피지컬 AI 모델 검증률	개요	o 구축된 기반 및 현장에서 개발 기술을 실제 적용하여 검증을 수행한 횟수를 측정한 것으로, 최종적으로는 100% 검증된 모델이 현장으로 확산하는 것을 의미				
			o 대상 : 협업지능 피지컬AI 핵심기술 개발 및 확산 연구개발 참여기관 o 산식 : $\sum(\text{해당 단계 검증 계획} \times \text{횟수} / \text{검증 수행 횟수})$ * 연구개발계획서 내 단계별(연차별) 검증을 계획한 횟수 o 방법 : 검증을 계획한 각 과제에 대한 검증 수행 횟수를 측정 ※ 연구개발계획서 내 기술개발 및 검증을 포함하는 과제 대상				
		측정 방법 및 목표	구분	검증항목			검증장소
			혁신도전형	SDF 특화기반 협업지능형 SW·플랫폼 검증			검증플랫폼
			기술확산형	기업 요구에 맞춰 개발된 협업지능형 SW·플랫폼 검증			현장
			o 기술개발 기간을 고려하여 3차년도부터 본격적인 검증을 수행				
		(단위: %)					
		구분	'26	'27	'28	'29	'30
		목표	-	100	100	100	100

나. 주요 사업 내용

□ (사업개요) 연구개발과제 및 인프라 구축 지원

- (기간) 2026~2030년 (5년)

(단위 : 억 원)

구분	사업 내용	총사업비			
			국고	지방비	민자
기술 개발	(내역1-1) 협업지능 퍼지컬AI 핵심기술개발 및 확산	3,985	3,000	-	985
	(내역1-2) 기술확산형 협업지능 퍼지컬AI 연구개발 지원	1,500	1,000	-	500
시설 구축	(내역2-1) 개방형 연구 클러스터 조성	2,295	-	1,395	900
	(내역2-2) 기술실증 테스트베드 플랫폼화 추진	1,960	1,760	100	100
운영	(내역3) 글로벌 연구 협업생태계 수립	260	240	5	15
합 계		10,000	6,000	1,500	2,500

□ (세부활동 구성) 전북 특화산업 다크팩토리에 적용을 상정한 제조 AX 표준모델, 제조현장 수요기반의 응용기술개발 및 인프라구축

○ (내역사업1-1) 협업지능 퍼지컬AI 핵심기술개발 및 확산 : 협업지능 퍼지컬AI 파운데이션 모델 개발 등(10개 과제)

연번	총괄과제	연구내용(요약)	억원
1	무인공장 운용-퍼지컬AI SDF 특화 기반모델 연구개발	- 초거대 협업지능 퍼지컬 AI 파운데이션 모델 기반 기술 로봇 설비·장비 등 이기종 시스템이 공간전역 멀티모달 환경에서 실시간 인지·추론·제어를 수행하며 협력 가능한 초거대 협업지능 AI 모델 개발 - 공간전역 실시간 인지·예측·제어 및 경로 계획 기술: 텍스트, 이미지, 센서 등 이기종 멀티모달 데이터를 기반으로, 디지털트윈 연계와 동시 작업 및 경로 계획이 가능한 실시간 판단·제어 구조 구현	600
2	이기종 협업-퍼지컬AI SDF 특화 기반모델 연구개발	- 복잡하고 정밀한 제조 현장에서 실시간으로 안전하게 작동하며 지속적으로 진화하는 인간 수준의 완전 자율 협업 로봇을 위한 차세대 멀티모달 협업지능 퍼지컬 AI 파운데이션 모델을 개발 - 제조, 물류, 푸드테크 등 다양한 산업 분야에 범용적으로 적용 가능하며, 복잡한 조립 작업부터 피킹·패킹·분류 작업까지 광범위한 공정의 자동화	595
3	협업지능 퍼지컬 AI-디지털트윈 가상환경 기술 개발	- 협업지능 PA-디지털트윈 연합 국제 표준 및 참조모델 개발 - 협업지능 PA-디지털트윈 연합 체계 구동 시스템 및 서비스 - 협업지능 PA-디지털트윈 연합 가상환경 사용자 시스템 및 서비스	332

연번	총괄과제	연구내용(요약)	억원
4	퍼지컬AI 기반 협업지능 Sim-To-Real 기술 개발	- 복잡한 제조 환경에서 가상 시뮬레이터와 현실 시스템의 경계를 허물고 AI 제어 모델의 자율 학습·적응 - 로봇 및 설비가 안전하고 정밀하게 완전 자율 운용될 수 있는 차세대 Sim-to-Real 시스템 개발	331
5	퍼지컬AI 기반 협업지능 시스템 설계 및 구축 시뮬레이션 기술 개발 ¹⁾	- 이산시간·연속시간 통합 시뮬레이션 엔진 3D 스캔과 CAD 기반 공간 및 경로 모델링, PA 기반 로봇 협업 제어, 클라우드 인프라, LLMRAG·MPC 기반 지능형 판단 기술을 통합 - 공장 및 물류 운영의 전주기를 클라우드 환경에서 실시간 학습·제어·검증할 수 있는 PA(Physical AI) 기반 협업지능 통합 시뮬레이션 시스템 구축	595
6	협업지능 퍼지컬 AI SW 표준화 및 Module형 SDF-OCS(운용 제어 시스템) 설계·구축	- 협업지능 퍼지컬 AI 기반의 범용 OCS 아키텍처 및 SW 모듈을 구축하여, 제조·물류·푸드테크 전반에 적용 가능한 차세대 지능형 산업 운영 플랫폼 개발 - OPC UA·MQTT 등 국제 표준을 확장한 인터페이스·데이터·보안 표준 수립으로 이기종 설비·로봇 연동 지원 - SPL와 MSA 기반 설계로 공통·가변 기능을 분리·모듈화하고, 필요 모듈을 선택·조합할 수 있는 사용자 맞춤형 환경 제공	594
7	협업지능 퍼지컬 AI 기반의 제조 운영 시스템 개발 및 실증	- 제조설비, 생산공정, 품질관리의 전 계층 통합제어를 통해 제조공정의 동적 재구성이 가능한 SDF-OCS 기반 제조특화 운영관리 시스템을 구축 - 협업지능 PA 파운데이션 모델, 디지털트윈 및 Sim-to-Real 전이학습 기술, 퍼지컬 AI 모델, 제조 레거시 시스템(ERP, MES 등) 통합 연동을 통해 이기종 로봇·장비·이송 시스템의 실시간 협업 제어와 자율적 운영이 가능한 제품지향/공정지향/혼합형 제조셀을 실증	533
8	협업지능 퍼지컬 AI OCS(운용 제어 시스템) 기반 물류 운영 및 제어 시스템 개발	3D 창고형 로봇, 천정형 OHI, 휴머노이드 및 A-AMR, 이적제 로봇 등 다양한 이기종 물류 로봇을 통합 운영하기 위한 지능형 OCS를 개발 - PA기반 물류창고 운영체계를 구현하여 로봇 연동, 설비 제어, 작업 스케줄링, 상태 모니터링, 예외 대응, 안전관리 기능이 통합된 물류 관제 시스템을 구축	135
9	퍼지컬 AI 기반 SimtoReal 푸드테크 통합 플랫폼 개발 및 실증	- 퍼지컬 AI 기반 협업지능 SW플랫폼을 활용하여 푸드테크 6대 전공정을 지능화·유연화하는 이기종 로봇 협업형 SDF 기반 통합 제어 플랫폼 개발 및 실증 - 이기종 로봇(코봇, 휴머노이드, AMR 등)을 활용한 고도화된 푸드테크 제조/물류 지능화 체계를 구현하고 로봇 및 공정의 협업지능 통합 플랫폼 실증	135
10	협업지능 시스템을 위한 퍼지컬AI 기반 다중 계층 보안 기술 개발	- Physical AI 환경에서 데이터 수집부터 처리, 분석, 제어에 이르는 전 과정을 안전하게 보호할 수 있는 통합 보안 시스템을 개발 - 전 주기 보안 확보를 위해 시스템 내 각 계층 및 구성 요소에 적용 가능한 프레임워크 및 모듈 단위 보안 기술을 개발하고, 이를 상호 연동 가능한 구조로 설계 - 기존 보안 기술이 단편적·수동적 방식에 머물러 있는 한계를 극복하기 위해 고신뢰 기술을 통합	135

1) 추가제출자료에서는 연구내용은 동일하나 'AI 기반 다크팩토리 설계-구축 솔루션 개발'로 과제명이 변경되어 제출됨

- (과제별 최종목표)

연번	총괄과제	최종목표
1	무인공장 운용-퍼지컬AI SDF 특화 기반모델 연구개발	o (목표) 공간전역 퍼지컬 시스템을 위한 초거대 협업지능 파운데이션 모델 개발
2	이기종 협업-퍼지컬AI SDF 특화 기반모델 연구개발	o (목표) 이기종 협업-퍼지컬AI SDF 특화 기반모델 연구개발 o End Product - 다중센서 모달리티 통합 Embodied AI 기반 제조작업 인자 계획 제어 파운데이션 모델 (SW) - 실시간 상태 공유 및 자율 분업이 가능한 에이전트 간 근접 협업 시스템 (SW) - 불확실성 정량화와 실시간 설명 갱신을 위한 에이전트 해석 및 시각화 기술 (SW) - 이상 위험 상황에 대한 자율 진단 및 복구와 KH 기반 자기 최적화가 가능한 에이전트 학습 기술 (SW) - Lifelong Adaptation 기반 자가 개선형 에이전트 학습 기술 (SW)
3	협업지능 퍼지컬 AI-디지털트윈 가상환경 기술 개발	o (목표) 협업지능 퍼지컬 AI-디지털트윈 연합 가상환경 시스템 및 관련 서비스 개발 및 상용화 - 협업지능 PA-디지털트윈 연합 국제 표준 및 참조모델 개발 5건 - 협업지능 PA-디지털트윈 연합 체계, 구동 시스템 및 서비스 40건 - 협업지능 PA-디지털트윈 연합 가상환경 사용자 시스템 및 서비스 30건
4	퍼지컬AI 기반 협업지능 Sim-To-Real 기술 개발	o (목표) 퍼지컬AI 기반 협업지능 Sim-To-Real 기술 o End Product - IoT 실시간 연동 및 적응형 캘리브레이션 기능을 갖춘 고정밀 물리 시뮬레이터 (SW) - 다양한 제조 시나리오의 합성 데이터 자동 생성·라벨링 기술 (SW) - Sim-to-Real 격차 해소를 위한 도메인 랜덤화·적용 기술 (SW) - 자기지도 및 최소지도 학습 기반 Sim-to-Real 적용 지능 기술 (SW) - 초경량 엣지 AI 추론 기술 - 실시간 가상·현실 동기화 통합 제어 기술 (SW) - 벤치마크 기반 표준 성능 평가 시스템 (SW) - Sim-to-Real 전주기 성능 평가 시스템 및 표준 통신 인터페이스 (SW)
5	퍼지컬AI 기반 협업지능 시스템 설계 및 구축 시뮬레이션 기술 개발	o (목표) 퍼지컬AI 기반 협업지능 시스템 설계 및 구축 시뮬레이션 기술 o End Product - LLM 기반 RAG, MPC 융합형 공장 및 물류 협업지능 운영 통합 시스템 개발 - 이산사건-연속시간 통합 하이브리드 시뮬레이션 엔진 개발 - 저가형 3D 스캔 및 CAD 연동 기반 공장 레이아웃 자동 설계 모듈 개발 - PA 기반 공장 로봇 경로 설계 자동화 모듈 개발 - 강화학습 기반 이기종 로봇 통합 운영 모듈 개발 - 클라우드 기반 시뮬레이션 및 자산 운영 통합 환경 구축
6	협업지능 퍼지컬 AI SW 표준화 및 Module형 SDF-OCS(운용 제어 시스템) 설계·구축	o (목표) 협업 지능 퍼지컬AI SW 표준화 및 Module형 SDF-OCS(운용 제어 시스템) 설계·구축 o End Product - SDF-OCS Module 6건 - 통합 지능형 SDF-OCS를 위한 인공지능 모델 6건 - 협업 지능 PA 산업 시스템 표준 프레임워크 1건 - 협업 지능 PA 기반 지능형 산업 시스템 관련 아키텍처 2건 - 확장 가능 플랫폼 프레임워크 1건 - SDF-OCSops 시스템 1건

연번	총괄과제	최종목표
7	협업지능 퍼지컬 AI 기반의 제조 운영 시스템 개발 및 실증	- o (목표) 협업지능 퍼지컬 AI 기반의 제조운영 시스템 개발 및 실증 - o End Product - 셀-셀/셀 그룹 간 자율연동제어 및 MES/MCS 연계 기능을 포함한 OCS 모듈 기반 생산운영관리 시스템 / SW(서버탑재형SW) - AI 기반 최적화 알고리즘이 탑재된 제조라인 시뮬레이터 1건 / SW(모델) - 멀티모달 센서 기반 공정 이상 인식 및 자율 판단 협업지능 파운데이션 모델 기반 운영 SW 1건 / SW(모델) - 장비-로봇 상호운용 가능한 통합 통신 프로토콜 및 실시간 협업을 위한 PA-협업 지능 기반 자율제어 제조 OCS 확장모듈 / SW (서버탑재형SW) - 이기종 로봇 간 실시간 협업을 위한 엣지 인텔리전스 기반 자율 제어 알고리즘 및 로봇 제어 최적화 모델 / SW(서버탑재형SW) - 절삭공정 도메인특화형 Sim2Real 디지털트윈 및 최적화 학습모델, 협업지능 연동 OCS 및 엣지 장치 포함 관제 모듈 / SW·HW 통합형 시스템 - VLA 기반 협업자능 시나리오 대응 퍼지컬 AI 모델 및 작업 유형별 디지털트윈 모델 / SW(모델)
8	협업지능 퍼지컬 AI OCS(운용 제어 시스템) 기반 물류 운영 및 제어 시스템 개발	- o (목표) 물류 OCS 구축 및 하드웨어 인터페이스프로토콜 표준화 - o End Product - WES/WCS 물류 통합 운영 시스템 (세부1) - 창고형 3D 로봇 및 저장형 로봇 OCS (세부2) - 천정형 로봇 OCS (세부3) - 휴머노이드 로봇 OCS (세부4) - 이적재 자동화 시스템 및 로봇 연동 OCS (세부5) - 이기종 물류 로봇(MCS) 테스트베드
9	퍼지컬 AI 기반 Simto-Real 푸드테크 통합 플랫폼 개발 및 실증	- o (목표) 퍼지컬 AI 기반 Sim-to-Real 푸드테크 통합 플랫폼 개발 및 실증 - 퍼지컬 AI 기반 협업지능 SW플랫폼을 활용하여 푸드테크 6대 전공정을 지능화·유연화하는 이기종 로봇 협업형 SDF 기반 통합 제어 플랫폼 개발 및 실증 - 이기종 로봇(코봇, 휴머노이드, AMR 등)을 활용한 고도화된 푸드테크 제조/물류 지능화 체계를 구현하고 로봇 및 공정의 협업지능 통합 플랫폼 실증 - Sim-to-Real 및 SDF 기반 디지털 트윈과 퍼지컬 AI 기술을 통합한 유연하고 자율적인 제조 환경을 구현하여 다크 팩토리(무인 지능형 생산시스템) 실현을 위한 상용화 기반 마련 - o 푸드테크 디지털 트윈 시뮬레이션 모델 개발 - o Sim-to-Real 기반 푸드테크 통합 플랫폼 개발 - o 푸드테크 공정 및 물류 퍼지컬 AI 자동화 시스템 구축 - o VLA 기반 공정 상황 인식 및 행동계획 알고리즘 개발 - o 실증 환경 기반 통합 기술 검증 및 상용화 가능성 평가
10	협업지능 시스템을 위한 퍼지컬 AI 기반 다중 계층 보안 기술 개발	- o (목표) 협업지능 시스템을 위한 퍼지컬 AI 기반 다중계층 보안 기술 개발 - o End Product - 협업지능 PA 전 주기 보호를 위한 프레임워크 5건 (서버탑재형SW) - 협업지능 PA 전 주기 보호를 위한 요소 모듈 12건 (단말탑재형 SW)

○ (내역사업1-2) 기술확산형 협업지능퍼지컬AI 연구개발 지원 : 협업지능 퍼지컬AI 기반 SW플랫폼·

솔루션 핵심기술 확산과 현장실증을 통해 핵심기술 내재화 및 기술표준화 기반 조성

- (필요성) 협업지능 퍼지컬AI 기술을 적용한 기반연구 및 응용연구의 결과와 검증/실증 테스트베드 및 연구용 고성능 컴퓨팅시스템 등의 인프라를 활용하여 개발된 SW플랫폼·솔루션을 모빌리티, 물류, 푸드테크 관련 기업을 대상으로 기술 확산 체계 구축
- (지원대상) 모빌리티, 물류, 푸드테크 관련 자동화, 지능화단계 기업
- (추진절차) 기술수요조사→전문가 심의→ RFP확정→기술확산형 연구개발 공고→심의/선정→R&D추진→결과보고→성과확산
- (지원규모) 협업지능 퍼지컬AI 적용대상 기업 매년 28개사 내외
 - 사전 PoC 과제(단일공정 대상, 지원한도 5억 내외(국비기준), 사업기간 6개월)
 - 기술적용형 R&D 과제(복합공정 대상, 지원한도 10억 내외(국비기준), 사업기간 12개월)

	2026		2027		2028		2029		2030	
	상반기	하반기	상반기	하반기	상반기	하반기	상반기	하반기	상반기	하반기
1차년		사전PoC (28개사)	기술적용형 R&D(12개사)							
2차년			사전 PoC (28개사)	기술적용형 R&D (12개사)						
3차년					사전 PoC (20개사)	기술적용형 R&D (13개사)				
4차년							사전 PoC (20개사)	기술적용형 R&D (13개사)		
5차년									사후관리 및 성과확산	

구분	현장 문제해결 과제
목표	1. 산업 현장의 문제 발굴 및 실증을 통한 퍼지컬AI 적용 기반 마련 2. 고난이도 현장 문제에 대한 맞춤형 기술 적용 및 실증 검증 3. 문제해결을 위한 혁신도전형 플랫폼을 활용한 기술 개발
추진 내용	1. 문제 정의 → 맞춤형 기술요소 분석 및 설계 → 퍼지컬AI 요소 기술 구현 → 테스트베드 실증 → 현장 실증 및 개선 2. 문제 정의 → 맞춤형 기술요소 분석 및 설계 → 혁신도전형 플랫폼 활용 기술 설계 → 테스트베드 실증 → 현장 실증 및 개선
지원 대상	1. 제조·물류·푸드테크 중소기업 등 현장문제를 보유한 수요기업 및 기술공급 기업 2. 혁신도전형 플랫폼 활용 가능한 문제를 보유한 기업 및 기관
지원 방법	1. 자유공모 방식 (수요연계형 기획 포함) · 수요기업이 주관하거나 수요기관 참여를 필수로 하는 수요 기반 컨소시엄 구성 필수 · 기술공급기관(대학·연구소·SW기업 등), 실증기관(중소제조사 등), 플랫폼 운영기관(캠틱 등)간 연합체 구성 2. 품목지정형 (지정공모방식) · 정부가 산업현장의 수요를 기반으로 사전 수요조사 및 전문가 검토를 통해 RFP 사전기획 · 수요기업, 기술공급기관, 실증기관이 컨소시엄 구성
추진 체계	1. 총괄 주관기관: 퍼지컬AI 융합기술 사업단(가칭) · 기술총괄: KAIST, 성균관대, 캠틱융합기술원 등 주요 연구기관 및 플랫폼 운영기관 · 수요기관: 퍼지컬AI 기술을 적용할 실제 문제를 보유한 지역 기업군

○ (내역사업2-1) (개방형 연구클러스터 조성) 피지컬AI 기술의 현장 실증과 협업 확산을 이끄는 핵심연구 인프라·테스트베드

구 분	피지컬AI 공동 연구개발 센터	피지컬AI 실증 메타팩토리 (테스트베드)	피지컬 AI NPU 기술실증 스테이션
연면적	6,200㎡	3,692㎡	7,505㎡
건축비	360억원(지방비)	300억원(지방비)	400억원(지방비)
규 모	지상 3층 (지하1층)	지상 2층	지상 4층
주요시설	- 공동연구실 - 회의실, 코워킹스페이스 - 세미나실, 입주공간 등 - 지하주차장	- 국산 NPU 실증센터 - 테스트베드 통합 관제센터(DCC) - 연구용 고성능 컴퓨팅 센터	- AI 메타팩토리 실증센터 - 피지컬 AI 테스트 베드 (6개존) - 메타팩토리 가상환경 실증 및 체험공간

※ (부지비) 1,235억원 별도, (구축대상지역) 전북특별자치도 완주군 이서면 이문리 (전북혁신도시 인근)



○ (내역사업2-2) (기술검증 테스트베드 플랫폼화 추진) 산업공정 기반으로 협업지능 피지컬AI 기반 통합 제어 환경을 구현하고, 각 구역별 장비를 구축

시설	구역	주요 내용
피지컬AI 메타팩토리 실증센터 (1,040억원)	유연제조(FMS) 실증 Zone (197억원, 국비전액)	다양한 차종의 금속 차체 판넬(BIW)의 혼류 생산과 다품종 소량 생산에 적합한 시스템을 구축하여 생산 라인을 변경 하지 않고 프로그램에 의해 '유연하게 생산' 하는 시스템 구현 및 검증
	적응가공(Adaptive) 실증 Zone (215억원, 국비전액)	가공 중 데이터 및 가공 후 품질 측정 데이터 통해 공정 중 상태에 대해 자율적 판단(정지, 변경, 구동) 하고 가공기와 VLA기반 로봇의 협동을 통해 '상태 적응형 가공'을 수행하는 시스템 구현 및 검증
	정밀조립 로봇 실증 Zone (153억원, 국비전액)	고정도(마이크로)의 조립정밀도를 요구하는 가공품과 비정형 형태의 와이어링을 VLA 및 센서 피드백 기반의 로봇과 정밀 스테이지의 협력을 활용해 '자율 보정 제어하는 정밀 조립' 시스템 구현 및 검증

시설	구역	주요 내용
	AI 정밀 검사 Zone (175억원, 국비전액)	다관절 로봇, AMR, 4족 보행 로봇, 드론 등을 통해 접촉/비접촉/ 비파괴 검사 등의 다양한 종류의 고 해상도 측정 데이터를 협업을 통해 수집하고 AI로 종합 분석하는 협력시스템 구축 및 검증
	이기종 물류로봇 실증 Zone (250억원, 국비전액)	자율이동로봇(AMR), SLAM 지도 생성, 경로 인식 기술 기반 실내 물류 시나리오 구현, 작업 셀 간 다품종 자재를 정확히 이송하는 자율 물류 최적화 실증
	푸드테크 실증 Zone (135억원, 국비전액)	이기종 로봇 협업 및 비전 기반의 푸드테크 공정의 AI 적용 구현, 푸드테크 공정의 퍼지컬AI 적용 실증을 통한 무인 자율 공정 시스템 구현
퍼지컬AI NPU 기술실증 테스트베드 (920억원)	통합관제(DCC) 시스템 (50억원, 국비전액)	디지털트윈/시뮬레이션 지능형 로봇/설비, AMR, AGV, 협업지능 퍼지컬AI 기반 SW플랫폼 등의 운영 제어 검증
	국산NPU 및 고성능 연산 실증-존 (785억원, 국비 585/ 지방비 100/민자100)	실제 연구 환경에 필요한 고성능 GPU 및 NPU 연산 플랫폼을 구축하고, 다양한 이종 로봇의 협업을 NPU 클러스터를 적용해 운영 제어하는 소규모 단위 셀로 총 6개로 구성

○ (내역사업3) 글로벌 연구 협업생태계 수립 사업단 운영

구분	인건비	운영비	네트워킹	공동R&D		글로벌시장	계
				혁신도전형	기술확산형		
'26년	17.0	12.0	3.0	10.0	-	8.0	50.0
'27년	18.0	13.0	6.0	10.0	-	8.0	55.0
'28년	20.0	15.0	3.0	-	6.0	8.0	52.0
'29년	20.0	15.0	3.0	-	6.0	8.0	52.0
'30년	20.0	15.0	2.0	-	6.0	8.0	51.0
계	95.0	70.0	17.0	20.0	18.0	40.0	260.0

- (인건비) 전담 인력 총 40명을 배치할 계획이며, 직급별 평균 급여액을 바탕으로 인당 기준단가를 산정(사업단장, 부단장 등 기존 인력 12명에 대한 인건비는 제외*)

* 사전검증 연구(2025년 산업특화형 「퍼지컬AI 선도모델 수립 및 PoC」사업)가 선행되어 중복 활동과 불필요 비용 최소화가 가능

- (운영비) 사업단 운영비는 연구관리비, 시설관리 운영비로 구성되며, 각 비목은 유사 사업단 운영 사례에 기반하여 추정하며, 인건비의 75% 수준인 70억 원 산정
- (글로벌협업생태계 지원) 글로벌 네트워킹, 공동연구개발 지원, 글로벌 시장진출 지원 등으로 구성

제 2 장 기초자료 분석

제 1 절 피지컬 AI 개요

1. Physical AI 정의 및 범위

- 피지컬 AI(Physical AI)는 물리적(Physical)인 현실 세계에서 실제로 동작하고 상호작용할 수 있도록 구현된 형태의 인공지능(AI)을 의미
- AI가 물리적인 실체 안에 구현되어 다양한 센서를 통해 현실 세계를 감지 및 인식하고, 자율적으로 판단 및 행동함으로써 주변 환경과 유기적으로 상호작용 할 수 있는 시스템
- 그러나, 현재까지 Physical AI에 대한 통일된 정의는 정립되어 있지 않으며, 산·학·연 각 분야에서는 공통적으로 ‘AI의 물리적 구현’, ‘물리적 인터페이스를 통한 실제 세계와의 상호작용’, ‘자율적 판단·행동’ 등을 핵심 요소로 강조

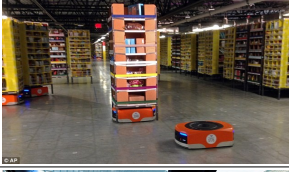
<표 2-1> Physical AI에 대한 정의

구분	정의
학계	• 지능형 유기체와 관련된 작업을 수행할 수 있는 물리적 시스템을 만드는 이론과 실재(Miriyev & Kovač (2020)) • 센서·액추에이터·AI 알고리즘이 통합된 시스템으로, 물리적 세계에서 자율적으로 작동하는 지능형 시스템(Yingbo Li(2021)) • 기존의 Embodied AI(체화된 AI), 소프트 로보틱스(Soft Robotics), 사이버물리시스템 (Cyber-Physical System, CPS), 적응형 AI(Adaptive AI) 등의 개념들과 밀접하게 연결(Yang Liu(2024))
연구계	• 물리적 환경과의 직접적인 상호작용이 수반되는 문제를 해결하기 위해 AI 기술을 활용(AI4EU(2020)) • 기계공학, AI, 센서, 연결성의 융합을 통해 현실 세계에서 자율적으로 작동하는 시스템(WEF(2025))
산업계	• 현실 세계에서 복잡한 행동을 인식, 이해 및 수행할 수 있는 자율시스템(NVIDIA(2025e)) • AI가 인간처럼 물리 환경에서 안전하고 유연하게 상호작용할 수 있도록 진화해야 한다는 관점(Google Deepmind(2025)) • AI가 데이터 처리를 넘어 실제 세계에서 물리적 상호작용을 지능적으로 수행하는 기술(USAII(2025))

출처: SPRi(2025), 피지컬 AI의 현황과 시사점(재구성)

- AI 로봇, 휴머노이드, 디지털 휴먼, AI-뇌 인터페이스, 자율주행 등과 같이 AI가 현실 세계 및 사람과 직접적이고 물리적인 상호작용을 수행하며, 물리적 형태를 기반으로 한 지능적 서비스를 제공
- **(물리적 형태 기준, Embodiment)** AI가 실제 하드웨어에 탑재되어 현실 세계에서 움직이고 작동하는 것에 해당하며, 휴머노이드 로봇, 로봇팔, 서비스로봇 등이 있음
 - **(감각-행동 루프, Perception-Action Loop)** 센서를 통해 환경을 인식(perception)하고, 이에 따라 행동(action)을 결정하고 수행하는 것에 해당되며, 카메라로 물체를 인식하고 로봇팔이 물체를 잡는 행동 등이 가능함
 - **(지능적 의사결정, AI-driven Decision Making)** 단순한 기계적 동작이 아니라, AI가 상황을 분석하고 판단을 내리는 역할을 수행하며, 차량이 전방의 상황을 인식하여 자율적으로 주행 상태 및 대응을 결정하는 등이 해당됨

<표 2-2> Physical AI의 대표 사례

구분	내용	
휴머노이드	- AI로 제어되는 인간형 로봇 - 기반모델, 컴퓨터비전, 엣지컴퓨팅, 자율제어 기술이 고도로 통합된 형태로 인간 외형과 유사한 구조를 갖고 행동하는 높은 수준의 지능형 물리 에이전트	
자동화 로봇	- 물류창고에서 AI가 경로 결정 및 물건 운반, 제조 공정 산업용 로봇 - SLAM(Simultaneous Localization and Mapping), 컴퓨터비전, LiDAR 기반 자율 경로 생성 및 장애물 회피 기능을 갖춘 물리 AI	
자율주행차	- 센서+AI+실제 물리적 주행 - 도로환경에 특화된 감지판단 및 경로해석, 고속비전처리, 정밀 제어 기술이 융합된 차량기반 물리 시스템	
드론	- AI로 비행 경로 판단 및 조종 - 공중 이동에 최적화된 경량 AI와 실시간 공간 인식능력을 바탕으로 장애물 회피, 위치추적, 자율비행 등의 기능을 수행하는 비행형 물리 시스템	

이미지출처: Shutterstock, FigureAI, Amazon, 123RF(2025)

2. 피지컬 AI 유사 인접 개념 비교

- **(임베디드 AI)** 센서, 웨어러블 기기, 가전제품 등 소형 저전력 디바이스에 인공지능 기능을 내장하여 동작시키는 기술
 - 대규모 클라우드 서버에 의존하지 않고 디바이스 자체에서 데이터 처리와 의사결정을 수행함으로써 지연을 최소화하고 실시간 응답 가능
 - 제한된 하드웨어 자원(RAM, 배터리 등)을 가진 기기에서도 경량화된 ML/AI 모델을 실행해 현장(On-device)에서 곧바로 판단을 내릴 수 있도록 하는 것*
 - * 예) 스마트 냉장고 : 냉장실의 사용 패턴을 학습하여 전력 소비를 자동으로 최적 제어하는 AI 기능 탑재
 - 현실 세계의 물리적 장치에 AI를 적용한다는 점에서 피지컬 AI와 유사하나, 기기의 규모와 자원 제약에 초점을 맞추어 경량화된 AI를 구현한다는 점과 비교적 단일 작업을 수행하는 경우가 많다는 점에서 차이가 있음
- **(로보틱스)** 로보틱스(로봇공학)는 로봇 시스템을 설계, 제작, 운영하는 공학 분야이며, 인간을 대신하거나 보조하는 자동화 기계(로봇)를 개발하는 학문
 - 로봇은 프로그램 가능한 기계로서 다양한 작업을 자율적 또는 반자율적으로 수행하고, 로보틱스 분야에서는 로봇 매커니즘 설계, 제어 알고리즘 및 소프트웨어(SW)개발을 다룸
 - 산업용 로봇으로 제조업 공장의 조립 로봇 암(Arm)이 대표적이며, 생산라인에서 부품을 용접하거나 조립하는 작업을 자동화하고 생산 효율을 향상시킴
 - 로보틱스는 피지컬 AI와 유사하고, 피지컬 AI의 구현체 대부분이 로봇의 형태를 띠며, 물리적 세계에서 작동하는 AI 시스템이라는 점에서 매우 연관성이 높음
 - 다만, 로보틱스는 반드시 AI를 수반하지 않아도 되는 폭넓은 공학 분야라는 점에서 현재의 피지컬 AI와 차이가 있음
- **(제어시스템)** 어떤 장치나 프로세스의 출력이 원하는 목표 값을 따르도록 자동으로 조정하는 시스템을 의미
 - 일반적으로 센서로 현재 상태(출력)를 측정하고 이를 참조값(목표)과 비교하여, 제어기기가 계산한 명령에 따라 액추에이터를 구동함으로써 시스템의 동작을 조절
 - 이러한 피드백 제어를 통해 다양한 환경 변화에도 출력이 안정적으로 목표를 유지하고, 사람이 직접 개입하지 않아도 자동으로 동작하도록 시스템을 설계

- 제어시스템과 피지컬 AI는 모두 센서-제어-액추에이터 사이클을 기반으로 동작하며 물리적인 시스템을 다룬다는 점에서 유사성이 높음
- 전통적인 제어시스템은 지능을 갖추지 않은 규칙 기반 자동화라는 점에서 피지컬 AI와 차이

□ **(에이전트 AI)** 지능형 에이전트 개념에 기반하며, 환경을 지각하고 자율적으로 행동하여 목표를 달성하는 AI 시스템

- 지능형 에이전트는 센서로부터 환경 상태를 인식하고, 그에 따라 적절한 행위를 선택하며, 나아가 과거 경험으로부터 학습을 통해 성능을 향상시킬 수 있음
- 에이전트는 SW 프로그램일 수도 있고 하드웨어(HW)를 포함한 로봇일 수도 있는데, 중요한 것은 자율성(Autonomy)을 가지고 스스로 의사결정을 내린다는 점임
- 에이전트 AI는 물리적 구현 여부와 상관없이 쓰이는 더 일반적인 개념
- 에이전트 AI는 SW 에이전트와 물리 에이전트(로봇)이 모두 있는데, 이중 피지컬 AI는 물리적으로 구현된 에이전트에 국한됨

3. 피지컬 AI 핵심 구성요소

□ **(기술적 구성요소)** 피지컬 AI를 구현 및 구동하기 위한 기본적인 요소들로 크게 소프트웨어(SW)와 하드웨어(HW)로 구분되며, SW/HW를 아우르는 시스템적 요소도 포함

- SW에는 지능적 인식 및 판단을 위한 AI 프로그램, 물리 장치를 움직이도록 계산 및 명령하는 제어시스템 등이 있음
- HW에는 감지를 위한 센서, 동작을 위한 액추에이터, 통신을 위한 네트워크 인프라 등이 있음
- 시스템적인 요소로써, 실시간 처리를 위한 엣지컴퓨팅과 데이터 저장 및 연산의 연동을 위한 클라우드 등이 있음

□ **(지능적 기능 범위)** 피지컬 AI가 지능적인 기능을 수행하기 위해 필요한 요소

- 센서 등을 통한 주변 환경인식, 계획과 행동을 위한 의사결정, 실시간 피드백을 통한 학습과 적응, 텍스트·이미지·음성 등 다양한 멀티모달(Multi-Modal) 정보 처리

<표 2-3> Physical AI의 기술적 구성요소 및 기능 범위

구분	구성요소	세부사항
기술적 구성 요소	센서	• 카메라, LiDAR, IMU, 터치 센서 등으로 환경을 감지
	AI 소프트웨어	• 인식(vision), 추론(reasoning), 강화학습(RL), 경로 계획 등
	로봇 제어 시스템	• 모터, 서보(Servo), 액추에이터 제어, 실시간 반응
	엣지 컴퓨팅	• 실시간 처리를 위해 장치 내 AI 연산 수행
	네트워크 인프라	• 클라우드-AI 연동, 로봇 간 협업을 위한 통신 (5G, Wi-Fi 등)
지능적 기능 범위	환경인식	• 객체 인식, 얼굴/표정 인식, 공간 지도 작성 (SLAM) 등
	의사결정	• 강화학습, 계획(Planning), 행동 선택(Behavior Selection)
	학습 및 적응	• 실시간 피드백을 통한 정책 개선, 인간과의 상호작용 학습
	다중모달 처리	• 시각+청각+촉각 등 다양한 감각 정보를 통합 처리

제 2 절 피지컬 AI 관련 국내외 정책 동향

1. 주요 국가별 피지컬 AI 관련 정책

- **(미국)** 미국은 NSF(국립과학재단), NASA(미항공우주국), DoD(국방부)를 중심으로 분야별 거대 연구 프로그램을 운영²⁾
- NSF는 지능형 로봇 및 자율시스템 기본 연구에 2024년 약 7천만 달러 예산을 요청하여 일상 작업, 의료, 커뮤니티 활용 로봇 연구를 지원
 - NASA는 우주 로봇 개발을 추진하고 있으며, 특히 2021~2025년 Artemis 달 탐사 프로젝트(예산 530억 달러)에 자율주행 로버 등 로봇기술을 포함시켜 우주 탐사 역량을 강화
 - DoD는 군용 로봇·자율주행 시스템에 2023년 103억 달러를 배정하여 무인군용차량, 드론, EOD로봇 등을 개발
 - 2022년 백악관은 국가 AI 전략에서 물리적 AI 적용을 강조했고, NIST 등에서 로봇 안전성 표준 개발을 지원하며, 자율주행차 규제외 경우 연방 차원에서 자율주행차 법안(AV START Act 등)이 추진 중이어서 각 주별로 허용 범위가 결정됨

2) IFR(2025), Robotics Research: How Asia, Europe and America Invest

- 예로, 캘리포니아주는 2023년 공공서비스위원회(CPUC)를 통해 크루즈(Cruise)와 웨이모(Waymo)의 무인 로보택시 상용 서비스를 24시간 허가하는 등 일부 주에서 상업 운행이 승인
 - 드론은 FAA(연방항공청)이 Part 107 규정으로 상업용 드론 운영을 허용하고, 2023년부터 원격식별(Remote ID) 의무화를 시행하여 안전관리 규제를 마련했으며, 알파벳 Wing, 아마존 Prime Air 등에 한해 BVLOS(시야 밖 비행) 배송시험을 특별승인하여 드론 배송 실현 추진
 - 산업 지원 정책 차원에서 첨단제조 파트너십(Manufacturing USA) 프로그램에서 로봇공학 혁신거점(ARM Institute)을 운영하여 기업의 로봇 도입과 기술 상용화를 지원 중
 - 또한, 이와 연계하여, AI 주권 확보를 위한 5천억 달러 규모의 AI 인프라 프로젝트인 스타게이트 (Stargate) 프로젝트를 발표하고 Physical AI 기술의 연구·개발·상용화를 뒷받침
- **(중국)** 중앙정부 차원의 강력한 중장기 지원 육성 계획을 추진하며, 막대한 투자 펀드 조성을 병행
- 지난 2015년에 발표된 「중국제조 2025」 전략에서 로봇은 10대 중점산업 중 하나로 선정되었고, 최근까지 계속 핵심 지원대상으로 연계되고 있음¹⁾
 - 중국 정부는 2021년 말 공업정보화부(MIIT) 등 15개 부처 공동으로 「로봇산업 발전계획(2021~ 2025)」을 수립하여 2025년까지 로봇 기술혁신과 산업 고도화를 국가전략으로 추진 중
 - 이 계획은 중국을 로봇 기술 및 제조 강국으로 만들고자 대규모 연구개발 투자와 국산 로봇 보급 확대를 목표로 함
 - 2024년 7월에는 이 계획을 보강하는 “지능형 로봇” 특별 프로젝트를 업데이트하여 약 3.29억 위안(한화 약 632억 원)의 정부 예산을 투입, 생성형 AI 등 첨단기술의 로봇 적용 연구를 지원
 - 2025년 3월 중국 국가발전개혁위원회(NDRC)는 로봇·AI 등 첨단산업에 투자하는 국영 벤처펀드를 설립한다고 발표하고, 지방정부와 민간자본을 합쳐 향후 20년간 총 1조 위안(약 1,380억 달러) 규모로 조성할 예정

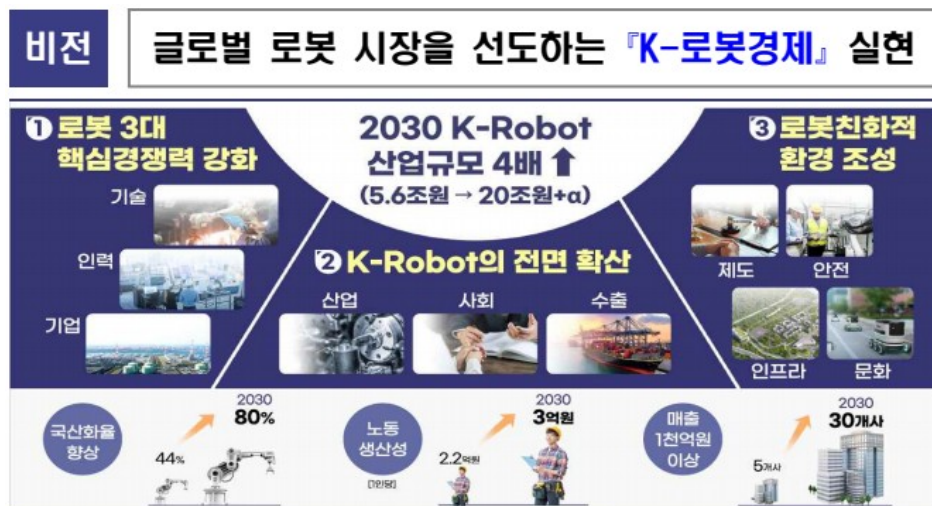
- 중국정부는 로봇기업에 세제혜택, 우대대출을 제공하고 국유기업의 로봇 구매를 독려하고 있으며, 기존 전략과 연계하여 로봇에 AI를 통합하는 기술(컴퓨터비전, 음성인식 등)에도 투자를 집중
 - 중국은 로봇 관련 표준화 작업에 적극적이며, 2022년 로봇 안전기준 70여 건을 제정한 바 있음
 - 자율주행차의 경우 2021년 첫 전국 단위 가이드라인을 내놓고, 베이징, 선전 등에서 자율주행차 테스트 규정을 마련하여 무인 로봇택시 시범 운영을 승인했으며, 드론 분야에서는 사용을 장려하면서도 2019년 드론 실명등록제 등을 도입해 관리를 강화
- **(유럽)** EU는 「Horizon Europe(2021~2027)」이라는 대규모 연구혁신 프로그램을 통해 로봇 기술을 지원하며, 전체 예산(955억 유로) 중 로봇 관련 예산으로 1억 7,400만 유로가 배정¹⁾
- EU는 이를 통해 인공지능, 데이터, 로봇틱스 산업의 리더십 확보 및 청정에너지 전환, 혁신적 헬스케어 등 핵심 분야의 기술개발 촉진에 집중하는 모양새
 - 로봇 분야 EU 산학협력 체계로 euRobotics(로봇산업협회)와 PPP ADRA(AI, Data, Robotics) 등을 운영하며, 회원국 간 연구센터 연계를 추진 중
 - EU 집행위원회는 2020년대 들어 AI 윤리 및 규제에 주력하고 있으며, 「인공지능법(AI Act)(2024)」을 발표하고 자율주행차나 의료로봇 등 고위험 AI 시스템에 엄격한 요건과 책임을 부과
 - 자율주행차의 경우 UNECE를 통한 국제 기준에 맞춰 EU회원국들이 2022년부터 레벨3 조건부 자율주행(고속도로 주행) 허용을 시작했고, 독일은 2021년 자국 자율주행차법으로 일부 레벨4 차량의 고속도로 운행을 법제화
 - 각 회원 국가별로는, 독일은 「하이테크 전략 2025」의 일환으로 로봇 연구행동계획을 운영하며 2026년까지 3억5천만 유로를 투입해 로봇 연구기관 연계와 인력 양성을 추진
 - 프랑스는 「France 2030」 투자계획에서 산업자동화·농업로봇 분야에 중점 투자를 하고, 이탈리아는 2022년 로봇세에 관한 논의(로봇 도입 시 세제 혜택) 등 정책을 도입 추진
 - 덴마크, 네덜란드 등도 자국 강점인 협동로봇, 농업로봇 육성전략을 수립했으며, EU 차원에서는 이러한 국가전략을 조율하며, 유럽 로봇 주간(European Robotics Week) 등을 통해 대중인식을 제고

- **(일본)** 일본 정부는 2015년 수립한 「로봇 신전략(2015)」을 계승하여 2022년 로봇 기술책임회의 보고서를 통해 “세계 1위 로봇 혁신 허브”를 목표로 한 정책을 지속 추진¹⁾
 - 제조업, 간호·의료, 농업을 3대 중점분야로 지정하고, 각 분야별 로봇 도입 목표와 기술개발 과제를 설정하며, 로봇 활용을 저해하는 규제를 개선하고, 중소기업의 로봇 도입을 촉진하는 보조금 사업을 확대
 - 또한 「문샷(Moonshot) 프로그램(2020)」을 통해 2050년까지 AI와 로봇의 공진화로 인간과 공생하는 자율로봇 실현 등 10대 미래목표를 제시하고, 250억 엔(4억4천만 달러) 규모로 추진
 - 특히 고령화 대응을 위한 자율학습형 AI로봇 개발이 포함되어, 스스로 학습·진화하여 환경에 적응하고 인간과 함께 행동하는 로봇을 목표로 하며 내각부 총괄하에 대학 및 기업 컨소시엄에 과제를 지원
 - 규제 혁신 측면에서 실증특구 제도를 활용해 로봇 신기술 테스트를 장려
 - 예를 들어, 2023년 4월 시행된 개정 도로교통법은 자동배달 로봇의 일반도로 주행을 합법화하여, 특정 요건을 충족하는 자율주행 배달로봇이 보도와 도로를 다닐 수 있도록 함
 - 또한 2023년 레벨4 자율주행 차량 운행 허가제를 도입하여, 운전석에 사람이 없는 완전 자율차의 제한적 운행을 허용하고, 후쿠이현 에이헤이지마치에서 이 법에 근거한 첫 무인 자율주행 버스 운행이 시작
 - 일본의 국가비전인 「Society 5.0(2016)」에서 로봇은 중요한 요소로, 모든 사람들이 로봇과 공존하며 삶의 편익을 누리는 사회를 지향하는 전략을 추진 중

2. 국내 관련 정책

- 국내에서는 산업통상자원부, 과학기술정보통신부, 국토교통부 등 중앙 부처를 중심으로 Physical AI를 진흥시키기 위한 다양한 연관 정책들을 발표
 - 산업통상자원부는 지난해 1월 「제4차 지능형 로봇 기본계획(2024~2028)(2024.1.)」을 발표하고 2030년까지 약 3조 원 이상의 공공·민간 투자를 통해 로봇을 미래 핵심 산업으로 육성할 계획

- 이 계획에는 제조, 서비스, 농업, 물류, 의료, 국방 등 전 산업 분야의 로봇 활용 촉진 전략이 포함되며, 핵심 부품 국산화율을 현재 44%에서 2030년 80%까지 높이는 한편, 발굴된 로봇 관련 51과제의 규제 개선을 목표로 제시
 - 2023년에는 실외 자율이동로봇(배달·순찰 로봇 등)의 도로주행을 승인하고 새로운 로봇 서비스가 실증될 수 있게 규제 완화를 추진
 - 또한 2030년까지 다양한 분야에 로봇 100만대 보급도 목표로 하고 있으며, 8대 로봇 핵심 기술(서보모터, 제어기, 감속기, 센서, 그리퍼, 자율이동SW, 자율작업SW, 인간-로봇 상호작용)을 집중 지원하는 등 Physical AI 실현을 적극 추진
- 과학기술정보통신부와 국가AI위원회는 「국가 인공지능 역량 강화 방안(2025.2.)」을 통해 국산 AI 반도체 및 대규모 데이터센터 확충으로 Physical AI 시스템의 고속연산과 실시간 처리를 뒷받침 할 수 있는 전략들을 제시
- 이 전략으로 국산 AI 반도체 기반 온디바이스 AI를 활용해 드론 관제, 로봇·자율주행차 등 물리적 시스템에서의 에이전트 서비스를 실증하고, Physical AI의 실시간 인지·제어 능력 향상에 기여할 것으로 전망
- 한편, 국토교통부는 「한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵(2020.5.)」를 통해 K-드론시스템(드론 교통관리)과 도심항공교통(UAM) 로드맵을 마련, 2025년 서울 도심 UAM 상용운항을 목표로 법·제도 정비를 가속화하고 있음



※ 출처 : 산업통상자원부(2025), 제4차 지능형 로봇 기본계획

[그림 2-1] K-로봇경제 실현전략

3. 퍼지컬AI 관련 정부사업 현황

- **(자율주행)** 범부처 사업인 「자율주행 기술개발 혁신사업(‘21~’27)」을 통해 총 1조 1천억 원 규모로 사업을 추진* 중

* 과학기술정보통신부, 산업통상자원부, 국토교통부, 경찰청 등 범부처 협력 사업

- 2027년까지 Level 4 완전 자율 주행차(SAE-미국 자동차기술자협회 기준) 상용화를 목표로, 자율주행에 필요한 차량용 부품, 센서, 인공지능 SW, 도로교통 인프라, 서비스 및 안전 생태계를 종합적으로 개발
 - 2021년 사업 시작 당시 53개 세부 과제에 850억 원 규모 예산을 투자하였으며, 이후 연차적으로 예산을 확대해 나가는 중
- 이 사업에는 현대자동차 등 완성차업체, 자율주행 기술을 보유한 부품기업(센서, AI컴퓨팅 등) 및 ICT 기업, 한국전자통신연구원(ETRI) 등 정부출연 연구기관, 주요 대학교 연구실(한양대, 한국교통대 등) 등이 참여

- **(드론)** 국토교통부는 신규 드론 기술 실증 및 조기 상용화 지원을 위한 「드론 상용화 지원사업(‘18~)」을 추진 중이며, 매년 공모를 진행

- 드론 기업이 개발한 우수 기술의 실증과 사업화를 지원함으로써 신규 드론 서비스 시장 창출을 촉진하는 것을 목표
 - 구체적으로 군집 비행, 자율 비행, 정밀 측위, 드론 활용 서비스(물류배송, 공공안전, 레저 등)와 같은 첨단 드론 기술의 시험·실증을 지원하여 K-드론 기술의 조기 상용화를 추진
- 매년 드론 스타트업 및 중소기업 위주로 공모를 통해 선정
 - 매년 40~50억 원대 정부 예산을 투입하고 있으며, 2018년 40억 원으로 7개 기업 지원, 2019년 55억/13개, 2020~21년 각 40억/13개, 2022년 48억/14개, 2023년 48억/17개, 2024년 14개 지자체 및 16개 기업을 선정·지원한 바 있음

- **(로봇)** 산업통상자원부는 돌봄 및 의료지원이 가능한 휴머노이드형 서비스로봇을 개발하는 것을 목표로 「로봇산업기술개발사업(‘25~’28)」을 추진

- K-휴머노이드 연합의 AI 기반 기술(파운데이션 모델)을 활용하여, 고령자 간병과 환자 돌봄 인력 부족 문제를 해결할 돌봄 로봇 및 의료진 보조 로봇을 개발
 - 가정과 병원에서 연속적으로 활용되어 노인 돌봄 생태계를 구축하는 것이 핵심 목표

- 국내 이족보행 로봇 기술보유 스타트업인 블루로빈, 서울대, 부산대, 한림대 성심병원 등이 산·학·의료 컨소시엄으로 과제를 추진 중

□ **(자율제조)** 산업통상자원부는 제조 물류 분야에서 AI와 로봇 융합 사업인 「AI 팩토리 사업(‘20~’30)*」을 추진 중

* 기존 「AI 자율 제조 사업(‘20~’23)」을 2024년 확대 개편하여, 2030년까지 매년 100개(기존 20~30개) 이상의 공장에 AI팩토리 기술 도입 지원을 목표

- 국내 제조업의 AX 전환(AI+제조)을 가속화하여 생산성을 혁신하고, 제조 강국의 경쟁력을 유지·강화를 통해 제조분야 피지컬 AI 1등 국가 도약을 목표
 - 산업 현장에 AI와 로봇을 결합한 지능형 자동화 공정을 도입하고, 중소 제조기업까지 AI 활용을 확산시키고, 제조 데이터 및 AI모델 인프라를 구축
- 이 사업은 대규모 프로젝트와 중소기업 PoC를 포함해 대형, 미니형, 대중소협력, 휴머노이드 실증 등 4가지 유형 과제로 공모를 추진
 - 자동차, 조선, 전자, 소재 등 대기업 제조공장과 스마트공장 구축 경험이 있는 중견·중소 제조기업이 주요 지원 대상
 - 또한 대기업-중소기업이 공급망 단위로 컨소시엄을 구성해 협력하는 과제도 추진

□ **(피지컬 AI 선도모델)** 현 정부 들어, 과학기술정보통신부 주도로 「2025 산업 특화형 피지컬 AI 핵심기술 PoC 사업(‘25.7.)」을 추진 중

- 제조, 물류, 모빌리티 등 주요 산업에 적용할 수 있는 피지컬 AI 기술의 선도모델을 개발하고 PoC(Proof of Concept) 실증을 지원
 - 이를 통해 미래형 AI 팩토리 기반기술 도입 및 국산화 기술 주권 확보를 달성하는 것이 목적*

* 예시: 스마트제조 AI로봇, 자율주행 배송, 드론 물류 등 분야에서 핵심 기술을 국내 주도로 확보하는 선행 모델 구축

- 이 사업은 2025년에 총 219억 원 규모로 책정되어 예비 선도모델 과제를 선정하여 PoC를 수행하고, 결과에 따라 후속 확산 사업(3~4년)이 이어질 계획
 - 산업별 대표 기업(제조 대기업, 물류기업 등)과 해당 분야 AI 기술기업·스타트업, 전문 연구기관으로 구성된 컨소시엄들이 참가할 예정
 - 또한 지역 산업과 연계한 지역 AX(Testbed) 확산팀도 구성되어, 전북, 경남 등 지방에 피지컬 AI 플랫폼 구축 및 인간-AI 협업형 생산 시스템 개발 등도 추진

제 3 절 퍼지컬 AI 관련 국내외 기술개발 동향

1. 글로벌 기술 개발 동향

- **(미국)** 미국은 휴머노이드, 제조, 자율주행 등과 같은 Physical AI 분야에서 사실상 최선도국으로 주요 빅테크와 분야별 강소기업들을 중심으로 기술 개발을 선도 중
- **(휴머노이드)** 미국은 휴머노이드 및 AI 로봇 분야에서 세계 선도 그룹으로, 테슬라는 2022년 인간형 로봇 Optimus 시제품을 공개하고 공장 작업에 투입할 계획을 밝히는 등 개발을 가속
 - 보스턴 다이내믹스는 두 발로 뛰는 Atlas 로봇의 물건 운반, 공구 사용하는 고난이도 시연 영상을 2023년에 공개하며 인간 수준 기민성을 입증
 - 이 외에도 애질리티 로보틱스(Agility Robotics)의 Digit(물류용 휴머노이드)과 Figure AI 등의 스타트업이 사람과 함께 일할 로봇을 개발 중이며, NASA도 재난 대응 및 우주 임무용 휴머노이드 Valkyrie를 꾸준히 개선



(a) 바리스타 로봇



(b) 자동차 조립 로봇

※출처: SPRi(2025) AI Index 2025 주요내용 및 시사점(재편집)

[그림 2-2] 美 FigureAI의 휴머노이드 로봇 사례

- **(제조로봇)** 미국은 제조업 분야에서 로봇 도입률이 한국, 일본보다 낮지만 최근 자동차 업계를 중심으로 투자가 늘어 2024년 미 자동차 분야 산업용 로봇 신규 설치가 13,700대(전년 대비 10.7% 증가)로 늘어남
 - 아마존 등의 유통기업은 자사 물류센터에 50만 대 이상의 자율주행 로봇(Kiva 기반)을 운용하며, 자동창고, 로봇팔 셔틀 기술을 고도화하고 있으며, 창고 로봇 스타트업도 활발하여 자동 피킹 로봇(픽스크_ai 등)이나 배송 로봇(Startship

Technologies)의 기술 성숙도가 높아짐

- **(자율주행)** 미국은 자율주행 기술에서 가장 앞선 국가로, 민간 자율주행 기업들이 주도로 기술을 개발하고 있으며, 주 단위의 승인에 따라 자율주행 시범 서비스를 시작함
 - 웨이모(Waymo)와 크루즈(Cruise)는 2022년부터 피닉스, 샌프란시스코 등지에서 완전 무인 로보택시 시범서비스를 시작하였고, 2023년 캘리포니아 당국의 승인으로 샌프란시스코 시내 전역에 24시간 로보택시 영업을 개시³⁾
 - 테슬라는 FSD 베타 소프트웨어로 부분자율주행 기능을 수십만 대 차량에 제공 중이며, 포드/GM 등도 고속도로 자율주행(레벨2/3)을 상용화하였고, 자율주행 트럭 분야에서도 오로라(Aurora), 투심플(TuSimple) 등이 물류노선 시험운행을 거쳐 상용화를 추진 중
- **(드론)** 드론 하드웨어 시장은 중국의 DJI가 선두를 유지하는 상황에서, 미국은 SW와 서비스로 경쟁력을 구축하는 추세로 기술 측면에서는 자율비행제어, 군집비행 AI 등에서 미국 기업들이 특허와 원천기술을 다수 보유
 - 짐벌랩스(Zipline)는 의료물품 드론배송을 아프리카와 미국 노스캐롤라이나 등지에서 운영하여 수백만 건의 비행 데이터를 축적했고, 알파벳의 wing(Wing)은 2022~2023년 텍사스 등지에서 상업 배달을 시행
 - 국방 분야에서는 Skyborg 프로그램으로 드론 자율비행 AI를 개발하여 유·무인기 협업을 시험하였고, 반드론 기술(Counter-UAS)과 드론 교통관리(UTM) 기술에서도 앞선 연구가 진행 중
- **(중국)** 중국의 제조업 자동화는 상당히 빠른 속도로 진행중이며, 특히, 높은 글로벌 드론 시장 점유율 (70% 이상)을 기반으로 연관 기술 영역까지 확장
 - **(휴머노이드)** 중국 주요 기업들은 최근 휴머노이드 개발 경쟁에 뛰어들었는데, 2022년 샤오미 (Xiaomi)는 177cm 키의 이족보행 휴머노이드 CyberOne을 공개했고, 유비텍(UBTech)은 인간형 로봇 Walker X가 박람회에서도 계단을 오르는 데모를 시연
 - 또한 유니트리(Unitree)는 소형 휴머노이드 G1을 1만 달러(약 1400만 원)대 가격에 출시해 시장에 충격을 주었고⁴⁾, 휴머노이드 연구용 로봇을 제작하는 스타트업도 늘어 보급형 휴머노이드에 집중하여 가격경쟁력을 앞세우는 추세

3) TheVerge(2023), Robotaxis score a huge victory in California with approval to operate 24/7

4) CNET(2025), Unitree Just Launched Its Most Affordable Humanoid Robot Yet

- **(제조로봇)** 2022년 중국은 39만여 대의 산업용 로봇을 판매하여 전세계 판매량의 52.5%를 차지하였고, 불과 4년 만에 제조업 로봇 밀도를 2배로 높임
 - 전자, 자동차, 금속 등 거의 모든 제조업 분야에서 로봇 투입이 증가했으며, 특히 전자산업 신규 로봇 설치의 2/3가 중국에서 발생할 정도로 대규모
 - 기술적으로 중국은 용접로봇, SCARA 로봇 등에서 자체 기술력을 갖춘 기업이 등장했고, 정밀 감속기나 제어기 등 부품 자체보급(국산화)률도 개선
- **(자율주행)** 중국의 바이두, 알리바바, 화웨이 등 IT 공룡과 지리차, 샤오펑 등 자동차업체들이 경쟁적으로 자율주행 기술개발에 투자
 - 중국의 자율주행 기술은 강력한 AI 인프라와 정부의 데이터 개방에 힘입어 발전했으며, 5G-V2X 기술을 도시 도로망에 설치하여 차량 인지능력을 보완
 - 바이두의 Apollo는 2023년 베이징 등지에서 무인 로보택시 서비스를 개시했으며, 포니.ai(Pony.ai), 위라이드(WeRide), 오토엑스(AutoX) 등이 광저우, 선전에서 로보택시 시범운영을 진행 중
- **(드론)** 중국은 DJI를 필두로 글로벌 드론 시장의 70% 이상을 점유하고 있으며, 민수용 드론 기술에서 4K카메라, 짐벌, 자동비행제어 등 핵심을 모두 자급하는 기술력을 보유



(a) DJI Dock 3



(b) 드론택시 EH216-S

※출처: DJI(2025), 서울경제(2025), Ehang(2025)

[그림 2-3] 中 드론 사례

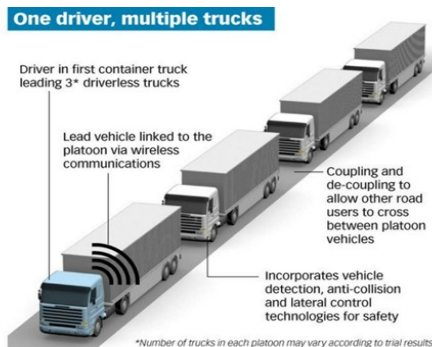
- 기술 트렌드로는 비행시간 연장을 위한 수소연료전지 드론 개발(중국 MMC 등)과 군집드론 AI 기술력을 보유하고, 2022년부터 중국군이 드론 편대 전술을 공개하며

10기 이상의 소형 드론을 AI로 통제하는 시범을 보인 바도 있음

- 도심 항공 모빌리티(UAM) 영역에서도 광둥성 기업 이항(EHang)이 2인승 자율비행체 EH216을 개발, 세계 최초 eVTOL 기체 형식증명을 2023년 중국민항총국(CAAC)으로부터 취득

□ **(유럽)** 유럽에서는 연구기관 및 제조 기업 중심으로 Physical AI에 대한 기술 개발과 실현이 이루어지고 있음

- **(휴머노이드)** 연구기관 주도로 휴머노이드를 개발 추진 중으로 상업적 경쟁력은 미국·일본에 뒤처지나, 유럽 기업들은 휴머노이드보다는 협동로봇과 전문 서비스로봇에 집중하는 경향
 - 이탈리아 IIT의 iCub(유아형 로봇)은 인간과 상호작용 연구에 쓰이고, 스페인 PAL로보틱스는 REEM 시리즈 휴머노이드로 서비스 실증하고 있으며, EU 로봇 윤리 가이드라인에 따라 인간형 로봇의 윤리적 설계에도 관심을 보임
- **(제조 로봇)** 유럽은 전통적으로 산업용 로봇 강국이며, 일본에 이어 세계 2위 로봇 제조지역으로, 전세계 산업용 로봇의 상당수를 유럽기업들이 생산함
 - 독일 KUKA, 스위스 ABB, 오스트리아 Stäubli, 이탈리아 COMAU 등이 세계 시장을 이끌고 있으며, 덴마크 Universal Robots는 협동로봇 분야 글로벌 점유율 1위를 보임
 - 로봇 밀도 측면에서 EU 전체 평균은 2022년 기준 219대/1만명이며, 독일(429대, 세계 4위), 스웨덴·덴마크·슬로베니아 등이 상위권
 - 물류 자동화에서도 영국 Ocado의 물류로봇, 독일 DHL의 창고로봇 도입 등 활발하고, 첨단 AI 로봇 통합은 미국이나 중국 대비 다소 보수적으로 진행되는 편임
- **(자율주행)** 유럽 자동차 제조사들은 ADAS(첨단운전자보조) 기술에서 강점을 보여 레벨3 자율주행 승인을 독일 메르세데스-벤츠(S클래스)에 최초로 받아 2022년 고속도로 주행을 상용화
 - 완전자율주행에서는 미국 및 중국에 뒤처져 왔지만, 프랑스 나브야(Navya)와 이지마일(EasyMile) 등이 자율주행 셔틀을 개발해 공항·산업단지에서 운행하고, 독일·네덜란드 등에서 자율주행 버스 시범사업이 추진 되었음
 - 트럭 플레투닝(Platooning, 군집주행) 기술은 EU 프로젝트로 실제 도로에서 테스트 되었고, 2030년대 고속도로 완전 무인 트럭 상용화를 목표



(a) 플레투닝 개요



(b) 볼보의 군집주행

※출처: LpTIS(2018), Volvo(2018)

[그림 2-4] EU 자율주행 트럭 군집주행 사례

○ **(드론)** EU는 드론 분야에서 통합 항공교통체계(U-space) 구축을 선도

- 유럽항공안전청(EASA)은 2021년부터 EU 전역에 통일된 드론 운용 규정을 적용하여, 소형 드론은 기체 중량·비행 위험에 따라 Open/Specific/Certified 카테고리 분류하여 인허가
- 기술적으로는 물류 드론(DHL의 Paketkopter 실험 등)과 농업 드론이 성장하고, Airbus는 전기 에어택시(Volocopter) 개발을 지원하여 2024년 파리올림픽에서 시범 비행을 준비

□ **(일본)** 일본은 휴머노이드 로봇 기술 개발의 선구자 수준으로 정부 기관 및 기업 등에서 다양한 기술 개발을 추진중에 있으며, 정밀한 모터제어와 이족보행 알고리즘에 강점

○ **(휴머노이드)** 혼다의 아시모(ASIMO) 로봇을 비롯해 AIST의 HRP 시리즈 등 세계 최초급 인간형 로봇을 개발한 이래, 후속으로 Avatar Robot 프로젝트를 진행 중이며 도쿄 올림픽에서 안내 휴머노이드가 출현한 바 있음

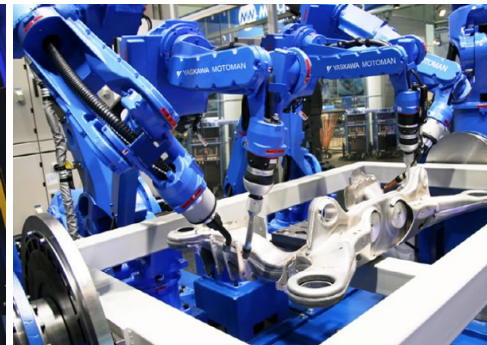
- 도요타는 사람 지원형 휴머노이드 T-HR3를 개발하여 원격조작 의료 등 활용을 모색하고 있고, 소프트뱅크의 페퍼(Pepper)는 상업적으로는 실패했으나 그 후속 모델을 위한 연구가 지속 중

○ **(제조 로봇)** 일본은 세계 1위의 산업용 로봇 제조국으로, 글로벌 로봇 공급의 약 45%가 일본산일 만큼 생산 규모가 큼

- 화낙(FANUC), 야스카와전기, 미쓰비시전기, 다이후쿠(물류설비) 등의 기업이 다품종의 로봇을 생산하고 있고, 제조업 내에 로봇활용도가 높아 로봇 밀도 419대로 세계 5위를 기록
- 특히, 자동차 산업은 로봇 활용의 핵심으로, 도요타, 혼다 공장은 고도로 자동화되고 있고, 중소 제조업을 위한 저가형 로봇(예: 텐소의 VS-050 등의 소형로봇)과 AI 검사장비가 개발되어 공급



(a) 화낙 산업용 로봇



(b) 야스카와전기 제조 로봇

※출처: Funac(2025), Yaskawa(2025)

[그림 2-5] 日 제조 로봇 사례

- **(자율주행)** 혼다는 2021년 세계 최초로 레벨3 차량(레전드)을 출시했고, 도요타는 이스라엘 모빌아이와 협력하여 레벨4 셔틀을 시험 중
- 정부 주관 SIP 자율주행 프로젝트를 통해 지도센서Fusion, HD지도 등이 개선되어 2020년 도쿄올림픽 때 자율셔틀 운행에 선보인 바 있으며, 2023년 에이헤이지 버스 서비스 이후, 일본 국토교통성은 2025년까지 40개 지역에 무인자동안전 서비스 보급을 목표로 기술 개발 및 안전기준을 추진 중⁵⁾
- 그러나, 현재 일반 승용차 자율주행(로보택시)은 미국 및 중국보다 늦어, ZMP 등의 스타트업이 실험하는 단계 수준임

5) Nippon.com(2023), Toward a Self-Driving Future: Japan Green-Lights Level 4 Autonomous Vehicles

2. 국내 기술 개발 동향

- 우리나라는 제조 강국으로 제조용 로봇에 강점이 있으며, 휴머노이드 로봇 및 자율주행, 드론 등의 Physical AI 분야 역량을 강화하는 중
 - **(제조·물류 로봇)** 우리나라의 제조용 로봇 기술은 세계 최고 수준으로, 용접·조립 등 산업용 로봇 분야에서 국내 기업 (HD현대로보틱스, 현대위아, 두산로보틱스 등)이 핵심 기술을 확보
 - 협동로봇과 스마트팩토리 기술이 발전하여 중소 제조업의 자동화도 진행 중이며, 물류창고 자동화 에서는 쿠팡 등 e커머스 기업들이 AMR(자율이동로봇)을 도입하였음
 - 또한, 우리 정부는 고위험 작업의 로봇 대체를 위해 건설·조선 등 산업 분야별 특화 로봇 기술 개발을 지원하고 있음
 - **(휴머노이드)** 우리나라는 산업용 로봇에 강점이 있지만 휴머노이드 및 AI 로봇 분야는 선진국 대비 취약하다는 평가가 상존
 - 그러나, KAIST 휴보(Hubo)로 유명한 레인보우로보틱스 등이 휴머노이드 연구를 계속하고 정부도 해당 분야 R&D를 강화하고 있으며, 현대자동차는 2021년 미국 휴머노이드 기업 보스턴 다이내믹스를 인수하여 첨단기술 내재화하고 있음
 - **(자율주행)** 현대자동차를 필두로 한 완성차 업계와 스타트업들이 자율주행 기술을 개발하여, 레벨4 자율주행 셔틀과 로보택시 시범운행이 세종시 등에서 이루어지고 있음
 - 특히, 현대차는 미국 애플티브와 합작한 모셔널(Motional)을 통해 미국에서 로보택시 서비스를 준비 중이며, 2023년 서울에서도 자율주행 택시 시범서비스를 개시
 - 센서퓨전, V2X 등 핵심기술 개발도 활발하며, 5G 기반 자율주행 인프라가 구축되고 있음
 - **(드론)** 세계 최고 수준의 드론 제조 강국인 중국에 비해 한국의 드론 기술은 민간에서 뒤처졌으나, 배송 드론, 산업용 드론 분야 스타트업이 성장세
 - 2022년 해양수산부가 도서지역에 드론 물류배송을 시범 도입하였고, 2023년 제주도 등에서 드론 택시 시험비행이 이루어짐
 - 현대자동차는 UAM 기체 개발에 투자하고 있고, 정부의 UAM 실증사업(K-UAM 그랜드챌린지)을 통해 항행·제어 기술이 발전 중

제 4 절 피지컬 AI 관련 국내외 정부/민간 투자 동향

1. 글로벌 투자 동향

□ **(시장규모)** 글로벌 피지컬 AI 시장은 향후 10년간 폭발적인 성장이 예상

- 2024년 현재 시장 규모는 약 37.8억 달러 수준에서 시작해 연평균 33% 이상의 고성장을 기록, 2034년에는 약 679억 달러 규모에 이를 전망⁶⁾

* 이 시장에는 수술용 로봇, 물류 로봇, 휴머노이드 등 물리적 환경에서 작동하는 각종 지능형 기계가 포함

- 이는 제조·물류, 의료 등 다양한 산업 분야에서 자동화와 인공지능 활용이 확대되는 흐름에 기인하는 것으로 분석되고 있으며, 실제 글로벌 제조업체의 70% 이상이 인력 부족 대응과 효율 향상을 위해 로봇 및 AI 자동화 투자를 확대

- 지역별로는 북미가 2024년 기준 약 41%의 점유율로 가장 큰 시장을 형성하고 있고, 아시아태평양은 빠른 산업화와 정부 지원에 힘입어 가장 높은 성장세를 보이며 2034년경에는 세계 최대 시장으로 부상할 전망

- 전통적으로 산업용 로봇 강국인 일본, 독일, 한국 등의 기업들도 협동로봇, 서비스로봇 등 신시장 개척에 나서고 있어, 향후 피지컬 AI 시장의 지역 및 산업 범위는 더욱 확대될 것으로 예상

□ **(투자추이)** 최근 3년간 피지컬 AI 분야에 대한 민간 투자가 큰 변동성을 보임

- 2018~2024년 전 세계 로봇 스타트업에 유입된 벤처 투자는 총 1,009억 달러에 달하며, 이 중 약 75%가 미국과 중국에서 나온 것으로 집계⁷⁾

- 2021년에는 전 세계 로보틱스/피지컬 AI 스타트업들에 약 147억 달러의 벤처 자금이 몰리며 투자 붐의 정점을 찍음⁸⁾

- 그러나 2022년부터 거시경제 불확실성과 기술주 조정 등의 영향으로 투자 열기가 꺾이며 2023년 투자액은 약 69억 달러 수준까지 감소

- 2024년 총 투자 규모는 약 75억 달러에 이를 것으로 예상

6) Cervicorn Consulting(2025.9.), Physical AI Market Size, Share, Growth, Report 2025 to 2034

7) Johnrektor(2025.11.), Strategic Analysis: Transitioning from an AI-Centric to an Embodied Robot-Centric Economy

8) Crunchbase News(2024.12.), Robotics Funding Remains Robust As Startups Seek To Expand Robots' Skills

- 이는 전년 대비 증가세로 전환된 것으로, 업계에서는 퍼지컬 AI 분야가 조정 국면을 지나 재도약하고 있다는 평가
- 2024년 로봇 스타트업들의 투자 건수는 473건으로 2023년(671건)에 비해 크게 줄었으나, 소수 유망 기업들이 거액의 자금을 유치하면서 기업당 평균 투자 규모는 확대 되는 등 자본 집중화 현상이 나타남
- 2024년에는 범용 휴머노이드 개발사 Figure AI가 6억 7,500만 달러 규모의 투자를 유치, 로봇 AI 소프트웨어 기업 Physical Intelligence가 4억 달러의 자금을 확보
- **(정부투자)** 세계 각국 정부도 AI와 로봇 기술의 전략적 중요성을 인식하고 정책적·재정적 지원을 강화
 - **(미국)** 미 국방성(DOD)은 2023 회계연도 예산에 103억 달러를 배정하여 군사 분야 자율주행 및 로봇 기술 개발을 적극 추진¹⁾
 - 또한, 국립과학재단(NSF)은 2024년 로봇 R&D 예산으로 약 7천만 달러를 요청하여 의료, 노동현장, 지역사회에서의 로봇 활용 연구를 지원
 - NASA 역시 우주 로봇 기술을 포함한 아르테미스(Artemis) 프로그램에 '21~'25년 동안 530억 달러를 투입하여 달 및 화성 탐사에 필요한 첨단 로봇 역량을 육성 중
 - **(중국)** 세계 최고 로봇 강국 부상을 목표로 2021년에 「로봇산업 발전 5개년 계획(14차)」을 수립하고 대규모 투자를 진행 중
 - 2024년에는 해당 계획의 일환인 지능형 로봇 중점 프로젝트에 약 4,520만 달러(3.29억 위안) 규모의 정부 R&D 자금을 투입하여 핵심기술 개발을 지원
 - 최근 연구에 따르면 중국은 신규 로봇 벤처에만 34억 달러 이상의 투자를 집행했고 향후 2025년까지 1만 대 이상의 인간형 로봇 양산을 추진⁹⁾
 - **(EU)** EU는 Horizon Europe이라는 거대 연구프레임워크 프로그램('21~'27, 총 예산 955억 유로)을 통해 AI 및 로보틱스 혁신을 지원¹⁾
 - 이 중 '23~'25년 기간에만 약 1억 7,400만 유로(1.835억 달러) 규모를 로봇 관련 연구 과제에 직접 투자하여 산업용 AI·데이터·로봇기술, 깨끗한 에너지, 혁신적 헬스케어 등의 분야를 중점 육성
 - 독일은 국가전략인 하이테크 전략 2025에 따라 2026년까지 3억5천만 유로(약 3.69억 달러) 규모의 로봇 연구·혁신 프로그램을 가동하여 로봇 연구기관

9) Toward Healthcare(2025), Physical AI Market Forecast Advancing Robotics and Patient Care 2025

네트워크 구축과 전문 인력 양성, 기술 실증 지원에 투자

- **(일본)** 2015년 수립한 신(新) 로봇전략을 통해 “세계 최고 수준의 로봇 혁신 허브”를 목표로 제조업뿐 아니라 간병/의료, 농업 등 여러 분야에서 로봇 활용을 촉진하기 위해 규제 완화, 표준화 및 연구개발을 추진 중
 - 2020년에 시작된 정부의 문샷(Moonshot) 연구개발 프로그램에서는 자율학습·진화형 AI 로봇 개발을 핵심 목표 중 하나로 삼고 2050년까지 약 4억 40백만 달러(25억 엔)의 예산을 투입할 계획¹⁾

2. 국내 투자 동향

- **(시장)** 정부 지원에 힘입어 우리나라의 로봇 시장 규모는 2021년 약 5조 원에서 2023년 20조 원 규모로 4배 성장한 것으로 추산되며, 2027년에는 15조 4,648억 원 규모로 연평균 6.86% 성장 전망¹⁰⁾
- 제조업 강국답게 산업용 로봇이 전체 로봇산업의 75%를 차지할 만큼 편중되어 있고, 서비스로봇 비중은 25%에 불과하나, 최근 서비스 로봇(배달·청소·교육 등) 시장이 폭발적 성장 단계*
 - * 예를 들어, 음식점 서빙 로봇은 2019년 50대 수준에서 2023년 약 3,000대 이상으로 증가
 - 산업용 로봇 분야에서는 현대중공업그룹(HD현대로보틱스), 현대위아, 두산로보틱스, 한화로보틱스 등이 국내 제조업 수요를 주도
 - 서비스 로봇으로는 LG전자(LG CLOi 서브봇 등), 삼성전자 등이 호텔·식당용 로봇을 출시했고, 스타트업으로는 뉴로메카(협동로봇), 코가로지텍(물류로봇) 등이 성장 중
 - 자율주행차 분야에서는 현대자동차·기아, 소프트웨어 기업인 스트라다비전(ADAS 인식) 등이 있으며, 드론 분야에서는 제이퓨처스 등 스타트업과 한국항공우주산업(KAI)이 기술 개발을 주도
- 최근에는 스마트팩토리 보급이 제조업 전반으로 확산되어 중소기업에도 로봇이 도입되고 있고, 물류센터 자동화(로봇팔 피킹, 자율운반로봇)가 대형 유통기업 창고에서 구현
 - 현재 판교 자율주행 셔틀 서비스와 세종시 로보택시 시범운행 등 자율주행 모빌리티 상용화가 초기 단계로 이루어졌고, 드론을 활용한 시설물 점검 서비스와 산불 감시, 응급의약품 배송 등의 사례도 나타나기 시작

10) 한국산업마케팅연구소(2024), 2025 로봇산업 분야별 시장동향과 유망 기술개발 및 기업 현황

□ **(투자)** 제4차 지능형 로봇 기본계획(2024~2028)을 2023년에 발표하고, 향후 5년간 약 2,000억 원 규모의 재정을 투입해 로봇을 주력산업으로 육성¹¹⁾

- 이 계획에는 제조용 로봇 고도화, 서비스·의료로봇 핵심기술 개발, 로봇 부품 국산화, 스타트업 지원, 인력 양성 등의 과제가 포함
- 우리나라는 글로벌 수준의 로봇 보급률을 보유*하고 있으며, 정부는 이러한 기반 위에 AI 융합 로봇 기술을 차세대 성장동력으로 적극 지원

* 제조업 부문 산업용 로봇 밀도(인력 1만 명당 로봇 대수)가 1,012대로 세계 1위를 기록

11) 산업통상자원부(2024), 제4차 지능형 로봇 기본계획(2024~2028)

제 5 절 국내 AI 실증 인프라 현황

1. AI 테스트베드

- 과기정통부 주도로 AI 기술실증 테스트베드 조성사업을 추진하여, 지자체와 협력해 실제 환경에서 AI 솔루션을 테스트할 수 있는 장비·환경을 구축
 - 대표적으로 경기도 판교 테크노밸리는 2021년 공모에 선정되어 모빌리티, 생활편의, 재난안전 3대 분야의 도시 환경 실증을 지원하는 테스트베드를 조성
 - 서울시는 2018년부터 테스트베드 서울 사업을 통해 도시 전역을 혁신기술 실험장으로 개방하고 있으며, 2023년부터는 AI 및 AI+X 과제를 절반 이상으로 확대하여 글로벌 경쟁력을 갖춘 AI 기업을 집중 육성

2. 데이터센터

- AI 모델 학습과 빅데이터 처리를 위해서는 막대한 컴퓨팅 파워가 필요하며, 최근 정부와 민간에서 초대형 AI 데이터센터 구축에 투자가 집중
 - 광주광역시에는 2021년 개소한 국가 AI 데이터센터가 있으며, 이는 GPU 2,184개, 88.5페타플롭스의 연산 성능(PC 50만대 규모)을 갖춘 국내 최대 AI 컴퓨팅 인프라
 - 이 센터는 과기정통부와 광주시가 900억 원을 투입해 구축한 것으로, 연구단체와 중소 개발자에게 GPU 자원을 무상 임대하여 AI 제품·서비스 개발
- 민간에서도 하이퍼스케일 AI 수요에 대응하여 네이버, 통신사(SK텔레콤, LGU+, KT) 등이 초대형 AI 데이터센터를 새로 건립
 - 네이버는 하이퍼클로바X 등 초대규모 AI 모델을 바탕으로, AI 서비스-데이터-AI 백본-슈퍼컴퓨팅 인프라-클라우드-데이터센터에 이르는 AI 밸류체인 전반에 걸쳐 독자적인 기술 역량 확보
 - 세종시에 축구장 41개 규모의 각 세종 데이터센터(각 세종) 2023년 완공하여 10만대 서버, 2,240개 GPU(A100)를 운영 중이며, 최대 33PF의 슈퍼컴퓨터 성능을 가동
 - 춘천과 세종에 위치한 데이터센터는 대규모 AI 연산을 위한 GPU 클러스터와 맞춤형 AI 하드웨어를 지속 도입
 - NVIDIA, 넥서스 코어 시스템즈, 로이드 캐피탈과 컨소시엄을 구성하여 전력과 운영 비용 측면에서 경쟁력이 높은 북아프리카 모로코에 차세대 AI 데이터센터 구축 계획 발표를 통해 소버린 AI 컴퓨팅 서비스 제공을 목표

- SK텔레콤은 AI 경쟁력 강화를 위해 전국 주요 거점에 대규모 AI 데이터센터를 분산 구축 추진
 - 2024년 서울 금천구 가산에 AI 전용 데이터센터(AIDC)를 개소하여, 랙당 44kW의 국내 최고 전력밀도(일반 DC 대비 9배)로 GPU 서버를 효율 운용하고 GPU 임대 클라우드(GPUaaS) 서비스를 시작
 - AWS와 협력하여 울산에 국내 최대 규모(약 GPU 6만개)의 하이퍼스케일 AI 데이터센터 구축 후, 2030년까지 서울 구로에 제2의 대규모 AI 데이터센터를 건립해 총 300MW이상의 전력 용량 확보 계획
- LGU+는 전국 주요 거점에 총 16개의 인터넷 데이터센터(IDC) 및 AI 데이터센터(AIDC)를 구축 운영
 - 2024년 경기도 파주에 약 7만3천㎡ 부지(축구장 9개 규모)에 10만대 서버 수용이 가능한 초대형 AI 데이터센터를 착공하여, 생성형 AI 수요에 대응하는 GPU 특화 센터로 육성
- KT는 AI 컴퓨팅 역량과 클라우드 기반 서비스를 결합하고, 민관 협력 기반의 AI 데이터센터를 구축하며 AI·데이터 산업 생태계 확장
 - KT Cloud는 2024년 8월 고양시 백석빌딩에 AI 전용 백석 AI 데이터센터를 개관하며 고성능 AI 인프라 시장에 본격 참여하여, 수도권 내 기존 7개 데이터센터와 하나의 'One DC' 네트워크로 통합 운영
 - 2025년 5월, 전국 최초의 민관협력 AI 클라우드 센터로, 경북 예천군에 AI 클라우드 데이터센터(6MW 규모) 구축 완료

3. AI 팩토리

- AI 팩토리는 기존 스마트 팩토리를 넘어서는 퍼지컬 AI의 실현으로, 점차 확대되고 있는 추세
 - 대표 사례로 LG전자 창원 스마트팩토리는 설비 데이터 기반의 예지보전 및 품질검사를 수행하는 시스템을 갖추고 있음
 - 설비의 진동, 온도, 전류 등의 센서 데이터를 AI가 실시간으로 학습하여 이상 징후를 조기에 탐지하고 조치를 권고하거나 실행함으로써, 생산라인이 멈추는 시간을 줄임
 - 또한 외관 검사나 용접 불량 등은 고속카메라와 이미지 분석 AI를 통해 실시간 검사를 수행하고 생산라인 상에서 즉시 보정을 유도하는 방식을 활용
 - 아직 완전한 자율화 단계까지 도달한 것은 아니나, 생산 공정 전반의 데이터를 실시간으로 수집 및 활용하고, AI의 개입 수준을 끌어올린 대표적 시도

제 6 절 피지컬 AI 관련 법제도 현황

- **(로봇)** 「지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법(2008)」은 지능형 로봇산업 발전을 위한 기본법
 - 지능형 로봇을 외부환경을 스스로 인식하고 상황을 판단하여 자율적으로 동작하는 기계장치로 정의하고, 5년 단위 중합계획 수립 및 로봇산업 육성 전담기관(한국로봇산업진흥원)등을 규정
 - 당초 한시법으로 제정되었으나 정책의 안정적 추진을 위해 2018년 유효기간 조항을 삭제하여 영구법화되었고, 소프트웨어를 로봇 정의에 포함하고 로봇윤리현장 제·개정 절차 및 로봇 손해배상 책임 원칙 신설 등 내용을 추가
 - 이 법의 주무 부처인 산업통상자원부는 로봇 윤리 확립과 공공분야 로봇 활용 촉진, 전문인력 양성 등 정책적 지원을 총괄
- **(자율주행)** 「자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률(2019)」은 자율주행차의 상용화를 지원하기 위한 특별법
 - 국토교통부 장관은 자율주행자동차 시범운행지구를 지정하여 자율주행 차량의 유상 여객·화물 운송, 배달 등의 실험을 허용할 수 있고, 해당 지구에서는 교통법 등 일부 규제의 특례가 부여
 - 시범운행지구로 지정된 지역에서는 자율주행 셔틀버스 운행, 무인 배송차량 운행 등을 위한 한시적 면제와 안전관리 조건 부과가 가능하며, 보험 가입이나 손해배상책임 준비를 전제로 운행허가를 받을 수 있음*
 - * 5년 이내 범위에서 시범운행지구를 지정·운영하며, 지방자치단체가 계획을 제출하면 국토교통부가 승인
 - 또한 국토교통부는 자율주행 교통물류 기본계획 수립, 자율차 기술개발 동향조사, 안전기준 정비 등 종합적 지원체계를 운영
- **(드론)** 드론은 주로 항공안전법 체계에서 관리되며, 비행 승인·신고, 조종자 자격, 안전성 인증 등이 무게 및 용도별로 규제
 - 드론 산업 진흥을 위해 2020년 시행된 「드론 활용의 촉진 및 기반 조성에 관한 법률」은 국토교통부가 드론산업 육성 기본계획을 수립하고 드론 시범사업, 전용 비행시험장 구축, 우수 드론사업자 인증 등을 추진하도록 규정
 - 이에 따라 드론교통관리체계(UTM) 구축과 드론배송 등 신서비스 실증을 추진 중
- **(AI기본법)** 「인공지능의 발전과 신뢰 기반 조성 등에 관한 기본법」은 AI 분야 최초의 기본법으로 2024년 12월 국회 본회의를 통과하여 2026년 1월 시행 예정

- 이 법은 정부의 AI 정책 방향과 지원체계를 총망라하는 내용으로, AI를 활용한 산업 육성부터 윤리·신뢰성 확보까지 다루고 있음
 - 대통령 소속 국가인공지능위원회 설치, 3년 주기의 국가전략 수립, AI 윤리기준 수립 등의 거버넌스를 규정하고, 고위험·고영향 AI에 대한 특별 책무*와 안전성 및 투명성 확보 의무를 사업자에게 부과
 - * 생명, 신체, 중대 권익 등에 영향을 미치는 11개 분야를 고영향 AI로 지정하고, 해당 AI 시스템의 투명한 정보 공개, 인간의 개입 가능성 보장, 사전 영향평가 등을 의무화, 생성형 AI에 대해서는 AI 콘텐츠 활용 시 출처 고지 등 별도 의무를 두고, 해외 개발 AI를 들여오는 경우 국내 책임자를 지정

제 3 장 과학기술적 타당성 분석

제 1 절 문제 및 이슈 도출의 적절성

1. 문제/이슈 식별 과정의 적절성

- 주관부처는 주요 현안 및 해결과제를 토대로 동 사업이 해결해야 할 2개의 문제/이슈를 제시
- 주관부처는 해당 분야의 과학기술 관련한 메가트렌트 분석, 국내외 정책 및 시장·산업 동향, 기술 동향과 특허분석, 지역여건분석 및 이해관계자 의견 수렴 등을 토대로 문제 및 이슈 등을 제시함
- 기존 국내기술 및 산업의 한계 및 정책대응, 사업추진 가능성 및 한계 등 이슈 도출방향을 설정하고, 주요현안을 도출 후 주요 해결 과제로서 ① 협업지능 퍼지컬AI 핵심기술 연구 및 국산화 기술개발을 통한 기술주권 확보 필요, ② 협업지능 퍼지컬AI 핵심기술의 글로벌 대응을 위한 표준화 선도 및 기술적용 확산 필요, ③ 협업지능 퍼지컬AI의 연구개발 활성화 및 현장 적용성 확보를 위한 개방형 연구/실증기반 필요 등 3가지를 제시함
 - 제시된 3가지의 주요 해결과제를 토대로 주관부처는 문제/이슈로 ① 한국형 협업지능 퍼지컬 AI 핵심기술 개발 및 적용 확산지원 시급, ② 한국형 협업지능 퍼지컬AI 신뢰성·적용성 확보를 위한 개방형 연구/실증기반 구축이 시급함을 제시함

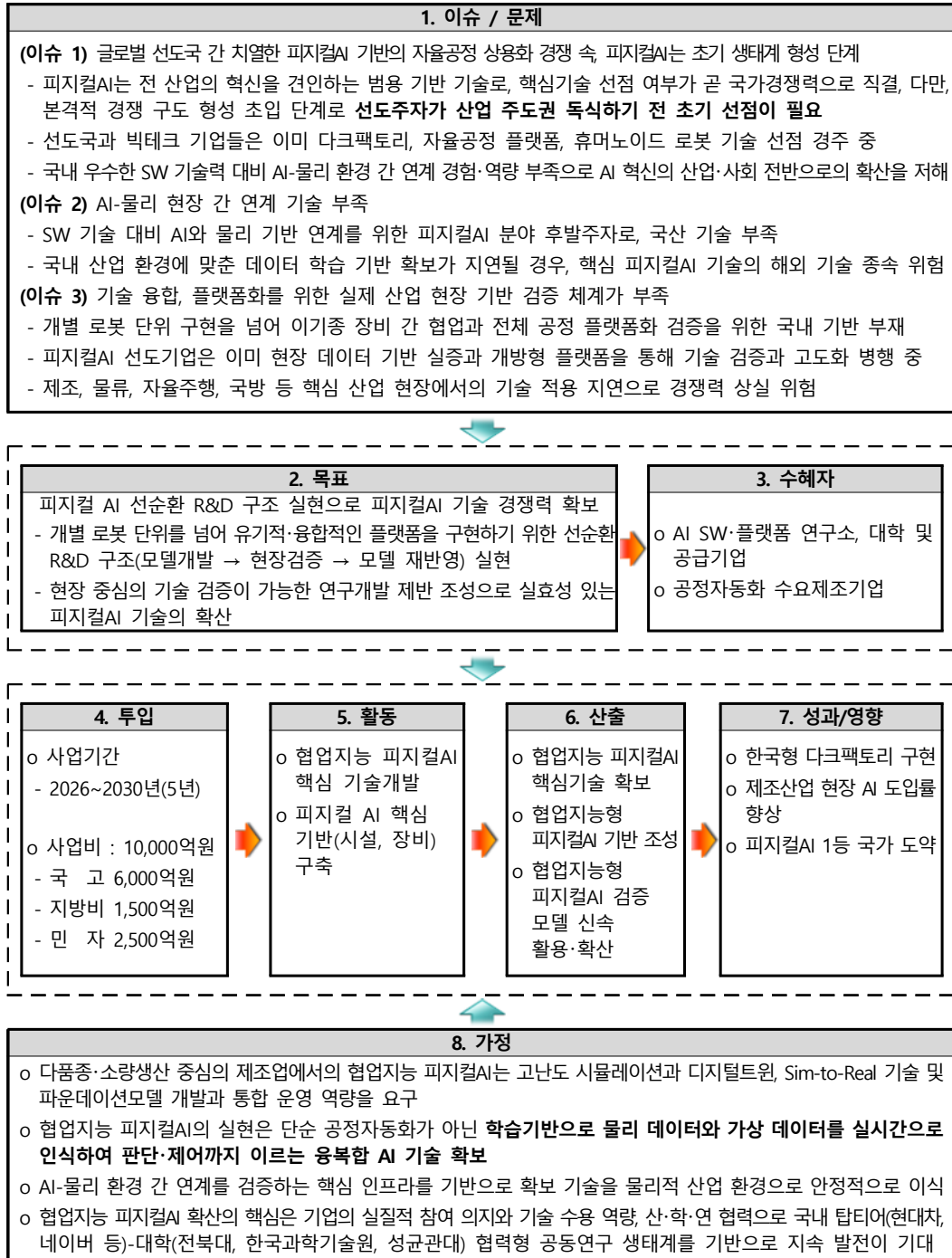
주요 해결과제		문제/이슈	
퍼지컬AI 원천기술 확보 및 국산화 필요	협업지능 퍼지컬AI 핵심기술 연구 및 국산화 기술개발을 통한 기술주권 확보 필요	한국형 협업지능 퍼지컬 AI 핵심기술 개발 및 적용 확산지원 시급	
퍼지컬AI 표준화 및 기술 적용 확산을 위한 플랫폼 필요			
판단·제어·실행이 가능한 초산업· 소공정 적용 협업 솔루션 개발 필요	협업지능 퍼지컬 AI 핵심기술의 글로벌 대응을 위한 표준화 선도 및 기술 적용 확 산 필요	한국형 협업지능 퍼지컬AI 신뢰성·적용성 확보를 위한 개방형 연구/실증기반 구축 시급	
산·학·연·관 협력을 통한 퍼지 컬AI 공공솔루션 확산 필요			
산업 현장 특화형 맞춤형 솔루션 개발 필요	협업지능 퍼지컬AI의 연구개발 활 성화 및 현장 적용성 확보를 위한 개방형 연구/실증기반 필요		
산업 현장 적용성 확보를 위한 실증/검증 필요			
퍼지컬AI 개발을 위한 개방형 인 프라 구축 필요			

- 한국형 협업지능 퍼지컬 AI의 핵심 기술과 신뢰성 적용성 확보를 위한 연구 및 실증기반 구축이 시급하다고 제시하고 있으나, 상세한 분석보다는 선언적인 내용으로만 제시되어 동 사업을 통한 지원 범위가 명확하지 않은 한계가 존재함
 - (협업지능 퍼지컬 AI 정의 및 범위) 동 사업에서 제시된 협업지능 퍼지컬AI(공장-기계-로봇간 협업이 가능한 시스템) 분야는 다양한 주체(산업통상부, 중소벤처기업부 등)을 통해 지원되는 상황에서 핵심기술 개발 및 적용 확산지원 시급성을 증명하기 위한 분석(예시, 수행된 로봇/제조 AI 관련 국가 연구개발 과제 분석 및 한계점 등) 등이 제시되어야 함
 - '협업지능'을 산업계가 수용 가능한 기술 표준 체계로 정립하여 과제의 지원 범위 등을 구체적으로 설정할 필요가 있음
 - 기존 기술과 동 사업에서 추진하는 협업지능 퍼지컬 AI기술의 아키텍처 차이를 시각화하는 등 본 사업이 해결하고자 하는 기술적·산업적 본질의 문제 정의를 명확히 할 필요가 있음
 - (기반구축 필요성 및 범위) 기술 신뢰성과 적용성 확보를 위한 개방형 연구·실증기반 역시 구체적 범위와 구축 필요성이 명확히 제시하여 체계적 지원체계를 마련할 필요가 있음
 - 실질적인 인프라 운영의 실효성을 확보하기 위해서는 퍼지컬AI 기술 공급 주체의 개발 환경 요구사항과 수요 주체(제조업체)의 실증 환경 요구사항을 동시에 충족할 수 있도록 기존 기반 구축의 문제점 등을 분석하고 사용자별 요구사항(User Requirements)을 구체적으로 도출하여 제시하여야 함
 - 동 사업은 '협업지능'이라는 개념을 통해 산업 현장의 복합적 문제를 해결하겠다는 방향성은 적절하나, 기술적 정의-문제 식별-실증 기반 구축으로 이어지는 논리 구조를 보완할 필요가 있음
 - 수요 기반의 구체적 실증 시나리오와 장비 구축의 선후 관계가 명확히 정립되지 않은 채 국가 차원의 시급성만을 강조하고 있어, 예산 투입의 적정성과 사업의 실효성을 담보하기 위해서는 기술의 시급성·중요도에 따른 핵심 분야 타겟팅, 로드맵 수립 및 적용범위 등을 우선 순위 설정을 통해 정립하고 기술 신뢰성과 적용성 확보를 위한 구체적 인프라 활용 계획 보완이 필수적임

2. 과학기술기반 문제/이슈 해결의 중요성 및 필요성

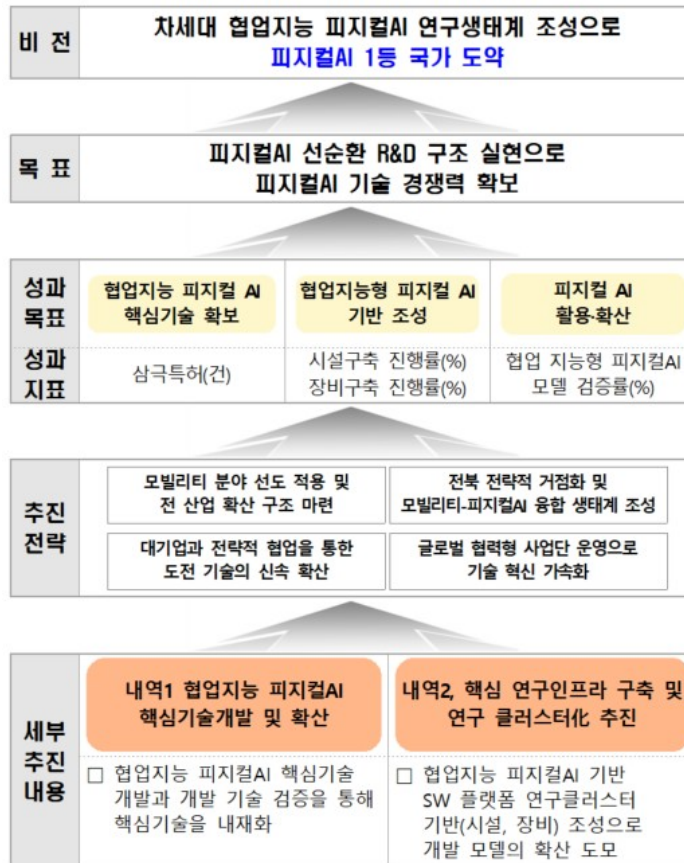
- 범용 AI(SW)를 넘어 물리 세계와 결합하는 퍼지컬 AI는 AI 진화의 궁극적 지향점이며, 글로벌 기술 패권 선점을 위한 국가 전략적 필수 영역으로 그간의 SW·범용 AI 중심 투자를 보완하여, 산업 현장에 직접 적용 가능한 해당 분야 R&D 지원 체계 마련이 필요함
- 기존 자동화 시스템이 해결하지 못한 비정형적·복합적 현장 문제를 AI와 물리 시스템의 결합(퍼지컬 AI)으로 해결하기 위한 정부 투자의 필요성은 인정됨
 - 국가 차원의 전략기술 확보를 통해 글로벌 기술 패권 경쟁에서 우위를 점하고, 산업 현장의 생산성과 안전성을 혁신적으로 개선하여 산업 경쟁력 제고가 필요함
 - 퍼지컬 AI의 구성요소를 세분화하고, 해결하고자 하는 산업 현장의 난제와 기술 간의 연계성을 명확히 해야 예산 낭비 방지가 가능함

제 2 절 사업목표의 적절성



1. 사업목표와 해결할 문제/이슈와의 연관성

- 주관부처는 AI에 대한 기술 종속 가시화 및 국내 제조 현장의 디지털 전환 측면에서의 미흡한 점에 대응하기 위해 한국형 협업지능 피지컬 AI 핵심기술 개발 및 적용지원 필요성 및 개방형 연구 실증기반 구축의 시급성 관련 이슈를 제기하고, 사업의 비전으로 '차세대 협업지능 피지컬AI 연구생태계 조성으로 피지컬AI 1등 국가 도약'을 제시함
- 이의 달성을 위해 동 사업에서는 '피지컬AI 선순환 R&D 구조 실현으로 피지컬 기술 경쟁력 확보'를 목표로 제시하고, 성과목표로서 '협업지능 피지컬AI 핵심기술 확보', '협업지능형 피지컬 AI기반 조성', '피지컬AI 활용·확산'을 제시함



[그림 3-1] 동 사업의 비전-목표-성과목표 구조도

출처 : 기획보고서

- 주관부처가 제시한 사업목표는 동 사업이 해결하고자 하는 주요 문제 및 이슈, 사업의 비전과 포괄적인 연관성은 존재하는 것으로 판단되나, 사업목표 설정을 위한 정책수단과 이를 통해 달성하고자 하는 정책목표 간의 관계가 명확히 드러나지 않는 한계가 존재함
- 동 사업은 수행하고자 하는 핵심적 정책수단으로 ‘퍼지컬 AI 선순환 R&D구조 실현’을 제시하고, 이를 통해 달성하고자 하는 정책목표로서 ‘퍼지컬AI 기술 경쟁력 확보’를 제시하고 있음
 - 그러나, ‘퍼지컬 AI 선순환 R&D 구조’가 구체적으로 무엇을 의미하는지, 기존 R&D 체계 내에서 어떠한 문제를 진단하고 이를 어떻게 개선하고자 하는지 등에 대한 개념과 범위가 명확히 제시되지 않아, 사업이 궁극적으로 지향하는 정책적 방향성과 추진 내용이 구체적으로 드러나지 않음
 - 또한, 정책목표로 제시된 ‘퍼지컬 AI 기술 경쟁력 확보’는 원천기술 개발, 시스템 고도화, 산업 및 시장 경쟁력 강화 등 다차원적 요소를 포함하는 포괄적인 목표임에도 불구하고, 사업을 통해 중점적으로 강화하고자 하는 경쟁력의 범위와 우선순위가 명확히 제시되지 않아, 정책수단과 정책목표 간의 연계성이 충분히 구체화되지 못한 것으로 판단됨
- 사업의 비전 및 목표와 성과목표로 이어지는 체계에서 성과목표는 사업의 목표 달성에 기여할 수 있도록 논리적으로 설정되어야 하나, 제시된 성과목표인 ‘협업지능 퍼지컬AI 핵심기술 확보’, ‘협업지능형 퍼지컬 AI기반 조성’, ‘퍼지컬AI 활용·확산’은 단순히 사업의 세부활동의 목표이므로, 사업 성과목표로서 불명확하고 추상적으로 어떤 성과를 내고자 하는지 짐작하기 어렵고 이를 제대로 측정하기 어려운 한계가 존재함
- 동 사업을 통한 사업목표의 모호함은 성과목표 설정에도 영향을 미친 것으로 판단되며, 제시된 성과목표는 사업 수행 과정에서의 세부 추진 활동을 나열하는 수준의 표현에 머무르고 있는 것으로 판단됨. 이로 인해 각 성과목표가 사업목표 달성에 어떠한 방식으로 기여하는지에 대한 연계성이 충분히 드러나지 않음

2. 사업 성과지표¹²⁾의 적절성

- ☐ 주관부처는 타 R&D 사업들이 성과지표를 고려하되, 본 사업의 목적인 퍼지컬AI 핵심기술 개발 및 검증, 확산을 종합적으로 고려하여 성과지표를 제시하고 있다고 설명
- 주관부처는 동 사업이 퍼지컬 AI 기술의 글로벌 종속 위험과 기술 실증·확산 기반 부재라는 구조적 문제를 해결하기 위하여 기획되었으며, 이러한 문제를 논리적으로 검증하기 위하여 ①삼극특허, ②시설 및 장비 구축 진행률, ③모델 검증률을 지표로 활용한다고 언급하고 있음

<표 3-1> 성과 목표 및 성과지표

사업 목표	퍼지컬AI 선순환 R&D 구조 실현으로 퍼지컬AI 기술 경쟁력 확보	
성과 목표		성과지표
① 협업지능 퍼지컬AI 핵심기술 확보		❶ 삼극특허
② 협업지능형 퍼지컬AI 기반 조성		❷ 시설구축 진행률(%)
		❸ 장비구축 진행률(%)
③ 협업지능형 퍼지컬AI 검증 모델 신속 활용·확산		❹ 퍼지컬AI 검증률(%)

- ☐ 성과지표는 성과목표의 달성도를 객관적으로 측정할 수 있는 지표(연구성과평가법 제2조제7호)로서 사업 수행을 통해 의도한 목적의 달성을 확인하는 것으로 사업의 목표와 연계성을 지녀야 하나, 설정된 성과 목표의 한계성으로 세부활동 추진을 통해 성과목표가 사업목표에 얼마나 기여하는지 명확하지 않음
- 성과목표 자체가 포괄적이거나 추상적으로 설정되어 있어, 개별 세부활동의 추진 결과가 사업목표 달성으로 어떻게 귀결되는지, 나아가 성과목표가 사업목표 달성에 어느 정도 기여하는지를 명확히 판단하기 어려운 한계가 존재함
- 설정된 성과지표 역시 사업 수행 과정에서의 활동 수준 또는 구축·진행 상황을 계량화한 지표에 머무르고 있으며, 사업을 통해 의도한 정책적·기술적 성과의 실질적인 달성 여부를 객관적으로 확인하는 데에는 한계가 있는 것으로 판단됨
 - 동 사업의 성과지표를 구성함에 있어 하위 내역사업의 성과목표지표 중 일부를 그대로 사용하는 것은 부적절하며, 동 사업을 통해 궁극적으로 달성하고자 하는 목표에 부합하는 성과목표/지표의 재설정이 필요함

12) 성과목표는 연구개발을 통하여 달성하고자 하는 구체적인 목표를 뜻하며, 성과지표는 성과목표의 달성도(목표치, 진도 등)를 객관적으로 측정할 수 있는 지표를 의미

- 제시된 성과목표와 이에 대응하는 성과지표는 형식적으로는 대응 관계를 갖추고 있으나, 성과목표의 성격과 성과지표의 내용 간 정합성이 충분히 확보되지 못한 한계가 존재함
- 동 사업의 기획보고서에서는 사업의 논리모형에 따른 핵심지표 설정 과정을 제시하고 있으나, 사업의 목표와 직접적 연계성이 낮은 과정지표 등이 포함되어 있어 성과지표로서의 적절성이 부족함
 - 단순 예산 투입에 따라 달성되는 시설·장비 구축 진행률(%)과 같은 과정지표는 지양하고, 사업의 실질적 성과를 대변할 수 있는 결과지표 중심으로 재설정되어야 함
 - 동 사업에서 제안한 삼극특허와 같은 지표는 사업 초기(1~2년 차)의 성과 관리 공백이 발생하므로 연구개발 초기 단계의 실질적인 진척도를 모니터링할 수 있도록 단계를 구분하여 성과목표/지표를 수립하는 등 관리계획 마련이 필요함
 - 삼극특허수가 본 사업의 목표인 '협업지능 퍼지컬 AI 핵심기술'의 수준을 측정하는 데 실질적으로 기여하는지 구체적인 보완 설명이 필요하며, 특허등록 이전에 핵심기술개발과 관련된 성과지표 등 마련을 통한 사업관리방안 마련이 필요함
 - 또한, 특허 등록까지 최소 3~5년 소요됨을 감안하여 3차년도부터 목표를 설정하고 있는 것으로 판단되나, 사업 초기(1~2년 차)에도 실질적인 연구개발 진행 상황을 모니터링할 수 있는 단계별 성과지표를 수립하여 사업 추진의 타당성을 뒷받침해야 함

<표 3-2> 사업 지원 논리 모형

구분	투입	과정	산출	결과	
				단기성과	중장기성과
사업 논리	총사업비 10,000 억원	- 협업지능 퍼지컬 AI 핵심 기술 개발 - 퍼지컬 AI 핵심 기반 조성	- 협업지능 퍼지컬 AI 핵심 기술 확보 - 퍼지컬 AI 핵심 기반 조성 - 검증된 퍼지컬 AI 기술 확산	- 협업지능형 퍼지컬 AI 핵심 기술 확보 - 협업지능형 퍼지컬 AI 기반 조성 및 기술 검증	- 퍼지컬 AI 연구생태계 기반 구축으로 공정 초자동화·지능화 구현
성과 목표 / 지표			- 삼극특허 - 시설/장비구축 - 검증기술적용 - 네트워킹	- 한국형 다크팩토리 구현 - 제조산업 현장 AI 도입률 향상	- 퍼지컬AI 1등 국가 도약

출처: 기획보고서

- 구축진행률 및 AI검증률과 같은 일부 지표는 단순 과정 중심의 지표 구성으로 인해 사업 목표와 성과 간의 논리적 연계성이 미흡하며, 매출액 성장률과 같은 외생 변수에 민감한 지표는 사업의 직접적인 기여도를 입증하기 어려워 사업의 성과목표 달성 여부를 객관적으로 판정하는 데 한계가 있음
- 성과목표인 ‘협업지능 피지컬 AI 핵심기술 확보’에 대한 성과지표로 ‘삼극특허’를 설정하고 있으나, AI 연구개발 분야는 알고리즘·소프트웨어 중심의 기술 특성상 특허 적격성 및 보호 범위에 제약이 존재하며, 기술 발전 속도가 빠른 특성으로 인해 논문 발표, 오픈소스 공개 등 다양한 성과 확산 방식이 병행되는 분야임. 이러한 점을 고려할 때, 삼극특허 건수를 핵심기술 확보의 대표 지표로 설정하는 것은 기술적 특성과 성과 창출 방식에 비추어 적절성이 제한적인 것으로 판단됨
- ‘협업지능형 피지컬 AI 기반 조성’이라는 성과목표에 대해 시설구축 진행률(%) 및 장비구축 진행률(%)을 성과지표로 제시하고 있으나, 이는 사업 추진 과정에서의 물리적 구축 수준을 나타내는 과정 지표에 해당되므로 성과목표가 지향하는 연구·기술 기반의 질적 수준이나 활용 가능성을 충분히 반영하기 어려움
- ‘협업지능형 피지컬 AI 검증 모델 신속 활용·확산’에 대한 성과지표로 제시된 피지컬 AI 검증률(%) 또한 검증 계획 대비 수행 횟수의 비율로서 검증의 범위·기준·수준이 명확히 정의되지 않아 실제로 활용·확산이라는 성과를 어느 정도 달성하였는지를 객관적으로 판단하기에는 한계가 존재함
- 주관부처는 추가제출자료를 통해 동 사업이 궁극적으로 목표하는 바가 피지컬 AI 선순환 구조를 구축하기 위한 생태계 조성인 점을 고려하여 ‘산업 현장 확산’에 관련한 추가적인 성과지표인 ‘사업 수혜기업의 매출액 성장률’을 고려하고 있음을 밝힘. 그러나, 매출액 성장률은 기업의 경영환경, 시장 상황, 외생적 요인의 영향을 크게 받는 지표로서, 사업의 직접적인 성과와의 인과관계를 명확히 규명하기에는 한계가 존재함. 특히, 사업 수혜기업의 매출 증가가 동 사업을 통해 제공된 기술·인프라·검증 지원의 결과인지 여부를 객관적으로 분리하여 판단하기 어려워, 성과지표로 활용 시 사업 기여도를 명확히 반영하지 못할 가능성이 있는 것으로 판단됨

<표 3-3> 성과지표별 산식 및 연차별 목표

성과목표	성과지표	산식 및 연차별 목표					
협업지능 퍼지컬AI 핵심기술확보	삼극 특허	산식 : Σ 당해연도 신규 등록 완료된 삼극특허 건수					
		(단위: %)					
		구분	'26	'27	'28	'29	'30
		목표			20	20	20
협업지능형 퍼지컬AI 기반 조성	시설구축 진행률	산식 : $(\text{당해연도 실적량} / \text{계획량}) \times 100 + \text{이전연도 공정실적}$ 공정계획 대비 당해연도 공정실적을 백분율로 환산					
		(단위: %)					
		구분	'26	'27	'28	'29	'30
		목표	25	75	95	100	
	장비구축 진행률	산식 : $(\text{당해연도 실적량} / \text{계획량}) \times 100 + \text{이전연도 공정실적}$ 공정계획 대비 당해연도 공정실적을 백분율로 환산					
		(단위: %)					
		구분	'26	'27	'28	'29	'30
협업지능형 퍼지컬AI 검증 모델 신속 활용·확산	협업지능형 퍼지컬 AI 모델 검증률	산식 : $\Sigma(\text{해당 단계 검증 계획* 횟수} / \text{검증 수행 횟수})$					
		(단위: %)					
		구분	'26	'27	'28	'29	'30
		목표	-	100	100	100	100
	참가기업의 매출액 성장률 (추가제출 자료)	산식 : $\Sigma(\text{해당 연도에 발생한 기업들의 전체 매출액} - \text{전년도 전체 매출액}) / \text{전년도 전체 매출액} \times 100$					
		(단위: %)					
		구분	'26	'27	'28	'29	'30
		목표	-	3.8%	4.0%	4.3%	4.5%

출처: 기획보고서 및 추가제출자료

3. 내역사업 비전 및 성과지표 설정의 적절성

□ 주관부처는 내역사업별로 비전 및 성과목표를 제시하고 있음

- (내역사업 1-1) 주관부처는 내역사업 1-1을 통해 협업지능 퍼지컬AI 기반 핵심 기술 및 관련 SW플랫폼 기술 확보를 제시하고, 이의 달성 여부를 확인하기 위해 삼극특허(건), SCI급 논문(건), 기술이전(건), 기술표준(건) 등 4개를 제시하고 있음

비전	협업지능 퍼지컬AI 기반 핵심 기술 및 관련 SW플랫폼 기술 확보
----	--------------------------------------

성과 목표	연차별 성과지표	'26	'27	'28	'29	'30	합계
	삼극특허(건)	-	-	20	20	20	60
	SCI급 논문(건)	300	400	500	600	700	2,500
	기술이전(건)	20	30	40	50	60	200
	기술표준(건)	-	10	15	15	20	60

- (내역사업 1-2) 주관부처는 내역사업 1-2를 통해 협업지능 퍼지컬AI 기반 SW플랫폼·솔루션 핵심기술 확산과 현장실증을 통해 핵심기술 내재화 및 기술표준화 기반 조성하고자 하며, 기술이전(건), SCI급 논문(건), 실증레퍼런스(건) 등 3개를 제시하고 있음

비전	협업지능 퍼지컬AI 기반 SW플랫폼·솔루션 핵심기술 확산과 현장실증을 통해 핵심기술 내재화 및 기술표준화 기반 조성
----	---

성과 목표	연차별 성과지표	'26	'27	'28	'29	'30	합계
	기술이전(건)		12	12	13	13	50
	SCI급 논문(건)		24	24	26	26	100
	실증레퍼런스(건)	-	12	12	13	13	50

- (내역사업 2) 주관부처는 내역사업 2를 통해 산업특화 디지털트윈 및 퍼지컬AI 모델의 실증·고도화를 위한 도메인 실환경 기반 기술검증 테스트베드 구축함을 제시하고, 시설장비구축률을 성과목표로서 제시함

비 전	산업특화 디지털트윈 및 퍼지컬AI 모델의 실증·고도화를 위한 도메인 실환경 기반 기술검증 테스트베드 구축
성 과 목 표	◇ 이동형/조립형 로봇 공정을 중심으로 한 8개 도메인 특화 실증환경 조성 ◇ 디지털트윈과 Sim-to-Real 연동 가능한 SDF 기반 실시간 제어 검증체계 구축 ◇ 산업 공정별 퍼지컬AI 모델 학습·평가·운용 전주기 검증 플랫폼 구축 ▪ 통합관제(DCC)시스템 ▪ 이기종 물류로봇 실증-존 ▪ 적응가공(Adaptive) 실증-존 ▪ 유연제조(FMS)실증-존 ▪ 정밀조립 로봇 실증-존 ▪ AI 정밀검사-존 ▪ 푸드테크 실증-존 ▪ 국산NPU 및 고성능 연산 실증-존

- 주관부처가 제시한 성과지표(논문, 특허, 기술이전 등)는 단순 투입 대비 산출물(Output) 위주의 공통지표로서 각 내역사업이 지향하는 비전의 구체적인 성과(Outcome)를 측정하기에 한계가 존재할 것으로 판단됨

- 동 사업에서 제시하고 있는 '협업지능'이나 '퍼지컬 AI'와 같은 고도화된 기술의 비전은 실제 산업 현장의 지능화 수준, 작업 효율성 개선도, 정밀도 향상 등 기술적 성능 지표(KPI)로 측정되어야 하나, 일반적인 R&D 지표인 SCI 논문과 특허 건수에 치중되어 있음
- 내역사업 1-1 제시된 삼극특허, SCI급 논문, 기술이전, 기술표준 건수가 내역사업의 비전인 핵심기술 및 SW플랫폼 기술 확보에 기여한 정도를 충분히 설명할 수 있는 성과지표인지 추가적인 설명이 필요함. 또한, 도전적인 목표 설정은 필요하나, 예를 들어 5년간 SCI급 논문 2,500건은 연평균 500건에 달하는 수치로, 내역사업의 특성을 고려한 성과목표인지 등 확인이 필요함
 - 내역사업 1-2의 경우 현장 실증과 기술 내재화가 비전임에도 불구하고, 단순 '실증 레퍼런스 건수' 등 수량적 지표만으로 기술의 확산도나 실효성을 판단할 수 있는지 의문시됨
 - 내역사업 2는 테스트베드 구축이라는 하드웨어적 목표에만 치중되어 있으며, 구축된 인프라가 어떻게 내역사업 1-1, 1-2의 기술 고도화에 기여하는지에 대한 연계 지표 등이 고려될 필요가 있음

- 동 사업의 개별 내역사업의 비전을 토대로 도출된 성과목표/지표 중 일부가 상위 사업의 목표로 단순히 반복(Copy & Paste) 반영되어 상위 단위의 사업목표로서 부적절한 것으로 판단되며, 또한, 성과목표/지표 설정시 단계별 마일스톤 등이 고려될 필요가 있는 것으로 판단됨
- 사업 초기 성과 산출이 어려운 지표의 경우, 최종 목표에 도달하기 위한 단계별 성과목표·지표를 도입하는 등 개선이 필요함
- 내역사업 1-1의 삼극특허 및 기술표준, 내역사업 1-2의 실증레퍼런스 등 주요 지표들이 초기 연도에 '0'으로 설정되어 사업 초기 성과 관리에 한계점이 존재하므로, R&D 성숙도에 따른 구분(예, 1단계(3년)/2단계(2년)) 등을 통해 단계별 특성을 고려한 성과목표·지표 설정을 고려할 필요가 있음

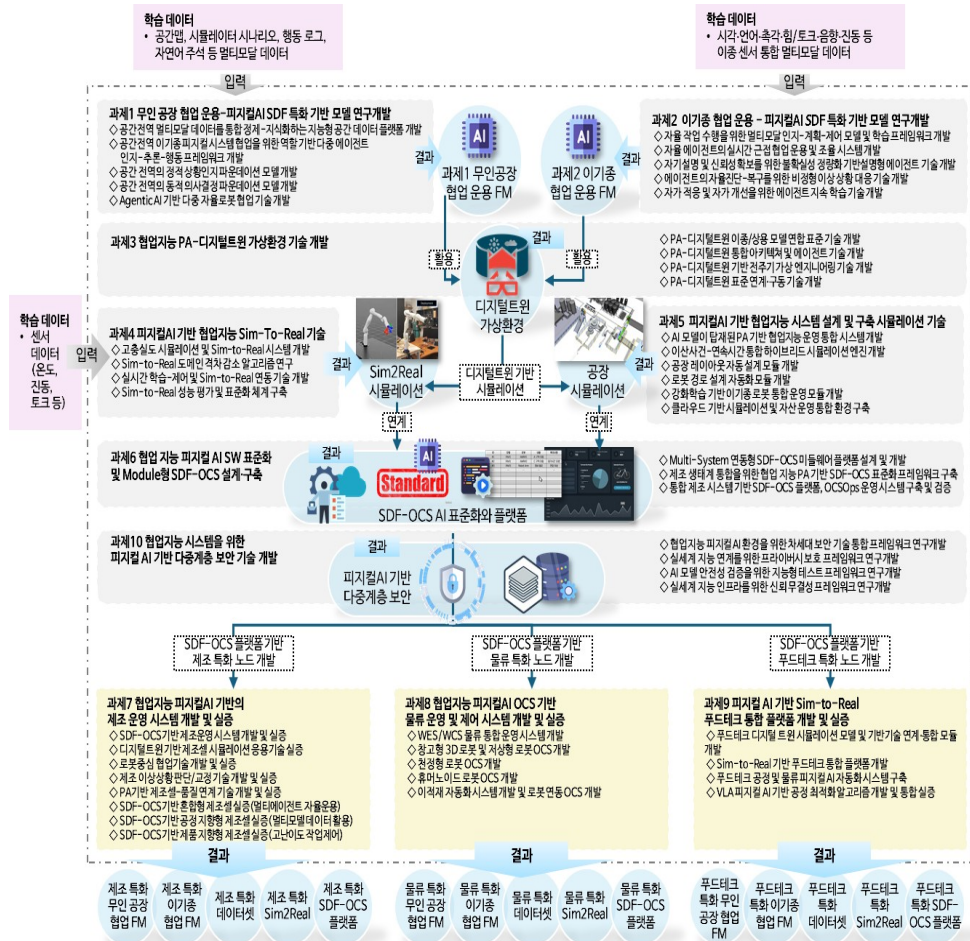
4. 수혜자 표적화의 적절성

- 주관부처는 동 사업이 협업지능 퍼지컬AI 기반 및 응용연구, 개방형 핵심 연구 인프라 구축 및 활용 지원, 글로벌 협업체계 구축 및 연구 인프라 집적화를 추진함에 따라 직접적인 수혜자는 협업지능 퍼지컬AI 공급기업이며, 간접적으로는 연구기관인 대학 및 수요기업, 국민으로 제시함
- 예비타당성조사에서 사업의 수혜자는 사업목표와 직접적이고 밀접한 관련이 있어야 하며, 동 사업의 산출물로 인해 직접적 이익을 얻는 주체가 되어야 함
 - 주관부처는 논리모형을 통해 동 사업의 수혜자로 (1차) AI SW-플랫폼 연구소, 대학 및 공급기업 (2차) 공정자동화 수요제조기업으로 설정하였으나, 수요조사의 대부분은 수요제조기업 및 대학 등 연구기관을 대상으로 하고 있음
 - 그러나, 수요조사의 대부분은 기술을 사용하는 수요 제조기업이나 대학 등 연구기관에 치중되어 있어, 실질적인 기술공급자인 소프트웨어 및 AI플랫폼 기업 등 기술 공급 생태계의 목소리가 반영되지 않았음
 - 연구개발부문에서 예비타당성조사의 경제성은 수혜자가 얻게 되는 직접적인 경제적 편익을 기준으로 분석되어야 함
 - 동 사업을 통한 직접적인 수혜자는 기술공급자인 AI/SW 기업과 수요제조기업이 혼재하여 수혜자로 나타나고 있는 것으로 판단되는 바, 각 주체가 사업을 통해 얻는 이익을 재정의하고 주체의 특성을 고려한 연구 수행 절차를 구체화할 필요가 있음

제 3 절 세부활동 및 추진전략의 적절성

1. 세부활동과 사업목표의 연관성

- 사업목표 달성 관점에서 세부활동(협업지능 퍼지컬AI핵심기술(혁신도전형, 기술확산형), 핵심연구인프라 구축, 사업단 운영)간 연계성이 미흡함
 - 사업 목표는 구성되는 하위의 세부사업 및 과제의 목표와 연계되어야 하며 구조적인 연계성이 확립되어야 최하위 세부활동의 내용이 사업의 목표와 연계되어 사업을 추진함에 일관성을 확보할 수 있음
 - 또한, 시설·장비는 사업내 연구개발활동과 동일 목표를 달성하기 위해 구축되고 연구개발·시설·장비 간 연계성이 존재하며 사업기간내에 선후행 관계에 문제가 없어야 함
 - 주관부처는 협업지능 퍼지컬AI핵심기술에 해당되는 10개 총괄과제는 기반연구(7개)와 응용연구(3개)로 구분하고, 모든 과제는 퍼지컬AI 기술-표준화-실증-확산의 전주기 생태계를 형성하고 있으며,
 - 구성 논리는 기반연구 → 응용연구 → 실증테스트베드 단계로 순환되며, 연구성과는 각 실증존(제조·물류·푸드테크·NPU)에 투입되어 기술검증 및 데이터 환류 구조를 갖추고 있다고 설명하고 있음
 - 또한, 기반연구의 핵심 결과물인 과제1(무인공장 협업 운용 FM) 및 과제2(이기종 협업 FM)는 설계/시뮬레이션 환경에서 생성된 합성/정밀 데이터를 통해 사전 학습되며, 과제3(디지털트윈), 과제4(Sim-to-Real), 과제5(공장 시뮬레이션)가 퍼지컬 AI 파운데이션 모델(과제1, 2)를 위한 가상환경 및 검증 기술을 제공하며,
 - 모든 기술 요소는 과제6(SDF-OCS)을 통해 표준화된 SW 플랫폼으로 통합되며, 과제10(보안)은 전체 시스템의 보안을 담당하며,
 - 과제6(SDF-OCS 플랫폼)을 통해 기반 연구의 성과는 응용연구로 직접 연계되며, 기반 기술과 응용 시스템을 연결하는 표준 허브 역할을 수행하며,
 - 과제7(제조), 과제8(물류), 과제9(푸드테크)의 3개 응용연구는 기반 연구에서 개발된 퍼지컬 AI 파운데이션 모델(과제1, 2)과 SDF-OCS 플랫폼(과제6)을 각 산업 도메인별 특화 노드(Node)로 개발하여 현장에 적용하는 역할을 맡으며
 - 응용연구(과제7~9)의 결과물은 각각의 실증 테스트베드 존(제조, 물류, 푸드테크)에서 검증되며, 이 실증 과정에서 수집된 '운용 데이터'는 다시 기반 연구(과제1~6)로 피드백된다고 제시하고 있음



[그림 3-2] 총괄 과제 입력/결과물 및 연계도

출처: 기획보고서

□ 주관부처는 '기반연구-응용연구-실증-인프라'로 이어지는 전주기 생태계 구성을 제시하고 있으나, 선언적인 흐름도에 불과하여, 각 세부활동 간의 물리적 접합점(Interface)과 실질적인 협업 메커니즘이 구체화되지 않아 사업 목표 달성의 불확실성이 존재함

○ (기반연구-응용연구간 연계) 기반연구 간의 연계, 기반연구-응용연구 간의 연계 등에 대한 내용을 제시하고 있으나, 기술 규격의 통일, 데이터 환류의 강제, 일정의 동기화, 이해관계 조정(Governance) 등을 포함한 실행 중심의 추진 체계가 사업계획서에 반드시 구체화되어야 함

- 사업 목표 달성을 위한 통합 성과지표(KPI)가 아닌 개별 총괄과제 중심의 성과지표 설정으로 인해, 타 총괄과제와의 협업보다 개별 성과 달성에 치중할 가능성이 존재함
- 실질적인 연계 체제 미흡에 따른 기반연구간 연계, 기반연구 결과물의 응용연구 요구사항 미충족 등이 발생할 경우, 과제별 독자 노선 구축 등으로 인해 예산 중복 발생 가능성이 존재하고, 기반연구가 응용연구(현장 적용)의 특성을 반영하지 못하는 등 사업의 실효성을 확보하기 어려울 수 있음
- (연구-인프라 간) 시설·장비는 데이터의 확보 및 연구개발 성과 검증 등을 위해 존재하여야 하나, 현재 계획상 인프라 구축 완료 시점과 R&D 데이터 확보 및 성과 검증 시점 등 시간적 동기화(Synchronization) 전략을 마련하고, 장비도입 지연 등 사업 추진과정에서 발생할 수 있는 위험요인에 대한 선제적인 대응 방안 마련이 필요함
- 장비 구축과 R&D 마일스톤(Milestone)을 정교하게 매칭한 단계별 로드맵을 보완하고, 실질적인 인프라 활용 현황 등을 점검하기 위한 체계를 마련하는 등 구축된 인프라의 활용도를 극대화하기 위한 전략이 필요함
- 동 사업의 목표 달성을 위해 연구개발과제간 또는 연구개발과제-인프라간 세부활동의 효과적, 유기적, 효율적 연계를 위해서는 추가적인 통합성과 관리 마련이 필요함
- 과제별 독립적인 성과목표/지표 이외에 연계 성과에 가중치를 설정하는 등 성과지표(KPI) 중심의 연계 강화 전략 등에 대한 검토가 필요함
- 총괄과제 간의 인터페이스와 데이터 흐름을 상시 모니터링하고 조정하는 실질적인 컨트롤타워 역할을 수행하는 추진체계에 대한 고려가 필요함
- 과제간의 실질적인 협력을 유도할 보상과 제재 등 구체적인 인센티브 전략에 대한 고려가 필요할 수 있음

2. 세부활동 도출의 적절성

가. 수요조사의 적절성

- 주관부처에서 제시하고 있는 수요조사는 총 3건이 진행된 것으로 파악됨
 - (기술개발과제 수요) 학계(86명), 연구계(21명), 산업계(27명), 기타(3명) 등 총 137명을 대상으로 142건의 기술수요를 접수하고 이를 분석하여 제시함
 - 대부분의 수요는 학·연을 중심으로 수요가 접수되었으며, 퍼지컬AI 응용기술 개발, 디지털 트윈기술, 디지털 트윈 협업 플랫폼 순으로 수요가 존재함을 제시함
 - 퍼지컬AI의 개발시 확산가능성이 높은 분야(중복응답)는 모빌리티(29%), 물류(25%), 반도체(11%), 방산(10%), 푸드테크(10%) 순으로 조사되었다고 제시함

<표 3-4> 기술수요 응답자 분포 및 기술수요 분야

구분	산	학	연	기타	계
응답 수	28	92	20	2	142

기술수요 분야	기술수요분야(중복체크)
퍼지컬AI 응용기술 개발	76
디지털 트윈 기술	60
디지털 트윈 협업 플랫폼	48
Sim-to-Real 기술	47
파운데이션모델	47
공장 설계·구축 시뮬레이션 기술	37
강화학습	37
기타	124
합계	476

- (기업 수요조사) 제조산업 종사자 및 이해관계자(AI 자율제조 기술도입 희망 기업 중심) 169개사를 대상으로 AI 자율제조 기술 도입의 필요성, 자율제조 수준 현황 및 문제점 등에 대해 수요조사를 실시하고 분석하여 제시함
 - 설문조사 응답자는 중소기업(129개사), 벤처기업(21개사), 중견기업(15개사), 대기업(2개사) 등으로 구성되며, 전북특별자치도 내에 사업장이 위치한 130개사(도외 39개사)가 참여하였으며, 대부분의 기업은 모빌리티 관련 기업(121개사)임

- AI 기술을 공장 운영에 적용하길 희망하고 있는 기업은 124개사(73.4%)로, 인공지능 기술 적용을 희망하는 분야는 제조(28.0%), 품질검사 및 예측(25.6%), 설계/해석(13.0%), 조립(11.4%), 현장안전(10.8%) 순으로 나타남을 제시함
 - 또한, 퍼지컬AI를 활용할 수 있는 범용 소프트웨어 개발시 도입 의향이 있는 기업이 159개사(94.1%)로 대부분이 해당 기술의 도입을 원하고 있다고 제시함
- (장비 활용 수요 조사) 주관부처는 사업계획적정성검토 과정에서 Zone별(정밀조립·AI 검사·푸드테크 등) 실증장비 활용수요를 전국 270개 기업(제조 : ICT = 2:1 비율)을 대상으로 실시하였음을 제시함
- 수요조사 결과, 산업분야에 따라 다양한 장비 사용에 대한 수요가 존재하며, 사용 희망기업의 연간 사용 예정시간을 모두 합한 연간 장비 사용시간은 모든 장비가 연간 가용시간(2,200시간 기준)을 초과할 것으로 밝히며, 장비의 사용에 대한 수요도가 높아 장비 구축의 활용 및 효율적인 운영이 가능할 것이라 제시함
- 사업의 세부활동을 선정하는 과정에서 수요조사는 중요한 절차이며, 단순히 수요조사를 실시한 사실로만 긍정적인 평가를 받을 수 없으며, 수요조사 목적, 방법, 대상 및 결과 등의 적절성이 전제되어야 함
- 주관부처는 지역 생태계 조성이라는 측면에서 지역 내에서의 퍼지컬AI 관련 기업의 수요를 파악하여 지역 산업의 특수성을 살린 퍼지컬 AI 실증 거점으로서의 전략적 타당성을 충분히 입증하였어야 함
- 주관부처는 입지 적정성 관련하여 전북특별자치도는 완성차, 상용차 생산거점과 2차 협력업체가 500여 개사 이상 집적된 국내 대표 자동차 산업 거점이자 퍼지컬 AI 실증 및 검증 최적지임을 제시하고 있으나, 도내 해당 기업을 대상으로 지역의 혁신을 도모하기 위한 수요조사가 면밀히 실시되었어야 함
- 기술수요조사를 실시함에 있어 실질적인 문제를 보유한 주체(기술수요자(제조 기업, 물류센터 등)), 기술 해결책을 제공하는 주체(기술공급자(로봇제조사, AI솔루션기업, 센서/임베디드 HW 기업, SI업체 등)), 원천기술개발 등을 담당하는 이해관계자(연구소, 대학 등)를 주요 주체를 구분하고 실효성 있는 기술개발 및 지속 가능한 생태계 조성을 위한 설문조사가 수행되었어야 함
- 주관부처는 10대 총괄과제 선정을 위해 기술개발과제 수요 142건, 169개 기업대상 수요조사를 대상으로 기술기획위원회를 통해 15개 기술후보군을 도출하고 중복성과 산업 파급효과를 검토하여 12개 후보로 축약했다고는 하나,

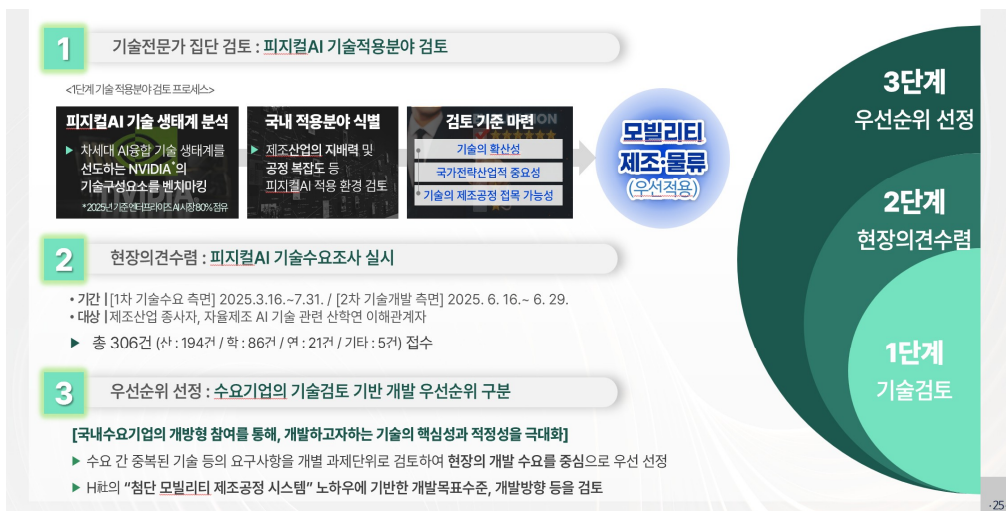
- 조사가 설계된 방식과 결과가 도출된 논리적 구조를 파악할 수 없어 단순히 수요조사의 실시 여부에 대한 판단 이외에 수요자(기업)의 현장 난제와 공급자(연구소/대학)의 기술 과제의 전략적으로 어떻게 매칭되어 과제가 도출되었는지 확인할 수 없음
- 동 사업에서 구축하는 장비는 단순한 기업의 활용을 목적으로 하는 장비 도입이 아니라, 실제 물리적 환경에서 로봇, 센서, 데이터가 상호작용하는 테스트베드를 구축함을 고려할 때 실증시나리오를 제공할 기술수요기업 이외에도 구축된 장비를 활용해 실제 기술을 개발하고 검증할 주체(기술공급자), 기술검증자(대학/출연연 등)도 포함되었어야 함
- 주관부처는 장비 선정 절차가 벤치마킹을 위한 현대차 싱가포르 글로벌혁신센터 (HMGICS) 방문→16인 장비구축기획위원회 구성 및 운영(4회)을 통한 장비구축 리스트 도출 (글로벌 선도 제조 시스템 벤치마킹)로 제시하고 있어 실질적인 장비 구축을 위한 수요 조사가 실시되지 않은 것으로 판단됨
- 또한, 사업계획적정성검토 과정에서 주로 기술수요기업을 대상으로 기 결정된 구축예정 장비에 대한 활용수요조사를 진행하여 형식적인 확인수준에 머무른 점 등을 고려할 때 실제 구축 예정인 인프라의 활용 등 실효성 및 기술적 확장성을 확보하기에는 한계가 존재할 것으로 판단됨

나. 우선순위 설정 과정의 합리성

□ 주관부처는 동 사업의 총괄과제 및 장비의 우선순위 설정을 위해 다음과 같은 절차를 진행함을 제시함

○ (10개 총괄과제) 주관부처는 1단계 기술검토 → 2단계 현장기술수요조사 → 3단계 우선순위 선정을 통해 진행함을 제시함

- 1단계 전문가 중심 사전 진단을 위해 피지컬AI 기술이 실제 산업현장에 적용될 수 있는 분야 설정을 위해 국내외 피지컬AI 기술동향 및 글로벌 활용사례 분석 수행 후 기술전문가 자문을 통해 제조/모빌리티/물류/푸드테크 등 5대 기술응용군을 1차 후보군으로 설정하고,
- 2단계로 산업계 194건, 학계 86건, 연구계 21건, 기타 5건 등 총 306건의 기술수요 접수하여 기술기획위원회를 통해 15개 기술후보군을 도출하고, 중복성과 산업 파급효과를 검토하여 12개 후보로 축약한 후,
- 3단계로서 수요기업/기술기획위원회에서 종합적으로 평가를 실시해 기술 성숙도(TRL), 실증 연계성, 산업 파급력, 국내 앵커기업 등 수요기업의 개발수요를 반영해 기술 혁신성과 적용성을 극대화하는 방향으로 우선순위를 부여하여 모빌리티/제조/물류 분야의 실증적 확장성을 우선 고려해, 최종적으로 10개 총괄과제를 확정된 것으로 제시하고 있음



출처: 기획보고서

- (장비) 주관부처는 동 사업 목적에 부합하는 필요 장비는 해외 선진기업 등 벤치마킹, 장비구축 기획위 전문가 의견을 토대로 장비구축검토위원회를 통해 장비 우선순위를 통해 선정하고, 수요조사를 통해 활용 수요를 확인하기 위해 설문조사를 진행하였다고 제시함
- HMGICS, HMGMA의 구축장비를 현대차 의견을 청취하여 도출한 후 퍼지컬 AI 연구개발을 통해 현장에서 검증시 필요한 디지털 트윈 및 Sim-to-real 장비들과 산업별 도메인을 연계 구성 가능한지 확인하여 퍼지컬AI 관련 기술 및 엔지니어링 관련 전문성을 보유한 전문가 16인의 기술기획위원회의 4회 대면회의를 통해 장비 구축 리스트 도출한 것으로 제시함
- 사업계획적정성검토 과정에서 270여개 업체를 대상으로 장비 사용에 대한 수요를 확인한 결과, 사용 희망기업의 연간 사용 예정시간은 모든 장비가 연간 가용시간(2,200시간 기준)을 초과할 것으로 파악되었다고 추가제출자료를 통해 제출함
- 또한, 추가제출자료를 통해 1. 주요 벤치마킹대상인 모빌리티 분야의 퍼지컬 AI의 대규모 협업 지능 검증에 반드시 필요한 장비, 2. 참여기업의 요구도와 수요도가 높은 장비, 3. 퍼지컬 AI기반 제어기술 확보가 필요하나 기술 난이도 높아 긴 상용화 개발 기간이 요구되거나 수요도가 낮은 장비, 4. 향후 후속 응용 연구 사업을 통해 구축 가능한 장비 순으로 예산 투입 우선순위를 설정하였다고 제시하고, 최종 수요조사 및 PoC의 설계보고서 결과에 따라 일부 조정될 수 있음을 언급함

<표 3-5> 주관부처 제시 장비구축 우선순위

No	구축장비명	장비구축 우선순위	단가 (백만원)
A-1-1	금속 판넬 유연 제조 (용접조립) Cell	1순위	7,400
A-1-2	정밀 위치 제어부품 장착 조립 Cell	1순위	5,600
A-1-3	Cell간 이동 연계 AMR/AGV	1순위	200
A-1-4	유연생산 통합OCS 시뮬레이션 Cell	1순위	3,500
A-2-1	정밀 고속 가공기 및 이기종 로봇간 협업 Cell	1순위	7,700
A-2-2	정밀 절삭가공 및 이기종 로봇간 협업 Cell	1순위	5,400
A-2-3	정밀 선삭 가공 실시간 AI 품질 예측 및 최적화 Cell	1순위	2,200
A-2-4	품질 검사 및 리워크 협업 Cell	1순위	3,200
A-2-5	가공 존 통합 OCS 시뮬레이션 Cell	1순위	3,000
A-3-1	비정형 미세 부품 자율 인식·결합 Cell	3순위	3,000
A-3-2	초소형 구동계 모듈 복합 조립 Cell	3순위	3,500
A-3-3	정밀 부품 정렬·삽입 Cell	3순위	2,700
A-3-4	미세 Force 기반 초정밀 결합 보정 Cell	3순위	3,000

No	구축장비명	장비구축 우선순위	단가 (백만원)
A-3-5	이기종 마이크로장비 연동 협업 Cell	3순위	3,100
A-4-1	초고성능 로봇형 검사 비전 시스템 Cell	1순위	3,900
A-4-2	3D 스캔과 초음파 용접 검사 로봇	2순위	3,900
A-4-3	4족 보행 검사 및 안전 모니터링 로봇세트	1순위	300
A-4-4	원키트(One-Kit)비전 센서 기술 드론세트	3순위	75
A-4-5	QMS 통합OCS시물레이션Cell	1순위	5,200
B-1-1	AI 자율주행 물류 운반 Cell	1순위	7,000
B-1-2	피지컬AI 물류 협동로봇 Cell	1순위	5,000
B-1-3	AI 스케줄링 기반 흐름제어 Cell	1순위	8,000
B-1-4	다공정 자동 적재 및 분배 Cell	1순위	5,000
C-1-1	HMR 재료 해포 및 전처리 Cell	4순위	1,600
C-1-2	HMR 조리·가공Cell	4순위	1,800
C-1-3	HMR 내포장Cell	4순위	3,100
C-1-4	HMR 외포장 및 출하 Cell	4순위	2,500
C-1-5	유틸리티Cell	4순위	1,500
C-1-6	신선 셀러드 생산Cell	4순위	3,000
D-1-1	NPU-GPU 성능 분석 클러스터	3순위	40,000
D-1-2	이기종 산업로봇 NPU 테스트Cell	2순위	5,500
D-1-3	이기종 휴머노이드 NPU 테스트Cell	2순위	8,000
D-1-4	이기종 4족 보행 로봇 NPU 테스트 Cell	2순위	6,200
D-1-5	이기종 협동로봇NPU 테스트Cell	2순위	5,500
D-1-6	이기종 AMR NPU 테스트 Cell	2순위	7,500
D-1-7	로봇기반 이기종 측정 검사 NPU 테스트 Cell	3순위	5,800
D-2-1	테스트베드 통합 관제 플랫폼	1순위	5,000

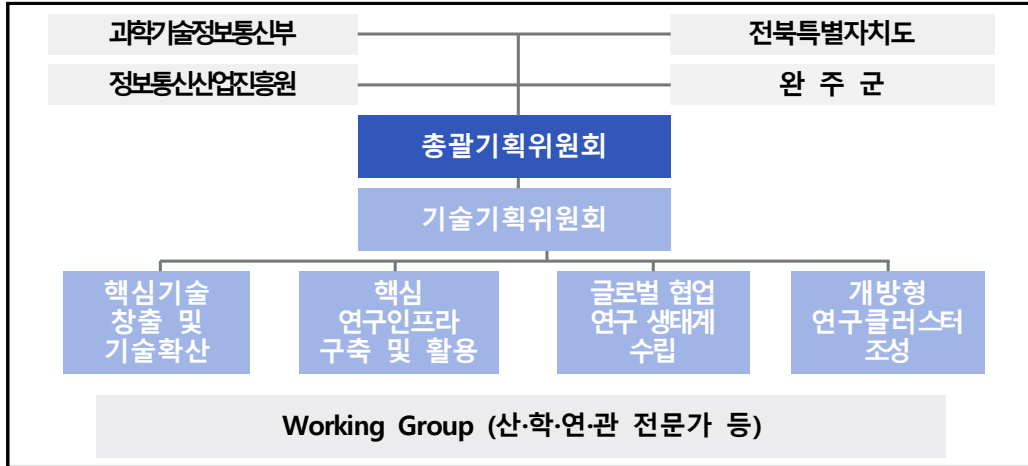
출처: 추가제출자료

- 주관부처가 제시한 총괄과제 및 장비 선정 절차는 형식적인 단계(기술검토, 수요조사, 위원회 심의 등)를 갖추고 있으나, 객관적 데이터와 구체적인 선별 로직 등 실질적인 근거 제시가 부족하여 우선순위 설정의 적절성 판단에 한계가 존재함
- 1단계(5대 응용군)에서 2단계(306건 수요조사 → 15개 후보군 → 12개 후보)로 압축하고 종합적인 평가를 통해 10개 총괄과제를 확정하였다고 하나, 어떤 기준에 의해 특정 기술이 제외되고 선택되었는지에 대한 정량적 평가 결과나 기술별 비교 검토 결과 등 근거자료가 제시되지 않음
- 3단계 평가 지표로 제시된 '기술 성숙도(TRL)', '산업 파급력', '수요기업 개발수요' 등이 실제 어떤 가중치로 적용되었는지 알 수 없으며, 최종 10개 과제가 선정된 구체적인 산출 근거가 누락되어 있음

- 주관부처는 장비 선정과정에서도 절차적 정당성을 강조하고 있으나, 각 단계에서 발생한 의사결정의 실제 근거자료 및 보고서 등 객관적 근거 제시가 미흡함
- 또한, 주관부처는 향후 PoC 설계 결과에 따라 장비의 조정이 이루어질 수 있다는 전제를 밝히고 있는 점 등은 구축 예정 장비인 장비에 대한 기획의 불완전성 및 불확실성을 시사하고 있는 것으로 보임
- 추가제출자료를 통해 기 선정된 장비의 구축 우선순위를 4가지 기준을 설정하여 제시하였다고는 하나, 해당 순위가 어떠한 체계적 기준과 객관적 근거에 의해 설정되었는지 확인하기 어려움
- 추가제출자료를 통해 기 선정된 장비를 대상으로 270여 개 업체를 대상으로 장비의 활용 수요조사를 실시하여 모든 장비의 연간 가용시간이 2,000시간을 초과하는 수요가 발생했다고 언급하고 있으나, 수요를 근거로 장비를 기획하는 본래의 절차를 따르지 않은 사유가 명확하지 않다면, 이러한 장비선정→활용수요조사 실시는 절차적 정당성을 확보하지 못하여 활용수요조사가 기획의 타당성을 확보하기 위한 형식적 절차로 비추어질 수 있음
- 또한, 이러한 활용수요조사를 수행함에 있어서도 구축하고자 하는 장비가 일반적인 생산/시험 등 단순 지원을 목적으로 하는 것이 아니라 디지털 트윈/파운데이션 모델 등 학습과 검증에 위한 것이므로, 장비 활용 주체인 전문 인력을 보유한 대학, 출연연, AI 솔루션 공급 기업 등 다양한 주체를 포함하여 구축하고자 하는 장비의 기술적 사양 부합성 및 활용 등과 관련된 수요조사를 실시하였어야 함

다. 기획위원회 전문가 구성의 적절성

- 주관부처는 총괄기획위원회와 기술기획위원회를 구성하여 기획을 추진하여 해당 기술부문의 전문성이 담보된 기획을 수행하였다고 제시하고 있음



[그림 3-3] 사업기획 추진체계

출처: 기획보고서

- 총괄기획위원회는 산학연관 전문가로 구성하고 사업의 거시적인 기획 방향성에 대한 의견 제시 및 총괄 자문 역할 수행하였다고 제시하고 있음
- 지자체, 참여 대학 및 연구기관 관계자 11인으로 구성하여 운영함

<표 3-6> 총괄위원회 구성

연 번	구 분	소 속
1	지자체	전북특별자치도
2	지자체	완주군
3	전문기관	정보통신산업진흥원
4	학계	전북대학교
5	학계	한국과학기술원
6	학계	성균관대학교
7	기업	현대자동차
8	기업	네이버
9	연구기관	캠텍종합기술원
10	연구기관	한국전자기술연구원 융합시스템연구본부
11	연구기관	한국생산기술연구원 자율형제조공정연구부

- 기술기획위원회는 지자체 및 연구관리전문기관 관계자 6인, 기업 17인, 대학 23인, 연구소 12인으로 구성하여 운영함

<표 3-7> 기술기획위원회 구성

구분	소 속	참여인원
지자체	전북특별자치도	2
연구관리전문기관	정보통신산업진흥원	4
대학	전북대학교	10
	한국과학기술원	10
	성균관대학교	3
	서강대학교	1
연구기관	캠텍종합기술원	3
	한국전자기술연구원	6
	한국산업기술시험원	3
	전북테크노파크	1
기업	현대자동차	4
	네이버클라우드	1
	기타	15
참여인원		63

- (위원회 구성 문제점) 정부연구개발 예산이 투입되는 대규모 사업임에도 불구하고, 위원회 구성이 전북 지역 관계자와 기존 협력 관계에 있는 특정 대학 및 연구기관 위주로 구성되어 기획과정에서 객관적인 외부 시각이 반영되었는지 의문시됨
- 기술기획위원회의 경우, 동 사업에서 퍼지컬AI융합기술 사업단의 주요 참여 주체인 전북대, 한국과학기술원 등 대학과 전북특별자치도 내 특정 연구기관 등 위주로 참여하여 기술 후보군 선정 과정의 투명성과 경쟁적 기획이 확보되지 않았을 개연성이 존재함
- (위원회 운영 문제점) 전략과제 도출, 기술 검증 기반 및 연구인프라 설계 등 기술적 관점에서의 기획 내용을 구체화하기 위해 운영된 기술기획위원회의 주요 운영 내용 검토 결과, 위원회 운영과정에서 총괄과제 및 장비 선정을 위한 다양한 의사소통 및 의사결정 방식 등과 관련된 내용을 확인할 수 없어 선정된 과제 및 장비가 수요를 전략적으로 반영한 것인지 아니면 위원회의 주관적 합의에 의한 나열인지 판단하기 어려움
- 또한, 사업의 방향성을 결정하는 기술기획위원회 전체 워크숍이 전북대, KAIST, 성균관대, 네이버, 캠텍 등 동 사업의 주요 주체 중심으로만 운영되어 실제 제조 현장의 중소기업이나 다양한 기술 공급자의 의견이 어떻게 반영되었는지 확인하기 어려움

<표 3-8> 기술기획위원회 주요 운영 내용

추진 일자	주요내용
24.10.08.	AI 관련 사업 기획 준비 협의
25.02.05.	AI 기술현황 및 발전방향
25.02.19.	AI 기업현장 적용사례 청취
25.02.26.	AI 개발기업 현장 적용사례
25.03.05.	사업 준비사항 및 세부사업 내용 협의
25.03.20.	컴퓨팅 및 데이터관리 기술 발전 전문가 초청세미나
25.03.21.	사업 준비사항 및 세부사업 내용 협의
25.04.01.	사업 준비사항 및 세부사업 내용 협의
25.04.03.	AI 현장적용 사례
25.04.10.	피지컬AI 전문가 자문 회의
25.04.17.	피지컬AI 전문가 자문 회의
25.05.09.	사업 준비사항 공유 및 향후 진행 협의
25.05.13.	사업 준비 사항 및 세부사업 내용 협의
25.05.26.	현대자동차 협력사항 논의
25.05.28.	사업기획 및 준비사항 협의
25.05.03.	참여기관 전체 워크샵
25.05.09.	기획보고서 작성 대응 및 보완사항 논의
25.06.05.	기획보고서 준비사항 점검 및 상세 작성 협의
25.06.23.	R&D 기획보고서 작성 논의

출처: 기획보고서

<표 3-9> 기술기획위원회 전체 워크숍 주요 내용

(목 적) 기획 진행사항 공유 및 참여기관간 수행역할 협의를 통한 사업기획 보고서 작성 회의
 (일 시) 2025년 6월 3일(화) 10:00 ~ 17:00
 (장 소) 한국과학기술원 회의실
 (참석자) 정보통신산업진흥원, 전북대, 한국과학기술원, 성균관대학교, 네이버, 캠텍종합기술원 등 36명
 (주요 논의 내용) 연구개발사업 기획 추진 방향 및 기관별 협력 방안 논의

- 배경 및 필요성 설명 : 연구개발 발굴 과제 리스트 공유 및 검토
- Physical AI 추진 방향, Physical AI for SDF 설명
- 참여기관 간 주요 역할, 세부 사업 기획 계획 및 협력 방안 논의
- 연구개발 추진 방향성 설정 및 기관별 기획 역할 논의
- 일정별 기획보고서 작성 계획 설명
- R&D 심사 및 예산 대응을 위한 부처 요청 사항 등 사업 추진 방향 논의

출처: 기획보고서

라. 세부활동의 적절성

- (내역사업 1-1) 총괄과제별로 해당분야의 전문가 의견을 중심으로 본 검토를 수행한 결과, 국가차원의 중장기 연구가 필요한 영역으로 정부지원의 타당성은 대부분 인정되나, 일부 과제는 국가연구개발사업 지원을 위한 세부활동의 타당성이 부족하거나 보완이 필요한 사항들이 존재하여 각 세부활동에 대한 추가적인 검토가 필요할 것으로 판단됨. 또한, 본격적인 사업 추진 이전에 총괄과제간 산출물 연계 방안, 총괄과제간 중복 투자 방지를 위한 R&R 명확화 등 세부 내용을 검토하여 보완하고, 실효성 있는 성과 확산을 위한 수요기업 참여 계획, 총괄과제 간 전략적 연계를 위한 거버넌스 체계 등에 대한 실현가능한 계획이 구체화되어야 함

<총괄과제 1: 무인공장 운용-퍼지컬AI SDF 특화 기반 모델 연구개발>

- (총괄과제1) '수요기업 참여형 R&D' 구조를 강화하여 개발 단계부터 산업계 요구사항을 반영하여 기업의 활용도를 높이는 전략이 필요하며, 데이터 확보 방안의 구체화 및 목표치의 재검토가 필요함
- (필요성) 한국형 제조 데이터에 최적화된 독자적인 파운데이션 모델을 확보하여 중소기업도 활용할 수 있는 표준 아키텍처와 테스트베드를 제공함으로써 국내 제조 생태계 전반의 경쟁력을 확보하기 위한 지원의 필요성은 인정됨. 그러나, 무인공장이라는 개념적 정의 수준에서 문제를 정의하고 기술개발 이슈를 도출하고 있는 것으로 판단되므로, 문제 분석 단계에서 실증존과 무인공장의 연계성, 실증존 구축을 위한 세부과제 요소 기술의 필요성이 도출될 필요가 있음
- (구체성) AI 기술 발전 속도에 대응하고 조기 성과 도출을 위한 조기 실증 중심 로드맵의 재설계가 필요하며, 파운데이션 모델 학습에 필요한 대규모·다양성 데이터를 확보하기 위한 데이터 출처와 확보 방안을 구체화해야 함. 총괄과제 2와의 R&R을 명확히 하여 차별적인 연구가 진행될 수 있도록 하여야 하며, 동 총괄과제의 결과물이 타 총괄과제와 연계될 수 있도록 연계 총괄과제간의 도메인이 부합할 수 있도록 모델 및 플랫폼 구성 방안이 구체화되어야 함. 즉, 타 총괄과제에서 다루는 공정의 유형이 다양함에도 불구하고, 각 공정별로 발생 가능한 상황과 이에 대해 모델에서 공통적으로 대응할 수 있는 부분에 대한 구체적인 예시가 되어야 해당 기술이 왜 필요한지, 그리고 각 공정에 어떻게 적용·대응되는지에 대한 전반적인 이해와 활용 이미지가 충분히 구체화될 수 있도록 하여야 함. 즉, 통합단계에서의 시스템 완성도 제고를 위해 단계별 혹은 주기적으로 총괄 관리 및 통합검증을 위한 체계 마련이 필요함

- (목표) 세부 3, 4, 5과제에 대해 모호한 정성 평가를 지양하고, 실제 공정 가동률 향상, 로봇 협업 효율성 등 정량적·실증적 평가 방법론을 고려할 필요가 있음. 또한 본 과제(기반 기술)의 지연시간 목표치는 300ms인 반면, 이를 활용할 실증 과제(과제 7 등)는 20~100ms의 더 빠른 속도를 요구하고 있는 등 불일치가 존재하므로 기반 모델이 실증 모델의 요구 사양을 충족하도록 종합적인 재검토가 필요함. 실증 중심 구조와 다수 산업 테스트베드 활용을 통해 현장 적용 가능성도 비교적 높은 편이나, 실제 확산을 위해서는 모델 성능 자체보다 신뢰 가능한 운용 기준과 적용 절차 마련이 중요하므로 데이터 관리, 학습·검증 분리, 로그 및 의사결정 이력 관리 등 데이터 거버넌스 전반에 대한 보완이 필요하며, 이러한 요소는 특히, 총괄 6 과제의 표준화 및 SDF-OCS 체계와 필수적으로 연계되어 추진되어야 할 것으로 판단됨
- (예산규모 및 기간) 핵심기술 개발과 현장 실증을 위해서 5년의 연구기간은 필요한 것으로 판단되나, 현재 글로벌 경쟁이 가속되고 있는 점을 감안할 때 최대한 빠른 시일에 경쟁 기술을 확보하는 것을 목표로 한 예산 배분을 고려해 볼 필요가 있음. 또한, LLM 파운데이션 모델 개발을 위해서는 다수의 연구진이 모델 개발에 참여하여야 함은 인정되나 개발하고자 하는 특정 도메인에 부합하는 전문인력을 활용함으로써 인건비 비중을 낮출 필요성이 있음

<총괄과제 2: 이기종 협업-피지컬AI SDF 특화 기반모델 연구개발>

- (총괄과제2) 총괄과제 1과 2의 R&D를 재정립하여 차별화하고, 목표치에 대한 재검토가 필요함
 - (필요성) 고난도 제조 작업으로 정의한 ① 정밀작업, ② 다중 에이전트 협업, ③ 설명 불가한 추론 경과, ④ 실시간 계획 재조정, ⑤ Few Shot 러닝에 대한 다중 로봇의 협업 작업을 위한 파운데이션 모델 개발로 이중 로봇(협동로봇, 휴머노이드, AGV 등) 간 유기적 협업을 위한 공통 인터페이스 및 네트워크 동기화 등 국가 주도의 R&D 필요성은 인정됨
 - (구체성) 초거대 멀티모달 기반의 파운데이션 모델 구축을 핵심 목표로 하는 총괄과제1의 파운데이션 모델(VLA) 및 다중 에이전트 기술과 총괄과제2의 멀티모달 자율작업 모델 및 협업 운용 기술이 기능적으로 유사하므로 중복성을 최대한 제한하는 노력이 필요하며, 이를 통해 두 총괄과제의 연계성, 목적성, 기여 부분 등 총괄과제별 R&R을 재정립할 필요가 있음. 또한, 수집되는 데이터 편향 및 품질 저하에 따른 학습된 모델의 편향성 및 오작동 등을 방지하기 위한 데이터의 지속적 검증 및 모델의 편향성 여부 평가 등에 대한 방안을 구체화하여야 함

- (목표) 일부 2023년 초기 논문 수준(GAIA, LIBERO 벤치마크 등) 기반의 목표설정으로 기술적 시의성이 결여되어 5년 후 과제 종료시점에 기술적 가치가 현저히 떨어질 우려가 존재하므로 목표치에 대한 재검토가 필요함. 목표의 실현 가능성을 높이기 위해 작업 성공률·정밀도, 협업 성능, 안전 지표, 설명 가능성, 품질 등 정량적 성능 목표를 보다 명확히 설정할 필요가 있음. 또한, 동 과제 추진을 통한 현장적용 및 상용화를 위한 최종 결과물의 형태를 명확히 할 필요가 있으며 이를 위한 파운데이션 모델 학습 및 현장 적용에 적합한 데이터 수집방안을 구체화할 필요가 있음
- (예산규모 및 기간) 과제 연구기간을 단계 구분을 통해 연구개발의 전략적 유연성을 확보하고 리스크를 분산하여 자원 배분의 효율성을 확보하고 인프라 활용 등 실증과제와의 정합성을 높일 필요가 있음. 자율성장 AI 휴머노이드 글로벌 TOP 전략연구단(한국기계연구원) 등 다양한 사업이 지원되고 있으므로 차별성을 명확히 할 필요가 있음. 또한, 세부1과 세부2 과제는 차별화가 필요하며, 세부3, 4, 5 과제 등이 핵심 원천 기술 중심의 연구개발로 추진한다는 전제하에 예산 규모는 적절한 것으로 판단됨

<총괄과제 3: 협업지능 퍼지컬AI-디지털트윈 가상환경 기술 개발>

- (총괄과제3) 제조 도메인의 특수성을 고려하여 초기 단계부터 실제 현장 데이터 확보 비중을 높이고, Sim-to-Real Gap 극복을 위한 구체적 방법론을 수립하여야 하며, 핵심 기술 성과를 직접 검증할 수 있는 지표 설정이 필요함
- (필요성) 실제 제조회장과 연계된 정합도 높은 가상환경 구축, 다종 로봇·설비의 통합 모델링, 대규모 합성 데이터 생성 등은 공공 주도의 연구개발을 통해 기반을 마련할 필요성이 있음
- (구체성) 제조 현장은 도메인 특이성이 매우 강해 사업 초기 오픈 데이터셋에 의존하는 계획은 한계가 명확하므로 초기 단계부터 실제 현장 데이터 확보 비중을 높이는 구체적 전략이 보완되어야 함. 폐쇄적인 제조 현장 특성상 오픈 데이터셋만으로는 Sim-to-Real 검증이 불가능하므로 수요기업이 단순 장소 제공을 넘어 설비 제어 권한을 단계적으로 개방하고 센서의 Raw Data를 공유한다는 구체적인 확약(MOU 등) 등 수요기업의 실질적 데이터 확보 방안을 마련하여야 함. 또한, 1~3차년도에 개발한 표준모델의 현장 적합성을 위해서는 Agile방식의 조기검증 체계 도입이 필요함. Sim-to-Real Gap 극복을 위해 '데이터 피드백 보정' 수준의 선언적 서술에서 벗어나 방법론을 구체화하고 단순 '데이터의 연동'이 아닌

퍼지컬AI의 핵심인 '동역학 기반의 학습' 중심의 기술 확보가 이루어질 수 있도록 하여야 함. 본 총괄과제가 단순 가상환경 구축이 아닌 PA 운용을 위한 검증 기준을 제공하는 디지털트윈으로 성과를 관리할 필요가 있으며, 가상 검증 적합 기준, 재현성 관리, 로그·성능지표 표준화를 초기 설계 단계부터 타 총괄과제와 연계하여 운영하는 것이 바람직할 것으로 판단됨

- (목표) 정량 목표는 통합 시뮬레이션 효율, 연계 소프트웨어 수, 유즈케이스 수 등 플랫폼 구축 및 연계 범위를 중심으로 구성되어 있어, 디지털트윈 기술 자체의 성숙도나 성능을 판단하기에는 한계가 존재하므로, 연합 디지털트윈 모형의 정확성, 실데이터 대비 정합성, 확장·자동화에 따른 성능 유지 또는 개선 여부 등 핵심 기술 성과를 직접적으로 검증할 수 있는 지표로의 재검토가 필요함.
- (예산규모 및 기간) 이론적 표준 수립보다 실제 이기종 시스템 간의 물리적 연결과 구동 등 기술적 난이도와 리스크 등을 고려할 때 총사업비 규모는 적절한 것으로 판단되나, 세부 과제별 예산 배분이 적절한지에 대한 검토가 필요함. 또한, '대규모 확장성 및 고신뢰 분산 시뮬레이션을 지원하는 제조 디지털 트윈 프레임워크 기술 개발(스마트제조혁신기술개발사업, 과기정통부, 90억원/4년)' 등 기존 연구와 비교하여 어떠한 차별적 요소와 추가 개발적인 요소들이 있는지 명확히 하고 세부과제별 인력 투입, 연차별 산출물 등을 예산 투입 이전에 구체화하여 차별성을 확보할 필요가 있음

<총괄과제 4: 퍼지컬AI 기반 협업지능 Sim-To-Real 기술 개발>

- (총괄과제 4) Sim-to-Real은 국가차원의 중장기 연구가 필요한 영역이나, 제시된 연구개발과제의 기존 연구 방법론과의 차별성을 명확히 하고, 세부과제들의 나열식 기술항목에서 벗어나 원천·통합 기술 개발과 실환경 기반의 반복 검증 체계로 연구개발과제를 전면적으로 재편하여 기술적 고도화를 달성할 필요가 있음
- (필요성) Sim-to-Real은 Reality Gap(가상-현실 간 오차)과 실시간성 문제로 인해 연구 난이도가 높은 영역에 해당되어 국가차원의 중장기 연구가 필요한 영역이나, 제시된 도메인 랜덤화(Domain Randomization), 도메인 적응(Adaptation) 등은 이미 NVIDIA Isaac Sim 등 상용 엔진에서 기본 제공하거나 학계에서 널리 검증된 방법론으로 기존 기술 및 관련 연구과제¹³⁾ 등과 비교하여 어떠한 차별적 요소와 추가 개발적인 요소들이 무엇인지 명확하게 정의할 필요가 있음. 차별화된 Sim-to-Real 기술의 확보를 위해서는 현재의 기술수준 및 방법론에 치중하기 보다는 원천적인

13) 정밀 조립작업 대상 실환경 파라미터가 반영된 로봇용 가상환경 플랫폼 개발(산업통상부) 등

요소 및 통합 기술 개발을 담당하는 핵심 세부과제와 확보된 핵심 세부 요소/통합 기술들을 활용하여 실환경에 대응하는 디지털트윈을 기반으로 Sim-to-Real 달성 수준을 반복적으로 검증하는 방향으로 진행하여 산업현장의 적용성을 확보할 필요가 있음

- (구체성) 동 연구가 물리엔진기반의 능동적 제어와 Full-stack 내재화를 목표로 한다는 점에서 차별화되나, 제조 현장의 비정형성과 불확실성에 유연하게 대응하기 위한 방법론에 대한 고민이 필요함. 또한, 세부과제들의 나열식 기술항목에서 벗어나, 원천·통합 기술 개발과 실환경 기반의 반복 검증 체계로 연구개발과제를 전면적으로 재편하여 Sim-to-Real의 실효성을 확보하고 플랫폼의 실질적 상용화를 위한 수요기업, 장비·로봇 벤더, SI/솔루션 업체의 역할·책임(예: 총괄/부총괄, 필수 참여 조건, PoC→양산 전환 모델)을 고려한 실질적인 산업 도입과 확산을 이끌 전략이 필요함. 세부과제별로 개별 기술 요소는 정의되어 있으나, 세부과제 간 연계를 위한 핵심 기술 요소들의 상호 의존성과 데이터·모델 흐름 구조를 명확히 제시하여 세부과제 간의 연구 내용에서 선후관계가 명확히 하고, 다른 총괄 과제와 기능적 연결을 고려하여 과제 간 데이터 공유나 인터페이스 정의 등을 명확히 설정할 필요가 있음.
- (목표) 개별 기술의 세부 연구 내용은 기존 연구와 일정 부분 중복성이 존재하고, 제시된 방법론도 기존 사용되는 방법론과 유사하여 기존 Sim-to-Real 대비 확실히 범용적이면서 성능이 개선되는 성과 도출이 의문시되므로, 설정된 높은 성능 목표를 달성하기 위해서는 기존 기술의 단순 적용보다는 기술적 고도화가 요구되므로 개발목표의 상향 조정이 필요함. 즉, 현재 로봇·제조 시뮬레이션 분야에는 이미 NVIDIA Omniverse, FunctionBay RecurDyn 등과 같은 상용 수준의 고성능 시뮬레이션 플랫폼이 폭넓게 활용되고 있으나, 제시한 연구 내용은 기존 상용 시스템이 이미 제공하거나 개발 중인 기능 범위와 상당 부분 중첩되어 있는 것으로 판단되므로 상용 솔루션과 경쟁 가능한 수준의 시뮬레이터 개발을 위한 구체화된 전략 마련이 필요한 것으로 판단됨
- (예산규모 및 기간) 물리기반 시뮬레이터 개발 및 Sim-to-Real의 성능을 향상시키기 위한 방법인 도메인 랜덤화, 데이터 증강, 센서 노이즈 모델링 등 기존 연구¹⁴⁾가 활발히 지원되고 있음을 고려하여 본 총괄과제가 기존 연구와 비교하여 어떠한 차별적 요소와 추가 개발적인 요소들이 있는지 세부과제별 인력 투입, 연차별 산출물 등을 구체화할 필요성이 있음. 동 총괄과제가 기존

14) 예를 들어, 실사렌더링과 물리엔진이 포함된 시뮬레이터 기반 로봇파운데이션 학습용 대규모 데이터 구축(산업통상부), AI 휴머노이드 로봇 기술혁신 센터 구축(산업통상부), 정밀 조립작업 대상 실환경 파라미터가 반영된 로봇용 가상환경 플랫폼 개발(산업부)

기술의 한계를 개선하여 물리 기반 고정밀 시뮬레이션을 통해 도메인 갭 문제를 완화하고 제조 특화 벤치마크와 성능평가 체계까지 포함하는 전주기 지원 기술을 개발한다는 점에서 차별성이 존재할 수 있으나, 기존 연구개발 성과를 재검토하여 기존기술의 단순 적용을 벗어나 기술을 고도화하는 등 차별화된 연구를 수행할 필요가 있음. 기존 Sim-to- Real 대비 확실히 범용적이면서 성능이 개선된다는 연구 목표를 설정한다는 전제하에 예산 규모는 적절할 것으로 판단됨. 연구기간 5년은 적절한 것으로 판단되나, Sim-to-Real은 초기 실증과 반복 개선이 핵심임을 고려하여 과제 초반부터 실증을 수행하는 등 반복 검증하고 표준 운영 시나리오로 축적·확산하는 전략이 필요함. 5년 후 산출물의 구체적인 운영 모델·사업 모델·서비스 모델 설계 등에 대한 고민이 필요하며, 상용화를 위해 필수적인 수요기업(라인 소유자), 장비·로봇 벤더, SI/솔루션사의 역할·책임을 구체화하여 실질적인 산업 도입과 확산을 이끌 구조로 설계되어야 함

<총괄과제 5: 퍼지컬AI 기반 협업지능 시스템 설계 및 구축 시뮬레이션 기술 개발>

- (총괄과제 5) AI 자율 제조 중심의 다크팩토리 핵심 기술 확보의 필요성은 인정되나, 기술적 파편화를 방지하기 위해 표준 인터페이스 기반의 통합 아키텍처를 수립하고, 통합 솔루션을 구체화하기 위한 정량적인 KPI가 연도별로 구체화되어야 함
- (필요성) 단순 자동화를 넘어 AI가 설계-운영-최적화를 스스로 수행하는 무인화 공장(Dark Factory) 핵심 솔루션 확보를 통해 국가 제조 경쟁력 강화를 위한 기술개발의 필요성은 인정됨. 그러나, 민간 대기업 및 SI 기업이 이미 스마트팩토리·디지털트윈·로봇 통합 영역에서 활발히 사업을 수행 중이므로, 정부와 민간 R&D의 역할 분담 구조를 명확히 하기 위한 표준 확보, 데이터 공유, 생태계 확산 등 공공재적 성과를 구체적으로 설계할 필요가 있음
- (구체성) 초기 표준/인터페이스 부재로 인한 과제 후반 통합을 위한 비용 증가가 예상되므로, LLM-RAG+MPC 운영, 하이브리드 엔진, 로봇 협업 운영, 클라우드까지 통합 시스템 개발에 대한 안정화(운영 품질)와 실용화적인 측면에서의 가능성을 높이기 위한 전략이 필요하며, 연구용 기술에 그치지 않도록 실제 제조 현장의 안전·권한·책임성 요구사항을 반영한 운영 체계를 목표로 설정해야 함. 또한, 세부과제 간 연계 구조는 개념적으로 제시되어 있으나, 실제 구현 단계에서 기술적 경계, 책임 범위, 인터페이스 소유권이 불명확할 경우 세부과제별 개별 성과의 단순 나열로 중복 연구 등 성과의 실효성이 미흡할 가능성이 존재하므로

총괄 차원의 기술 우선순위 설정 및 아키텍처 통제 전략 등이 구체화되어야 함

- (목표) 다크팩토리를 단일 기술로 해결하기보다, 설계(레이아웃/경로), 검증(시뮬레이션), 운영(의사결정/로봇·자산관리)을 하나의 파이프라인으로 묶어 현장에 바로 쓰이는 통합 솔루션 구체화에 대한 방향성은 적절한 것으로 판단되나, 통합 솔루션을 구체화 하는 만큼 이에 따른 정량적인 KPI가 년도별로 구체화 되어야 하며, 데이터 수집 (예, 데이터의 수집량/노이즈 제거 방안/라벨링 등)에 대한 구체적인 논리/방안이 필요함. 또한, 동 연구과제가 세부적인 유사과제가 존재함에도 범용성/표준화를 지향함에 따라 타 과제와의 중복 이슈에서는 자유로울 수 있으나, 향후 글로벌 범용, 표준화된 플랫폼으로 자리매김하기 위해서 확실한 기술 우위 전략이 필요함
- (예산규모 및 기간) 인건비의 구성에 있어 연구보조원 및 보조원의 비중이 지나치게 높아 실질적인 솔루션 연구 개발 목적을 달성할 수 있을지 의문시 되므로, 핵심개발 인력 중심으로 재편함을 고려하여야 함. 대형 통합형(플랫폼+엔진+자동설계+로봇 운영+클라우드) 과제로 설계되어, 기술 난이도 측면에서는 예산 규모는 적절한 것으로 판단되나, 타 총괄과제와의 결과물 연계, LLM-RAG+MPC 운영, 하이브리드 엔진, 로봇 협업 운영, 클라우드까지 통합 시스템 개발에 대한 안정화(운영 품질)와 실용화적인 측면 등을 고려할 때 3차년도 이후 예산 배정을 높여 상용화가 가능한 범용성과 표준화를 갖춘 플랫폼이 될 수 있도록 설계가 필요함

<총괄과제 6: 협업지능 퍼지컬AI SW 표준화 및 Module형 SDF-OCS(운영 제어 시스템) 설계·구축>

- (총괄과제 6) 전체 퍼지컬 AI 사업의 컨트롤 타워 역할을 수행할 표준화 및 통합 운영 솔루션의 정부 지원 필요성은 인정되나, 개별 산출물의 단순 나열을 넘어 범용·표준 기반의 통합 솔루션으로 고도화하기 위한 총괄과제 간 전략적 연계 및 거버넌스 체계 구축이 필수적임
- (필요성) 총괄과제 1~4에서 산출될 요소 및 통합 기술들을 SW 차원으로 미들웨어 및 프레임워크 차원에서 표준적으로(공통적으로) 체계화하고, 이를 추가적으로 다중에이전트 시스템(Multi-Agent System, MSA) 방식을 활용한 Module 기반으로 구성함으로써 확장성 있는 SDF-OCS 설계와 구축을 추진하는 것은 표준화·참조 아키텍처·검인증 체계를 다루는 것으로 정부지원의 필요성은 인정됨
- (구체성) 총괄과제 1~4의 결과물을 통해 시뮬레이션과 실제 운영 플랫폼을 만들고 이를 실증하기 위한 총괄과제 5/6은 타 총괄 산출물의 효과적 확보 및 이를 기반으로 범용성, 표준성을 갖춘 자체 산출물을 만들고 실증하는 과정으로

연결되므로, 개별 산출물의 단순 나열을 넘어 범용·표준 기반의 통합 솔루션으로 고도화하기 위한 총괄과제 간 전략적 연계 및 거버넌스 체계 구축이 필수적임. 또한, MES, PLC, AMHS(자동물류시스템), 로봇 로그 등 현장의 핵심 운영 데이터와 공정 정보 모델을 표준화 및 모듈 설계에 활용하기 위해, 실증 테스트베드와의 데이터 연동 체계를 조기에 확립하여야 하며, 실증 현장의 보안 및 민감 데이터를 안정적으로 수집하기 위해 참여 기관 및 수요 기업 간의 데이터 공유 및 보안 프로토콜을 선제적으로 수립하여 데이터셋 확보의 불확실성을 해소해야 함. OPC-UA/MQTT 등 프로토콜에 대하여 언급하고 있으나, 메타모델, 에셋 관리(AAS) 등 최근 이슈가 되는 데이터 표준 관련 전략이 구체적이지 않으므로 이와 같은 핵심 기술 요소를 사전에 검토하여 산출물 표준화에 문제가 없도록 관리해야 함

- (목표) 타 총괄과의 산출물 연계 관리가 핵심이며, 제시된 KPI는 운영 안정성·응답성·재사용성 중심으로 구성되어 있어, 일반적인 IT/운영 시스템 성능 지표와의 차별성이 부족하므로 각 연차별로 구체적 KPI(예: 표준화율 등)를 설정하여 목표 달성도를 명확히 할 필요가 있음. 표준의 실효성을 확보하기 위해서는 현장 실증을 통한 검증과 타 총괄 과제와의 연계 시나리오 및 거버넌스 구축 방법론을 구체적으로 제시할 필요가 있음. 목표달성을 위해 총괄 과제 간 연계를 전제로 한 공동 설계·검증 체계를 초기 단계부터 운영하고, 수요기업 참여를 통해 표준의 현장 적합성을 지속적으로 검증할 필요가 있음
- (예산규모 및 기간) 협업지능 퍼지컬 AI의 현장 적용을 위한 SW 표준 정의, Module형 SDF-OCS 설계·구축, 타 총괄 과제 성과의 연계·통합을 포함하고 있어 제시된 예산규모 및 연구기간은 기술 성숙도와 현장 적용 난이도에 비추어 전반적으로 타당한 것으로 판단되나, 연구기간 내 완결성을 확보하기 위한 핵심 표준 항목 등 표준화 범위를 정의한 후 구체적인 전략을 수립하고 총괄 차원의 표준·운영 컨트롤 타워 역할을 강화할 필요가 있음. 예산 효율성을 제고하기 위해 초기에는 표준 정의와 핵심 OCS 구조 설계에 집중하고, 후반에는 실증 연계와 확산을 중심으로 현장 실증 결과가 반영된 표준 재정립을 검토하는 것이 바람직할 것으로 판단됨. 단순한 POC 수준에 머무르지 않고 실제 현장에 적용 가능한 표준화된 기술 개발로 이어질 수 있도록 체계적인 관리와 성과 점검이 필요함

<총괄과제 7: 협업지능 퍼지컬AI 기반의 제조운영 시스템 개발 및 실증>

- (총괄과제 7) 자율 제조 운영 체계를 시스템화한다는 점에서 기존 연구와 차별화된 지원 타당성을 확보하고 있으나, 실효성 있는 범용 확산을 위해 수요기업 참여 중심의 인터페이스 최적화 및 과제 간 통합 거버넌스 운영이 필수적이며, 성능목표 및 데이터 규모 등에 대한 추가적인 보완이 요구됨
- (필요성) 현재 국내에서는 단일 설비·셀 단위 OPC UA·AAS·디지털트윈·MES 응용에 집중되어 있어, 셀-존-운영계를 포괄하는 상태 기반 자율제어·Sim-to-Real·엣지 CPS·VLA 형태의 범용 통합 플랫폼에 대한 정부지원의 타당성은 인정됨. 파운데이션 모델(총괄1, 2), DT·Sim-to-Real(총괄3, 4, 5), 표준화된 운영 플랫폼(총괄6)을 실제 장비 제어와 정책으로 만들어 운영 성능을 수치로 입증하는 기반기술의 시스템화 과제로서 기존 연구와 차별화됨
- (구체성) 실증 셀·ERP/MES 연동·KPI 개선을 통한 특정 라인에서의 적용·부분 상용화보다는 다양한 장비·벤더·산업으로의 범용 확산을 위한 전략을 마련할 필요가 있으며, 이를 위해 운영 시스템 최종 사용자인 수요기업이 참여하여 UI/UX 및 기능 요구사항을 정의하는 등의 체계를 고려할 필요가 있음. AAS/OPC UA, 디지털트윈, 멀티모달 이상탐지, 물리 AI 등 공통 키워드 영역에 대해 타 총괄과제의 성과 연계 활용 영역을 명확히 하여, 어디서부터 본 총괄과제가 새로운 운영 플랫폼·제어 로직으로 차별화되는지를 구체적으로 제시할 필요가 있음. 즉, 총괄과제 1~6과의 경계가 불명확 시 예산 분산 및 낭비 이슈 등이 발생할 가능성이 존재하므로, 총괄과제 간의 산출물 연계 시점과 표준 준수 여부 등을 상시 점검하는 통합 거버넌스 및 기술협의회 등 운영을 통해 연구 개발의 효율성을 극대화하는 전략을 구체화하여야 함
- (목표) 가동률·리드타임·불량률·재스케줄링 시간 등 KPI 기반 정량 목표가 제시되어 있고, 국제 연구수준 대비 도전적 목표를 설정하고 있는 점은 인정되나, 응답속도 100ms·동기 정확도 95% 등 실시간 성능 목표는 현장 네트워크 및 시스템 계층 구조에서 병목이 발생할 소지가 있어 장비·셀-존-운영계 구간별 지연 예산 설정과 성능 측정 방법(계측 포인트, 부하 조건, 검증 시나리오)을 명시할 필요가 있음. 또한,데이터 규모·다양성·레이블링, 실데이터-시뮬레이션 비율·도메인 갭 완화 전략 등의 정량·구체적 계획이 미흡한 것으로 판단되므로, PA/VLA/Sim-to-Real 목표 실현 가능성에 대한 신뢰를 높이려면 추가 보완이 요구됨
- (예산규모 및 기간) 인공지능 기반 솔루션 및 디지털 트윈 기술 등 요소기술

측면에서는 기존 연구와 중복 가능성이 존재하나, 플랫폼-기술-응용 실증이 유기적으로 연계된 구조로 각 세부과제의 성과가 종합되어 최종적으로 자율 제조운영 시스템이 구현되도록 설계되어 있어 Physical AI의 제조 분야 실증 및 협업지능이라는 측면에서 차별성이 존재함. 전 계층 SDF-OCS 자율운영, 디지털트윈, Sim-to-Real, 협업지능 PA·VLA, 멀티모달 품질·이상, 다기준 셀 실증까지 포함하는 통합 과제 특성을 고려할 때 예산 규모 및 연구기간은 타당한 것으로 판단됨

<총괄과제 8: 퍼지컬AI 기반 협업지능 공장 물류특화 SDF-OCS 모듈 Set 개발 및 테스트베드 실증>

- (총괄과제 8) 이기종 로봇 통합 제어를 위한 물류 특화 OCS 국산화의 필요성은 인정되나, 총괄과제 1·2와의 기술적 거버넌스 및 글로벌 표준 준수 전략을 조기에 수립해야 하며, 실질적인 현장 강건성 확보를 위해 상대적 지표 중심의 목표를 구체적인 시나리오 기반의 절대적 정량 지표로 보완할 필요가 있음
- (필요성) 물류현장은 AGV, 휴머노이드 등 다종의 로봇을 도입 중이나, 이를 통합 제어할 국내 OCS 기술은 미비하여 여러 협동제어 장애와 비효율이 발생하고 있는 상황에서, 로봇 협업제어와 물류 통합 운영의 근본적 인프라를 구축하여 해외 기술 의존을 대체할 수 있는 기술 개발 지원의 필요성은 인정됨. 다만, 물류 자동화 및 AGV/AMR 통합은 이미 다수의 민간 기업이 상용 솔루션을 보유하고 있어, 정부 R&D로서의 지원 당위성을 명확하게 제시하여야 함
- (구체성) 전체 시스템을 단일 통합형이 아닌, 작업 할당, 경로 생성, 교차 해결, 관제 대시보드 등 기능별 SDF-OCS 모듈로 구성한 점은 현장 요구사항에 따라 유연하게 조합하여 적용할 수 있어 확장성 측면에서 적절한 것으로 판단됨. 그러나, 총괄과제 1과 2에서 개발될 퍼지컬AI 기반 모델과 플랫폼과도 호환성이 고려되어 연구가 진행될 수 있도록 하는 거버넌스 마련이 필요함. 또한, 개발된 OCS 모듈이 국내용으로만 활용되지 않도록 개발 초기부터 글로벌 표준 규격을 엄격히 준수하여 수출 경쟁력을 확보하기 위한 전략이 필요함. 또한, 연구 종료 이후 테스트베드의 활용·확장·공동 활용 계획이 정책적 관점에서 충분히 구체화되어야 함
- (목표) 세부 과제별 성과목표와 설정근거가 대체적으로 적절히 기술되어 있으나, 실제 현장에서는 병목 구간에서의 교차이나 통신 음영 지역 발생이 빈번한 점 등을 고려하여 강건성을 보완할 수 있는 시나리오 기반의 지표를 고려할 필요가 있으며, 이상탐지 민감도나 대응처리 시간은 시나리오에 크게 의존하는 지표로 구체적인 시나리오

설정이 보완될 필요가 있음. 또한, 성과지표의 목표 설정시 기존 대비 상대적 % 값으로 정의되어 있어 기준점 설정이 명확하지 않으므로, 가급적 기존 실제 사례를 중심으로 절대적 정량적 기술 목표로 보완하는 방안을 고려할 필요가 있음. 도출된 테스트베드 실증 결과가 다른 공장·다른 물류 환경으로 이전 가능한지에 대한 일반화 전략이 필요함

- (예산규모 및 기간) 기존 물류 제어 시스템은 특정 제조사 기기에 종속된 폐쇄적 구조이거나, 독립 제어 방식으로 운영되어 확장성과 호환성에 한계가 존재하나, 동 총괄과제는 SDF 기반 OCS 모듈 Set을 도입하여 제어 로직을 독립적으로 정의할 수 있는 유연한 구조로, 제조사나 기종에 구애받지 않는 상호 운용성을 확보할 수 있을 것으로 기존 기술과 차별화되며, SDF-OCS 모듈 원천 기술 개발/가상 환경 검증/실제 테스트베드 실증 및 안정화의 기술완성도 제고를 위해 연구 기간 및 예산규모는 적절한 것으로 판단됨

<총괄과제 9: 퍼지컬AI 기반 Sim-To-Real 푸드테크 통합 플랫폼 개발 및 실증>

- (총괄과제 9) 기존 자동화 공정과의 기술적 차별성 및 품목 선정의 전략적 근거가 미흡하여 연구개발 지원 타당성이 불명확하며, 실제 현장의 위생 규격 및 비정형 물성을 고려한 실행 계획과 데이터 확보 전략이 구체화되지 않아 예산 투입 대비 실효성 및 성공 가능성에 대한 전면적인 재검토가 필요함
- (필요성) 식품산업의 영세성 및 비정형 식품 제조의 자율화를 위한 로봇 자동화 시스템 도입이나 AI R&D 투자가 필요할 수 있으나, 과제 계획에 제시된 푸드테크 공정 협업에 필요한 로봇 종류는 3종을 넘지 않고, 6대 공정(투입, 절단, 혼합, 조리, 포장, 출하) 각각의 작업은 현재에도 많은 부분 자동화된 점을 고려할 때, 해당 분야에 대한 예산 투입의 당위성이 미흡함
- (구체성) 식품산업에서 RTC(Ready-to-Cook)와 RTE(Ready-to-Eat), RTP(Ready-to-Prepare) 등을 체계적으로 분석하고 실제 해당연구개발 결과물의 수요자인 기업의 수요 및 요구사항을 반영하여 기술개발과제의 범위 및 목표를 설정하여 제시하여야 함. 푸드테크 통합 플랫폼을 기반으로 테스트베드에서 구축된 장비를 활용하여 개발하고, 평가 또한 푸드테크 실증 존에서 수행하는 것으로 제시되어 있으나, 데이터 확보 체계에서는 산업현장 실증 협력기관으로부터 데이터를 수집한다는 내용만 언급되어 있어, 개발·평가 환경과 실제 기업 현장 간의 차이에 대한 고려가 제시되지 않음. 또한, 식품은 위생 기준이 엄격하여 로봇 표면 재질, 세척 절차, 오염 방지

메커니즘이 중요하나 이러한 실무적 제약 조건 및 이에 대한 극복 방안 등이 고려되지 않음. 푸드테크의 특성상 제품의 형상이 비정형이며 Asset화하기 어려운 난제를 해결하기 위하여 기존의 일반적인 지도학습 AI, Sim 연동기법인 Detection, Segmentation 모델과 구별되는 방법 등 연구 내용의 구체화가 필요함

- (목표) Sim-to-Real 전이 성공률, 공정 지능화율, 작업자 개입률, 통합 공정 성공률, 공정률 오차율, 공정인식 정확도 등의 측정방법 등이 구체적이지 못하며, 식품 공정은 원료 물성, 공정 조건, 환경 요소가 비정형적성을 고려할 때 Sim-to-Real 전이 90%가 달성 가능한 합리적인 목표인지 의문시됨. 또한, 비정형 식품 제조 환경에서 VLA 알고리즘은 아직 검증사례가 충분하지 않아, 막대한 데이터셋과 특화된 알고리즘이 요구되는 것으로 판단되므로 데이터 확보 계획 등이 구체화되어야 함
- (예산규모 및 기간) 실제 식품산업에 필요한 기술 요소를 조사하거나 분석이 미흡하여 푸드테크 분야에 현재 제시된 기술들의 적용으로 인한 파급효과가 의문시됨. 6대 공정 중 기술도입을 통해 자동화 및 생산성 증대를 위한 세부 공정이 구체적이지 못하며, 기술개발 범위에 대한 선정 근거가 불명확하여 범용 플랫폼으로의 확장에 대한 설득력이 부족하여 예산 투입의 적정성이 미흡함

<총괄과제 10: 협업지능 PA 전 주기 보호를 위한 멀티 레이어 보안 시스템>

- (총괄과제 10) 피지컬 AI 기반 실세계 안전 확보를 위한 보안 기술 개발의 필요성은 인정되나, 기존 과제와의 중복성을 해소하기 위해 본 사업 특화 모델에 대한 기술적 차별성을 명확히 해야 하며, 특히 타 총괄과제의 시스템 아키텍처 및 서비스 시나리오와 연계된 구체적인 보안 위협 대응 체계와 산출물 활용 계획이 보완되어야 함
- (필요성) 피지컬 AI(Physical AI) 기반 서비스의 전 주기를 다양한 보안기술로 보호함으로써 데이터와 시스템을 넘어 물리적 자산과 인명피해까지 예방하여 현실 세계의 안전을 확보하는 것을 목표로 하는 연구개발과제의 필요성은 인정됨. 다만, Physical AI라는 최근 이슈 외에 단위 요소 기술들에 대한 연구는 정부 및 민간에서 다양하게 진행 중인 점은 고려되어야 함
- (구체성) 1세부 과제 내용 중 M2M 인증기술, 경량 암호알고리즘 및 키관리 기술은 지속적인 정부 지원으로 신규 지원 필요성이 미흡하며 AI/LLM 보안, 차세대 네트워크 기술 등도 다양한 정부R&D 사업을 통해 진행중임. 2세부 과제인 Privacy Preserving Machine Learning 등은 다양한 주체(IITP, 연구재단)를 통해 지원 증으로 중복적인 요소가 존재함. 즉, 해당 기술이 사업 내 타 총괄과제와의 연계성과 해당 기술이

협업지능 PA 환경을 위해 어떤 특성을 갖는 모듈을 제공할 수 있는지 명확히 설명되어야 하나, 원론적인 부분으로만 언급되어 기존의 보안기술과의 차별성이 부족하여 추가적인 지원의 당위성이 미흡함. 또한, 총괄과제 10에서 연구되는 개별 보안기술이 총괄과제 1~9의 시스템 아키텍처와 서비스 시나리오를 고려하여 도출한 것인지 등에 대한 검토가 명확하게 제시되어야 하며, 총괄과제 10의 산출물을 총괄과제 1~9에서 활용할 수 있도록 개발 내용과 일정 관리 계획이 제시되어야 함

- (목표) 서로 다른 성격을 갖는 다수의 연구개발 내용과 목표가 제시되고 있어, 협업지능 퍼지컬 AI 환경에 특화된 보안기술인지 판단하기는 한계가 존재함. 예를 들어, 공간기반 M2M 인증이 필요한 시나리오 및 키 관리 아키텍처가 불분명하며, LLM에서 많이 연구되고 있는 프롬프트 인젝션 방지 기술에 비해 PA 환경을 고려해 어떤 추가적인 연구가 필요한지 등 제시된 보안기술이 협업지능 PA환경에서 필요한 사유 및 예상되는 보안 위협 등이 구체화되지 않음. 제시된 보안 모델은 특정 Physical AI 시스템이나 시나리오에 기반한 위협 분석보다는 비교적 일반화된 형태로 설계되어 있어, 사업 내 다른 총괄과제에서 개발되는 PA 시스템의 특성을 충분히 반영하지 못한 보안 기술이 도출될 가능성이 있음
- (예산규모 및 기간) 세부과제 1, 2는 기존 기술과의 차별성이 부족하여 지원 타당성이 미흡하므로 제외하고, 세부과제 3, 4에 집중하여 기존 기술을 활용한 퍼지컬 AI 환경에 적용하는 기술과 신규 기술 영역을 명확히 구분하여 추진하는 것이 타당한 것으로 판단됨. 또한 기술개발의 실효성을 확보하기 위해 PA의 보안 시스템을 실제로 구축 개발하려는 기업 참여를 통한 기술의 모듈화, 플러그인화 형태로 개발하는 방안도 고려해 볼 필요가 있음

□ (내역사업 1-2) 주관부처는 협업지능 퍼지컬AI 기술을 적용한 기반연구 및 응용연구의 결과와 검증/실증 테스트베드 및 연구용 고성능 컴퓨팅시스템 등의 인프라를 활용하여 개발된 SW플랫폼 솔루션을 모빌리티, 물류, 푸드테크 관련 기업을 대상으로 기술 확산 체계를 구축하고자 함을 제시함

- 협업지능 퍼지컬AI 파운데이션 모델, 디지털트윈-시뮬레이션, Sim-to-Real, 협업지능 퍼지컬AI 기반 시뮬레이션 프로그램, 협업지능 퍼지컬AI SW표준화, 협업지능 퍼지컬AI OCS(Operation & Control System) Module, 협업지능 퍼지컬AI(제조/물류/푸드테크) OCS 등 내역사업 1-1을 통해 개발된 기술을 (지원대상) 모빌리티, 물류, 푸드테크 관련 자동화, 지능화단계 기업을 대상으로 사전 PoC과제 및 기술적용형 R&D과제 지원을 계획하고 있음
- 개발된 기술의 실질적인 현장 적용을 위해 사전 검증 후 본 과제를 지원하는 2단계 구조를 취하고 있음

<표 3-10> 내역사업 1-2 주요 지원 내용

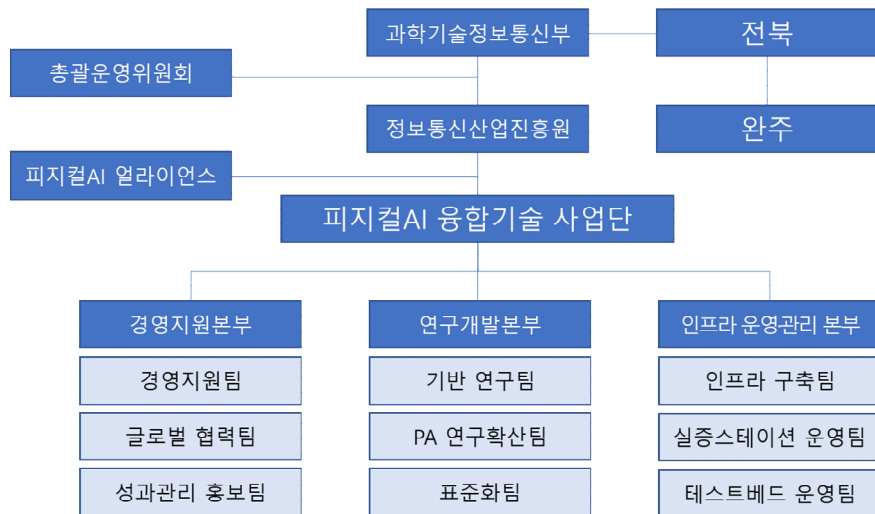
구분	1단계: 사전 PoC(기술검증)	2단계: 기술적용형 R&D
대상	단일 공정 중심 : 기업현장 : 모빌리티 제조, 물류, 푸드테크 기업	복합 공정 중심
지원규모	국비 5억 원 내외(총 96개과제)	국비 10억 원 내외(총50개과제)
지원기간	6개월 (단기 검증)	12개월 (연구개발 및 현장 적용지원)
지원내용	이기종 물류로봇, 적용가공, 유연제조, 정밀조립, AI정밀검사, 국산 NPU 실증 등 퍼지컬 AI 기반기술을 기술검증할 수 있는 다양한 도메인의 단일공정 지원	기존 레거시 장비의 개선 및 추가적인 이기종 장비, 기기 등의 구축 병행 지원
기타	- 성과평가(e.g., 공정내 이기종 협업도, 협업지능 퍼지컬AI 적용방안 등)를 통해 2단계 지원	

- (단계 연구 구분) 사전 PoC과제 및 기술적용형 R&D과제 지원을 통해 단일 공정 중심으로 단기 검증 수행 후 복합 공정 중심으로 지원하여 기존 레거시 장비의 개선 및 추가적인 이기종 장비, 기기 등의 구축 지원을 밝히고 있으나, 동 사업의 목적과 부합성이 불분명하여 기존 지원 중인 스마트 공장 지원 사업 등과의 차별성이 명확하지 않음

- 단일 공정(1단계)과 복합 공정(2단계)을 단순히 '개수'나 '범위'로 구분하여 연계하는 것은 기술적 실체를 간과할 수 있으므로, 1단계에서의 개별 최적화에 따른 결과물과 2단계의 복합공정을 통한 최종 성과물을 정의하여 기술 중심의 연계가 가능하도록 설계되어야 함
- (시간적 선후관계) 기반기술 및 인프라가 확보되지 않은 상황에서 내역사업 1-2를 지원하는 것은 내역사업 1-1을 통해 개발된 SW플랫폼 솔루션을 모빌리티, 물류, 푸드테크 관련 기업을 대상으로 기술 확산 체계 구축하고자 하는 목적을 달성하기에는 시간적 선후관계가 부적절함
- 즉, 언급된 내역사업 1-1의 기반 기술 개발과 기술 확산의 전제 조건인 '실증 테스트베드'가 구축되지 않은 상황에서 1차년도부터 동 내역사업을 지원한다는 것은 당초 내역사업의 목적인 협업지능 퍼지컬AI 기술을 적용한 기반연구 및 응용연구의 결과와 검증/실증 테스트베드 등 인프라를 활용한 기술 확산과 연관관계가 존재하지 않음
- (차별성 및 지원내용) 기존 유사사업과의 기술적 차별성 및 지원 내용의 구체성이 미흡함
- 기존에 추진 중인 모빌리티, 물류, 제조 관련 스마트 공장 지원 사업이나 AI 솔루션 보급 사업¹⁵⁾과 비교했을 때, 본 사업만이 가진 '협업지능 퍼지컬 AI'만의 고유한 차별화 요소가 제시되지 않음
- 동 내역사업에서는 핵심 추진 내용에 '퍼지컬AI 요소 기술 구현 → 테스트베드 실증' 또는 '혁신도전형 플랫폼 활용 기술 설계 → 테스트베드 실증'을 제시하고 있으나, 특히 사업 초기에 내역사업 1-1의 성과물 및 인프라가 구축되지 않은 상황에서 '협업지능 퍼지컬 AI'만의 고유한 차별화 요소가 무엇인지 불분명함
- 또한, 총괄 주관기관으로 퍼지컬 AI사업단을 선정하고 기술총괄을 KAIST, 성균관대, 캠틱종합기술원 등 주요 연구기관 및 플랫폼 운영기관에서 맡도록 하여 지원 예정이나, 조직 구성 및 역할/책임이 불분명하여 실효성이 의문시됨
- 현대차-네이버 등이 포함된 산학연 컨소시엄 구성하여 개방형 산학연 협력 기반 실증 생태계 조성을 제시하고 있으나, 민간 기업의 실질적인 참여 동기 및 확약이 부족하고 실질적인 역할 등이 결여된 선언적 계획에 그쳐, 주요 기업의 적극적인 참여를 이끌어 낼 협력 모델 및 실행전략이 구체적으로 제시되어야 함

15) 예를 들어, 스마트 제조혁신 지원사업(중소벤처기업부) 내 스마트공장 관련 지원 사업 및 중소제조 특화 Multi AI Agent 개발(PoC 연구(6개월, 최대3억(국고)) 진행 후 R&D 지원(24개월, 최대 39억원(국고))

- (내역사업 3) 주관부처는 동 사업의 추진체계에 피지컬AI 융합기술 사업단을 구성하여 기술개발 및 검증, 인프라 조성이 종합된 기반조성형 사업인 동 사업의 효율적인 사업 운영과 성과 확산을 추진하고자 함
- 사업의 분야별 자문을 제공할 수 있는 ‘피지컬AI 얼라이언스’를 설치하고, 사업단 산하에는 경영지원본부, 연구개발본부, 인프라 운영관리 본부를 구성하고자 함
- 피지컬AI 핵심연구개발, 기술 검증, 글로벌 협업생태계를 지원하기 위해 사업기간동안 사업단 인건비 95억원, 운영비 70억원, 글로벌 협업생태계 지원을 위해 95억원 등 총 260억 원의 예산을 투입할 계획임



[그림 3-4] 동 사업의 추진체계

출처: 기획보고서

- 또한, 사업단은 피지컬AI 분야 해외 선진 대학, 연구기관, 기업 등과 협력한 (가칭) 피지컬AI 얼라이언스를 구성하여 국내 연구기관, 기업이 글로벌 진출에 필요한 전반적인 과정을 지원하여 글로벌 연구 협업생태계를 조성하고자 함
- 국내외 학계, 연구계, 산업계 등 다양한 주체를 대상으로 얼라이언스를 구축하고, 공동R&D 지원·관리, 네트워킹, 글로벌 대응 지원, 성과 확산으로 구성되며, 협약 전부터 과제 종료 시점까지 전주기적인 지원을 수행할 예정임을 제시

<표 3-11> 피지컬AI 얼라이언스 구축(안)

협업지능 피지컬AI 기반 미래형 AI 팩토리 구축을 위한 Alliance 구축(안)			
구분	학계	산업계	연구계
국외	MIT CSAIL(美), NYU(美), 스탠퍼드(美) 등	Tesla Giga Factory(美), NVIDIA(美), Siemens (獨), Amazon Robotics(美), Ocado Technology(英) 등	Fraunhofer IML(獨), Fraunhofer IVV (獨), Miso Robotics (美) 등
국내	카이스트, 포스텍, 전북대, 서울대, UNIST, 성균관대 등	현대자동차, 현대모비스 등	한국전자통신연구원, 한국생산기술연구원, 한국기계연구원, 한국자동차연구원 등

출처: 기획보고서

- 주관부처는 피지컬AI 얼라이언스 과업 수행을 위해 필요한 운영비는 총 95.0억 원으로 제시함

<표 3-12> 피지컬AI 얼라이언스 지원 내용(안)

구분	얼라이언스 구축 및 네트워킹 지원	글로벌 공동연구개발 지원	글로벌 시장 진출 지원
협약 및 과제 수행 중	·글로벌 포럼 개최 - 글로벌 연구 동향 공유 및 네트워킹 - 피지컬AI 기술 트렌드 및 정책, 표준화 동향 공유 ·국내-글로벌 공동 R&D 수요 발굴 및 네트워크	·공동 연구개발 수행 및 자문 - R&D 과제 관련 자문 및 컨설팅 - 시험검사인증 및 법제도 관련 자문 - 해외 시설장비 및 테스트베드 탐색	·글로벌 이슈 대응 - 최신 기술/시장 동향 조사분석 - 기술 현지화 지원 표준화 활동 - 표준화 그룹 운영 - 표준화 기구 참여/활동 - 국제표준 제안
과제 종료 후	·R&D 협력 데이터베이스 구축·운영 ·성과 발굴 및 분석(성과조사·분석, 확산 및 홍보, 정책 건의 등)	·고도화 과제 기획 ·정부사업 연계 방안 탐색 등 후속지원	·해외 판로 개척 (타사업 연계 지원)
예산	17.0억원	38.0억원	40.0억원
지원 내역 (연간)	·글로벌 포럼 6회(12억원) ·공동R&D수요발굴 5회(5억원)	·공동R&D - 혁신도전형연계과제 1개과제(20억원/2년) - 기술확산형 연계과제 3개과제(2억원/3년)	·글로벌 대응-15억원 ·표준화활동-25억원

출처: 기획보고서

- (얼라이언스 구축의 실효성) MIT, NVIDIA, Tesla 등 해외 선도 기관과의 협력 계획이 구체적인 기술 협약(MOU)이나 실무적 협약 없이 단순 나열 수준에 그치고 있어 실현 가능성과 구체성이 미흡함
 - 국내외 파트너와의 실질적인 기술 공유 범위나 데이터 연동 메커니즘 등 협업 메커니즘이 정의되지 않은 선언적 계획에 불과하여 실효성이 의문시됨
- (공동연구개발/글로벌 시장진출 지원) 본 사업의 내역사업 1-1과 1-2를 연계하여 글로벌 공동R&D를 지원해야 할 논리적 근거가 부족하며, 사업초기부터 글로벌 시장진출을 위한 글로벌 대응 및 표준화 활동 지원 등의 필요성이 불분명함
 - 내역사업 1-1 및 1-2의 성과가 가시화되지 않은 시점에서 글로벌 공동 R&D를 연계하는 것은 사업 단계별 선후관계가 부적절하며, 총괄과제 등을 통한 지원이 이루어지고 있음에도 불구하고 동시에 동 사업지원을 추가로 진행해야 하는 사유가 불분명함
 - 글로벌 시장 진출을 위한 글로벌 대응의 사업내용/목적 등이 제시되지 않아 지원의 필요성이 불분명하며, 사업의 주관부처가 제시하고 있는 정부 R&D 사업(국제표준화 협력사업(산업부) 등)을 통해 국제표준화 활동이 지원되고 있음에도 추가적인 지원의 필요성을 확인할 수 없음

3. 기간추정 및 시간적 선후관계의 적절성

- 총괄과제 등 연구개발과제의 경우, 모든 연구과제의 과제기간을 5년으로 설정하고 있으나, 최근 파운데이션 모델의 성능이 비약적으로 발전하는 AI 기술의 특성을 고려하여, '선행 원천기술 조기 확보 및 검증'과 '범용 확산 및 고도화'를 분리하는 등 2단계 전략을 통해 사업 진행의 효율성을 높이는 전략을 고민할 필요가 있음
- 예를 들어, 1단계(3년)에서 기술적 타당성이 검증되지 않을 경우 과제를 중단하거나 방향을 수정함으로써 대규모 국가 예산 투입의 리스크를 사전에 방지할 수 있으며, 원천 기술의 현장 적용성을 조기에 입증하고 실증 리스크를 최소화할 수 있음
- 주관부처는 글로벌 경쟁이 치열한 선도적 기술인 점을 고려하여 연구개발 기간을 효율적으로 단축하기 위해 핵심 기술 확보와 검증 인프라 구축을 강조하며 동시 착수할 예정하고 있으나, 시설이 구축되지 않은 상황에서 장비가 구축되는 등 시간적 선후관계의 적절성이 미흡한 것으로 나타남
- 시설 구축 전 장비 도입이 계획되어 있어, 장비의 보관·설치 및 정상 가동을 위한 물리적 환경 확보가 불확실함
 - 주관부처는 인프라 건립 전까지 개발된 기술을 국내에 기구축된 퍼지컬AI 기술 검증센터(KAIST, 전북대 소재) 또는 기업 생산 현장에서 단편적으로 검증할 것으로 밝히고 있으나, 외부 인프라 활용을 통한 분절적인 검증을 수행해야 하는 등 연구개발의 연속성과 효율성 저하가 예상됨

<표 3-13> 연구개발활동 및 시설/장비 구축 일정

구분		'26	'27	'28	'29	'30
내역1-1. 협업지능 퍼지컬AI 핵심기술개발 및 확산						
내역1-2. 기술확산형 퍼지컬AI 연구개발 지원						
내역2 핵심연구인프라 구축 및 연구 클러스터화 추진						
	부지조성					
	(건축)퍼지컬AI 공동연구개발센터					
	(건축)퍼지컬AI 실증 메타팩토리					
	(장비)이기종 물류로봇 실증 Zone					
	(장비)적응가공(Adaptive) 실증 Zone					
	(장비)유연제조(FMS) 실증 Zone					
	(장비)정밀조립 로봇 실증 Zone					

구분			'26	'27	'28	'29	'30
		(장비)AI 정밀 검사 Zone					
		(장비)푸드테크 실증 Zone					
(건축)피지컬AI NPU 기술실증 스테이션							
		(장비)통합관제센터(DCC)					
		(장비)NPU-GPU 성능 테스트베드					
		(장비)이기종 산업로봇 NPU 테스트Cell					
		(장비)이기종 휴머노이드 NPU 테스트Cell					
		(장비)이기종 견마로봇 NPU 테스트					
		(장비)이기종 협동로봇 NPU 테스트Cell					
		(장비)이기종 AGV/AMR NPU 테스트Cell					
		(장비)이기종 검사로봇NPU 테스트Cell					

*  예산이 투입되는 년도

- ☐ 주관부처는 건축 공사 중 전북대학교 내 임시 공간 활용 계획을 제시하였으나, 실질적인 장비 구축 및 운영 가능성 측면에서 한계가 명확함
- 주관부처는 추가제출자료를 통해 건축공사가 진행되는 과정에서 전북대학교 이서 캠퍼스 내 임시 공간이 존재하여 바로 사용 가능하고 '28~'29년에 걸쳐 단계적으로 신축 시설로 이전할 예정임을 밝히고 있음
- 임시 거점으로 제시된 창업보육센터3의 가용 면적(3,590㎡)은 사업 필수 면적에 미달하여 정상적인 장비 구축 및 운용이 불가능할 것으로 판단되며, 또한, 현재 창업보육3센터는 기업이 입주¹⁶⁾하고 있는 것으로 파악됨
 - 또한, 창조2관에는 피지컬AI 핵심기술 실증(PoC) 시범사업(비R&D))을 통해 1천여 평 실증기반 인프라 구축을 진행하고 있는 상황¹⁷⁾에서 공간 활용의 실효성이 있는지 의문시됨

16) <https://bi.jbnu.ac.kr/jbnubi/28086/subview.do>

17) 전북소비자저널(<https://www.jbcj.kr>)

<표 3-14> 장비구축을 위한 테스트베드별 필요공간 및 건축공간

건물명	구축 시설명	필요 공간	해당 건축 공간	비율
NPU 기술 실증스 테이션	NPU-GPU 성능 분석 클러스터	527.36㎡	775.34㎡	68.0%
	NPU 테스트 Cell	-	683.52㎡	-
	통합관제실(DCC)	180.4㎡	425.54㎡	42.4%
퍼지컬 AI 실증 메타팩토리	유연제조 실증 ZONE(1층)	1,152㎡	1,171.28㎡	98.4%
	적용가공 실증 ZONE(1층)	1,152㎡	1,171.28㎡	98.4%
	AI 정밀 검사 ZONE(2층)	864㎡	1,171.28㎡	73.8%
	이기종 물류로봇 실증 ZONE(3층)	1,152㎡	1,171.28㎡	98.4%
	푸드테크 실증 ZONE(3층)	910㎡	1,171.28㎡	77.7%

출처: 추가제출자료

<표 3-15> 사업기간 내 임시 사업단 운영공간 및 임시 장비구축 공간

건물명	건물	임시공간 면적	임시용도
창조 2관	1층	1,663.2㎡	사업단 운영 공간 및 회의실, 네트워킹 공간
	2층	1,663.2㎡	기술검증랩
창업보육센터 3	1층	1,812.7㎡	기술실증스테이션/ 실증메타팩토리
	2층	1,777.68㎡	실증메타팩토리

출처: 추가제출자료

- 신축 시설로의 단계적 이전 계획 역시 예산 투자 규모와 공사 공정 등을 고려할 때 구체적인 근거가 없는 선언적 수준에 불과하여, '28~'29년 이전 계획 등은 예산 세부 실행 계획과 불일치하여 실현 가능성을 신뢰하기 어려운 점 등이 존재하므로, 이에 대한 구체적인 보완책 마련이 필요함

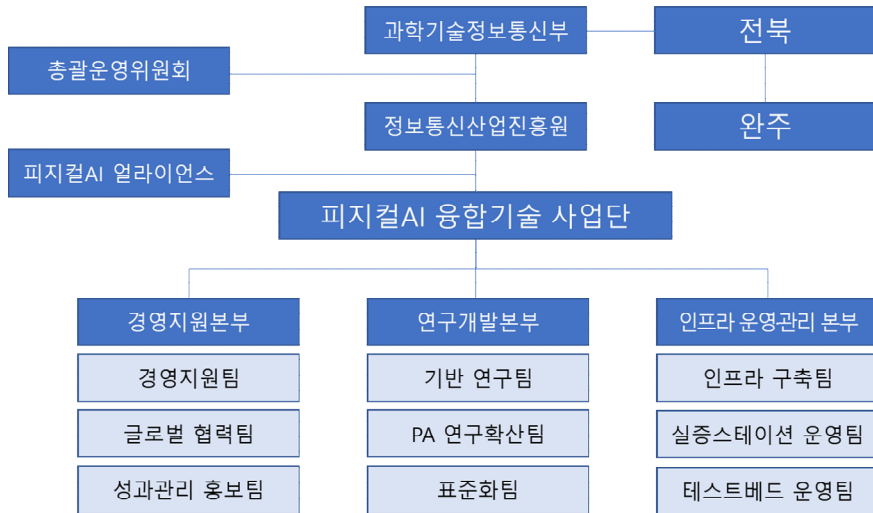
<표 3-16> 각 시설구축별 건설공사 예산 투입계획

구분		사업비 (억원)	2026	2027	2028	2029	2030
퍼지컬AI 공동 연구개발센터	예산	360	30	70	160	50	50
	공사비	235	20	40	100	40	35
	설계비	10	10				
	감리비	18		5	10	3	
	부대비	3			3		
	예비비	94		25			
퍼지컬AI NPU 기술실증 스테이션	예산	300	60	60	60	60	60
	공사비	218	38	50	40	50	40
	설계비	10	10				
	감리비	19		5	10	4	
	부대비	3			3		
	예비비	50	12	5	7	6	20
퍼지컬AI 실증 메타팩토리 (테스트베드)	예산	400	70	90	100	70	70
	공사비	301	44	70	90	50	47
	설계비	12	12				
	감리비	21		5	6	5	5
	부대비	3			3		
	예비비	63	14	15	1	15	18

출처: 기획보고서

4. 추진체계 및 전략의 적절성

- 주관부처는 기술개발 및 검증, 인프라 조성이 종합된 기반조성형 사업의 특성을 고려하여 효율적인 사업 운영과 성과 확산을 위한 사업단을 구성하여 운영하는 것으로 계획하고 있음
- 동 사업의 주관부처는 과학기술정보통신부 정보통신산업정책과와 전북특별자치도 전환산업과로, 사업의 거시적인 운영 방향성 및 주요 의사결정을 지원할 수 있는 '총괄운영위원회'와 분야별 자문을 제공할 수 있는 '퍼지컬AI 얼라이언스'를 설치하고 퍼지컬AI 융합기술 사업단을 통해 사업을 운영할 예정임



[그림 3-5] 동 사업의 추진체계

출처: 기획보고서

- 주관부처는 추가제출자료를 통해 내역사업 1 연구개발과제는 연구관리전문기관인 정보통신산업진흥원(NIPA)을 통해 과제를 선정하고 기술통합위원회*를 통해 총괄·세부의 개발 역할과 기술적 정합성과 통합성을 확보하고 기술 영역을 정기적으로 조정하는 역할을 수행한다고 제시하고 있음
- * 총괄주관연구개발기관의 책임자로 구성되며 연 2회(상·하반기) 모임을 통해 수립된 계획을 점검하고, 현황 점검을 통해 계획 검토·수정을 수행
- 연구개발과제의 선정평가, 협약체결, 사업수행 점검 및 최종평가 등 사후관리도 연구관리전문기관을 통해 이루어지는 것으로 제시하고 있음

(1) 관리 체계

- 연구개발과제와 시설·장비 등 인프라 구축의 관리 주체가 연구관리전문기관 및 퍼지컬AI 융합기술 사업단으로 이원화될 경우, 기술적 수요와 인프라 공급 간의 불일치 등으로 인해 효율성이 저해될 수 있음
- 사업단에 위임되는 책임과 권한에 대한 명확한 범위 설정이 필요함
- 총괄운영위원회, 퍼지컬AI 얼라이언스, 기술통합위원회 등 위원회의 참여 범위 및 역할, 구체적 전략, 운영계획 등 실질적인 운영을 위한 기준이 구체적으로 마련되지 않아, 위원회의 형식적·표면적 운영에 대한 우려가 존재함
- 동 사업의 내역사업 1-1의 총괄주관연구개발기관은 데이터 및 표준의 공공성 등을 목적으로 산업체 등 영리기관의 총괄주관 참여를 배제하여 총괄주관연구개발기관의 책임자로 구성되는 기술통합위원회¹⁸⁾ 활동을 제한하고자 하나, 이는 실제 산업 현장의 요구사항(Needs)이나 비즈니스 모델(BM)에 대한 이해도를 낮추어 연구 성과물이 시장과 괴리되거나 실제 산업 현장에서의 활용성이 저하될 우려가 있음
- 총괄주관연구개발기관으로 영리기관을 배제함으로써 중립적 데이터 및 표준을 확보하고 연구 결과물이 특정 기업의 독점이 아닌 산업 생태계 전체의 표준으로 확산되기에 용이할 수 있으나, 시장과의 정합성이 저하 및 기술수요·공급업체 적극적 참여 위축 등 한계가 발생할 가능성이 존재함
 - 공정성을 위해 대학 또는 출연연이 총괄주관연구개발기관을 맡더라도 기술통합 위원회의 실질적 의결권에는 수요기업, 기술공급기업 등 산업체의 목소리가 반영될 수 있도록 설계하거나, 총괄과제별 특성을 고려하여 응용 및 실증 등 관련 과제에 대해서는 산업체가 주관하여 실질적인 기술 주도권은 기업이 갖도록 설계하는 등 추가적인 고려가 필요함

<표 3-17> 연구주체 참여자격

구분	산	학	연
총괄주관연구개발기관	X	○	○
세부주관연구개발기관	○	○	○
공동연구개발기관	○	○	○

출처: 추가제출자료

18) 주관부처는 기술통합위원회는 총괄주관연구개발기관의 책임자로 구성, 각 총괄·세부의 개발 역할과 기술적 정합성과 통합성을 확보하고 기술 영역을 정기적(연 2회(상·하반기))으로 조정하는 역할을 수행한다고 제시함

- 내역사업 1-2의 운영을 위해 사업단 내에 기술공급컨소시엄을 구축하여 산업군별 (모빌리티·물류·푸드테크) 디지털트윈 - 퍼지컬AI 기술확산 플랫폼을 다수의 공급·수요 기업이 참여하는 구조로 확장하여 체계적으로 운영한다고 제시하고 있으나, 구체성이 미흡함
- 내역사업 1-2 등 연구개발과제의 과제관리주체가 연구관리전문기관으로 설정되어 있는 상황에서 기술공급컨소시엄의 실질적인 구성 요건, 역할, 운영계획 등이 선언적으로만 제시되어 있으며, 주체 간 실질적인 논의가 있었는지 확인하기 어려움



[그림 3-6] 내역사업 1-2 추진체계

출처: 추가제출자료

(2) 평가 체계

- 주관부처는 추가제출자료를 통해 내역사업 1-1은 전국 공모방식으로 산학연 제한 없이 연구자 대상으로 공모 추진하되, 중립성과 공정성을 확보하기 위해 총괄주관기관의 책임자는 비영리기관으로 설정하고 과학기술정보통신부의 기술지정형사업의 지원절차를 준용하여 운영한다고 제시하고 있음
- 또한, 내역사업 1-2은 전국 공모방식으로 피지컬AI 도입 확산을 희망하는 기업을 대상으로 공모하며 기술비지정형의 기업 지원 사업의 지원절차를 준용한다고 제시하고 있음
- 내역사업 1-1의 경우, 협업지능 피지컬AI 핵심기술개발을 위한 혁신도전형사업으로 공모방식을 전국공모로 진행되는 상황에서 평가항목으로 제시된 사업화계획, 경제성 등의 평가항목 구성이 적절한지 의문시 되며, 지역적 파급효과가 의미하는 바가 불명확하여 실질적 평가항목으로 적용 가능성이 의문시됨
- 사업화계획, 경제성 등도 연구의 실효성 확보를 위해 중요할 수 있으나, 동 내역사업에서 지향하는 실패위험성이 높더라도 파급성이 큰 연구를 지향함을 평가할 수 있는 항목이 고려되어야 함
- 전국 단위 공모임에도 불구하고 '지역적 파급효과'를 평가항목으로 설정한 것은 공모의 취지와 상충될 소지가 있으며, 구체적인 측정 기준(예: 지역 산업과의 연계 정도, 지역별 산업 연계를 통한 데이터 수집의 연속성 또는 질, 지역 인력 양성 기여도 등)이 부재하여 평가의 객관성과 변별력을 확보하기 어려움

<표 3-18> 내역사업 1-1 평가항목

구분	평가항목
①기술성	▶ 목표 및 연구개발 도전성 및 창의성 - 정부지원필요성, RFP/품목 부합성, 목표의 구체성 및 정량 정도, 목표의 수준 및 도전성, 질적 우수 지재권 창출 가능성, 연구개발 내용 및 방법의 창의성
	▶ 연구방법 및 추진전략 계획의 충실성 - 개발 내용 및 방법의 적정성, 연구개발비 규모 및 계상내용의 적정성, 외부 기술 도입 적정성
②연구역량	▶ 연구책임자 등 연구조직 역량 - 연구책임자의 전문성·연구윤리, 참여연구진의 역량/역할의 구성, 연구시설 장비 등 연구 인프라, 연구인프라 활용계획 적절성, 지재권 관리인력의 운용 및 관련 지재권 보유정도

구분	평가항목
③사업화 및 경제성	▶ 사업화 계획 및 의지 - 사업화를 위한 투자계획 적정성, 시장분석 및 표준화, 인증 대응 등 사업화 추진전략의 타당성
	▶ 경제성 - 기술개발을 통한 추가적인 가치 창출 가능성(기술이전, 매출, 수익, 수입 대체, 수출효과, 고용창출 등)
	▶ 지역적 파급효과 - 연구개발과제를 통해 지역사회에 미치는 파급효과의 적정성(지역 내 직·간접적 고용 증대, 생산성 향상 및 매출 증대 등)

출처 : 추가제출자료

- 평가 체계는 과제 선정의 공정성 확보에는 치중하고 있으나, 선정 이후 총괄과제간 연계, 연구 자원(인프라)의 효율적 활용 및 사업 목적에 부합하는 성과 도출을 위한 평가 지표를 구체화할 필요가 있음

□ 내역사업 1-2는 전국 공모방식으로 퍼지컬AI 도입 확산을 희망하는 기업을 대상으로 공모를 수행함에도 전북지역 사회에 미치는 파급효과를 평가항목으로 제시한 사유가 불분명함

- 동 내역사업 1-1에서 개발된 협업지능 퍼지컬AI 핵심기술이 내역사업 1-2를 통해 기업에 신속하게 확산함과 동시에 인프라의 적극적인 활용을 유도할 수 있도록 평가항목의 개선이 필요함
- 주관부처는 추가제출자료에서 성과확산기여도 평가항목에서 지역 기업에 대해 가·감점은 적용하지 않고 전북 지역의 기술 확산에도 충분히 기여할 수 있도록 선정 평가 지표 내 지역 인프라 활용 계획, 지역 산업·경제적 파급효과 등을 추가할 계획임을 밝히고 있으나, 의미하는 바가 무엇인지 불분명함

<표 3-19> 내역사업 1-2 주요 평가항목

구분	평가항목
① 연구개발 계획서	▶ 개발목표 및 추진체계 전략의 적정성과 명확성
	▶ 퍼지컬AI 기술의 혁신성 및 도전성
	▶ 연구책임자 및 연구조직 역량과 향후 확보 방안
	▶ 임무(미션) 제시 및 달성 가능성
	▶ 협업지능 퍼지컬AI 핵심기술 간의 연계 방안

구분		평가항목
	경제성 및 사업성	▶ 수요자의 적정성 및 개발품목 적용 계획
		▶ 기술의 선점성(선도가능성 등) 및 파급효과
		▶ 기업 고용창출 및 기업 생태계 활성화 효과
② 기업성장 전략서	성장 및 시장 확대 전략	▶ 보유 핵심기술의 기술혁신 기반 및 기술수준
		▶ 퍼지컬AI 유관 기술 확보 및 지적재산권 확보 전략
		▶ 사업화·투자 추진전략의 적정성
	경영 및 고용 전략	▶ 대표자 및 기술인력 역량 등
		▶ 사업화 역량 보유 및 수준
		▶ 퍼지컬AI 활용을 통한 시장진입 또는 확장 전략
③ 성과확산 기여도	지역적 파급 효과	▶ 연구개발과제를 통해 전북지역 사회에 미치는 파급효과의 적절성 (지역내 직간접적 고용 증대, 생산성 향상 및 매출증대 등)

출처 : 기획보고서

- 동 내역사업에서는 사전 PoC로 선정된 과제 중 평가를 통해 일부 과제를 선정하고 후속 지원을 계획하고 있으나, 후속 연구과제의 선정을 위한 평가 기준은 제시되지 않음

<표 3-20> 내역사업 1-2의 연차별 지원과제 수

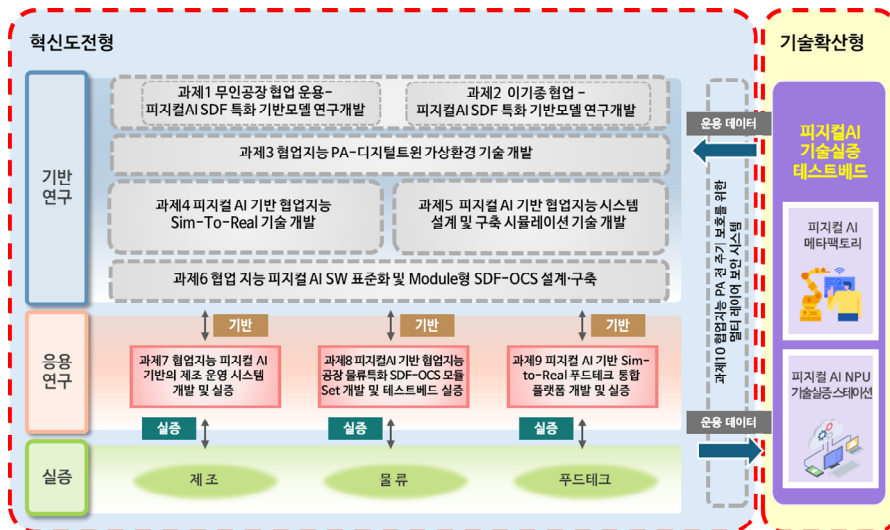
구분	'26	'27	'28	'29	'30	합계
사전 PoC 과제(건)	28	28	20	20	-	96
기술적용형 R&D 과제(건) (후속 연계 과제)	12	12	13	13	-	50

출처 : 추가제출자료

(3) 성과 확산 체계(총괄 과제/인프라 간 연계 체계)

- 동 사업의 '퍼지컬 AI 통합 생태계 조성'이라는 본연의 목적을 달성하기 위해 도출한 연구개발 성과물을 사업내 총괄과제간, 총괄과제-인프라간 또는 사업 외부로 확산하기 위한 선언적 문구를 넘어 실질적 연계 체계가 보완되어야 함
- 주관부처가 총괄과제 간 연계 및 인프라 활용을 강조하고 있으나, 현재의 계획은 구체적인 실행 전략(Execution Strategy)과 거버넌스(Governance)가 결합된 선언적 수준에 머물러 있어 파편화된 독립형 과제'로 전략할 위험이 존재함

- 예를 들어, 파운데이션 모델이 개별 도메인(푸드테크, 물류 등)에 이식되기 위해서는 데이터 표준, 모델 경량화, 파인튜닝(Fine-tuning) 가이드라인이 필수적이나, 이에 대한 추진 주체와 절차 등 총괄과제 1의 성과물인 파운데이션 모델이 각 도메인에 어떻게 이식되는지에 대한 기술 전이(Transfer Learning) 프로세스 정립이 필요함
- 각 총괄과제별 타 총괄과제와의 연계, 실증을 위한 인프라 활용 등에 대한 구체적인 전략을 수립하여 실질적인 성과물 연계/인프라 활용이 이루어질 수 있도록 추진체계를 보완할 필요가 있음
- 테스트베드 구축 완료 시점과 각 총괄과제의 알고리즘 검증 시점이 정교하게 맞물리지 않으면, 고가의 인프라가 유휴 상태가 되거나 연구진이 외부 시뮬레이터에 의존하는 현상이 발생할 수 있는 등 내역사업 2(테스트베드 구축)와 기술 개발 과제들 사이의 인프라-기술 간 시차(Time-lag) 관리 등을 위한 연계 로드맵이 구체화되어야 함
- 총괄과제 간의 기술적 접점을 정밀하게 조정하고 공동 인프라의 활용의 효율성을 극대화하기 위해 기술통합위원회의 구성, 역할 및 권한 등을 강화하는 등 실질적인 통합 운영 거버넌스를 확립하여 형식적인 운영을 탈피하고 실무 중심의 기술 조율이 이루어질 수 있도록 하여야 함
- 중기부 및 산업부 등 타 부처의 관련 사업을 통해 확보한 기술을 연계하여야 하므로 연구개발 수행 과정에서 사전 협의체 등을 구성하여 실제 동 사업의 성과를 후속 사업으로 이끌기 위한 전략을 제시할 필요가 있음



[그림 3-7] 협업지능 퍼지컬AI 핵심기술개발 및 확산 연구개발 개념도

출처: 기획보고서

제 4 장 정책적 타당성 분석

제 1 절 정책의 일관성 및 추진체제

1. 상위계획과의 부합성

- 과학기술 분야 중장기 계획과 동 사업 관련 계획 및 자료를 중심으로 상위계획과의 부합 여부를 검토한 결과, 상위계획과의 부합성은 ‘적절’한 것으로 나타남
- 과학기술 분야 최상위 법정계획인 「5차 과학기술기본계획」을 필수계획으로 여타 과학기술 분야의 중장기계획 중 동 사업과 직접적인 관련성이 있는 계획을 선택군 계획 및 기타 계획으로 분류하여 동 사업과의 부합성을 조사함

<표 4-1> 상위계획과의 부합성 검토 결과

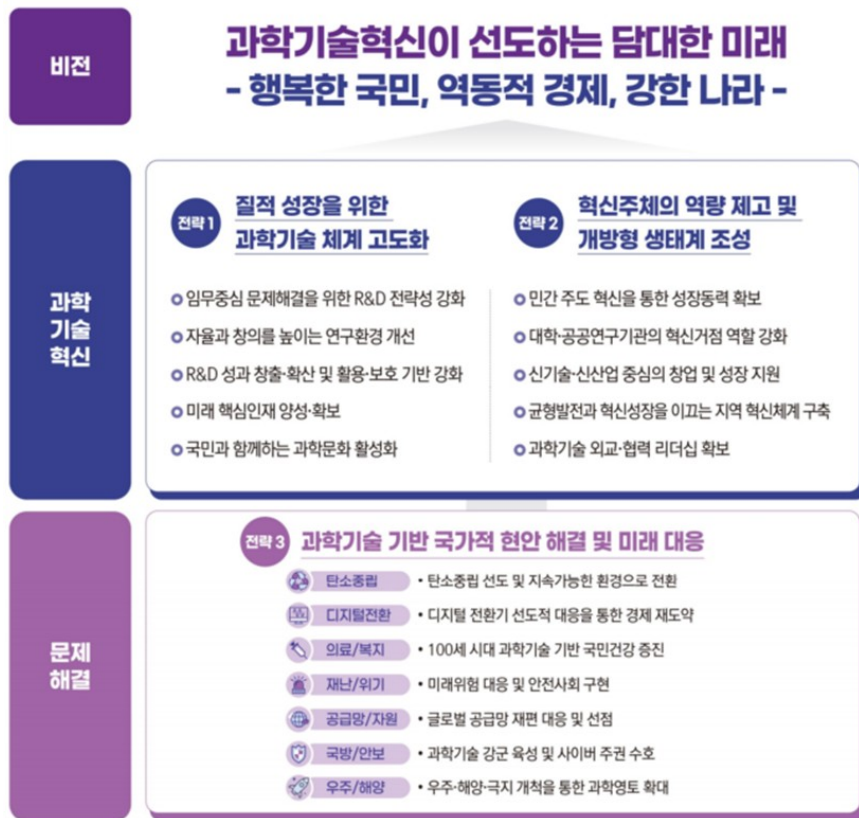
구분	계획명	부합성		
		낮음	보통	높음
필수 계획	제5차 과학기술 기본계획			○
선택군 계획	제1차 국가전략기술 육성 기본계획			○
	제8차 산업기술혁신계획			○
	제4차 지능형 로봇 기본계획			○
	제6차 지방과학기술진흥 종합계획		○	
기타	새정부 경제성장전략			○
	AI 컴퓨팅 인프라 확충을 통한 국가 AI 역량 강화방안		○	
	5곡3특 국가균형성장 추진전략 설계도			○

<표 4-2> 상위계획과의 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

(1) 제5차 과학기술기본계획(2023~2027)

- 동 계획은 「과학기술기본법」 제7조에 근거하여 과학기술발전에 관한 ‘중·장기 정책목표와 기본방향’을 제시하기 위해 수립된 최상위 법정계획임
- ‘과학기술혁신이 선도하는 담대한 미래’를 비전으로 과학기술체계 고도화, 혁신주체의 역량 제고 및 개방형 생태계 조성, 과학기술 기반 국가적 현안 해결을 주요 방향으로 설정하고, 향후 5년간 추진할 3대 전략 및 17개 추진과제, 50개 세부과제를 도출함



[그림 4-1] 제5차 과학기술기본계획

- 동 계획 내 주요전략, 중점기술 및 유관계획과 동 사업의 대상 기술인 퍼지컬AI 기술과 부합성이 높음
- 동 계획 [전략 2] ‘혁신주체의 역량 제고 및 개방형 생태계 조성’ 및 [전략 3] ‘과학기술 기반 국가적 현안 해결 및 미래 대응’ 일부 내용과 주관부처가 제시한 동 사업 관련 환경분석 및 사업내용과의 직접적인 연관성이 있음

- 동 계획 추진과제 2-4은 지역혁신의 자생성, 연결성, 지속가능성 제고를 위해 연구체계 고도화, 협력체계 구축 및 지역문제 해결을 추진하는 내용이며, 지역산업의 디지털 전환 및 제조혁신을 위한 연구개발을 강화한다는 점에서 동 사업과 직접적인 연관성이 있음
- 동 계획 추진과제 3-2은 디지털 전환의 조속한 확산을 위해 핵심기술·인프라 확보, 산업 전반의 디지털화 및 신산업 육성을 추진하는 내용이며, 동 사업이 제조산업 적용을 위한 협업지능 퍼지컬AI 핵심 기반 기술을 개발한다는 점에서 직접적인 연관성이 있음
- 해당 계획에서 중점적으로 육성하고자 하는 국가전략기술인 인공지능과 동 사업 대상기술과의 직접적인 연관성이 있음

(2) 제1차 국가전략기술 육성 기본계획(2024~2028)

- 동 계획은 「국가전략기술 육성에 관한 특별법」 제5조, 제7조에 근거하여, 글로벌 기술패권 경쟁 심화 속 ‘대한민국 과학기술주권 청사진’ 제시를 목표로 수립된 5개년 법정 기본계획임
- ‘과학기술 주권국가, 초격차 대한민국’을 비전으로 국가전략기술 신속 사업화 총력 지원, 기술안보 선제대응 역량 획기적 제고, 임무중심 R&D를 주요 정책과제로 설정하고, 향후 5년간 추진할 3대 전략 및 12대 국가전략기술을 도출함
- 동 계획 내 전략기술인 인공지능, 첨단로봇·제조와 동 사업의 대상 기술인과 부합성이 높음
- 동 계획 국가전략기술 중 인공지능, 첨단 모빌리티, 첨단로봇·제조 등이 포함되어 있으며, 동 사업 추진전략 중 모빌리티 분야 선도 적용 및 전 산업 확산 구조 마련과 연관성이 있다고 판단됨
- 중점 정책 중 연구 인프라 확충을 통하여 해당 분야에 디지털·AI전환을 본격 적용하며, 조기상용화 지원을 통해 로봇테스트필드 등 초기제품 실증지원을 강화하겠다는 내용이 포함되어 동 사업의 협업지능 퍼지컬AI 핵심기술개발과 핵심 연구인프라 구축 및 연구 클러스터화 추진 간 연관성이 있음



[그림 4-2] 제1차 국가전략기술 육성 기본계획

(3) 제8차 산업기술혁신계획(2024~2028)

□ 동 계획은 「산업기술혁신촉진법」 제5조에 근거하여 향후 5년간 산업기술 정책목표와 방향을 제시하는 종합계획임

- '2030년 글로벌 3대 산업기술 강국 도약'을 비전으로, 글로벌 기술패권 확보, 시장성과 극대화, 산업·기술융합 가속화, 혁신생태계 역동성 제고를 중심으로 4대 전략 및 13개 중점 추진과제를 도출함

□ 동 계획 내 주요목표와 동 사업의 대상 기술인 퍼지컬AI 기술과 부합성이 높음

- 동 계획 [전략 1] ‘글로벌 기술패권 확보를 위한 전략적 투자 강화’ 일부 내용과 주관부처가 제시한 동 사업 관련 내용과의 연관성이 있음
 - 동 계획 추진과제 1-1은 산업대전환 선도를 위해 지능형로봇과 첨단제조를 포함한 11개 임무지향 초격차 프로젝트를 추진하며, 동 사업의 한국형 협업지능 퍼지컬 AI 핵심기술 연구 및 국산화 기술개발을 통한 기술주권 확보와 연관성이 있음
- 동 계획 [전략 2] ‘산업전환 대응 강화’ 일부 내용과 주관부처가 제시한 동 사업 관련 내용과의 연관성이 있음
 - 동 계획 추진과제 2-4은 AI 자율제조 단계별 추진을 통해 자율제조 실현을 위한 핵심기술 개발 및 인프라 확충을 추진하며, 동 사업의 개발 방향인 퍼지컬AI의 핵심기술 개발부터 실증 및 확산체계와 연관성이 있음

비전

2030년 글로벌 3대 산업기술 강국 도약

성과
목표

❖ 첨단산업 기술 경쟁력 수준	88%(‘23) → 93%(‘28)
❖ 제조현장 AI 도입률	5%(‘24) → 40%(‘30)
❖ 기후대응 산업기술 수준	80%(‘20) → 90%(‘28)
❖ 공급망 안정품목 특정국 의존도	70%(‘22) → 50%(‘30)

전략
및
세부
과제

① [전략투자] 글로벌 기술패권 확보

- ❶ 초격차·도전혁신기술 투자확대
- ❷ 산업전환 대응 강화
- ❸ 공급망 안정 확보
- ❹ 최적의 기술확보 전략 수립

② [민간주도] 시장성과 극대화

- ❶ 성과지향 R&D 지원체계 구축
- ❷ 민간주도 기술이전·사업화 추진

③ [융합촉진] 산업·기술융합 가속화

- ❶ 산업·기술융합 활성화
- ❷ 융합신산업 시장진입 촉진
- ❸ 글로벌 시장개척 지원

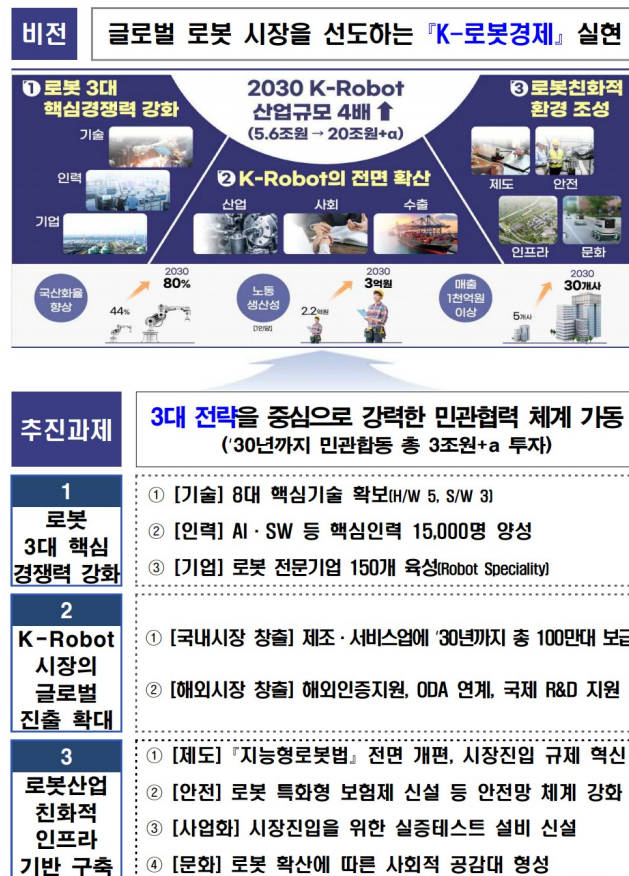
④ [역량강화] 혁신생태계 역동성 제고

- ❶ 기업주도 생태계 강화
- ❷ 산업혁신 인재 양성
- ❸ 개방혁신 촉진
- ❹ 진취적 산업기술문화 조성·확산

[그림 4-3] 제8차 산업기술혁신계획

(4) 제4차 지능형 로봇 기본계획(2024~2028)

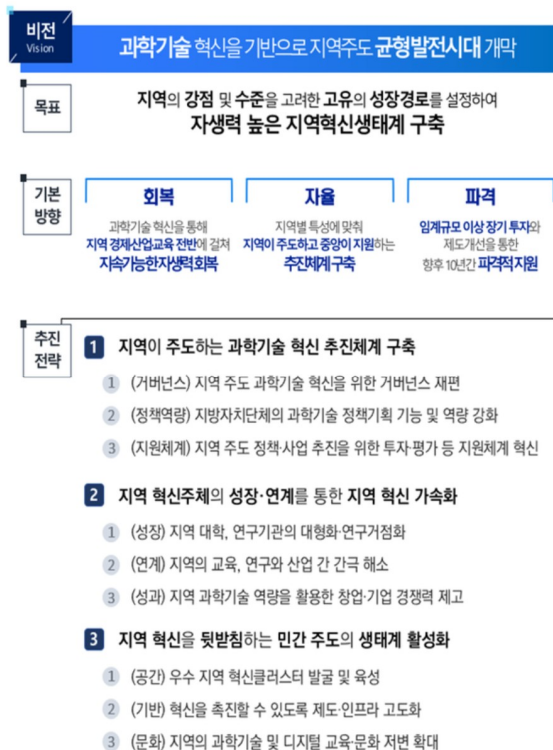
- 동 계획은 「지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법」에 근거하여 ‘첨단 로봇 산업 비전과 전략’을 위해 수립된 추진계획임
- ‘글로벌 로봇 시장을 선도하는 K-로봇경제 실현’을 비전으로 로봇 3대 핵심 경쟁력 강화, K-Robot 시장의 글로벌 진출 확대, 로봇친화적 환경 조성을 주요 방향으로 설정함
- 동 계획 내 주요전략, 중점기술과 동 사업의 추진 내용인 협업지능 피지컬AI의 핵심기반·응용기술 관련 제조 특화 SW플랫폼 기술확보와 부합성이 높음
- 동 계획 [전략 1] 추진내용 중 ‘로봇 3대(기술, 인력, 기업) 핵심경쟁력 강화’의 로봇에 최적화된 이동성·자율성·지능화를 강화하는 필수 SW 기술개발 추진과 동 사업의 피지컬AI 기반 협업지능 SW플랫폼 연구개발 생태계 조성의 목표와 연관성이 있음



[그림 4-4] 제4차 지능형 로봇 기본계획

(5) 제6차 지방과학기술진흥종합계획(2023~2027)

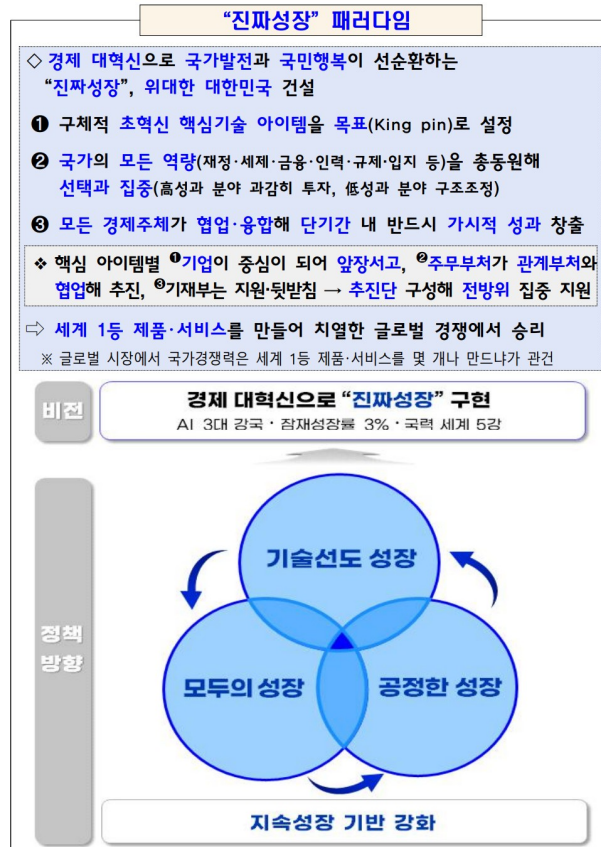
- 동 계획은 「과학기술기본법」 제4조에 근거하여 지역 주도 과학기술 혁신을 위한 효과적이고 실현 가능한 정책 과제를 제시하는 지역 과학기술 종합계획임
- ‘과학기술 혁신을 기반으로 지역주도 균형발전시대 개막’을 비전으로 과학기술 혁신을 통해 지역 경제·산업·교육 전반에 걸쳐 지속가능한 자생력 회복, 지역별 특성에 맞춰 지역이 주도하고 중앙이 지원하는 추진체계 구축, 임계규모 이상 장기 투자와 제도개선을 주요 방향으로 설정하고, 향후 5년간 추진할 3대 전략을 도출함
- 동 계획 내 주요전략, 중점기술과 동 사업의 대상 기술인 퍼지컬AI 기술과 부합성이 보통임
- 동 계획 [전략 2]의 추진내용 중 ‘지역별 과학기술 역량·자원을 활용한 지역 기업, 산업 경쟁력 제고’를 통해 지역 기업의 디지털 전환과 제조혁신을 지원하기 위한 스마트 제조 및 보안 인프라 개발, 실증 관련 연구개발 강화와 동 사업과 연관성이 있음



[그림 4-5] 제6차 지방과학기술진흥종합계획

(6) 새정부 경제성장전략

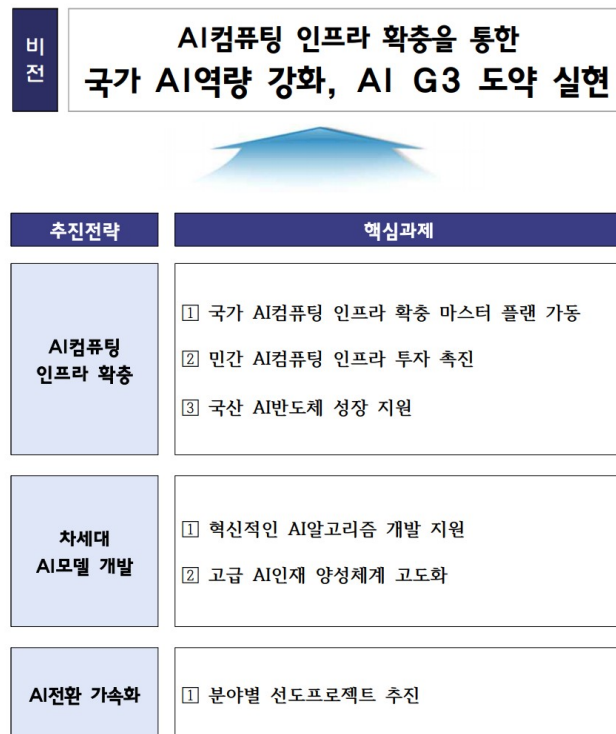
- 동 계획은 경제 대혁신으로 국가발전과 국민행복이 선순환하는 “진짜성장” 구현을 목표로 AI 3대 강국·잠재성장률 3%·국력 세계 5강을 비전으로 함
 - 기술선도 성장, 모두의 성장, 공정한 성장이라는 정책 방향을 도출하여 지속성장 기반 강화를 목표로 함
- 동 계획 내 주요전략과 동 사업의 대상 기술인 퍼지컬AI 기술과 부합성이 높음
 - 동 계획 [전략 1]의 내용 중 AI로봇 지원을 통해 물류 휴머노이드부터 선도적 실증·보급을 통해 제조·건설·서비스 등 산업 전반 확산 목표와 동 사업과 일부 연관성이 있음
 - 동 계획 [전략 2]의 내용 중 AI 기반 지역 산업을 집중 육성해 지역주도 성장과 주관부처가 제시한 사업목표와의 일부 연관성이 있음



[그림 4-6] 새정부 경제성장전략

(7) AI 컴퓨팅 인프라 확충을 통한 국가 AI 역량 강화방안

- 동 계획은 컴퓨팅 인프라를 기반으로 알고리즘·모델을 세계 최고 수준의 AI 인재가 개발하고, 선도프로젝트를 통해 AI전환을 촉진하기 위한 방안임
- AI 컴퓨팅 인프라 확충을 통한 국가 AI역량 강화, AI G3 도약 실현을 비전으로 AI 컴퓨팅 인프라 확충, 차세대 AI 모델 개발, AI전환 가속화를 주요 방향으로 설정함
- 동 계획 내 주요전략, 중점기술과 동 사업의 대상 기술인 퍼지컬AI 기술과 부합성이 보통임
- 동 계획 [전략 1]의 추진내용 중 AI 컴퓨팅 인프라를 고도화하여 고성능 연산과 실시간 처리를 지원하는 내용과 이를 통해 퍼지컬AI 시스템의 자율적 판단과 고속연산 기반 행동 실행을 뒷받침함



[그림 4-7] AI 컴퓨팅 인프라 확충을 통한 국가 AI 역량
강화방안

(8) 5극3특 국가균형성장 추진전략 설계도

- 동 계획은 국민주권정부 출범후 국정운영 5개년 계획이 새롭게 마련됨에 따라, 이를 반영한 자치분권균형발전 정책의 핵심방향·목표·과제의 종합적 계획임
- ‘자치분권 기반의 5극3특 중심 국가균형성장’을 비전으로 정책프레임 전환, 규모의 확장, 경쟁력 유지 임계규모 내재화 전략을 설정함
- 동 계획 내 추진전략과 동 사업의 대상 기술인 퍼지컬AI 기술과 부합성이 높음
- 동 계획 [전략 1]의 추진내용 중 ‘권역별 기존 주력산업 경쟁력 강화’를 목표로 광주·대구·전북·경남 4대 권역에 지역 특화산업과 연계하여 대규모 AX 연구·실증 거점 우선 조성함으로써 주력산업 고도화 실증테스트베드 지원 내용이 동사업과 연관성이 있음
- 동 계획 [전략 2]의 추진내용 중 ‘푸드테크 등 신산업 육성’을 목표로 AI 등 첨단기술을 적용한 푸드테크 연구 인프라 및 R&D 확대의 측면에서 동 사업과 연관성이 있음



[그림 4-8] 5극3특 국가균형성장 추진전략 설계도

2. 사업 추진체제 및 추진의지

가. 사업 간 차별성 검토

- 주관부처가 제시한 사업 중 일부 및 그 외 유사 가능성이 있는 국가연구개발사업을 대상으로 사업목표, 지원대상, 지원분야, 지원내용 등의 측면에서 중복 가능성을 조사하여 아래와 같이 사업별 검토의견을 제시함
- 동 사업의 목표, 지원대상(수혜자 포함), 지원분야 등을 기준으로 중복가능성 검토가 필요한 유사사업들이 존재함
 - 예산요구서, NTIS 등에서 제공하는 국가연구개발 사업 및 과제 정보를 활용함
- 본 조사에서는 단순 현재 지원내용의 차이뿐만 아니라 기존 유사사업으로 동 사업 분야에 대한 지원이 구조적으로 불가한 것인지, 차별성이 분명하여 별도 사업 추진이 적절한지 등을 검토함

<표 4-3> 본 조사에서의 검토 대상 유사사업

구분	사업명	주관부처	사업 기간
1	스마트 제조혁신 기술개발	과학기술정보통신부	2022~2025
2	스마트 제조혁신 기술개발	중소벤처기업부	2022~2026
3	국가로봇테스트필드	산업통상부	2024~2028
4	산업 특화형 퍼지컬AI 핵심기술 PoC	과학기술정보통신부	2025
5	AI자율제조SDM플랫폼기술개발	산업통상부	2025~2027
6	로봇산업기술개발	산업통상부	2009~계속

(1) 스마트 제조혁신 기술개발(과학기술정보통신부)

□ ‘스마트 제조혁신 기술개발사업’은 제조공정의 유연성 확보 및 생산성 확대를 위한 기술개발 사업으로 지원목적, 내용 측면에서 동 사업의 선행사업에 해당됨

○ ‘스마트 제조혁신 기술개발’은 디지털 신기술 기반 스마트 제조혁신 고도화 및 공급기업 경쟁력 강화를 위해 첨단제조, 유연생산 등 스마트제조 핵심기술 개발을 목표로 하는 사업으로, 주관부처는 퍼지컬AI 요소기술 개발과 검증을 병행할 수 있는 연구개발 플랫폼을 조성한다는 점에서 차별성이 있다고 제시함¹⁹⁾

<표 4-4> 스마트 제조혁신 기술개발 지원 개요

사업명	스마트 제조혁신 기술개발					
사업기간	2022~2025				사업유형	개발연구
정부연구비 (백만 원)	2022	2023	2024	2025	총사업비	1,321억원
	105,478	106,948	117,442	148,612		
목적	디지털 신기술 기반 스마트 제조혁신 고도화 및 공급기업 경쟁력 강화를 위해 첨단제조, 유연생산 등 스마트제조 핵심기술 개발					
사업내용	☐ 사업내용					
	○ 미래 스마트 제조 혁신을 위해 요구되는 高수준 디지털 신기술 기반 R&D에 초점					
	- (첨단제조) 대·중·소 제조기업 간 기술격차 해소와 고정밀 제조 협업을 가능하게 하는 제조 디지털 트윈, 제조특화 AI 등 스마트공장 핵심기술 개발					
	- (유연생산) 제조공정의 유연성 확보 및 생산성 확대를 위한 5G, 엣지브레인 로봇 등 스마트제조 혁신 기술 개발					
사업내용	☐ 지원 필요성					
	○ 글로벌 가치 사슬(GVC) 재편, 리쇼어링 경쟁 등 제조업 기반의 중요성이 부각되고 있는 추세로 제조업 혁신은 경제 재도약을 위한 필수 과제					
	- 디지털 신기술 기반 첨단제조, 유연생산 등 스마트제조 핵심기술 개발을 통한 스마트 제조혁신 고도화 및 공급기업 경쟁력 강화					
	☐ 성과물					
사업내용	○ 대·중·소 제조 기업간 기술격차 해소와 고정밀 제조 협업을 가능하게 하는 제조 디지털 트윈, 제조 특화 AI 등 스마트제조 핵심 기술					
	○ 제조공정의 유연성 확보 및 생산성 확대를 위한 5G 엣지브레인 로봇 등 스마트제조 혁신 기술개발					
주관부처	과학기술정보통신부					
연구관리전문기관	정보통신기획평가원					
수행기관	(주관기관) 스마트제조 공급기업(중소기업)/ (참여기관) 대학, 연구기관, 중소기업					

출처: 예산요구서 및 사업공고문 재가공

- 주관부처는 분석 대상 사업이 첨단제조를 기반으로 현장의 유연생산과 작업환경 안전에 도움이 되는 기술을 확보한다는 점에서 동 사업과 일부 연계성이 존재²⁰⁾한다고 하였으나, 성과물의 구체적인 활용 방안을 마련하여 동 사업과의 차별성을 확보할 필요가 있음

(2) 스마트 제조혁신 기술개발(중소벤처기업부)

- ‘스마트 제조혁신 기술개발’은 디지털 신기술 기반 스마트제조 응용 개발·확산 및 현장 중심의 플랫폼, 맞춤형 적용기술 사업으로 지원목적, 지원 내용 측면에서 동 사업의 선행사업에 해당됨
- ‘스마트 제조혁신 기술개발’은 D.N.A(Data, Network, AI) 기술 기반의 스마트 제조혁신 고도화와 스마트공장 공급기업의 경쟁력 제고를 목표로 하는 사업으로, 주관부처는 기술개발 범위, 목적 등에서 차이가 있으며, 동 사업이 모빌리티 제조 기반 현장 검증을 추진한다는 점에서 차별성을 보유하고 있다고 제시함²¹⁾

<표 4-5> 스마트 제조혁신 기술개발 지원 개요

사업명	스마트 제조혁신 기술개발					
사업기간	2022~2026				사업유형	개발연구
정부연구비 (백만 원)	2022	2023	2024	2025	총사업비	2,452억원 (2025년까지 기투자액 : 1,606억원)
	33,057	32,176	43,665	51,690		
목적	D.N.A(Data, Network, AI) 기술 기반의 스마트 제조혁신 고도화와 스마트공장 공급기업의 경쟁력 제고					
사업내용	□ 사업내용					
	○ 스마트 제조 3대 분야의 핵심 공급기술 개발 - (첨단제조) 대·중소기업 간 데이터와 기술을 공유하는 “한국형 미래·첨단 스마트공장 모델” 구현을 위한 기술개발 - (유연생산) 공장 內 제조자원의 탄력적 운용을 지원하는 고객 맞춤형 다품종 유연 생산체계 구축을 위한 기술개발 - (현장적용) 제조 현장 노하우의 디지털화 및 열악한 작업환경 개선을 위한 안전중심형 기술개발					

20) 출처: 기획보고서 p.145

21) 출처: 기획보고서 p.145

	☐ 지원 필요성 ○ 스마트 제조혁신 고도화를 안정적으로 뒷받침할 공급기술 확보 및 육성 필요 - 국내 스마트공장의 80%가 “기초” 수준에 머물러 고도화 필요성이 증대되고 있으나, 스마트공장 수준과 직결되는 국내 공급기술 수준 분석 결과, 5G, MES 등 일부 분야를 제외하고 추격 수준으로 기술 고도화 지원 시급 - 또한, 국내 공급기업의 대부분은 MES, SI 등에 편중되어 있어 균형적인 기업 육성 필요 ☐ 성과물 ○ 고도화된 선도형 스마트공장 구축을 지원하는 스마트 제조혁신 공급기술
주관부처	중소벤처기업부
연구관리전문기관	중소기업기술정보진흥원
수행기관	(주관기관) 중소기업 (참여기관) 중소기업, 대학, 연구기관 등

출처: 예산요구서 및 사업공고문 재가공

- 주관부처는 선행사업의 기업 맞춤형 지원으로 성과확산 한계점을 보완하여 동 사업은 범용 SW 개발을 통해 전산업의 퍼지컬AI 기반 지능화 사업으로 기획하였다고 제시함²²⁾
 - 선행사업에서 개발한 첨단제조, 유연생산의 현장적용 기술을 동 사업에서 연계할 수 있는 방안 제시가 필요함

22) 출처 : 주관부처 1차보완 추가제출자료 p.4~5

(3) 국가로봇테스트필드

- ‘국가로봇테스트필드’는 로봇 제품의 개발·실증·인증 지원 사업으로, 지원 내용 측면에서 동 사업의 선행사업에 해당되며 성과물의 연계를 통한 지원의 차별성 확보가 필요함
- ‘국가로봇테스트필드’는 제조가 아닌 서비스 로봇 중점 지원을 목표로 하는 사업으로, 주관부처는 동 사업이 로봇 등의 형태로 피지컬AI 구현을 위한 SW기술, 시스템 등을 목표로 제시한 점에서 차별성이 있다고 제시함²³⁾

<표 4-6> 국가로봇테스트필드 지원 개요

사업명	국가로봇테스트필드			
사업기간	2024-2028		사업유형	개발연구
정부연구비 (백만 원)	2024	2025	총사업비	1,997.5억원 (2025년까지 기투자액 : 354.95억원)
	5,600	38,131		
목적	로봇 제품의 개발·실증·인증을 포괄적으로 지원하는 가상환경/실환경 기반 국가로봇테스트 필드 구축하여 로봇 기술의 사업화 촉진			
사업내용	□ 사업내용 ○ 가상환경/실환경 기반의 단계별 맞춤 실증 지원 인프라를 구축하고 그에 최적화된 최고 수준 실증평가 기술을 개발, 실증데이터 수집 및 분석을 통한 사업화 촉진 및 상용화 지원 - (로봇실증평가기술개발) 로봇 제품/서비스의 유효성 및 신뢰성 실증을 위한 가상환경 기반 실증평가 기술개발 및 실환경 시나리오 기반 실증평가 기술개발 - (실증 인프라 구축 및 운영) 실-가상환경 로봇 실증 인프라 구축 및 운영 □ 지원 필요성 ○ 로봇 제품의 개발·실증·인증을 포괄적으로 지원하는 가상환경·실환경 기반 국가로봇테스트필드 구축으로 로봇산업 글로벌 3대 강국 도약 □ 성과물 ○ 로봇 제품의 개발·실증·인증을 포괄적으로 지원하는 가상환경·실환경 기반 국가로봇테스트필드를 구축하여 로봇기술의 사업화를 촉진하고 로봇산업 선순환 생태계 조성			
주관부처	산업통상부			
연구관리전문기관	한국산업기술평가관리원			
수행기관	(주관기관) 산·학·연(참여기관) 산·학·연			

출처: 예산요구서 및 사업공고문 재가공

(4) 산업 특화형 퍼지컬AI 핵심기술 PoC(비R&D)

- ‘산업 특화형 퍼지컬AI 핵심기술 PoC’은 퍼지컬AI 사전 실증을 지원하는 사업으로, 지원목적, 지원내용 측면에서 동 사업의 선행사업에 해당됨
- ‘산업 특화형 퍼지컬AI 핵심기술 PoC’은 동 사업에서 요구되는 핵심 기술·데이터·테스트베드 기반을 사전에 검증·확보하여, 동 사업의 예산 편성, 총괄과제 구조화, 테스트베드 설계 등을 단계적으로 연계하기 위한 목표를 제시함²⁴⁾
- 즉, 산업 특화형 퍼지컬AI 핵심기술 PoC(비R&D)에서 확보한 기술·데이터·테스트베드 기반을 동 사업과 연계하여 효율적으로 활용할 수 있도록, 사전에 검증·확보된 내용의 연계 계획에 대한 구체화가 필요함

<표 4-7> 산업 특화형 퍼지컬AI 핵심기술 PoC 지원 개요

사업명	산업 특화형 퍼지컬AI 핵심기술 PoC		
사업기간	2025	사업유형	-
정부연구비 (백만 원)	2025	총사업비	389억원
	21,900		
목적	산업 특화형 퍼지컬AI 기술 협업체계 구축 및 사전 실증 지원으로 글로벌 시장 신속 대응 및 퍼지컬AI기술주권 확보 도모		
사업내용	□ 사업내용		
	○ 산업 특화형 퍼지컬AI 선도모델 수립 및 PoC		
	- 퍼지컬 AI 기술 구현을 위한 기반 파운데이션모델 SDF 및 시뮬레이션 등 설계 및 프로토타입 개발		
	- 제조 수요 기업 대상 PoC를 통해 협업 지능 퍼지컬 AI에 대한 고도화 및 기획의 구체화 추진		
사업내용	○ PINN 모델 제조 융합 데이터 수집·실증		
	- 산업·공정에 특화된 초정밀 행동제어를 위한 PINN 모델 개념 설계 및 제조 융합 데이터 수집 및 활용 기반 조성		
	- 산업·공정에 특화된 초정밀·초정시성이 필요한 현장 프로세스에서 행동 최적화를 위한 고신뢰성 현장 융합데이터 수집 및 실증		
	□ 지원 필요성		
사업내용	○ 산업별 퍼지컬AI 전략모델 수립 및 실증(PoC)을 통해 기술 타당성 검증 및 정책 기반 데이터 확보 필요		
	□ 성과물		
	○ 퍼지컬AI 핵심 기술·데이터·표준화 기반 구축		
주관부처	과학기술정보통신부		
연구관리전문기관	정보통신산업진흥원		
수행기관	(주관기관) 산·학·연/ (참여기관) 산·학·연		

출처: 주관부처 제출자료 및 사업공고문 재가공

24) 기획보고서 및 주관부처 1차보완 제출자료 p.133~139

(5) AI자율제조SDM플랫폼기술개발

- ‘AI자율제조SDM플랫폼기술개발’은 제조 산업에서 AI기반 로봇, 장비 등의 자율적 협업을 위한 플랫폼 개발 지원 사업으로, 지원목적, 지원내용 측면에서 동 사업의 선행사업에 해당되는 것으로 판단되므로 성과 연계 등에 대한 고려가 필요함
- ‘AI자율제조SDM플랫폼기술개발’은 단순 공정간 연계를 위한 AI에이전트 활용 기술을 개발하는 사업으로, 주관부처는 기획 시 검토 대상사업에 대한 지원 목적 및 대상, 연구개발 범위 등에 차별성을 확보하여 동 사업의 지원 목적 및 범위 등을 정했다고 제시함²⁵⁾

<표 4-8> AI자율제조SDM플랫폼기술개발 지원 개요

사업명	AI자율제조SDM플랫폼기술개발			
사업기간	2025~2027		사업유형	개발연구
정부연구비 (백만 원)	2025	2026	총사업비	383억원
	9,200	7,500		
목적	제조 전 과정에서 산업 AI 기반의 로봇·장비·시스템 등이 자율적으로 협업하기 위해 기업 내 혹은 기업 간 이기종 IT·OT 제조데이터를 연계 기술개발			
사업내용	□ 사업내용 ○ 제조 전 과정에서 산업 AI 기반의 로봇·장비·시스템 등이 자율적으로 협업하기 위해 기업 내 혹은 기업 간 이기종 IT·OT 데이터를 연계하는 자율제조 SDM 플랫폼 기술개발 ○ AI 자율제조 도입을 위해 업종별 공급망·협력망 제조 밸류체인(대·중·소) 내 기업이 동시에 참여하는 대규모 기술개발 및 테스트베드 구축 □ 지원 필요성 ○ 제조 과정을 최적화하고 사람 개입을 최소화하는 자율화 공정에서 협업 생산을 위해서는 장비, 시스템, 작업자를 연결하는 플랫폼 필수 ○ SDM은 소프트웨어 정의(SDX)를 제조 분야(Manufacturing)에 적용한 것 → 제조데이터 및 AI를 활용해 제조 과정을 최적화* * ▲기계·장비의 SW 업데이트(공정, 동작 등 수정), ▲제조데이터 활용, ▲기계·장비 간 연결 등 □ 성과물 ○ 제조 기능의 구성/재구성을 지원하는 공통 업종 표준 플랫폼 ○ 업종별 데이터 연계 및 공동 활용을 위한 테스트환경 구축			
	주관부처	산업통상부		
연구관리전문기관	한국산업기술평가관리원			
수행기관	(주관기관) 산·학·연 (참여기관) 산·학·연			

출처: 예산요구서 및 사업공고문 재가공

25) 출처: 기획보고서 및 주관부처 1차 추가제출자료

(6) 로봇산업기술개발사업

- ☐ ‘로봇산업기술개발사업’은 로봇 산업 핵심기술 및 기반구축을 지원하는 사업으로, 동 사업과 지원범위, 지원내용 측면에서 동 사업의 선행사업에 해당됨
- 로봇 중심 지원을 통한 제조현장의 디지털 전환, 산업현장 대응 기술 등의 성과물을 동 사업에 연계 적용할 수 있는 방안 제시가 필요함

<표 4-9> 로봇산업기술개발사업 지원 개요

사업명	로봇산업기술개발사업				
사업기간	2009~계속				사업유형
정부연구비 (백만 원)	2022	2023	2024	2025	개발연구
	105,478	106,948	117,442	148,612	총사업비 해당없음 (2025년까지 기투자액 : 16,878억원)
목적	로봇분야 첨단융합제품·부품·원천기술 개발 및 기반구축을 집중 지원하여 산업경쟁력을 제고하고 미래 신산업을 육성				
사업내용	☐ 사업내용 ○ ('20~'21) 연구자 중심, 공급자 중심의 R&D 추진 - 단위 부품 및 단위 SW 중심, 로봇 시스템 제작 중심으로 기능 구현, 로봇 현장/로봇 기업의 요구와 괴리가 있는 R&D ○ ('22) 제조 및 서비스 현장에서 요구되는 로봇 중심의 지원 - 제조현장의 디지털 전환, 서비스 고도화를 위한 부품/SW, 생활지원현장/재난현장/산업현장 대응 ○ ('23-)로봇의 사회적 가치 구현을 위한 정부 주도 지원 - 저출산, 고령화 대비, 재난 및 산업 안전 대응, 로봇산업의 건강한 생태계 구현 ☐ 지원 필요성 ○ 초격차 프로젝트 추진계획 및 제4차 지능형로봇 기본계획 등을 바탕으로, 로봇산업 글로벌 강국 도약을 위한 기술개발 및 기반구축 지원 - 세계 최고 수준의 기술경쟁력 확보를 위해 고위험·고성과 프로젝트 추진, 첨단로봇 기술개발 로드맵 중심 과제도출 ☐ 성과물 ○ 로봇분야 미래전략산업 생태계 조성을 위한 핵심기술 및 기반구축				
주관부처	산업통상부				
연구관리전문기관	한국산업기술평가관리원, 한국산업기술진흥원, 해양수산과학기술진흥원, 한국연구재단				
수행기관	(주관기관) 산·학·연 (참여기관) 산·학·연				

출처: 예산요구서 및 사업공고문 재가공

제 2 절 사업 추진상의 위험요인

1. 재원조달 가능성

- 동 사업은 총 사업비 10,000억 원 중 국고로 6,000억 원을 지원하고, 지방비 1,500억 원, 민간 2,500억 원을 분담하는 것으로 제시됨

<표 4-10> 연도별/주체별 분담 예산

(단위 : 억 원)

구분	'26	'27	'28	'29	'30	합계
국 고	1,400	1,500	1,500	1,200	400	6,000
지방비	305	535	400	160	100	1,500
민 자	870	865	358	305	102	2,500
합 계	2,575	2,900	2,258	1,665	602	10,000

출처: 기획보고서

<표 4-11> 내역사업 부문별 자원 분담 계획

(단위 : 억 원)

내역	세부	총사업비			
		계	국비	지방비	민간
협업지능 퍼지컬 AI 핵심기술 개발 및 확산	혁신도전형 협업지능 퍼지컬AI 연구개발 (10개 총괄, 47개 세부과제)	3,985	3,000		985
	기술확산형 협업지능 퍼지컬AI 연구개발	1,500	1,000	0	500
	소계	5,485	4,000	0	1,485
핵심연구인프라 구축 및 연구 클러스터화 추진	개방형 연구클러스터 조성 (3개 시설 구축)	2,295	0	1,395	900
	기술실증 테스트베드 플랫폼화 추진 (50개 핵심장비, 5개 테스트베드 구축)	1,960	1,760	100	100
	소계	4,255	1,760	1,495	1,000
사업단 운영	네트워킹(글로벌)	17	17	-	-
	공동R&D	38	38		
	글로벌 시장진출	40	40	-	-
	인건비 및 운영비	145	145	5	15
	계	260	240	5	15
합계		10,000	6,000	1,500	2,500

출처: 기획보고서

가. 국고 조달 가능성

- 주관부처는 국가전략 분야 경쟁력 제고를 위한 기술혁신 투자 확대 정부의 기조로 부처의 예산 조달 위험성은 낮을 것으로 설명하고 있음
- 국가재정운용계획 중 R&D 예산이 연평균 3.5% 확대 예정이며, 첨단산업 분야의 세계 최고 전략기술, 초격차 기술 선점을 위한 연구 등 역동 경제 견인을 위한 성장 동력 확충에 집중 투자함을 언급함

<표 4-12> 2024~2028년 국가재정운용계획

(단위 : 조원, %)

구분	'24	'25	'26	'27	'28	CAGR
총 지출	656.6	677.4	704.2	730.3	756.2	3.6
R&D	26.5	29.7	30.0	30.3	30.5	3.5

출처: 2024~2028 국가재정운용계획(기획재정부)

- 그러나, 주관부처가 제시한 R&D 증가 추세만으로 동 사업의 예산 확보가 가능하다고 하는 근거가 모호하며, 과학기술정보통신부 정부연구개발예산현황(지역균형발전 특별회계)을 기준으로 검토시 국고 조달 가능성 판단이 제한됨
- 동 사업은 과학기술정보통신부 지역균형발전 특별회계를 통해 지원 예정이므로, 최근까지의 과학기술정보통신부의 연차별 R&D 예산 현황(지역균형발전 특별회계)을 토대로 검토 결과, 동 사업에 필요한 연 평균 1,200억원 예산을 확보하기 위해서는 동 사업에 대한 지역균형발전 특별회계의 중앙부처 우선순위 확보가 필요함

<표 4-13> 과학기술정보통신부 정부연구개발예산 현황

(단위 : 억 원)

구분		2022	2023	2024	2025
일반회계		70,207	73,839	70,303	73,510
특별회계	지역균형발전	3,140	3,367	2,803	4,442
	에너지 및 자원	4,292	4,458	3,872	4,207
	소재부품장비경쟁력강화	4,300	4,146	3,371	4,158
	고등평생교육지원	-	-	479	1,092
	우편사업	32	32	4	4
기금		10,827	10,717	8,656	8,425
합계		92,799	96,558	89,489	95,838

출처: 한국과학기술기획평가원, 각년도 정부연구개발예산 현황분석-보고서

<표 4-14> 지역균형발전 특별회계 부처별 정부연구개발예산현황

(단위 : 억 원)

구분	2022	2023	2024	2025
과학기술정보통신부	3,140	3,367	2,803	4,442
산업통상부	4,073	3,460	1,481	1,403
중소벤처기업부	3,036	2,590	1,186	1,370
농촌진흥청	173	182	82	82
행정안전부	114	93	80	56
국토교통부	110	128	50	50
해양수산부	-	21	2	2
교육부	4629	-	-	-
합계	15,275	9,840	5,685	7,405

출처: 한국과학기술기획평가원, 각년도 정부연구개발예산 현황분석-보고서

나. 지방비 조달 가능성

- 주권부처는 추가제출자료를 통해 지방비에 대한 예산 조달 가능성을 전북의 최근 5년간 예산 대비 채무비율이 17개 광역 지자체 중 총 채무비율 순위가 2위로 예산 대비 채무비율이 낮은 편임으로 설명하고 있음
- 그러나, 동 사업에 참여하는 지자체는 전북특별자치도, 완주군²⁶⁾ 등이 참여하고 있으므로 상호간의 분담 비율 등 사전협의가 진행되었어야 하나 이에 대한 자료는 확인하기 어려움

<표 4-15> 최근 5년간 전북특별자치도 예산대비 채무비율

(단위 : 억 원, %)

구분	2020	2021	2022	2023	2024
예산	95,159	10,0776	10,3878	10,1161	10,4200
채무	6,591	6,665	6,880	7,235	7,235
예산대비 채무비율	6.9	6.6	6.6	7.1	8.3

출처: 추가제출자료

26) 전주시는 동 사업의 추진체계 내에는 포함되어 있지 않으나, 기획보고서 내의 부지와 관련된 지방비 대상부지에 전주시 덕진구 여의동2가 476-12일원 등이 포함되어 있어 전주시의 참여여부가 불확실함

- 지자체의 재원 부담 확약 여부 및 지자체별 가용재원 산정 근거가 확인되지 않았으며, 동 사업 추진 관련 지방의회와의 사전 합의(또는 승인) 여부도 확인이 되지 않아 지방비 재원 조달 가능성에 대한 판단이 제한됨
- 주관부처가 추가제출자료를 통해 실증단지 부지, 개방형 연구클러스터 조성 등에 필요한 지방비 1,500억 원에 대해 도·시군 매칭 비율을 3:7 또는 5:5 등으로 제시하고 연도별 예산 투입계획에 3:7일 경우를 가정해 제시하고 있으나, 전북특별자치도·완주군과의 매칭 비율 협의 등과 관련된 내용이 포함되지 않아 해당 계획은 미확정 상태인 것으로 판단됨

<표 4-16> 연도별 지방비 예산 투입계획

(단위 : 억 원)

구분	'26년	'27년	'28년	'29년	'30년	합계
지방비	305	535	400	160	100	1,500
도	91.5	160.5	120	48	30	450
시군	213.5	374.5	280	112	70	1,050

출처: 추가제출자료

- 지자체 세출 항목 중 동 사업은 산업·중소기업 및 에너지, 과학기술 등 예산을 활용할 것으로 추정되나, 완주군은 관련 예산이 2025년 축소되는 등 재원조달 위험요인이 존재하나 관련 검토 내용은 확인되지 않음
- 현 시점에서 지방의회와의 합의·승인 등 절차²⁷⁾와 관련된 정보는 확인하기 어려워 2026년 지방비 관련 예산 편성의 불확실성(위험)을 배제할 수 없음
 - 기획보고서 및 추가제출자료에서는 지자체별 부담 비율 및 의회 승인 여부에 대한 근거자료를 확인할 수 없음
 - 사업 추진 과정에서 완주군의 실질적인 역할 수행 여부가 불투명함

27) 지방자치법 제142조(예산의 편성 및 의결) 지방자치단체의 장은 회계연도마다 예산안을 편성하여 시·도는 회계연도 시작 50일 전까지, 시·군 및 자치구는 회계연도 시작 40일 전까지 지방의회에 제출하여야 한다.

<표 4-17> 지자체별 기능별/회계별 세출예산

(단위 : 백만 원)

세출항목	전북특별자치도		완주군	
	24년	25년	24년	25년
일반공공행정	604,994	630,421	31,959	52,788
공공질서 및 안전	615,989	632,213	17,166	11,181
교육	230,812	290,691	9,365	6,840
문화 및 관광	366,287	399,240	42,231	49,837
환경	494,798	712,238	74,558	70,069
사회복지	3,895,973	4,044,249	239,057	255,413
보건	146,201	191,479	11,166	13,067
농림해양수산	1,311,096	1,351,262	129,451	122,873
산업·중소기업 및 에너지	332,522	352,894	43,927	30,656
교통 및 물류	180,314	190,670	30,437	28,162
국토 및 지역개발	301,232	358,919	72,758	130,151
과학기술	13,946	14,108	-	-

출처: 지방재정통합공개시스템, 지방재정365(<https://www.lofin365.go.kr/portal/LF3110102.do>)

- 동 사업의 장비구축에 해당되는 ‘기술실증 테스트베드 플랫폼화 추진’에서의 지방비 규모는 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침(기획재정부)의 기반구축형 연구개발사업에 해당됨과 동시에 공공활용을 목적으로 하는 장비구축에 민간자본이 일부 참여에 대한 부적절성으로 인해 지방비 투자의 증가 가능성이 높음
- 동 사업의 내역사업 중 ‘핵심연구인프라 구축 및 연구 클러스터화 추진’ 중 건축비에 해당하는 내역 ‘개방형 연구클러스터 조성’은 전액 지방비로 계획하고 있어 세부지침을 준용하고 있으나, 장비구축에 해당되는 ‘기술실증 테스트베드 플랫폼화 추진’의 국고 지원 비율이 89.8%로 세부지침의 상한 50%를 초과함
- 해당 세부지침의 장비비의 국비 인정 기준으로 50% 상한을 적용할 경우, 상당한 지방비를 추가로 부담하여야 함을 고려할 때 지자체(전북특별자치도, 완주군) 간 지방비 분담 비율 및 예산 확보 방안 등에 대한 세밀한 검토가 필요함
 - 공동활용을 목적으로 하는 연구시설·장비 구축사업에 민간자본의 참여는 공공연구 인프라의 운영취지와 충돌할 수 있으며, 특정 기업 또는 제한된 수요자에게 편익이 집중되는 경우 공공재의 사적 전용 논란이 발생할 가능성이 존재함
 - 정부재원과 민간자본이 혼합 투자되는 경우, 장비의 소유권 귀속, 감가상각 처리, 처분 및 잔존가치 배분 등에 관한 분쟁 가능성이 존재함

<표 4-18> 내역사업 2 - 자원 분담 계획

(단위 : 억 원)

내역	세부	총사업비			
		계	국비	지방비	민간
핵심연구인프라 구축 및 연구 클러스터化 추진	개방형 연구클러스터 조성 (3개 시설 구축)	2,295	0	1,395	900
	기술실증 테스트베드 플랫폼化 추진 (50개 핵심장비, 5개 테스트베드 구축)	1,960	1,760	100	100
	소계	4,255	1,760	1,495	1,000

출처: 기획보고서

<표 4-19> 기반구축형 연구개발사업 국비지원 인정기준

구분	내용	국비인정기준	
		非예타	예타
건축비	부지매입, 건축조성, 리모델링, 설계/감리비	불인정	불인정
장비비	[장비구축비] - 장비구입, 시설·설비 구축(테스트베드 등) - 사업참여인력 인건비(장비도입 기획 등) ※ 센터홍보 및 DB정보 제공 등을 위한 정보시스템 구축은 제외	70% 상한	50% 상한
	[장비운영비] - 장비운영비(재료비, 소모품, 전기료 등) - 장비운영 및 시험·성능평가 기술개발(방법론 개발 등) - 장비운영·사업수행 교육(재료비, 강사료 등) - 사업참여인력 인건비(장비관리·운영, 기술상담·자문·지도 등)	70% 상한	50% 상한
R&D	‘장비운영 및 시험·성능평가 기술개발’을 제외한 연구개발비	불인정	50% 상한

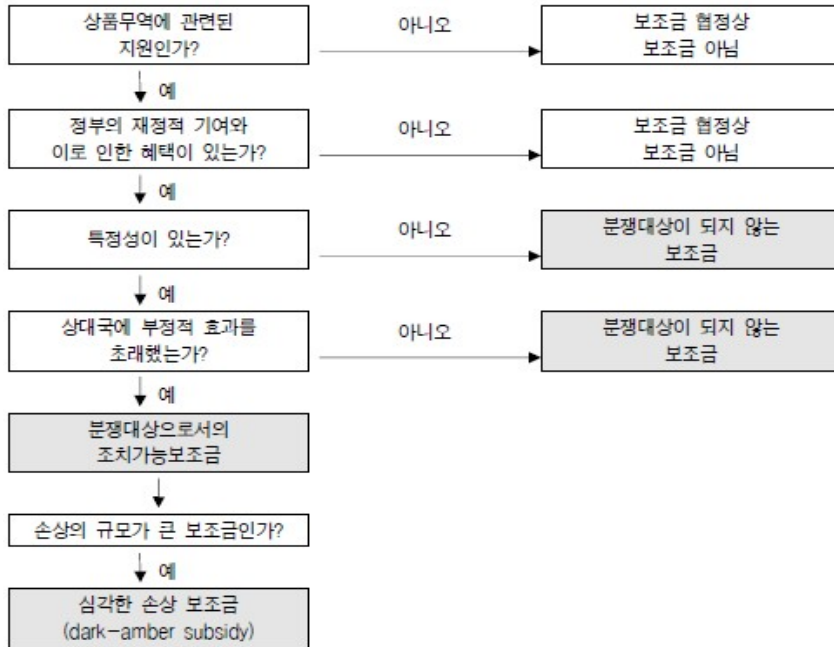
출처: 기획재정부, 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침

다. 민간부담금 조달 가능성

- 주관부처는 동 사업 참여(의향) 기업의 규모, 재무 상태, R&D 투자 여력 등 민간부담금 조달 가능성을 종합적으로 설명하는 분석 자료를 제시하지 않고, 일부 내역 사업에 대해서만 수요기업을 대상으로 기술수요조사 형태로 민간부담 의향 여부(비율)를 확인하는 수준에 그치고 있음
- 주관부처는 향후 과제 선정 단계에서 참여 기업의 재정 상태 등을 점검할 것으로 예상되나, 동 사업 수행을 위해 민간부담 역량을 보유한 기업이 충분히 확보 가능한지 여부를 중심으로 사전에 검토할 필요가 있음
 - 주관부처는 앵커기업, 수요기업, 공급기업, 제조 중소기업 등을 참여 가능 민간 업체로 제시하고 있으나, 민간부담금과 관련된 기업 리스트에는 대부분 퍼지컬AI 도입을 희망하는 제조 중소기업의 기업 기본 정보만을 제시하고 있어 실제 민간부담금 조달에 기여 가능한 기업군에 대한 분석은 미흡한 상황임
 - 특히, 사업계획서상 민간부담금 2,500억 원에 대해 기술공급기업·수요기업 등 주체별 분담 기준이 명확히 제시되지 않았으며, 해당 규모의 재원 확보 가능성을 검증하기 위한 수요조사 또는 정량적 분석 결과가 제시되지 않아 민간부담금 조달과 관련한 위험요인이 존재함

2. 법·제도적 위험요인

- (WTO 보조금 협정) WTO 보조금 분쟁, 지식재산권 관련 다툼이 발생하지 않도록 사업관리 차원에서 선제적으로 모니터링하고 관련 분석활동을 수행할 필요가 있음
- WTO 보조금협정의 규제 대상 보조금은 (i) 정부(또는 공공기관)의 재정적 기여, (ii) 보조금을 지급하는 정부나 공공기관의 측면에서 비용발생 여부와 관계없이 보조금을 지급받는 수혜자 측면에서 시장기준에 따라 경제적 혜택이 존재하는 경우 (iii) 특정성은 ① 개별 기업이나 산업 또는 기업군이나 산업군, ② 일정한 지역을 한정하여 보조금을 지급하는 경우²⁸⁾를 모두 충족하는 것임



[그림 4-9] 국제무역기구(WTO) 조치가능보조금 분석틀

출처: 한국과학기술기획평가원, 국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침, 2024

- 주관부처는 동 사업의 WTO 보조금 규정 위배 가능성이 낮다고 설명하고 있음
 - 협업지능 기반 퍼지컬AI 기술개발을 위한 SW 플랫폼 조성을 목적으로 하는 사업으로 기업지원 사업이 아닌 기술개발을 지원하고, 내용상 특정 산업의 상품무역을 지원하는 것이 아니므로 분쟁가능성이 낮다고 설명하고 있음

28) 출처: 국회입법조사처(20.12)

- 그러나, 동 사업은 부가가치 창출을 주요 편익으로 계상하고 있으며, 사업의 수혜자가 피지컬 AI 공급기업 및 생산기업이라는 점에서 향후 WTO 보조금 및 상계조치 협정(SCM 협정)에 따른 통상 분쟁 발생 가능성으로부터 완전히 배제되었다고 단정하기는 어려우므로 사업 추진 과정에서 관련 통상 규범과의 정합성에 대해 주관부처의 지속적인 검토와 주의가 요구됨

□ (부지 확정 및 인허가 여부) 부지 확정 관련 불확실성이 존재하며, 용도지역 및 건축 제한에 따른 인허가 리스크가 존재할 수 있음

- 동 사업의 기반 구축을 위한 대상부지는 특정되어 있으나, 사업 추진을 위한 최종 부지 확정 여부 및 활용 범위에 대한 불확실성이 존재함
 - 기획보고서에서는 지방비 대상부지로서 민간대상부지 주변 활용가능한 부지 등을 제시하고 있으나, 지자체간 합의 여부를 확인할 수 있는 자료가 제시되지 않아 사업부지에 대한 불확실성이 존재함
- 또한, 사업 대상부지는 국유지(교육청)로서 전북대학교에서 현물출자로 계획하고 있으나 중앙행정기관과의 협의 여부를 확인할 수 없으며, 현재 계획관리지역으로 층수 제한(4층 이하) 등 건축 제한이 적용되고 있어 본 사업에서 요구되는 인프라 구축을 위해서는 용도지역 변경 또는 지구단위계획 수립이 필수적임
 - 용도지역 변경(계획관리지역 → 준공업지역 등)의 경우, 완주군 검토 및 전북특별자치도 승인이 필요하여 인허가 절차의 복잡성과 기간 소요로 인한 사업 일정 지연 가능성이 존재함
 - 국가사업 연계를 통한 관련 법률(「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」, 「지역개발 지원법」, 「산업입지 및 개발에 관한 법률」 등)에 따른 특례 적용 가능성은 존재하나, 실제 적용 여부 및 범위는 관계 기관 협의 결과에 따라 달라질 수 있음

□ (인프라 소유/운영 주체) 기반시설·장비 사용 주체 및 시설/장비의 세부 운영 방식에 대해 주관부처, 지자체, 연구관리전문기관 간 종합적 협의가 진행되지 않아 사업 추진 및 사후 운영 단계의 리스크가 상존함

- 인프라 구축 이후의 운영 책임, 유지관리 비용 부담, 의사결정 구조 등이 명확히 정립되지 않아 사업 추진 및 지속 운영 측면에서 위험요인이 존재함
 - (소유권/사용권 분쟁 가능성) 주관부처는 시설 및 장비의 소유권과 사용권은 현금매칭을 진행한 민간투자주체에 관련 권한을 부여하고 사업을 운영하나

사업목적 달성 및 공공성을 확보하기 위해 관련 문제 발생시 사업단에서 조율하는 체계를 구성할 예정인 것으로 밝히고 있으나, 민간투자주체 등에 대한 권한 부여에 따른 권리관계 문제에 대한 법률적·행정적 검토가 제시되지 않음

- 또한, 장기적인 운영 재원 확보를 위한 재정 분담 구조 확립이 필수적이므로 지자체(전북특별자치도, 완주군) 및 전북대학교 등 이해관계자 간 운영방식 및 비용분담에 관련된 공식적 협의가 완료되어야 하나, 이에 대한 구체적인 계획은 제시되지 않음

□ (사회·윤리적 위험요인) 퍼지컬 AI는 자율적 의사결정과 물리적 환경과의 직접적 상호작용 특성으로 인해, 안전사고 발생 시 법적 책임소재의 불명확성, 개인정보·데이터 프라이버시 침해 가능성 등 사회·윤리적 위험요인을 내포하고 있음

- 주요 위험요인으로 법적 책임소재 불명확, 안정성 및 신뢰성 저해 가능성, 데이터 프라이버시 및 권리 침해 가능성, 윤리·사회적 규범 미정립 등이 해당됨

- 퍼지컬 AI의 자율적 판단 및 행동으로 인한 사고 발생 시, 개발자·제조사·운영자 간 책임 귀속 기준이 명확하지 않아 법적 분쟁 가능성이 존재함
- 물리적 공간에서 작동하는 AI의 오작동, 예측 불가능한 행동은 인명·재산 피해로 이어질 수 있어 사회적 수용성 저하 우려가 존재함
- 또한, 센서·영상·행동 데이터 등 개인 관련 데이터의 수집·활용 과정에서 개인정보 침해 및 데이터 오·남용 위험이 상존하며, 퍼지컬 AI의 자율성 확대에 비해 책임성·투명성·윤리 기준에 대한 사회적 합의와 제도적 기준이 충분히 확립되지 않은 상황임을 고려하여야 함

- 주관부처는 「국가 AI 안전 생태계 조성 종합계획(가칭)」 및 「인공지능기본법」 과 동법 시행령(26.4월 시행 예정)을 통해 AI 안전성 확보, 사업자 책무 명확화, 투명성 및 신뢰성 제고, 데이터 보호 및 위험 관리 체계 구축 등을 단계적으로 추진할 계획임을 밝힘

3. 사업특수항목 (지역균형발전)

- 동 사업은 전북특별자치도 완주군에 신규 센터 및 장비를 구축하여, 기업 등과의 연계를 통한 예산을 투입될 예정으로, 사업계획적정성검토과정에서 지방시대위원회 입지적정성 검토결과를 제출함
- 국가연구개발사업 예비타당성조사 운영지침 제25조(국가연구개발사업 예비타당성조사 요구서)제2항제1조에 의하면, 지방비가 투자되거나 특정지역을 대상으로 연구시설, 장비구축, 실증사업을 추진하는 경우, 주무 부처는 해당지역 선정을 위한 전문기관 용역결과 또는 공모결과 등 입지선정 관련 객관적인 검토 자료와 국가균형발전위원회(현 지방시대위원회) 검토결과를 함께 제출하도록 하고 있음
- 사업계획적정성 검토과정에서 제출된 동 사업에 대한 지방시대위원회 입지 적정성 검토 결과, 전북지역의 지역 제조업 활동의 역량 개선에 기여할 것으로 판단하고 있음. 그러나, 인프라 구축예정지인 완주군의 역할을 정립하고, 지역 내 부족한 AI혁신역량을 보완하기 위한 타 지역과의 연계 협력 방안을 구체화하여야 한다는 의견을 제시하고 있음

<표 4-20> 입지적정성 검토 결과

검토항목		검토의견
1. 지역균형발전	가.지역낙후도 개선	전북 지역 제조업에 해당 사업의 성과가 적용되면 지역 제조업 경제여건 개선에 기여할 것으로 예상되고,타 광역시·도에 비해 낮은 지역 낙후도 개선을 위해 동 사업 추진 필요성이 있다고 판단됨
	나.지역(중소)기업 지원	전북 지역내 경제적 파급효과가 존재할 것으로 판단되나, 단시일에 지역 중소기업 지원효과를 기대하기 어려울 것으로 예상됨.아울러,인프라 구축 지역을 중심으로 지원 효과를 제시할 필요 있을 것으로 보임
	다.지역일자리 창출	사업 성과가 지역 제조업 기업에 흡수될 경우 전북지역에 중·장기적으로 생산성 개선 등으로 지역 기업성장,일자리 창출효과가 있을 것으로보임.단,산출한 일자리 창출 수에 대한 객관적 근거가 필요
2. 사업내용	가.지역정책과의 정합성	전북 차원의 노력 측면(조례 제정,주력산업 등과의 연계성)에서 지역 정책과 정합성이 있음.다만,동 사업의 연구클러스터가 조성될 완주군의 정책 정합성에 대한 제시도 필요
	나.지역 간 연계협력 여부	피지컬 AI핵심기술 개발을 통해 타시·도의 주력산업과의 연계성이 존재.인프라 조성 이후타 지역과의 연계협력 방안을 구체적으로 수립할 필요 있음
종합의견		전북지역의 모빌리티,농생명산업 등 지역 주력 제조업 활동의 역량 개선면에서 사업의 입지적정성이 있다고 판단되어 지역내 일자리 창출 및 지역 낙후도 개선에 기여할 것으로 예상됨. 다만 AI혁신역량이 강한 타 지역과 동 사업 연계협력 방안을 구체적으로 제시할 필요가 있고, 인프라가 구축되는 완주군의 역할을 포함시켜야 할 것으로 보임

출처: 국가R&D 예타 요구사업 입지적정성 검토의견서, 지방시대위원회, 25.11.28

□ 또한, 본 검토에서는 ‘예비타당성조사 수행을 위한 수행 세부지침 일반부문 연구’에 따라 지역 낙후도를 적용하여 제시함

- 상기 연구에서는 인구, 경제, 기반시설과 관련된 지표를 표준화하여 전국 17개 광역자치단체의 순위와 167개 시·군의 순위를 각각 도출하여 국가연구개발사업의 지역낙후도²⁹⁾ 제시
- 지역낙후도 분석 결과, 전북특별자치도는 광역시·도 기준 13위(총 17개)로 나타나 중하위권에 해당하며, 시·군 기준으로 완주군 89위(총 167개)에 해당함

<표 4-21> 전북특별자치도/완주군의 지역낙후도 순위

구분	지역	지역낙후도 순위
광역시·도(17개)	전북특별자치도	13
시·군(167개)	완주군	89

출처: 한국개발연구원, 예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구, 2021

출처: 한국개발연구원, 지역낙후도 지수 및 순위 갱신, 25.09.24

29) 지역낙후도 지수란 다양한 인적, 물적, 사회·경제적 지표를 이용하여 한 국가 내 여러 지역 각각의 발전 정도를 나타내는 정량적 산출값을 의미하며, 낙후된 지역일수록 낮은 값을 가짐

제 5 장 경제적 타당성 분석

제 1 절 비용 추정

1. 총 사업비의 구성

□ 동 사업의 총 사업비는 10,000억 원(국고 6,000억 원, 지방비 1,500억 원, 민자 2,500억 원)이며, (내역사업 1-1) 협업지능 퍼지컬 AI 핵심기술개발 및 확산이 가장 큰 비중을 차지함

○ 주관부처는 동 사업에 대해 5년 간(2026~2030년) 예산 투입 계획을 제시함

- 세부사업별로는 내역사업 1-1 3,985억 원, 내역사업 1-2 1,500억 원, 내역사업 2-1 2,295억 원, 내역사업 2-2 1,960억 원, 내역사업 3 260억 원으로 구성되어 있으며, 총 예산의 60%(6,000억 원)는 국고로 확보하고 25%(2,500억 원)는 민간 참여 기업으로부터 확보 예정임

(단위 : 억 원)

구분	사업 내용	총사업비			
			국고	지방비	민자
기술 개발	(내역1-1) 협업지능 퍼지컬AI 핵심기술개발 및 확산	3,985	3,000	-	985
	(내역1-2) 기술확산형 협업지능 퍼지컬AI 연구개발 지원	1,500	1,000	-	500
시설 구축	(내역2-1) 개방형 연구 클러스터 조성	2,295	-	1,395	900
	(내역2-2) 기술실증 테스트베드 플랫폼화 추진	1,960	1,760	100	100
운영	(내역3) 글로벌 연구 협업생태계 수립	260	240	5	15
합 계		10,000	6,000	1,500	2,500

출처: 기획보고서

2. 적정 사업비 검토

1. 연구개발비 구성의 타당성 검토

□ 내역사업 1-1 협업지능 피지컬AI 핵심기술개발 및 확산의 예산 규모 적절성을 판단하기 위하여 전문가 의견을 토대로 적정사업비 규모를 도출함

- 총괄과제의 기술개발내용을 검토한 결과, 연구개발과제 추진의 타당성은 대부분 인정되나 총괄과제 9 및 총괄과제 10의 일부 세부과제의 추진 타당성이 미흡함
 - 총괄과제 9는 기존 자동화 공정과의 기술적 차별성 및 품목 선정의 전략적 근거가 미흡하여 연구개발 지원 타당성이 불명확하며, 실제 현장의 위생 규격 및 비정형 물성을 고려한 실행 계획과 데이터 확보 전략이 구체화되지 않아 추진 타당성이 미흡함
 - 총괄과제 10은 1세부 및 2세부 과제의 경우, 타 부처 및 전문기관(IITP, 한국연구재단 등)에서 이미 수행 중이거나 지원 중인 과제와 기술적 범위가 유사하므로 국가 연구개발 예산의 효율적 집행 측면에서 지원 타당성이 미흡함
 - 전문가 정성 평가 결과, 동 사업의 기술 분야가 초기 시장 형성 단계이고 연구 난이도 등을 고려할 때 제시된 연구비 규모는 피지컬AI 핵심 기술 확보 및 응용 연구 수행에 적절한 수준으로 검토됨

<표 5-1> 원안 대비 조정안 비교(국고기준)

(단위 : 억 원)

총괄과제	세부과제	원안	조정안
1. 무인공장 운용-피지컬AI SDF 특화 기반모델 연구개발 (450억원)	공간 전역의 동적 의사결정 파운데이션 모델 개발(91.3억원)	450	450
	공간 전역의 정적 상황인지 파운데이션 모델 개발(91.3억원)		
	무인공장 협업운용을 위한 인자추론·행동 다중 에이전트 개발(91.3억원)		
	공간전역 멀티모달 데이터를 통합 정제·지식화하는 지능형 공간 데이터 플랫폼 개발(84.8억원)		
	유연생산을 위한 공간전역 협업이 가능한 지능 로봇 운영 플랫폼 개발(91.3억원)		
2. 이기종 협업-피지컬AI SDF 특화 기반모델 연구개발 (450억원)	멀티모달 자율작업수행 파운데이션 모델 및 학습 프레임워크(122억원)	450	450
	자율 에이전트의 실시간 근접 협업 운용 및 조율 시스템(99억원)		
	자기설명 및 신뢰성 확보를 위한 불확실성 정량화 기반 설명형 에이전트(66억원)		
	에이전트의 자율진단·복구를 위한 비정형 이상 상황 대응 기술(73억원)		
	자가 적응 및 자가 개선을 위한 에이전트 지속 학습 기술(90억원)		

총괄과제	세부과제	원안	조정안
3. 협업지능 피지컬 AI-디지털트윈 가상환경 기술 개발 (250억원)	피지컬 AI - 디지털트윈 연합 표준 기술 개발(83.4억원)	250	250
	피지컬 AI-디지털트윈 연합 기반 가상환경 지능형 자기진화 에이전트 개발(88.6억원)		
	피지컬 AI-디지털트윈 공정/공장 통합 시뮬레이션 기술 개발(50.5억원)		
	자기진화형 연합 가상환경을 위한 클라우드 기반 표준 연계·구동 기술 개발(27.5억원)		
4. 피지컬AI 기반 협업지능 Sim-To-Real 기술 개발 (250억원)	고충실도 시뮬레이션 및 Sim-to-Real 시스템 개발(100억원)	250	250
	Sim-to-Real 도메인 격차 감소 알고리즘 연구(50억원)		
	실시간 학습제어 및 Sim-DT-Real 연동 기술 개발(62.5억원)		
	Sim-to-Real 성능 평가 및 표준화 체계 구축(37.5억원)		
5. 피지컬AI 기반 협업지능 시스템 설계 및 구축 시뮬레이션 기술 개발 (450억원)	AI 모델이 탑재된 PA 기반 협업지능 운영 통합 시스템 개발(67.4억원)	450	450
	이산사건-연속시간 통합 하이브리드 시뮬레이션 엔진 개발(79.4억원)		
	공장 레이아웃 자동 설계 모듈 개발(74.5억원)		
	로봇 경로 설계 자동화 모듈 개발(76.6억원)		
	강화학습 기반 이기종 로봇 통합 운영 모듈 개발(73.4억원)		
	클라우드 기반 시뮬레이션 및 자산 운영 통합 환경 구축(78.7억원)		
6. 협업지능 피지컬 AI SW 표준화 및 Module형 SDF-OCS 설계·구축 (450억원)	Multi-System 연동형 SDF-OCS 미들웨어 플랫폼 설계 및 개발(193.4억원)	450	450
	제조 생태계 통합을 위한 협업지능 PA 기반 SDF-OCS 표준화 프레임워크 구축(113.7억원)		
	통합 제조 시스템 기반 SDF-OCS 플랫폼, OCSOps 운영 시스템 구축 및 검증(142.8억원)		
7. 협업지능 피지컬 AI 기반의 제조운영 시스템 개발 및 실증 (400억원)	SDF-OCS 기반 협업지능 자율제조 시스템 통합 및 검증(58억원)	400	400
	디지털트윈 기반 피지컬 AI 시뮬레이션 제조셀 응용 및 검증(49억원)		
	이기종 협업 파운테이션 모델 기반 로봇·장비 협업제어 기술검증(46.5억원)		
	멀티모달 기반 공정이상 인식 및 자율복구 기술개발(46.5억원)		
	PA 기반 생산-품질 연계 검증 기술 개발(50억원)		
	PA 에이전트 기반 멀티에이전트 협업지능 유연생산 셀 검증(52억원)		
	물리 시뮬레이션의 Sim-to-Real 기반 고정밀 공정지향 셀 최적화 검증(49억원)		
	VLA 기반 협업지능 제품지향 셀의 고난이도 조립 제어 시스템 검증(49억원)		
8. 협업지능 피지컬 AI OCS(운용 제어 시스템) 기반 물류 운영 및 제어 시스템 개발 (100억원)	공장 물류특화 SDF-OCS 모듈 Set 및 표준 인터페이스 개발(20억원)	100	100
	WES/WMS 최적 운영 알고리즘 개발(30억원)		
	공장 물류특화 자원관리 최적 알고리즘 개발(19.5억원)		
	공장 물류특화 이상 탐지·유형 분류 모델 및 대응 알고리즘 개발(19.5억원)		
	디지털트윈 및 공장 물류특화 테스트베드 구축 기획·운영·관리(11억원)		
9. 피지컬 AI 기반 Sim-to-Real 푸드테크 통합	푸드테크 디지털 트윈 시뮬레이션 모델 및 기반기술 연계·통합 모듈 개발(20.7억원)	100	0

총괄과제	세부과제	원안	조정안
플랫폼 개발 및 실증 (100억원)	Sim-to-Real 기반 푸드테크 통합 플랫폼 개발(20.7억원)		
	푸드테크 공정 및 물류 퍼지컬 AI 자동화 시스템 구축(26.9억원)		
	VLA 퍼지컬 AI 기반 공정 최적화 알고리즘 개발 및 통합 플랫폼 실증(31.7억원)		
10. 협업지능 시스템을 위한 퍼지컬AI 기반 다중 계층 보안 기술 개발 (100억원)	협업지능 Physical AI를 위한 차세대 기술 통합 컴포저블 모듈 연구개발(33.7억원)	100	56.4
	실세계 지능 연계를 위한 프라이버시 보호 플러그인 모듈 연구개발(9.9억원)		
	협업지능 Physical AI 모델 안전성 검증을 위한 지능형 테스트 플러그인 모듈 연구개발(14.9억원)		
	실세계 지능 인프라를 위한 신뢰 무결성 컴포저블 모듈 연구개발(41.5억원)		
합계		3,000	2,856.4

□ 내역사업 1-2 과제 수와 비용 규모에 대한 근거가 적절하다고 보기 어렵고, 동 조사 중 제출한 추가자료에서도 총사업비 및 과제 규모에 대한 적절한 근거는 없는 것으로 판단됨

○ ① 사전 PoC 과제와 ② 기술적용형 R&D 과제의 2트랙 구조로 재편함으로써, PoC → 현장적용형으로의 단계적 연계를 통한 성과 중심 R&D 체계로 전환하여 제시함

<표 5-2> 주관부처 제시 내역사업1-2 기술확산형 사업 개요

구분	사업 기간	국비 (67%)	민간부담금 (33%)	주요 내용
사전 PoC 과제	6개월	5억 원	2.5억 원	단일공정 수준의 퍼지컬AI 기술 검증 (로봇·센서 통합, DT 환경 검증 등)
기술적용형 R&D 과제	12개월	10억 원	5억 원	PoC 결과를 고도화하여 복합공정 실증 및 현장적용 검증 수행

출처 : 기획보고서

<표 5-3> 내역사업1-2 기술확산형 사업의 예산 및 지원과제수(주관부처)

연차별 성과지표	'26	'27	'28	'29	'30	계
투입예산(억)	390	390	350	346	24	1,500
사전 PoC 과제(건)	28	28	20	20	-	96
기술적용형 R&D 과제(건)	12	12	13	13	-	50

출처: 기획보고서

<표 5-4> 주관부처의 지원과제수를 반영한 예산 검토

연차별 성과지표	'26	'27	'28	'29	'30	계
투입예산(억)	390	390	345	345	-	1,470
사전 PoC	28	28	20	20	-	96
과제(건)	210	210	150	150		720
기술적용형	12	12	13	13	-	50
R&D 과제(건)	180	180	195	195		750

출처 : 기획보고서에 제시된 지원연구개발과제 건수를 기준으로 예산 재산정

- 주관부처의 연차별 지원과제수 및 예산을 반영할 경우, 기획보고서에 제시된 내역사업1-2의 총 투입예산과 불일치하는 등 구체성이 미흡하며, 중복가능성 및 사업 내용이 불분명하여 해당 내역사업의 지원 타당성이 미흡함
- 내역사업 1-1(기본 기술 개발) 및 기술 확산의 전제 조건인 '실증 테스트베드'가 구축되지 않은 상황에서 1차년도부터 동 내역사업을 지원은 시간적 선후관계가 불일치하며, 당초 내역사업의 목적인 동 사업의 기반연구 및 응용연구의 결과와 구축예정인 인프라를 활용한 기술 확산과 무관하여 해당 예산은 제외함이 타당함
- 또한, 기존에 추진 중인 모빌리티, 물류, 제조 관련 스마트 공장 지원 사업이나 AI 솔루션 보급 사업³⁰⁾과 차별화 요소가 미흡하며, 추진체계에서 총괄 주관기관으로 피지컬 AI사업단, 기술총괄 KAIST, 성균관대, 캠퍼스융합기술원 등 주요 연구기관 및 플랫폼 운영기관의 조직구성 및 역할/책임이 불분명하여 실효성도 의문시됨

30) 스마트 제조혁신 지원사업(중소벤처기업부) 내 스마트공장 관련 지원 사업 및 중소제조 특화 Multi AI Agent 개발(PoC 연구(6개월, 최대3억(국고)) 진행 후 R&D 지원(24개월, 최대 39억원(국고))

2. 기반구축 비용의 적정성

(1) 시설구축 비용

- 동 사업은 시설구축계획은 퍼지컬 AI 공동연구개발 센터, 퍼지컬AI NPU 기술실증 스테이션, 퍼지컬 AI 실증 메타팩토리 등 3개동을 계획하고 있음
- 사업구축계획서에서는 전북특별자치도 완주군 이서면 이문리 711 일원에 3개동의 관련 시설들을 조성하는 것으로 계획하고 있음
- 시설조성을 위한 부지면적으로 전체 부지면적 약 247,000.00㎡ 중 31,075㎡(3개 동 시설부지)를 이용하여, 3개 동 합계 연면적 17,397㎡를 계획하고 있음

<표 5-5> 시설별 주요 기능

구분	계획시설	주용도	도입기능
1	퍼지컬AI 공동 연구 개발센터	연구 공간	• 연구를 위한 연산자원 / 연구공간 • 교육 프로그램 공간협업 및 교류 공간
2	퍼지컬AI NPU 기술실증 스테이션	기술 실증 연산자원	• GPU 기반의 초고성능 연산자원 공간 • 고효율 설비 공간
3	퍼지컬AI 실증 메타팩토리	실증 및 확산	• 스마트 제조(자동차 부품) 테스트베드 공간 • 스마트 제조(푸드테크) 테스트베드 공간 지원 공간

자료: 시설구축계획서

- 시설구축 비용은 용지보상비, 공사비, 시설부대경비, 예비비 등으로 구분하여 적정 비용을 추정함
- 공사비는 건축/기계/전기/통신/소방/토목공사비로 크게 구별할 수 있으며 사업계획안의 공종별 공사비 구성 내용에 따라 구분하여 산정함
- 시설부대경비는 설계비, 감리비, 조사 및 측량비, 시설부대비에 부가가치세 등을 포함한 비용을 추정하여 공사비에 따른 적정 부대비 비율과 함께 비용을 산출함
- 예비비는 일반적으로 500억원 이상의 총사업비인 경우 예비비를 반영하고 있으므로 국가재정법 제22조 및 예비타당성조사 지침에 따라서 예비비를 반영하여 총사업비를 산정함
- 용지보상비는 전북대학교가 국유지(교육부)를 현물출자하는 것으로 설명하고 있으므로 사업주체가 제공한 토지 매입 자료(주변지 실거래가 실적자료)를 기준으로 용지 보상비를 산정함

<표 5-6> 총사업비 항목 세부 내용

구분		세부 내용 및 공사비 단가적용 방법
A. 공사비	A-1.건축공사비	조달청 공공건축물 발주사례 중에서 유사 연구시설, 데이터센터, 공장 등의 공사비
B. 시설 부대 경비	B-1.설계비	건축공사 설계비 요율 적용
	B-2.감리비	건축공사 감리비 요율 적용
	B-3.조사 및 측량비 등	예비타당성 조사 지침에 따라 공사비의 1%
	B-4.시설부대비	기재부, 2026년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부 지침에 따른 요율 적용
C.용지보상비		주변지 실거래 자료 적용
D.예비비		$(A+B+C) \times 10\%$
총사업비		A~D 합계

□ 공사비 물가상승률 보정 기준

- 본 사업은 2025년도 예비타당성조사에 해당하므로 지침에 의하여 공사비 산출기준은 전년도인 2024년 말로 하며, 적용되는 공사비 단가의 기준연도가 과거로 되어있는 경우에는 한국은행에서 공표하는 건설투자 GDP(Gross Domestic Product) Deflator를 적용하여 보정 후에 산출하였다.

<표 5-7> 건설투자 GDP Deflator

년도	보정지수								
2015	100.00								
2016	100.5	100.0							
2017	103.9	103.4	100.0						
2018	107.1	106.6	103.1	100.0					
2019	110.0	109.5	105.9	102.7	100.0				
2020	111.3	110.8	107.2	104.0	101.2	100.0			
2021	120.9	120.4	116.4	112.9	109.9	108.6	100.0		
2022	130.4	129.8	125.5	121.8	118.5	117.1	107.8	100.0	
2023	134.1	133.4	129.1	125.2	121.9	120.4	110.9	102.8	100.0
2024	135.9	135.2	130.8	126.9	123.5	122.1	112.4	104.2	101.3

주: 건설투자 GDP 디플레이터는 국내총생산에 대한 지출 디플레이터 중 건설투자 항목이며, 2020년 기준 원자료를 바탕으로 보정지수 산정함.

출처: 한국은행 경제통계시스템(<http://ecos.bok.or.kr>)

(2) 건축공사비

- 사업구축계획서의 공사비 단가를 검토한 후에 조달청 유사 연구시설 중에서 사업구축계획서의 각 시설 용도 및 기능과 유사하다고 판단되는 사례들의 공사비 단가를 조사하여 적정한 공사비 검토
- 공동연구개발센터(연구시설)의 공사비 단가 산정 시, 제약, 질병 관련 등 연면적 2천㎡대 시설의 건축공사비 평균단가를 적용하고 있는 등 면적이 다소 상이하여, 본 검토에서는 유사 연면적 시설을 검토하여 재추정함

<표 5-8> 사업구축계획서의 공사단가 및 공사비

(단위 : 백만원)

시설별	시설유형	A.연면적(㎡)	B.공사단가 (원/㎡)	공사비(AxB) (부가세포함)
퍼지컬AI 공동연구개발센터	연구시설	6,200.0	3,790,000	23,498
퍼지컬AI NPU 기술실증 스테이션	데이터센터	3,692.0	5,900,000	21,783
퍼지컬AI 실증 메타팩토리 스페이스	공장	7,505.5	4,010,000	30,097
합계		17,397.5		75,378

출처: 시설구축계획서

- 건축공사비의 단가 검토를 위해 검토안에서는 사업구축계획서의 시설 유형별 계획안을 기준으로 ①연구시설, ②데이터센터, ③공장시설로 구분하고, 시설 유형별로 조달청 「공사비정보광장」의 유형별 공사비 발주사례 자료를 조사하여 해당 시설물의 건축공사비 단가를 검토함
- 그 외 2025년부터 제로에너지 4등급(기존 5등급) 의무 적용에 따른 법규 강화에 따라 가이드라인³¹⁾에 의거하여 2020년부터 발주된 유사사례에는 제로에너지 추가공사비 비율 2%를 추가 반영함

① 공동연구개발센터(연구시설)의 공사비 단가

- 연면적이 6,200.00㎡인 공동연구개발센터동은 연구기능과 관련 기업들이 입주하여 사용하는 업무공간, 입주공간 등으로 사용되는 시설로 본 검토에서는 조달청 「공사비정보광장」의 일반형 연구시설 중에서 본 시설과 규모가 유사한 연면적 6천㎡대의 유사 연구시설 4개소를 선정함

31) 「제로에너지건축물(ZEB) 공사비 추정 방안 업데이트」(한국개발연구원 PIMAC 업무 GUIDLINE, 2025.08.19.)

- 조사된 유사 시설 4개소의 건축공사비 평균단가는 부가가치세를 포함하여 3,174,638원/㎡으로 조사되었으며, 여기에 제로에너지 추가공사비 2%를 반영한 공사단가는 3,238,131원/㎡으로 검토함

<표 5-9> 일반형 연구시설 중 연면적 6천㎡대 유사시설 공사비 단가 평균(4개소)

(단위 : 원/㎡)

구분(발주시기)	층수	연면적(㎡)	발주단가	2024년말 보정단가	제로e추가 단가(2%)
김해 치유농업확산센터 건립 공사(2023년)	지하 1층/ 지상3층	6,060.2	3,506,987	3,554,248	3,625,333
전북문화재연구센터 건립공사 (2023년)	지하 1층/ 지상2층	6,694.0	3,346,956	3,392,061	3,459,902
천안 제조기술융합센터 신축 공사(2022년)	지하 1층/ 지상6층	6,675.6	2,719,276	2,833,710	2,890,384
서천 해양바이오산업화 인큐 베이터건립사업(2022년)	지하 1층/ 지상3층	6,183.5	2,800,675	2,918,534	2,976,905
평균				3,174,638	3,238,131

2024년말 보정금액, 부가가치세 포함

자료 : 조달청, 공사비정보광장(<http://pcae.g2b.go.kr>)

② NPU 기술실증 스테이션(데이터센터)의 공사비 단가

- 데이터센터 용도인 NPU 기술실증 스테이션동은 조달청 「공사비정보광장」, 나라장터 개별발주 사례를 통하여 유사 데이터센터 시설 4개소의 공사비 단가를 조사함

- 조사된 유사 데이터센터 시설 4개소의 건축공사비 평균단가는 부가가치세를 포함하여 6,385,966원/㎡으로 조사되었으며, 여기에 제로에너지 추가공사비 2%를 반영한 공사단가는 6,513,685원/㎡으로 검토됨
- 다만, 사업계획에서 제시하고 있는 NPU 기술실증 스테이션(데이터센터)과 규모 측면에서 사업계획의 규모와 유사한 사례를 조사하기에는 한계점 존재하나, 공사비 단가는 ㎡당 모두 6백만원대로 데이터센터의 경우 규모에 따른 공사비 단가의 영향은 크지 않은 것으로 판단되나 향후 시설 규모에 따라 공사비 변동 가능성이 존재함

<표 5-10> 유사 데이터센터 공사비 단가평균(4개소)

(단위 : 원/㎡)

구분(발주시기)	층수	연면적(㎡)	발주단가	2024년말 보 정단가	제로e추가단 가(2%)
코스콤 안양데이터센터 신축공사(2024년)	지하4층/ 지상5층	19,043.7	130,318	6,843,097	6,979,959
용인 한국수출입은행 데이터센터 신축공사(2022년)	지하1층/ 지상4층	11,458.9	70,572	6,158,686	6,281,859
IBK 하남데이터센터 신축 건축공사(2021년)	지하2층/ 지상5층	50,176.8	318,452	6,346,600	6,473,532
대전 국방지능데이터센터 신축 공사(2021년)	-	1,794.6	11,118	6,195,480	6,319,390
평균				6,385,966	6,513,685

2024년말 보정금액, 부가가치세 포함

자료 : 조달청, 공사비정보광장(<http://pcae.g2b.go.kr>), 나라장터(<https://www.g2b.go.kr>)

③ 퍼지컬AI 실증 메타팩토리(공장)의 공사비 단가

- 조달청 「공사비정보광장」의 일반형 공장시설 중에서 본 시설과 규모가 유사한 연면적 7천㎡대의 유사 연구시설 2개소를 선정하였으며, 건축공사비 평균단가는 부가가치세를 포함하여 2,729,879원/㎡으로 조사되었으며, 여기에 제로에너지 추가공사비 2%를 반영한 공사단가는 2,784,476원/㎡으로 검토됨

<표 5-11> 일반형 공장시설 중 연면적 7천㎡대 유사시설 공사비 단가평균(2개소)

(단위 : 원/㎡)

구분(발주시기)	층수	연면적(㎡)	발주단가	2024년말 보 정단가	제로e추가 단가(2%)
전북 그린바이오 벤처 캠퍼스 조성공사(2023년)	지하1층/ 지상4층	7,218.7	2,641,554	2,677,153	2,730,696
서천군 바이오특화 지식산업센터 건립사업(2023년)	지하1층/ 지상6층	7,429.7	2,745,604	2,782,605	2,838,257
평균				2,729,879	2,784,476

2024년말 보정금액, 부가가치세 포함

자료: 조달청, 공사비정보광장(<http://pcae.g2b.go.kr>)

④ 전력공급 여건 및 신재생에너지 추가 공사비 검토

- 현재 사업부지에 대한 전력공급은 남전주변전소에서 전력을 공급받고 있는 것으로 확인되나, 현 남전주변전소의 기존 전력선로 용량은 1만kVA 미만의 일반선로로 여유용량이 부족한 상황이며 추정한 소요 전력량은 1만kVA~13,900kVA로 기존선로에서 추가적인 전력공급은 어려우므로 별도의 신규 전용선로가 필요한 것으로 한국전력공사는 설명하고 있음³²⁾
- 한국전력공사와의 업무협약의 내용³³⁾에 따르면 현재 전력공급의 여유용량은 부족하나, 향후 남전주변전소 보강공사를 통하여 용량 확보 가능성은 있는 것으로 파악되나 데이터센터 전력공급에 따른 추가적인 비용 증가가 발생할 수 있음
- 동 사업 계획서에서는 신재생에너지 추가비가 공사비를 미반영하고 있으나, 『신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 시행령』 제15조(신·재생에너지 공급의무 비율 등)①항1호에 따라 시설 용도가 공장인 실증 메타팩토리는 신재생에너지 설비의무설치 대상시설이 아니므로 제외하고, 공동연구개발센터(연구시설), 퍼지컬AI NPU 기술실증 스테이션을 대상으로 신재생에너지 추가공사비 반영이 필요할 수 있음
- 동 사업의 비용 검토 기준연도는 2024년 말(신재생에너지 공급의무비율 : 34%)이며, 사업기관에서 제시한 사업 일정에 따라 추정한 설계 인허가 추정 시기는 2026년~2027년으로 예상되므로 해당 기간의 신재생에너지 공급의무비율에 따라 추가공사비가 소요될 수 있음

<표 5-12> 신재생에너지 공급 의무 비율(제15조제1항제1호 관련)

해당 연도	2020~2021	2022~2023	2024~2025	2026~2027	2028~2029	2030 이후
공급의무 비율(%)	30	32	34	36	38	40

출처: 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 시행령[별표2]<개정 2020.09.29.>

32) 한국전력공사 남전주지사 전력공급부(2025.11.4.)

33) 과학기술정보통신부, 질의답변서(2025.11)

□ 건축공사비는 건물 유형에 따른 공사비 단가를 사업계획 면적에 곱하는 방식으로 산정하였으며, 75,378백만 원에서 65,024백만 원으로 10,354백만 원이 감소함

<표 5-13> 검토안 건축공사비 산정

(단위 : 백만원)

구분	A.면적 (㎡)	B.공사단가 (원/㎡)	공사비 (AxB)	공사비 (부가세제외)
①공동 연구개발센터	6,200.0	3,238,131	20,076	18,251
②NPU 기술실증 스테이션	3,692.0	6,513,685	24,049	21,862
③실증 메타팩토리 스페이스	7,505.5	2,784,476	20,899	18,999
합계	17,397.5		65,024	59,112

(3) 시설부대경비

□ 본 사업의 시설부대경비 산정은 관련 기준인 KISTEP의 『국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침』(2024.7.)에 따라 설계비(기본·실시설계 모두 포함), 감리비, 조사 및 측량비 등, 시설부대비를 산정함

<표 5-14> 시설부대경비 산정기준

구분	산정기준
설계비	• 기획재정부 「2026년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」 (2025.5)의 건축부문 설계비 요율, 「공공발주사업에 대한 건축사의 업무범위와 대가기준」(국토교통부고시 제2020-635호, 2020. 9. 14)
감리비	• 기획재정부 「2026년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」 (2025.5)의 감리비(건설사업관리) 요율
측량비 및 조사비	• KISTEP 『국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침』(2024.7.)을 적용하여 산정
시설부대비	• 기획재정부 「2026년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」 (2025.5)의 시설부대비 요율

○ 검토안의 공사비가 요율표의 각 단위 중간에 있을 때의 설계비 및 감리비 등의 요율은 직선보간법에 의하여 산정함

$$y = y_1 - \frac{(x - x_2)(y_1 - y_2)}{x_1 - x_2}$$

y : 공사비 요율

x_1 : 요율표상의 큰 금액

y_1 : 작은 금액 요율

x : 부가가치세를 제외한 공사비

x_2 : 요율표상의 작은 금액

y_2 : 큰 금액 요율

예) 건축공사비 250억원 규모의 설계비 산정

(250-200) (1.43-1.42)

1.43 - $\frac{\hspace{1.5cm}}{300 - 200}$ = 1.425

- 200억원 규모의 기본조사 설계비 요율 : 1.43%

- 300억원 규모의 기본조사 설계비 요율 : 1.42%

- 시설부대비 산정을 위한 기준공사비는 시설 유형별로 종별을 구분하여 다음과 같은 기준공사비를 설계비, 감리비에 각각 적용하되, 조사 및 측량비 등, 시설부대비는 합계 금액을 기준으로 산정함

<표 5-15> 시설부대비 산정을 위한 시설별 공사비 및 적용기준

(단위 : 백만원)

구분	공사비 (부가세 제외)	설계종별	감리종별
①공동 연구개발센터 ③실증 메타팩토리 스페이스	37,250	2종	보통의 공종
②NPU 기술실증 스테이션	21,862	3종	복잡한 공종

- (설계비) 건축 부문 설계비의 종별 구분에서 ①퍼지컬AI 공동연구개발센터(연구시설)과 ③실증 메타팩토리 (공장) 시설은 제2종(보통)을 적용하였으며, ②NPU 기술실증 스테이션(데이터센터)는 제3종(보통)을 적용함

- 설계비 산정결과, 전체동의 설계비는 2,725.33백만원으로 산정됨

<표 5-16> 설계비 산정

(단위: 백만원)

구 분	공사비	요율(%)	금액 (부가세제외)	금액 (부가세포함)
①공동 연구개발센터 ③실증 메타팩토리 스페이스	37,250	4.012	1,494.44	1643.88
②NPU 기술실증 스테이션	21,862	4.497	983.14	1,081.45
합계			2,477.58	2,725.33

<표 5-17> 건축부문 대가요율

(단위 : %)

구분 공사비	종별	제 1종(단순)			제 2종(보통)			제 3 종(복잡)		
	도서의의양	상급	중급	기본	상급	중급	기본	상급	중급	기본
	100억원까지	4.56	3.80	3.04	5.07	4.22	3.38	5.58	4.65	3.72
	200억원까지	4.43	3.69	2.96	4.92	4.10	3.28	5.42	4.51	3.61
	300억원까지	4.36	3.63	2.91	4.84	4.03	3.23	5.32	4.44	3.55
	500억원까지	4.30	3.58	2.87	4.77	3.98	3.18	5.25	4.38	3.50
	1,000억원까지	4.21	3.50	2.80	4.68	3.90	3.12	5.14	4.29	3.43
	2,000억원까지	4.14	3.45	2.76	4.60	3.84	3.07	5.06	4.22	3.38
	3,000억원까지	4.10	3.42	2.73	4.55	3.79	3.03	5.01	4.17	3.34
	5,000억원까지	4.03	3.36	2.69	4.48	3.73	2.99	4.93	4.11	3.28

주: 1) 동요율은 기본조사 설계와 실시설계를 합친 요율임.

2) 건축법 제8조에 의한 건축허가 또는 동법 제9조에 의한 건축신고만으로 건축이 가능한 건축물인 경우: 기본설계 40%, 실시설계 60%

3) 타 법령에 의한 별도의 사업시행인가 등을 필요로 하는 관광숙박시설, 병원건축물, 재개발·재건축 등의 경우: 기본설계 45%, 실시설계 55%.

4) 시설부대비는 건설부문 요율 적용

자료: 국토교통부, 「공공발주사업에 대한 건축사의 업무범위와 대가기준」, 국토해양부 공고 제제2020-635호, 2020. 9. 14)

<표 5-18> 건축물의 종별 구분

종 별	건축물의 종류	
2 종 (보통)	• 공작물(굴뚝·옹벽·고가수조 등) • 단독주택, 공동주택 • 제1종 근린생활시설 • 제2종 근린생활시설 • 판매시설 • 장례식장 • 교육연구시설(도서관 제외) • 노유자시설 • 수련시설, 업무시설 • 숙박시설(관광숙박시설 제외) • 위락시설	• 공장 • 창고시설(냉장·냉동창고 포함) • 위험물저장 및 처리시설 • 자동차 관련시설(정비공장, 운전학원, 정비학원) • 동물 및 식물관련 시설 • 분노 및 쓰레기처리시설 • 교정 및 군사시설, 묘지 관련시설 • 관광휴게시설(관망탑 제외) * 제2종시설로서 특수구조 또는 기초화설비 등 특수설비 요하는 시설은 제3종을 적용
3종 (복잡)	• 문화 및 집회시설 • 운수시설(철도시설, 공항시설, 항만 시설, 종합여객시설 등) • 의료시설 • 교육연구시설 중 도서관 • 운동시설	• 숙박시설 중 관광숙박시설 • 발전시설(발전소, 집단에너지 공급 시설 포함) • 방송통신시설(방송·통신시설, 촬영시설) • 묘지관련시설 중 화장장 • 관광휴게시설 중 관망탑 • 기타 제3종 용도와 유사한 것

자료: 국토교통부, 「공공발주사업에 대한 건축사의 업무범위와 대가기준」(고시 제2020-635호, 2020. 9. 14)

- (감리비) 본 사업은 「건설기술진흥법 시행령」 제55조(감독 권한대행 등 건설사업관리의 시행)에 따른 총공사비가 200억원 이상인 건설공사에 해당하며, 기획재정부 「2026년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」(2025.5)에 따라 검토안에서는 건설기술인 상주 감리에 따른 책임감리(건설사업관리)를 적용하여 감리비를 산정함
- 건축유형별 감리의 공종별 구분은 다음과 같이 NPU 기술실증 스테이션은 복잡한 공종을 적용하였으며, 실증 메타팩토리 및 공동연구개발센터(연구시설)은 보통의 공종을 적용함

<표 5-19> 감리비 요율

공 사 비 (억 원)	요 율 (%)		
	단순한 공종	보통의 공종	복잡한 공종
50	11.75	13.10	14.44
70	10.49	11.65	12.81
100	9.66	10.73	11.80
200	7.34	8.14	8.97
300	6.24	6.92	7.62
400	5.48	6.09	6.70
500	4.96	5.52	6.07
700	4.38	4.87	5.35
1,000	3.93	4.36	4.79
1,500	3.44	3.82	4.21
2,000	3.11	3.45	3.79

자료: 기획재정부, 2026년도 예산안 편성세부지침 및 기준(2025.5)

- 감리비(건설사업관리)의 산정결과, ①퍼지컬AI 공동연구개발센터(연구시설) 및 ③실증 메타팩토리 2,588.91백만원, ②NPU 기술실증 스테이션(데이터센터) 2,096.69백만원으로 산정되었으며, 3개 동의 총 감리비는 4,685.61백만원으로 산정함

<표 5-20> 감리비 산정

(단위: 백만원)

구 분	공사비	요율(%)	금액 (부가세제외)	금액 (부가세포함)
①공동 연구개발센터 ③실증 메타팩토리	37,250	6.318	2,353.56	2588.91
②NPU 기술실증 스테이션	21,862	8.719	1,906.084	2,096.69
합계			4,259.64	4,685.61

□ (조사 및 측량비) 동 사업계획에서는 각종 영향평가비(환경, 재해영향평가)를 별도의 항목으로 반영하고 있으나, 본 검토에서는 조사 및 측량비 등에 포함하여 산정함

○ 조사 및 측량비 등은 KISTEP의 『국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침』(2024.7.) 등에 따라 검토안 공사비의 1%를 산정함

○ 조사 및 측량비 등은 건설공사 시, 사업예정 부지에 대한 지형측량, 토질조사, 지반조사, 환경영향평가조사 등 건축물을 조성하기 전에 시행하는 기본적인 실측 조사로서 공사비에 1%³⁴⁾를 반영함

- 조사 및 측량비 등은 3개 동 합계 금액이며 부가치세를 포함하여 650.24백만 원으로 산정함

<표 5-21> 조사 및 측량비 등 산정

(단위 : 백만원)

구 분	공사비	비율(%)	금액 (부가세제외)	금액 (부가세포함)
①공동 연구개발센터 ③실증 메타팩토리	37,250	1.000	372.50	409.76
②NPU 기술실증 스테이션	21,862	1.000	218.62	240.48
합계			591.12	650.24

□ (시설부대비) 시설부대비는 조달청 계약수수료, 공사와 직접 관련 있는 공고비, 공공요금, 수용비, 여비, 공사감독관 체재비 등을 말하여 사업구축계획서에서는 반영되어 있지 않으나, 기획재정부 「2026년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침(2025.5)」의 공사비 구간별 시설부대비 요율에 따라 산정함

<표 5-22> 시설부대비 요율

(단위 : %)

공사비	요율
100억 원 까지	0.25
200억 원 까지	0.23
300억 원 까지	0.23
500억 원 까지	0.23
1,000억 원 까지	0.23
2,000억 원 까지	0.21
3,000억 원 까지	0.19

자료: 기획재정부, 2026년도 예산안 편성세부지침 및 기준(2025.5)

34) 한국개발연구원(KDI) 「재정사업(건축) 시설부대경비 외 비용 산정방안」(2021.8)

- 본 사업은 건축공사비가 500억 이상 1,000억 미만의 공사이므로 직선보간법에 따라 시설부대비 요율 구간 2.3%를 적용하였으며, 본 사업은 『총사업비 관리지침』에 따라 조달청에 설계 적정성 검토를 요청하는 사업³⁵⁾이므로 시설부대비 기준 요율의 50퍼센트를 가산함
- 이에 따른 시설부대비는 부가가치세를 포함하여 224.33백만 원으로 산정함

<표 5-23> 시설부대비 산정

(단위: 백만원)

구 분	공사비	요율(%)	배율(배)	금액 (부가세제외)	금액 (부가세포함)
시설부대비	59,112	0.230	1.5	203.94	224.33

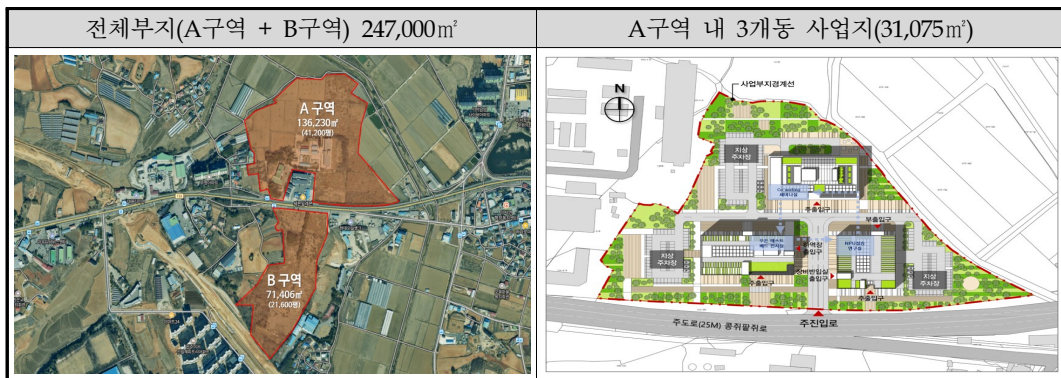
- (예비비) 동 사업은 총사업비 500억원 이상의 사업이므로 예비비를 반영하며, 예비비는 국가재정법 제22조의 규정에 의해 예측할 수 없는 예산 외의 지출 또는 예산 초과 지출액을 충당하기 위한 자금으로 KISTEP의 『국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침』(2024.7.)에 따라서 공사비, 보상비, 시설부대경비 합계의 10%를 산정함

35) 「총사업비 관리지침」 제3조에 따른 총사업비가 200억원 이상인 건축사업 기준임

(4) 용지보상비

- 동 사업의 사업지는 전북 완주군 이서면 이문리 711 외 29개 필지(207,636.0㎡)이며, 향후 토지를 추가 확보하여 총 247,000㎡를 계획하고 있음
- 현재, 사업부지의 용도지역은 계획관리지역으로 지정되어 있으며, 사업지 내에 지장물은 없으므로 이에 따른 지장물보상비는 필요하지 않은 것으로 사업계획서에서는 설명하고 있음

<표 5-24> 사업부지 지형도



출처 : 기획보고서

- 주관부처는 사업대상지 면적은 총 247,000㎡로 지자체와 전북대학교가 현물출자하는 것으로 설명하고 있으나 사업대상지가 불분명함
- 사업부지 세부현황에 따르면, 실제 제시된 면적은 207,636㎡에 불과하며 추후 확보 예정임을 밝히고 있으나, 제시된 부지는 모두 국유지로 확인되어 현물출자 계획과 불일치함
 - 기획보고서에서는 전북대학교 180,000㎡, 지방비 67,000㎡를 현물출자하는 것으로 계획하고 있으나, 해당하는 출자 대상 부지의 위치와 면적이 명확히 제시되지 않아, 사업대상지의 범위와 구성에 대한 구체성이 부족하여 입지가 불분명함

<표 5-25> 사업계획서의 전체 사업부지 보상단가 및 용지보상비

(단위: 백만원)

현물출자 구분	㉠부지면적(㎡)	㉡보상단가(원/㎡)	금액(㉠x㉡)
전북대	180,000	500,000	90,000
지방비	67,000	500,000	33,500
합계	247,000		123,500

출처: 기획보고서

- 일반적으로 예비타당성조사의 용지보상비 검토는 KISTEP의 『국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침』(2024.7.)에 따라 감정평가에 의하는 방법, ② 기존 사업지 주변의 보상자료를 활용하는 방법, ③ 보상배율(예비타당성조사 수행 지침에 따름) 적용 방법을 순차적으로 적용하도록 하고 있음
- 동 검토에서는 사업계획에서 제시한 사업지 인근의 유사부지 실거래 사례(국토교통부 실거래가 공개시스템) 17건에 따른 평균 토지매매 단가 532,156원/㎡를 기준으로 ㎡당 보상단가 약 500,000원을 준용하여, 동 사업의 시설구축에 해당되는 국유지(교육부)인 전북대 부지면적인 31,075㎡에 해당하는 면적만 용지보상비로 검토하여 용지보상비는 15,538백만원으로 산정함

<표 5-26> 3개 동 사업부지 용지보상비 산정

(단위: 백만원)

지번 (전북 완주군)	㉠필지면적 (㎡)	㉡보상단가 (원/㎡)	금액 (㉠x㉡)	비고
이서면 용서리 120-6	292.0	500,000	146	국유지(교육부)
이서면 용서리 124	22,784.0	500,000	11,392	국유지(교육부)
이서면 용서리 120	7,999.0	500,000	4,000	국유지(교육부)
합계	31,075.0		15,538	

□ 기반구축 비용

○ 전체 사업지 면적 247,000㎡ 중에서 본 사업인 3개 동의 사업지 면적 31,075㎡에 대한 용지보상비만을 반영한 총사업비는 다음과 같음

- 시설구축과 관련된 용지보상비를 반영하여 1,079.62억원이 감소한 155.38억원을 용지보상비로 적용하고, 용지보상비에 대한 예비비를 제외하여 반영함
- 직접적인 시설구축과 관련된 공사비와 시설부대경비는 118.27억원이 감소한 733.09억원이 반영됨
- 용지보상비 및 예비비를 포함한 시설구축 관련 예산은 1,333.22억원이 감소한 961.78억원이 적정사업비로 도출됨

※ 장비구축의 조사결과 및 시설의 활용성을 고려하여 당초 3개동으로 계획된 시설물을 통합하는 등 조정을 통해 건축비 규모는 축소·조정될 수 있음

<표 5-27> 기반구축비용 내역 비교표

(단위: 백만 원)

구분		사업구축계획서 (A)	검토안 (B)	증감 (B-A)
연면적		17,398㎡	17,398㎡	-
A. 공사비	A-1. 공동연구개발센터	23,498	20,076	-3,422
	A-2. NPU기술실증 스테이션	21,783	24,049	2,266
	A-3. 실증메타팩토리	30,097	20,899	-9,198
	소계	75,378	65,024	-10,354
B. 보상비	B-1. 용지보상비	123,500	15,538	-107,962
	소계	123,500	15,538	-107,962
C. 시설부대경비	C-1. 설계비	3,148	2,725	-423
	C-2. 감리비	5,763	4,686	-1,077
	C-3. 조사 및 측량비 등	847	650	-197
	C-4. 시설부대비	-	224	224
	소계	9,758	8,285	-1,473
D. 예비비(10%)		20,864	7,331	-13,533
총사업비(A~D)		229,500	96,178	-133,322

주: 1) 2024년 말 기준금액, 부가가치세 포함

2) 검토안은 용지보상비(국유지)에 대한 예비비는 반영하지 않음

(5) 연차별 투자계획

□ 연차별 투자계획

- 사업구축계획서에서의 연차별 공사비 투입 비율을 적용하고, 용지보상비는 사업구축 계획서의 일정에 따라 용지보상비를 배분하여 적용함

<표 5-28> 총사업비 연차별 투자계획

(단위: 백만원)

구분		계	2026년	2027년	2028년	2029년	2030년
1.공사비	건축공사비	65,024	8,796	13,798	19,835	12,073	10,521
		100.00%	13.53%	21.22%	30.50%	18.57%	16.18%
2.보상비	용지보상비	15,538	7,614	7,924			
		100.00%	49.00%	51.00%			
3.시설 부대 경비	설계비	2,725	2,725				
		100.00%	100.00%				
	감리비	4,686		1,172	1,172	1,172	1,172
		100.00%		25.00%	25.00%	25.00%	25.00%
	조사및측량비 등	650	650				
		100.00%	100.00%				
	시설부대비	224		56	56	56	56
		100.00%		25.00%	25.00%	25.00%	25.00%
	소계	8,285	3,375	1,228	1,228	1,228	1,228
		100.00%	40.74%	14.82%	14.82%	14.82%	14.82%
4.예비비		7,331	1,217	1,503	2,106	1,330	1,175
		100.00%	16.60%	20.50%	28.73%	18.14%	16.03%
총사업비 합계		96,178	21,002	24,453	23,169	14,631	12,923
		100.00%	21.84%	25.42%	24.09%	15.21%	13.44%

주: 2024년 말 기준금액, 부가가치세 포함

3. 장비구축 비용의 적정성

(1) 장비구축

- 원안의 장비에 대한 국가연구시설장비진흥센터(NFEC) 등을 통해 도입 적합성 검토를 실시하였으며, 검토결과 37종 중 29종의 도입이 적절한 것으로 분석되었으며 신청 장비 총비용 196,000백만 원 중 66,400백만원이 감소한 129,600백만 원이 적정한 것으로 분석됨
- 금속 판넬 유연 제조 (용접조립) Cell, 정밀 위치 제어 부품 장착 조립 Cell, 정밀 고속 가공기 및 이기종 로봇간 협업 Cell 등은 단가 산출 근거가 불분명하거나 과다 책정된 것으로 판단하여 적정 금액으로 조정함
- 총괄과제 9의 추진 타당성이 미흡하므로 이에 대한 장비 구축 예산을 제외함
- NPU-GPU 성능 테스트베드 및 로봇기반 측정검사 NPU 테스트 Cell은 각각 정부 정책 방향 우선 검토 필요 및 세부 내용 구체성 미흡으로 지원 타당성이 미흡하여 제외함이 타당함
 - 정부는 모든 영역에서 AI를 효율적으로 활용할 수 있도록 연구 수요에 대응하여 고성능 GPU를 지원(민간 클라우드사 협업)하고, GPU 자원의 집적·공동 활용 체계 구축을 추진중이며, 대규모 GPU 구매는 비R&D를 통해 구축하고, R&D는 클라우드 서비스를 통한 자원 제공 및 공동활용 중심의 지원을 강화하고 있음³⁶⁾
 - 또한, AI R&D, 공공·민간 AX, 모두의 AI 등을 위한 GPU 구매 또는 임대 포함된 정부 재정사업 추진 시 국가 AI컴퓨팅 센터(SPC) 이용을 우선 검토하도록 권고하고 있음³⁷⁾
 - 동 사업에서 구축을 계획하고 있는 고성능 연산 플랫폼인 NPU-GPU 성능 테스트베드는 고성능 연산용 GPU(H200 200EA 등) 등 고성능 워크스테이션과 서버 도입을 계획하고 있으나, 정부정책방향에 부합하게 구매보다는 공동활용 GPU자원을 활용하는 것이 바람직하므로 이를 지원대상에서 제외함이 타당함. 또한, 로봇기반 측정검사 NPU 테스트 Cell은 세부 내용의 구체성이 미흡하여 지원대상에서 제외함

36) 2026년도 국가연구개발사업 예산 배분·조정(안)), 과학기술정보통신부 과학기술혁신본부, 2025.8

37) 2026년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침(기획재정부, 25.05), AI 고속도로 구축을 위한 「국가 AI컴퓨팅 센터 추진 방안(안)」 (과학기술정보통신부, 25.09)

<표 5-29> 장비 구축계획의 적정성 분석 결과

(단위 : 백만 원)

번호	테스트베드 명	장비명	구축 년도	비용	
				요구	검토
1	유연제조(FMS) 테스트베드	금속 판넬 유연 제조 (용접조립) Cell	3차년도	7,400	5,000
2		정밀 위치 제어 부품 장착 조립 Cell	2차년도	5,600	4,000
3		AMR/AGV Cell간 이동 연계	2차년도	3,200	3,200
4		통합OCS 시뮬레이션 Cell	1차년도	3,500	3,500
5	적응가공(Adaptive) 테스트베드	정밀 고속 가공기 및 이기종 로봇간 협업 Cell	3차년도	7,700	6,000
6		정밀 절삭가공 및 이기종 로봇간 협업 Cell	4차년도	5,400	5,400
7		정밀 선삭가공 살인AI 품질 예측 및 최적화 Cell	4차년도	2,200	2,200
8		조정밀 측정 및 리워크 연계 Cell	4차년도	3,200	3,200
9		통합OCS 시뮬레이션 Cell	2차년도	3,000	3,000
10	정밀조립(Micro) 로봇 테스트베드	비정형 미세 부품 자율 인식·결합 Cell	3차년도	3,000	3,000
11		초소형 구동계 모듈 복합 조립 Cell	4차년도	3,500	3,500
12		정밀 부품 정렬·삽입 Cell	4차년도	2,700	2,700
13		미세 Force 기반 조정밀 결합 보정 Cell	4차년도	3,000	3,000
14		이기종 마이크로장비 연동 협업 Cell	3차년도	3,100	3,100
15	AI 정밀 검사(QMS) 테스트베드	초고성능 로봇형 검사 비전 시스템 Cell	3차년도	3,900	3,900
16		3D 스캔과 초음파 용접 검사 로봇 Cell	3차년도	3,900	3,900
17		4축 보행 검사 및 안전 모니터링 로봇 세트	2차년도	3,000	3,000
18		원키트(One-Kit) 비전 센서 기술 드론세트	2차년도	1,500	1,500
19	이기종 물류 로봇(MCS) 테스트베드	통합OCS 시뮬레이션 Cell	2차년도	5,200	5,200
20		AI 자율주행 물류 운반 Cell	2차년도	7,000	5,000
21		퍼지컬AI 협동로봇 Cell 구축	2차년도	5,000	5,000
22		AI 스케줄링 기반 흐름제어 Cell	3차년도	8,000	8,000
23		다공정 자동 적재 및 분배 Cell	4차년도	5,000	5,000
24	푸드테크(Food Tech) 테스트베드	HMR 재료 해포 및 전처리 Cell	3차년도	1,600	-
25		HMR 조리·가공 Cell	3차년도	1,800	-
26		HMR 내포장 Cell	3차년도	3,100	-
27		HMR 외포장 및 출하 Cell	5차년도	2,500	-
28		유틸리티 Cell	3차년도	1,500	-
29		신선 셀러드 생산 Cell	4차년도	3,000	-
30	국산NPU 및 고성능 연산 실증 테스트베드	NPU-GPU 성능 테스트베드	1차년도	40,000	-
31		이기종 산업로봇 NPU 테스트 Cell	2차년도	5,500	5,500
32		이기종 휴머노이드 NPU 테스트 Cell	2차년도	8,000	8,000
33		이기종 4축보행 로봇 NPU 테스트	2차년도	6,200	6,200
34		이기종 협동로봇 NPU 테스트 Cell	1차년도	5,500	5,500
35		이기종 AMR NPU 테스트 Cell	1차년도	7,500	7,500
36		로봇기반 측정검사 NPU 테스트 Cell	2차년도	5,800	-
37	통합관제센터(DCC)	테스트베드 통합 관제 플랫폼	5차년도	5,000	5,000
합 계				196,000	129,000

4. 사업단 운영 비용의 적정성

(1) 운영비

□ 사업계획에서는 본 사업의 운영비를 공사기간인 2026년~2030년까지 5년간의 운영비를 제시함

○ 운영비용의 적정성을 검토하기 위해 관련 유사 사례와 비교하여 추정함

○ 사업계획서에서는 신규인력을 최대 40명으로 계획하고 있으며, 2026년~2030년까지 5년간의 누적 인원 합계는 188명으로 운영인력 투입계획을 수립함

<표 5-30> 사업계획의 운영인원 투입계획(2026년~2030년)

(단위: 명)

직급별	2026년	2027년	2028년	2029년	2030년	누적합계
수석(본부장)	3	3	3	3	3	15
책임연구원	7	7	7	7	7	35
(선임)연구원	7	9	12	12	12	52
(전임)연구원	7	9	10	10	10	46
연구원	8	8	8	8	8	40
합계	32	36	40	40	40	188

출처: 기획보고서

○ 인건비 이외에 사업계획의 경상운영비는 5년간 약 7,000백만원, 사업비는 9,500백만원, 합계 약 25,968백만원(인건비+경상운영비+사업비)을 투입하는 것으로 계획하고 있음

<표 5-31> 사업계획의 운영비 투입계획(2026년~2030년)

(단위: 백만원)

구분	인건비	경상 운영비	사업비				합계
			네트워킹	공동R&D (혁신도전 형)	공동R&D (기술확산 형)	글로벌시장 진출지원	
2026년	1,644	1,200	300	1,000	0	800	4,944
2027년	1,816	1,300	600	1,000	0	800	5,516
2028년	2,003	1,500	300	0	600	800	5,203
2029년	2,003	1,500	300	0	600	800	5,203
2030년	2,003	1,500	200	0	600	800	5,103
합계	9,468	7,000	1,700	2,000	1,800	4,000	25,968

출처: 기획보고서

□ 운영비는 인건비, 경상운영비, 사업비 이외에 시설유지관리비를 추가하여 총 4가지 항목으로 나누어 추정함

○ 인건비 산정은 본 검토의 비용기준년도가 2024년 말이므로 인건비는 2024년도 학술연구용역 인건비 기준단가(행정안전부, 2024.1 고시)를 적용하고 한국은행에서 공표하는 소비자물가지수를 적용하여 2024년 말로 보정 후에 산출함

□ (인건비) 주관부처는 유사 단체인 국가신약개발사업단, 광주 인공지능산업융합사업단과 행정안전부 2025년 학술용역인건비 단가를 참고하여 인건비 단가를 반영하였다고 설명하고 있으나, 구체적인 직급별 인건비 단가 산정 내역은 제시되지 않음

○ 2024년말 기준이므로, 2024년도에 고시된 학술연구 인건비 단가(행정안전부)를 적용하여 인건비를 추정하여 반영함

<표 5-32> 2024년도 학술연구용역 인건비 기준단가

(단위 : 원)

구분	직 급	월간(1개월) 참여율 50%	월간(1개월) 참여율 100%	연간(12개월) 참여율 100%
연구직	책임연구원	3,622,585	7,245,170	86,942,040
	연구원	2,777,750	5,555,500	66,666,000
	연구보조원	1,856,832	3,713,664	44,563,968
	보 조 원	1,392,671	2,785,342	33,424,104

자료: 2024년도 학술연구용역 인건비 기준단가, 행정안전부

○ 2024년도를 기준으로 검토안의 1인당 연간 인건비는 직급별로 수석(본부장) 86,942천원, 책임연구원(팀장) 66,666천원, (선임)연구원(팀원) 44,563천원, (전임)연구원(팀원) 33,424천원, 연구원 26,000천원을 각각 연간 급여로 적용함

<표 5-33> 검토안의 직급별 연급여 적용단가

(단위 : 원)

직급별	1인당 연급여		증감 (B-A)	비고
	A.사업계획서	B.검토안		
수석(본부장)	126,000,000	86,942,040	-39,057,960	책임연구원
책임연구원(팀장)	65,000,000	66,666,000	1,666,000	연구원
(선임)연구원(팀원)	50,000,000	44,563,968	-5,436,032	연구보조원
(전임)연구원(팀원)	36,000,000	33,424,104	-2,575,896	보조원
연구원(팀원)	26,000,000	26,000,000	0	준용

자료: 2024년도 학술연구용역 인건비 기준단가, 행정안전부

- 인건비는 2026년 1,481백만원, 2027년 1,637백만원, 신규인력(총 40명) 채용이 완료되는 2028년부터는 1,804백만원이 동일하게 2030년까지 불변금액으로 반영하고, 5년간 총 인건비는 8,532백만원으로 산정됨

<표 5-34> 검토안 연도별 인건비(2026년~2030년)

(단위: 백만원)

직급별	2026년	2027년	2028년	2029년	2030년	누적합계
수석(본부장)	261	261	261	261	261	1,304
책임연구원	467	467	467	467	467	2,333
(선임)연구원	312	401	535	535	535	2,317
(전임)연구원	234	301	334	334	334	1,538
연구원	208	208	208	208	208	1,040
합계	1,481	1,637	1,804	1,804	1,804	8,532

자료: 과학기술정보통신부, 협업지능 퍼지컬 AI 기반 SW플랫폼 연구개발 생태계 조성 보고서(2025.9)

- (경상운영비) 경상운영비는 일반적으로 회계연도마다 계속적·주기적으로 지출되는 경비로서 조직이 활동을 수행하는 데 필요한 일종의 고정적 경비로 경상적 경비의 규모는 일반적으로 일정하거나 혹은 변동이 발생한다 할지라도 대체로 예측이 가능하다는 특징이 있음

- 본 시설은 연구, 테스트, 검사 등을 진행하는 시설이므로 검토안에서는 이와 유사한 기능을 수행하는 공공기관 4개 기관의 경상운영비 과거 실적자료 평균값을 적용하여 본 사업의 경상운영비를 산출함
- 해당 기관들의 경상운영비 자료를 분석한 결과, 1인당 연간 경상운영비 평균 금액은 24.29백만 원으로 조사되었으며, 검토안에서는 해당 단가를 적용하여 경상운영비를 산정

<표 5-35> 유사 기관의 1인당 평균 경상운영비 실적자료

(단위 : 명, 백만원)

주요 기관	A. 임직원 (명)	B.경상운영비 (백만원)	1인당 경상운영비 (B/A)
한국로봇산업진흥원	73	3,142	43
환경산업기술원	189	2,709	14
한국탄소산업진흥원	105	3,606	34
한국나노기술원	67	1,083	16
평균	108.5	2,635	24.29

주: 임직원은 일반정규직 기준인원임(무기직 인원 제외)

자료: 알리오(ALIO), 공공기관 경영정보 공개시스템

- 검토안의 경상운영비는 사업구축계획서의 연차별 투입 인원에 상기에서 산출된 유사 연구기관의 1인당 경상운영비 평균인 24.29백만 원을 연도별 투입 인원에 적용하여 2026년~2030년까지 5년간의 총 경상운영비는 4,567백만 원으로 산정됨

<표 5-36> 검토안 연도별 경상운영비

(단위: 백만원)

구분	2026년	2027년	2028년	2029년	2030년	합계
인원(명)	32	36	40	40	40	188
경상운영비	777	874	972	972	972	4,567

- (시설유지관리비) 시설유지관리비는 관련 유사 사례와 비교하여 공사비의 2%를 반영하였으나, 동 사업 종료 후 반영이 필요하므로 총사업비 산정에서는 제외함
- 시설유지관리비는 시설물 유지관리, 보수 및 수선, 교체를 위한 비용으로서 동 사업의 계획을 토대로 검토 결과 사업기간인 2026년~2030년에는 발생하지 않을 것으로 판단됨
- 신축 건물의 경우 초기 시설유지관리비는 적게 투입되나, 시간이 경과함에 따라 관련 비용이 증가하므로 사업 종료 이후 시설 유지 관련 예산 확보방안 등이 사전에 고려되어야 함
 - 시설유지관리비는 유사 예비타당성조사 보고서의 사례에 따라서 공사비의 2%를 적용하는 것이 일반적이거나, 사업 종료 이후 소요되는 금액으로 동 사업의 총사업비에는 반영하지 않음

<표 5-37> 시설유지관리비 산정

(단위 :백만 원)

구분	A.건축공사비	B.적용 비율	금액(AxB)
시설유지관리비	59,112	2%	1,182

* 부가가치세 제외

(2) 사업비

- 주관부처는 사업단 내 포함된 네트워킹, 공동R&D, 글로벌 시장진출지원을 위한 퍼지컬AI 얼라이언스 과업 수행을 위해 총 95.0억 원을 요구함

년도	네트워킹	공동R&D (혁신도전형)	공동R&D (기술확산형)	글로벌시장진출지원
2026년	300	1,000	0	800
2027년	600	1,000	0	800
2028년	300	0	600	800
2029년	300	0	600	800
2030년	200	0	600	800

출처: 기획보고서

- 퍼지컬AI 얼라이언스의 경우, 국내·외 선도 기관과의 협력 계획이 구체적인 기술 협약(MOU)이나 실무적 협약 없이 단순 나열 수준에 그치고 있어 실질적인 협업 매커니즘이 정의되지 않은 선언적 계획에 불과하여 실효성이 의문시되므로 이를 통한 사업비 지원의 타당성이 없어 해당 예산을 제외함이 타당함
- 공동R&D수요발굴, 공동R&D 및 글로벌 시장진출 지원은 동 사업의 내역사업 1-1과 1-2를 연계하여 글로벌 공동R&D를 지원하고자 하나, 동 사업의 총괄과제 지원과 더불어 글로벌 협력 R&D 추가 지원의 필요성에 대한 논리적 근거가 부족함
- 또한, 글로벌 대응의 사업내용/목적 등이 제시되지 않아 지원의 필요성이 불분명하며, 타 사업을 통한 표준화 활동 등이 지원되고 있는 상황에서 동 사업의 초기부터 글로벌 시장진출을 위한 글로벌 대응 및 표준화 활동 지원 등의 필요성 또한 불분명함

제 6 장 종합분석 및 결론

제 1 절 사업계획 원안에 대한 조사결과

- (문제/이슈 도출의 적절성) 한국형 협업지능 퍼지컬 AI의 핵심 기술과 신뢰성 적용성 확보를 위한 연구 및 실증기반 구축이 시급하다고 제시하고 있으나, 상세한 분석보다는 선언적인 내용으로만 제시되어 동 사업을 통한 지원 범위가 명확하지 않은 한계가 존재함
- (협업지능 퍼지컬 AI 정의 및 범위) 동 사업에서 제시된 협업지능 퍼지컬AI(공정-기계-로봇간 협업이 가능한 시스템) 분야는 다양한 주체(산업통상부, 중소벤처기업부 등)을 통해 지원되는 상황으로 '협업지능'을 산업계가 수용 가능한 기술 표준 체계로 정립하여 과제의 지원 범위 등을 구체화하기 위한 분석이 미흡함
- (기반구축 필요성 및 범위) 기술 신뢰성과 적용성 확보를 위한 개방형 연구·실증기반 역시 구체적 범위와 구축 필요성을 명확하게 하기 위한 퍼지컬AI 기술 공급 주체의 개발 환경 요구사항과 수요 주체(제조업체)의 실증 환경 요구사항을 동시에 충족할 수 있도록 기존 기반 구축의 문제점 등을 분석하고 사용자별 요구사항(User Requirements)을 구체적으로 도출하였어야 하나 이에 대한 분석이 미흡함
- (사업 목표의 적절성) 사업목표 설정을 위한 정책수단과 이를 통해 달성하고자 하는 정책목표 간의 관계가 명확히 드러나지 않는 한계가 존재함
- 동 사업은 수행하고자 하는 핵심적 정책수단으로 '퍼지컬 AI 선순환 R&D구조 실현'과 달성하고자 하는 정책목표로서 '퍼지컬AI 기술 경쟁력 확보'를 제시하고 있으나,
 - 해당 분야의 기존 R&D 체계 내에서 문제 및 개선하고자 하는 지향점이 불분명하여 선순환 R&D구조 실현의 개념과 범위가 명확하지 않으며, 정책목표인 기술 경쟁력 확보도 포괄적 정의로 중점적으로 강화하고자 하는 범위와 우선순위가 명확히 제시되지 않음
- 제시된 성과목표인 '협업지능 퍼지컬AI 핵심기술 확보', '협업지능형 퍼지컬 AI기반 조성', '퍼지컬AI 활용·확산'은 세부 추진 활동을 나열하는 수준의 표현에 머무르고 있어 사업목표에 어떠한 방식으로 기여하는지 연계성이 충분히 드러나지 않음

- 또한, 성과지표인 구축진행률 및 AI검증률과 같은 일부 지표는 단순 과정 중심의 지표 구성으로 인해 사업 목표와 성과 간의 논리적 연계성이 미흡하며, 매출액 성장률과 같은 외생 변수에 민감한 지표는 사업의 직접적인 기여도를 입증하기 어려워 사업의 성과목표 달성 여부를 객관적으로 판정하는 데 한계가 존재함
- (세부활동 도출의 적절성) 주관부처가 제시한 총괄과제 및 장비 선정 절차는 형식적인 단계(기술검토, 수요조사, 위원회 심의 등)를 갖추고 있으나, 객관적 데이터와 구체적인 선별 로직 등 실질적인 근거 제시가 부족하여 선정된 과제 및 장비의 적절성 판단에 한계가 존재함
- 총괄과제 및 장비 선정을 위한 다양한 의사소통 및 의사결정 방식 등 관련된 내용을 확인할 수 없어 선정된 과제 및 장비가 수요를 전략적으로 반영하여 추진된 것으로 판단하기 어려우며, 위원회의 주관적 합의에 의한 나열의 가능성이 높음
 - 총괄과제 선정을 위해 1단계(5대 응용군)에서 2단계(306건 수요조사 → 15개 후보군 → 12개 후보)로 압축하고 종합적인 평가를 통해 10개 총괄과제를 확정하였다고 하나, 어떤 기준에 의해 특정 기술이 제외되고 선택되었는지에 대한 정량적 평가 결과나 기술별 비교 검토 결과 등 근거자료가 제시되지 않음
 - 또한, 장비선정을 위해 전문가 16인의 기술기획위원회의 4회 대면회의를 통해 장비 구축 리스트 도출한 후 사업계획적정성검토과정에서 장비의 활용 수요조사를 실시하는 등 장비 선정의 절차적 정당성을 확보하지 못했으며, 활용수요조사는 기획의 타당성을 확보하기 위한 형식적 절차로 판단됨
- (연계 전략의 적절성) 주관부처는 총괄과제(기반연구 → 응용연구) → 실증테스트베드 단계로 순환되며, 연구성과는 각 실증존(제조·물류·푸드테크·NPU)에 투입되어 기술검증 및 데이터 환류 구조를 갖추고 있다고 설명하고 있으나, 실질적인 협업 매커니즘이 구체화되지 않아 위험요인이 존재함
- (총괄과제 간 연계) 실질적인 연계 체계가 미흡할 경우 과제별 독자 노선 구축으로 인한 예산 중복 투자 및 사업 목표 달성의 불확실성이 존재하므로, 총괄과제 간 연계를 위해 기술 규격의 통일, 데이터 환류의 강제, 일정의 동기화, 이해관계 조정(Governance) 등을 포함한 실행 중심의 추진 체계가 사업계획서에 반드시 구체화되어 반영되어야 함

- (연구과제-인프라 간 연계) 장비 구축 시점과 연구개발과제의 R&D 데이터 확보/성과 검증 시점과의 시간적 동기화(Synchronization) 전략을 마련하여 실질적 인프라 활용 체계를 갖추어야 하나, 시설이 구축되기 이전에 임시로 장비구축이 이루어짐에 따라 장비도입 지연/구축장비의 이전 등 불확실성에 대한 대응방안 마련이 불명확함
- (세부활동의 적절성) 본격적인 사업 추진 이전에 총괄과제간 산출물 연계 방안, 총괄과제간 중복 투자 방지를 위한 R&R 명확화 등 보완이 필요하며, 일부 내역사업은 추진 타당성이 미흡함
 - (내역 1-1) 총괄과제간 연계 및 효과적인 성과물 도출을 위해 총괄과제 간 전략적 연계를 위한 거버넌스 체계, 실효성 있는 성과 확산을 위한 수요기업 참여 계획 등에 대한 실현가능한 계획이 구체화되어야 함
 - 대부분의 과제는 과제 내 중복되는 기술영역이 존재하므로 과제별 R&R을 명확히 하고 산출물의 연계를 위한 거버넌스 등에 대한 구체화가 필요함. 또한, 과제 특성 상 산업계 요구사항을 반영하여 기업의 활용도를 높이는 전략이 필요하며 데이터 확보 방안의 구체화와 지표 및 목표치의 재검토가 필요함
 - 총괄과제 9는 범용성을 고려할 때 식품산업에 필요한 기술 요소를 조사하거나 분석이 미흡하여 푸드테크 분야에 현재 제시된 기술들의 적용으로 인한 파급효과가 제한적일 것으로 판단되어 예산 투입의 적절성이 미흡하며, 총괄과제 10의 일부 세부과제는 기존의 보안기술과의 차별성이 부족하여 추가적인 지원의 당위성이 미흡함
 - (내역 1-2) 기반기술 및 인프라가 확보되지 않은 상황에서 내역사업 1-2(기술확산 지원)를 지원하는 것은 당초 지원목적인 협업지능 퍼지컬AI 기술을 적용한 기반 연구 및 응용연구의 결과와 검증/실증 테스트베드 등 인프라를 활용한 기술 확산과 연관관계가 존재하지 않아 지원 타당성이 미흡함
 - 내역사업 1-1을 통해 개발된 SW플랫폼 솔루션을 모빌리티, 물류, 푸드테크 관련 기업을 대상으로 기술 확산 체계 구축하고자 하나, 실질적인 사업 내 성과물이 존재하지 않는 상황에서 1차년도부터 지원하는 것은 시간적 선후관계가 부적절함
 - 단일 공정(1단계, PoC)과 복합 공정(2단계, 기술적용)으로 정의하여 지원을 구분하고 있으나 수행하고자 하는 내용이 불분명하고 2단계 진입과제의 선정기준 또한 불분명함

- 기존에 추진 중인 모빌리티, 물류, 제조 관련 스마트 공장 지원 사업이나 스마트 제조혁신 지원사업(중소벤처기업부) 내 스마트공장 관련 지원 사업 및 중소제조 특화 Multi AI Agent 개발 등과의 차별성이 미흡하여 추진타당성이 미흡함
- (내역 2) 시설구축 비용은 유사사례를 기준으로 검토하고 장비는 국가연구시설장비 진흥센터(NFEC)의 검토 결과를 준용하여 반영한 결과, 용지보상비의 산정 및 장비 도입의 타당성이 미흡한 부분이 존재함
 - 사업대상지로 제시된 지번을 토대로 산정한 면적은 207,636㎡이나, 전북대학교 180,000㎡/지방비 67,000㎡를 현물출자하는 것으로 계획하고 있어 사업대상지가 불분명하고, 제안된 부지 중 동 사업의 시설구축에 해당되는 국유지(교육부)인 부지면적인 31,075㎡에 해당하는 면적만 용지보상비로 산정하는 것이 바람직함
 - 단가 산출 근거가 불분명하거나 과도하게 책정된 장비는 적정 금액으로 조정하였으며, 대규모 GPU 구매는 비R&D를 통해 구축하고 R&D는 클라우드 서비스를 통한 자원 제공 및 공동활용 중심의 지원을 강화하는 정책 방향에 부합하도록 장비 도입 비용을 조정하여 반영함
- (내역 3) 공동R&D수요발굴, 공동R&D 및 글로벌 시장진출 지원은 동 사업의 내역사업 1-1과 1-2를 연계하여 글로벌 공동R&D를 지원하고자 하나, 동 사업의 총괄과제 지원과 더불어 글로벌 협력 R&D 추가 지원의 필요성에 대한 논리적 근거가 미흡함
 - 국내·외 선도 기관과의 협력 계획이 실질적인 협업 메커니즘이 정의되지 않은 선언적 계획에 불과하여 실효성이 의문시되며, 글로벌 대응의 사업내용/목적 등이 제시되지 않아 지원의 필요성이 불분명함
- (시간적 선후 관계의 적절성) 주관부처는 핵심 기술 확보와 검증 인프라 구축을 강조하며 동시 착수할 예정하고 있으나, 시설이 구축되지 않은 상황에서 장비가 구축되는 등 시간적 선후관계의 적절성이 미흡함
- 시설 구축 전 장비 도입이 계획되어 있고, 건축 공사 중 임시 공간 활용 계획을 제시하였으나 실질적인 장비 구축 및 운영 가능성 측면에서 한계가 존재함
 - 임시공간으로 제시하고 있는 창업보육센터3과 창조2관은 현재 기업이 입주하고 있거나 피지컬AI 핵심기술 실증(PoC) 시범사업(비R&D))을 통해 1천여 평 실증기반 인프라 구축을 진행하고 있는 상황에서 공간 활용의 실효성이 있는지 의문시됨
 - 사업기간 중에 신축 시설로의 '28~'29년 단계적 이전 계획을 밝히고 있으나, 동 사업의 시설구축 예산 세부 실행 계획과 불일치하여 실현 가능성을 신뢰하기 어려움

- (추진전략의 적절성) 다양한 협의체 등을 제안하고 있으나 주체 및 역할 등이 불분명하며, 연구개발과제와 시설·장비 등 인프라 구축의 관리 주체가 연구관리전문기관 및 퍼지컬AI 융합기술 사업단으로 이원화될 경우 실질적인 연계 활동인 기술적 수요와 인프라 공급 간의 불일치 등으로 인해 효율성이 저해될 수 있음
- 총괄운영위원회, 퍼지컬AI 얼라이언스, 기술통합위원회 등 위원회의 참여 범위 및 역할, 구체적 전략, 운영계획 등 실질적인 운영을 위한 기준이 구체적으로 마련되지 않아, 위원회의 형식적·표면적 운영에 대한 우려가 존재함
 - 총괄주관연구개발기관의 책임자로 구성되는 기술통합위원회를 산업체 등 영리기관의 총괄주관 참여를 배제하여 구성하고자 하나, 이는 실제 산업 현장의 요구사항(Needs)이나 비즈니스 모델(BM)에 대한 이해도를 낮추어 연구 성과물이 시장과 괴리되거나 실제 산업 현장에서의 활용성이 저하될 우려가 있음
 - 퍼지컬AI 얼라이언스의 경우, 국내·외 선도 기관과의 협력 계획이 구체적인 기술 협약(MOU)이나 실무적 협약 없이 단순 나열 수준에 그치고 있어 실질적인 협업 메커니즘이 정의되지 않은 선언적 계획에 불과하여 실효성이 의문시됨
 - 내역사업 1-2의 운영을 위해 사업단 내에 기술공급컨소시엄을 구축하여 디지털트윈·퍼지컬AI 기술확산 플랫폼을 다수의 공급·수요기업이 참여하는 구조로 확장하여 체계적으로 운영한다고 제시하고 있으나, 과제관리주체는 연구관리전문기관으로 하고 기술공급컨소시엄(전북대, 성균관대, KAIST, 현대자동차, 네이버, 캠퍼스종합기술원 등)은 사업단 내 구성되어 실질적인 체계적 운영이 가능한지 의문시됨
 - (재원조달 가능성) 국고, 지방비, 민자 등 조달에 있어 사전협의를 미흡하거나 실질적인 분석이 이루어지지 않아 재원조달의 위험요인이 존재함
 - 과학기술정보통신부의 연차별 R&D 예산 현황(지역균형발전 특별회계)을 토대로 검토 결과, 동 사업에 필요한 연 평균 1,200억원 예산을 확보하기 위해서는 동 사업에 대한 지역균형발전 특별회계의 중앙부처 우선순위 확보가 필요함
 - 동 사업에 참여하는 지자체인 전북특별자치도와 완주군이 지방비에 대한 매칭비율 등에 대한 사전협의를 완료되지 않았으며, 예산 확보의 불확실성이 존재함
 - 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침(기획재정부)의 기반구축형 연구개발 사업(예타, 장비비 50% 상한)에 해당되어 지방비 투자의 증가 가능성이 높아 지자체(전북특별자치도, 완주군) 간 지방비 분담 비율 및 예산 확보 방안 등에 대한 세밀한 검토 및 협의를 필요함

- 민간부담금과 관련된 기업 리스트에는 대부분 피지컬AI 도입을 희망하는 제조 중소기업의 기업 기본 정보만을 제시하고 있어 실제 민간부담금 조달에 기여 가능한 기업군에 대한 분석은 미흡함
- (법·제도적 위험요인) 기반시설·장비 소유/사용 주체 및 시설/장비의 세부 운영 방식에 대해 주관부처, 지자체, 연구관리전문기관 간 종합적 협의가 진행되지 않아 사업 추진 및 사후 운영 단계의 리스크가 존재함
- 주관부처는 시설 및 장비의 소유권과 사용권은 현금매칭을 진행한 민간투자주체에 관련 권한을 부여하고 사업을 운영하나, 사업목적 달성 및 공공성을 확보하기 위해 관련 문제 발생시 사업단에서 조율하는 체계를 구성할 예정인 것으로 밝히고 있으나, 민간투자주체 등에 대한 권한 부여에 따른 권리관계 문제에 대한 법률적·행정적 검토가 제시되지 않음
- 또한, 동 사업 기간 및 사업 종료 후 운영 재원 확보를 위한 재정 부담 구조 확립이 필수적이나, 지자체(전북특별자치도, 완주군) 및 전북대학교 등 이해관계자 간 운영방식 및 비용분담에 관련된 공식적 협의가 확인된 바 없음

제 2 절 주관부처 소명자료에 대한 검토결과

- 주관부처는 소명자료를 통해 협업지능을 구체화하고 과제의 지원범위 설정을 위해 국내·외 사례를 통해 총괄과제의 필요성을 언급하고, 피지컬AI 기술 공급 주체의 개발 환경 요구사항과 수요 주체(제조업체)의 실증 환경 요구사항을 제시하여 기반구축의 필요성을 제시하고 있으나, 여전히 선언적 수준에 머무르는 한계가 존재함
- 주관부처는 소명자료를 통해 동 사업에서 협업지능을 제조분야, 특히 자동차 제조 분야에 인공지능을 적용하여 다중 로봇이 협업하는 지능형 시스템으로 구체화하고, 해당 분야의 특성 상 단일 인공지능 기술이 아닌 로봇이 협동하는 협업 인공지능의 개발과 표준화가 필수적임을 밝히고 있음
 - 과제의 지원범위 설정을 위해 현대자동차, 테슬라, LG전자, 지멘스 등 사례를 제시하고 각 총괄과제의 필요성을 서술하고 있음
 - 또한, 기존의 AI 및 로봇 실증 관련 인프라는 AI 솔루션 개발(알고리즘·모델 중심), 로봇 검증(하드웨어 중심), 제조 실증(현장 적용 중심)으로 분절되어 운영되고 있어 실시간성·안전성·오류 복원성 등 핵심 성능을 종합적으로 평가하는 데 한계가 존재함을 밝히고 있음
- 주관 부처의 소명자료는 글로벌 및 국내 사례에 대한 정성적 나열에 그치고 있으며, 이는 기존 연구 및 기술의 미비점을 서술하는 수준으로 해외 선도 기술과의 객관적 비교·분석으로까지 확장되지는 못하고 있는 한계가 존재함
 - 소명자료에서는 동 사업에서 목표로 하는 영역을 자동차 제조 분야로 구체화하고 현대차 및 테슬라 사례를 통해 VLA 모델의 부재를 한계로 지적하고 있으나, 이는 기존 연구의 미비점에 대한 정성적 기술에 치우쳐 있음
 - NVIDIA Cosmos 등 해외 선도 피지컬AI·월드 파운데이션 모델과 대비하여 ‘한국형 협업지능 피지컬AI’가 갖는 기술적 차별성, 성능 수준, 기술성숙도(TRL) 상의 격차에 대한 정량적 분석이 제시되지 않아, 본 사업을 통해 선제적으로 확보하고자 하는 독자적 기술 영역과 지원 범위가 명확히 드러나지 않는 한계가 있음
 - 또한, 기존 AI 및 로봇 실증 관련 인프라가 AI 솔루션 개발(알고리즘·모델 중심), 로봇 검증(하드웨어 중심), 제조 현장 실증(적용 중심)으로 분절되어 운영되어 왔다는 문제 인식은 제시되고 있으나, 피지컬AI 기술 공급 주체의 개발 환경 요구사항과 제조 수요 주체의 실증 환경 요구사항을 어떻게 구체적으로 도출하고, 이를 기존 기반의 한계와 연계하여 본 사업의 연구·실증 인프라로 어떻게 통합·해결할 것인지에 대한 분석은 제한적으로 제시되고 있음

- ‘한국형 협업지능 피지컬AI’를 해외 선도 모델 및 글로벌 오픈소스 대비 기술적·산업적 차별성이 명확한 독자적 기술 영역으로 정의하고, 국내 제조 데이터 특수성을 반영한 모델의 우월성을 정량적 평가지표와 기술성숙도 비교를 통해 제시함과 동시에, 기술개발과 실증을 아우르는 지원 범위와 기반 구축의 역할을 보다 구체적으로 재정립할 필요가 있음

□ 사업목표 설정을 위한 정책수단과 이를 통해 달성하고자 하는 정책목표 간의 관계가 당초에는 명확히 드러나지 않는 한계가 있었으나, 주관부처의 소명 및 보완을 통해 일부 개선된 것으로 판단되나 사업의 목표를 고려한 성과지표의 적절성 및 측정방법 등에 대한 보완이 여전히 필요한 측면이 존재함

- 소명자료에서는 정책수단으로 ‘피지컬 AI 선순환 R&D구조 실현’과 달성하고자 하는 정책목표로서 ‘피지컬AI 기술 경쟁력 확보’에 대해 구체화하고 사업목표 달성을 위한 성과지표를 수정하여 제시함
 - 선순환 R&D 구조를 기술 개발 → 테스트베드·실증 → 표준·SW·특허 성과화 → 차기 기술 고도화의 전주기 구조로 정의하고, 기술경쟁력 확보를 ‘원천기술 확보 → 구조적 자립 → 산업 확산’이라는 정책적 목표 체계로 구체화하여 제시하고 K-피지컬AI 무인공장 10개 구축과 수출 5건을 사업목표로 추가하여 제시함
 - 주관부처는 사업목표를 K-피지컬 무인공장 구축을 위한 기술경쟁력 확보로 설정하고 이를 위한 성과지표를 수정하여 제시함

<표 6-1> 소명자료를 통해 제시된 성과목표지표(변경)

성과목표	기존 성과지표	변경 성과지표
① 협업지능 피지컬AI 핵심기술 확보	① 삼극특허	① K-피지컬AI SW 개발 7건* ② 삼극특허 60건 ③ 피지컬AI 기술표준 20건 ④ K-피지컬AI 기술이전 50건
② 협업지능형 피지컬AI 기반 조성	② 시설구축 진행율 ③ 장비구축 진행율	⑤ 테스트베드 활용기업 1,270 개사 ⑥ 기업 및 연구소 집적화 30개 ⑦ K-피지컬AI 솔루션 보급 및 지원 100건
③ 협업지능형 피지컬AI 검증 모델 신속 활용·확산	④ 피지컬AI 검증률	⑧ 글로벌 얼라이언스 구축(MOU 100건) ⑨ 국제 기술표준화 활동 55건

* 국산 SW 개발 분야: FM 2건, 디지털트윈 1건, 사물레이션 1건, Sim-To-Real 1건, SDF-OCS 1건, 보안 소프트웨어 1건 등 총 7건

- 퍼지컬AI 핵심 기술을 산업 현장에서 실제 적용·확산 가능한 형태로 내재화하는 역량 확보로 정의하며, 이는 기반·모델 기술 → 플랫폼·표준 → 실증·확산으로 이어지는 기술 전주기 연계 구조를 통해, 외산 의존도가 높은 핵심 영역을 국산 기술로 대체·확장하는 구조적 경쟁력 확보를 의미로 설명하고 있어 선순환 R&D 구조 개념과 범위가 일정 부분 설명력을 갖고 있는 것으로 판단됨
- 그러나, 주관부처는 K-퍼지컬 무인공장 구축을 위한 기술경쟁력 확보함으로써 사업종료시점에 퍼지컬AI 무인공장 10개 구축과 수출 5건을 제시하고 있으나, 해당 목표에 사용되는 무인공장의 개념적 범위 및 수출의 정의가 불분명하고 이를 측정하기 위한 수단 역시 제시되지 않아, 사업 종료 시점에서 기술경쟁력 확보라는 사업목표의 달성 정도를 객관적으로 판단하기에는 한계점이 존재함
- 동 사업을 통해 확보된 국산 퍼지컬AI 기술의 확산이 실제 산업 현장의 성과로 어떻게 연결되는지를 보다 명확히 입증하기 위해, 기술경쟁력 확보에 대한 개념을 수요기업의 공정 효율 개선율, 현장 가동률 변화, 불량률 감소 등과 같이 실질적 산업·경제적 효과로 환산하고 연계할 수 있는 지표 설정에 대한 추가적인 고려가 필요함
- 주관부처는 성과목표인 ‘협업지능 퍼지컬AI 핵심기술 확보’, ‘협업지능형 퍼지컬 AI기반 조성’, ‘퍼지컬AI 활용·확산’을 유지하고, 사업목표와 성과지표 간 연계성을 강화하고 추가된 사업목표달성을 고려하여 구축진행률 등 과정 중심 지표를 제외하는 등 보완을 수행한 점은 긍정적으로 평가되나, 개별성과지표의 정량성·측정 가능성, 관리·운영 체계 및 평가 기준 등에 대한 구체성은 여전히 미흡함
- 기술경쟁력 강화를 통해 달성하고자 하는 사업의 목표인 퍼지컬AI 무인공장 10개 구축 및 수출 5건과 개별 R&D 활동에 따른 성과지표 달성이 어떠한 경로로 논리적으로 기여하는지에 대한 설명이 구체화되지 않아, 목표간 연계성은 여전히 선언적인 수준에 머무르고 있는 것으로 판단됨
- 성과목표인 ‘협업지능 퍼지컬 AI 핵심기술 확보’, ‘협업지능형 퍼지컬 AI 기반 조성’, ‘퍼지컬 AI 활용·확산’은 기존과 동일하게 세부 추진 활동을 나열하는 수준의 표현에 머무르고 있음. 이에 따라 동 사업이 지향하는 기술경쟁력 확보를 위해 원천기술 확보 → 구조적 자립 → 산업 확산으로 이어지는 정책적 목표 체계를 반영한 성과목표로 재정립할 필요가 있으며, 수립된 성과목표는 사업목표와의 연계성이 명확히 드러나도록 설정되어야 함

- 성과지표는 연구개발사업의 효과를 계량화하여 객관적으로 측정가능하여야 하나, 일부 지표는 개념 정의가 명확하지 않고 측정산식 및 평가 방법 또한 제시되지 않아 실효성 측면에서 한계가 존재함. 예를 들어, K-퍼지컬AI SW 개발 건수는 인정 기준이 되는 성능 수준, 기능 범위, 기술성숙도(TRL) 등 최소 요건이 명시되지 않아 구체성이 미흡하며, MOU 건수나 기술표준화 활동 건수 등 사업 수행과정에서 이루어지는 활동성 지표가 사업의 실질적 기술성과 및 산업적 파급효과를 얼마나 적절히 반영하는지에 대해서는 추가적인 검토가 필요함

□ 내역사업별 성과지표 중 시설·구축 진행률과 같은 과정지표의 삭제 등 긍정적인 측면이 존재하나, 소명자료에서는 단계를 구분하고 변경성과지표를 제시하고 있으나, 내역사업별 성과목표 및 단계별 성과목표가 제시되지 않아 내역사업이 지향하는 바가 명확하지 않으며, 제시된 성과지표는 사업의 성과지표를 분류하여 내역사업별로 정리하여 제시한 수준에 불과함

○ 주관부처는 소명자료를 통해 내역사업별 성과지표를 수정하여 제시함

- 주관부처는 내역 1-1(협업지능 퍼지컬AI 핵심기술개발 및 확산) 분야의 성과지표 중 SCI급 논문건수 및 기술이전건수를 삭제하고 K-퍼지컬AI SW개발건수를 추가하여 제시함

<표 6-2> 내역사업 1-1 성과지표의 변경전후 비교

기존 성과 목표	연차별 성과지표	'26	'27	'28	'29	'30	합계
	삼극특허(건)	-	-	20	20	20	60
	SCI급 논문(건)	300	400	500	600	700	2,500
	기술이전(건)	20	30	40	50	60	200
	기술표준(건)	-	10	15	15	20	60

변경 성과 목표	연차별 성과지표	전기('26 ~ '28년)			후기('29 ~ '30)		합계
	K-퍼지컬AI SW 개발(건)	-	1	2	2	2	7
	삼극특허(건)	-	-	20	20	20	60
	퍼지컬AI 기술표준(건)	-	-	5	7	8	20

- 내역 1-2(기술확산형 퍼지컬AI 연구개발) 분야의 성과지표 중 SCI급 논문건수 및 실증레퍼런스 건수를 삭제하고 K-퍼지컬AI 솔루션 보급건수를 추가하여 제시함

<표 6-3> 내역사업 1-2 성과지표의 변경전후 비교

기존 성과 목표	연차별 성과지표	'26	'27	'28	'29	'30	합계
	기술이전(건)		12	12	13	13	50
	SCI급 논문(건)		24	24	26	26	100
	실증레퍼런스(건)	-	12	12	13	13	50

변경 성과 목표	연차별 성과지표	전기('26 ~ '28년)			후기('29 ~ '30)		합계
	K-퍼지컬AI 기술이전(건)		12	12	13	13	50
	K-퍼지컬AI 솔루션 보급(건)		24	24	26	26	100

- 내역 2(기술검증 테스트베드 플랫폼화 추진) 분야의 성과지표는 기존 시설 및 장비의 구축진행률을 제외하고, 테스트베드 활용기업수를 성과지표로 변경하여 제시함

<표 6-4> 내역사업 2 신규 성과지표

변경 성과 목표	연차별 성과지표	전기('26 ~ '28년)			후기('29 ~ '30)		합계
	테스트베드 활용기업 (개사, 누적)	16	144	288	384	438	1,270

- 내역3(사업단 운영) 분야의 성과지표는 신규로 기업 및 연구소 집적화 건수, 글로벌 얼라이언스 구축 MOU건수, 국제기술표준화 활동 건수를 제시함

<표 6-5> 내역사업 3 신규 성과지표

변경 성과 목표	연차별 성과지표	전기('26 ~ '28년)			후기('29 ~ '30)		합계
	기업 및 연구소 집적화(개)	-	-	10	10	10	30
	글로벌 얼라이언스 구축 (MOU, 건)	10	15	20	25	30	100
	국제 기술표준화 활동(건)	5	5	10	15	20	55

- 주관부처는 사업 종료 시점에서 달성하고자 하는 최종적인 목표에 부합하도록 사업 추진 상황을 점검하기 위해 전기(3년)·후기(2년)의 2단계 추진 체계를 설정한 것으로 판단되나, 긍정적인 단계 구분의 취지에 비해 단계별 목표가 충분히 구체화되지 않았으며 단계별 성과를 관리·점검할 수 있는 성과지표 체계 또한 미흡한 것으로 판단됨
 - 동 사업이 협업지능 퍼지컬 AI 분야의 기술 성숙도 제고 및 산업 확산이라는 사업 특성을 고려할 때 단계 구분을 통해 실질적인 사업 관리 및 성과 점검 수단으로 기능할 것으로 판단되나, 전체 사업비 중 높은 비중의 연구개발 투자가 이루어지는 내역사업 1-1의 초기 3년(전기) 1단계의 경우, 원천기술 확보를 위한 연구개발이 집중적으로 수행됨에도 불구하고 해당 기간 동안 성과를 체계적으로 관리·점검할 수 있는 정량적 성과지표가 부재하여 성과관리의 공백이 발생할 우려가 있음
 - 연구개발 성과를 적절히 관리·평가할 수 있도록 단계별 성과목표를 재설정하고, 1단계의 경우 원천기술 확보 수준과 기술 성숙도 제고를 반영할 수 있는 성과지표를 추가적으로 도입할 필요가 있음
- 동 사업이 지향하는 기술경쟁력 확보를 위해 원천기술 확보 → 구조적 자립 → 산업 확산으로 이어지는 정책적 목표 체계를 고려할 때 제시된 성과지표가 적절한 지에 대한 재검토가 필요함
 - 예를 들어, 내역사업 1-1은 원천기술 확보 등을 목적으로 진행하는 사업으로 당초 핵심 도전 목표였던 SCI급 논문 총 2,500건의 지표가 삭제된 사유가 명확하게 제시되지 않음. 반면, 추가되어진 성과지표인 퍼지컬AI 기술표준(표준특허 포함)건수는 퍼지컬AI 관련 특허청 등록 기술표준으로 할 경우 상대적으로 달성이 용이한 지표로 판단되어, 원천기술 확보 성과를 충분히 대변하는 지표로 보기에는 한계가 있음
 - 또한, 기존에 제시되었던 기술이전건수 대비 축소된 목표 수준에 대한 합리적인 설명이 제시되지 않았으며, 신규로 제시된 K-퍼지컬AI SW 개발건수의 세부항목(파운데이션 모델 2건/디지털트윈 1건/시뮬레이션 1건/Sim-to-Real 1건/SDF-OCS 1건/보안 SW 1건)은 각 항목별로 어떤 성능 수준과 기능 요건을 충족해야 '1건'으로 인정되는지 기준이 제시되어 있지 않아 성과지표로서의 측정가능성과 객관성이 미흡함
 - 아울러, 추가로 제시된 K-퍼지컬AI 솔루션 보급건수 역시 지표의 정의가 명확하지 않아, 정량적 측정 가능성, 관리·운영 체계 및 평가 기준 등이 제시될 필요가 있음

- 동 사업의 장비 구축은 제안된 연구개발 과제의 수행 및 실증·확산을 지원하기 위한 수단으로서 필요성은 인정되나, 상세한 장비 구축 계획 수립과정에서 이해관계자의 추가적인 의견수렴 및 공동활용 가능성을 검토하고, 연구개발과제 진행을 고려한 장비구축 우선순위에 대한 추가적인 검토가 필요함
- 주관부처는 소명자료를 통해 R&D에서 요구하는 연구개발 내용 기술 검증 기반 및 연구 인프라 설계 등 기술적 관점에서의 장비 구축 리스트를 전문가 워킹그룹 중심으로 진행된 배경을 설명하여 제시함
 - 주관부처는 미래 제조 기술의 핵심인 '협업지능 피지컬 AI(Physical AI)'는 단순히 개별 장비를 도입하는 수준을 넘어, 가상과 현실이 실시간으로 상호작용하는 고도의 통합 시스템으로, 일반적인 제조 기업을 대상으로 장비 수요 및 사양 조사를 진행하는 것에는 구조적이고 논리적인 한계가 존재함을 설명함
 - 협업지능 피지컬 AI는 Sim-to-Real(가상-실현 격차 해소)과 같은 미래 지향적 기술을 요구하나, 대다수 기업은 당장 현장에 적용 가능한 '안정적인' 장비 위주로 답변하거나, 기술 선도적인 테스트베드 구축이 아닌 현재 수준의 자동화 라인을 복제하는 수준에 그칠 위험이 존재하여,
 - 미래 제조 기술의 핵심인 '협업지능 피지컬 AI(Physical AI)'는 단순한 기업 설문 조사보다는 '기술 주도형(Technology-Push)' 접근이 필요했음을 제시함
- 주관부처가 소명자료를 통해 언급한 기술주도형 접근의 필요성은 협업지능 피지컬 AI가 가상-현실 연계, Sim-to-Real 등 고도의 통합 기술을 요구하는 미래 지향적 분야라는 점에서 일부 인정되나, 전문가 중심의 장비 선정만으로는 실제 산업 적용성, 활용도 및 확산 가능성을 충분히 검증하기에는 한계가 존재함
 - 향후 상세한 장비 구축 계획 수립과정에서 수요기업, AI 기술공급기업, 참여 예상 연구기관 등 다양한 주체의 의견을 폭넓게 수렴하여 기술적 요구와 산업 현장 수요가 적절히 반영되었는지 여부를 다시 검토할 필요가 있음. 또한 구축 장비의 공동활용 가능성, 활용 대상 및 운영 방식 등을 종합적으로 재검토하여 연구개발 성과 창출 및 산업 확산에 실질적으로 기여할 수 있도록 보완이 필요함
 - 또한, 연구개발과제의 추진 로드맵, 총괄과제-총괄과제 간 연계성 등을 고려한 장비구축 우선순위를 재검토할 필요가 있음

- 주관부처는 총괄과제 간 단절을 해소하고, 연구-실증-환류가 유기적으로 작동하는 실행 중심의 협업 구조를 구축함으로써 예산 효율성 제고 및 사업 목표 달성 가능성을 실질적으로 강화하겠다는 서술과 함께 총괄과제별로 타 총괄과제와의 연계방안을 도식화하여 제시하고 있으나, 제안된 전략의 실행 방안에 대해서는 구체화가 필요함
- 소명자료를 통해 실질적인 협력 방안으로 총괄과제 공통 기술·데이터 표준 수립, 데이터 환류 강제 및 통합 관리 체계 구축, 총괄과제 간 일정 동기화 및 단계별 연계 운용, 거버넌스 기반 협업 조정 체계 강화, 연계 성과 중심의 평가·예산 연동 체계 도입 등을 제시하고 있음
- (총괄과제 공통 기술·데이터 표준 수립) 기반연구-응용연구-실증 단계 전반에 적용 가능한 공통 기술 규격(인터페이스, API, 데이터 포맷)을 사전에 정의하여 총괄과제 간 상호운용성을 확보하고, 실증존(제조·물류·푸드테크·NPU)에 투입되는 모든 연구성과는 표준화된 기술·데이터 규격 준수를 의무화할 계획임. 또한, 표준 미준수 시 실증 연계 및 후속 예산 집행을 제한하는 관리 장치를 도입할 예정임
 - (데이터 환류 강제 및 통합 관리 체계 구축) 실증존에서 생성되는 성능·운영·환경 데이터는 통합 데이터 플랫폼을 통해 자동 수집·공유하고, 데이터 환류를 총괄과제 평가 및 단계 진입의 필수 조건으로 설정하여 연구성과가 실증 결과에 기반해 고도화되는 폐쇄형 연구 구조를 방지할 수 있도록 데이터 활용 실적을 정량 지표로 관리하여 과제 간 성과 비교 및 중복 투자 사전에 차단할 예정임
 - (총괄과제 간 일정 동기화 및 단계별 연계 운용) 기반연구 → 응용연구 → 실증테스트베드 단계별 공통 마일스톤(Milestone)을 설정하고, 총괄과제별 단독 일정 운영을 제한하고, 실증존 투입 시점을 기준으로 동기화된 일정 관리 체계 적용하여 일정 지연 또는 성과 미달 시, 연계 과제와 공동으로 개선계획을 수립하도록 하여 리스크를 최소화할 예정임
 - (거버넌스 기반 협업 조정 체계 강화) 주관부처, 총괄과제 책임자, 실증존 운영기관이 참여하는 통합 거버넌스 협의체를 구성하고, 협의체에서는 기술 연계, 데이터 공유, 예산 조정, 실증 우선순위 결정 권한을 갖도록 하고, 과제 간 이해관계 충돌 발생 시 협의체를 통한 조정·중재 프로세스를 명문화하여 개별 총괄과제가 독자적으로 추진되는 것을 방지하고자 함
 - (연계 성과 중심의 평가·예산 연동 체계 도입) 총괄과제 평가지표에 연계 실적(공동 실증, 데이터 공유, 기술 이전)을 핵심 지표로 반영하여 연계 성과가 미흡한 과제는 차년도 예산 조정 또는 실증 참여 제한 등 성과 연동형 관리 체계를 적용할 예정임

○ 주관부처가 제시한 총괄과제 간 연계를 위한 협력 방안은 총괄과제 간 단절 해소 및 연구-실증-환류가 유기적으로 작동하는 협업 구조 구축의 필요성을 인식하고, 공통 기술·데이터 표준 수립, 데이터 환류 강화, 일정 동기화, 거버넌스 기반 협업 체계, 성과 연동형 평가·예산 관리 등 다양한 협력 방안을 제시하고 있으나 이의 실행을 위한 구체적인 전략 마련이 필요함

- 제시된 방안들은 협업의 기본 방향과 원칙을 제시하는 수준에 머무르고 있으며, 제시된 각 전략별 적용 대상, 추진 주체, 단계별 이행 절차 및 책임 범위 등에 대한 구체적인 실행 방안은 제시되지 않아 실질적인 운영전략으로 보기에는 한계가 존재함
- 또한, 전략 미이행 또는 연계 성과 미흡 시 예산 조정 및 실증 참여 제한을 관리·통제 방식으로 제시하고 있으나, 이를 적용하기 위한 구체적 기준과 절차가 부재하여 선언적 조치에 그칠 가능성이 있으며, 총괄과제 간 연계 강화를 실질적으로 담보할 수 있는 수단으로서의 실효성에는 한계가 있는 것으로 판단됨

□ 주관부처는 총괄과제와 인프라 간 연계 강화 및 장비 도입 지연에 대한 대응 필요성을 인식하고, 협업 메커니즘 구축, 시간적 동기화(Synchronization) 전략, 불확실성 대응 방안 등 다양한 관리·운영 방안을 포괄적으로 제시하고 있다는 점에서 방향성 제시 측면에서는 긍정적이나, 제시된 방안이 개념적·구상적 수준에 머무르는 한계가 존재하므로, 실제 사업 운영 과정에서 실효적으로 작동할 수 있는 구체적인 실행 전략 마련이 필요함

○ 주관부처는 총괄과제-인프라 간 연계 강화를 위해 협업 메커니즘 구체화, 일정·데이터·검증을 포괄하는 시간적 동기화(Synchronization) 전략, 장비 도입 지연 등 불확실성 대응 전략의 필요성을 제시하고, 각 테스트베드별 연차별 구축계획에 따른 총괄과제의 주요 검증기술을 제시하고 있음

- (협업 메커니즘 구체화) 총괄과제와 실증 인프라 간 동기화 운영을 위해 ① 통합 Synchronization PMO(월 1회), ② Zone별 운영 WG(격주), ③ 데이터·검증 WG(월 1회)를 구성하고, Zone별 데이터 획득 계획서(분기 단위), 공통 평가 KPI·벤치마크 및 시험절차(SOP), 장비 도입·가동의 리스크 레지스터(지연/대체/완화 계획 포함), 연구성과 릴리즈/적용 일정과 장비 가동 Gate 매핑표를 산출물로 제시토록 할 계획임
- (시간적 동기화(Synchronization) 전략) 동기화는 장비 구축 연차표 수준을 넘어 일정·데이터·검증의 3축에서 관리하고자 하며, (일정) 장비 인도·설치·검수·가동을 M1(설치완료)-M2(시운전/안전검증)-M3(공식개방) Gate로 표준화하고, 연구성과는

Alpha/Beta/Release 단계로 관리하여 Gate 통과 시점에 맞춰 투입, (데이터) 센서/영상/로봇로그는 공통 메타데이터 스키마와 시간정렬(타임스탬프 기준) 규칙을 적용하고, 분기별 Dataset Release(버전관리)로 배포하여 연구과제의 학습·검증이 동일 데이터 기준에서 수행, (검증) 테스트베드 Zone별 실증 시나리오를 공통 KPI(정확도/지연/안정성/재현성)와 acceptance criteria로 통일하고, 동일 시험절차(SOP)로 성과 검증을 수행하여 데이터 환류의 폐쇄루프를 확보할 예정이다

- (장비 도입 지연 등 불확실성 대응) 장비 도입 지연 시 연구와 실증이 단절되지 않도록 대체 실증 경로를 사전에 마련하고자, (임시 실증) 기존 보유 장비 또는 참여 기관/외부 테스트베드의 장비를 활용, (HILS/시뮬레이터 기반 선검증) - 장비 미구축 기간에는 HILS(Hardware-in-the-Loop Simulation) 및 디지털트윈 시뮬레이션을 통해 제어·동기화·에이전트 협업 로직 선검증, (MVTB(Minimum Viable TestBed)) 우선 가동) 연산 인프라+통합관제+데이터 파이프라인을 최소 기능 테스트베드로 우선 오픈하고, Cell 장비는 순차 투입하여 지연 리스크에도 실질 운영이 가능하도록 설계할 예정이다
- 제시된 총괄과제 - 인프라 연계 및 장비 도입 지연 대응 방안은 협업 구조, 일정 동기화, 대체 실증 수단 등 다양한 요소를 포괄적으로 제시하고 있으나, 각 방안별 적용 기준, 책임 주체, 의사결정 및 통제 절차가 구체화되지 않아 실행 가능성 측면에서는 한계가 있으므로, 향후 협업 메커니즘의 권한 구조, 시간적 동기화를 위한 세부전략 및 실패 시 대응 방안, 데이터·검증 기준, 장비 지연 단계별 대체 실증 시나리오 등을 명확히 구체화할 필요가 있음
- 협업 메커니즘 구체화 관점에서 PMO, WG 등의 구성은 제시되었으나, 추진주체 및 참여주체 등이 불분명하며 해당 주체의 실질 권한과 책임 범위가 불명확한 한계가 존재하므로, 각 협의체별 구성, 의사결정 권한, 총괄과제 일정·성과 변경 시 승인 주체, 협업 불이행 시 조치 수단, 산출물 미제출·지연 시 페널티 및 후속 조치 등 실질적인 협업메커니즘이 동작될 수 있도록 구체화가 필요함
- 시간적 동기화(Synchronization) 전략 관점에서 Gate·단계 정의는 있으나 운영 주체 및 실행전략의 구체성이 미흡함. 예를 들어, Gate(M1~M3) 판정 기준, 연구성과 Alpha/Beta/Release 단계별 구분 요건, 공통 KPI·SOP의 수립 및 관리 주체 등 운영측면에서의 세부 전략에 대한 구체화가 필요함
- 장비 도입 지연 대응 전략 관점에서 HILS, MVTB, 대체 실증 등에 관련된 언급을 하고 있으나, 총괄과제별로 어떠한 조건에서 어떠한 대응 시나리오를 적용할 것인지에 대한 구체적인 기준 및 대응방안을 구체화하여 장비구축 일정 지연에 따른 리스크를 완화할 필요가 있음

- 아울러, 동 사업은 장비구축이 시설구축에 선행하여 진행되어 구축하고자 하는 장비가 임시 장소에 구축되는 점 등이 추가적으로 고려되어야 함. 또한, 대체 실증 시 장비의 동일성 확보, 설치 장소의 적정성, 비용 분담 체계, 장비의 반복 이동에 따른 성능 저하 및 교정 비용 발생 문제점 등에 대한 해소 방안을 구체화하여야 함. 특히, 임시 실증 공간의 환경 적합성에 대한 기술적 검증을 선행하고, 장비 이동·운영에 따른 리스크를 최소화하기 위한 구체적인 관리 방안을 마련할 필요가 있음

□ 주관부처는 총괄과제간 산출물 연계 방안, 총괄과제간 중복 투자 방지를 위한 R&R 명확화 등에 대한 보완 방안 및 일부 내역사업의 추진 미흡에 대한 소명자료를 제출하였으나, 중복 투자 방지 및 데이터의 활용도 제고를 위해서는 여전히 사업 추진과정에서 구체적 전략 마련이 필요함

○ 총괄과제간 연계 및 효과적인 성과물 도출을 위해 R&R 명확화, 추진체계 구체화, 데이터 확보방안의 구체화 관점에서 보완하여 제출함

- 총괄과제별로 R&R, 산출물, 기여사항 등을 정리하고 성과지표(국산 SW 개발 7건, 퍼지컬AI 기술표준 20건, 삼극특허 60건)는 개별 과제 단독 달성이 아닌 총괄과제 간 역할 분담과 연계를 통해 단계적으로 달성되는 구조로 설계되었음을 언급하여 제시함

- 주관부처는 소명자를 통해 과제의 연계, SW기술 표준화, 기술규격 통일, 데이터 환류 등 최종 결과물 도출을 위한 논의 및 협의를 위해 연계통합협의체를 운영할 계획임을 밝힘

- 또한, 데이터 확보를 위해 총괄과제별 역할(R&R)에 따라 데이터 확보 책임과 범위를 명확히 구분하여 기반·플랫폼 과제는 공통 데이터 구조 정의 및 데이터 수집 체계 설계를 담당하여 과제 간 데이터 연계가 가능한 기반을 마련하고, 응용·실증 과제는 테스트베드·실증랩에서 실제 적용·운영을 통해 현장 데이터를 생성·확보하고자 내부위원회를 통해 데이터 활용 범위 및 연계 필요 사항을 점검하여 총괄과제 간 중복을 방지하고자 한다고 제시하고 있음

○ 소명자료에서 제시된 내용은 대부분 선언적인 내용으로 구체성이 부족하므로, 총괄과제 간 중복 방지를 위해 기술·데이터·실증·성과 창출 전반에 걸친 R&R을 명확히 정의하고, 이를 실질적으로 조정·통제할 수 있는 관리 체계의 보완이 필요함

- 과제별 R&R을 성과지표와 매핑하는 등 차별성 확보 방안을 제시하고 있으나, 여전히 과제 간 기술적 경계가 모호(예: Sim-to-Real 기술은 디지털트윈·시뮬레이션

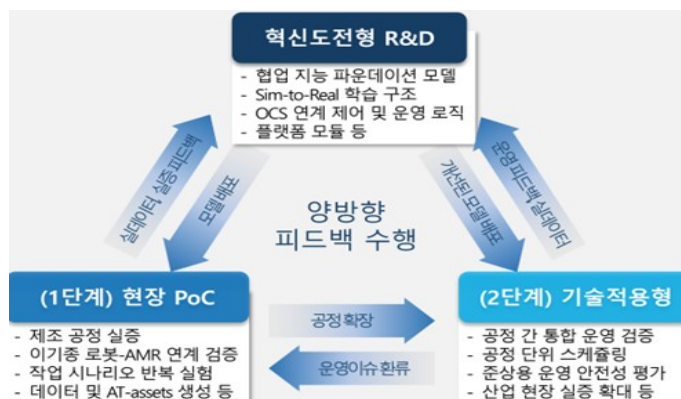
환경에서 생성된 데이터를 실 환경과 연계하여 전이학습/미세조정을 수행하는 구조이므로, 시뮬레이션과 디지털트윈 없이 단독으로 기술 개발이 어려운 상호종속적 기술)하여 중복 투자 위험이 완전히 해소되지 않음

- 또한, 명확하지 않은 내부위원회의 조정 권한만으로는 실무 수준의 분절된 기술 개발을 통합하기에 한계가 존재하므로, 과제 간 인터페이스 규격(API 등)을 사업 초기 단계에서 확정하고 통합 아키텍처 설계를 전담할 조직을 정의하고 적절한 인력과 권한/책임 등 구체적인 계획을 수립할 필요가 있음

□ 주관부처는 추진의 필요성 및 시급성이 미흡하다고 분석된 일부 과제에 대해 소명자료를 통해 필요성을 언급하고 있으나, 일반적인 내용으로 추진의 타당성이 부족함

○ 소명자료를 통해 일부과제에 대한 지원 필요성 및 내역사업 1-2, 내역사업 3의 사업내용을 보완하여 제출함

- 총괄과제 9의 수행에 있어 전북특별자치도에는 국가식품클러스터의 메타버스 실증 기반 생산지원시설과 식품 제조공정 DB를 확보·운영하고 있는 실증 최적지를 보유하고 있고, 퍼지컬 AI 실증단지과 국가식품클러스터의 테스트베드를 연동하여 기술개발부터 양산단계까지 제조공정 실증 및 즉시 상용화가 가능하므로 파급효과 측면에서 추진 타당성이 있음을 제시함
- 내역사업 1-2는 연구기관-제조기업(협업지능 퍼지컬AI 기반의 현장 PoC 및 기술을 적용한 무인공장 연구개발 컨소시엄)을 대상으로 동 사업의 내역사업1-1 협업지능 퍼지컬AI 기반연구 및 응용연구의 연구개발 결과물을 적용하고자 하며, 1단계(현장 PoC R&D)/2단계(기술적응형 R&D)를 지원하고자 함



[그림 6-1] 내역사업 1-2 기술확산형 R&D 지원추진 체계

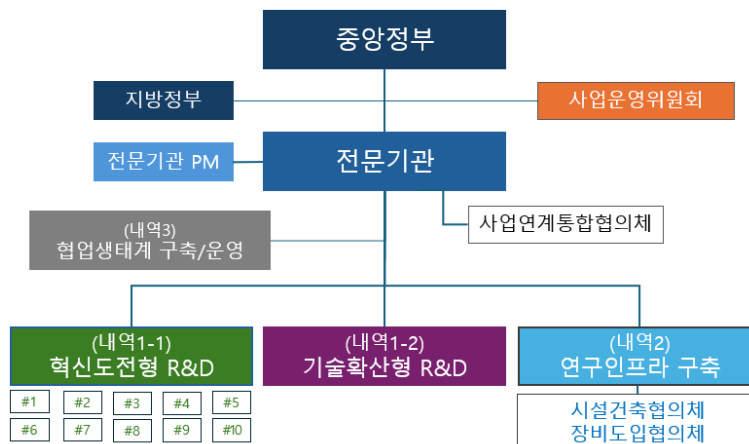
- 내역사업 3은 사업단을 폐지함에 따라 연구관리전문기관에서 퍼지컬 AI 개발, 연구개발지원, 성과확산 등을 위해 필요한 인력을 산출하고 퍼지컬 AI 개발, 연구개발지원, 성과확산 등을 위해 필요한 경상운영비를 반영하고, 글로벌 네트워킹, 공동 연구개발 지원 등으로 구성하여 제출함

<표 6-6> 내역사업 1-2 기술확산형 R&D과제의 단계별 구분

	(1단계) 현장 PoC R&D	(2단계) 기술적용형 R&D
주요 내용	- 대상공정의 협업지능 퍼지컬AI (VLA·디지털트윈·시뮬레이션·Sim-To-Real 등)의 적용 가능성 - 디지털트윈·퍼지컬AI 기반 데이터셋 구축 및 KPI 가상 실증 2단계로의 확장성(이기종 협업지능 및 공장 전역) 검증 - PoC 성과(기술성·데이터 품질·위험성 평가)를 기반으로 '기술적용형 R&D 참여 대상' 선별	- PoC 우수 연구과제를 대상으로 이기종 협업지능 및 확장 기술 개발 - 퍼지컬AI 기반 이기종 협업지능 적용 - 이기종 협업지능 퍼지컬AI 기반 생산성·안전성·정확도 검증 - 제품중심(조립·가공·검사 등) 구축 및 산업 확산모델 확보
주요 산출물	- 협업지능 퍼지컬AI 제조공정 설계 및 시나리오 - 디지털트윈-시뮬레이션 모델 - 제조공정 데이터셋 표준화 - 강화학습을 통한 퍼지컬AI 기반 모델 - 실환경 실증 전환 계획 (2단계 진입판별)	- 실환경 이기종 협업지능 공정 구축 - 이기종 협업지능 퍼지컬AI VLA 기반 고도화 모델 - 디지털트윈 실시간 동기화/합성데이터셋 - 디지털트윈-실환경 연계 검증 데이터 - 온디바이스개발 및 OCS 데이터 표준 적용 결과물
사업 규모	5억원(6개월, 국비기준)	10억원(1년, 국비기준)
선정 평가 항목	- 디지털트윈공정 명확성 및 기술 적합성 - 공정 정의, 구조, 문제 인식 및 필요성 - 디지털트윈모델링 및 시뮬레이션 계획 신뢰성 - 공정 설계 논리 및 시나리오 기술 완성도 - 실물 전환 시 요구 기술·장비·조건 제시 여부 - 산출될 디지털 자산의 활용성 및 확산 가능성	- 디지털 트윈 공정 상태 재현 정확도 - 디지털 트윈 기반 실시간 응답속도 - 퍼지컬AI모델 정확도 - 실공정데이터 기반 파인튜닝적용 - 이기종 협업 적용 범위 및 확장성 - Sim-To-Real 시뮬레이션 실환경격차 - 혁신도전형 연구개발과제와의 연계성 - 테스트베드 활용계획 구체성 - 전사적 무인공장 구축 계획의 실현성

- 소명자료 검토 결과, 범용성 등 조사분석이 제시되지 않아 필요성이 제한적이며, 일부 사업은 구체성이 여전히 미흡하여 추진 타당성이 없음
- 주관부처는 동 사업의 협업지능에 대해 산업계가 수용가능한 기술 표준 체계를 토대로 제조분야인 자동차, 항공우주, 조선, 섬유, 식품가공, 반도체, 디스플레이, 기계, 화학공업, 정보통신기기 분야 중 동 사업에서 목표로 하는 협업지능은 제조분야에서 특히 자동차 제조 분야에 인공지능 기술을 적용하는 것임을 밝히고 있는 점, 총괄과제 9의 제시된 연구 내용이 푸드테크 분야의 퍼지컬 AI 생태계 내에서 갖는 범용성 및 파급효과 측면에서 조사분석 등이 이루어지지 않은 점 등을 고려시 추진 타당성이 미흡함

- 내역사업 1-2(기술확산지원)는 동 사업을 통해 도출된 협업기능 퍼지컬AI 기술을 적용한 기반연구 및 응용연구의 결과와 검증/실증 테스트베드 등 인프라 등 실질적인 사업 내 성과물이 존재하지 않는 상황에서 1차년도부터 병행 추진하는 것은 시간적 선후관계 측면에서 여전히 추진 타당성이 미흡하며, 대상 성과물의 정의, 연계 매커니즘, 단계적 착수 구조 및 성과물 기반 선정체계, 지원대상 및 범위, 사업의 목표 등이 구체화되어 있지 않아 지원 타당성이 미흡함
 - 소명자료를 통해 내역사업 3에 제시된 인건비와 경상운영비는 연구관리전문기관 기능에 해당되므로 동 사업을 통한 지원 타당성이 미흡하며, 네트워크구성, 글로벌공동연구 개발, 글로벌시장진출 지원 등은 기존 사업단이 폐지됨에 따라 추진주체가 불분명하고, 동 사업을 통한 지원의 필요성에 대한 논리적 근거가 미흡함
- 주관부처는 기존 사업단 구조를 폐지하고 연구관리전문기관 중심의 추진체계를 제시하고 있으나, 과제 선정·관리·성과평가 기능을 중앙에서 수행하는 구조 하에서 지역에 분산된 시설·장비 및 실증 인프라와의 실질적인 연계와 총괄과제 간 협력이 어떻게 구현될 것인지에 대한 구체성이 부족하여, 제안된 협의체 중심의 운영 방식이 실효적으로 작동할 수 있을지에 대해서는 의문이 제기됨
- 주관부처는 소명자료를 통해 기존 추진체계에서 사업단 구조를 폐기하고 연구관리 전문기관을 중심으로 사업을 추진하며, 사업연계통합협의체를 구성하여 내역사업 모니터링·협의·조정을 하고자 함
- 사업운영위원회를 통해 정책방향 설정 및 주요사항을 심의 의결하고, 사업연계통합 협의회, 시설건축협의체, 장비도입협의체 등 위원회를 운영할 예정임



<표 6-7> 소명자료를 통해 제시된 추진주체별 역할(변경)

참여주체		주요역할
과학기술정보통신부 (중앙행정기관)		국가연구개발사업 총괄 관리·기획 사업추진 전반에 대한 관리·감독
사업운영위원회 (사업추진위원회)		정책방향 설정 및 사업 기본계획 수립·조정 예산편성·집행, 평가결과 등 주요사항 심의 및 의결
정보통신 산업진흥원 (전문 기관)	PM	국가연구개발사업 관련 총괄 업무 과제 기획·선정·관리·성과·평가, 대내외 협력업무 등
	사업 운영	연계통합협의체 운영 연구개발 성과관리 및 확산 등 사업공고, 연구개발기관 선정·협약·평가 연구개발 현황 모니터링 및 사업비 집행 점검
연계통합협의체		구성 : 전문기관 부서장, 전문기관 PM, 내역사업 별 PM 및 관련 전문가 역할 : 과제의 연계, SW기술 표준화, 기술규격 통일 등 논의·협의 관리기관 : 전문기관에서 운영·관리·감독을 수행하고, 심의·의결이 필요한 경우 사업운영위원회에서 결정
시설건축협의체		구성 : 내역사업 별 PM 및 설계·시공 등 관련 전문가 역할 : 설계, 시공, 건축 및 운영 등 단계별 조정사항 논의 관리기관 : 내역 2 연구 인프라 주관 기관에게 논의사항 보고
장비도입협의체		구성 : 내역사업 별 PM 및 장비 공급·도입 기업 등 관련 전문가 역할 : 장비 구성 및 활용 계획, R&D 연계성 검토 등 논의 관리기관 : 내역 2 연구 인프라 주관 기관에게 논의사항 보고

- 주관부처는 기존 퍼지컬AI 융합기술사업단 구조를 폐지하고, 연구관리전문기관 주도로 사업을 수행하고자 하나, 제안된 연계통합협의체/장비도입협의체 등의 구성 및 역할로 실질적인 총괄과제간 연계 및 총괄과제-인프라 간 연계 등 실질적인 사업 내 협력이 이루어질 수 있을지 의문시됨
- 추진체계는 사업의 수행주체와 참여주체간의 거버넌스로서 수직적 자금전달체계와 수평적 협력체계를 포괄한 사업 수행체계와 관련 규정으로서, 수직적 거버넌스는 정부부처, 연구관리 전문기관, 사업단, 연구기관 등 간의 정책 목적 전달 및 달성과 관련된 계약에 의한 자금제공 및 조정체계로 볼 수 있으며, 수평적 거버넌스는 사업체 참여하는 부처간, 연구기관간, 연구조직 간, 연구자 간 등 주요 행위자들간의 역할 분담 및 협력체계, 사업 참여주체와 사업외부의 기관 및 단체 등과의 네트워크 및 소통체계로 정의될 수 있음

- 추진체계에는 사업 내용 자체가 아니라, 그 사업을 수행·관리·조정할 조직·의사결정 구조·협력체계 등 조직·책임·권한·조정 메커니즘 중심으로 표현하는 것이 적절할 것으로 판단되나, 제시된 사업의 추진체계는 내역사업을 단순 나열하고 실제 사업을 총괄·조정·관리하는 조직 구조와 권한 배분 체계가 충분히 구체화되어 있지 않아, 내역 간 연계 및 성과 통합을 담당하는 전담 조직과 명확한 의사결정 체계가 불명확하여 사업 수행 과정에서 총괄과제 간 중복, 조정 지연, 책임소재 불명확 등 관리상 위험요인을 효과적으로 통제하기에는 한계가 존재하는 것으로 판단됨
- 과제 선정, 진도 관리, 성과 관리 등 사업 운영의 모든 기능을 연구관리전문기관이 직접 수행하는 구조에서, 지역에 분산된 시설·장비 및 실증 인프라와의 실질적인 연계가 어떻게 이루어질 수 있는지에 대한 구체적인 운영 방안은 충분히 제시되지 않아, 연계통합협의를 통한 총괄과제 간 연계 및 총괄과제-인프라 간 협력이 실효적으로 작동할 수 있을지에 대한 우려가 존재함. 실무 수준에서 분절적으로 추진되는 기술 개발을 유기적으로 통합할 수 있도록, 과제 간 인터페이스 규격(API 등) 설정 및 통합 아키텍처 설계 등을 포함한 구체적인 연계 방안 마련이 요구됨
- 장비도입협의체를 지역에 위치한 시설·장비를 관리하는 조직에 부여하고 있는 바, 총괄과제의 연구 수요와 장비 도입·운영 간의 조정이 효과적으로 이루어질 수 있을지, 또한 과제 수행 과정에서 장비의 공동 활용 및 연계 활용을 촉진하는 실질적인 협업 구조가 구축될 수 있을지에 대해서는 우려가 존재함. 특히, 지역 단위의 시설·장비 관리조직이 사업 전체 관점에서 장비구축과 관련된 총괄과제 간 우선순위 조정이나 전략적 연계를 수행하기에는 한계가 있을 것으로 판단됨
- 내역사업 3(협업생태계 수립)은 소명자료를 통해 제출된 추진체계를 고려할 때 성과관리, 소유권·법률 자문, 사업화 컨설팅, 성과 확산, 표준화, 산·학·연·관 이해관계 조정 기능, 글로벌협력 및 사업화 지원 등은 연구관리전문기관이 통상적으로 수행하는 사업관리·성과관리 및 지원 기능과 상당 부분 중첩되는 측면이 있으며, 개별 내역사업 단위에서 분절적으로 운영하기보다는 해당 연구관리전문기관에서 담당하는 피지컬 AI 관련 사업 전반을 대상으로 연구관리전문기관 중심의 통합적 관리체계 내에서 일관되게 추진하는 것이 효율성과 책임성 측면에서 보다 타당한 것으로 판단됨
- 내역사업 3(협업생태계 수립)은 당초 사업단에 기능을 부여하고자 진행되었으나, 연구관리전문기관 중심의 추진체계로 변경하고 하위에 운영조직 및 담당업무를 제시하는 형태로 재편하고 이의 담당업무를 지원할 피지컬 AI 개발, 연구개발지원,

성과확산 등을 위한 경상운영비로 변경하여 제시하고 있어 기관 고유업무 및 일반 운영경비와의 구분이 명확하지 않는 등 동 사업을 통한 지원의 타당성이 미흡함

<표 6-8> 소명자료를 통해 제시된 운영조직 및 담당업무(내역사업3)

역할	인원	담당업무
퍼지컬 AI 연구	15	▪ SW아키텍처 및 표준화(기술규격 통일) 방안연구 ▪ 데이터 환류 강제 계획 수립 ▪ 산·학·연·관 기술 이해관계의 조정 등 거버넌스 생태계 구축 ▪ 세부 과제 간 유기적 연계를 통한 SW기반 다크팩토리 플랫폼 구현 방안 연구
연구개발지원	15	▪ 세부 내역사업 별 실행계획 파악 및 방향성 검증 ▪ 사업 종료 이후 지속 운영을 위한 운영체계 방안 수립 ▪ 소유권 관련 법률, 사업화 컨설팅 등 전문지식 기반 업무 수행
성과확산	10	▪ 글로벌협력 실행계획 수립 ▪ 글로벌 네트워크 및 협력체계 구축/운영 ▪ 글로벌 공동 연구개발 발굴 및 운영 ▪ 글로벌 포럼, 회의, 세미나 주관 및 참가 ▪ 글로벌 홍보 및 교류 프로그램 운영 ▪ 사업화 및 기술 고도화 지원 방안 수립
총 원	40	

□ 시설 구축 전 장비 도입이 계획되어 있고, 건축 공사 중 임시 공간 활용 계획을 제시하였으나 실질적인 장비 구축 및 운영 가능성 측면에서 한계가 존재함

○ 주관부처는 소명자료를 통해 장비구축심의위원회를 구성·운영하고, 장비의 주 설치 공간인 메타팩토리 건축공사를 3차년도 9월에 준공하여, 1~2차년도에 임시로 구축된 장비를 이전할 계획임을 제시함

- 장비구축심의위원회는 장비 선정 여부를 판단하는 기구가 아니라, 이미 확정된 장비가 연구개발 및 실증 일정에 맞추어 차질 없이 구축될 수 있도록 절차를 관리하고, 법적·행정적 지연을 방지하기 위한 목적의 기구로 운영할 계획임을 밝힘. 아울러, 장비 구축 일정의 절차적 정합성을 사전에 점검하는 역할로 기능을 한정하고 있음

- 1~2차년도 하드웨어 장비의 임시 구축 공간으로는 전북대학교 이서캠퍼스 내 창업보육센터3의 1층과 2층을 활용할 계획이며, 현재 입주 중인 기업을 대상으로 임대공간 이전 대책을 마련하고, 향후 신축 건물로의 장비 이전과 관련하여 장비 구축 시 계약기업과의 1회 이전설치 조건을 조달 공고에 반영할 계획임을 제시함

○ 소명자료 검토 결과, 장비구축심의위원회의 역할이 절차 관리로 한정되어 있어 장비 구축의 적절성을 종합적으로 판단하기에는 한계가 있으며, 임시 공간 확보 및 장비 이전 계획과 관련해서도 불확실성이 존재함

- 주관 부처는 일반적인 제조 기업을 대상으로 장비 수요 및 사양 조사를 진행하는 것에는 구조적이고 논리적인 한계가 존재하여 미래 제조 기술의 핵심인 '협업지능 피지컬 AI(Physical AI)'는 단순한 기업 설문 조사보다는 '기술 주도형(Technology-Push)' 접근으로 장비를 선정하였다고 제시한 바, 향후 장비 구축 계획 수립과정에서 수요기업, AI 기술공급기업, 참여 예상 연구기관 등 다양한 주체의 의견을 폭넓게 수렴하여 기술적 요구와 산업 현장 수요가 적절히 반영하여 구축 장비의 공동활용 가능성, 활용 대상 및 운영 방식 등을 종합적으로 재검토할 필요가 있음
 - 즉, 장비구축심의위원회는 확정된 장비에 대해 단순히 구축 절차를 관리하는 역할을 넘어, 총괄과제와의 연계성, 장비의 공동활용 가능성, 사업 목표 달성에 대한 기여도 등을 종합적으로 검토하여, 원안의 기획보고서에서 제안된 장비의 적절성 여부를 사업추진과정에서 추가적으로 판단하는 기능을 수행할 필요가 있음
 - 장비 구축 시 계약 기업과 1회 이전 설치 조건을 제시하고 있으나, 이전 과정에서 발생할 수 있는 장비 성능 저하에 대한 책임 주체가 명확하지 않음. 따라서 이전 전·후 장비 성능에 대한 책임 범위를 명확히 하고, 이전 완료 후 재설치 및 성능 재검증 절차를 사업 마일스톤에 필수적으로 반영할 필요가 있음
 - 또한, 시설 구축과 관련한 변경 일정 계획 등 구체적인 자료가 제출되지 않았으며, 임시 공간 활용을 위한 기존 입주 기업의 이전 가능성, 해당 건물에 장비 구축을 위한 구조·하중·공간 안전성, 전력·설비 인프라 등 적합성에 대한 검토가 충분히 이루어지지 않아 사업 추진상 위험요인이 존재함
- 지방비, 민자 등 조달에 있어 여전히 사전협의를 미흡하거나 실질적인 분석이 이루어지지 않아 재원조달의 위험요인이 존재함
- 주관부처는 민자 조달 가능성과 관련하여 참여예정기업의 연구개발예산을 토대로 한 분석자료를 제출하고, 지방비 조달 가능성과 관련하여서는 전북특별자치도 지방비 매칭 확약서 등을 제출함
 - 민자는 참여예정기업군 1사당 평균 연구개발 비용을 토대로 참여희망 기업 R&D 예산이 각 참여규모에 따른 매칭규모를 상회하는 것으로 판단되어 민간부담금 조달이 가능할 것으로 예상된다고 밝히고 있음
 - 또한, 지방비와 관련하여서는 지자체(전북특별자치도) 재원 부담 확약서, 가용재원 산정 근거, 전북-완주 지방비 매칭 비율 알림 공문(전북특별자치도), 지방의회(전북특별자치도) 업무 보고 자료 등을 근거자료로 제출함

<표 6-9> 소명자료를 통해 제시된 민자 조달 가능성 관련 검토자료

사업명	사업비		참여예정 기업군 1社당 평균 R&D 금액 (억원)	참여예정 기업수 (예상)	매칭 가능 예상 금액 (억원)	매칭 가능성
	국비	민자				
(1-1) 혁신도전형 협업지능 퍼지컬AI 연구개발	3,000	985	688 (대·중견기업)	11	7,568	가능
(1-2) 기술확산형 협업지능 퍼지컬AI 연구개발	1,000	500	5.26 (중소기업)	96	504.96	가능
(2-1) 개방형 연구 클러스터 조성	0	900	900	1	900	전북대 부지현물
(2-2) 기술실증 테스트 베드 플랫폼화 추진	1,760	100	1	1	100	사업 운영기관 현물
(3) 글로벌 연구 협업 생태계 수립	240	15	1	1	15	사업단 운영기관 현물

○ 주관부처가 제시한 민간부담금 분석 결과만으로는 실질적인 민자 조달 가능성 및 재원 조달 위험요인을 충분히 판단하기에는 한계가 있으며, 지방비 매칭과 관련한 사전 협의도 실질적으로 이루어지지 않은 것으로 판단됨

- 민간 부담금과 관련하여 특히 내역사업 1-1의 참여는 대부분 수요기업인 대·중견기업의 연구개발 예산을 근거로 민간부담금을 산정하고 있으나, 해당 수요기업이 동 사업에서 제안한 협업지능 퍼지컬AI 관련 연구개발과제의 실질적인 연구수행주체이자 민자에 해당되는 연구개발비 부담주체에 해당되는지 의문시됨
- 협업지능 퍼지컬 AI 관련 연구개발 총괄과제의 특성을 고려할 때, 기술 개발 및 시스템 구현 등은 기술공급업체가 수행할 가능성이 높아, 수요기업이 부담하는 연구개발비와 더불어 실제 기술 개발을 수행하는 기술공급업체의 연구개발비 부담 능력 및 참여 의지에 대한 검토가 필요할 것으로 판단됨
- 동 사업에 참여하는 지자체인 전북특별자치도와 완주군이 지방비에 대한 매칭비율 등에 대한 사전협의는 현재도 완료되지 않아 예산 확보의 불확실성이 존재함
- 또한, 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침(기획재정부)의 기반구축형 연구개발사업(예타, 장비비 50% 상한)에 해당될 가능성이 높아 지방비 투자 규모가 증가할 가능성이 있음에도 불구하고, 전북특별자치도와 완주군 간 지방비 분담 비율, 중장기 예산 확보 방안 등에 대한 구체적인 협의도 진행된 바 없는 것으로 판단됨

- 공동활용을 목적으로 하는 연구시설·장비 구축사업에 민간자본의 참여는 공공연구 인프라의 운영취지를 저해할 가능성이 존재하므로, 인프라의 공공성 확보를 위해 지방비 투자 규모를 증가시키는 요인이 될 수 있음

□ 기반시설·장비 소유/사용 주체 및 시설/장비의 세부 운영 방식에 대해 주관부처, 교육부, 지자체, 연구관리전문기관 간 종합적 협의가 진행되지 않아 사업 추진 및 사후 운영 단계의 리스크가 존재함

- 주관부처는 소명자료를 통해 부지, 시설, 장비의 투자주체, 소유권, 운영권 등에 대한 내용을 제시하고 있음
 - 부지·시설·장비별로 투자 주체, 소유권, 사용권, 운영권이 상이하게 설정되어 있으며, 특히 장비의 경우 중앙정부, 지방정부, 민간이 공동으로 투자하되 소유권은 중앙정부에 귀속되는 구조를 제시하고 있음
 - 기획보고서에 명시된 전북대학교에서 제공하는 부지에 대해서는 국유재산법에 근거하여 국유재산의 영구시설물 축조는 원칙적으로 금지하고 기부채납을 조건으로 하는 경우 축조할 수 있음을 공문을 통해 밝히고 있음
 - 또한, 구축된 시설·장비의 운영권은 별도의 공모를 통해 선정되는 연구인프라 구축 컨소시엄에 부여할 계획임을 밝히고 있음

<표 6-10> 소명자료를 통해 제시된 투자, 소유, 사용권 및 운영권

구분	투자	소유	사용(구축·운영)권
부지	전북대 지방정부	전북대 지방정부	(내역2) 연구 인프라 구축 컨소시엄 (공모)
시설 (건물)	지방정부	지방정부	
장비	중앙정부 지방정부 민간부담	중앙정부	

- 주관부처가 소명자료를 통해 밝힌 투자·소유·사용·운영 주체가 분절적으로 설정되어 있어 권한과 책임의 일관성이 확보되지 않으며, 특히 장비의 공동 투자 - 단일 소유 - 외부 운영 구조는 운영 과정에서 책임 소재를 불명확하게 만드는 구조적 한계를 내포함
 - 전북대학교는 전북특별자치도와의 공문을 통해 해당 부지 내에 민간 건물이

축조되는 경우 기부채납 조건으로 20년간 무상 사용허가가 가능함을 밝히고 있어, 기부채납 전제 20년 무상사용 허가 방식은 중·장기적 인프라 운영 측면에서 법적·재정적 안정성이 충분히 확보되지 않은 구조로 판단됨

- 또한, 동 사업의 추진 기간 및 사업 종료 이후 시설·장비의 지속적 운영을 위한 재원 확보와 관련하여, 지자체(전북특별자치도, 완주군), 전북대학교, 교육부 등 주요 이해관계자 간 운영 방식 및 비용 분담에 대한 공식적인 협의가 확인되지 않아, 중·장기적 운영 지속 가능성 측면에서 상당한 불확실성이 존재함
- 특히, 지방/중앙 정부 소유 시설 및 장비에 대한 운영권 부여가 사용·수익허가 또는 관리위탁에 해당하는지 여부, 지방정부 및 중앙정부 재정이 투입된 시설·장비의 공공성 및 공동활용 원칙과 충돌하지 않는지 여부 등에 대한 법률 검토가 필요할 것으로 판단되는 바, 공모에 의한 단순 협약에 의한 운영권 설정은 법적 안정성 측면에서 위험요인이 존재하는 것으로 판단됨

□ 주관부처는 상기 검토 결과에 대해 추가적인 소명자료를 제출함에 따라 이에 대해 검토를 수행함

- 주관부처는 내역사업 1-2 일부 변경, 내역사업 3-추진체계 및 사업단운영비 요구, GPU-NPU 예산 추가 요구 등에 대한 사업내용을 추가소명자료를 제출함
- 주관부처는 내역사업 1-2(기술확산형R&D)의 해당 사업 구조를 기존((1단계)현장 PoC R&D, (2단계)기술 적용형R&D)에서 변경(중개R&D→적용R&D→적용기술 업데이트 및 사후관리)하여 제시함. 제출된 소명자료에서는 기존 대비 사업 내용/지원대상/지원과제수 및 규모 등을 변경하고 사업비는 1,500억원에서 1,450억원으로 수정하여 제시함
- 주관부처는 내역사업 1-1의 성과물의 기술공유를 위해 기술설명회를 통해 공급 및 수요기업 및 연구기관과 네트워킹 체계를 구축하여 기술확산형 R&D 컨소시엄 구성 기반을 확보할 예정임을 밝힘

<표 6-11> 기존(안)과 추가 소명(안)의 비교

구분	기존(안)	추가 소명(안)
운영구조	기능적 선순환(폐루프) 구조에 대한 운영구조 구체화	연차별 연구성과물 현장 적용 및 피드백으로 운영구조 구체화 (혁신도전형 R&D → 공급/수요/연구주체 컨소시엄 구성 및 네트워크 → 중개 R&D → 적용 R&D)
연차 적용 구조		연차별 혁신도전형 R&D 핵심 기술 업데이트 → 기술확산형 R&D 현장 적용 → 제조 공정 데이터 기반 기술개선 환류
수행방법	폐루프 구조운영을 위한 단계별 구성 현장PoC : DT 및 시뮬레이션 모델 개발 및 공정 데이터셋 적용형 R&D : 이기종 협업공정 구축	혁신도전형 R&D 산출물의 현장적용 및 피드백의 순차적 구성
수행형태	연구기관 + 수요기관 / 공동R&D	연구기관+기술공급기업+수요기업 / 공동 R&D 체계 명확화
지원분야	용접·정밀조립·유연제조 등 모빌리티 및 푸드테크 관련 주요공정	제조공정 기술검증 등 (가공/조립/유연생산/검사/물류/운용 등) 모빌리티 제조 관련 주요공정
선정기준	R&D 기술 개발 및 확산 중심 선정 기준 수립	피지컬AI 연구개발 성과물 적용효과성 및 제조데이터 공유 등 기술적용 및 확산 효과 중심의 선정기준 구체화
참여주체	참여주체별 역할 구체화	변경 참여주체별 역할 구체화

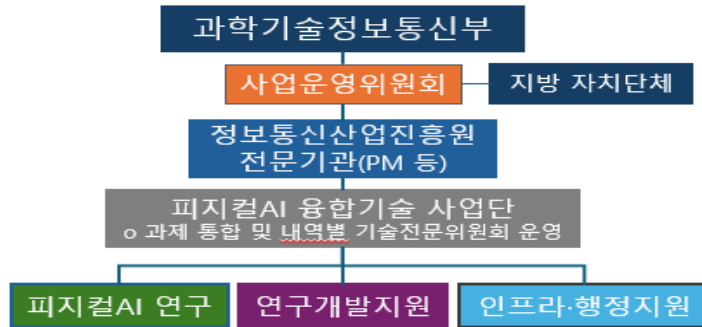
출처: 추가 소명자료

<표 6-12> 내역사업 1-2 기술확산형 R&D과제의 단계별 구분

	(1단계) 중개 R&D	(2단계)	
		적용 R&D	적용기술 업데이트 및 사후관리
목적	기반기술 산출물의 현장 적용을 위해 수요기업·공급기업연구기관으로 구성된 컨소시엄을 통한 적용 기술 사전연구 및 현장 적용 기술 연구개발	중개 R&D를 통해 설계·검증된 기술을 현장에 적용하여, 실환경에서 성능과 안정성을 확보하고 지속 운영 및 확산 가능한 모델 완성	
지원 대상	- 연구기관, 공급기업, 수요기업 컨소시엄 구성 - 연구기관 : 혁신도전형 R&D 참여 연구기관 - 공급기업 : 전북 사업장 확보 또는 향후 계획이 있는 기업 - 수요기업 : 현장 적용 시 전북 테스트베드 클러스터 검증 후 지속 활용 가능하고, 전북 및 타지역에 확산가능 한 사업장을 보유하고 있는 제조기업		
사업 규모	2억원(1년, 국비 1억원/민자 1억원) 120개 과제 - 총 240억원 2026년도~2029년도	20억원(1년, 국비 15억원/민자5억원) 55개 과제 - 총 1,100억원 2027년도~2030년도	2억원(1년, 국비1억원 /민자1억원) 55개 과제 - 총 110억원 2028년도~2030년도
주요 성과물	- 플랫폼 아키텍처 초안 - 기술 구성 요소 맵 작성 - 글로벌 솔루션 비교 분석 정리/국산 기술 적용 방향 초안 - 기업별 공정 분석 초안 - 공정 시뮬레이션 설계 초안 - 테스트베드 연계 계획 - Sim-to-Real 적용 전략 초안 및 디지털-현장 연계 검증 시나리오 - 공정 확산 패키지 설계안 및 업종별 기술확산 모델 초안	- 플랫폼 구조 구현 결과 및 디지털 제조 플랫폼 구축 결과 - 글로벌 솔루션 대비 성능검증 결과 - 기업별 공정 적용 결과 - 공정 시뮬레이션 운영결과 - 협업 운영결과 - 테스트베드 실증결과 - Sim-to-Real 검증 결과 및 기술확산 적용모델	적용 R&D 종료 이후에도 공정 운영 데이터를 기반으로 모델 성능, 제어 안정성 등을 지속적으로 점검 하고 데이터 보완· 모델 재보정 등 기술 업데이트 추진

출처: 추가 소명자료 연구진 재정리

- 주관부처는 추가 소명자료를 통해 기존 소명자료에서 제시된 연구관리전문기관 중심의 사업추진체계에서 피지컬AI 융합기술 사업단 체계로 변경하고 이를 통한 과제통합 및 내역별 기술전문위원회 운영 체계로 변경하고 각 주체별 역할에 대해 수정하여 제시함



[그림 6-3] 사업 추진체계(추가 소명자료)

<표 6-13> 참여 주체별 역할(추가 소명자료)

참여주체		주요역할
과학기술정보통신부		- 사업계획 수립, 운영, 성과평가 등 총괄 관리·감독 - 주요 정책적 의사결정
지방자치단체		- 인프라 구축 관련 계획 수립 및 추진현황 관리 - 인프라 구축 위한 건축 관련 인허가 및 승인 - 기술확산형 과제 관련 지역기업 현황 및 성과 관리 - 지방비 편성 및 매칭
사업운영위원회		- 사업의 기획 및 관리, 신규과제 발굴 및 중복성 검토 - 중장기 전략 수립 및 검토 - 과제 수행 및 관리 등에 관한 주요 사항 심의 - 그 밖의 사업 활성화를 위해 위원회가 필요하다고 인정하는 사항
정보통신 산업진흥원 (전문기관)	PM	- 사업관리 및 컨설팅 등 사업 총괄 - 과제 기획·선정·관리·평가·성과 및 대내외 협력 등
	운영팀	- 과제 기획 및 성과목표 설정, RFP 작성 등 - 연구개발기관 선정 공고 및 접수, 선정 - 사업비 지급, 중간점검 및 연차별 점검 등 - 연구개발 현황 모니터링 및 성과관리, 확산, 홍보
	평가팀	- 연구개발기관 선정 평가 및 연차 평가 - 사업비 정산 및 반납, 기술료 징수, 사후관리 등 - 장비도입운영위원회 등 전문 심의위원회 운영
피지컬AI 융합기술 사업단 (지역 연구개발기관)		- 사업운영위원회 결정 사항 총괄 집행 - 내역과제 협약 체결 및 변경(연차별 과제 추진계획 검토·확정) - 내역과제 간 통합을 위한 모니터링 및 협의, 조정 - 내역과제 별 진도 및 성과관리 - 최종 결과물의 지속 활용, 확산 등 사업화 방안 수립 및 운영 - 인프라 및 연구 결과물의 소유권 확보 및 고도화 등 지원
내역과제 연구개발기관 (내역1~내역3)		- 과제별/연차별 세부 추진 계획 수립, 협약 업무 수행 - 통합과제 연계 방안 수립 및 수행, 통합협의체 참여 - 과제별/연차별 진도 관리 및 성과 관리

- 주관부처는 전체 사업의 통합 관리와 핵심기술·인프라 연계를 위해 사업 초기에 사업단장을 선발하고 과제간 연계·통합 및 결과물의 활용을 위한 인프라 구성 등을 위해 총괄/기술/인프라로 구분된 전문기술위원회를 구성하고 과제별 책임자의 필수 참석을 통해 과제 관리를 추진할 것임을 밝힘

<표 6-14> 기술전문위원회 개요

구분	주요 내용
역할	- 기술 관련 이해 관계 조성, 내역 사업별 연계 방안, SW표준화 및 데이터 환류 강제를 위한 내역 사업 책임자 및 기술전문가 구성
구성	- 핵심 기술 및 인프라 연계·통합을 위한 총괄 전문위원회와 기술/인프라 각각 통합 및 추진을 위한 기술/인프라 전문위원회로 구성하여 추진 (총괄) 사업단장을 위원장으로 전문기관PM, 내역 사업별 총괄 담당자 필수 참석 (기술) 사업단장을 위원장으로 핵심기술 및 기술확산기술 내역 사업별 총괄 담당자 필수 참석 (인프라) 사업단장을 위원장으로 장비 및 건축 구축/운영 담당자 필수 참석
운영	- 재적위원 전체 참석 및 과반수 찬성으로 방안 확정 (총괄) 매월 1회 정기 및 안전에 따른 수시 운영 (기술) 매월 첫째, 셋째주 1회 정기 및 안전에 따른 수시 운영 (인프라) 매월 둘째, 넷째주 1회 정기 및 안전에 따른 수시 운영
장소	- 사업단(전북지역 또는 클러스터) 회의장소를 원칙으로 하고 긴급 추진 시 온라인 추진

- 또한, 주관부처는 사업단 운영을 위해 사업단 하위에 퍼지컬 AI 개발, 연구개발지원, 인프라·행정지원 등과 관련된 조직과 업무 내용에 대해 기존 대비 필요인력 및 업무 내용을 변경하고, 이의 사업단 운영비 145.73억원을 제시함

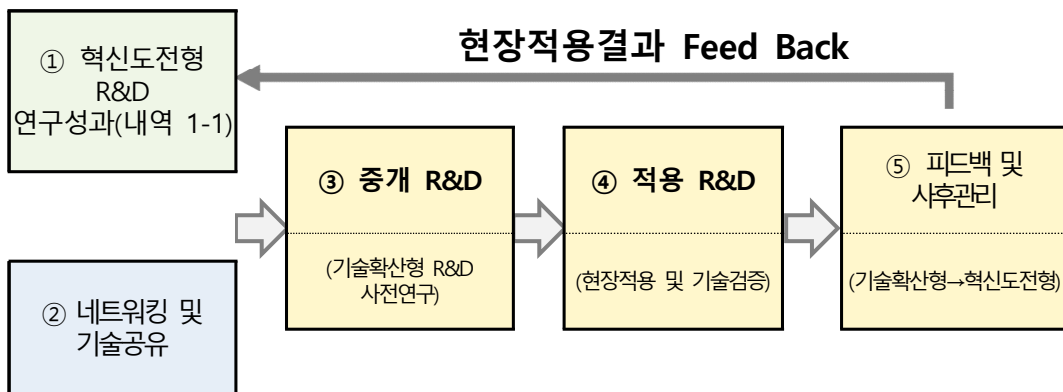
<표 6-15> 인건비 및 운영비 연차별 요구 내용(내역사업3)

(단위: 억원)

구분	'26년	'27년	'28년	'29년	'30년	계
인건비	19.43	19.43	19.43	19.43	19.43	97.15
운영비	9.716	9.716	9.716	9.716	9.716	48.58
계	29.146	29.146	29.146	29.146	29.146	145.73

출처: 추가 소명자료

- 장비구축과 관련하여서는 주관부처는 추가소명자료를 통해 국가 AI 컴퓨팅 인프라를 적극 활용할 예정이나 현재 진행되고 있는 국가 AI 컴퓨팅 인프라 지원 일정과 동 사업의 일정 불일치로 인해 연구 및 검증을 위해 관련 인프라의 임차예산(152억원) 및 NPU 구축비용(178억원)에 대한 예산 반영을 요구함
- 주관부처가 추가소명자료를 통해 제시한 내역사업 1-2 사업내용 변경, 내역사업 3의 추진체계 및 사업단운영비 요구, GPU-NPU 추가 요구 등에 대한 적절성을 검토함
- **(내역사업 1-2(기술확산형R&D))** 내역사업 1-1에서 도출된 연구성과의 산업현장 적용·확산의 필요성은 인정되나, 단계구분, 단계별 목표 및 성과물, 참여주체별 역할 등 사업 내용의 구체성이 미흡함
- 혁신도전형 R&D(내역사업 1-1)에서 도출되는 연구성과를 산업 현장에 적용하고 이를 통해 기술 확산 및 후속 고도화를 추진하기 위한 사업 추진의 필요성은 인정될 수 있음
- 그러나, 주관부처는 내역사업 1-1(혁신도전형 R&D)에서 도출된 연구성과물의 적용확산을 위해 ‘②네트워킹 및 기술공유-공급기업/수요기업/연구진 주체 네트워킹 구축 및 운영’을 통해 기술설명회를 개최하고 공급 및 수요기업을 연결하여 궁극적으로 동 사업에 참여하는 컨소시엄을 구성하고자 제안하고 있으나, 구체적인 내용이 제시되지 않아 선언적인 언급에 불과함



[그림 6-4] 사업추진 프로세스

출처: 추가 소명자료

- 또한, 혁신도전형 R&D에서 충분한 연구성과가 도출되기 이전 단계에서 중개 R&D를 포함한 기술확산형 R&D를 1차년도부터 추진해야 할 필요성과 시급성은 충분히 소명되었다고 보기 어려우며, 기술확산형 R&D는 혁신도전형 R&D에서 일정 수준 이상의 실질적 성과가 도출된 이후 해당 성과의 현장 적용 및 확산을 중심으로 추진하는 구조로 재검토가 필요함
- 주관부처는 기반기술 산출물의 현장 적용을 위해 수요기업·공급기업·연구기관으로 구성된 컨소시엄을 통한 적용 기술 사전연구 및 현장 적용 기술 연구개발을 ‘중개R&D’에서 추진을 밝히고 있으나, ‘② 네트워킹 및 기술공유’활동을 통해 이미 획득한 기술을 공유하고 공급 및 수요기업의 기술이해도 향상을 전제로 컨소시엄이 구성 운영됨에도 중개R&D를 통한 사전 지원 연구의 필요성이 무엇인지 불분명함
- 즉, 기술확산형 R&D가 혁신도전형 R&D의 연구성과를 산업 현장에 적용하고 확산하기 위한 후속 단계 성격으로 혁신도전형 R&D에서 일정 수준 이상의 연구성과가 도출하고 기술설명회 등을 통해 공유된 기술에 대해 컨소시엄을 구성하여 지원하고자 하는 과제로, 2단계(적용R&D) 선정과정에서 일부 탈락을 전제로 한 사전연구 성격의 별도 중개 R&D를 설계하여 예산을 투입할 시급성과 필요성을 인정하기 어려움

<표 6-16> 중개R&D(1단계) 지원과제 건수 및 연차별 예산

중개 R&D 발굴기술(건)	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도		합계	
	25		30		30		35		-		120	
연차별 예산(안)	국	민	국	민	국	민	국	민	국	민	국	민
	25	25	30	30	30	30	35	35	-	-	120	120

출처: 추가 소명자료

- 기술확산형 R&D 내에서 다시 중개 R&D/적용 R&D를 구분해야 하는 당위성 및 단계별 지원 필요성, 주체별 역할 등이 불분명하며, 중개 및 적용R&D의 단가 산정 근거 및 단계별 과제수 산정근거가 불분명함. 또한, 피드백 및 사후 관리의 필요성과 의미가 명확하지 않아 정부지원의 필요성도 제한됨

<표 6-17> 적용R&D(2단계) 및 적용기술 업데이트 및 사후관리 지원 계획

연차별 추진계획	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도		합계	
적용 R&D 적용기업(개사)	-		10		14		15		16		55	
적용기술 업데이트 및 사후관리	-		-		10		14		31		55	
연차별 예산(안)	국	민	국	민	국	민	국	민	국	민	국	민
적용 R&D	-	-	150	50	210	70	225	75	240	80	825	275
적용기술 업데이트 및 사후관리	-	-	-	-	10	10	14	14	31	31	55	55
총 투입예산(억)	0	0	150	50	220	80	239	89	271	111	880	330

출처: 추가 소명자료

- 컨소시엄 구성의 경우, 동 사업에서 도출된 연구성과물의 현장 적용 가능성을 검증하고 동 사업에서 구축한 인프라와 유기적인 연계를 목적으로 참여 주체별 참여조건을 명시하고 있으나, 동 사업의 성과 활용·확산을 위한 수요기업을 해당 지역과 그 밖의 지역에 사업장을 동시 보유한 기업에 한정하여 지원하고자 하는 이유가 명확하지 않음. 또한 공급기업이 전북 사업장 보유 또는 향후 계획이 있는 기업으로 한정될 경우 산출물의 질적 확보를 담보할 수 있는지 등에 대한 사전 검토가 제시되지 않음

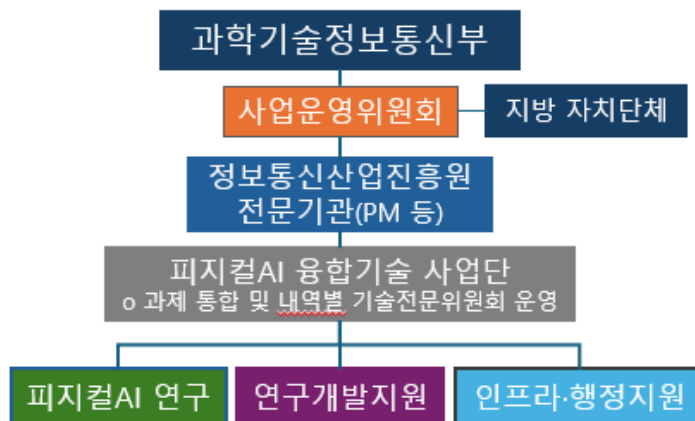
<표 6-18> 주체별 참여 조건

구분	참여조건
공급기업	- 협업지능 퍼지컬AI 기술을 현장에 적용하기 위한 시스템 및 모듈화 관련 기술을 보유한 기업(전북 사업장 확보 또는 향후 계획이 있는 기업) ※ 향후 퍼지컬AI 생태계 구성을 위해 공급기업 대상 지역내 정착 유도
수요기업	- 협업지능 퍼지컬AI 기술 현장적용을 희망하는 수요기업 (현장 적용 시 전북 테스트베트 클러스터 검증 후 지속 활용 가능하고, 전북 및 타지역에 확산가능 한 사업장을 보유하고 있는 기업)
연구기관	- 혁신도전형 R&D 참여기관 중 실제 기술개발에 참여 하고 있는 구성원 참여

출처: 추가 소명자료

- **(추진체계 및 사업단 운영비)** 사업단과 연구관리전문기관 간 역할 정립이 불명확하고, 사업단의 수행 업무 또한 구체적으로 제시되지 않아 사업단 인건비 및 운영비의 적정성을 판단하기 어려움

- 주관부처는 내역사업별 핵심기술과 장비 및 시설의 통합 관리 및 운영을 위해 사업단과 단장을 선정하고 통합 관리를 위한 권한과 업무를 부여하겠다고 제안하고 있음
- 도식상으로는 관리감독의 역할이 사업단으로 이관된 것처럼 표현되어 있으나, 국가 연구개발사업에 관한 기획·관리·평가 및 활용 등에 관한 업무는 연구관리전문기관인 정보통신산업진흥원에 귀속되어 있어 제시된 사업단은 독립적인 관리·감독 주체라고 보기보다는 연구관리전문기관과의 협력을 기반으로 사업 수행을 지원하는 운영·협력 조직으로 보는 것이 타당함
- 추가적인 소명자료를 통해 사업단은 전문기관과의 협약을 통해 내역 과제의 진도·기술 등을 모니터링하고, 내역과제 연계·기술 통합·일정관리 등 사업운영위원회의 결정사항을 총괄 수행하고, 사업 운영을 위한 주무부처의 국비와 지방 자치단체의 지방비를 예산으로 편성하여 내역사업별 연구기관과 협약체결을 통해 내역과제 사업비를 집행·수행한다고 제시하고 있으나, 연구관리전문기관과의 역할이 중복되는 등의 문제점이 있으며 내역사업별 연구기관과 협약 체결 등과 같은 불분명한 기능 및 역할이 존재하여 주체별 역할에 대한 전면 재검토가 필요함



[그림 6-5] 사업 추진체계

출처: 추가 소명자료

- 소명자료를 통해 제시된 사업단장에게 부여된 권한은 사업 추진 방향 설정, 과제 협약 및 변경, 성과 확산, 지식재산권 관리, 조직 운영 등 사업 전반에 걸친 포괄적인 기능을 포함하고 있어, 통상 연구관리전문기관이 수행하는 기획·관리·평가 기능과 중복되는 수준으로, 현행 국가연구개발사업 추진 체계와의 정합성 측면에서 재검토가 필요하며, 이러한 사업단과 연구관리 전문기관 간 역할 구분의 불명확성은 이중 관리 또는 책임소재 불명확 문제가 발생할 가능성도 존재함

<표 6-19> 사업단장의 권한 및 책임

- 기획보고서, RFP를 바탕으로 사업의 추진 방향, 수행 방법 등을 결정
- 세부 과제의 협약·변경 등 과제 관리 등에 관한 사항 결정
- 사업의 성과 보급 및 확산, 홍보 등에 관한 사항 결정
- 사업의 진행 과정 및 결과 보고, 지식재산권 및 정보관리
- 사업단의 조직 구성·인력 채용 및 운영
- 사업단과 연구개발과제 간 연계 및 운영·관리를 위한 제반 사항 총괄(기술전문위원회 등 기획·운영)
- 기타 본 연구개발사업의 효율적 추진을 위하여 사업운영위원회가 정하는 사항 또는 주무 부처로부터 수탁 받은 임무

출처: 추가 소명자료

- 추가제출자료에서 제시된 사업단장의 자격요건은 학위, 경력연수, 결격사유 등 일반적인 기준 위주로 제시되어 있어 협업지능 퍼지컬AI 핵심기술 확보, 공동연구 기반 조성 및 활용·확산 등 퍼지컬AI 선순환 R&D 구조 실현을 목적으로 하는 동 사업을 총괄할 사업단장에게 요구되는 기술·인프라 통합 기획 및 운영 역량이 전혀 반영되어 있지 않은 것으로 판단됨. 또한, 다기술 융합, 대형 R&D 사업 총괄 경험, 다기관 협력 및 갈등조정 능력 등 핵심 수행역량에 대한 구체적 기준이 부재하여, 단순 경력 충족자 중심의 선발로 이어질 가능성이 높고 동 사업의 전략적 방향 설정, 성과관리 및 확산을 주도할 리더십과 실행 경험에 대한 검증 요소가 부족하여, 실질적인 사업 추진력을 확보하기 어려운 한계가 존재할 것으로 판단됨

<표 6-20> 사업단장의 지원자격 및 임용요건

- 정보통신방송분야 연구개발(R&D), 기술정책, 산업전략, 컨설팅, 다기술 연계·융합 등의 전문 지식을 가진 해당분야 석사학위 소지자로 관련분야 12년 이상 또는 박사학위 소지자로 관련 분야 8년 이상 근무경력자(대학, 연구소 직원 파견근무 가능)
- * 근무 경력 기간 중 석·박사 학위를 취득한 경우에도 지원 가능
- 현재 참여 중인 과제는 사업단장 계약 체결 후 3개월 내 참여를 중단해야 함
- 접수 마감일 기준 국가연구개발사업 참여제한 적용을 받지 않는 자

출처: 추가 소명자료에서 발췌

- 또한, 사업단장 주도로 운영하고자 하는 기술전문위원회 운영안은 위원 구성, 개최 주기, 참석 기준 등 형식적 요소 중심으로 제시되어 있어, 총괄과제와 인프라 간 연계·조정 기능을 실제로 어떻게 수행할 것인지가 불명확함. 또한, 기술개발 과제간 연계, 인프라 활용 계획 수립 및 우선순위 조정, 중복투자 방지, 성과 환류 등 실질적 의사결정과 관리 절차가 구체화되어 있지 않아 제시된 위원회가 단순 협의체에 머물 가능성이 크며, 동 사업의 통합적 추진과 사업 성과의 체계적 확산을 견인하기에는 한계가 존재할 것으로 판단됨
- 사업단의 주요 역할인 총괄과제간 연계, 인프라 연계활용, 중복투자 및 비효율조정, 핵심기술 로드맵 수립, 성과지표 설정 및 변경 등 기능과 권한을 기술전문위원회와

연계하여 구체화하여야 함. 또한, 인프라 구축 단계에서부터 총괄과제와 인프라 연계를 위한 사전 검토, 총괄 과제 간 연계 성과 지표 설정, 과제 간 역할 중복 및 충돌 시 갈등 조정 및 의사결정 절차, 데이터 표준화 및 공유 계획 등 실질적인 협력을 뒷받침할 수 있는 구체적인 방안 마련이 필요함

- 주관부처에서 제시한 사업단의 담당업무는 세부 과제 실행계획 검토, 협약 체결 및 변경, 성과 관리, 사업화 지원 등 연구관리전문기관이 수행하는 기능과 상당 부분 중첩되어, 우선적으로 사업단의 역할에 대한 재정립이 필요함
- 또한, 주관부처가 제시한 사업단의 역할에 따른 인력 규모가 변경되고 있으나, 이에 대한 논리적인 근거가 부족함. 통상 연구관리전문기관은 통합기획평가관리비를 통해 인건비 및 기획·평가·관리 수행을 위한 비용이 지원되는 바, 해당 인력에 대한 별도 인건비 및 운영비를 추가로 편성할 경우 유사 기능에 대한 예산이 중복 지원될 가능성이 존재함

<표 6-21> 사업단 운영조직 및 담당업무(내역사업3)

역할	인원	담당업무
퍼지컬 AI 연구	17	▪ 세부 과제 간 유기적 연계를 통한 SW기반 다크팩토리 플랫폼 구현 연구 ▪ 퍼지컬 AI SW표준화, 기술규격 통일, 데이터 환류 강제 방안 연구 ▪ 기술 모니터링, 통합 및 내역별 기술전문위원회 운영
연구개발지원	15	▪ 세부 내역사업 별 실행계획 파악 및 방향성 검증 ▪ 내역사업 협약 체결 및 변경(연차별 과제 추진계획 검토·확정) ▪ 사업 종료 이후 지속 운영을 위한 운영체계 방안 수립 ▪ 소유권 관련 법률, 사업화 컨설팅 등 전문지식 기반 업무 수행
인프라·행정 지원	8	▪ 사업 성과 대내외 언론 및 미디어 대응, 사업단 성과 관리 ▪ 사업화 및 기술 고도화 등 행정지원, 경영·운영 등 행정지원 ▪ 인프라 구축, 운영/유지관리, 설계·시공 관리, 건물유지보수 등
총 원	40	

출처: 추가 소명자료

- **(장비 추가 소요)** GPU 관련 임차 및 NPU 구축과 관련된 필요성을 입증하기 위한 수요조사 등 필요성을 입증하기 위한 사전 분석이 미흡함
- 주관부처는 현재 진행되고 있는 국가 AI 컴퓨팅 인프라 지원 일정과 동 사업의 일정 불일치로 인해 연구 및 검증을 위해 GPU 관련 임차 예산 및 NPU 구축 비용 예산이 필요함을 제시하고 있으나, 모델 학습 규모, 데이터 처리량, 동시 사용률 등 장비 규모 산정 기준을 명확히 하여 추가 필요성을 입증하여야 함. 또한, 데이터 발생량, 추론 처리량, 지연시간 요구수준, 동시 운용 시나리오 등 실제 연산 수요를 반영한 추가적인 소요가 있는지 제시할 필요가 있음
- 동 사업에서 수행하고자 하는 총괄연구개발과제 및 장비구축 등에 제시된 관련 내용에 대한 충분한 검토가 제시되지 않아 중복 투자 가능성이 존재함

제 3 절 대안의 도출

- 주관부처에서 제출한 소명자료를 검토한 결과, 사업목표의 적절성, 연구개발과제의 구체성, 추진체계, 재원조달 위험요인 등에 대한 분석을 종합적으로 고려할 때, 동 사업은 기획 원안대로 시행하기에는 한계가 있는 것으로 판단됨
- 다만, 동 사업의 피지컬 AI 분야는 향후 산업·기술 파급효과와 정책적 중요성이 큰 분야로, 정부 정책 방향 및 중장기 전략과의 정합성을 고려할 때 원안의 한계를 보완한다는 전제하에 대안을 구성함
 - 동 사업이 지향하는 기술경쟁력 확보를 위해 원천기술 확보 → 구조적 자립 → 산업 확산으로 이어지는 정책적 목표 체계를 반영한 성과목표로 재정립할 필요가 있으며, 수립된 성과목표는 사업목표와의 연계성이 명확히 드러나도록 설정되어야 함
 - 또한, 주관부처는 사업 종료 시점에서 달성하고자 하는 최종적인 목표에 부합하도록 사업 추진 상황을 점검하기 위해 전기(3년)·후기(2년)의 2단계 추진 체계로 설정하고 있으므로, 단계별 목표가 구체화되고 단계별 성과를 관리·점검할 수 있는 성과지표 체계를 수립할 필요가 있음
 - 주관부처가 총괄과제 간 연계를 위해 공통 기술·데이터 표준 수립, 데이터 환류 강화, 일정 동기화, 거버넌스 기반 협업 체계, 성과 연동형 평가·예산 관리 등 제시된 다양한 협력 방안의 실행을 위한 구체적인 전략 마련이 필요함
 - 제시된 총괄과제 간 연계 협력 방안들은 협업의 기본 방향과 원칙을 제시하는 수준에 머무르고 있으므로, 제시된 각 전략별 적용 대상, 추진 주체, 단계별 이행 절차 및 책임 범위 등에 대한 구체적인 실행 방안을 마련할 필요가 있음
 - 또한, 총괄과제-인프라 연계 및 장비 도입 지연 대응 방안은 협업 구조, 일정 동기화, 대체 실증 수단 등 다양한 요소를 포괄적으로 제시하고 있으므로, 협업 매커니즘의 권한 구조, 시간적 동기화를 위한 세부전략 및 실패 시 대응 방안, 데이터·검증 기준, 장비 지연 단계별 대체 실증 시나리오 등을 명확히 구체화할 필요가 있음
 - 주관부처가 제시한 피지컬AI 융합기술사업단과 연구관리전문기관의 역할이 불분명하고 기획보고서 및 소명자료에서 제시된 위원회 및 협의회 등이 제출된 자료별로 상이하는 등 기능과 역할이 명확하지 않으므로 전면적인 추진체계의 보완이 필요함
 - 사업단과 연구관리전문기관의 기능 및 역할을 명확히 하고, 총괄과제간 연계 및 총괄과제-인프라 간 연계 등 실질적인 사업 내 협력이 이루어질 수 있도록 추진체계를 전면적으로 보완하고 각 협의회 또는 위원회의 역할과 기능을 명확히 할 필요가 있음

- 시설·부지·장비등의 투자·소유·사용·운영 주체가 현재 분절적으로 설정되어 있어 권한과 책임의 일관성이 확보되도록 이해관계자 간 협의가 필요하며, 동 사업의 추진 기간 및 사업 종료 이후 시설·장비의 지속적 운영을 위한 운영 방식 및 비용 분담에 대한 공식적인 협의가 진행되어야 함
 - 향후 세부 장비 구축 계획 수립과정에서 수요기업, AI 기술공급기업, 참여 예상 연구기관 등 다양한 주체의 의견을 폭넓게 수렴하여 기술적 요구와 산업 현장 수요 등을 반영하고 구축 장비의 공동활용 가능성, 활용 대상 및 운영 방식 등에 대한 종합적 재검토가 필요함
 - 시설 구축과 관련한 변경 일정 계획을 구체화하고, 임시 공간 활용을 위한 기존 입주 기업의 이전 가능성, 임시 공간에 장비 구축을 위한 구조·하중·공간 안전성, 전력·설비 인프라 등 적합성에 대한 사전 검토를 조기에 수행하여야 함
 - 또한, 동 사업에 참여하는 지자체인 전북특별자치도와 완주군이 지방비에 대한 매칭비율 등에 대한 사전협의를 통해 예산 확보의 불확실성을 해소하여야 함
- (내역사업 1-1) 총괄과제 9는 범용성을 고려할 때 식품산업에 필요한 기술 요소를 조사하거나 분석이 미흡하고, 총괄과제 10의 세부과제 1과 2는 기존의 보안기술과의 차별성이 부족하여 지원의 당위성이 미흡함

<표 6-22> 원안 대비 조정안 비교(국고기준)

(단위 : 억 원, 국고 기준)

총괄과제	원안	조정안
1. 무인공장 운용-퍼지컬AI SDF 특화 기반모델 연구개발	450	450
2. 이기종 협업-퍼지컬AI SDF 특화 기반모델 연구개발	450	450
3. 협업지능 퍼지컬AI-디지털트윈 가상환경 기술 개발	250	250
4. 퍼지컬AI 기반 협업지능 Sim-To-Real 기술 개발	250	250
5. 퍼지컬AI 기반 협업지능 시스템 설계 및 구축 시뮬레이션 기술 개발	450	450
6. 협업지능 퍼지컬AI SW 표준화 및 Module형 SDF-OCS 설계·구축	450	450
7. 협업지능 퍼지컬AI 기반의 제조운영 시스템 개발 및 실증	400	400
8. 협업지능 퍼지컬AI OCS(운용 제어 시스템) 기반 물류 운영 및 제어 시스템 개발	100	100
9. 퍼지컬 AI 기반 Sim-to-Real 푸드테크 통합 플랫폼 개발 및 실증	100	0
10. 협업지능 시스템을 위한 퍼지컬AI 기반 다중 계층 보안 기술 개발	100	56.4
합계	3,000	2,856.4

- (내역사업 1-2) 내역사업 1-2는 내역사업 1-1의 연구개발 성과를 제조 현장에 적용·확산하기 위한 사업으로, 일정 수준 이상의 연구성과가 도출되는 시점을 기준으로 지원 타당성이 일부 인정됨
- 주관부처는 기반기술 산출물의 현장 적용을 위해 수요기업·공급기업·연구기관으로 구성된 컨소시엄을 통한 기술의 확산을 계획하고 있으므로 참여주체별 참여조건, 구체적인 역할 및 활동 등과 관련된 보완이 필요함
 - 기술설명회 등을 통해 공유된 기술에 대해 컨소시엄을 구성하여 지원하고자 함을 고려할 때 중개 R&D의 필요성을 인정하기 어려우며, 피드백 및 사후 관리의 필요성과 의미가 명확하지 않아 정부지원의 필요성 또한 인정하기 어려움
 - 주관부처가 제시한 적용 R&D의 규모와 산정 근거가 미흡하나, 현재 산업통상부 등 2026년 주요 산업·제조 AX 사업 중 실증확산연구의 지원규모를 고려할 때 과제당 지원단가는 적정 범위에 있는 것으로 판단되며, 지원과제수는 주관부처가 제시한 수요기업수(84개)를 고려하여 초기 3개년의 39개 과제를 인정함

<표 6-23> 유사 사업 과제당 연구비 및 주요 내용

사업명	사업목적	과제당 지원액 (국고)	지원대상 및 주요 내용
AI Agent 융합·확산 지원 (과기정통부)	산업 분야에 특화된 AI에이전트 서비스 개발 및 실증을 지원하여 국민 편익 증대 및 국내 AI산업 경쟁력 강화	11.6억원 (2개년)	(컨소시엄)수요기업 1개이상/AI 에이전트 서비스 제공기업 1개 (내용) 1차년도-서비스 개발/2차년도-서비스 고도화 및 실증
AI 응용제품 신속 상용화 지원 (중기 제조) (중기부)	제조현장에 신속하게 적용할 수 있는 AI 응용제품 상용화를 지원하여, 중소·중견 제조기업의 AI 전환 촉진	20억원 (1년) 30억원 (2년)	(컨소시엄) 도입 및 공급기업 참여 필수 (내용) 제조현장 및 제조(생산) 과정에 AI를 접목하여 공정혁신을 구현하는 중소 제조 특화 지능공장 구축 또는 AI 응용 혁신제품 출시/ 지역 기업의 수요와 파급효과가 높은 AX 성공모델을 확보하고, 지역 타기업으로 AI제품(기술) 확산을 통해 지역 주도 AI전환 가속화
AI 응용제품 신속 상용화 지원 (제조) (산업부)	산업의 제품·서비스·시스템에 인공지능(AI) 기술을 적용하여 단기 내 성과창출이 가능한 유망분야를 선정하여 집중 지원(비R&D사업)	20억 원 ³⁸⁾ (12개월)	(컨소시엄) 수요기업/공급기업 (내용) AX 생태계 확산형(피지컬 AI 관련 내용 포함)
산업AI솔루션 실증·확산 (산업부)	업종별 제조기업(산업AI 수요기업)이 필요로 하는 AI 솔루션 실증·확산 및 산업AI 생태계 구축	21억원 (9개월)	(컨소시엄) 주관·비영리기관/산업 AI 수요기업(5개~7개), 산업AI공급기업 등 (내용) 산업 AI 솔루션 기업이 보유한 AI 솔루션을 산업 AI 수요기업 현장에 적용·실증에 필요한 사항

<표 6-24> 적용R&D(2단계) 원안 및 조정안의 비교

연차별 성과지표		'26	'27	'28	'29	'30	계
투입예산(억)	원안		200 (국비 150)	280 (국비 210)	300 (국비 225)	320 (국비 240)	1,100 (국비 825)
	조정안	-	-	200 (국비 150)	280 (국비 210)	300 (국비 225)	780 (국비 585)
적용 R&D 적용기업(개사)	원안	-	10	14	15	16	55
	조정안	-	-	10	14	15	39

□ (내역사업 2-1) 용지보상비를 미반영하고, 퍼지컬 AI 공동연구개발 센터, 퍼지컬AI NPU 기술실증 스테이션, 퍼지컬 AI 실증 메타팩토리 등 3개동에서 퍼지컬AI NPU 기술실증스테이션을 제외하고 2개동의 시설구축비용만 반영함

○ NPU 테스트셀/통합관제실에 필요한 면적이 푸드테크 실증 존으로 대체가능하므로 NPU 기술 실증스테이션을 제외하여 건축물은 퍼지컬AI 공동연구개발센터와 퍼지컬 AI 실증메타팩토리 등 2개동을 반영함

<표 6-25> 장비구축을 위한 테스트베드별 필요공간 및 건축공간

건물명	구축 시설명	필요 공간	해당 건축 공간	비율
NPU 기술 실증스 테이션	NPU-GPU 성능 분석 클러스터	527.36㎡	775.34㎡	68.0%
	NPU 테스트 Cell	-	683.52㎡	-
	통합관제실(DCC)	180.4㎡	425.54㎡	42.4%
퍼지컬 AI 실증 메타팩토리	유연제조 실증 ZONE(1층)	1,152㎡	1,171.28㎡	98.4%
	적용가공 실증 ZONE(1층)	1,152㎡	1,171.28㎡	98.4%
	AI 정밀 검사 ZONE(2층)	864㎡	1,171.28㎡	73.8%
	이기종 물류로봇 실증 ZONE(3층)	1,152㎡	1,171.28㎡	98.4%
	푸드테크 실증 ZONE(3층)	910㎡	1,171.28㎡	77.7%

출처: 추가제출자료

○ 동 사업의 부지는 국유지에 해당되며 전북대도 기부채납을 전제로 한 20년 무상사용 허가 방식으로 추진을 고려하고 있음을 추가제출자료를 통해 밝히고 있고, 이로 인해 소유권 이전이 발생하지 않는 점을 고려할 때 용지보상비는 총사업비에 반영하지 않음

38) 26년도 신규지원 대상과제 공고문 중 지원대상 품목 구분(AX 생태계 확산형)의 지원규모 및 수행기간을 12개월로 평균한 값

- 시설구축비용은 용지보상비(1,235억원) 등 총 1,791.66억원이 감소한 503.34억원이 적정사업비로 도출됨

<표 6-26> 기반구축비용 내역 비교표

(단위: 백만 원)

구분		사업구축계획서 (A)	검토안 (B)	증감 (B-A)
연면적		17,398m ²	13,705.5m ²	-
A. 공사비	A-1. 공동연구개발센터	23,498	20,076	-3,422
	A-2. NPU기술실증 스테이션	21,783	-	-21,783
	A-3. 실증메타팩토리	30,097	20,899	-9,198
	소계	75,378	40,975	-34,403
B. 보상비	B-1. 용지보상비	123,500	-	-123,500
	소계	123,500	-	-123,500
C. 시설부대경비	C-1. 설계비	3,148	1,644	-1,504
	C-2. 감리비	5,763	2,589	-3,174
	C-3. 조사 및 측량비 등	847	409	-438
	C-4. 시설부대비	-	141	141
	소계	9,758	4,784	-4,974
D. 예비비(10%)		20,864	4,576	-16,288
총사업비(A~D)		229,500	50,334	-179,166

2024년 말 기준금액, 부가가치세 포함

- (내역사업 2-2) 국가연구시설장비진흥센터(NFEC) 적합성 검토 결과 및 일부과제의 추진 미흡에 따른 구축장비의 제외로, 구축계획 장비 37종 중 29종의 도입이 적절한 것으로 분석되었으며 신청 장비 총비용 196,000백만 원 중 67,000백만원이 감소한 129,000백만 원이 적정한 것으로 분석됨
- 동 사업의 사업계획적정성 검토에서는 장비구축비용은 사업주체가 제시한 재원 부담비율을 기준으로 산정하여 제시하나, 실제 부담비율은 변경될 수 있음
- 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침(기획재정부)의 기반구축형 연구개발 사업(예타, 장비비 50% 상한)의 기준에 따라 지방비와 국비의 부담 비율이 변경될 수 있음
 - 또한, 시설·장비구축에 대한 민간 재원의 투자는 공동활용을 원칙으로 하는 공공연구 인프라의 운영취지와 충돌하며, 소유권 및 운영권 등 분쟁가능성이 존재하므로 이에 대한 고려가 필요함

<표 6-27> 장비 구축계획의 적정성 분석 결과

(단위 : 백만 원)

번호	테스트베드 명	장비명	구축 년도	비용	
				요구	검토
1	유연제조(FMS) 테스트베드	금속 판넬 유연 제조 (용접조립) Cell	3차년도	7,400	5,000
2		정밀 위치 제어 부품 장착 조립 Cell	2차년도	5,600	4,000
3		AMR/AGV Cell간 이동 연계	2차년도	3,200	3,200
4		통합OCS 시뮬레이션 Cell	1차년도	3,500	3,500
5	적응가공(Adaptive) 테스트베드	정밀 고속 가공기 및 이기종 로봇간 협업 Cell	3차년도	7,700	6,000
6		정밀 절삭가공 및 이기종 로봇간 협업 Cell	4차년도	5,400	5,400
7		정밀 선삭 가공 실시간AI 품질 예측 및 최적화 Cell	4차년도	2,200	2,200
8		조정밀 측정 및 리워크 연계 Cell	4차년도	3,200	3,200
9		통합OCS 시뮬레이션 Cell	2차년도	3,000	3,000
10	정밀조립(Micro) 로봇 테스트베드	비정형 미세 부품 자율 인식·결합 Cell	3차년도	3,000	3,000
11		초소형 구동계 모듈 복합 조립 Cell	4차년도	3,500	3,500
12		정밀 부품 정렬·삽입 Cell	4차년도	2,700	2,700
13		미세 Force 기반 조정밀 결합 보정 Cell	4차년도	3,000	3,000
14		이기종 마이크로장비 연동 협업 Cell	3차년도	3,100	3,100
15	AI 정밀 검사(QMS) 테스트베드	초고성능 로봇형 검사 비전 시스템 Cell	3차년도	3,900	3,900
16		3D 스캔과 초음파 용접 검사 로봇 Cell	3차년도	3,900	3,900
17		4축 보행 검사 및 안전 모니터링 로봇 세트	2차년도	3,000	3,000
18		원키트(One-Kit) 비전 센서 기술 드론세트	2차년도	1,500	1,500
19		통합OCS 시뮬레이션 Cell	2차년도	5,200	5,200
20	이기종 물류 로봇 (MCS) 테스트베드	AI 자율주행 물류 운반 Cell	2차년도	7,000	5,000
21		퍼지컬AI 협동로봇 Cell 구축	2차년도	5,000	5,000
22		AI 스케줄링 기반 흐름제어 Cell	3차년도	8,000	8,000
23		다공정 자동 적재 및 분배 Cell	4차년도	5,000	5,000
24		HMR 재료 해포 및 전처리 Cell	3차년도	1,600	-
25	푸드테크(Food Tech) 테스트베드	HMR 조리·가공 Cell	3차년도	1,800	-
26		HMR 내포장 Cell	3차년도	3,100	-
27		HMR 외포장 및 출하 Cell	5차년도	2,500	-
28		유틸리티 Cell	3차년도	1,500	-
29		신선 샐러드 생산 Cell	4차년도	3,000	-
30	국산NPU 및 고성능 연산 실증 테스트베드	NPU-GPU 성능 테스트베드	1차년도	40,000	-
31		이기종 산업로봇 NPU 테스트 Cell	2차년도	5,500	5,500
32		이기종 휴머노이드 NPU 테스트 Cell	2차년도	8,000	8,000
33		이기종 4축보행 로봇 NPU 테스트	2차년도	6,200	6,200
34		이기종 협동로봇 NPU 테스트 Cell	1차년도	5,500	5,500
35		이기종 AMR NPU 테스트 Cell	1차년도	7,500	7,500
36		로봇기반 측정검사 NPU 테스트 Cell	2차년도	5,800	-
37	통합관제센터(DCC)	테스트베드 통합 관제 플랫폼	5차년도	5,000	5,000
합 계				196,000	129,000

□ (내역사업 3) 주관부처가 제시한 사업단의 담당업무는 연구관리전문기관이 수행하는 기능과 중첩되거나 총괄과제간 연계, 총괄과제-인프라간 연계, 인프라 공동활용 등 기능이 명확하게 정의되지 않은 한계가 존재하므로, 사업단의 역할 및 위임된 권한 등에 대해 반드시 사업추진 이전에 재검토되어야 함

- 사업단의 운영비에 대한 산출 근거 등이 제시되지 않았으므로 연구관리전문기관의 기획평가관리비 현황 자료 등을 토대로 동 사업의 사업단 운영비를 추정하여 반영함
- 동 사업에서는 연구관리전문기관에 과제의 선정 및 평가 기능이 명확히 부여된 것으로 확인되는 바, 기획평가관리비 중 평가비와 인건비 중 평가인력 비중(40.1%)을 제외하고 동 사업의 총 예산을 토대로 산출한 사업단 운영비 91.8억원을 반영함

<표 6-28> 연구관리전문기관 총 관리예산 및 기획평가관리비 현황

(단위: 백만원)

구분	총 관리예산	기획평가 관리비	기획비	평가비	관리비	인건비	간접비 등
17개 연구 관리 전문기관	18,311,964	370,875	49,760	48,839	82,235	145,188	44,853
			13.4%	13.2%	22.2%	39.1%	12.1%

출처: 23년도 전문기관 기획평가관리비 현황, 2024년 연구관리전문기관 지정·운영에 관한 실태조사·분석 결과(안), 국가과학기술자문회의 심의회의 운영위원회, 2024.12.23

제 4 절 결론 및 정책제언

- 사업계획 적정성 검토 연구진 검토안³⁹⁾에 대한 주관부처 이견이 해소되지 않은 일부 기술개발 및 기반구축 항목에 대해, 「국가연구개발사업 예비타당성조사 운용지침」 제10조⁴⁰⁾에 따른 실무조정위원회가 심의·조정을 실시하고 조정안을 마련함⁴¹⁾
- 실무조정위원회는 관계기관 간 지속적인 논의에도 불구하고 의견 수렴이 어려워 조사 지연 등 중대한 사유가 발생할 우려가 있는 경우, 예비타당성조사에 준하는 사업계획 적정성 검토 과정에서 발생하는 쟁점사항과 분석기준 등을 심의·조정하기 위한 절차로 운영될 수 있음

(1) 사업계획 적정성 검토 결과

- 실무조정위원회 결과, 사업계획 원안 총사업비 10,000억 원에서 7,367.9억 원 (△2,632.1억 원)으로 조정되었으며 국가연구개발사업평가 총괄위원회 의결을 통해 동 사업의 사업계획 적정성 검토 결과로 확정됨⁴²⁾
- 이에 따라 본 보고서의 최종 총사업비와 재원별·연도별 투자계획은 실무조정위원회 조정안을 기준으로 제시함⁴³⁾

39) 연구진은 기술개발과제, 시설·장비의 규모·수량 등을 일부 조정하여 원안(10,000억 원) 대비 35.3% 감소한 6,466.9억 원을 적정규모로 추정함

40) 「국가연구개발사업 예비타당성조사 운용지침」(과학기술정보통신부훈령 제260호, 2024.3.20., 일부개정) 제10조(실무조정위원회 운영)

41) 2회(2026.5.19.; 2026.6.5.) 개최됨

42) 2026년 제5회 국가연구개발사업평가 총괄위원회(2026.6.9.~6.11.)

43) 조정안(B)은 개별 세부과제별 과업범위, 장비별 사양·수량 및 기반구축 세부 집행계획을 새롭게 확정된 결과가 아니므로, 해당 세부사항은 총괄위원회 의결 금액 범위 내에서 후속 예산편성, 장비심의, 실시설계 및 사업관리 절차를 통해 구체화될 필요가 있음

<표 6-29> 사업계획서(A)와 실무조정위원회 조정안 비교

(단위 : 억 원)

구분		사업계획서 (A)				실무조정위 (B)				증 감 (B-A)
			국고	지방	민자		국고	지방	민자	
기술 개발	(내역1-1) 협업지능 퍼지컬AI 핵심기술개발 및 확산	3,985	3,000	-	985	3,801.8	2,856.4	-	945.4	△183.2
	(내역1-2) 기술확산형 협업지능 퍼지컬AI 연구개발 지원	1,500	1,000	-	500	1,210	880	-	330	△290.0
시설 구축	(내역2-1) 개방형 연구 클러스터 조성	2,295	-	1,395	900	784.3	-	784.3	-	△1,510.7
	(내역2-2) 기술실증 테스트 베드 플랫폼화 추진 ⁴⁴⁾	1,960	1,760	100	100	1,480	1,329	75.5	75.5	△480
운영	(내역3) 글로벌 연구 협업생태계 수립 ⁴⁵⁾	260	240	5	15	91.8	84.7	1.8	5.3	△168.2
합계		10,000	6,000	1,500	2,500	7,367.9	5,150.1	861.6	1,356.2	△2,632.1

※ 국가연구개발사업평가 총괄위원회를 통해 실무조정위원회 조정 결과가 동 사업 사업계획 적정성 검토의 최종 결과로 의결됨

※ 실무조정위원회 조정안은 연구진 검토안과 주관부처 의견이 대립하는 쟁점사항을 바탕으로 총사업비 및 내역·내내역 수준에서 조정된 결과이므로, 장비별 세부 사양·수량 등에 관한 집행 계획은 총괄위원회 의결 금액 범위 내에서 관계 법령 및 장비심의 등 후속 절차에 따라 구체화되어야 함

※ 국고 및 지방비 등 재원별 규모와 비율은 사업계획서 및 주관부처 제출 자료를 따른 것으로, 예산편성 과정에서 변경될 수 있음

44) 동 사업계획적정성검토에서는 장비구축비용에 대해 사업주체가 제시한 재원 분담비율을 기준으로 작성하였으나, 실제 지방비 등 분담비율은 예산편성과정에서 '예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침(기획재정부)'의 기반구축형 연구개발사업(예타, 장비구축비 50% 상한)의 분담 기준 및 민간자본 투자의 적절성 검토 결과에 따라 변경될 수 있음

45) 동 사업계획적정성검토에서는 내역3의 사업단 인건비와 운영비를 사업주체가 제시한 재원 분담비율을 기준으로 작성하였으나, 실제 지방비 등 분담비율은 예산편성과정에서 '예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침(기획재정부)'의 기반구축형 연구개발사업(예타, 장비운영비 및 R&D 50% 상한)의 분담 기준 및 민간자본 투자의 적절성 검토 결과에 따라 변경될 수 있음

<표 6-30> 실무조정위원회 조정안에 따른 재원별·연도별 투자계획(안)

(단위 : 억 원)

재원	2026	2027	2028	2029	2030	계
국고	942.3	1,281.4	1,264.3	1,076.4	585.7	5,150.1
지방비	54.7	212.6	204.2	200.2	189.9	861.6
민자	235.1	302.3	326.9	288.8	203.1	1,356.2
합계	1,232.1	1,796.3	1,795.4	1,565.4	978.7	7,367.9

<표 6-31> 실무조정위원회 조정안에 따른 내역별·연도별 투자계획(안)

(단위 : 억 원)

내역	2026	2027	2028	2029	2030	계
1-1. 혁신도전형	822.5	895.0	961.0	782.0	341.3	3,801.8
1-2. 기술확산형	-	200.0	300.0	328.0	382.0	1,210.0
2-1. 시설구축	36.3	187.0	187.0	187.0	187.0	784.3
2-2. 장비구축	355.0	496.0	329.0	250.0	50.0	1,480.0
3. 사업단	18.3	18.3	18.4	18.4	18.4	91.8
합계	1,232.1	1,796.3	1,795.4	1,565.4	978.7	7,367.9

(2) 정책제언

- ☐ 주관부처는 총괄위원회에서 의결된 총사업비 범위 내에서 세부과제별 과업범위, 장비별 사양·수량, 기반구축 세부계획을 구체화하되, 사업 착수 전 장비심의, 실시설계, 전문 기관 과제기획 및 예산편성 절차를 통해 세부 집행계획의 적정성을 추가 점검할 필요가 있음
- 주관부처는 기술발전 속도가 빠른 동 사업의 특성을 감안하여, 세부과제별 성능목표·성과지표·과업범위의 적정성을 연차별로 점검하고, 필요 시 무빙타겟 방식의 목표 조정 및 과제 간 성과연계 방안을 사업관리 절차에 반영하여야 함
- ☐ 동 사업은 퍼지컬 AI 분야의 높은 산업·기술적 파급효과와 정책적 중요성을 고려하여, 원안에서 제기된 한계를 보완하는 방향으로 사업목표와 성과관리체계를 재정립할 필요가 있음

- 동 사업이 지향하는 기술경쟁력 확보를 위해 원천기술 확보, 핵심기술의 구조적 자립, 산업 현장으로의 성과 확산으로 이어지는 정책적 목표 체계를 성과목표에 반영할 필요가 있음. 또한 성과목표와 사업목표 간의 연계관계를 명확히 제시하여 사업 추진을 통해 달성하고자 하는 최종적인 정책효과가 구체적으로 드러나도록 설정하여야 함
- 주관부처가 사업 추진 상황을 점검하기 위해 전기 3년과 후기 2년의 2단계 추진체계를 설정한 만큼, 단계별로 달성하여야 하는 기술적·산업적 목표를 구체화할 필요가 있음. 아울러 단계별 성과를 객관적으로 관리·점검할 수 있도록 정량·정성 성과지표와 단계 전환 기준을 마련하여야 함
- 총괄과제 간 연계와 총괄과제-인프라 간 협력이 실질적으로 이루어질 수 있도록, 주관부처가 제시한 협력방안을 구체적인 실행계획으로 발전시킬 필요가 있음
 - 공통 기술·데이터 표준 수립, 데이터 환류 강화, 연구개발 일정 동기화, 거버넌스 기반 협업체계 및 성과 연동형 평가·예산관리 등 제시된 협력방안은 기본 방향과 원칙을 제시하는 수준에 머무르고 있음. 따라서 각 협력방안별 적용 대상, 추진 주체, 단계별 이행 절차, 의사결정 권한 및 책임 범위를 구체적으로 설정할 필요가 있음
 - 총괄과제-인프라 연계와 장비 도입 지연에 대응하기 위해 협업 메커니즘의 권한 구조, 연구개발과 장비 구축 일정 간 동기화 방안, 데이터 공유 및 성능검증 기준을 명확히 마련하여야 함. 또한 핵심 장비의 구축 지연이나 활용 불가 상황에 대비하여 지연 단계별 대체 장비 활용, 외부 인프라 연계 및 대체 실증 시나리오 등 위험관리계획을 구체화할 필요가 있음
- 퍼지컬 AI 융합기술사업단과 연구관리전문기관 간 역할 중복 및 추진체계의 불명확성을 해소하기 위해 사업 운영체계를 전면적으로 보완할 필요가 있음
 - 사업단과 연구관리전문기관이 수행하는 사업관리, 과제평가, 성과관리, 총괄과제 간 조정 및 인프라 연계 기능을 명확히 구분하여 기관별 권한과 책임을 구체적으로 설정하여야 함. 특히, 사업단을 별도로 설치·운영해야 하는 필요성과 기존 연구관리전문기관으로 수행하기 어려운 고유 기능을 명확히 제시할 필요가 있음
 - 기획보고서와 소명자료에서 제시된 위원회 및 협의회의 구성과 기능이 자료별로 상이하므로, 관련 조직의 체계를 일관성 있게 재정비하여야 함. 각 위원회와

협의회별 구성 주체, 심의·의결 또는 자문 기능, 운영 주기, 상위 의사결정기구와의 관계 및 조정 절차를 명확히 규정할 필요가 있음

- 시설·부지·장비의 투자·소유·사용·운영 주체가 분절적으로 설정된 문제를 해소하고, 사업기간 및 사업 종료 이후에도 안정적으로 운영될 수 있는 지속가능한 운영체계를 마련할 필요가 있음
 - 시설·부지·장비의 투자 주체와 소유 주체, 실제 운영기관 및 활용기관 간 권한과 책임이 일관되도록 이해관계자 간 공식적인 협의를 추진하여야 함. 특히, 사업기간 중 운영방식뿐만 아니라 사업 종료 이후 시설·장비의 소유권, 운영비 부담, 유지·보수 책임 및 수익·비용 분담방안을 협약이나 운영규정 등에 명문화할 필요가 있음
 - 세부 장비 구축계획을 수립할 때에는 수요기업, AI 기술공급기업, 참여 예상 연구기관 등 다양한 주체의 의견을 폭넓게 수렴하여 기술적 요구와 산업 현장의 실질적인 수요를 반영하여야 함. 이를 바탕으로 장비별 공동활용 가능성, 주요 활용 대상, 예상 활용률, 이용료 체계 및 운영방식 등을 종합적으로 재검토할 필요가 있음
- 시설 구축 일정과 임시 공간 활용에 따른 위험요인을 사전에 점검하고, 지방비를 포함한 재원조달의 불확실성을 조기에 해소할 필요가 있음
 - 시설 구축과 관련하여 변경된 공정별 일정, 장비 반입·설치 시기 및 연구개발과의 연계 일정을 구체화하여야 함. 또한, 임시 공간 활용을 위해 기존 입주기업의 이전 가능성, 장비 설치에 필요한 구조·하중·면적·안전성, 전력·공조·용수 등 기반설비의 적합성을 조기에 검토하고, 부적합 시 대체공간 확보방안을 마련할 필요가 있음
 - 동 사업에 참여하는 전북특별자치도와 완주군은 지방비 분담 규모와 기관별 매칭비율, 연차별 투자계획 및 예산 확보 절차에 대해 사전협의를 완료하여야 함. 이를 공식적인 협약이나 지방재정계획 등에 반영함으로써 지방비 미확보로 인한 시설 구축 지연과 사업비 조정 가능성을 최소화할 필요가 있음

참 고 문 헌

- 관계부처 합동, 「AI 고속도로 구축을 위한 국가 AI컴퓨팅 센터 추진 방안(안)」, 과학기술정보통신부, 2025.9.
- 과학기술정보통신부, 「2026년도 국가연구개발사업 예산 배분·조정(안)」, 과학기술혁신본부, 2025.8.
- 과학기술정보통신부, 「산업 특화형 퍼지컬AI 핵심기술 PoC」, 2025.
- 과학기술정보통신부·중소벤처기업부, 「스마트 제조혁신 기술개발」, 2022~2026.
- 국가과학기술자문회의 심의회의 운영위원회, 「2024년 연구관리전문기관 지정·운영에 관한 실태조사 분석 결과(안)」, 2024.12.23.
- 국토교통부, 「공공발주사업에 대한 건축사의 업무범위와 대가기준」, 국토해양부 공고 제2020-635호, 2020.9.14.
- 기획재정부, 「2026년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침」, 2025.5.
- 산업통상자원부, 「AI자율제조SDM플랫폼기술개발」, 2025~2027.
- 산업통상자원부, 「국가로봇테스트필드」, 2024~2028.
- 산업통상자원부, 「로봇산업기술개발」, 2009~계속
- 산업통상자원부, 「제4차 지능형 로봇 기본계획(2024~2028)」, 2024.
- 한국개발연구원(KDI), 「예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 일반부문 연구」, 2021.
- 한국개발연구원(KDI), 「재정사업(건축) 시설부대경비 외 비용 산정방안」, 2021.8.
- 한국개발연구원(KDI) PIMAC, 「제로에너지건축물(ZEB) 공사비 추정 방안 업데이트」, 업무 가이드라인, 2025.8.19.
- 한국개발연구원(KDI), 「지역낙후도 지수 및 순위 갱신」, 2025.9.24.
- 한국과학기술기획평가원(KISTEP), 「국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침」, 2024.
- 한국과학기술기획평가원(KISTEP), 「정부연구개발예산 현황분석 보고서」, 2025.
- 한국산업마케팅연구소, 「2025 로봇산업 분야별 시장동향과 유망 기술개발 및 기업 현황」, 2024.
- 지방시대위원회, 「국가R&D 예타 요구사업 입지적정성 검토의견서」, 2025.11.28.
- 소프트웨어정책연구소(SPRi), 「AI Index 2025 주요내용 및 시사점」, 2025.
- 소프트웨어정책연구소(SPRi), 「퍼지컬 AI의 현황과 시사점」, 2025.
- 소프트웨어정책연구소(SPRi), 「AI 데이터센터 동향과 시사점」, 2025.7.30.
- 행정안전부, 학술연구용역 인건비 기준단가, 2024.

관계부처 합동, 「5국3특 국가균형성장 추진전략 설계도」, 2025.9.30.

관계부처 합동, 「AI 컴퓨팅 인프라 확충을 통한 국가 AI 역량 강화방안」, 2025.2.20.

관계부처 합동, 「새정부 경제성장전략」, 2025.8.22.

과학기술정보통신부, 「제5차 과학기술기본계획(2023~2027)」, 2022.12.

과학기술정보통신부, 「제6차 지방과학기술진흥종합계획(2023~2027)」, 2022.12.14.

국가과학기술자문회의, 「제1차 국가전략기술 육성 기본계획(2024~2028)」, 2024.8.26.

산업통상자원부, 「제4차 지능형 로봇 기본계획(2024~2028)」, 2024.1.

산업통상자원부, 「제8차 산업기술혁신계획(2024~2028)」, 2024.11.21.

Cervicorn Consulting, Physical AI Market Size, Share, Growth, Report 2025 to 2034, 2025.9.

IFR(International Federation of Robotics), Robotics Research: How Asia, Europe and America Invest, 2025.

Johnrector, Strategic Analysis: Transitioning from an AI-Centric to an Embodied Robot-Centric Economy, 2025.11.

Toward Healthcare, Physical AI Market Forecast Advancing Robotics and Patient Care 2025, 2025.

CNET, "Unitree Just Launched Its Most Affordable Humanoid Robot Yet", 2025.

Crunchbase News, "Robotics Funding Remains Robust As Startups Seek To Expand Robots' Skills", 2024.12.

Nippon.com, "Toward a Self-Driving Future: Japan Green-Lights Level 4 Autonomous Vehicles", 2023.

TheVerge, "Robotaxis score a huge victory in California with approval to operate 24/7", 2023.

나라장터(<https://www.g2b.go.kr>)

알리오 공공기관 경영정보 공개시스템(<https://www.alio.go.kr>)

전북소비자저널(<https://www.jbcj.kr>)

전북대학교 창업보육센터(<https://bi.jbnu.ac.kr/jbnubi/28086/subview.do>)

조달청 공사비정보광장(<http://pcae.g2b.go.kr>)

지방재정통합공개시스템(<https://www.lofin365.go.kr/portal/LF3110102.do>)

한국은행 경제통계시스템(<http://ecos.bok.or.kr>)