

(공고-국-제27호)

2026년 국토교통연구기획 사업 제1차 시행 공고 안내서

공고 대상

국토교통연구기획 사업 內 21개 연구개발과제

2026. 3. 27

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

목 차

I. 2026년 국토교통연구기획 사업 제1차 시행 공고	
1. 공고 대상	2
2. 일반 및 유의사항	3
II. 신청방법 및 관련서류 작성	
1. 신청자격 및 참여제한	8
2. 신청서류 접수일정 및 방법	11
3. 신청서류 접수 및 처리	13
4. 기타	16
III. 선정평가	
1. 선정평가 절차	18
2. 평가항목 및 배점	19
3. 평가점수 산정방법	20
4. 가점 및 감점 기준	21
IV. 연구개발비 계상기준	
1. 연구개발비 지원·부담 기준	24
2. 연구개발비 계상기준 공통사항	25
3. 항목별 세부 계상기준	25
4. 중소기업 이행보증보험 가입 세부사항	31
5. 기타	31
V. 신청 관련 Q&A	32
VI. 과제제안요구서(RFP)	36
[별첨] 서식 및 참고자료 목록	206

I . 2026년 국토교통연구기획 사업
제1차 시행 공고

1. 공고 대상

○ 공고 대상 연구개발과제(21개)

연 번	연구개발과제명	총 연구개발기간 (예정)	총 정부지원 연구개발비 (백만원)
1	탄소배출 저감을 위한 신재생에너지 활용 공동주택 냉난방 및 급탕 통합 히트펌프 열원 적용 기술 개발 기획	'26.05~'26.12 (7개월)	60
2	탄소중립 실현을 위한 한옥 부재 부품화 및 상품화 기술개발 기획	'26.05~'27.03 (10개월)	100
3	U-MRV 기반 온실가스 공간 인벤토리 구축 기술 및 넷제로 도시 관리 지원 플랫폼 개발 기획	'26.05~'27.05 (12개월)	100
4	고해상도 위성영상 기반 정밀도로지도 자동 갱신 및 광역 단위 교통 분야 활용 프레임워크 개발 기획	'26.05~'27.05 (12개월)	100
5	공간지능 기반 그린·블루카본 정밀 측정 및 검증 기술 개발 기획	'26.05~'27.03 (10개월)	100
6	차세대 라멘구조 기반 고성능·저탄소 공동주택 기술개발 기획	'26.05~'27.03 (10개월)	100
7	건설현장 및 시설물 안전 향상 기술 개발 기획	'26.05~'27.05 (12개월)	150
8	건설로봇릭스 시공자동화 기술 개발 기획	'26.05~'27.05 (12개월)	100
9	데이터센터 기계설비 맞춤형 모듈러 등 인프라테크 기술개발 및 실증 연구 기획	'26.05~'27.03 (10개월)	80
10	비철 금속을 재활용한 물분해 기반 청정수소 생산시스템 기술 개발 기획	'26.05~'27.03 (10개월)	70
11	대중교통 시스템의 자율주행 전환을 위한 AME 기술 개발 기획	'26.05~'27.05 (12개월)	150
12	물류 AX기술 개발 및 실증 지원 프로그램 기획	'26.05~'27.03 (10개월)	90
13	물류센터(풀필먼트센터 등)의 말단배송 자동화 기술개발 기획	'26.05~'27.03 (10개월)	90
14	ICAO 표준 정보체계 기반 전공역 통합관제시스템 개발 기획	'26.05~'27.05 (12개월)	110
15	SDV 운행안전 위험성 평가 기술 개발 기획	'26.05~'27.03 (10개월)	90
16	AI 기반 실시간 미래항공교통(AAM) 비행경로생성 기술개발 기획	'26.05~'27.05 (12개월)	100
17	Dark Fiber 및 AI 기반 DAS를 활용한 교통류 실시간 검지 및 운영관리 기술 개발 기획	'26.05~'27.03 (10개월)	100
18	로봇 기반 도로 진단·시공·유지보수 자동화 기술 개발 기획	'26.05~'27.05 (12개월)	90
19	철도 시스템 사이버보안 기술개발 기획	'26.05~'27.05 (12개월)	100
20	도시철도 차량 추진시스템 물리정보 기계학습 기반 에너지 최적제어 및 PHM 기술개발 기획	'26.05~'27.05 (12개월)	100
21	도시철도 분야 틈새 작업현장 문제 해결을 위한 첨단 경량 솔루션 개발지원사업 기획	'26.05~'26.11 (6개월)	70

※ 연구개발내용, 연구개발기간 및 연구개발비 등 상세내용은 공고 대상 연구개발과제 과제제안요구서(RFP) 참조

2. 일반 및 유의사항

가. 일반사항

- 연구개발과제는 필요에 따라 주관연구개발기관 및 공동연구개발기관으로 편성된 컨소시엄으로 신청 가능

용어 정의

- **주관연구개발기관** : 연구개발과제를 주관하여 수행하는 연구개발기관
- **공동연구개발기관** : 연구개발과제 협약에 따라 주관연구개발기관과 연구개발과제를 분담하여 공동으로 수행하는 연구개발기관
- **위탁연구개발기관** : 주관연구개발기관으로부터 연구개발과제의 일부(특수한 전문지식 또는 기술이 필요한 부분으로 한정한다)의 위탁을 국토교통부 장관의 승인을 받아 수행하는 연구개발기관
- **연구개발기관 외 기관** : 연구개발과제를 직접 수행하지 아니하나, 연구개발비 지원, 연구개발성과의 활용 등을 위해 참여하는 기관
- **연구책임자** : 연구개발과제를 총괄하는 주관연구개발기관의 연구자
 - ※ 공동연구개발기관의 책임자와 책임자 외 참여연구자는 연구책임자가 아닌 연구자로 봄

연구개발과제

주관연구개발기관

공동연구개발기관 1

공동연구개발기관 2

공동연구개발기관 N

※ 공동연구개발기관은 임의 편성이 가능하나, 연구개발기관간 역할 분담의 필요성, 명확성 등에 따라 향후 협약에서 제척될 수 있음

※ 본 사업은 위탁연구개발기관 편성을 지양(단, 주관연구개발기관 연구개발과제의 일부로서 특수한 전문지식, 기술이 필요한 부분으로 한정되어 위탁이 필요한 경우 국토교통부 장관 승인을 받아 수행 가능)

- 연구개발과제의 주요 **연구개발내용**, **연구개발기간** 및 **연구개발비**는 공고 안내서의 ‘Ⅶ. 과제제안요구서(RFP)’를 참조하여 작성
 - 연구개발과제의 목적 달성을 위해 필요하다고 판단될 때는 세부 연구개발내용을 일부 가감할 수 있으나, 명확한 사유와 근거 제시 필요
 - ※ 연구개발내용, 연구개발기간 및 정부지원연구개발비 등은 향후 선정평가 결과 및 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음
- 선정평가시 접수된 **연구개발계획서로 발표**(PPT 등 별도자료 사용 불가)
- **기 수행과제**(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 유사과제 관련 **연구개발결과의 구체적인 연계·활용방안**을 연구개발계획에 포함
 - ※ 국토교통과학기술진흥원(이하 ‘진흥원’) 홈페이지(<https://www.kaia.re.kr>)의 ‘지식-성과도서관-과제·보고서’ 및 과학기술 지식인프라 ScienceON(<https://scienceon.kisti.re.kr>) 참고

- 제안하는 연구개발내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함
- ※ 연구개발 수행 도중 중복성이 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

○ 기술시장 동향, 특허 분석 등은 진흥원의 지식서비스 적극 활용

※ 진흥원 홈페이지 '지식-동향자료' 메뉴의 '국토교통 인사이트' 및 '논문·특허·보고서' 등 참고

○ 연구개발계획서의 연구개발과제명 작성시 [참고1] 연구개발과제명 작성 안내를 참고하여 작성

※ 과제명을 변경하여 제안할 경우, 연구개발계획서 표지 연구개발과제명란에 원제목 병기

< 예시 > 연구개발계획서 표지 중

연구개발과제명	000기술 적용을 위한 00m급 장대교량 설계 및 시공기술 개발 (원제목 : 지능형 친환경 교량기술 개발)
---------	--

- 기타 본 공고 관련 일반사항은 「국가연구개발혁신법」(이하 '혁신법'), 「국가연구개발혁신법 시행령」(이하 '혁신법 시행령'), 「국가연구개발혁신법 시행규칙」(이하 '혁신법 시행규칙'), 「국가연구개발사업 연구개발비 사용 기준」(이하 '연구개발비 사용 기준'), 「국토교통부소관 연구개발사업 운영규정」(이하 '운영규정'), 「국토교통 연구개발사업 관리지침」(이하 '관리지침') 등을 따름

※ 국가법령정보센터 및 진흥원 홈페이지 '사업-국토교통R&D-규정·서식·매뉴얼' 참고

- 상기 법령, 규정 및 지침에 명기되어 있지 않은 사항은 진흥원과 국토교통부의 유권해석에 따름

나. 유의사항

- 기획위원회는 산업계, 학계, 연구기관, 공공기관 등 다양한 기술 분야별 전문가를 중심으로 구성되어야 하며, 기획위원회의 구성 및 운영(안)을 연구개발계획서에 제시할 것

- 사전기획 및 기획연구는 영리기관이 연구개발성과의 실시를 목적으로 하지 않고 참여한 경우, '혁신법 시행령' 별표1(정부지원연구개발비의 지원 기준 및 기관부담연구개발비의 현금부담기준)에 따른 연구개발비 지원·부담 기준을 적용하지 않음

※ 영리기관 : 중소기업, 중견기업, 공기업(지방직영기업·지방공사·지방공단을 포함) 및 대기업(중소기업, 중견기업, 공기업이 아닌 기업)

- 연구개발기관으로 참여하는 **영리기관**은 다음의 어느 하나에 해당하는 경우, **참여연구자의 인건비를 현금으로 계상 가능**(연구개발비 사용기준 제65조제4항, 운영규정 별표3)
 - **중소·중견기업인 연구개발기관이 신규로 채용하는 참여연구자**(채용일부터 연구개발과제 공고일까지의 기간이 6개월 이내인 연구자 포함)
 - 연구개발성과의 전부 또는 일부를 국가의 소유로 하는 연구개발과제의 참여연구자로서 중앙행정기관의 장이 인건비의 현금 계상이 필요하다고 인정하는 참여연구자
 - 중소기업이 지식서비스 분야의 개발내용을 포함한 과제를 수행하는 경우, 해당 연구개발과제에 직접 참여하는 연구자
- ※ 사업자등록증 상 하기 업태(통계청 고시 한국표준산업분류 기준)에 해당하는 기업이 지식서비스 분야에 해당하는 연구를 수행하는 경우(업종코드를 확인할 수 있는 증빙서류 제출 필요, 선정평가 등을 통해 결정)

업태(종목)	업태(종목)
73201. 인테리어 디자인업	72129. 기타 엔지니어링 서비스업
73202. 제품 디자인업	58221. 시스템 소프트웨어 개발 및 공급업
73203. 시각 디자인업	58222. 응용소프트웨어 개발 및 공급업
73209. 패션, 섬유류 및 기타 전문 디자인업	62010. 컴퓨터 프로그래밍 서비스업
72111. 건축설계 및 관련 서비스업	72911. 물질성분 검사 및 분석업
72112. 도시계획 및 조경설계 서비스업	72919. 기타 기술시험, 검사 및 분석업
72121. 건물 및 토목엔지니어링 서비스업	71531. 경영컨설팅업
72122. 환경 및 관련 엔지니어링 서비스업	

- 「연구산업진흥법」 제2조제1호가목 및 나목의 산업을 영위하는 사업자 중 동법 제6조제1항에 따른 전문연구사업자로 신고한 연구개발기관에 소속되어 해당 연구개발과제에 참여하는 참여연구자
- ※ 전문연구사업자로 신고한 기업 소속 연구자(한국연구산업협회 증명서 발급)
- 혁신법 시행령 제19조제1항제3호·제4호의 연구개발기관이 신규로 채용하는 참여연구자(채용일부터 연구개발과제 공고일까지의 기간이 6개월 이내인 연구자 포함)로서 해당 과제만을 수행하기 위해 채용되었음을 입증하는 서류를 제출한 참여연구자
 - 국가 전략적인 목적으로 다수의 부처가 양해각서를 체결하고 공동으로 추진하는 사업에 참여하는 기관으로서 장관의 승인을 받은 기관에 소속되어 해당 연구개발과제에 참여하는 참여연구자

- 연구개발과제에 참여하여 정부지원연구개발비를 지원받는 모든 중소기업은 해당 정부지원연구개발비 전액에 대해 이행보증보험을 가입하고 협약시 및 정부지원연구개발비 지급 전에 이행보증보험증권 제출 필요
(관리지침 제11조제4항, 제21조제4항 및 제7항)

※ 본 공고 안내서 'IV-4. 중소기업 이행보증보험 가입 세부사항' 참고

- 보험기간은 협약년도 시작일~종료일+9개월이며, 이행보증보험증권 발급에 필요한 비용은 간접비로 계상 가능
- 단, 최근 회계연도말 유동비율 150% 이상, 부채비율 200% 이하, 이자보상배수 1.0배 이상 모두 만족하는 기업은 면제

Ⅱ. 신청방법 및 관련서류 작성

1. 신청자격 및 참여제한

가. 신청자격

- 혁신법 제2조 제3호, 혁신법 시행령 제2조 제1항에 의한 연구개발기관
 - 관리지침 별표1(국토교통연구개발사업 지원제외조건) 해당 기관은 제외

나. 연구개발기관 및 연구자의 참여제한

- 신청 마감일 기준 혁신법 제32조에 따라 국가연구개발사업에 참여제한을 받고 있는 자 또는 기관
- 신청 마감일 기준 관리지침 별표1(국토교통연구개발사업 지원제외조건)에 해당할 경우

< 관리지침 별표1(국토교통연구개발사업 지원제외조건) >

1. 주관연구개발기관, 공동연구개발기관, 위탁연구개발기관의 부도
2. 국세 또는 지방세 등의 체납처분을 받은 경우(단, 중소기업진흥공단 및 신용회복위원회(재창업지원위원회)를 통해 재창업자금을 지원받은 경우와 신용보증기금 및 기술신용보증기금으로부터 재도전기업주 재기지원보증을 받은 경우는 예외)
3. 「민사집행법」, 신용정보집중기관에 의한 채무불이행자 경우(단, 중소기업진흥공단 및 신용회복위원회(재창업지원위원회)를 통해 재창업자금을 지원받은 경우와 신용보증기금 및 기술신용보증기금으로부터 재도전기업주 재기지원보증을 받은 경우는 예외)
4. 파산·회생절차·개인회생절차의 개시 신청이 이루어진 경우(단, 법원의 인가를 받은 회생계획 또는 변제계획에 따른 채무변제를 정상적으로 이행하고 있는 경우는 예외)
5. 최근 결산 기준 자본전액잠식(창업 3년 미만 기업 제외)
6. 외부감사 기업의 경우 최근년도 결산감사 의견이 “의견거절” 또는 “부적정”

※ 상기 내용은 비영리기관, 공기업, 지방공기업은 적용하지 않음

- 본 공고 대상 연구개발과제는 혁신법 시행령 제64조에 따른 연구개발 과제 수의 제한 규정을 적용하지 않음

< 혁신법 시행령 제64조(연구개발과제 수의 제한)>

제64조(연구개발과제 수의 제한) ① 중앙행정기관의 장은 법 제35조제1항에 따라 연구자가 동시에 수행할 수 있는 연구개발과제 수를 최대 5개로, 그 중 연구책임자로서 동시에 수행할 수 있는 연구개발과제 수를 최대 3개로 제한할 수 있다.

② 중앙행정기관의 장은 제2조제3호에 따른 외국법인인 연구개발기관(연구개발과제 협약에 따라 연구개발비를 부담하는 연구개발기관으로 한정한다)과 연구개발과제를 공동으로 수행하는 국내 연구개발기관의 연구자에 대해서는 제1항에도 불구하고 연구자가 동시에 수행할 수 있는 연구개발과제 수를 최대 6개로, 그 중 연구책임자로서 동시에 수행할 수 있는 연구개발과제 수를 최대 4개로 제한할 수 있다.<신설 2024. 2. 6.>

③ 중앙행정기관의 장은 제1항 및 제2항에 따른 연구개발과제 수를 산정할 경우 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 연구개발과제는 그 수에 포함하지 않고 산정할 수 있다.<개정 2022. 2. 28., 2022. 12. 6., 2024. 2. 6.>

1. 제9조제2항 또는 제10조제2항에 따른 연구개발계획서의 제출 마감일부터 6개월 이내에 수행이 종료되는 연구개발과제
2. 사전 조사, 기획·평가연구 또는 시험·검사·분석에 관한 연구개발과제
3. 연구개발과제의 조정 및 관리를 목적으로 하는 연구개발과제
4. 연구개발을 주목적으로 하지 않는 기반 구축 사업, 제5조제1호·제2호의 사업, 인력 양성 사업 및 학술활동사업 관련 연구개발과제
- 4의2. 법 제3조제1호에 따른 사업 관련 연구개발과제
5. 법 제4조 단서의 기본사업 관련 연구개발과제
6. 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 연구개발기관이 중소기업과 공동으로 수행하는 연구개발과제로서 과학기술정보통신부장관이 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 그 연구개발비를 별도로 정하는 연구개발과제
 - 가. 법 제2조제3호나목부터 바목까지의 규정에 해당하는 연구개발기관
 - 나. 「산업기술혁신 촉진법」 제42조에 따른 전문생산기술연구소
7. 그 밖에 연구개발 촉진 등을 위하여 연구개발과제 수에 포함하지 않고 산정할 필요가 있어 국가과학기술자문회의의 심의를 거친 연구개발과제

◇ 연구개발계획서 등 신청서류에 허위사실을 기재하거나 각종 증빙자료를 조작한 경우 선정 대상에서 제외하며, 선정된 이후 이러한 사실이 발견되면 선정취소, 정부지원연구개발비 환수 등의 제재조치

다. 연구개발기관 및 연구자 구성시 유의사항

- 동일기관(주관·공동)이 하나의 연구개발과제 내에서는 중복 참여가 불가하나, 타 연구개발과제에 참여는 가능
- 최종 과제제안요구서(RFP) 조정 및 보완과정에 참여한 기획자는 주관연구개발기관 연구책임자로 참여 불가

- 하나의 연구개발과제에 대하여 동일 연구개발기관이 서로 경쟁관계에 있는 컨소시엄에 주관·공동연구개발기관으로 동시 참여 불가
 - ※ 경쟁기관에 소속된 연구자를 전문가로서 활용하는 것은 가능
- 단, 「고등교육법」 제2조에 따른 학교는 동일학과, 국공립연구기관, 「정부특정연구기관 육성법」 제2조에 따른 연구기관, 「정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」 제8조제1항에 따른 연구기관 및 「과학기술분야 정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」 제8조제1항에 따른 연구기관은 동일부서에 한해 경쟁 컨소시엄에 동시 참여를 제한함
- 참여기관 수 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구개발 추진 효율성 도모

2. 신청서류 접수일정 및 방법

가. 접수일정

공고기간	인터넷(전산) 입력 및 신청서 접수
'26.03.27(금)~'26.04.28(화) 18:00까지 (32일)	'26.04.14(화)~'26.04.28(화) 18:00까지 (14일)

나. 인터넷(전산) 입력 안내

- 범부처통합연구지원시스템(<https://iris.go.kr>)에 접속하여 사업공고 메뉴에서 신청하고자 하는 연구개발과제를 선택하여 **입력 및 신청서류 업로드**
※ [참고6] IRIS 전산접수 매뉴얼 참고
- 인터넷 입력 마감일 18시에 시스템 접속이 강제 종료되므로, 종료 전에 입력 뿐 아니라 **‘최종확인’, ‘제출’, ‘기관담당자 승인’ 버튼 반드시 클릭**
※ 기한내 신청서류 온라인 제출 실패시 신청서류 접수 불인정
- 인터넷 입력 시, 신청서류 업로드, 연구자 등록, 기관 등록 등에 소요되는 시간과 PC 권장환경을 충분히 고려하여 신청서류 접수 요망

다. 문의처

- 문의 : 국토교통과학기술진흥원
 - 공고 일반사항 : 전략기획실 윤민호 선임연구원(031-389-6358)
 - 접수 상세사항 및 연구내용 : 연구개발과제별 담당부서 및 담당자(p.12)
- 인터넷 오류 문의 : 범부처통합연구지원시스템(<https://iris.go.kr>) 고객센터
 - (게시판) IRIS 접속 → 참여소통 → R&D 신문고 / 고객센터 안내
 - (콜센터) 1877-2041(부가통화) / 042-862-1500(일반전화)
 - ※ 운영시간 : 평일 09:00~18:00(점심시간 12:00~13:00), 휴일 및 공휴일 제외

< 연구개발과제별 담당부서 및 담당자 >

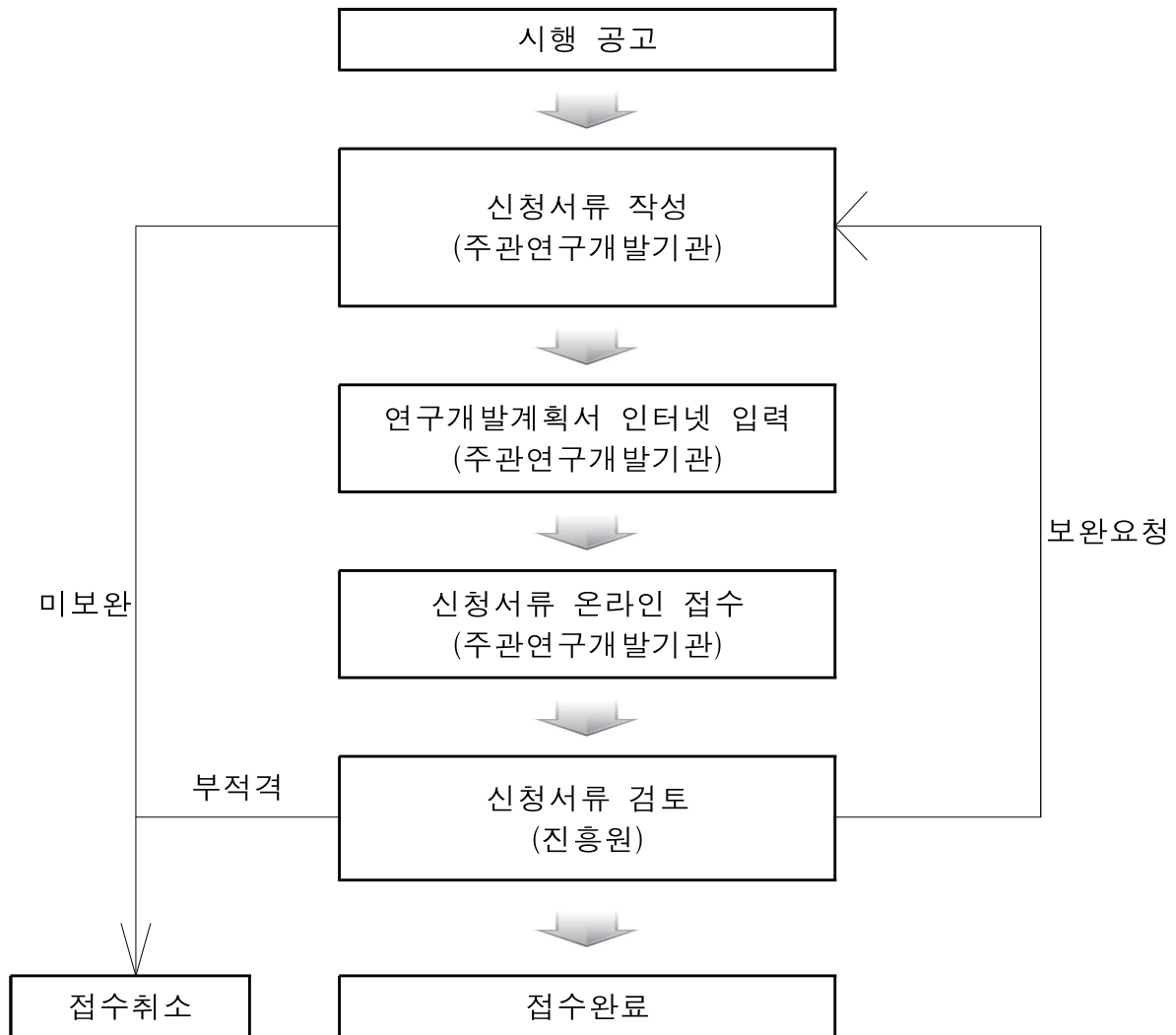
연 번	연구개발과제명	담당부서	담당자 (031-389-내 선)
1	탄소배출 저감을 위한 신재생에너지 활용 공동주택 냉난방 및 급탕 통합 히트펌프 열원 적용 기술 개발 기획	건축주거실	이정호 선임 (6361)
2	탄소중립 실현을 위한 한옥 부재 부품화 및 상품화 기술개발 기획	건축주거실	장승희 선임 (6384)
3	U-MRV 기반 온실가스 공간 인벤토리 구축 기술 및 넷제로 도시 관리 지원 플랫폼 개발 기획	도시공간 정보실	김재건 연구원 (6562)
4	고해상도 위성영상 기반 정밀도로지도 자동 갱신 및 광역 단위 교통 분야 활용 프레임워크 개발 기획	도시공간 정보실	김현덕 PD (6423)
5	공간지능 기반 그린·블루카본 정밀 측정 및 검증 기술 개발 기획	도시공간 정보실	김현덕 PD (6423)
6	차세대 라멘구조 기반 고성능·저탄소 공동주택 기술개발 기획	건축주거실	김지희 수석 (6473)
7	건설현장 및 시설물 안전 향상 기술 개발 기획	건설인프라실	곽윤석 책임 (6445)
8	건설로봇틱스 시공자동화 기술 개발 기획	건설인프라실	윤희석 수석 (6543)
9	데이터센터 기계설비 맞춤형 모듈러 등 인프라테크 기술개발 및 실증 연구 기획	플랜트실	임용택 PD (6417)
10	비철 금속을 재활용한 물분해 기반 청정수소 생산시스템 기술 개발 기획	수소인프라실	이용호 PD (6494)
11	대중교통 시스템의 자율주행 전환을 위한 AME 기술 개발 기획	교통실	강동윤 PD (6527)
12	물류 AX기술 개발 및 실증 지원 프로그램 기획	융복합 물류사업단	신현주 PD (6457)
13	물류센터(폴필먼트센터 등)의 말단배송 자동화 기술개발 기획	융복합 물류사업단	신현주 PD (6457)
14	ICAO 표준 정보체계 기반 전공역 통합관제시스템 개발 기획	항공우주실	정인희 선임 (6536)
15	SDV 운행안전 위험성 평가 기술 개발 기획	교통실	박윤정 선임 (6437)
16	AI 기반 실시간 미래항공교통(AAM) 비행경로생성 기술개발 기획	UAM 국가전략 기술사업단	주영돈 PD (6329)
17	Dark Fiber 및 AI 기반 DAS를 활용한 교통류 실시간 검지 및 운영관리 기술 개발 기획	교통실	강동윤 PD (6527)
18	로봇 기반 도로 진단·시공·유지보수 자동화 기술 개발 기획	교통실	김태기 선임 (6528)
19	철도 시스템 사이버보안 기술개발 기획	철도실	이은호 전문위원 (6561)
20	도시철도 차량 추진시스템 물리정보 기계학습 기반 에너지 최적제어 및 PHM 기술개발 기획	철도실	조환희 PD (6438)
21	도시철도 분야 틈새 작업현장 문제 해결을 위한 첨단 경량 솔루션 개발지원사업 기획	철도실	하경수 선임 (6379)

3. 신청서류 접수 및 처리

가. 신청서류(관리지침 제12조제2항)

연번	항목	필수 여부	비고
1	신청 공문(신청 기관장 직인 날인)	필수	-
2	연구개발계획서(신청용)(신청 기관장 및 연구책임자 직인 날인)	필수	서식1
3	개인정보 및 과세정보 제공활용 동의서	필수	서식2
4	신청자격 적정성 확인서	필수	서식3
5	가점 및 감점사항 확인서(증빙서류 포함)	필수	서식4
6	RFP 자체검토 의견서	필수	서식5
7	연구시설장비 심의요청서(전체연구개발기간 대상) ※ 3천만원 이하의 장비는 별첨 ‘연구시설 장비별 구축계획서’만 작성 * 3천만원~1억원 미만 : 전문기관 연구시설장비도입 심사평가단 심의 대상 * 1억원 이상 : 과기부 국가연구시설·장비심사평가단의 심의 대상	해당시	서식6
8	법인등기사항전부증명서, 사업자등록증(기관별)	필수	-
9	전문연구사업자 신고증	해당시	-
10	(중소기업) 지식서비스 분야 심의 요청서	해당시	서식7
11	중소·중견기업 증빙서류 ※ 중소벤처기업부·한국중견기업연합회에서 발급하는 중소기업·중견기업 확인서	해당시	-
12	표준재무제표 증명(최근 2년) ※ 정부24(www.gov.kr)에서 온라인 발급받아 제출	해당시	-
13	청렴서약서(신청기관 및 연구책임자)	필수	서식8

나. 신청서류 접수 및 처리절차



다. 신청서류 접수

- 신청서류는 온라인 접수 원칙으로, 범부처통합연구지원시스템(<https://iris.go.kr>)에 주관연구개발기관 연구책임자 ID로 접속하여 연구개발계획서 등 신청서류 입력 및 업로드
 - 제출 마감시한 내 기관담당자 승인까지 완료
 - 정보 입력 및 저장 후 [최종확인] → [제출] → [기관담당자 승인]
 - ※ 연구책임자 제출 마감 이후 신규 접수는 절대 불가하며, 연구책임자 제출 완료된 과제라도 기관담당자 승인 마감에 되지 않은 과제는 접수처리 불가
- 온라인 접수를 위해 ‘[참고6] IRIS 전산접수 매뉴얼’ 확인 및 ‘IRIS 연구개발과제 접수전 필수 이행사항’ 필독 후 시간이 소요되는 사항 사전 준비 필요

라. 신청서류 작성요령

- 연구개발계획서 및 제출자료 양식은 진흥원 홈페이지(<https://www.kaia.re.kr>) 및 범부처통합연구지원시스템(<https://iris.go.kr>)에서 다운로드하여 작성
- 범부처통합연구지원시스템 전산접수 매뉴얼을 참고하여 작성 후 범부처 통합연구지원시스템(<https://iris.go.kr>)에 제출
- 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 부합되도록 작성하고 제시된 보안등급에 따라 연구개발계획서에 표기
- 연구개발계획서는 [서식1] 양식에 따라 작성하고, 서식 < 본문 1 >*은 100쪽 이내로 작성 필수
 - ※ ‘1. 연구개발과제의 필요성’, ‘2. 연구개발과제의 목표 및 내용’, ‘3. 연구개발과제의 추진전략·방법 및 추진체계’, ‘4. 연구개발성과의 활용방안 및 기대효과’, ‘5. 연구개발성과의 실용화 전략 및 계획’, ‘6. 연구개발 안전 및 보안조치 이행계획’ (7. 성과점검기준표는 쪽수에 미포함)
- 연구개발계획서 및 첨부자료 등이 허위, 위·변조, 그 밖의 방법으로 부정하게 작성된 경우는 관련 규정에 의거하여 평가대상에서 제외, 선정 취소 및 협약해약, 국가연구개발사업 참여제한 등 불이익 조치

마. 신청서류 검토 및 처리(관리지침 제12조 제4항·제5항 참고)

- 신청서류 검토결과 다음에 해당되는 경우에는 신청서류 반려
 - 신청공문에 주관연구개발기관의 장의 직인이 찍히지 아니한 경우
 - 주관연구개발기관이 참여제한에 해당되는 경우 또는 신청자격이 없는 경우
 - 주관연구개발기관 연구책임자가 참여제한에 해당되는 경우
 - 신청서류가 거짓으로 작성된 경우
 - 주관연구개발기관이 관리지침 별표1 지원제외조건에 해당하는 경우
 - 그 밖에 보완할 수 없는 중대한 잘못이 있는 경우
- 신청서류 검토결과 다음에 해당되는 경우에는 일정기간을 정하여 보완 요청, 정당한 사유 없이 기간 내에 보완하지 않을 경우 신청서류 반려
 - 연구개발계획서에 주관연구개발기관의 장 직인 또는 연구책임자 도장이 찍히지 아니한 경우(단, 통합정보시스템을 통해 신청접수한 경우에는 예외)

- 중소·중견기업 중병서류 등 첨부서류가 빠진 경우
- 공동·위탁연구개발기관 책임자가 참여제한에 해당되는 경우
- 정부지원연구개발비 지원기준 및 기관부담연구개발비 부담기준(혁신법 시행령 별표1)을 만족하지 못하는 경우
- 최종 과제제안요구서(RFP) 조정 및 보완과정에 참여한 기획자가 연구 책임자로 참여하는 경우
- 공동·위탁연구개발기관이 참여제한에 해당되는 경우, 신청자격이 없는 경우 또는 관리지침 별표1 지원제외조건에 해당하는 경우
- 주관·공동연구기관의 연구책임자 또는 연구자가 혁신법 시행령 제64조에 따른 연구개발과제 수의 제한을 만족하지 못하는 경우
- 그 밖에 기재사항이 빠지는 등 보완이 필요한 경우

4. 기타

- 기타 정하지 않은 사항은 혁신법, 혁신법 시행령, 혁신법 시행규칙, 혁신법 관련 행정규칙*, 운영규정, 관리지침 등에 따르며, 상세사항은 진흥원 홈페이지(<https://www.kaia.re.kr>) 참고

※ 국가연구개발사업 연구개발비 사용기준, 국가연구개발사업 연구노트 지침, 국가연구개발사업 동시수행 연구개발과제 수 제한기준, 국가연구개발정보처리기준 등

- 상기 법령, 규칙, 규정 및 지침에 명기되어 있지 않은 사항은 진흥원과 국토교통부의 유권해석에 따름

Ⅲ. 선 정 평 가

1. 선정평가 절차

절차	방법 및 내용	일정
시행 공고 및 접수	• 전문기관(진흥원) : 범부처통합연구지원시스템 및 진흥원 홈페이지를 통해 시행 공고 및 접수 • 주관연구개발기관 : 연구개발계획서 등 신청서류 온라인 제출	'26.03.27 ~ '26.04.28
		
신청서류 검토·보완	• 전문기관(진흥원) : 신청서류 검토*(필요시 보완 요청) * 참여제한 해당 여부, 신청자격 적합 여부, 제출필요 서류 누락 등 • 주관연구개발기관 : 신청서류 보완(전문기관 요청시)	'26.04.28 ~ '26.05
		
사전검토	• 전문기관(진흥원) : 연구개발계획서의 RFP와의 부합성, 다른 연구개발과제와의 차별성 등 선정평가 사전검토	'26.05
		
연구개발과제평가단 선정평가	• 연구개발목표의 명확성, 추진전략 및 방법의 구체성 등에 대한 발표평가(100점 만점) - RFP 부합성 및 차별성 평가, 연구개발계획 평가 등 - (유의사항) <u>접수시 제출한 연구개발계획서를 사용하여 발표(PPT 등 별도자료 사용 불가)</u>	'26.05
		
평가결과 통보 및 협약체결	• 국토부 보고 및 확정 • 주관연구개발기관에 선정평가 결과 통보 • 선정된 연구개발기관과 전문기관간 협약체결	'26.05

※ 신청서류 접수 이후 일정은 진행상황에 따라 변동 가능

2. 평가항목 및 배점

○ (1단계) 부합성·차별성 평가

- RFP와의 부합성 및 차별성에 대해 연구개발과제평가단 평가를 통해 선정대상 여부 결정

※ 부합되지 않거나 차별성이 없는 것으로 판정시 연구개발계획에 대한 평가점수를 부여하지 않고 선정대상에서 제외

부합성 평가	• 연구개발과제평가단에서 연구개발계획서가 과제제안요구서(RFP)와 부합되지 않는 것으로 판정시 ‘탈락’ 조치
차별성 평가	• 연구개발과제평가단에서 기 수행되었거나 수행중인 과제와 차별성이 없는 것으로 판정시 ‘탈락’ 조치

○ (2단계) 연구개발계획 평가

- 평가항목

기준 항목	세부 평가항목	배점
연구개발 목표 및 사전조사·분석 (10점)	• 연구개발 목표의 적절성·타당성	5
	• 최신 동향분석 등 사전조사·분석의 충실성	5
연구개발 내용 (60점)	• 조사 분석 방법론의 창의성 및 적절성	10
	• 전문가 활용 방안의 타당성	5
	• 연구 절차, 추진전략 및 추진체계의 적절성·충실성	20
	• 연구내용 구성 및 세부목표의 충실성·타당성	10
	• 연구성과 활용 및 관리방안	15
추진전략 및 계획 (30점)	• 연구책임자의 전문성 및 기획·관리능력	10
	• 연구팀 구성의 전문성 및 적정성	20
계		100

* 과제 특성에 따라 기준항목(세부 평가항목) 및 배점 기준이 달라질 수 있음

3. 평가점수 산정방법

- 연구개발과제평가단 **종합평가점수**는 위원별 점수 중 **최고점수와 최저점수** 각 1개를 제외한 **총점을 산술평균**하여 산정(소수점 셋째자리에서 반올림)
- **종합평가점수가 60점 미만인 과제**는 단독신청일 경우도 **‘탈락’ 조치**
 - ※ 연구개발과제평가단 종합평가점수가 60점 미만이고 가점 포함시 60점 이상일 경우 ‘탈락’, 종합평가점수가 60점 이상이고 감점 포함시 60점 미만일 경우 ‘탈락’ 조치
- **‘부합성 평가’ 결과 연구개발계획서가 과제제안요구서(RFP)와 부합되지 않는 것으로 판정시 ‘탈락’ 조치**
- **‘차별성 평가’ 결과 기 수행되었거나 수행중인 과제와 차별성이 없는 것으로 판정시 ‘탈락’ 조치**
- **평가 당일 특별한 사유없이 주관연구개발기관 연구책임자가 발표하지 않은 경우 ‘탈락’ 조치**
 - ※ 갑작스러운 사고, 질병 등 특별한 사유로 인해 발표가 곤란할 경우에 한하여 예외 인정(해당 시 진흥원과 별도 협의 요망)

4. 가점 및 감점 기준

- 관리지침 제17조(가점 및 감점 기준) 및 운영규정 별표2를 준용하여 연구개발과제평가단 **종합평가점수**를 기준으로 가점 및 감점을 부여
- 가점 및 감점은 신청 마감일까지 제출된 자료(증빙)와 이에 대해 진흥원에서 요청한 보완사항을 보완한 자료를 근거로 종합평가점수에 합산하되, 60점 미만인 연구개발과제에는 부여하지 않음
- 신청기관은 가점 및 감점 해당사항이 있는 경우, [서식4] 가점 및 감점 사항 확인서에 따라 해당 목록과 증빙서류 제출
- 가점 및 감점의 적용기준일은 신청 마감일을 기준으로 함

< 가점 및 감점 기준 >

구분	내 용
평가결과에 따른 가점	○ 최종평가 결과가 최우수 등급(만점의 90% 이상)인 연구개발과제의 주관연구개발기관 연구책임자가 해당 평가를 실시한 전문기관의 장에게 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우, 최종평가 후 2년간 선정평가점수의 2% 가점
우수 기업부설 연구소에 대한 가점	○ 최근 3년 이내(운영규정 제25조에 따른 신청 마감일을 기준)에 「기초연구진흥 및 기술개발지원에 관한 법률 시행령」 제16조의3에 따라 선정된 우수 기업부설연구소가 소속된 기업을 포함하는 연구개발과제의 경우 선정평가점수의 1% 가점
보안과제 수행에 따른 가점	○ 최근 3년 이내에 협약한 연구개발과제로서 협약 시 보안과제로 분류된 연구개발과제의 주관연구개발기관 연구책임자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 선정평가점수의 1% 가점
기술실시실적에 따른 가점	○ 최근 3년 이내에 연구개발성으로 인한 기술료의 일부 또는 수익의 일부를 전문기관에 납부한 총액이 2천만원 이상이거나, 같은 기간 내에 2건 이상의 혁신법 제18조제1항에 해당하는 계약 체결 실적이 있는 연구개발기관 연구책임자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 선정평가점수의 1% 가점 (제출한 증빙자료 내에 지원부처명(전문기관), 연구개발과제명 등이 확인되는 경우에 한함)
연구성과 포상에 따른 가점	○ 최근 3년 이내에 최종평가 결과가 우수하여 관계 중앙행정기관의 장이 추천한 우수 연구개발과제 중 과학기술정보통신부 장관으로부터 적절한 포상(정부포상 훈격에 따른 훈장, 포장, 대통령 및 국무총리 표창, 과학기술정보통신부 장관상)을 받은 연구책임자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 선정평가점수의 1% 가점
신기술 또는 녹색인증에 따른 가점	○ 최근 2년 이내에 「건설기술 진흥법」 제14조에 따른 건설신기술, 「국가통합교통체계효율화법」 제102조에 따른 교통신기술, 「물류정책기본법」 제57조에 따른 우수 물류신기술, 「조달사업에 관한 법률」 제27조에 따른 국토교통부 우수연구개발 혁신제품 중 1개 이상을 신규로 받은 중소·중견기업이 연구개발과제를 신청하는 경우 선정 평가점수의 1% 가점 (보호기간(지정기간) 내에 있는 경우에 한함) ○ 최근 2년 이내에 국토교통부장관으로부터 녹색인증 및 확인을 받은 실적이 있는 연구자 및 연구개발기관이 관련 녹색기술로 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 선정평가점수의 1% 가점 (보호기간 내에 있는 경우에 한함)

구분	내 용
신진연구자에 대한 가점	○ 신청마감일 기준 박사학위 취득 후 7년 이내 또는 만 39세 이하인 연구자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 선정평가점수의 1% 가점 부여
연구부정행위에 따른 감점	○ 최근 3년 이내에 「국가연구개발혁신법」 제32조제1항제3호에 따른 사유로 제재처분을 받은 자나 연구개발기관이 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우, 선정평가점수의 4% 감점
연구개발과제 수행 포기에 따른 감점	○ 정당한 사유없이 연구개발과제 수행을 포기하여 제재처분을 받은 자 또는 연구개발기관의 경우 제재처분을 받은 날로부터 3년간 선정평가점수의 2% 감점
제재부가금 및 환수금 납부기간 미준수에 따른 감점	○ 연구개발계획서 제출 마감일 기준 연구개발기관 또는 연구책임자가 「국가연구개발혁신법」 제32조제1항에 따른 제재부가금 또는 같은 조 제3항에 따른 연구개발비 환수금의 전부 또는 일부를 납부기간까지 미납한 경우 선정평가점수의 2% 감점

IV. 연구개발비 계상기준

1. 연구개발비 지원·부담 기준

- 영리기관이 연구개발기관으로 참여하는 경우 아래의 연구개발비 지원·부담기준(혁신법 시행령 별표 1)을 따름. 다만, 영리기관이 연구개발성과의 실시를 목적으로 하지 않고 사전기획 또는 기획연구에 참여한 경우에는 아래의 연구개발비 지원·부담기준을 적용하지 않음

< 정부지원연구개발비의 지원기준 및 기관부담연구개발비의 현금부담기준 >

1. 정부지원연구개발비의 지원기준

정부지원연구개발비는 다음 표에 따른 비율에 따라 산정된 금액에 국제공동연구개발비를 더한 금액으로 한다.

구분	지원기준
가. 혁신법 시행령 제19조제1항제1호에 해당하는 연구개발기관	국제공동연구개발비를 제외한 연구개발비의 100분의 75 이하
나. 혁신법 시행령 제19조제1항제2호에 해당하는 연구개발기관	국제공동연구개발비를 제외한 연구개발비의 100분의 70 이하
다. 혁신법 시행령 제19조제1항제3호 또는 제4호에 해당하는 연구개발기관	국제공동연구개발비를 제외한 연구개발비의 100분의 50 이하

2. 기관부담연구개발비의 현금부담기준

기관부담연구개발비 중 현금부담 금액은 다음 표에 따른 비율에 따라 산정된 금액으로 한다. 이 경우 해당 금액은 연도별 연구개발기간이 종료되기 3개월 전까지 부담을 완료해야 한다.

구분	현금부담 비율
가. 혁신법 시행령 제19조제1항제1호에 해당하는 연구개발기관	기관부담연구개발비의 100분의 10 이상
나. 혁신법 시행령 제19조제1항제2호에 해당하는 연구개발기관 중 평균매출액 등이 3천억원 미만인 연구개발기관	
다. 혁신법 시행령 제19조제1항제2호에 해당하는 연구개발기관 중 평균매출액 등이 3천억원 이상인 연구개발기관	기관부담연구개발비의 100분의 13 이상
라. 혁신법 시행령 제19조제1항제3호 또는 제4호에 해당하는 연구개발기관	기관부담연구개발비의 100분의 15 이상

3. 현물로 부담할 수 있는 기관부담연구개발비의 사용용도는 다음 각 호와 같다.

- 가. 기관부담연구개발비가 아닌 비용으로 고용한 소속 연구자가 연구개발과제를 수행한 경우 해당 연구자의 인건비
- 나. 연구시설·장비비
- 다. 기술도입비·연구재료비
- 라. 소프트웨어 활용비

4. 제2호 및 제3호에도 불구하고 정부지원연구개발비를 지원받지 않는 연구개발기관은 기관부담연구개발비의 전부를 현물로 부담할 수 있다.

<비고>

1. 중앙행정기관의 장은 과학기술정보통신부장관과 협의하여 정부지원연구개발비의 지원 기준을 높이거나 기관부담연구개발비 중 현금부담 비율을 낮출 수 있다. 다만, 사회·경제적 위기 상황으로 긴+급한 경우에는 지원기준을 높이거나 현금부담 비율을 낮춘 후 지체 없이 과학기술정보통신부장관에게 변경된 사실과 그 사유를 통보해야 한다.
2. 제2호에서 “평균매출액등”이란 「중견기업 성장촉진 및 경쟁력 강화에 관한 특별법 시행령」 제7조에 따른 평균매출액등을 말한다.

2. 연구개발비 계상기준 공통사항

- 연구개발과제당 연구개발비 지원 한도액의 범위 내에서 연구개발기관의 자체규정에 따라 연구수행에 반드시 필요한 실 소요액으로 연구개발비를 계상하여야 함
- 각 연구개발기관은 자체 규정을 마련하고 유지하여야 함
- 환율은 정부의 매년도 예산안편성지침 및 기준에 따름

3. 항목별 세부 계상기준

- 연구개발비 항목별 세부 계상기준은 연구개발비 사용용도(혁신법 시행령 별표2) 및 [참고4] 국가연구개발사업 연구개발비 사용 기준을 따름

< 연구개발비 사용용도 >

□ 직접비

항목	사용용도
가. 인건비	1) 연구개발과제 수행에 참여하는 연구자에게 지급하는 인건비 2) 비영리법인 연구부서에 소속된 연구지원인력에게 지급하는 인건비
나. 학생인건비	1) 다음의 어느 하나에 해당하는 연구개발기관(이하 “대학등”이라 한다)이 학생연구자에게 지급하는 인건비 가) 법 제2조제3호나목의 대학 나) 「특정연구기관 육성법 시행령」 제3조제1호부터 제3호까지 및 제3호의2에 따른 연구기관

항목	사용용도
	다) 「과학기술분야 정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」 제33조제1항에 따른 대학원대학과 대학원대학을 설립할 수 있는 연구기관 및 같은 조 제3항에 따른 참여기관 2) 다음의 어느 하나에 해당하는 기관이 대학등 또는 외국대학과 계약을 체결하여 운영하는 학·연 협동과정을 통하여 연구개발과제에 참여하는 학생연구자 또는 외국대학 소속의 학생 신분의 연구자에게 지급하는 인건비 가) 「정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」 제2조에 따른 정부출연연구기관 나) 「과학기술분야 정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」 제2조에 따른 과학기술분야 정부출연연구기관 다) 「특정연구기관 육성법 시행령」 제3조제4호부터 제11호까지의 규정에 따른 연구기관 3) 2)가)부터 다)까지에 해당하는 연구개발기관에서 실시하는 6개월 이상의 연수프로그램을 통하여 연구개발과제에 참여하는 학생연구자에게 지급하는 인건비
다. 연구시설·장비비	1) 연구시설·장비 구입·설치비 : 연구개발과제 수행에 필요한 연구시설·장비의 구입·설치비, 관련 부대 비용 또는 성능향상비 2) 연구시설·장비 임차비 : 연구개발과제 수행에 필요한 연구시설·장비의 임차비 3) 연구시설·장비 운영·유지비 : 유지·보수비, 운영비 또는 이전 설치비 4) 연구인프라 조성비 : 연구인프라 조성을 목적으로 하는 국가연구개발사업의 연구인프라 부지·시설의 매입·임차·조성비, 설계·건축·감리비 또는 장비 구입·설비비
라. 연구재료비	1) 연구재료 구입비 : 시약·재료 구입비 및 관련 부대 비용 2) 연구개발과제 관리비 : 연구개발과제 수행을 위하여 필요한 관리시스템 등의 운영비 3) 연구재료 제작비 : 시험제품·시험설비 제작비용
마. 위탁연구개발비	주관연구개발기관이 연구개발과제의 일부를 위탁할 때 위탁연구개발기관에 지급하는 비용
바. 국제공동연구개발비	연구개발과제협약으로 정하는 바에 따라 연구개발기관이 외국에 소재한 기관·단체(연구개발기관인 경우는 제외한다) 또는 외국인과 공동으로 연구를 수행하는 경우에 그 기관·단체 또는 외국인에게 지급하는 비용
사. 연구개발부담비	가) 법률로 직접 설립된 연구개발기관이 제19조제4항 각 호에 해당하는 연구개발과제를 수행하는 경우 법 제4조제1호에 따른 기본사업 연구개발비에서 부담하는 비용 나) 법률로 직접 설립된 연구개발기관이 법 제4조제1호에 따른 기본사업 연구개발과제를 수행하기 위하여 연구개발과제협약으로 정하는 바에 따라 다른 연구개발기관에 지급하는 비용

항목	사용용도
아. 연구활동비	가) 지식재산 창출 활동비 : 기술·특허·표준 정보 조사·분석, 원천·핵심특허 확보전략 수립 등 지식재산 창출 활동에 필요한 비용 나) 외부 전문기술 활용비 : 기술도입비, 전문가 활용비, 연구개발 서비스 활용비 등 외부 전문기술 활용을 위하여 필요한 비용 다) 회의비 : 회의장 임차료, 숙기료, 통역료 또는 회의비 등 연구개발과제 수행을 위하여 필요한 회의·세미나 개최 비용 라) 출장비 : 연구개발과제 수행을 위한 국내외 출장 비용 마) 소프트웨어 활용비 : 연구개발과제 수행을 위한 소프트웨어의 구입·설치·임차·사용대차 비용 또는 데이터베이스·네트워크의 이용료 바) 연구실 운영비 : 연구개발과제 수행을 위하여 필요한 사무용 기기 및 사무용 소프트웨어의 구입·설치·임차·사용대차 비용, 사무용품비, 연구실 운영에 필요한 소모성 비용 또는 연구실 냉난방 및 청결한 환경 유지를 위하여 필요한 기기·비품의 구입·유지 비용 사) 연구인력 지원비 : 연구개발과제 수행과 직접 관련된 교육·훈련 비용, 학회·세미나 참가비 또는 연구개발과제 수행을 위하여 지출된 야근(특근) 식대 아) 해외 연구자 유치 지원비 : 외국에 소재한 정부·기관·단체에 소속된 연구자 등 연구개발과제 관련 전문성을 갖춘 연구자에게 지급하는 장려금, 체재비 등 해외 연구자의 국내 유치에 필요한 비용 자) 종합사업관리비 : 연구인프라 조성을 목적으로 하는 사업의 목표 달성을 위한 기획·조정 또는 추진과정에 대한 자문이나 관리 비용 차) 클라우드컴퓨팅서비스 이용료 : 연구개발과제 수행을 위한 클라우드컴퓨팅서비스 이용료 카) 그 밖의 비용 : 문헌구입비, 논문 게재료, 인쇄·복사·인화비, 슬라이드 제작비, 각종 세금 및 공과금, 우편요금, 택배비, 수수료, 공공요금, 일용직(연구실증 참여자 등 연구개발과제 수행에 참여한 사람을 포함한다) 활용비 등 연구개발과제와 직접 관련있는 그 밖의 비용
자. 연구수당	연구개발과제 수행에 참여하는 연구책임자 및 연구자(학생연구자를 포함한다)를 대상으로 지급하는 장려금
차. 보안수당	법 제21조제2항에 따라 보안과제로 분류된 연구개발과제를 수행하는 연구책임자, 연구자(학생연구자를 포함한다) 및 비영리법인 연구부서에 소속된 연구지원인력에게 지급하는 장려금

□ 간접비

항목	사용용도
가. 인력지원비	1) 연구지원인력 인건비 2) 우수한 연구자 및 연구지원인력에게 지급하는 연구개발능률성과급

항목	사용용도
	2의2) 대학등의 장이 박사후연구자에게 다음 사유로 지급하는 비용 가) 일시적 연구중단(법 제32조제1항에 따른 참여제한이나 내부 징계에 따른 연구중단은 제외한다) 기간 동안의 급여 나) 신규채용 직후 처음으로 연구개발과제에 참여하기까지의 공백 등으로 연구개발과제에 참여하지 않는 기간 동안의 급여 3) 제1호나목2)가)부터 다)까지의 규정에 해당하는 연구기관의 장 또는 과학기술정보통신부장관이 정하여 고시하는 연구개발기관의 장이 다음 사유로 지급하는 비용 가) 3개월 이상의 교육·훈련 기간 동안의 급여 나) 업무상 파견으로 연구개발과제에 참여하지 않는 기간 동안의 급여 및 파견 관련 비용 다) 일시적 연구중단(법 제32조제1항에 따라 참여제한을 받은 경우 또는 내부 징계에 따른 연구중단은 제외한다) 기간 동안의 급여 라) 신규채용 직후 처음으로 연구개발과제에 참여하기까지의 공백 등으로 연구개발과제에 참여하지 않는 기간 동안의 급여 4) 연구개발과제 수행에 참여하는 연구자 또는 연구지원인력의 「남녀고용평등과 일·가정 양립 지원에 관한 법률」 제19조에 따른 육아휴직 기간 동안 해당 연구자 또는 연구지원인력에 대하여 연구개발기관이 부담하는 다음의 비용 가) 「고용보험 및 산업재해보상보험의 보험료징수 등에 관한 법률」 제13조에 따른 고용보험료 및 산재보험료 나) 「국민건강보험법」 제69조에 따른 보험료 다) 「국민연금법」 제88조에 따른 연금보험료 라) 「근로자퇴직급여 보장법」 제4조제1항에 따른 퇴직급여제도에 따라 연구개발기관이 부담하는 비용
나. 연구지원비	1) 기관 공통 비용 : 연구개발 수행을 위하여 필요한 기관 공통 경비 2) 사업단·연구단 운영비 : 연구개발과제의 효율적인 수행을 위하여 전문적인 과제관리를 위한 사업단·연구단 등이 운영되는 경우 그 운영비용 및 비품 구입 비용 3) 기반시설·장비 구축·운영비 : 연구개발 관련 기반시설·장비 운영에 필요한 다음의 비용 중 직접비로 계상되지 않는 비용 가) 연구개발 관련 기반시설 및 장비의 운영비 나) 공동활용시설 내에 구축하는 연구개발시설·장비 구입비 다) 클라우드컴퓨팅서비스 활용비 : 클라우드컴퓨팅서비스 활용에 소요되는 비용 4) 연구실안전관리비 : 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」 제22조 제3항에 따라 확보해야 할 연구실의 안전 및 유지관리에 필요한 비용 4의2) 학생산재보험료 : 「산업재해보상보험법」 제123조의2에 따라 산업재해보상보험에 가입하는 학생연구자의 보험료

항목	사용용도
	5) 연구보안관리비 : 연구개발과제 수행과 관련한 다음의 비용 가) 보안장비 구입, 보안교육, 보안취약점 진단, 보안사고 대응 지원 또는 보안컨설팅 등 연구보안 활동 관련 비용 나) 「대·중소기업 상생협력 촉진에 관한 법률」 제24조의2에 따른 기술자료 임치 관련 비용 다) 「산업기술의 유출방지 및 보호에 관한 법률」 제10조제1항에 따른 국가핵심기술의 보호조치 관련 비용 라) 그 밖에 연구개발과제 보안을 위한 비용 6) 연구윤리활동비 : 연구윤리규정 제정·운영, 연구윤리 교육 또는 연구윤리 인식확산 활동 등 연구윤리 확립 및 연구부정행위 예방 등과 관련된 연구윤리활동 비용 7) 연구활동지원금 : 연구개발과제 수행을 위하여 필요한 것으로 학술용 도서·전자정보 구입비, 실험실 운영 지원비, 학술대회 지원비 또는 논문 게재료 등 연구개발기관의 장이 인정하는 비용
다. 성과활용 지원비	1) 과학문화활동비 : 과학기술문화 확산에 관련된 다음의 활동 비용 가) 연구개발과 관련된 홍보를 위한 과학홍보물 및 행사프로그램 나) 강연·체험활동 및 연구실 개방 다) 홍보전문가 양성 라) 그 밖에 과학기술 문화 확산에 관련된 활동 2) 지식재산권 출원·등록비 가) 연구개발기관에서 수행하는 국가연구개발사업과 관련된 지식재산권의 출원·등록·유지에 필요한 모든 비용 나) 기술가치평가 등 기술이전에 필요한 비용 다) 표준 활동에 필요한 비용 라) 연구노트의 작성·관리에 관한 자체 규정 제정·운영 또는 연구노트 교육·인식확산 활동, 그 밖에 연구노트 활성화 등에 관련된 비용 3) 기술창업 출원·출자금 : 연구개발기관에서 수행하고 있는 국가연구개발과제와 관련된 기술지주회사, 학교기업, 실험실공장 또는 연구소기업의 설립 및 운영에 필요한 비용

< 비고 >

1. “학생연구자”란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 자를 말한다.

- 가. 「고등교육법」 등 관련 법률에 따라 운영하는 전문학사학위과정·학사학위과정·석사학위과정·학석사통합과정·박사학위과정·석박사통합과정 중에 있는 학생 신분의 연구자
- 나. 가목의 학생연구자가 현행 학위과정을 졸업하여 상위 학위과정 진학이 확정된 경우 상위 학위과정의 첫 학기 시작 전까지 현행 학위과정 중 수행한 연구개발과제를 계속해서 수행하는 자

다. 가목 및 나목에도 불구하고 「학술진흥법」 제5조제1항에 따라 학술지원사업으로 추진하는 인문사회 분야 연구개발과제를 수행하는 연구자로서 과학기술정보통신부장관이 따로 정하는 사람

2. “연구개발서비스”란 「연구산업진흥법」 제2조제1호가목 또는 나목의 연구산업을 영위하는 연구사업자가 제공하는 연구개발서비스를 말한다.

2-2. “클라우드컴퓨팅서비스”란 「클라우드컴퓨팅 발전 및 이용자 보호에 관한 법률」에 따른 클라우드컴퓨팅서비스를 말한다.

2-3. “박사후연구자”란 박사학위를 소지한 사람으로서 국내외 대학이나 연구기관에 소속되어 연수 중인 사람(대학에 소속된 「고등교육법」 제14조제2항에 따른 교원은 제외한다)을 말한다.

3. “기술지주회사”란 「산업교육진흥 및 산학협력촉진에 관한 법률」 제2조 제8호에 따른 산학협력기술지주회사 또는 「기술의 이전 및 사업화 촉진에 관한 법률」 제2조 제10호에 따른 공공연구기관첨단기술지주회사를 말한다.

4. “학교기업”이란 「산업교육진흥 및 산학협력촉진에 관한 법률」 제36조 제1항에 따른 학교기업을 말한다.

5. “실험실공장”이란 「벤처기업육성에 관한 특별조치법」 제2조 제5항에 따른 실험실 공장을 말한다.

6. “연구소기업”이란 「연구개발특구의 육성에 관한 특별법」 제2조 제6호에 따른 연구소 기업을 말한다.

4. 중소기업 이행보증보험 가입 세부사항

- (개요) 연구비 부담집행액에 대한 회수율 제고를 위해 중소기업 대상 이행보증보험 가입 의무화
- (대상과제 및 기관) 연구개발기관으로 참여하여 정부지원연구개발비를 지원받는 모든 중소기업
 - 단, 최근 회계연도말 유동비율 150% 이상, 부채비율 200% 이하, 이자보상배수 1.0배 이상 모두 만족하는 중소기업은 면제
 - ※ 면제 기준 부합 여부는 협약시 별도 협의 요망
- (보험가입액) 중소기업에 지원되는 각 연차별 정부지원연구개발비 전액
 - ※ 보험가입액 세부사항은 협약시 별도 안내 예정
- (보험기간) 각 협약시작일~협약종료일 + 9개월 가산
 - ※ 연구개발비 정산 및 기간을 고려하여 9개월 가산
- (보험료) 연구개발비(간접비)로 계상 가능
- (제출방법) 주관연구개발기관이 컨소시엄 내 모든 중소기업의 이행보증보험증권을 취합하여 협약서류와 함께 진흥원에 제출(협약시 제출)

5. 기타

- 기타 정하지 않은 사항은 혁신법, 혁신법 시행령, 혁신법 시행규칙, 혁신법 관련 행정규칙*, 운영규정, 관리지침 등에 따르며, 상세사항은 진흥원 홈페이지(<https://www.kaia.re.kr>) 참고
 - ※ 국가연구개발사업 연구개발비 사용기준, 국가연구개발사업 연구노트 지침, 국가연구개발사업 동시수행 연구개발과제 수 제한기준, 국가연구개발정보처리기준 등
- 상기 법령, 규칙, 규정 및 지침에 명기되어 있지 않은 사항은 진흥원과 국토교통부의 유권해석에 따름

V. 신청 관련 Q&A

[Q1] 중소기업 증빙서류로 인정되는 서류가 무엇입니까?

[A1] 「중소기업기본법」 제2조에 해당되는 중소기업으로서 중소기업현황정보 시스템(<https://sminfo.mss.go.kr/>)에서 중소벤처기업부장관 명의로 발급된 중소기업확인서를 제출하시면 됩니다.(타 서류 불인정)

※ 중견기업은 「중견기업 성장 촉진 및 경쟁력 강화에 관한 특별법」 제2조에 해당하는 기업으로서 중견기업 정보마당(<https://www.mme.or.kr>)에서 중견기업확인서를 발급받아 제출하시면 됩니다.(타 서류 불인정)

[Q2] 정부지원연구개발비에 대한 영리기관의 상환의무가 있는가?

[A2] 영리기관의 정부지원연구개발비에 대한 상환의무는 없습니다. 다만, 연구개발성으로 기술실시계약을 체결하여 기술료를 징수할 경우 혁신법 시행령 제38조에 의거하여 기술료의 일부를 납부하여야 합니다.

[Q3] 연구개발과제 선정평가 결과에 대한 이의신청을 할 수 있는지?

[A3] 연구개발과제를 신청한 주관연구개발기관 연구책임자 또는 주관연구개발기관의 장은 평가 결과에 대하여 이의가 있는 경우에는 평가 결과를 통보받은 날로부터 10일(기간의 초일은 산입하지 않으며, 마지막 날이 토요일 또는 「관공서의 공휴일에 관한 규정」에 따른 공휴일 및 대체공휴일, 「근로자의 날 제정에 관한 법률」에 따른 근로자의 날인 경우에는 그 다음날로 한다) 이내에 이의신청을 할 수 있습니다. 단, 이의신청은 관리지침 제20조제2항에 해당하는 경우에만 가능합니다.

[Q4] 지방자치단체 출연(연구)기관, 학회 또는 협회가 연구개발기관으로 참여가 가능한가?

[A4] 연구개발기관으로서의 신청자격을 충족하는 기관은 참여가 가능합니다. 참여자격은 혁신법 제2조제3호 및 시행령 제2조에 의한 기관인지 확인하시기 바랍니다.

[Q5] 혁신법 시행령 제64조에 따라 동시에 수행할 수 있는 연구개발과제 수를 최대 3개로 제한받는 연구책임자의 범위는?

[A5] 주관연구개발기관 연구책임자만 해당됩니다. 공동연구개발기관 책임자는 연구책임자가 아닌 연구자로 봅니다. 다만, 혁신법 시행령 제64조에 따른 연구개발과제 수 제한 규정은 본 공고과제는 적용하지 않습니다.

[Q6] 회계법인 위탁 정산 수수료는 어느 항목에 계상해야 됩니까?

[A6] 위탁 정산 수수료는 직접비 내 연구활동비에 계상을 해야 하며, 연구개발비 규모에 해당하는 수수료를 반영하여야 합니다.

<참고> 2026년 위탁정산수수료>

※ 위탁 정산 수수료 = 표준수수료 + 가산금

(단위 : 천원)

연구개발비 규모 * 당해연도 정부지원연구개발비 + 기관부담 연구개발비 중 현금의 합 (현물 및 이월연구비는 미포함)	표준수수료(부가세 포함) '26.1.1~'26.12.31. 기간 내 신규 협약체결 과제	비고								
0.5억원 미만	552	* (가산금) 공동연구개발기관 수에 따라 5~10% 비율의 가산금 추가 <국외 및 위탁연구개발기관은 제외> <table><tr><th>공동연구개발기관수</th><th>가산금</th></tr><tr><td>0개</td><td>없음</td></tr><tr><td>1개</td><td>표준수수료의 10%</td></tr><tr><td>2개 이상</td><td>표준수수료의 5% (1개 기관 추가시마다)</td></tr></table>	공동연구개발기관수	가산금	0개	없음	1개	표준수수료의 10%	2개 이상	표준수수료의 5% (1개 기관 추가시마다)
공동연구개발기관수	가산금									
0개	없음									
1개	표준수수료의 10%									
2개 이상	표준수수료의 5% (1개 기관 추가시마다)									
0.5억원 이상 1억원 미만	644									
1억원 이상 2억원 미만	737									
2억원 이상 3억원 미만	861									
3억원 이상 5억원 미만	1,046									
5억원 이상 10억원 미만	1,230									
10억원 이상 20억원 미만	1,475									
20억원 이상 50억원 미만	1,727									
50억원 이상 100억원 미만	2,071									
100억원 이상	2,279									

[Q7] 가점 및 감점에서 예를 들어 최근 2년 이내의 경우 기준이 되는 일자는?

[A7] 가점 및 감점 적용 기준일은 신청 마감일을 기준으로 합니다. 예를 들어, '26.04.28이 신청 마감일인 경우 최근 2년 이내는 '24.04.28~'26.04.28(신청 마감일) 까지가 해당됩니다.

[Q8] 가점 및 감점 기준이 적용되는, 새로운 연구개발과제를 신청하는 신청인은?

[A8] 신청인은 연구개발과제를 총괄하는 주관연구개발기관의 연구책임자만 해당됩니다.

[Q9] 신청서류 접수 이후에 연구개발계획서 등을 수정할 수 있습니까?

[A9] 신청서류 접수 마감 이후에는 임의로 수정·보완을 하실 수 없으며, 접수시 담당자의 **요청사항에 대해서만 보완**을 하실 수 있습니다. 만약 담당자의 보완요청사항 및 단순 오류의 정정사항 이외에 연구개발계획서 등 신청서류의 내용을 임의로 변경하여 제출하실 경우, 관리지침 제12조에 따라 거짓된 신청서류의 접수로 판단되어 신청서류가 반려될 수 있으니 유의하시기 바랍니다.

[Q10] 중소·중견기업입니다. 신규로 채용하는 참여연구자 외에 중앙행정기관의 장이 인건비의 현금계상이 필요하다고 인정하는 참여연구자에게 현금 지급이 가능한 경우는 언제인가요?

[A10] 전문연구사업자로 신고한 기업 소속 참여연구자(한국연구산업협회 발급)는 인건비의 현금지급이 가능합니다. 또한, 사업자등록증 상의 업태(종목)가 지식서비스 분야인 기관이 지식서비스 분야에 해당하는 연구를 수행하는 경우(업종코드를 확인할 수 있는 증빙서류 제출 필요), 연구개발과제 평가단의 심의를 통해 인정 여부를 판단합니다.

[Q11] 기획과제의 경우, 영리기관이 기관부담연구개발비를 납부해야 하는지?

[A11] 영리기관이 연구개발성과의 실시를 목적으로 하지 않고 기획연구에 참여한 경우, **‘혁신법 시행령’ 별표1(정부지원연구개발비의 지원기준 및 기관부담연구개발비의 현금부담기준)에 따른 연구개발비 지원·부담기준을 적용하지 않습니다.**(기관부담연구개발비를 납부하지 않아도 됩니다)

VI. 과제제안요구서(RFP)

연번	연구개발과제명	페이지
1	탄소배출 저감을 위한 신재생에너지 활용 공동주택 냉난방 및 급탕 통합 히트펌프 열원 적용 기술 개발 기획	37
2	탄소중립 실현을 위한 한옥 부재 부품화 및 상품화 기술개발 기획	44
3	U-MRV 기반 온실가스 공간 인벤토리 구축 기술 및 넷제로 도시 관리 지원 플랫폼 개발 기획	53
4	고해상도 위성영상 기반 정밀도로지도 자동 갱신 및 광역 단위 교통 분야 활용 프레임워크 개발 기획	60
5	공간지능 기반 그린·블루카본 정밀 측정 및 검증 기술 개발 기획	68
6	차세대 라멘구조 기반 고성능·저탄소 공동주택 기술개발 기획	76
7	건설현장 및 시설물 안전 향상 기술 개발 기획	83
8	건설로보틱스 시공자동화 기술 개발 기획	92
9	데이터센터 기계설비 맞춤형 모듈러 등 인프라테크 기술개발 및 실증 연구 기획	102
10	비철 금속을 재활용한 물분해 기반 청정수소 생산시스템 기술 개발 기획	114
11	대중교통 시스템의 자율주행 전환을 위한 AME 기술 개발 기획	121
12	물류 AX기술 개발 및 실증 지원 프로그램 기획	129
13	물류센터(풀필먼트센터 등)의 말단배송 자동화 기술개발 기획	136
14	ICAO 표준 정보체계 기반 전공역 통합관제시스템 개발 기획	146
15	SDV 운행안전 위험성 평가 기술 개발 기획	155
16	AI 기반 실시간 미래항공교통(AAM) 비행경로생성 기술개발 기획	162
17	Dark Fiber 및 AI 기반 DAS를 활용한 교통류 실시간 검지 및 운영관리 기술 개발 기획	172
18	로봇 기반 도로 진단·시공·유지보수 자동화 기술 개발 기획	179
19	철도 시스템 사이버보안 기술개발 기획	187
20	도시철도 차량 추진시스템 물리정보 기계학습 기반 에너지 최적제어 및 PHM 기술개발 기획	194
21	도시철도 분야 틈새 작업현장 문제 해결을 위한 첨단 경량 솔루션 개발지원사업 기획	201

탄소배출 저감을 위한 신재생에너지 활용 공동주택 냉난방 및 급탕 통합 히트펌프 열원 적용 기술 개발 기획 (RFP)

1. 연구기획 목표

- 공동주택 탄소배출 저감을 위한 신재생에너지 활용 ‘냉난방/급탕 통합 히트펌프 열원’ 적용 기술 개발
- 주거건물(공동주택) 열부하 특성을 고려한 신재생에너지시스템 연계형 Multi-source 히트펌프 기술 개발

2. 연구기획 필요성 및 동향

□ 필요성

- 정부는 2030년까지 건물부문 탄소 배출량 감축 30%를 목표로 제로에너지 건축물(ZEB) 의무화를 추진 중이며, 공공건물을 시작으로 민간건물과 공동주택 까지 단계적으로 의무화 대상과 요구되는 에너지 성능 등급을 확대하는 로드맵을 마련하여 추진 중
- 건물부문 에너지 사용감소와 온실가스 배출감소를 위한 기술 개발·적용에 대한 정부의 적극적인 지원을 통해 정부 정책의 실효적 성과 달성의 가능성을 제고할 필요가 있음
- 국내 주거건물 난방방식은 기름보일러, 도시가스, 지역난방 등의 열원방식을 채택 하고 있으며, 최근에는 저탄소 난방기기 개발 요구, 전전화건물 구현 필요성 등과 맞물려 히트펌프 열원의 주거건물 적용이 적극적으로 검토되고 있음
- 특히 정부에서는 히트펌프 보급 활성화 방안('25.12)을 발표하고, 공기열 히트 펌프의 재생에너지 인정, 히트펌프 법적 지원근거 마련, 가정용 히트펌프 인증 기준 마련 등을 추진 과제로 설정하여 히트펌프 도입을 적극 추진하고 있음
- 한편, 히트펌프 열원의 경우, 냉방과 난방을 동시에 해결할 수 있다는 측면에서 설비의 중복투자로 인한 초기투자비용 상승 문제를 개선할 수 있다는 장점이 있음
- 다만, 국내 주거건물 난방 특성상, 바닥 복사난방 패널과의 연계 기술이 필요할 뿐 아니라, 연중 지속적인 급탕 수요 또한 동시에 해결해야 하는 기술적 요구가 꾸준히 제시되고 있으나, 통합적인 해결 기술의 실용화는 아직 미비한 상황임

□ 국내외 연구동향

- 단독주택 중심으로 공기열원 히트펌프 성능/운전 분석이 주류이며, 공동주택 대상 중앙/저온 루프, 급탕 통합 및 다열원/축열 연계 연구 부족

- 단열 수준, 부하 조건이 단순한 단독주택 중심 사례가 많고, 표준/설계부하 가정 기반의 성능 분석 접근이 주류로 나타남
- 열원은 공기열원 중심, 지열/태양열 등 보조열원 병행 비교도 존재하나 분석 범위는 개별장비 정격/계절 성능 평가 중심
- 국내 업계는 세대용 소형 히트펌프보다는 비주거·복합건물 적용을 목표로 한 중·대형 용량급의 개발, 공급이 중심

3. 연구기획 범위

※ 기술적 범위의 기술 분야는 예시이며, 이슈 및 니즈분석 등을 통해 R&D 추진을 위한 분야, 기술은 변경될 수 있음

□ 냉난방·급탕 통합 히트펌프 열원 적용 기술 개발

- 중앙공급 및 개별공급을 고려한 히트펌프 열원의 공동주택 적용 방안 개발(계통 구성, 제어/운전 전략)
- 냉방/난방/급탕 등 열 수요 말단설비와의 연계 방안 개발 및 설계 표준화
- 냉방/난방/급탕 등 개별 수요 및 수요 변화 대응을 위한 히트펌프 기술 개발 (Hardware 및 제어기술)
- 기존 공동주택 히트펌프 성능 및 적용 사례 등 비교 분석
 - * 비교군 : 지역난방(중앙열원), 개별난방(보일러), 하이브리드(보일러+히트펌프) 100% 히트펌프(multi-source 포함)
 - ** 지역별 비교 분석 포함
 - 히트펌프 전체 시스템의 성능, 경제성, 탄소배출 비교 분석
 - 공동주택 히트펌프 적용 사례 표준화 및 비교 분석
 - * 에너지 사용량, 피크전력, 계통영향, 탄소배출, LCC, 거주자 편의/민원 요소 등

□ 신재생에너지시스템 연계형 Multi-source 히트펌프 기술 개발

- 급탕 중심의 Multi-source(공기열+지열) 신재생 연계형 시스템 개발
 - Multi-source(공기열+지열) 기반으로 계절/부하/전력요금/성능을 고려한 열원 전환/혼합 운전 로직 개발
 - 급탕 공급 대안에 대한 설계/비교
 - * 중앙 저온 루프+세대별 히트펌프, 중앙 중수/저온 탱크(열원탱크)+급탕 열교환기(히트펌프 열원 등과 연계), 보일러 하이브리드 등
- AI 기반 제어·운영 최적화(급탕 피크 및 열원 전환 중심)

- 급탕 피크(아침/저녁) 및 계절 전환기에 대한 예측 기반 운전 적용(부하, 요금 등)
- Multi-source 열원(공기열/지열) 간 최적 선택/혼합 비율 실시간 도출
- 축열과 연계한 피크 저감, 요금 최소화, 설비 용량 저감 전략 제시 등

□ 기술 실용화 및 저변 확대를 위한 실증 및 지원체계 구축

- 시뮬레이션 모델 및 표준 설계도(표준 도면) 패키지 개발
 - * 성능 검증 및 설계 가이드를 “문서+도면+모델”로 패키징
- 공동주택 적용을 위한 시뮬레이션 모델(부하/설비/제어 포함) 구축 및 검증
- 표준 설계도면/상세 기준 마련(열원, 급탕, 열교환기, 탱크, 제어 포인트 등)
- 냉난방/급탕 통합 히트펌프 개발 기술 실증
 - 공동주택 대상 급탕 중심 성능, 쾌적성(민원 요소), 운전 및 유지 관리성, 전력 피크 영향 등 계측 및 검증
- 냉난방/급탕 통합 히트펌프 제도화·표준화 로드맵 마련
 - 히트펌프 관련 법규/기준/표준(설계·시공·검수·운영) 체계 정리
 - 성능평가 기준(급탕 포함), 설치 표준, 계측 및 검증 기준, 유지관리 가이드
 - 국토부/LH 성과 활용을 위한 표준 발주, 심사 체크리스트(안) 제시

4. 연구기획 내용

□ 1단계 : 기술개발 동향 조사 실시, 기술 정의, 사업추진방향 정립

- (이슈 및 니즈 분석) 신재생에너지 활용 공동주택 냉난방/급탕 통합 히트펌프 기술 관련 글로벌 트렌드, 기술동향, 환경변화 분석을 통해 미래이슈를 도출하고, 이슈 해결을 위한 기술적 니즈와 대안 제시
 - 국·내외 시장, 정책, 기술, 환경 및 특허 동향 분석
 - * 주요국의 기술개발 정책 및 시장 분석
 - * 신재생에너지 활용 공동주택 냉난방/급탕 통합 히트펌프 관련 연구기술 개발 성과를 분석, 시사점을 도출하여 본 과제와의 차별화 및 연계방안 제시
 - * 해외 및 민간의 기술개발 트렌드, 미래 선도형 기술 분석
 - 국내외 기술개발 현황 및 국내 인프라(기업, 연구소, 대학, 인력 등) 현황 분석
 - 개발기술에 대한 국내 수요처 의견수렴 및 시장 요구사항 분석
 - * 국내외 정책, 시장, 기술 분석을 바탕으로 기본적인 사업의 방향과 체계 등을 설계
- (기술의 정의 및 범위) 환경 및 동향 분석을 통해 도출된 미래이슈와 니즈를 기반으로 사업의 목적 및 개념, 기술정의 및 기술개발 범위 제시
 - 신재생에너지 활용 공동주택 냉난방/급탕 통합 히트펌프에 대한 개념, 정의 및

- 범위를 기존 및 최신자료와 동향을 반영하여 검토하고 세분화하여 제시
- 기존 기술수준 및 현황 등의 분석결과를 기반으로 해당 기술개발 가능성에 대해 심층 검토
- (사업추진방향 정립) 신재생에너지 활용 공동주택 냉난방/급탕 통합 히트펌프 기술 관련 과학기술부문 상위계획과 정부 정책과의 관련성 및 연계성을 분석하고, 미래이슈 및 니즈, 정부정책과의 부합성 등을 토대로 이슈 해결을 위한 사업 추진방향 및 기술대안의 타당성 제시

□ 2단계 : 기술개발 전략수립 및 연구내용 설정

- 기술개발사업 목표 및 연구내용 설정
 - 비전 및 목표 제시를 통한 기술개발 전략 수립
 - 기술예측·수요·SWOT 분석 등을 통한 중점분야 도출 및 전략방향 정립
- 연구개발 후보과제 우선순위 도출
 - 중점 추진분야별 연구개발 후보과제 설정 및 우선순위 도출
 - 후보과제별 추진체계 설정
 - 기술 개발의 시급성, 진보성, 파급효과 및 경제적 효과를 고려하여 과제를 도출하고, 과제 간 연계 및 중복여부 등 종합검토
 - 후보과제별 기술유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과유형(시제품, S/W, 기준·지침 등) 제시
- 연구개발 후보과제별 과제카드 작성
 - 연구개발 목표, 기술개발 및 산업/시장동향, 기존기술 활용방안, 기술개발 필요성, 연구내용, 정부지원 타당성, 기술 확보전략, 과제규모, 최종성과물 및 활용방안 등
 - 후보과제별 연구유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과물유형(시제품, S/W, 기준·지침, 정책제안, 표준제안 등), 시장경쟁력 확보방안, 실용화방안, 목표 TRL 단계, 제도개선 사항 등 제시

□ 3단계 : 연구개발과제 기획

- 연구 목표 및 범위 설정
 - 목표 및 연구범위 설정(정량적이고 구체적인 목표 설정)
 - 연구범위 및 핵심과제 설정(아래의 연구범위에 대해서 실현가능한 수준을 고려한 구체적 연구 범위 및 방법 등 설정)
 - * 기술개발의 정의 및 추진체계 수립

○ 세부과제(핵심 요소기술) 도출 및 연구내용 설정

- 세부과제 연차별·단계별 기술개발 로드맵 및 성과 로드맵 제시
 - 세부과제의 중요도를 평가하여 우선순위 선정(중요도 평가 시 정량적 평가기준 제시)하고 이를 기술개발 로드맵 반영
 - 개발기술의 성숙도(TRL) 및 핵심기술요소(CTE) 설정
 - * 핵심 요소기술별 기술유형 및 기술성숙도(TRL) 제시
 - 세부과제별 성과목표(정량적, 정성적)와 성과지표(필수지표 포함) 설정
- 과제구성에 따른 인력투입계획 및 소요예산 산정
 - 연차별·단계별 예산산출 근거를 구체적으로 제시하고, 소요예산 적정성 검토(정부투자규모 대비 민간투자규모 수준 제시)

○ 연구목표 달성을 위한 추진방안 수립

- 기존 기술·인프라 등의 활용 및 연계 방안 수립
 - * 기술 수요기관의 충분한 의견수렴을 통한 실용성 확보
 - * 국제공동연구 파트너와 국내 관련 기관 및 전문가 분석, 활용계획 포함(필요시)
- 컨소시엄 형태 등 최적 연구추진체계 제안
 - * 참여 주체별 역할과 전문영역을 고려한 바람직한 추진체계 제시

○ 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시

- 성과분석 및 검증방안 제시
 - * 핵심성과별 목표달성 여부를 판단할 수 있는 질적 성과점검(측정) 기준 및 측정방법 제시
- 제도·정책 활용, 현장적용, 시범운행사업 등 구체적인 실용화 방안 제시
- 관련 제품/기술의 해외시장 진출전략

○ 사전타당성 검토

- (정책적 타당성) 국가 전략적 중요성, 상위계획과의 부합성, 연구개발 추진상의 위험요인과 대응방안 등에 대한 검토
- (기술적 타당성) 기존 연구개발과의 중복성, 기술개발 계획의 우수성, 기술수준 및 개발 성공 가능성 등에 대한 검토
- (경제적 타당성) 경제성 분석, 경제·사회적 파급효과, 과학 기술적 파급효과 등에 대한 검토

○ 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정

- 연구목표와 내용, 추진전략 등을 바탕으로 본 과제를 공모하기 위한 RFP 작성
- 연차별 평가를 위한 성과목표·지표·마일스톤의 설정, 평가방법 및 기준 설정
 - * 연구목적 및 내용을 고려하여, 선정·중간·최종평가를 위한 평가지표 제시

	○ 「제4차 국가연구개발 성과평가 기본계획(‘21~’25)」에 따른 사업평가를 위해 ‘전략계획서’ 작성 - 사업기획의도-수행내용-성과 간 연계성 확보를 위해 도출된 예산규모에 따라 사업 기획내용을 반영하여 작성(별도 서식)
	□ 주요 산출물 ○ 기획연구보고서(과제 제안요청서 포함) ○ 전략계획서 ○ 기획관련 근거자료 등
	□ 보고서 제출 ○ 중간보고서 : 전문기관 요청시 단계별 제출 ○ 최종보고서 : 협약 종료 후 60일 이내
5. 연구기획 추진방법	○ 국내외 동향조사, 사업 추진전략 및 추진체계, 중점지원분야 도출 등을 위하여 산업계, 학계, 연구기관, 공공기관 등 다양한 기술분야별 전문가 중심으로 구성된 총괄기획위원회, 기술분과위원회 및 자문위원회를 구성하여야 함 * 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음 ○ 본 사업 연구성과의 실용화 제고를 위해 기술수요처 전문가 포함 - 수요처 의견수렴 체계 마련 및 필수 협조기관 운영·활용 계획 포함 ※ 해외 타분야 정책 및 기술동향 분석을 위한 전문기관 또는 전문가 참여 ○ 폭넓은 의견수렴 및 사업참여 의향 확인을 위해 유관기관 간담회, 토론회, 공청회 등 실시계획 반영 ○ 사전 타당성 검토결과와 객관성 확보를 위해 외부전문가(경제, 기술가치평가, 정책 등)를 통한 검증 필요 * 연구비 산정의 적정성 검토를 위해 연구비 적정성 검토위원회 구성·운영 예정 ○ 특허 및 논문 정보 등은 ‘국토교통 R&D포털(www.kaia.re.kr)’, ‘한국특허정보원(www.kipris.or.kr)’을 이용하여 객관적 분석 실시
6. 연구개발기간 및 연구개발비	○ 총 연구개발기간 : 2026.05. ~ 2026. 12(7개월)

○ 총 정부지원연구개발비 : 60백만원

※ 과제특성상(기획연구) 정부출연금율 총 연구개발비의 100%까지 지원 가능

7. 기 타

○ 본 공모과제의 보안등급은 “일반과제”임

○ 본 공모과제는 실용화 및 기술료 납부 대상과제가 아님

○ 기획과정 중 착수보고회, 검토회의, 기획현황보고 수시 실시

○ 연구신청자는 참여기관 수 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구의 효율성을 도모할 것

○ 기획연구 착수 후 1개월 이내에 사업의 정의, 정부지원 필요성 등 추진방향, 기획전략 등을 구체화하여 착수보고회 개최

○ 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음

○ 연구개발비 중 연구장비·재료비, 지식재산권 출원·등록비, 과학문화활동비는 원칙적으로 계상하지 않음

※ 다만, 일부 필요하다고 인정되는 경우에는 제한적으로 계상

○ 연구 수행 중 전문기관과 협의를 거쳐, 대·내외 환경 변화 등을 고려한 기획 내용 변경 가능

1. 연구기획 목표

- 탄소중립 실현을 위해 한옥 부재 부품화
- 한옥 주거성능 향상을 위한 보급형 부재 부품화 및 상품화
- OSC·모듈러 부재를 활용해 누구라도 쉽게 구매 후 조립할 수 있는 신산업 기반조성 및 한옥 건축 탄소중립 산업생태계 구축



탄소중립 실현을 위한 한옥 부재 부품화 및 상품화 기술

2. 연구기획 필요성 및 동향

□ 필요성

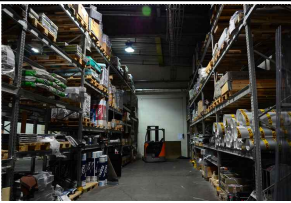
- 한옥은 수공업적인 생산방식인 전통기술 습식공법으로 이루어지고 있어 표준화된 규격 및 부재 등이 전무하므로, 한옥의 보급 및 활성화를 위해서는 OSC·모듈러를 활용한 한옥 구성재 및 구성부품 등의 표준화, 상품화 절실
- 탄소중립 실현을 위해 국산 목재를 활용한 표준화 설계 및 공법을 비롯하여 국산 목재에 적합한 치수와 성능의 표준화 연구를 통한 부재 부품화 생산체계 마련 및 국산 목재를 활용한 신산업 기반 조성 필요
 - 국산목재를 활용한 한옥은 이산화탄소를 흡수하고 산소를 배출하여 탄소를 저장하며, 목재 탄소저장량은 0.84kg으로 목재사용시 이산화탄소 배출량 71.1% 절감 효과 기대
 - * 자국에서 생산된 목재는 금속원자재사용에너지 대비 85배의 탄소배출절감 효과
- 국내 목조건축, 특히 비구조물에 적용되는 내진설계등급, 내진성능목표 및 내화 기준에 대한 규정이 전무한 상태임.
- 기 수행된 한옥R&D를 통해 부분적으로 필요한 성능향상 및 건축단가 절감을 달성 하였지만, 여전히 아파트에 비해서는 높은 건축단가임. 한옥의 대중화를 위해서는 한옥 부재 부품 및 상품화가 필요

□ 국내 연구동향

- 2000년대 이후 국가 R&D를 통해 한옥의 결구기법 개발, 접합부 강성개발 등 공법에 의한 건축비 절감 기술, 중소규모 한옥주택 실증을 통한 보급/확산 기술, 대공간 한옥을 통한 한옥의 수평적 확대 기술에 초점을 맞춰 개발되어 왔음
 - 최근에는 모듈러 건축 기술을 중심으로 저탄소·탈현장 시공(OSC) 기술 개발이 확대되고 있으나, 목재를 이용한 한옥에 대한 모듈러 공법 연구는 미흡
 - 최근 현대 건축물의 인테리어 관련한 제품 및 부품 등을 전시한 쇼핑몰 등이 등장하고 있으나, 대부분 인테리어 내장재가 전부이며 외장재와 한옥 관련 부재 및 부품 등은 전무
- * Home CC & ACE홈센터

□ 해외 연구동향

- 세계 목조건축은 주로 유럽과 북미, 호주 등 목조선진국을 중심으로 표준화된 부재 부품을 활용하여 다층 뿐만 아니라 대공간 등도 OSC·모듈러 공법을 활용한 목조건축이 시공되어짐
 - 호주 멜버른: 10층 목조아파트 ‘포르테(FORTE)’ 완공
 - 오스트리아 : 30층 하이브리드목조건축 계획을 발표
- 북유럽(노르웨이) 최대 건축자재 공급업체 MAXBO는 일반고객 및 전문가를 대상으로 22,000여개의 자재 및 제품을 공급하여 연간 19억Nok(3,320억원)의 매출을 보이고 있음
 - 설립:1995년/점포수:90개/종업원수:1,200여명 <참고:노르웨이 건축자재 공급업체 MAXBO>

			
OSC·모듈러 CLT 구조재 조립 (노르웨이-미에스토르네)	OSC·모듈러 CLT 벽체 조립 (캐나다-BROCK COMMONS)	MAXBO(오슬로) 모듈러 부품	MAXBO(오슬로) 목재

- 일본은 이미 부재 표준화와 부품화 연구가 오래전에 이루어졌으며 “주택부품 개발센터”와 “건축센터”를 설립하여 부재와 부품을 중심으로 선재(기둥), 면재(벽체), 유닛재(화장실, 부엌 등)를 중심으로 진행
 - 모든 주택에 공유될 수 있도록 부품화론과 시스템 빌딩 연구 바탕 위에서 정책과 실무에 반영
 - 단독주택의 약 80.9% 목조로 지어짐, 프리패브주택과 2X4목조주택이 약

20%, 재래식목조주택 80%

- 일본 스미토모사(Sumitomo Forestry)는 W350프로젝트 발표, 지상 70층에
높이 350m 계획

3. 연구기획 범위

※ 기술적 범위의 기술 분야는 예시이며, 이슈 및 니즈분석 등을 통해 R&D 추진을 위한 분야,
기술은 변경될 수 있음

□ 한옥 부재 표준화 시공기술개발

○ 국산목재를 활용한 부재 표준화 기술개발

- 부위별 시공성 개선을 위한 표준화 구조부재 기술
- 부위별 표준 접합부 부품개발
- 한옥 경량 지붕 부품 및 부재 개발
- 부재 부품 통합관리 코드체계 시스템개발
- 부재 부품 공정관리 기술개발

○ OSC·모듈러에 적합한 부재 표준화 기술개발

- 한옥 OSC·모듈러 부재 표준화 기술
- 한옥 OSC·모듈러 제작을 위한 구조부재 기술
- OSC·모듈러 공정관리 기술개발

○ 한옥 부재 시공 시스템 개발

- 재료별 복합 시공기술 및 OSC·모듈러 시스템 개발
- 한옥 부재 부품 및 OSC·모듈러 시공 프로세스
- 부재부품 BIM 연계 및 공정관리 시뮬레이션

□ 한옥 부재 표준화 및 OSC·모듈러 설계기술개발

○ 표준화 부재 및 부품을 활용한 최적화 설계시스템 개발

- 부위별 부품 표준 상세도 작성 및 부품화 연구
 - * 구조재, 내외장 마감재, 설비재 등 포함
- 표준화 설계 적용 OSC·모듈러 건축 Proto-type 개발
- 부재 부품 및 OSC·모듈러 BIM 시공 시뮬레이션

○ 한옥 BIM 라이브러리 고도화기술개발

- 한옥 부재 및 OSC·모듈러 부재 라이브러리 구축
- OSC·모듈러 부재 부품 BIM 통합설계 기술(설계, 시공, 비용, 공정, 유지관리 등)
- 상용화 WEB/App 기반 BIM 사용가이드 라인 및 DB구축

□ 목조건축 부재 내진·내화 표준화 구조기술개발

○ 한옥 부재 내진·내화 성능 기술개발

- 부재 부품별 내진·내화 성능 향상 기술
- 부재 부품별 내진 성능향상 및 검증
- 내화구조 성능향상 및 검증
- 목조건축 내화구조 기준 수립

○ 한옥 부재 부품 및 전통목구조 구조설계 기준 개발

- 부재 부품별 안전성 검증 및 평가지표
- 부재 및 재료별 구조등급 시스템개발
- 부재 부품 구조 안전성 평가
- 부재 부품 및 한옥 구조설계 기본안 수립

□ 한옥 부재 표준화를 통한 실증구축

○ 한옥 부재 부품화를 통한 Mock-up구축

- 건축면적 : 99㎡내외(30py)
- 용도 : 표준화된 부재 및 부품을 활용한 실험 Mock-up
- 목적 : 旣 개발된 기술 및 한옥R&D성과물을 바탕으로 표준화된 부재와 부품을 활용한 실험 Mock-up 및 시공법 개발

○ 한옥 OSC·모듈러를 통한 Mock-up구축

- 건축면적 : 99㎡내외(30py)
- 용도 : OSC·모듈러 부품을 활용한 실험 Mock-up
- 목적 : 旣 개발된 기술 및 한옥R&D성과물을 바탕으로 OSC·모듈러 부품을 활용한 실험 Mock-up 및 시공법 개발

○ 한옥 부재 부품화를 통한 실증 구축

- 용도 : 다중이 이용할 수 있는 공공건축물 또는 공공성을 갖는 민간건축물
- 목적 : 旣 개발된 기술 및 한옥R&D성과물을 바탕으로 한옥 실증구축

○ 한옥 신산업 활성화를 위한 제도 및 정책 개선방안 수립

- 한옥 부재 표준화 공법 적용에 따른 타당성 분석
- 한옥 부재 부품 성능 및 품질기준 인정제도
- 목조건축 내진·내화구조 품질기준 인정제도
- 부재 부품별 유지관리 DB구축
- 부재별 내구연한 측정검토
- 부재 표준화 통합검토시스템 개발(설계, 시공, 구조, 재료)

- 부재부품 실용화 및 상용화를 위한 통합자재 DB구축
 - 한옥 부재 부품관리 시스템 개발 및 원가 시스템 DB구축
 - 자재 및 제품정보 및 사용정보 수립
 - One-Stop Service가 가능한 통합관리시스템 개발
 - 상용화를 위한 WEB/App 기반 통합자재 DB구축

4. 연구기획 내용

□ 1단계 : 기술개발 동향 조사 실시, 기술 정의, 사업추진방향 정립

- (이슈 및 니즈 분석) 한옥 부재 기술 관련 글로벌 트렌드, 기술동향, 환경변화 분석을 통해 미래이슈를 도출하고, 이슈해결을 위한 기술적 니즈와 대안 제시
 - 국·내외 시장, 정책, 기술, 환경 및 특허 동향 분석
 - * 주요국의 기술개발 정책 및 시장 분석
 - * 관련 연구기술 개발 성과를 분석, 시사점을 도출하여 본 과제와의 차별화 및 연계방안 제시
 - * 해외 및 민간의 기술개발 트렌드, 미래 선도형 기술 분석
 - 국내외 기술개발 현황 및 국내 인프라(기업, 연구소, 대학, 인력 등) 현황 분석
 - 개발기술에 대한 국내 수요처 의견수렴 및 시장 요구사항 분석
 - * 국내외 정책, 시장, 기술 분석을 바탕으로 기본적인 사업의 방향과 체계 등을 설계
- (기술의 정의 및 범위) 환경 및 동향 분석을 통해 도출된 미래이슈와 니즈를 기반으로 사업의 목적 및 개념, 기술정의 및 기술개발 범위 제시
 - 한옥 부재 기술에 대한 개념, 정의 및 범위를 기존 및 최신자료와 동향을 반영하여 검토하고 세분화하여 제시
 - 기존 기술수준 및 현황 등의 분석결과를 기반으로 해당 기술개발 가능성에 대해 심층 검토
- (사업추진방향 정립) 한옥 부재 기술 관련 과학기술부문 상위계획과 정부 정책과의 관련성 및 연계성을 분석하고, 미래이슈 및 니즈, 정부정책과의 부합성 등을 토대로 이슈 해결을 위한 사업추진방향 및 기술대안의 타당성 제시

□ 2단계 : 기술개발 전략수립 및 연구내용 설정

- 기술개발사업 목표 및 연구내용 설정
 - 비전 및 목표 제시를 통한 기술개발 전략 수립
 - 기술예측·수요·SWOT 분석 등을 통한 중점분야 도출 및 전략방향 정립
- 연구개발 후보과제 우선순위 도출
 - 중점 추진분야별 연구개발 후보과제 설정 및 우선순위 도출

- 후보과제별 추진체계 설정
 - 기술 개발의 시급성, 진보성, 파급효과 및 경제적 효과를 고려하여 과제를 도출하고, 과제 간 연계 및 중복여부 등 종합검토
 - 후보과제별 기술유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과유형(시제품, S/W, 기준·지침 등) 제시

○ 연구개발 후보과제별 과제카드 작성

- 연구개발 목표, 기술개발 및 산업/시장동향, 기존기술 활용방안, 기술개발 필요성, 연구내용, 정부지원 타당성, 기술 확보전략, 과제규모, 최종성과물 및 활용방안 등
- 후보과제별 연구유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과물유형(시제품, S/W, 기준·지침, 정책제안, 표준제안 등), 시장경쟁력 확보방안, 실용화방안, 목표 TRL 단계, 제도개선 사항 등 제시

□ 3단계 : 연구개발과제 기획

○ 연구 목표 및 범위 설정

- 목표 및 연구범위 설정(정량적이고 구체적인 목표 설정)
- 연구범위 및 핵심과제 설정(아래의 연구범위에 대해서 실현가능한 수준을 고려한 구체적 연구 범위 및 방법 등 설정)
 - * 기술개발의 정의 및 추진체계 수립

○ 세부과제(핵심 요소기술) 도출 및 연구내용 설정

- 세부과제 연차별·단계별 기술개발 로드맵 및 성과 로드맵 제시
 - 세부과제의 중요도를 평가하여 우선순위 선정(중요도 평가 시 정량적 평가기준 제시)하고 이를 기술개발 로드맵 반영
 - 개발기술의 성숙도(TRL) 및 핵심기술요소(CTE) 설정
 - * 핵심 요소기술별 기술유형 및 기술성숙도(TRL) 제시
 - 세부과제별 성과목표(정량적, 정성적)와 성과지표(필수지표 포함) 설정
- 과제구성에 따른 인력투입계획 및 소요예산 산정
 - 연차별·단계별 예산산출 근거를 구체적으로 제시하고, 소요예산 적정성 검토 (정부투자규모 대비 민간투자규모 수준 제시)

○ 연구목표 달성을 위한 추진방안 수립

- 기존 기술·인프라 등의 활용 및 연계 방안 수립
 - * 기술 수요기관의 충분한 의견수렴을 통한 실용성 확보
 - * 국제공동연구 파트너와 국내 관련 기관 및 전문가 분석, 활용계획 포함(필요시)
- 컨소시엄 형태 등 최적 연구추진체계 제안
 - * 참여 주체별 역할과 전문영역을 고려한 바람직한 추진체계 제시

○ 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시

- 성과분석 및 검증방안 제시

* 핵심성과별 목표달성 여부를 판단할 수 있는 질적 성과점검(측정) 기준 및 측정방법 제시

- 제도·정책 활용, 현장적용, 시범운행사업 등 구체적인 실용화 방안 제시

- 관련 제품/기술의 해외시장 진출전략

○ 사전타당성 검토

- (정책적 타당성) 국가 전략적 중요성, 상위계획과의 부합성, 연구개발 추진상의 위험요인과 대응방안 등에 대한 검토

- (기술적 타당성) 기존 연구개발과의 중복성, 기술개발 계획의 우수성, 기술수준 및 개발 성공 가능성 등에 대한 검토

- (경제적 타당성) 경제성 분석, 경제·사회적 파급효과, 과학 기술적 파급효과 등에 대한 검토

○ 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정

- 연구목표와 내용, 추진전략 등을 바탕으로 본 과제를 공모하기 위한 RFP 작성

- 연차별 평가를 위한 성과목표·지표·마일스톤의 설정, 평가방법 및 기준 설정

* 연구목적 및 내용을 고려하여, 선정·중간·최종평가를 위한 평가지표 제시

○ 제4차 국가연구개발 성과평가 기본계획(‘21~’25)」에 따른 사업평가를 위해 ‘전략계획서’ 작성

- 사업기획의도-수행내용-성과 간 연계성 확보를 위해 도출된 예산규모에 따라 사업 기획내용을 반영하여 작성(별도 서식)

□ 주요 산출물

○ 기획연구보고서(과제 제안요청서 포함)

○ 전략계획서

○ 기획관련 근거자료 등

□ 보고서 제출

○ 중간보고서 : 전문기관 요청시 단계별 제출

○ 최종보고서 : 협약 종료 후 60일 이내

5. 연구기획 추진방법

- 국내외 동향조사, 사업 추진전략 및 추진체계, 중점지원분야 도출 등을 위하여 산업계, 학계, 연구기관, 공공기관 등 다양한 기술분야별 전문가 중심으로 구성된 총괄기획위원회, 기술분과위원회 및 자문위원회를 구성하여야 함
 - * 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 기술개발 과제 기획 연구성과의 실용화 제고를 위해 기술수요처 전문가 포함
 - 수요처 의견수렴 체계 마련 및 필수 협조기관 운영·활용 계획 포함
 - ※ 해외 타분야 정책 및 기술동향 분석을 위한 전문기관 또는 전문가 참여
- 폭넓은 의견수렴 및 사업참여 의향 확인을 위해 유관기관 간담회, 토론회, 공청회 등 실시계획 반영
- 정책적·기술적·경제적 타당성 검토결과의 객관성 확보를 위해 외부전문가를 통해서 검증 필요
 - * 기획연구 시 연구비 산정의 적정성 검토를 위해 회계전문가 등이 참여한 ‘연구비 적정성 검토 위원회(가칭)’ 구성·운영 예정(필요시)
- 특허 및 논문 정보 등은 ‘국토교통 R&D포털(www.kaia.re.kr)’, ‘한국특허정보원(www.kipris.or.kr)’을 이용하여 객관적 분석 실시

6. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 연구개발기간 : 2026.05. ~ 2027.03(10개월)
- 총 정부지원연구개발비 : 100백만원
 - ※ 과제특성상(기획연구) 정부출연금율 총 연구개발비의 100%까지 지원 가능

7. 기 타

- 본 공모과제의 보안등급은 “일반과제”임
- 본 공모과제는 실용화 및 기술료 납부 대상과제가 아님
- 기획과정 중 착수보고회, 검토회의, 기획현황보고 수시 실시
- 연구신청자는 참여기관 수 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구의 효율성을 도모할 것
- 기획연구 착수 후 1개월 이내에 사업의 정의, 정부지원 필요성 등 추진방향, 기획전략 등을 구체화하여 착수보고회 개최
- 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및

협의를 거쳐 조정할 수 있음

- 연구개발비 중 연구장비·재료비, 지식재산권 출원·등록비, 과학문화활동비는 원칙적으로 계상하지 않음

※ 다만, 일부 필요하다고 인정되는 경우에는 제한적으로 계상

- 연구 수행 중 전문기관과 협의를 거쳐, 대·내외 환경 변화 등을 고려한 기획 내용 변경 가능

U-MRV 기반 온실가스 공간 인벤토리 구축 기술 및 넷제로 도시 관리 지원 플랫폼 개발 기획(RFP)

1. 연구기획 목표

- 도시 온실가스 배출·흡수량을 측정·보고·검증하는 U-MRV* 체계 구축과 온실가스 공간 인벤토리** 개발 및 공간 인벤토리 기반 넷제로 도시 관리 지원 플랫폼 구축 기술 개발 기획
- * (U-MRV) Urban(도시)-Measurement(측정) Reporting(보고) Verification(검증)
- ** (공간 인벤토리) 격자, 행정구역 등 공간단위별 배출·흡수량을 위치정보와 결합해 산정, 집계한 정보로, 기존 목록형 온실가스 인벤토리와 차별화되는 형태

2. 연구기획 필요성 및 동향

□ 필요성

- 국토·도시 분야 공간기반 탄소배출 관리체계 구축 필요
 - 전세계 온실가스 배출량의 약 70%를 차지하는 국토·도시공간의 탄소감축정책은 공간단위 탄소배출관리와 밀접하나, 이를 위한 공간기반 정밀 관리체계 미흡
 - * 탄소공간지도(www.carbonmap.kr)가 구축·활용되고 있으나, 분야확대 및 산정알고리즘 고도화 필요
- 정적통계기반 온실가스 관리체계의 한계 및 실시간 정보 필요
 - 기존 온실가스 인벤토리는 정부·지자체 단위의 통계자료를 기반으로 작성되어 공표까지 약 2년 이상의 시차가 발생하여 공간단위 정책 활용에 한계 존재
 - 현재 구축된 탄소공간지도는 연·월 단위의 통계 기반 정보를 활용하는 2차원 정적 데이터 중심 체계로, 실시간 도시 활동 변화 반영이 불가
- 넷제로 도시정책 지원을 위한 공간기반 의사결정 플랫폼 필요
 - 탄소중립도시 구현을 위해서는 다양한 정책 수단(도시계획, 건물 에너지, 수송, 폐기물, 흡수원 등)의 효과를 사전에 분석하여 의사결정에 활용하는 플랫폼이 효과적
- 정부 온실가스 감축목표(NDC) 이행 지원을 위한 공공 R&D 필요
 - 탄소배출 관리 정보체계는 공공재적 성격이 강하며, 정부 차원의 데이터 표준화 및 기술개발이 필요
 - 국토교통분야 탄소배출 관리기술을 체계적으로 확보하고, 지자체 정책활용을 지원하기 위한 정부주도의 연구개발추진 필요

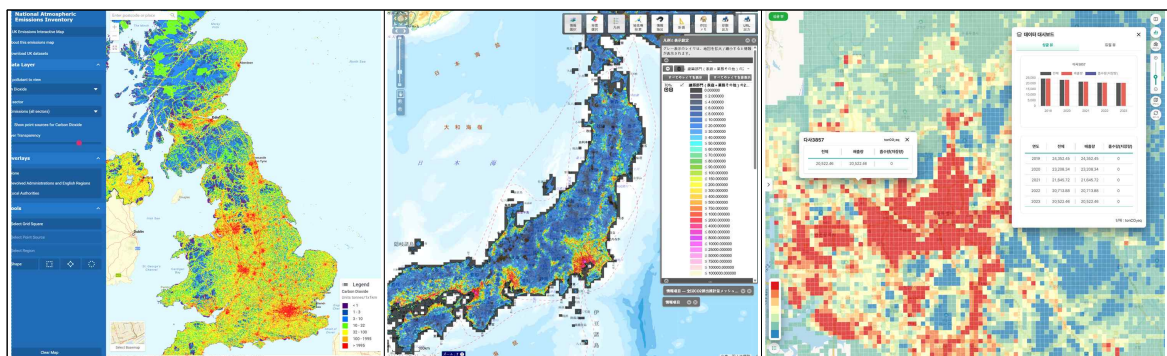
□ 정책 동향

- (국토교통부) 격자기반 탄소공간지도 시스템 구축 및 운영으로 건물·수송부문 배출활동과 녹지의 흡수성능을 지도로 제공하여 탄소중립 정책을 지원 중
- (기후에너지환경부) 지자체 온실가스 인벤토리 구축 가이드라인을 현행화하고, 배출권거래제와 연계된 산업부문 데이터와 지자체 단위 상향식 데이터를 통합하여 탄소중립 이행성과를 객관적으로 평가할 수 있는 시스템 구축 추진
- (EU 탄소중립 UP2030 프로젝트) 2030년까지 100대 탄소중립 스마트시티 달성을 목표로, 유럽 내 10개 도시가 연합하여 탄소중립 도시계획과 정책을 공유
- * 주관기관: 독일 Fraunhofer IAO (Urban Planning and design ready for 2030)

□ 기술동향

- (영국) UK Emissions Interactive Map은 국가 인벤토리 기반 대기오염 물질과 온실가스 배출량을 지도화(1km 격자)하여 지자체 탄소중립 이행점검 도구로 활용
 - ★ 영국 환경식품농촌부와 에너지안보 및 넷제로부가 공동 운영
- (일본) 국립환경연구원에서 건물(가정, 상업)과 교통 부문의 전국 CO₂ 배출 추계량 격자지도(1km)를 구축하여 운영 중
- (미국) Hestia 프로젝트*는 도시 내 건물·도로 단위 탄소배출 인벤토리를 구축하여 지자체 도시계획 및 에너지정책 수립을 위한 기초자료로 활용

★ <https://hestia.rc.nau.edu/>



UK Emissions Interactive Map 일본 탄소배출량 추계격자지도 국토교통부 탄소공간지도
 < 영국, 일본, 한국의 탄소배출 지도화 사례 >

□ 국내외 시장 및 연구동향

- (시장동향) 글로벌 규제강화와 디지털전환이 맞물리며 온실가스 관리 시장이 급성장, 공간인벤토리 구축 및 실시간 검증 분야에서 기술적 수요와 시장 확장세
 - 시장조사 기관*에 따르면 탄소관리 소프트웨어 시장은 2026년 약 275.1억 달러 (약 41조 원) 규모로 전망되며* 특히 아시아·태평양 지역시장이 급성장 중
 - ★ <https://www.fortunebusinessinsights.com/carbon-accounting-software-market-107292>
- (연구동향) 디지털기반 MRV로의 전환, 고해상도 공간인벤토리 구축을 위한 알고리즘 개발, 디지털트윈 기반의 에너지 시뮬레이션 기술개발 관련 연구 활발
 - 수기 보고와 사후 검증 방식에서 벗어나, 사물인터넷(IoT), 위성 데이터, 스마트 미터링을 활용한 실시간·디지털 기반의 MRV 체계 구축 가속화
 - 국내 온실가스 체계는 기후에너지환경부(온실가스 종합정보센터)의 국가온실가스 종합관리시스템, 산업통상부(한국에너지공단)의 배출량 종합정보시스템 등 관련 부처, 기관을 통해 부문별로 특화된 개별 시스템으로 구축되어 운영
 - 유럽 Net Zero Cities 프로젝트 등에서는 항공 라이다(LiDAR) 및 초분광 위성영상을 활용하여 온실가스 배출의 시공간적 해상도를 향상하는 연구 활발
 - 미국과 EU에서는 디지털트윈 기술을 활용하여 물리적 환경을 가상 세계에 구현하고, 정책 시나리오별 탄소 감축 효과를 시뮬레이션하는 기술 연구 수행

3. 연구기획 범위

※ 기획 과정에서 이슈 및 니즈분석 등을 통해 R&D 추진을 위한 분야 및 기술 등은 변경될 수 있음
특히 선행사업(탄소공간지도 기반 계획 지원 기술개발) 분석을 통한 연구 방향성 설정 필요

□ 온실가스 인벤토리 기반 U-MRV 체계 구축 기술 기획

- 온실가스 배출, 흡수 산정에 필요한 도시 활동 빅데이터 구축 기술
 - 국토교통 데이터(건물 에너지 사용량, 교통량, 정주지 등), 타 부처의 다양한 배출원 정보 (농축산, 폐기물, 산업, 산림 부문 등)를 활용할 수 있는 데이터 연계 기술
 - 온실가스 인벤토리 구축 관련 부처, 기관별로 운영 또는 구축 중인 MRV 시스템과의 연계 기술
- 도시 활동 데이터의 실시간 수집 및 활용 기술
 - 기상·기후, 교통량, 건물 에너지 사용량 등 관련 데이터의 (준)실시간 정보수집 기술
 - 다양한 도시 활동 정보(IoT, 에너지 데이터, 교통 데이터 등)를 활용한 온실가스 배출·흡수 모니터링 기술
- 온실가스 공간 인벤토리 구축 및 관리 기술
 - * 선행사업 분석(성과, 한계 등) 결과를 반영하여 인벤토리 관련 기술의 고도화 및 차별화 방안 제시
 - 국토·도시공간 단위의 온실가스 배출·흡수 정보를 정밀하게 산정하고 공간 모델링(맵핑-지도화)하는 공간 인벤토리 구축 기술
 - 공간 인벤토리 갱신, 수정, 변환, 활용 등 관리 및 운영 모델 마련
- 국토·교통 분야 온실가스 관련 국가 통계 보고 체계 구축 기술
 - 공간 기반 온실가스 인벤토리 구축 결과를 활용한 자동 측정·보고·검증 체계 개발
 - 국토·교통 분야 온실가스 배출량 산정기관과의 연계 방안 도출

□ 국토교통 넷제로 도시 관리 지원 플랫폼 구축 기술 개발 기획

- 확장형 넷제로 도시 관리 지원 플랫폼 프레임워크 설계
 - 다양한 정책 수요* 반영 및 기능 추가를 고려한 유스케이스 확장형 플랫폼 구조 설계
 - * 건물 에너지, 교통, 신재생에너지, 대중교통 등 다양한 탄소감축 정책
- 국토교통 분야 도시활동 데이터 자동 연계*를 위한 API 기반 통합 기술
 - * KLIP, K-GeoP, 세움터, 지자체 데이터센터 등 유관 시스템과의 데이터 연동
- 건물, 수송, 정주지 등 국토교통 분야 탄소 흡·배출 관리 및 정책 지원을 위한 넷제로 도시 관리 지원 플랫폼 구축 기술
- 탄소중립 정책 및 사업의 효과 분석을 위한 탄소 저감 성능 평가 기술
 - AI 기반 정책 대안별 탄소배출 변화 예측 시뮬레이션 기술
 - 도시/지역단위 탄소 저감 성과 분석 평가 체계 구축 기술
- U-MRV 기반 넷제로 도시관리 지원 플랫폼 운영 및 활용 확산 방안 마련
 - 플랫폼 운영, 데이터 갱신 및 유지관리 체계 등 운영모델 개발
 - 다양한 실증*을 통한 플랫폼 활용모델 발굴 및 고도화 방안 마련
 - * 공간위계, 개발유형, 정책위계, 지자체 유형 등
 - 정책적, 법·제도적 지원을 포함한 플랫폼 활용 확산전략 마련

4. 연구기획 내용

□ 1단계 : 기술개발 동향 분석, 기술 정의, 사업추진방향 정립

- (이슈 및 니즈 분석) 글로벌 트렌드 분석 및 주변 환경변화 분석을 통해 미래이슈를 도출하고, 이슈 해결을 위한 기술적 니즈와 대안 제시
 - 국내외 기술, 시장, 정책 환경 및 특허 동향 분석
 - * 주요국의 기술개발 정책 및 시장 분석
 - * 해외 기술개발 트렌드 및 미래 선도형 기술 분석
 - 국내외 연구개발 현황 및 국내 인프라(기업, 연구소, 대학 등) 현황 분석
 - 개발기술에 대한 국내 수요처 의견수렴 및 시장 요구사항 분석
 - 선행사업에 대한 분석을 통한 연계 및 차별화 방안 검토
- (기술의 정의 및 범위) 환경 및 동향 분석을 통해 도출된 미래이슈와 니즈를 기반으로하여 사업의 목적 및 개념, 기술 정의 및 연구개발 범위 제시
 - 기존 기술수준, 현황 등에 대한 분석 결과를 기반으로 해당 연구개발 가능성 검토
- (사업추진방향 정립) 과학기술부문 상위계획과 국토교통 관련 정부 정책과의 관련성 및 연계성을 분석하고, 미래이슈 및 니즈, 정부 정책과의 부합성 등을 토대로 이슈 해결을 위한 사업추진방향(부처별 역할분담 등) 및 기술대안의 타당성 제시
 - 기후에너지환경부, 산업통상부, 농림축산식품부 등 관계 부처와 데이터 공유 및 정책 연계성 확보를 위한 협력 거버넌스 체계를 포함하여 사업추진방향 정립 필요

□ 2단계 : 연구개발 전략 수립, 연구개발내용 설정

- 연구개발 전략 수립 및 연구개발내용 설정
 - 비전 및 목표 제시를 통한 연구개발 전략 수립
 - 기술예측·수요·SWOT 분석 등을 통한 중점분야 도출 및 전략방향 정립
- 연구개발 후보과제 우선순위 도출
 - 중점 추진분야별 연구개발 후보과제 설정 및 우선순위 도출
 - 후보과제 도출 및 과제별 추진체계 설정
 - 연구개발의 시급성, 진보성, 파급효과 및 경제적 효과를 고려하여 과제를 도출하고, 과제간 연계 및 중복 여부 등 종합검토
 - 후보과제별 기술유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과유형(시제품, S/W, 기준·지침 등) 제시
- 연구개발 후보과제별 과제카드 작성
 - 연구개발목표, 기술·산업·시장 동향, 기존 기술 활용방안, 연구개발 필요성, 주요 연구개발내용, 정부지원 타당성, 기술확보 전략, 과제규모, 최종성과물 및 활용방안 등
 - 후보과제별 연구개발 유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과물 유형(시제품, S/W, 기준·지침, 정책제안, 표준제안 등), 시장경쟁력 확보 방안, 실용화 방안, 목표 TRL 단계, 제도개선 사항 등 제시

□ 3단계 : 연구개발과제 기획

○ 연구개발목표 및 범위 설정

- 연구개발목표 설정(정량적·구체적인 연구개발목표 설정)
- 연구개발범위 및 핵심과제 설정(연구개발목표를 고려한 구체적 연구개발범위, 핵심과제 및 방법 등 설정)

○ 세부과제(핵심 요소기술) 도출 및 연구개발내용 설정

- 세부과제 연차별·단계별 기술개발 로드맵 및 성과 로드맵 제시
 - 세부과제의 중요도를 평가하여 우선순위 선정(중요도 평가 시 정량적 평가기준 제시)하고 이를 연구개발 로드맵에 반영
 - 핵심 요소기술별 유형, 기술성숙도(TRL) 및 핵심기술요소(CTE) 설정
 - 세부과제별 성과목표(정량적, 정성적)와 성과지표(필수지표 포함) 설정
- 과제구성에 따른 인력투입계획 및 소요예산 산정
 - 연차별·단계별 예산산출 근거를 구체적으로 제시하고, 소요예산 적정성 검토(정부투자규모 대비 민간투자규모 수준 제시)

○ 연구개발목표 달성을 위한 추진방안 수립

- 기존 기술·인프라 등의 활용 및 연계 방안 수립
 - * 기술 수요기관의 충분한 의견수렴을 통한 실용성 확보
 - * 국제공동연구 파트너와 국내 관련 기관 및 전문가 분석, 활용계획 포함(필요시)
- 컨소시엄 형태 등 최적 연구추진체계 제안
 - * 참여 주체별 역할과 전문영역을 고려한 바람직한 추진체계 제시

○ 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시

- 성과분석 및 검증방안 제시
 - * 핵심성과별 목표달성 여부를 판단할 수 있는 질적 성과점검(측정) 기준 및 측정방법 제시
- 제도·정책 활용, 현장적용, 시범사업 등 구체적인 실용화 방안 제시
- 해외시장 진출전략 제시

○ 사전타당성 검토

- (정책적 타당성) 국가 전략적 중요성, 상위계획과의 부합성, 연구개발 추진상의 위험요인과 대응방안 등에 대한 검토
- (기술적 타당성) 기존 연구개발과의 중복성, 연구개발 계획의 우수성, 기술 수준 및 개발 성공 가능성 등에 대한 검토
- (경제적 타당성) 경제성 분석, 경제·사회적 파급효과, 과학기술적 파급효과 등에 대한 검토

○ 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정

- 연구개발목표와 내용, 추진전략 등을 바탕으로 본 과제를 공모하기 위한 RFP 작성
- 단계별 평가를 위한 성과목표·지표·마일스톤의 설정, 평가방법 및 기준 설정
 - * 연구개발목표 및 내용을 고려하여, 선정·단계·최종평가를 위한 평가지표 제시

- 「제5차 국가연구개발 성과평가 기본계획*('26~'30)」에 따른 ‘전략계획서’ 작성
 - * 국가연구개발사업 등의 성과평가 및 성과관리에 관한 법률 제5조에 의거하여 향후 5년간 국가연구개발 성과평가 기본방향, 목표 및 중점추진과제 등을 반영하여 수립·추진
- 사업 기획의도-수행내용-성과 간 연계성 확보를 위해 도출된 예산규모에 따라 사업 기획내용을 반영하여 작성(별도 서식)

□ 주요 산출물

- 기획연구보고서(RFP 포함)
- 전략계획서
- 기술수요조사서, 개념도, 기획관련 근거자료 등

□ 보고서 제출

- 중간보고서 : 전문기관 요청시 단계별 제출
- 최종보고서 : 협약 종료 후 60일 이내

5. 연구기획 추진방법

- 본 기획과제는 다부처 협력사업 추진을 고려하여 기후에너지환경부, 산업통상부, 농림축산식품부 등 과의 온실가스 인벤토리 구축에 참여하는 정부부처, 인벤토리 보고기관 등과의 기획 협력체계 제안 요망



< 온실가스 인벤토리 부문별 주관부처와 보고기관 >

- 국내외 동향조사, 사업 추진전략 및 추진체계, 중점지원분야 도출 등을 위하여 중앙부처, 산업계, 학계, 연구기관, 공공기관 등 다양한 기술분야별 전문가 중심으로 구성된 다부처협의회, 총괄기획위원회, 기술분과위원회 및 자문위원회를 구성하여야 함
- 본 사업 연구성과의 실용화 제고를 위해 기술수요처 전문가 포함

- 수요처 의견수렴 체계 마련 및 필수 협조기관 운영·활용 계획 포함
 - * 해외 타분야 정책 및 기술동향 분석을 위한 전문기관 또는 전문가 참여 가능
 - * 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- ‘탄소공간지도기반 계획지원 기술개발(R&D)’의 후속연구를 고려하여 선행사업의 성과 고도화 및 확산 방안 제시 필요
- 글로벌 선행 프로젝트, 우수 기관 등과의 협력 등을 고려하여 기획 추진
- 폭넓은 의견수렴, 사업 참여의향 확인 등을 위해 유관기관 간담회, 토론회, 공청회 등을 실시할 수 있도록 제안서에 반영
- 정책적·기술적·경제적 타당성 검토결과의 객관성 확보를 위해 외부전문가를 통해서 검증 필요
 - * 기획연구 시 연구비 산정의 적정성 검토를 위해 회계전문가 등이 참여한 ‘연구비 적정성 검토위원회’ 구성·운영 예정(필요시)
- 특허 및 논문 정보 등은 ‘국토교통 R&D포털(www.kaia.re.kr)’, ‘한국특허정보원(www.kipris.or.kr)’을 이용하여 객관적 분석 실시

6. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 연구개발기간 : 2026. 5. ~ 2027. 5.(12개월)
- 총 정부지원연구개발비 : 100백만원
 - ※ 과제특성상(기획연구) 정부출연금을 총 연구개발비의 100%까지 지원 가능

7. 기 타

- 본 공모과제의 보안등급은 “일반과제”임
- 본 공모과제는 실용화 및 기술료 납부 대상과제가 아님
- 기획과정 중 착수보고회, 검토회의, 기획현황보고 수시 실시
- 연구신청자는 참여기관 수 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구의 효율성을 도모할 것
- 기획연구 착수 후 1개월 이내에 사업의 정의, 정부지원 필요성 등 추진방향, 기획전략 등을 구체화하여 착수보고회 개최
- 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 연구 수행 중 전문기관과 협의를 거쳐, 대·내외 환경 변화 등을 고려한 기획 내용 변경 가능

고해상도 위성영상 기반 정밀도로지도 자동 갱신 및 광역 단위 교통 분야 활용 프레임워크 개발 기획(RFP)

1. 연구기획 목표

- 국가 위성을 활용하여 도로의 기하구조 변화를 신속하게 탐지, 정밀도로지도를 자동 갱신하는 기술 및 광역 단위 교통통계를 분석하는 프레임워크 개발 기획
 - 위성 기반 차선 단위 정밀도로지도 제작 및 갱신 기술 기획
 - MMS 방식의 정밀도로지도 구축방식을 보완하기 위한, 위성 기반의 도로 기하구조 변화탐지 기술, 차선 단위 지도제작 기술 및 기존 지도의 신속 갱신 기술 개발
 - 위성 기반 광역 교통량 통계 분석 프레임워크 개발 기획
 - 지점검지기(VDS)와 차량 GPS데이터(FCD) 혼용 방식의 교통 통계분석 방식을 보완하기 위한, 위성 기반의 광역 단위 교통 분야 활용 프레임워크 개발

2. 연구기획 필요성 및 동향

□ 필요성

- 정밀도로지도의 신속 구축 및 업데이트를 통한 안전하고 효율적인 자율주행 또는 자율협력주행 서비스 구현 필요
 - MMS(Mobile Mapping System) 기반 정밀도로지도 구축은 고속도로, 주요 간선도로를 중심으로 진행되고 있음
 - 최근 정밀도로지도 구축 사업은 갱신 유형이 많으며, 갱신 사업 중에서 지형 변화가 없는 단순 포장의 경우 위성 기반 방식으로 대체 가능함. 특히, 국가 위성(국토위성, 다목적실용위성, 초소형군집위성 등) 활용시 영상 획득비의 ‘한계비용’이 낮아질 수 있고, 전체 작업 비용 및 시간을 단축할 수 있음
 - 따라서 고해상도 지구관측위성 기반의 경량 정밀도로지도 제작 기술을 구현하여, 향후 전국 정밀도로지도를 신속하게 갱신하는 체계를 구축할 필요가 있음
- 도로 계획 및 교통관리 운영을 위해서 신뢰성 높은 교통량 통계자료가 필수적이며, 광역 단위 교통량 분석의 정확도 향상과 측정 주기 단축이 요구되고 있음
 - 현행 교통량조사 및 분석은 지점검지기 기반의 관측교통량을 중심으로 수행되며, 차량용 네비게이션(티맵 등) 이용 정보를 활용하여 미관측 도로의 교통량을 추정하는 추정교통량 방식을 사용하고 있음
 - 국가 위성(국토위성, 다목적실용위성, 초소형군집위성 등)을 활용하여 광역 도로망에 대한 주기적 관측이 가능하며, 이를 통해 관측교통량 및 추정교통량 기반 분석의 공간적 한계를 보완할 수 있음
 - 이에 따라 기존 교통량 조사 방법을 보완할 수 있는 고해상도 지구관측위성 기반의 광역단위 교통량 분석 방법을 개발하여, 분석 주기를 단축하고 신뢰성을 높일 필요가 있음

□ 정책동향

- 국가 위성을 활용한 국토관리 등 공공분야 활용 촉진 추진 중
 - 국토위성, 다목적실용위성, 초소형군집위성 등 고해상도 지구관측위성의 개발과 운영이 지속되고 있으며, ‘위성정보활용협의체’를 통한 국가 위성의 공공분야 활용 촉진을 적극 지원하고 있음
- 자율주행 상용화 및 정밀도로지도 고도화 정책 추진 중
 - 국토교통부의 '제3차 지능형교통체계 기본계획'에 의거, 전국 주요 도로의 정밀도로지도 구축 확대, 갱신 및 유지관리 효율화가 핵심 과제로 설정됨
 - MMS 기반 정밀도로지도 구축 표준품셈은 약 20km/일이며, 사업지구별 완료 및 전국 도로를 완료하기 위해서는 많은 시간과 예산이 필요함
- 국가 교통량 조사의 자동화 및 주기 단축 추진 중
 - 현행 교통량조사는 관측교통량과 추정교통량을 결합하여 운영하고 있음
 - 교통량 조사 방법은 매립형 루프검지기를 이용하는 기존 방식에서 AI 기반 영상 분석 방식으로 정확도와 효율성이 개선되고 있음
 - 전국 일제 수시조사는 연 1회 시행되고 있어 주기를 단축하는 방안을 검토 중임

□ 국내외 연구동향

- 위성 기반 정밀도로지도 제작 관련 연구
 - 국내외에서 위성 기반 도로영역을 추출하는 연구는 다수 수행되었으나, 차선 등 노면표지를 자동으로 추출하여 활용하는 사례는 이루어지지 않았음
- 위성 기반 교통량 분석 관련 연구
 - 국외에서는 위성 기반 차량탐지 기능을 적용하여, 교통량을 추정하는 방법론에 대한 연구가 일부 수행되었음
 - 국내에서는 드론 영상 기반 교통량 조사 연구가 수행되었으나, 위성을 이용하는 광역 단위 교통분석 연구는 없었음. 특히, 국가 위성 자료를 활용한 교통 분석 연구는 아직 시도되지 않았음

3. 연구기획 범위

※ 기술적 범위의 기술 분야는 예시이며, 이슈 및 니즈분석 등을 통해 R&D 추진을 위한 분야, 기술은 변경될 수 있음

□ 위성 기반 도로·교통 정보 통합 수집 체계 기획

- 정밀도로지도 제작 및 교통 분석을 위한 국토위성, 다목적실용위성, 초소형군집 위성 등 국가 위성 데이터 수집 체계 및 방안 수립

○ 수집 데이터 품질 검증 기준 수립

- 시간·공간해상도, 위치정확도, 대기 투명도 등 도로 및 교통 분석에 필요한 요건 정의
- MMS 기반 정밀도로지도 제작 및 갱신 품질 기준을 분석하고, 위성 기반의 정밀도로지도 제작 및 갱신 품질 기준 수립

□ 위성 기반 차선 단위 정밀도로지도 제작 및 갱신 기술 기획

○ 시계열 위성영상을 활용한 도로 변화 자동 탐지 기술 개발

- 고해상도 시계열 위성영상을 기반으로 도로 신설, 확장, 차선 변경, 재포장 등 도로 기하구조 변화 요소를 자동 탐지하는 AI 분석 기술 개발
- 변화 탐지 결과를 도로 네트워크 단위로 정량화하여 정밀도로지도 갱신 대상 구간의 자동 선정 기술 개발

○ 차선 단위 도로 벡터 데이터 자동 생성 및 갱신 체계 기술 개발

- 위성영상 기반 도로 및 차선 추출 기술을 활용하여 차선 단위 도로 벡터 데이터를 자동 생성하는 기술 개발
- 변화 탐지 결과와 연계한 정밀도로지도 데이터베이스를 신속하고 체계적으로 갱신하는 자동 업데이트 프로세스 구축 기술개발

○ 지상 및 위성 기반 도로정보 융합 기술 개발

- MMS 미적용 지역(국도·지방도 등)의 도로 정보에 대하여 일반차량 및 위성 기반의 도로 형상 및 속성정보 제작 기술 개발
- MMS 기반 고정밀데이터, 일반차량 데이터, 위성 기반 도로정보를 연계 및 정합하여 도로지도 구축에 활용하는 융합 기술 개발
- 전국 단위 경량 정밀도로지도 구축 체계 기술 개발
- 위성 기반 도로 변화 탐지 결과와 동적지도(LDM) 레이어에 통합 및 LDM의 데이터에 정합하여 차선 레이어 자동 갱신 체계 구축
- 정밀도로지도 데이터 구조와 호환 가능한 위성 기반 도로 데이터 관리 및 갱신 프로세스 설계

○ 위성 기반 정밀도로지도 제작 및 갱신 기술 활용방안

- 국토교통부 디지털도로팀, 국토지리정보원 스마트공간정보과 등 정밀도로지도 관련 부처 및 기관과 개발된 기술을 적용하기 위한 거버넌스 구축
- 고해상도 시계열 위성영상을 기반으로 도로 변화를 자동 탐지 및 갱신하는 기술을 정밀도로지도 제작 및 갱신에 활용할 수 있는 법제도 개선방안 제시

□ 위성 기반 광역 교통 분야* 활용 프레임워크 개발 기획

*교통량 통계 분석 등

- 위성영상 기반 도로 링크 단위 교통 밀도 산출 기술 개발
 - 고해상도 위성영상에서 차량 객체를 자동 탐지하여 도로 링크(Link ID) 단위 차량 밀도 및 교통 혼잡도를 산출하는 기술 개발
 - 시계열 영상 분석을 통해 특정 시간대 교통 상황의 정량 분석 기술 개발
- 광역 단위 교통 통계 산출 및 분석 프레임워크 개발
 - 위성 기반 교통 밀도 정보를 활용한 시·군·구 등 광역 단위 교통량 통계 산출 모델 개발
 - 기존 교통량 조사 자료와 결합하여 교통량 추정 정확도를 향상시키는 보정 모델 개발
 - 교통 정책 수립 및 교통 운영·관리 지원을 위한 통계 분석 체계 마련
- 위성 데이터의 교통 분야 활용 활성화 및 글로벌 진출 전략
 - 시계열 위성영상을 활용하여 교통량 통계 분석 외 교통 분야 활용방안 모색 및 국내외 시장 진출 전략 수립

4. 연구기획 내용

□ 1단계 : 기술개발 동향, 환경분석을 통한 기술 정의 및 사업목표 범위 제시 등

- (이슈 및 니즈 분석) 글로벌 트렌드 분석 및 주변 환경변화 분석을 통해 미래이슈를 도출하고, 이슈 해결을 위한 기술적 니즈와 대안 제시
 - 국내외 기술, 시장, 정책 환경 및 특허 동향 분석
 - * 주요국의 기술개발 정책 및 시장 분석
 - * 해외 기술개발 트렌드 및 미래 선도형 기술 분석
 - 국내외 연구개발 현황 및 국내 인프라(기업, 연구소, 대학 등) 현황 분석
 - 개발기술에 대한 국내 수요처 의견수렴 및 시장 요구사항 분석
- (기술의 정의 및 범위) 환경 및 동향 분석을 통해 도출된 미래이슈와 니즈를 기반으로 하여 사업의 목적 및 개념, 기술 정의 및 연구개발 범위 제시
 - 기존 기술수준, 현황 등에 대한 분석 결과를 기반으로 해당 연구개발 가능성에 대해 심층 검토
- (사업추진방향 정립) 과학기술부문 상위계획과 국토교통 관련 정부 정책과의 관련성 및 연계성을 분석하고, 미래이슈 및 니즈, 정부 정책과의 부합성 등을 토대로 이슈 해결을 위한 사업추진방향 및 기술대안의 타당성 제시

□ 2단계 : 연구개발 전략 수립, 연구개발내용 설정

- 연구개발 전략 수립 및 연구개발내용 설정
 - 비전 및 목표 제시를 통한 연구개발 전략 수립

- 기술예측·수요·SWOT 분석 등을 통한 중점분야 도출 및 전략방향 정립

○ 연구개발 후보과제 우선순위 도출

- 중점 추진분야별 연구개발 후보과제 설정 및 우선순위 도출
- 후보과제 도출 및 과제별 추진체계 설정
 - 연구개발의 시급성, 진보성, 파급효과 및 경제적 효과를 고려하여 과제를 도출하고, 과제간 연계 및 중복 여부 등 종합검토
 - 후보과제별 기술유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과유형(시제품, S/W, 기준·지침 등) 제시

○ 연구개발 후보과제별 과제카드 작성

- 연구개발목표, 기술·산업·시장 동향, 기존 기술 활용방안, 연구개발 필요성, 주요 연구개발내용, 정부지원 타당성, 기술확보 전략, 과제규모, 최종성과물 및 활용방안 등
- 후보과제별 연구개발 유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과물 유형(시제품, S/W, 기준·지침, 정책제안, 표준제안 등), 시장경쟁력 확보 방안, 실용화 방안, 목표 TRL 단계, 제도개선 사항 등 제시

□ 3단계 : 연구개발과제 기획

○ 연구개발목표 및 범위 설정

- 연구개발목표 설정(정량적·구체적인 연구개발목표 설정)
- 연구개발범위 및 핵심과제 설정(연구개발목표를 고려한 구체적 연구개발범위, 핵심 과제 및 방법 등 설정)

○ 세부과제(핵심 요소기술) 도출 및 연구개발내용 설정

- 세부과제 연차별·단계별 기술개발 로드맵 및 성과 로드맵 제시
 - 세부과제의 중요도를 평가하여 우선순위 선정(중요도 평가 시 정량적 평가기준 제시)하고 이를 연구개발 로드맵에 반영
 - 핵심 요소기술별 유형, 기술성숙도(TRL) 및 핵심기술요소(CTE) 설정
 - 세부과제별 성과목표(정량적, 정성적)와 성과지표(필수지표 포함) 설정
- 과제구성에 따른 인력투입계획 및 소요예산 산정
 - 연차별·단계별 예산산출 근거를 구체적으로 제시하고, 소요예산 적정성 검토 (정부투자규모 대비 민간투자규모 수준 제시)

○ 연구개발목표 달성을 위한 추진방안 수립

- 기존 기술·인프라 등의 활용 및 연계 방안 수립
 - * 기술 수요기관의 충분한 의견수렴을 통한 실용성 확보
 - * 국제공동연구 파트너와 국내 관련 기관 및 전문가 분석, 활용계획 포함(필요시)
- 컨소시엄 형태 등 최적 연구추진체계 제안

* 참여 주체별 역할과 전문영역을 고려한 바람직한 추진체계 제시

○ 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시

- 성과분석 및 검증방안 제시

* 핵심성과별 목표달성 여부를 판단할 수 있는 질적 성과점검(측정) 기준 및 측정방법 제시

- 제도·정책 활용, 현장적용, 시범사업 등 구체적인 실용화 방안 제시

- 해외시장 진출전략 제시

○ 사전타당성 검토

- (정책적 타당성) 국가 전략적 중요성, 상위계획과의 부합성, 연구개발 추진상의 위험요인과 대응방안 등에 대한 검토

- (기술적 타당성) 기존 연구개발과의 중복성, 연구개발 계획의 우수성, 기술수준 및 개발 성공 가능성 등에 대한 검토

- (경제적 타당성) 경제성 분석, 경제·사회적 파급효과, 과학기술적 파급효과 등에 대한 검토

○ 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정

- 연구개발목표와 내용, 추진전략 등을 바탕으로 본 과제를 공모하기 위한 RFP 작성

- 단계별 평가를 위한 성과목표·지표·마일스톤의 설정, 평가방법 및 기준 설정

* 연구개발목표 및 내용을 고려하여, 선정·단계·최종평가를 위한 평가지표 제시

○ 제5차 국가연구개발 성과평가 기본계획('26~'30)」에 따른 사업평가를 위해 '전략계획서' 작성

- 사업 기획의도-수행내용-성과 간 연계성 확보를 위해 도출된 예산규모에 따라 사업 기획내용을 반영하여 작성(별도 서식)

□ 주요 산출물

○ 기획연구보고서(과제 제안요청서 포함)

○ 전략계획서

○ 기술수요조사서, 개념도, 기획관련 근거자료 등

□ 보고서 제출

○ 중간보고서 : 전문기관 요청시 단계별 제출

○ 최종보고서 : 협약 종료 후 60일 이내

5. 연구기획 추진방법

- 국내외 동향조사, 사업 추진전략 및 추진체계, 중점지원분야 도출 등을 위하여 산업계, 학계, 연구기관, 공공기관 등 다양한 기술분야별 전문가 중심으로 구성된 총괄기획위원회, 기술분과위원회 및 자문위원회를 구성하여야 함
 - 국토교통부 디지털도로팀, 국토지리정보원 스마트공간정보과 등 정밀도로지도 관련 부처 및 기관을 포함하여 기획위원회, 기술분과위원회 및 자문위원회를 구성하여야 함
- * 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 본 사업 연구성과의 실용화 제고를 위해 기술수요처 전문가 포함
 - 수요처 의견수렴 체계 마련 및 필수 협조기관 운영·활용 계획 포함
 - ※ 해외 타분야 정책 및 기술동향 분석을 위한 전문기관 또는 전문가 참여
- 폭넓은 의견수렴 및 사업참여 의향 확인을 위해 유관기관 간담회, 토론회, 공청회 등 실시계획 반영
- 사전 타당성 검토결과의 객관성 확보를 위해 외부전문가(경제, 기술가치평가, 정책 등)를 통한 검증 필요
- 특허 및 논문 정보 등은 ‘국토교통 R&D포털(www.kaia.re.kr)’, ‘한국특허정보원(www.kipris.or.kr)’을 이용하여 객관적 분석 실시

6. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 연구개발기간 : 2026. 5. ~ 2027. 5.(12개월)
- 총 정부지원연구개발비 : 100백만원
 - ※ 과제특성상(기획연구) 정부출연금을 총 연구개발비의 100%까지 지원 가능

7. 기 타

- 본 공모과제의 보안등급은 “일반과제”임
- 본 공모과제는 실용화 및 기술료 납부 대상과제가 아님
- 기획과정 중 착수보고회, 검토회의, 기획현황보고 수시 실시
- 연구신청자는 참여기관 수 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구의 효율성을 도모할 것
- 기획연구 착수 후 1개월 이내에 사업의 정의, 정부지원 필요성 등 추진방향, 기획전략 등을 구체화하여 착수보고회 개최
- 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음

○ 연구 수행 중 전문기관과 협의를 거쳐, 대·내외 환경 변화 등을 고려한 기획
내용 변경 가능

공간지능 기반 그린·블루카본 정밀 측정 및 검증 기술 개발 기획 (RFP)

1. 연구기획 목표

- 공간지능 기술*과 드론-현장 통합 검증을 통한 육상(그린카본**)·해양(블루카본***) 탄소 흡수원의 정밀 측정 및 검증 기술 개발 기획
 - (정밀 측정) 공간지능 기술을 활용한 육상(산림·녹지) 및 해양(갯벌·식생) 탄소 흡수원의 3차원 정밀 탐지 및 바이오매스 산출 알고리즘 개발
 - (신뢰성 검증) 탄소 흡수량 분석 신뢰성 검증(Verification) 및 AI 분석 결과의 정확도·일관성·재현성 검증 체계 수립
- * 공간지능 기술: 드론 기반 LiDAR/광학/초분광 영상과 딥러닝을 활용하여 공간 객체를 탐지·분석·정량화하는 인공지능 기술
- ** 그린카본: 숲·초원 등 육상 생태계가 광합성을 통해 대기 중 CO₂를 흡수·저장하는 탄소
- *** 블루카본: 갯벌·염습지·해초 등 해양·연안 생태계가 흡수·저장하는 탄소

2. 연구기획 필요성 및 동향

□ 필요성

- 국가 탄소중립 목표 달성을 위한 정밀 관리 체계 필요
 - '2050 탄소중립 시나리오'에 따르면 산림·습지 등 흡수원 확충으로 연간 2,670만톤 CO₂ 흡수 목표를 제시하고 있으나, 과학적 측정 및 관리 체계가 미비한 상황임
 - 국가 온실가스 감축목표(NDC*) 달성을 위해서는 탄소 흡수원의 정확한 현황 파악 및 관리가 선행되어야 하나, 현재 도시공원, 가로수, 연안 습지 등 상당수 흡수원이 국가 통계에서 누락되어 있음
 - * Nationally Determined Contribution
 - 탄소배출권 거래시장 및 자발적 탄소시장의 활성화에 따라 국제적으로 인정받을 수 있는 투명하고 검증 가능한 탄소 데이터 확보가 시급함
- 기존 측정 방식의 구조적 한계 극복 필요
 - 현행 국가 산림 탄소 통계는 IPCC Tier 2 수준의 국가 평균 계수에 의존하여 지역별·수종별 특성을 반영하지 못하는 구조적 한계가 존재함
 - Landsat 위성 기반의 30m 공간해상도와 5년 주기의 데이터 갱신은 도시 녹지 및 소규모 흡수원의 정밀 측정이 불가능하며, 시의성 있는 정책 의사결정을 지원하기에 불충분함
 - 위성영상의 정사보정 및 지형 왜곡 보정 과정에서 위치 오차가 발생하여, Network-RTK 등 고정밀 측위 기술의 융합이 필수적임
 - 현장 조사 중심의 전통적 측정 방식은 시간과 비용이 과다하게 소요되어 전국 단위의 지속적 모니터링이 현실적으로 어려운 실정임

○ AI 및 첨단 공간정보 기술 융합의 필요성

- LiDAR, 초분광 센서, AI 영상분석 등 4차 산업혁명 기술을 융합하여 대규모 탄소 흡수원의 실시간 정밀 측정이 가능한 체계 구축이 요구됨
- 딥러닝 기반 자동 식생 분류 및 생체량 추정 기술을 통해 인력 의존적 조사 방식의 한계를 극복하고, 데이터 생산의 효율성 및 일관성을 확보할 필요가 있음
- 국가 공간정보 플랫폼과 탄소 데이터의 연계를 통해 정책 의사결정 지원 및 대국민 서비스 제공이 가능한 통합 시스템 개발이 필요함

□ 정책동향

○ 국내 정책동향

- (2050 탄소중립 시나리오) 정부는 2030년까지 국가 온실가스 감축목표(NDC) 40%감축(2018년 대비), 2050년 탄소중립 달성을 국정과제로 추진 중이며, 산림 등 흡수원 부문의 과학적 관리 체계 구축을 핵심 과제로 설정
- (제2차 국토교통과학기술 종합계획(2023~2027)) 'AI 기반 국토관리 지능화' 및 '공간정보 고도화' 전략을 통해 디지털 트윈, AI 공간분석 등 첨단 기술의 국토 관리 적용을 추진
- (국가전략기술 육성) 인공지능 및 첨단 모빌리티 기술을 12대 국가전략기술로 지정하여 집중 육성하고 있으며, 탄소중립 100대 핵심기술에 MRV 기술이 포함됨
- (탄소중립녹색성장기본법) 제45조(국가 온실가스 통계의 작성 및 관리)에 따라 정부는 신뢰성 있는 온실가스 통계 작성 및 국제 기준에 부합하는 검증 체계 구축 의무를 부여받음

○ 해외 정책동향

- (IPCC 2019 가이드라인 개정) 기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC)는 2019년 국가 온실가스 인벤토리 가이드라인을 개정하여 Tier 3*(지역 특성 반영 정밀 측정) 방법론 적용을 권고하고, 불확실성 감소를 강조

* Tier 3: 개별 공간 단위의 정밀 실측 및 모델링 기반 산정 방법론 (Tier 1: IPCC 기본값, Tier 2: 국가 평균 계수)

- (파리협정 투명성 프레임워크) 2024년부터 모든 당사국은 격년 투명성 보고서(BTR)를 제출해야 하며, 측정·보고·검증(MRV*) 체계의 투명성 및 정확성 강화가 의무화됨

* MRV: Measurement(측정), Reporting(보고), Verification(검증), 국제 탄소시장에서 감축 실적을 인정받기 위한 필수 절차

- (국제 탄소시장 기준 강화) Gold Standard, Verra(VCS) 등 자발적 탄소시장 인증기관들은 측정 불확실성을 $\pm 15\%$ 이내로 요구하며, 원격탐사 및 AI 기술 활용을 권장하고 있음

- (EU 탄소국경조정제도(CBAM*)) 2026년부터 본격 시행 예정으로, 수출 기업의 탄소배출량 정밀 측정 및 검증 데이터 제출이 의무화되어 국내 기업의 대응 체계 구축이 시급함

* CBAM: Carbon Border Adjustment Mechanism

□ 국내외 기술 및 시장 동향

○ 국외 기술 동향

- (미국) NASA의 GEDI(Global Ecosystem Dynamics Investigation) 프로젝트는 우주 기반 LiDAR로 전지구 산림 3차원 구조 측정 중이며, 탄소 저장량 추정 정확도를 획기적으로 향상시킴
- (유럽) Copernicus 프로그램을 통해 Sentinel 위성군 기반의 지속적 산림 모니터링 체계를 운영하며, AI 기반 자동 변화 탐지 시스템을 구축함
- (일본) JAXA의 ALOS-2 위성 SAR 데이터와 AI 분석을 결합하여 산림 바이오매스 추정 기술을 개발하고, 국가 산림 탄소 인벤토리에 적용 중임
- (글로벌 기업) Planet Labs, Descartes Labs 등 민간 기업은 위성영상과 AI를 결합한 상업용 탄소 모니터링 서비스를 제공하며, 정밀농업 및 ESG 시장으로 확대 중임

○ 국내 기술 동향

- (산림청) 국가산림자원조사(NFI) 5년 주기로 수행 중이나, 표본 조사 방식으로 공간적 연속성 확보에 한계가 있으며, Tier 2 수준의 국가 평균 계수 적용 중
- (기후에너지환경부) 연안습지 탄소흡수량 조사 사업을 시범 추진 중이나, 갯벌 등 블루카본 측정 기술 및 표준화 방법론이 Tier 2~3 수준으로, 국제 탄소시장 기준을 충족하는 탄소크레딧으로의 인정에는 제한적임
- (국토교통부) 국토위성(차세대중형위성) 활용 산림 모니터링 연구가 진행 중이나, 공간해상도 및 재방문 주기의 한계로 실시간 정밀 측정에는 한계가 존재함
- 산림청, 기후에너지환경부, 해양수산부 등 부처별로 개별 MRV 사업이 진행 중이나, 통합 데이터베이스 및 검증 체계는 부재하여 국가 차원의 일관된 탄소 통계 산출에 어려움이 있음

○ 시장 동향

- 글로벌 탄소배출권 거래시장 규모는 지속적으로 확대되고 있으며, 특히 자발적 탄소 시장(VCM*)은 연평균 30% 이상 성장하여 2030년 약 500억 달러 규모로 전망됨

* VCM: Voluntary Carbon Market

- 기업의 ESG(환경·사회·지배구조) 경영 확산에 따라 투명하고 검증 가능한 탄소 데이터에 대한 수요가 급증
- 국내 탄소배출권 시장은 연간 거래량이 증가 추세이나, 측정 데이터의 신뢰성 및 국제 호환성 부족으로 해외 시장 진출에 한계가 있는 상황임

3. 연구기획 범위

※ 기술적 범위의 기술 분야는 예시이며, 이슈 및 니즈분석 등을 통해 R&D 추진을 위한 분야, 기술은 변경될 수 있음

□ 공간지능 기반 그린·블루카본 정밀 측정(Measurement) 기술 개발 기획

- 드론 멀티센서 기반 초정밀 식생 구조 추출 기술 개발
 - 드론 멀티센서(GNSS, LiDAR, 초분광, 고해상도 RGB 등) 기반 육상·연안 식생의 구조 모델링 기술 개발
 - 드론 고해상도 RGB 및 초분광 영상 융합을 통한 육상 및 연안 식생의 밀도, 식생지수, 수종, 생장상태 등 산출 기술 개발
- AI 기반 식생 밀도 및 생체량(Biomass) 정밀 추정 기술 개발
 - 딥러닝 기반 식생 탐지 및 객체 분할(segmentation) 기술 개발
 - 식생 밀도 및 생체량 추정 알고리즘 개발
- AI 기반 위성-드론 융합 학습 모델 개발 및 전국 확장 기술 개발
 - 드론 정밀 측정 영역과 동일 영역(좌표 기준)의 위성영상을 추출하여 위성영상에서 드론 수준의 고해상도 구조 정보를 추론하는 알고리즘 개발
 - 산림 및 서해안 주요 갯벌 대상 생체량 분포도 자동 생성 기술 개발
- 육상·연안 식생 탄소흡수원의 공간데이터베이스 구축 기술 개발
 - 식생 구조 정보와 생체량 데이터를 활용한 탄소흡수원 공간데이터베이스 생산 기술 개발
 - 그린·블루카본 공간정보 표준화 및 데이터 구축 체계 설계

□ 융합형 데이터 신뢰성 검증(Verification) 체계 구축 기획

- * 현장(절대 참값) → 드론(정밀 검증) → 위성(광역 측정)의 계층적 접근으로 AI 바이오매스 추정 결과의 정확도·일관성·재현성 정량적 검증 체계 수립
- 기존·타부처의 데이터를 활용하여 기준값(Ground Truth) 연계 체계 마련
- AI 분석 결과와 Ground Truth 기반 정확도 검증 기술 개발
 - * IPCC Tier 3 수준의 과학적 엄밀성 및 국제 표준 준수 검증 프로토콜 확보
- 국제 기준(IPCC Guidelines)에 기반한 탄소 통계 산정 모듈 구축 기술 개발

4. 연구기획 내용

□ 1단계 : 기술개발 동향, 환경분석을 통한 기술 정의 및 사업목표 범위 제시 등

- (이슈 및 니즈 분석) 글로벌 트렌드 분석 및 주변 환경변화 분석을 통해 미래이슈를 도출하고, 이슈 해결을 위한 기술적 니즈와 대안 제시
 - 국내외 기술, 시장, 정책 환경 및 특허 동향 분석

- * 주요국의 기술개발 정책 및 시장 분석
- * 해외 기술개발 트렌드 및 미래 선도형 기술 분석
- 국내외 연구개발 현황 및 국내 인프라(기업, 연구소, 대학 등) 현황 분석
- 개발기술에 대한 국내 수요처 의견수렴 및 시장 요구사항 분석

○ (기술의 정의 및 범위) 환경 및 동향 분석을 통해 도출된 미래이슈와 니즈를 기반으로 하여 사업의 목적 및 개념, 기술 정의 및 연구개발 범위 제시

- 기존 기술수준, 현황 등에 대한 분석 결과를 기반으로 해당 연구개발 가능성에 대해 심층 검토

○ (사업추진방향 정립) 과학기술부문 상위계획과 국토교통 관련 정부 정책과의 관련성 및 연계성을 분석하고, 미래이슈 및 니즈, 정부 정책과의 부합성 등을 토대로 이슈 해결을 위한 사업추진방향 및 기술대안의 타당성 제시

- 기후에너지환경부, 산림청, 해양수산부 등 관계 부처와 데이터 공유 및 정책 연계성 확보를 위한 협력 거버넌스 체계를 포함하여 사업추진방향을 정립해야 함

□ 2단계 : 연구개발 전략 수립, 연구개발내용 설정

○ 연구개발 전략 수립 및 연구개발내용 설정

- 비전 및 목표 제시를 통한 연구개발 전략 수립
 - 기술예측·수요·SWOT 분석 등을 통한 중점분야 도출 및 전략방향 정립

○ 연구개발 후보과제 우선순위 도출

- 중점 추진분야별 연구개발 후보과제 설정 및 우선순위 도출
- 후보과제 도출 및 과제별 추진체계 설정
 - 연구개발의 시급성, 진보성, 파급효과 및 경제적 효과를 고려하여 과제를 도출하고, 과제간 연계 및 중복 여부 등 종합검토
 - 후보과제별 기술유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과유형(시제품, S/W, 기준·지침 등) 제시

○ 연구개발 후보과제별 과제카드 작성

- 연구개발목표, 기술·산업·시장 동향, 기존 기술 활용방안, 연구개발 필요성, 주요 연구개발내용, 정부지원 타당성, 기술확보 전략, 과제규모, 최종성과물 및 활용방안 등
- 후보과제별 연구개발 유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과물 유형(시제품, S/W, 기준·지침, 정책제안, 표준제안 등), 시장경쟁력 확보 방안, 실용화 방안, 목표 TRL 단계, 제도개선 사항 등 제시

□ 3단계 : 연구개발과제 기획

○ 연구개발목표 및 범위 설정

- 연구개발목표 설정(정량적·구체적인 연구개발목표 설정)
- 연구개발범위 및 핵심과제 설정(연구개발목표를 고려한 구체적 연구개발범위, 핵심과제 및 방법 등 설정)

○ 세부과제(핵심 요소기술) 도출 및 연구개발내용 설정

- 세부과제 연차별·단계별 기술개발 로드맵 및 성과 로드맵 제시
 - 세부과제의 중요도를 평가하여 우선순위 선정(중요도 평가 시 정량적 평가기준 제시)하고 이를 연구개발 로드맵에 반영
 - 핵심 요소기술별 유형, 기술성숙도(TRL) 및 핵심기술요소(CTE) 설정
 - 세부과제별 성과목표(정량적, 정성적)와 성과지표(필수지표 포함) 설정
- 과제구성에 따른 인력투입계획 및 소요예산 산정
 - 연차별·단계별 예산산출 근거를 구체적으로 제시하고, 소요예산 적정성 검토(정부투자규모 대비 민간투자규모 수준 제시)

○ 연구개발목표 달성을 위한 추진방안 수립

- 기존 기술·인프라 등의 활용 및 연계 방안 수립
 - * 기술 수요기관의 충분한 의견수렴을 통한 실용성 확보
 - * 국제공동연구 파트너와 국내 관련 기관 및 전문가 분석, 활용계획 포함(필요시)
- 컨소시엄 형태 등 최적 연구추진체계 제안
 - * 참여 주체별 역할과 전문영역을 고려한 바람직한 추진체계 제시

○ 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시

- 성과분석 및 검증방안 제시
 - * 핵심성과별 목표달성 여부를 판단할 수 있는 질적 성과점검(측정) 기준 및 측정방법 제시
- 제도·정책 활용, 현장적용, 시범사업 등 구체적인 실용화 방안 제시
- 해외시장 진출전략 제시

○ 사전타당성 검토

- (정책적 타당성) 국가 전략적 중요성, 상위계획과의 부합성, 연구개발 추진상의 위험요인과 대응방안 등에 대한 검토
- (기술적 타당성) 기존 연구개발과의 중복성, 연구개발 계획의 우수성, 기술수준 및 개발 성공 가능성 등에 대한 검토
- (경제적 타당성) 경제성 분석, 경제·사회적 파급효과, 과학기술적 파급효과 등에 대한 검토

○ 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정

- 연구개발목표와 내용, 추진전략 등을 바탕으로 본 과제를 공모하기 위한 RFP 작성
- 단계별 평가를 위한 성과목표·지표·마일스톤의 설정, 평가방법 및 기준 설정
 - * 연구개발목표 및 내용을 고려하여, 선정·단계·최종평가를 위한 평가지표 제시

	○ 제5차 국가연구개발 성과평가 기본계획('26~'30)」에 따른 사업평가를 위해 '전략 계획서' 작성 - 사업 기획의도-수행내용-성과 간 연계성 확보를 위해 도출된 예산규모에 따라 사업 기획내용을 반영하여 작성(별도 서식)
□ 주요 산출물	○ 기획연구보고서(과제 제안요청서 포함) ○ 전략계획서 ○ 기술수요조사서, 개념도, 기획관련 근거자료 등
□ 보고서 제출	○ 중간보고서 : 전문기관 요청시 단계별 제출 ○ 최종보고서 : 협약 종료 후 60일 이내
5. 연구기획 추진방법	
	○ 본 기획과제는 다부처 협력사업 추진을 고려하여 기후에너지환경부, 산림청, 해양수산부 등과의 기획협력체계를 제안해야 함 ○ 국내외 동향조사, 사업 추진전략 및 추진체계, 중점지원분야 도출 등을 위하여 산업계, 학계, 연구기관, 공공기관 등 다양한 기술분야별 전문가 중심으로 구성된 총괄기획위원회, 기술분과위원회 및 자문위원회를 구성하여야 함 * 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음 ○ 본 사업 연구성과의 실용화 제고를 위해 기술수요처 전문가 포함 - 수요처 의견수렴 체계 마련 및 필수 협조기관 운영·활용 계획 포함 ※ 해외 타분야 정책 및 기술동향 분석을 위한 전문기관 또는 전문가 참여 ○ 폭넓은 의견수렴 및 사업참여 의향 확인을 위해 유관기관 간담회, 토론회, 공청회 등 실시할 수 있도록 제안서에 반영 ○ 정책적·기술적·경제적 타당성 검토결과의 객관성 확보를 위해 외부전문가(경제, 기술가치평가, 정책 등)를 통한 검증 필요 ○ 특허 및 논문 정보 등은 '국토교통 R&D포털(www.kaia.re.kr)', '한국특허정보원(www.kipris.or.kr)'을 이용하여 객관적 분석 실시
6. 연구개발기간 및 연구개발비	
	○ 총 연구개발기간 : 2026. 5. ~ 2027. 3.(10개월)

○ 총 정부지원연구개발비 : 100백만원

※ 과제특성상(기획연구) 정부출연금을 총 연구개발비의 100%까지 지원 가능

7. 기 타

- 본 공모과제의 보안등급은 “일반과제”임
- 본 공모과제는 실용화 및 기술료 납부 대상과제가 아님
- 기획과정 중 착수보고회, 검토회의, 기획현황보고 수시 실시
- 연구신청자는 참여기관 수 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구의 효율성을 도모할 것
- 기획연구 착수 후 1개월 이내에 사업의 정의, 정부지원 필요성 등 추진방향, 기획전략 등을 구체화하여 착수보고회 개최
- 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 연구 수행 중 전문기관과 협의를 거쳐, 대·내외 환경 변화 등을 고려한 기획 내용 변경 가능

1. 연구기획 목표

- 주거 생태계 전환을 위한 차세대 라멘구조 기반 고성능·저탄소 공동주택의 구조·성능 고도화 및 해체 최소화 Infill·설비 모듈 등 기술개발 기획

2. 연구기획 필요성 및 동향

□ 필요성

- 구조 수명 연장과 운영 중심 성능 유지형 주거 체계 전환 고려
 - 벽식구조 중심의 공동주택 단기 수명·재건축 반복 구조로 인해, 주택 부족 현상 지속·가속화되고 있어 사업성 확보를 위한 공동주택 초고층화 대응 필요
 - 미래 공동주택 수요변화에 대응하도록 구조체는 장수명화 하고, 인필·설비는 생애주기별로 교체할 수 있는 구조-성능-유지관리 통합 기술체계 전환 요구
 - 소음·가변·유지관리 성능에 대한 실증 기반 확보 필요
 - 실제 공동주택 적용 시 구조형식별 성능 차이, 층간소음 저감 효과, 유지관리 편의성 등에 대한 실증 데이터 부족
 - 특히 라멘구조 적용 시 실사용 성능 검증이 필수적이나 체계적 실증 연구는 미흡하여 공공·민간 공동주택을 활용한 구조모델별 성능 검증 필요
 - 공동주택 생애주기 성능 및 유지관리 평가 기술 기반 필요
 - 준공 후 사용 성능과 운영 단계 유지관리 평가 체계 도입을 고려해야 하나 기술적으로 지원할 데이터·플랫폼 기반은 충분히 구축되지 않은 상황
 - 수명주기별 공동주택 구성요소의 연차별 유지관리 성능 점검, 교체 이력 관리, 성능 열화 평가 기술 체계 구축 필요
 - 장기 경제성·탄소저감 효과에 대한 실증 근거 확보 필요
 - 라멘구조 주택은 초기 비용 증가에 대한 우려로 민간 확산이 제한되고 있으며, 이를 해소하기 위해서는 운영 단계 비용 절감, 리모델링 비용 절감, 내재탄소 저감 효과에 대한 실증 데이터 확보가 필수적
 - 국가 탄소중립 목표와 연계하여 내재탄소 절감을 통한 건축·주택 분야의 신규 역할 발굴, 생애주기 탄소 정량화 및 제도 연계의 정부 지원 필요
- * 건물부문 온실가스 감축은 2050 탄소중립 핵심 분야로 지정, 현행 정책과 기술은 사용 에너지 절감 중심으로 한계 존재

□ 국내 연구동향

- 2000년대 이후 국가 R&D를 통해 장수명 주택 구조·인필 분리 기술, 가변형 평면, 설비 교체 용이 설계 등 요소기술이 개발되어 왔음
- 공동주택 산업의 경우 벽식구조 중심 건설로 제한되었으며, 라멘구조 기반의 사업유형별 표준 모델 개발 및 확산에는 한계가 존재
- 최근에는 PC·모듈러 건축 기술을 중심으로 저탄소·탈현장 시공(OSC) 기술 개발이 확대되고 있으나, 장수명 구조-주거성능-전과정 탄소를 통합한 연구는 미흡
- 제로에너지건축(ZEB)과 녹색건축물 인증을 중심으로 운영에너지 저감 기술은 지속적으로 고도화되고 있으나, 공동주택의 내재탄소(구조·자재·철거)를 포함한 전과정 탄소 평가 및 리모델링·재사용에 따른 탄소 저감 효과 정량화 연구는 초기 단계

□ 해외 연구동향

- (일본) Skeleton-Infill(SI) 주택, 장기우량주택 제도를 통해 구조체 장수명화와 가변 인필을 제도적으로 정착
 - 철근콘크리트 및 철골 라멘 구조를 기반으로 구조체 100년 이상 수명 설계, 설비·인필 교체 용이성을 중점적으로 연구·보급
 - 최근에는 장수명 주택의 유지관리 이력 관리, 리모델링 대응, 탄소 저감 효과에 대한 논의가 확대되고 있음
- (싱가포르) DfMA(Design for Manufacturing and Assembly), PPVC(프리패브 완성형 모듈) 정책을 통해 저탄소·고품질 공동주택 모델을 국가 주도로 확산 중
 - 고층 공동주택을 대상으로 구조 표준화, 공장제작, 품질 균질화를 통해 주거 성능과 시공 효율을 동시에 확보
 - 최근에는 건물 수명 연장, 유지관리 효율, 전과정 탄소 저감을 고려한 설계 기준 고도화 추진 중
- (영국) Whole Life Carbon(WLC) 개념을 정책·인증에 적극 반영하며, 신축 최소화·구조 재사용·수명 연장을 탄소중립 전략의 핵심으로 설정
 - 공동주택 및 도시개발에서 구조 존치형 개발, 해체 최소화 설계, 탄소 성능 기반 인허가 체계 도입 확대, 라멘 구조 및 목재·하이브리드 구조를 활용한 저탄소·장수명 주거 모델 실증 추진 중

3. 연구기획 범위

※ 기술적 범위의 기술 분야는 예시이며, 이슈 및 니즈분석 등을 통해 R&D 추진을 위한 분야, 기술은 변경될 수 있음

□ 차세대 라멘구조 공동주택 기술 및 성능 개발

- 사업유형별 공동주택 목표 성능 및 최적 구조 유형 도출
- 철근 콘크리트, 철골 등 재료별 라멘 구조 시스템 개발
- 초고층 라멘구조 공동주택을 위한 구조성능 및 시스템 정립
- 구조-설비 분리 설계 및 시공 기술 개발
- 벽식구조 등 타구조 대비 라멘구조 우수성능 발굴·검증

□ 라멘구조 공동주택의 내구 성능 및 장기 사용성 검증 기술 개발

- 라멘구조 공동주택의 내구 성능 설계 및 관리 기술
- 구조 부재의 장기 성능 열화 특성 분석 및 예측 기술
- 라멘구조 공동주택의 장기 사용 단계별 구조 성능 유지 기술
- 성능기반 내구성 평가 기술

□ 가변성·소음저감·수리용이성을 확보하는 해체 최소화 Infill·설비 모듈 기술 개발

- 저해체·재사용형 주택 Infill 시스템화 및 Infill의 수명주기별 성능검증 기술 개발
- 거주 중 수선 기술(Aging in Place 관점) 개발
- 소음 저감을 위한 고성능 Infill 시스템 개발
- 정주환경 개선을 위한 고성능 건축 재료 기술 개발
- 유지관리 용이성 확보를 위한 설비 기술 개발

□ 생애주기(LCA) 기반 저탄소 공동주택 운영·유지관리 기술 개발

- 장수명 기술 적용·운영(리모델링·개보수 등) 시 탄소 저감량 산정 모델 개발 및 인센티브 방안 발굴
- 구조·인필·외피 성능 및 교체 이력 관리 DB·플랫폼 개발
- 공동주택 생애주기별 성능 및 평가체계 구축
- 성능 열화 예측 및 유지관리 시점 최적화 알고리즘 개발
- 인증-유지관리 대응 데이터 구조 및 평가 체계 구축

□ 공공·민간 공동주택 실증 및 경제성·환경성 종합 검증

- 공공주택(LH 등)과 민간 공동주택 실증 단지 구축
- 구조형식별 성능·비용·유지관리성 비교 분석
- Infill의 유지관리 주기별 비용 및 공기단축 효과 검증
- 운영 단계 유지관리 비용 절감 효과 실증
- LCA 기반 탄소저감 효과 및 장기 경제성 검증
- 관련 산업 확산을 위한 법·제도 개선 및 활성화 방안 수립

* (요구사항) 기존에 추진된 관련 R&D 성과 등을 조사·분석하여 고도화 기술개발 등을 포함하여 추진

4. 연구기획 내용

□ 1단계 : 기술개발 동향 조사 실시, 기술 정의, 사업추진방향 정립

- (이슈 및 니즈 분석) 차세대 라멘구조(장수명 주택) 기술 관련 글로벌 트렌드, 기술 동향, 환경변화 분석을 통해 미래이슈를 도출하고, 이슈해결을 위한 기술적 니즈와 대안 제시
 - 국·내외 시장, 정책, 기술, 환경 및 특허 동향 분석
 - * 주요국의 기술개발 정책 및 시장 분석
 - * 관련 연구기술 개발 성과를 분석, 시사점을 도출하여 본 과제와의 차별화 및 연계방안 제시
 - * 해외 및 민간의 기술개발 트렌드, 미래 선도형 기술 분석
 - 국내외 기술개발 현황 및 국내 인프라(기업, 연구소, 대학, 인력 등) 현황 분석
 - 개발기술에 대한 국내 수요처 의견수렴 및 시장 요구사항 분석
 - * 국내외 정책, 시장, 기술 분석을 바탕으로 기본적인 사업의 방향과 체계 등을 설계
- (기술의 정의 및 범위) 환경 및 동향 분석을 통해 도출된 미래이슈와 니즈를 기반하여 사업의 목적 및 개념, 기술정의 및 기술개발 범위 제시
 - 차세대 라멘구조 기반 공동주택(장수명 주택) 기술에 대한 개념, 정의 및 범위를 기존 및 최신자료와 동향을 반영하여 검토하고 세분화하여 제시
 - 기존 기술수준 및 현황 등의 분석결과를 기반으로 해당 기술개발 가능성에 대해 심층 검토
- (사업추진방향 정립) 차세대 라멘구조 기반 공동주택(장수명 주택) 기술 관련 과학기술부문 상위계획과 정부 정책과의 관련성 및 연계성을 분석하고, 미래 이슈 및 니즈, 정부정책과의 부합성 등을 토대로 이슈 해결을 위한 사업추진 방향 및 기술대안의 타당성 제시

□ 2단계 : 기술개발 전략수립 및 연구내용 설정

- 기술개발사업 목표 및 연구내용 설정
 - 비전 및 목표 제시를 통한 기술개발 전략 수립
 - 기술예측·수요·SWOT 분석 등을 통한 중점분야 도출 및 전략방향 정립
- 연구개발 후보과제 우선순위 도출
 - 중점 추진분야별 연구개발 후보과제 설정 및 우선순위 도출
 - 후보과제별 추진체계 설정
 - 기술 개발의 시급성, 진보성, 파급효과 및 경제적 효과를 고려하여 과제를 도출하고, 과제 간 연계 및 중복여부 등 종합검토
 - 후보과제별 기술유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과유형(시제품, S/W, 기준·지침 등) 제시

○ 연구개발 후보과제별 과제카드 작성

- 연구개발 목표, 기술개발 및 산업/시장동향, 기존기술 활용방안, 기술개발 필요성, 연구내용, 정부지원 타당성, 기술 확보전략, 과제규모, 최종성과물 및 활용방안 등
- 후보과제별 연구유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과물유형(시제품, S/W, 기준·지침, 정책제안, 표준제안 등), 시장경쟁력 확보방안, 실용화방안, 목표 TRL 단계, 제도개선 사항 등 제시

□ 3단계 : 연구개발과제 기획

○ 연구 목표 및 범위 설정

- 목표 및 연구범위 설정(정량적이고 구체적인 목표 설정)
- 연구범위 및 핵심과제 설정(아래의 연구범위에 대해서 실현가능한 수준을 고려한 구체적 연구 범위 및 방법 등 설정)
 - * 기술개발의 정의 및 추진체계 수립

○ 세부과제(핵심 요소기술) 도출 및 연구내용 설정

- 세부과제 연차별·단계별 기술개발 로드맵 및 성과 로드맵 제시
 - 세부과제의 중요도를 평가하여 우선순위 선정(중요도 평가 시 정량적 평가기준 제시)하고 이를 기술개발 로드맵 반영
 - 개발기술의 성숙도(TRL) 및 핵심기술요소(CTE) 설정
 - * 핵심 요소기술별 기술유형 및 기술성숙도(TRL) 제시
 - 세부과제별 성과목표(정량적, 정성적)와 성과지표(필수지표 포함) 설정
- 과제구성에 따른 인력투입계획 및 소요예산 산정
 - 연차별·단계별 예산산출 근거를 구체적으로 제시하고, 소요예산 적정성 검토 (정부투자규모 대비 민간투자규모 수준 제시)

○ 연구목표 달성을 위한 추진방안 수립

- 기존 기술·인프라 등의 활용 및 연계 방안 수립
 - * 기술 수요기관의 충분한 의견수렴을 통한 실용성 확보
 - * 국제공동연구 파트너와 국내 관련 기관 및 전문가 분석, 활용계획 포함(필요시)
- 컨소시엄 형태 등 최적 연구추진체계 제안
 - * 참여 주체별 역할과 전문영역을 고려한 바람직한 추진체계 제시

○ 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시

- 성과분석 및 검증방안 제시
 - * 핵심성과별 목표달성 여부를 판단할 수 있는 질적 성과점검(측정) 기준 및 측정방법 제시
- 제도·정책 활용, 현장적용, 시범운행사업 등 구체적인 실용화 방안 제시
- 관련 제품/기술의 해외시장 진출전략

○ 사전타당성 검토

- (정책적 타당성) 국가 전략적 중요성, 상위계획과의 부합성, 연구개발 추진상의 위험요인과 대응방안 등에 대한 검토
- (기술적 타당성) 기존 연구개발과의 중복성, 기술개발 계획의 우수성, 기술수준 및 개발 성공 가능성 등에 대한 검토
- (경제적 타당성) 경제성 분석, 경제·사회적 파급효과, 과학 기술적 파급효과 등에 대한 검토

○ 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정

- 연구목표와 내용, 추진전략 등을 바탕으로 본 과제를 공모하기 위한 RFP 작성
- 연차별 평가를 위한 성과목표·지표·마일스톤의 설정, 평가방법 및 기준 설정
 - * 연구목적 및 내용을 고려하여, 선정·중간·최종평가를 위한 평가지표 제시

○ 제4차 국가연구개발 성과평가 기본계획(‘21~’25)」에 따른 사업평가를 위해 ‘전략계획서’ 작성

- 사업기획의도-수행내용-성과 간 연계성 확보를 위해 도출된 예산규모에 따라 사업 기획내용을 반영하여 작성(별도 서식)

□ 주요 산출물

- 기획연구보고서(과제 제안요청서 포함)
- 전략계획서
- 기획관련 근거자료 등

□ 보고서 제출

- 중간보고서 : 전문기관 요청시 단계별 제출
- 최종보고서 : 협약 종료 후 60일 이내

5. 연구기획 추진방법

- 국내외 동향조사, 사업 추진전략 및 추진체계, 중점지원분야 도출 등을 위하여 산업계, 학계, 연구기관, 공공기관 등 다양한 기술분야별 전문가 중심으로 구성된 총괄기획위원회, 기술분과위원회 및 자문위원회를 구성하여야 함
 - * 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 기술개발 과제 기획 연구성과의 실용화 제고를 위해 기술수요처 전문가 포함
 - 수요처 의견수렴 체계 마련 및 필수 협조기관 운영·활용 계획 포함
 - ※ 해외 타분야 정책 및 기술동향 분석을 위한 전문기관 또는 전문가 참여

- 폭넓은 의견수렴 및 사업참여 의향 확인을 위해 유관기관 간담회, 토론회, 공청회 등 실시계획 반영
- 정책적·기술적·경제적 타당성 검토결과의 객관성 확보를 위해 외부전문가를 통해서 검증 필요
 - * 연구비 산정의 적정성 검토를 위해 ‘연구비 적정성 검토위원회’ 구성·운영 예정
- 개발기술의 공동주택 대상 시범 적용을 통한 기술확산 및 해외시장 진출 등 사업화 추진 가능성 및 전략이 제시되도록 기획 추진
- 특허 및 논문 정보 등은 ‘국토교통 R&D포털(www.kaia.re.kr)’, ‘한국특허정보원(www.kipris.or.kr)’을 이용하여 객관적 분석 실시

6. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 연구개발기간 : 2026.05. ~ 2027.03(10개월)
- 총 정부지원연구개발비 : 100백만원
 - ※ 과제특성상(기획연구) 정부출연금을 총 연구개발비의 100%까지 지원 가능

7. 기 타

- 본 공모과제의 보안등급은 “일반과제”임
- 본 공모과제는 실용화 및 기술료 납부 대상과제가 아님
- 기획과정 중 착수보고회, 검토회의, 기획현황보고 수시 실시
- 연구신청자는 참여기관 수 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구의 효율성을 도모할 것
- 기획연구 착수 후 1개월 이내에 사업의 정의, 정부지원 필요성 등 추진방향, 기획전략 등을 구체화하여 착수보고회 개최
- 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 연구개발비 중 연구장비·재료비, 지식재산권 출원·등록비, 과학문화활동비는 원칙적으로 계상하지 않음
 - ※ 다만, 일부 필요하다고 인정되는 경우에는 제한적으로 계상
- 연구 수행 중 전문기관과 협의를 거쳐, 대·내외 환경 변화 등을 고려한 기획 내용 변경 가능

1. 연구기획 목표

- 건설현장 및 시설물 안전 향상을 위해 건설 전주기(설계-시공-유지관리) 안전 관련 정부 정책* 지원 연구개발 과제(지정공모형)와 시공·유지관리 현장 수요 중심 연구 개발 과제(품목지정형, 자유공모형) 기획

* ‘건설기술진흥 기본계획’, ‘국가지하안전관리 기본계획’, ‘건설전주기안전혁신기술개발사업(R&D)’ 등

2. 연구기획 필요성 및 동향

□ 필요성

- (지속적인 건설현장 안전사고 발생 해결 필요) 국내 산업재해 사망사고는 OECD 평균의 약 1.5배이며, 그 중 건설업이 사고사망자의 약 50%를 차지
- (급증하는 노후시설 효율적 유지관리 필요) 준공후 30년 이상 노후 시설물 비중이 3배 급증, '50년 기준 연간 53조원의 유지관리 비용 소요 전망
- (건설안전 통합 기술 개발 전략 부재) 건설 전주기 안전 분야 체계적인 R&D 추진을 위한 중장기 전략이 필요하나, 관련 R&D 계획이 ‘건설기술진흥 기본계획’, ‘국가지하안전관리 기본계획’ 등에 파편화되어 추진
- (장기적인 기술 개발 전략 필요) 기존 개별사업으로 추진되던 사업을 1개 사업으로 통합한 ‘건설전주기안전혁신기술개발사업(R&D)’이 '26년부터 착수하였으나, '30년 이후 장기적 관점에서의 기술 개발 전략 부재
- (현장 수요 기반 기술 개발 전략 필요) 건설 전주기 안전향상 기술은 수요자인 기업과 공공기관의 의견 반영이 중요하며, 수요자의 애로사항 해결을 위한 기술 중심으로 개발 필요

□ 정책동향

- (국내) 정부는 건설안전사고 발생에 따라 안전강화를 위한 법률 제정 및 대책 마련을 지속 추진중이며, '24년에도 지하안전사고 예방을 위한 ‘제2차 국가지하안전관리 기본계획’을 수립
 - 또한, 스마트 안전장비 중소규모 현장 지원, 시설물 부실관리 방지를 위한 실태 점검 강화, 건설기술인 안전 강화 정책 등을 지속적으로 추진 중
- (국외) 국외 주요국들도 건설현장 안전사고 저감과 시설물 노후화 및 자연재해로

인한 사고 예방을 위해 중장기 전략 수립, 투자 확대, 로봇·신소재 등 스마트 기술 개발 등을 중점 추진 중

- (미국) 노후 교량 붕괴(피츠버그 교량 붕괴 등) 등 직면한 문제를 해소하기 위해 연방·주정부 차원 대규모 예산 투자 및 중장기 전략 수립
- (일본) 인구 고령화, 기반시설 노후화에 대비해 건설현장에 스마트기술 도입을 확대하는 'i-construction 2.0' 발표
- (EU) 유럽 경제의 지속가능성을 달성하기 위해 노후 시설물 유지관리, 성능 향상 등을 위한 중장기 전략 수립
- (영국) 건설산업 전주기 관점의 안전확보와 시설물 유지관리의 디지털 전환을 적극적으로 추진 중

□ 국내외 연구동향

- (국외) 국외 주요 국가들은 AI, 로봇 등 혁신 기술을 접목하여 건설 전주기 안전 향상을 위한 기술 개발을 활발히 진행 중
 - 국외 다수 기업에서 다중 지능형 CCTV를 활용하여 고소작업을 진행 중인 작업자의 안전보호구 미착용, 위험지역 접근 등을 분석하는 기술 개발
 - 국외 건설기계·장비 전문기업은 AI, IoT 등 첨단기술을 적용한 현장 안전 모니터링, 위험 예측·탐지, 지반 탐사 기술 개발 및 이를 적용한 장비 개발 중
 - 국외의 경우 점검·진단 효율성 제고를 목적으로 복합 비파괴 점검, 영상 분석 및 무인체 등을 활용한 고효율·저비용 기술 개발을 추진 중이며 일부 기술은 현장 적용까지 도달한 수준
- (국내) 건설 전주기 안전 향상을 위한 다양한 국가 R&D를 추진중에 있으며, 민간에서도 관련 기술 개발 및 현장적용 중
 - 스마트건설사업단에서는 침수, 화재, 흙막이 붕괴 등 건설현장 긴급재해 대응 기술, 스마트 개인보호구를 통한 근로자 생체정보 인지 및 위험정보 알림기술 등을 개발
 - 국가 R&D를 통한 시설물 유지관리 효율성 향상을 위해 기반시설을 선제적으로 관리하여 유지관리 비용을 절감하고 지속 가능성을 극대화하는 기반시설 첨단 관리 기술과 공동구 스마트 운영 및 성능개선 기술 등이 개발 중
 - 민간 기업에서도 건설현장의 안전 향상을 위해 스마트 헬멧, 고충외벽 도장 로봇, 스마트 안전관리 플랫폼 등을 개발하고 현장에 도입 중
 - 기술 개발 추진에도 타 산업 대비 높은 건설현장 중대재해 사고 발생, '70~'80년대 지어진 주요 시설물의 노후화에 따른 보수·보강 및 교체 수요 급증 등 건설 및 유지관리 현장에서 작업자와 시설물의 안전 향상을 위한 R&D 지속 추진 필요

3. 연구기획 범위

□ 건설 전주기(설계-시공-유지관리) 안전 향상 연구개발 과제 발굴 및 추진 전략 수립

- 건설 전주기 안전 향상 정부 정책 지원 연구개발 과제(지정공모형)와 시공·유지관리 현장 수요 중심 연구개발 과제(품목지정형, 자유공모형) 발굴
 - 건설 전주기(설계-시공-유지관리) 각 단계별 특성을 고려하여 건설 전주기 안전에 대한 개념 정립
 - 국내외 정책·시장·기술 동향 분석을 통한 향후 10년간('26~'35) 건설 전주기 안전성 확보를 위해 필요한 기술 발굴
 - 국내외 건설 전주기 안전 관련 통계(공종별·시설물별 사고사례, 시설물별 안전점검 등급 등) 상세분석을 통한 공백기술 도출
 - * CSI(건설공사 안전관리 종합정보망), JIS(지하안전정보시스템), FMS(시설물통합정보관리시스템) 등 주요 안전관리 시스템 데이터 분석

○ 연구개발 중장기('26~'35) 추진 전략 수립

- 비전 및 목표, 중점분야별 추진목표, 공모형태를 고려한 과제 발굴 및 추진계획, 성과확산 방안 등을 종합적으로 검토한 전략 수립
- 중장기 추진 전략과 연계한 기존 R&D 계속사업* 운영방안 도출
 - * 건설전주기안전혁신기술개발사업(R&D) 등
- 건설 전주기 안전 향상 연구개발 특화 성과지표 개발, 건설 전주기 안전 산업 활성화를 위한 제도적 한계 분석 및 개선 방안 마련 등

□ 단기(향후 5년 이내) 추진 지정공모형 신규과제 상세기획

- * 지정공모형 : 연구개발과제가 정책적으로 필요하다고 인정되어 사전 기획 등을 통해 개발이 필요한 대상기술과 도전적 기술목표를 RFP(과제제안요구서)에 제시하여 공고하는 유형
- 우선순위가 높아 향후 5년 이내 지정공모형으로 추진이 필요한 과제에 대해 상세기획
- 상세기획 대상 과제별 기획보고서 작성(RFP, 전략계획서 등 포함)

□ 중장기(향후 5년 이후) 추진 지정공모형 신규과제 설명서 작성

- 향후 5년 이후 추진 예정 후보과제별 세부 과제카드 작성

□ 품목지정형 프로그램 상세기획

- * 품목지정형 : 특정품목을 과제 공고전 지정하되 제시된 품목내에서 자유로운 신청을 허용하는 유형
- 건설 전주기 안전 향상 기술 분야 품목 정의, 품목 도출 프로세스 정립

- 향후 10년('26~'35)간 추진할 품목지정형 신규과제 후보 도출 및 품목정의서 작성

□ 자유공모형 프로그램 상세기획

* 자유공모형 : 연구개발기관이 자유롭게 개발하고자 하는 기술을 제안하는 유형

- 건설 전주기 안전 향상 기술 분야 자유공모형 지원대상, 과제 규모, 운영방식 등 기획

4. 연구기획 내용

□ 1단계 : 이슈·니즈 분석 및 기술 정의, 연구개발 추진방향 정립

- (이슈 및 니즈 분석) 건설 전주기 안전 향상 기술 관련 글로벌 트렌드 분석과 환경 변화 분석을 통해 미래이슈를 도출하고, 이슈해결을 위한 기술적 니즈와 장기 미래상 제시
 - 국·내외 시장, 정책, 기술, 환경 및 특허 동향 분석
 - 주요국의 연구개발 정책 및 시장 분석
 - 국내외 건설 전주기 안전 관련 통계(공중, 사고사례, 시설물별 안전등급 등) 분석
 - 해외 및 민간의 기술개발 트렌드, 미래 선도형 기술 분석
 - 국내외 연구개발 현황 및 국내 인프라(기업, 연구소, 대학, 인력 등) 현황 분석
 - 개발기술에 대한 국내 수요처(건설 및 유지관리 현장, 공사·공단, 지자체 등) 의견수렴 등 현장 요구사항 분석
 - * 국내외 정책, 시장, 기술 분석을 바탕으로 중장기 추진 방향과 체계 등을 설계
- (기술의 정의 및 범위) 환경 및 동향 분석을 통해 도출된 미래이슈와 니즈를 기반으로 하여 건설 전주기 안전 향상 기술의 목적 및 개념, 기술정의 및 기술 개발 범위 제시
 - 건설 전주기 안전 향상 기술에 대한 개념, 정의 및 범위를 기존 및 최신자료와 동향을 반영하여 검토하고 세분화하여 제시
 - * '26년 신규사업인 '건설전주기안전핵심기술개발사업(R&D)' 등 유관 국토부 사업 포함하여 검토
 - 기존 기술수준 및 현황 등의 분석결과를 기반으로 해당 분야의 연구개발 범위에 대해 심층 검토
- (연구개발 방향 정립) 미래이슈와 현장 니즈 해결을 위한 연구개발 추진방향 및 미션 설정
 - 연구개발 방향과 정부정책, 상위계획과의 관련성, 연계성 분석
 - 국가 R&D 역할 검토(정부지원 필요성, 지자체·발주청 등 공공의 역할, 민관 협력 추진여부 등)
 - 이슈 해결을 위한 연구개발 추진방향 및 미션을 설정하고 타당성 제시

□ 2단계 : 건설 전주기(설계-시공-유지관리) 안전 향상 연구개발 추진 전략 수립

○ 향후 10년('26~'35) 연구개발 전략 수립

- 비전 및 목표 제시를 통한 연구개발 전략 수립
- 기술예측·수요·SWOT 분석 등을 통한 중점분야 도출, 전략방향 정립 및 중점 분야별 추진목표 설정
- 지정공모형, 품목지정형, 자유공모형 등 다양한 공모형태를 고려한 연구개발 추진 전략 수립
- 단기(향후 5년 이내), 중장기(향후 5년 이후) 연구개발 추진 전략 수립
 - * '26년 신규사업인 '건설전주기안전혁신기술개발사업(R&D)'등 유관 국토부 사업 포함하여 검토
- 건설 전주기 안전 산업 활성화를 위한 제도적 한계 분석 및 개선 방안 마련
 - 건설 전주기 안전 향상 기술의 현장 적용 확대를 위해 현재 제도적 한계를 분석하고 국내외 사례를 검토하여 제도개선 방안 도출
 - 개발 완료 기술 또는 제품이 신기술 또는 혁신제품 등록 등 관련 인증제도와 연계될 수 있는 지원방안 도출
- 비전 및 목표, 중점분야별 추진목표, 공모형태를 고려한 과제 발굴 및 추진계획, 성과확산 방안 등을 종합적으로 검토한 중장기('26~'35) 추진 전략 마련

○ 지정공모형 연구개발 후보과제 발굴

- 정책·시장 분석, 기술수요조사, 전문가 인터뷰 등을 통해 중점분야별 단기(향후 5년 이내), 중장기(향후 5년 이후) 기술혁신 아이템 발굴 및 핵심기술 선정
- 지정공모형 연구개발 로드맵 작성
- 지정공모형 연구개발 후보과제 발굴 및 우선순위 도출
- 후보과제 도출 및 과제별 추진체계 설정
 - 연구개발의 시급성, 진보성, 파급효과 및 경제적 효과를 고려하여 과제를 도출하고, 과제간 연계 및 중복 여부 등 종합검토
 - 후보과제별 기술유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과유형(시제품, S/W, 기준·지침 등) 제시
- 후보과제별 세부 추진 과제카드 작성
 - * 기술개발목표, 기술개발 및 산업/시장 동향, 기존기술 활용방안, 기술개발 필요성, 주요연구 내용, 정부지원 타당성, 기술확보전략, 과제규모, 최종성과물 및 활용방안 등 포함

○ 품목지정형 연구개발 프로그램 운영계획 작성

- 건설 전주기 안전 향상 기술 품목지정형 연구개발 프로그램에 대한 개념 정립

및 품목지정형 연구개발 프로그램 목표 설정

- 단기(향후 5년 이내), 중장기(향후 5년 이후) 연구개발 전략을 고려하여 설정
 - 타부처 품목지정형 사업 등을 참고하여 건설 전주기 안전 향상 기술 분야의 품목도출 프로세스 정립
 - 이슈와 니즈에 기반하여 기술수요조사*, 전문가 인터뷰 등을 통해 건설 전주기 안전 향상 기술 분야 연구개발 후보 품목 발굴 및 품목정의서 작성
 - * 발주처, 설계사, 시공사, 전문건설사, 감리사 등 건설산업 이해관계자 등을 대상으로 기술 수요조사 실시
 - 품목지정형 연구개발 후보 품목 우선순위 도출 및 로드맵 작성
 - 품목별 연구개발 목표 및 범위 설정
 - 품목별 연구개발 목표 설정(구체적인 목표 설정)
 - 품목별 연구개발 범위 설정(연구개발 목표를 고려한 구체적 연구개발 범위 등 설정)
 - 품목지정형 공모를 위한 과제 규모, 운영방식 등 설계
- 자유공모형 연구개발 프로그램 운영계획 작성
- 건설 전주기 안전 향상 기술 자유공모형 R&D 프로그램에 대한 개념 정립 및 자유공모형 연구개발 프로그램 목표 설정
 - * 단기(향후 5년 이내), 중장기(향후 5년 이후) 연구개발 전략을 고려하여 설정
 - 자유공모형 지원대상, 과제 규모, 운영방식 등 설계

□ 3단계 : 연구개발과제 기획

- 건설 전주기(설계-시공-유지관리) 안전 향상 연구개발 추진 전략에서 발굴한 단기(향후 5년 이내) 추진 지정공모형 후보과제 중 우선순위가 높은 과제들에 대한 상세기획 추진
- 과제별 연구개발 목표 및 범위 설정
- 과제별 연구개발 목표 설정(정량적이고 구체적인 목표 설정)
 - 연구개발 범위 및 핵심과제 설정(연구개발 목표를 고려한 구체적 연구개발 범위 및 핵심과제 등 설정)
- 세부과제(핵심 요소기술) 도출 및 연구개발 내용 설정
- 세부과제의 연차별·단계별 연구개발 로드맵 및 성과 로드맵 제시
 - 세부과제의 중요도를 평가하여 우선순위를 선정(중요도 평가 시 정량적 평가기준 제시)하고 이를 연구개발 로드맵에 반영
 - 핵심 요소기술별 유형, 기술성숙도(TRL) 및 핵심기술요소(CTE) 설정
 - 세부과제별 성과목표(정량적, 정성적)와 성과지표(필수지표 포함) 설정
 - 과제구성에 따른 인력투입 계획 및 소요예산 산정
 - 연차별·단계별 예산산출 근거를 구체적으로 제시하고, 소요예산 적정성 검토

(정부투자규모 대비 민간투자규모 수준 제시)

○ 연구개발목표 달성을 위한 추진방안 수립

- 기존 기술·인프라 등의 활용 및 연계 방안 수립
 - 기술 수요기관의 충분한 의견수렴을 통한 실용성 확보
 - 국내 관련 기관 및 전문가 분석, 활용계획 포함(필요시)
- 컨소시엄 형태 등 최적 연구추진체계 제안
 - 참여 주체별 역할과 전문영역을 고려한 바람직한 추진체계 제시

○ 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시

- 성과분석 및 검증방안 제시
 - 핵심성과별 목표달성 여부를 판단할 수 있는 질적 성과점검(측정) 기준 및 측정방법 제시
- 제도·정책 활용, 현장적용, 시범사업 등 구체적인 실용화 방안 제시
- 해외시장 진출전략 제시

○ 과제별 사전타당성 검토

- (정책적 타당성) 국가 전략적 중요성, 상위계획과의 부합성, 연구개발 추진상의 위험요인과 대응방안 등에 대한 검토
- (기술적 타당성) 기존 연구개발과의 중복성, 연구개발 계획의 우수성, 기술 수준 및 개발 성공 가능성 등에 대한 검토
- (경제적 타당성) 경제성 분석, 경제·사회적 파급효과, 과학·기술적 파급효과 등에 대한 검토

○ 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정

- 연구개발목표와 내용, 추진전략 등을 바탕으로 본 과제를 공모하기 위한 RFP 작성
- 단계별 평가를 위한 성과목표·지표·마일스톤의 설정, 평가방법 및 기준 설정
 - 연구개발목표 및 내용을 고려하여, 선정·단계·최종평가를 위한 평가지표 제시

○ 「제5차 국가연구개발 성과평가 기본계획('26~'30)」에 따른 사업평가를 위해 '전략계획서' 작성

- 기획의도-수행내용-성과 간 연계성 확보를 위해 도출된 예산규모에 따라 기획 내용을 반영하여 작성(별도 서식)

□ 4단계 : 중장기 운영전략 수립

- '35년까지 건설 전주기(설계-시공-유지관리) 안전 향상 연구개발 추진 전략의 효과적

운영을 위한 방안 수립

* '26년 신규사업인 '건설전주기안전혁신기술개발사업(R&D)' 등 기존 사업 포함

○ '건설기술진흥 기본계획' 등 정부 정책과 연계방안 수립

○ 건설 전주기 안전 향상 기술 분야 성과의 현장 적용 확대를 위한 정책적·제도적 지원방안 마련

□ 주요 산출물

○ 기획연구보고서 및 전략계획서

○ (가칭) 건설 전주기 안전 향상 연구개발 중장기('26~'35) 추진 전략

○ 상세기획 과제 별도 기획연구보고서(RFP 포함)

○ 기술수요조사서, 개념도, 기획 관련 근거자료 등

□ 보고서 제출

○ 중간보고서 : 전문기관 요청시 단계별 제출

○ 최종보고서 : 협약 종료 후 60일 이내

5. 연구기획 추진방법

○ 국내외 동향조사, 사업 추진전략 및 추진체계, 중점지원분야 도출 등을 위하여 산업계, 학계, 연구기관, 공공기관 등 다양한 기술분야별 전문가 중심으로 구성된 총괄기획위원회, 기술분과위원회 및 자문위원회를 구성하여야 함

* 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음

○ 연구성과의 실용화 제고를 위해 기술수요처 전문가 포함

- 수요처 의견수렴 체계 마련 및 필수 협조기관 운영·활용 계획 포함

※ 해외 타분야 정책 및 기술동향 분석을 위한 전문기관 또는 전문가 참여

○ 폭넓은 의견수렴 및 사업참여 의향 확인을 위해 유관기관 간담회, 토론회, 공청회 등 실시계획 반영

○ 사전 타당성 검토결과의 객관성 확보를 위해 외부전문가(경제, 기술가치평가, 정책 등)를 통한 검증 필요

○ 특허 및 논문 정보 등은 '국토교통 R&D포털(www.kaia.re.kr)', '한국특허정보원(www.kipris.or.kr)'을 이용하여 객관적 분석 실시

- 본 중장기 추진 전략 연계 대상 사업인 ‘건설전주기안전혁신기술개발사업(R&D)’에 대한 세부적인 내용은 ‘2026년도 국토교통과학기술 연구개발사업 시행계획’ p.25~31 참고

* 시행계획 파일 위치 : www.kaia.re.kr - 지식 - 발간자료 - 시행계획서

6. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 연구개발기간 : 2026.05. ~ 2027.05.(12개월)

- 총 정부지원연구개발비 : 150백만원

※ 과제특성상(기획연구) 정부출연금율 총 연구개발비의 100%까지 지원 가능

7. 기 타

- 본 공모과제의 보안등급은 “일반과제”임
- 본 공모과제는 실용화 및 기술료 납부 대상과제가 아님
- 기획과정 중 착수보고회, 검토회의, 기획현황보고 수시 실시
- 연구신청자는 참여기관 수 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구의 효율성을 도모할 것
- 기획연구 착수 후 1개월 이내에 사업의 정의, 정부지원 필요성 등 추진방향, 기획전략 등을 구체화하여 착수보고회 개최
- 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 연구 수행 중 전문기관과 협의를 거쳐, 대·내외 환경 변화 등을 고려한 기획 내용 변경 가능

1. 연구기획 목표

- 피지컬 AI, 원격제어, 디지털트윈 등을 활용한 로보틱스 기술을 건설 산업 전반에 확산시키기 위해 자율-자동화로 시공효율을 극대화할 수 있는 로봇기술 적용가능한 건설현장, 공종, 작업 등을 발굴하여 다양한 방식으로 연구과제들을 지원할 수 있는 프로그램 사업 기획
- 지정공모형, 품목지정형, 자유공모형 등 다양한 R&D과제들을 지원할 수 있는 복합형태의 프로그램 사업 기획

2. 연구기획 필요성 및 동향

□ 필요성

- 국내 건설업의 생산성은 타 산업 대비 저조한 실정이며, 여전히 작업자 사고·사망 비중과 고령 근로자 비중이 타 산업 대비 높아 이에 대한 대응 필요
- 타 산업(제조, 물류 등)은 로보틱스를 통해 비약적인 효율화를 진행하고 있으나, 건설업은 비정형 환경과 가변적 공정으로 인해 여전히 로보틱스 적용의 사각지대로 남아 있음
- 현재 건설업은 숙련공 부족, 고령화, 인력난이라는 삼중고에 직면하고 있으며, 이를 해결하기 위해 타 분야에서 검증된 로봇 기술을 건설 현장에 맞게 적용 필요
- 스마트 건설기술개발을 통해 건설현장에서 BIM, 드론, 로봇 등이 일부 활용되고 있으나 대부분의 현장에서는 활용하고 있지 않음
- 건설현장의 생산성과 안전성을 제고할 수 있는 강력한 수단으로 건설분야 특화 로보틱스 기술개발 및 실증 지원 프로그램 마련 필요
- 인력으로 작업하기 힘든 협소하거나 밀폐된 공간 내부에서 이루어지는 작업*들을 대신할 수 있는 로봇기술 개발 및 적용 필요
 - * 지하 공동구·통신구 내부 설비 시공 및 유지보수, 교량 하부 협소구간 도장·보수 작업, 상·하수도 관 내부 보수 공사, 지하 저류조·정화조 내부 유지관리, 폐수처리시설·맨홀 내부 점검 및 보수 등
- 혹서·혹한·고온·고압·극저온·고방사능·붕괴위험 환경 등 인력이 투입되기 어려운 현장에서 이루어지는 작업*을 대신할 수 있는 로봇기술 개발 및 적용 필요
 - * 열대지방과 같은 혹서지 또는 극지와 같은 혹한지에서 벌어지는 건설작업, 고온 플랜트 주변 배관공사, 제철·발전·소각시설의 구조물 보강, 원자로 주변 시설 유지보수, 방사능 유출 지역 재건공사, 화재·폭발·산사태·땅꺼짐·지진 등이 예상되는 위험지역 내 건설공사 등

□ 정책동향

- (국외 정책) 미국은 성능평가에 집중하고, 유럽은 건설 리노베이션 수단으로 활용하는 등 방식은 다르나, 건설 로봇 도입을 추진
 - (미국) NIST에서 로봇 성능평가·시험 등 프레임워크를 제공하고, NIOSH는 건설 로봇 활용을 위한 안전 가이드라인을 제시
 - (EU) 건물 정책 이니셔티브 Renovation Wave를 위한 건물 에너지 리노베이션 측면에서 건설 로봇 및 자동화 시스템 도입 추진
 - (일본) 국토교통성은 건설 현장 자동화를 통해 업계 생산성 향상을 도모하는 I-Construction 2.0을 수립하며, 중점 추진과제로 시공 자동화, 데이터 연계 자동화, 시공 관리 자동화 등 추진
- (국내 정책) 산업 전반에 AI 로봇 도입을 추진하며, 건설 자동화를 위한 로봇 개발 및 기반 마련을 위한 정책 추진
 - (국정과제) 로봇의 주요 산업 적용을 가속화와 산업용 AI 로봇 확산, 사람처럼 행동하는 AI 구현을 위한 핵심기술 확보 및 휴머노이드 양산 돌입 등 추진
 - (국토교통과학기술연구개발종합계획) 제작·시공·관리에 대한 건설장비 무인화·자동화와 로봇 등 무인 장비를 활용한 인공지능 기반 안전·품질·시공관리 기술 개발 추진
 - (스마트건설 활성화 방안) 생산시스템 선진화를 위해 건설기계 자동화 및 로봇 도입을 전략으로 수립하여 건설기준 등 정비, 기술개발 지원 등을 과제로 추진

□ 기술동향

- (국외 기술) 현재는 반복 정형위주의 장비 자동화와 원격운영이 이루어지고 있으며, 학습 기반의 건설작업 스킬연구 추진 중
 - Caterpillar는 원격·반자율의 Cat Command를 다수 모델에 확대 적용하며 안전/생산성 향상을 강조
 - Dusty Robotics는 BIM 모델을 현장 바닥에 프린팅해 설계-시공 정합 강화
 - 제한된 데모 데이터로도 학습 효율을 높이는 연구가 등장하고 있으며, 모방 학습 기반 건설로봇 학습 접근이 꾸준히 제안되고 있음
 - 일본 후쿠시마 원전 사고 현장에는 iRobot PackBot, 원격 조종 굴삭기 Brokk 400D 등 고방사능·붕괴위험 환경 대응 로봇이 투입되어 방사선 계측, 고방사능 지점 탐색, 잔해 제거, 밸브 조작 등의 임무를 수행
 - * 낙하물·고온·통신 제약 속에서도 원격 운용이 가능한 차폐·센서·통신 기술이 핵심 개발 방향으로 부상

- 독일 DFKI가 주도한 Mare-IT 프로젝트에서는 AI 기반 자율 제어를 갖춘 양팔 AUV를 개발해, 심해 고압 환경에서 해상풍력·해양 플랜트의 구조물 점검·정비·소규모 수리를 수행하는 기술 제시
 - * 장기간 수중 상주형(sub-sea resident) 시스템으로 발전해 잠수사의 고위험 투입을 대폭 줄이는 방향으로 진화
- 미국 Boston Dynamics의 사족보행 로봇 Spot은 영국 Battersea Roof Gardens 건설 현장에 적용되어 3D 레이저 스캐닝으로 구조물 변형·시공 품질을 자동 점검하고, 반복적인 고소·붕괴위험 구역을 무인순찰
 - * 인력의 위험 노출을 줄이고, 기존 수작업 스캐닝 대비 데이터 취득·처리 시간을 수 주에서 수 일 수준으로 단축
- (국내 기술) 국토부의 스마트 건설 R&D를 통해 건설장비 자동화, 원격시공, 건설 로봇 연구가 추진중이며, AI, 로봇기술의 발전에 따라 범용 로봇의 건설분야 활용성 검토도 이루어지고 있음
- 국토부는 고소작업 로봇, XR기반 인간-로봇 협업, 구조물 원격시공, 디지털 트윈기반 현장 관제, 무인 토공장비 연구 등을 추진 중
- KAERI는 유압식 팔로 20kg 물건 운반, 0.5mm 이하 고정밀 그리퍼로 사람이 사용하는 도구를 활용하여 정교 작업이 가능한 암스트롱* 개발
 - * 방사성 폐기물 이송, 오염 설비 절단·해체, 원전 해체 현장 고위험 작업을 대신하는 로봇으로, 실증훈련 후 민간 기업에 기술이전되어 제염·해체 로봇 플랫폼으로 확장 중
- 산업부는 이족보행 휴머노이드 “앨리스”를 조선·건설 현장에 투입하는 실증 사업 추진
- 재난 대응 로봇 분야에서는 화재·붕괴·유독가스 등 극한 재난 환경에서 원격 조종 크롤러 로봇, 소형 수색 로봇, 무인 굴삭기·파쇄 로봇을 개발해 건물 붕괴 현장 정찰·인명 수색·잔해 제거 임무에 적용하는 기술이 추진되고 있음

□ 시장동향

- (국외 시장) 건설 로봇 시장의 성장이 전망되며, 현장 적용이 가능한 공정부터 도입이 확산되는 상황
 - 글로벌 건설 로봇 시장은 두 자릿수의 연평균 성장을 전망
 - * (Grand View Research) (`24) 13.73억 \$ → (`30) 36.63억 \$, CAGR 18%
 - (Research and Markets) (`24) 5억 \$ → (`25) 65.5억 \$, CAGR 19.1%
 - 발주·원청 주도의 전사 도입보다는, 전문 시공사/현장 단위에서 쓸 수 있는 공정부터 도입되는 경향
- (국내 시장) 국내 건설 로봇 시장은 실증 프로젝트 중심으로 형성되어, 아직 독립적으로 형성되지 못한 상황

- 국내 건설 로봇 시장은 정책 프로그램 기반 수요에서부터, 주로 공공/실증 프로젝트 중심 구조
 - * 건설 로봇의 주요 구매자는 대형 건설사 또는 공기업 실증사업에 집중되며, 중소 전문 시공사로의 확산은 더딘 편

3. 연구기획 범위

□ 기술의 범위

- 건설산업의 생산성과 안전성을 제고하고, 건설현장의 로봇틱스 적용을 활성화할 수 있는 로봇 개발 및 활용 기술

※ 기술적 범위의 기술 분야는 예시이며, 이슈 및 니즈분석 등을 통해 R&D 추진을 위한 분야, 기술은 변경될 수 있음

<분야 구분 예시>

(분야1) 건설현장 맞춤형 로봇 개발 및 활용 기술

- * 험지 적응형 동적 보행 알고리즘, 고하중 대응 하이브리드 구동 시스템 기술 등 비정형 환경 대응 고탄성·고출력 구동 제어 기술 등

(분야2) 자율주행 건설장비·기계 개발 및 활용 기술

- * 건설현장에서 사용되는 건설장비·기계의 무인 자동화를 위한 자율주행 건설기계 기술 등

(분야3) 웨어러블 건설로봇(Exoskeleton, 외골격 로봇) 개발 및 활용 기술

- * 건설현장 작업 시 착용자의 상·하체 근력 등을 강화하여 착용자의 생산성을 제고하는 기술 등

(분야4) 건설 어시스턴스 로봇(로봇개, UGM 등) 개발 및 활용 기술

- * 설계·시공 정보 획득, 공정 관리, 시공 품질 관리, 안전 관리 등을 위한 작동 효율성을 극대화한 비인형 로봇(Non-humanoid) 기술

(분야5) 건설로봇틱스 적용환경 조성기술

- * 공종별 표준 작업 온톨로지, 건설시공 현장 특화형 로봇 학습 플랫폼, 로봇틱스 기반 공정 최적화 기술, BIM-to-Robot 자율 네비게이션 기술 등 건설현장 로봇틱스 적용 인프라 기술

(분야6) 건설산업 및 현장 문제해결형 AI-agent 기술

- * 건설 어시스턴스 로봇을 이용한 공정 및 품질 관리 에이전트, 현장 안전감시 및 대응 에이전트, 자재 및 물류 최적화 에이전트 등

(분야7) 건설현장 맞춤형 로봇 및 자동화 건설장비·기계 실증 지원

- * 민간에서 개발되거나 국가 R&D를 통해 개발된 건설분야 로봇 및 자동화 건설장비·기계의 건설현장 적용성을 높이기 위한 기술개발 및 실증 지원

□ 복합형 프로그램 운영계획 상세기획

- 현장수요 대응 건설현장 맞춤형 단기·목적성 로봇틱스 실용화 기술을 개발하는 지정공모형, 품목지정형, 자유공모형 등의 복합형 프로그램 운영계획 상세기획
 - 복합형 프로그램 형태에 따른 사업추진 전략 수립
 - * 프로그램 형태 및 기술 유형에 따라 장기(3~4년), 중기(2~3년)으로 구분하여 차별화된 사업추진 전략 제시
 - * 건설 로봇틱스 산업 활성화를 위한 제도적 한계 분석 등
 - 지정공모형 프로그램 상세기획
 - * 지정공모형 : 연구개발과제가 정책적으로 필요하다고 인정되어 사전 기획 등을 통해 개발이 필요한 대상기술과 도전적 기술목표를 RFP(과제제안요구서)에 제시하여 공고하는 유형
 - 건설로봇틱스 적용환경 조성기술 등 국가주도로 추진해야 할 건설로봇틱스 기술개발 과제 발굴 및 상세기획
 - * 상세기획 대상 과제별 기획보고서 작성(RFP, 전략계획서 등 포함)
 - 품목지정형 프로그램 상세기획
 - * 품목지정형 : 특정품목을 과제 공고전 지정하되 제시된 품목내에서 자유로운 신청을 허용하는 유형
 - 건설로봇틱스 분야 품목정의, 품목 도출 프로세스 정립
 - 향후 5년간 추진할 품목지정형 후보 도출 및 품목정의서 작성
 - 자유공모형 프로그램 상세기획
 - * 자유공모형 : 연구개발기관이 자유롭게 개발하고자 하는 기술을 제안하는 유형
 - 건설로봇틱스 분야 자유공모형 지원대상, 지원 규모, 운영방식 등 기획

4. 연구기획 내용

□ 1단계 : 기술개발 동향 분석, 기술 정의, 사업 추진방향 정립

- (이슈 및 니즈 분석) 건설로봇틱스 관련 글로벌 트렌드 분석 및 주변 환경변화 분석을 통해 미래이슈를 도출하고, 이슈 해결을 위한 기술적 니즈와 대안 제시
 - 국내외 기술, 시장, 정책, 환경 및 특허 동향 분석
 - 주요국의 기술개발 정책 및 시장 분석
 - 해외 기술개발 트렌드 및 미래 선도형 기술 분석
 - 국내외 연구개발 현황 및 국내 인프라(기업, 연구소, 대학 등) 현황 분석
 - 개발기술에 대한 국내 수요처 의견수렴 및 시장 요구사항 분석
 - * 발주처, 설계사, 시공사, 전문건설사, 감리사 등 건설산업 이해관계자와 로봇틱스 업체 및 AI 에이전트 제작사 등을 대상으로 한 건설 로봇틱스 기술 및 제도개선 수요조사 실시
- (기술의 정의 및 범위) 환경 및 동향 분석을 통한 도출된 미래이슈와 니즈를 기반으로 사업의 목적 및 개념, 기술 정의 및 연구개발 범위 제시

- 기술 개념, 정의 및 범위를 기존 및 최신자료와 동향을 반영하여 검토하고 세분화하여 제시
- 기존 기술수준, 현황, 기술수요 등에 대한 분석 결과를 기반으로 국토부 유사사업 및 타부처 사업과의 중복성, 연계성 등을 고려하여 차별성을 확보하고, 해당 기술개발 가능성과 적합 프로그램 유형에 대해 심층 검토
- (사업 추진방향 정립) 과학기술부문 상위계획과 국토교통 관련 정부 정책과의 관련성 및 연계성을 분석하고, 미래이슈 및 니즈, 정부 정책과의 부합성 등을 토대로 이슈 해결을 위한 사업추진방향 및 기술대안의 타당성 제시
- 지정공모형, 품목지정형, 자유공모형 등 다양한 R&D과제들을 지원할 수 있는 복합형태의 프로그램 사업추진의 타당성 제시

□ 2단계 : 연구개발 전략 수립, 연구개발내용 설정

- 연구개발 전략 수립 및 연구개발내용 설정
 - 비전 및 목표 제시를 통한 연구개발 전략 수립
 - 기술예측·수요조사·SWOT 분석 등을 통한 중점분야 도출 및 전략방향 정립
 - 지정공모형, 품목지정형, 자유공모형 등 다양한 공모형태가 반영된 총괄 연구개발 로드맵 작성
- 지정공모형 연구개발 후보과제 발굴
 - 기술수요조사, 전문가 인터뷰 등을 통해 중점분야별 단·중·장기 기술혁신 아이템 발굴 및 핵심기술 선정
 - 지정공모형 기술개발 로드맵 작성
 - 지정공모형 연구개발 후보과제 발굴 및 우선순위 도출
 - 후보과제 도출 및 과제별 추진체계 설정
 - 연구개발의 시급성, 진보성, 파급효과 및 경제적 효과를 고려하여 과제를 도출하고, 과제간 연계 및 중복 여부 등 종합검토
 - 후보과제별 기술유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과유형(시제품, S/W, 기준·지침 등) 제시
 - 후보과제별 세부 추진 과제카드 작성
 - * 연구개발목표, 기술개발 및 산업/시장 동향, 기존기술 활용방안, 기술개발 필요성, 주요연구내용, 정부지원 타당성, 기술확보전략, 과제규모, 최종성과물 및 활용방안 등 포함
- 품목지정형 연구개발 프로그램 운영계획 작성
 - 건설로보틱스 분야 품목지정형 연구개발 프로그램에 대한 개념 정립 및 품목지정형 연구개발 프로그램 목표 설정

- * 타부처 품목지정형 사업 등을 참고하여 건설 로봇틱스 분야의 품목도출 프로세스 정립
- 미래이슈와 니즈에 기반하여 기술수요조사*, 전문가 인터뷰 등을 통해 건설로봇틱스 분야 연구개발 후보 품목 발굴 및 품목정의서 작성
 - * 발주처, 설계사, 시공사, 전문건설사, 감리사 등 건설산업 이해관계자와 로봇틱스 업체 및 AI 에이전트 제작사 등을 대상으로 한 건설로봇틱스 기술수요조사 실시
- 품목지정형 연구개발 후보 품목 우선순위 도출 및 로드맵 작성
- 품목별 연구개발 목표 및 범위 설정
 - 품목별 연구개발 목표 설정(정량적이고 구체적인 목표 설정)
 - 품목별 연구개발 범위 설정(연구개발 목표를 고려한 구체적 연구개발 범위 등 설정)
- 품목지정형 공모를 위한 과제 규모, 운영방식 등 설계
- 자유공모형 연구개발 프로그램 운영계획 작성
 - 건설로봇틱스분야 자유공모형 연구개발 프로그램에 대한 개념 정립 및 자유공모형 연구개발 프로그램 목표 설정
 - 자유공모형 지원대상, 과제 규모, 운영방식 등 설계
- 건설 로봇틱스 산업 활성화를 위한 제도적 한계 분석 및 개선 방안 마련
 - 건설 로봇틱스 기술의 현장 적용 확대를 위해 현재 제도적 한계를 분석하고 국내외 사례를 검토하여 제도개선 방안 도출
 - 개발 완료 기술 또는 제품이 신기술 또는 혁신제품 등록 등 관련 인증제도와 연계될 수 있는 지원방안 도출

□ 3단계 : 연구개발과제 기획

- 2단계에서 발굴한 건설로봇틱스 분야 지정공모형 후보과제 중 추진 우선순위가 높은 과제들에 대한 상세기획 추진
- 과제별 연구개발 목표 및 범위 설정
 - 과제별 연구개발 목표 설정(정량적이고 구체적인 목표 설정)
 - 연구개발 범위 및 핵심과제 설정(연구개발 목표를 고려한 구체적 연구개발 범위 및 핵심과제 등 설정)
- 세부과제(핵심 요소기술) 도출 및 연구개발 내용 설정
 - 세부과제의 연차별·단계별 연구개발 로드맵 및 성과 로드맵 제시
 - 세부과제의 중요도를 평가하여 우선순위를 선정(중요도 평가 시 정량적 평가기준 제시)하고 이를 연구개발 로드맵에 반영
 - 핵심 요소기술별 유형, 기술성숙도(TRL) 및 핵심기술요소(CTE) 설정

- 세부과제별 성과목표(정량적, 정성적)와 성과지표(필수지표 포함) 설정
- 과제구성에 따른 인력투입 계획 및 소요예산 산정
- 연차별·단계별 예산산출 근거를 구체적으로 제시하고, 소요예산 적정성 검토
(정부투자규모 대비 민간투자규모 수준 제시)
- 연구개발목표 달성을 위한 추진방안 수립
 - 기존 기술·인프라 등의 활용 및 연계 방안 수립
 - 기술 수요기관의 충분한 의견수렴을 통한 실용성 확보
 - 국제공동연구 파트너와 국내 관련 기관 및 전문가 분석, 활용계획 포함(필요시)
 - 컨소시엄 형태 등 최적 연구추진체계 제안
 - 참여 주체별 역할과 전문영역을 고려한 바람직한 추진체계 제시
- 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시
 - 성과분석 및 검증방안 제시
 - 핵심성과별 목표달성 여부를 판단할 수 있는 질적 성과점검(측정) 기준 및 측정방법 제시
 - 제도·정책 활용, 현장적용, 시범사업 등 구체적인 실용화 방안 제시
 - 해외시장 진출전략 제시
- 과제별 사전타당성 검토
 - (정책적 타당성) 국가 전략적 중요성, 상위계획과의 부합성, 연구개발 추진상의 위험요인과 대응방안 등에 대한 검토
 - (기술적 타당성) 기존 연구개발과의 중복성, 연구개발 계획의 우수성, 기술 수준 및 개발 성공 가능성 등에 대한 검토
 - (경제적 타당성) 경제성 분석, 경제·사회적 파급효과, 과학·기술적 파급효과 등에 대한 검토
- 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정
 - 연구개발목표와 내용, 추진전략 등을 바탕으로 본 과제를 공모하기 위한 RFP 작성
 - 단계별 평가를 위한 성과목표·지표·마일스톤의 설정, 평가방법 및 기준 설정
 - 연구개발목표 및 내용을 고려하여, 선정·단계·최종평가를 위한 평가지표 제시
- 「제5차 국가연구개발 성과평가 기본계획(’26~’30)」에 따른 사업평가를 위해 ‘전략계획서’ 작성
 - 사업 기획의도-수행내용-성과 간 연계성 확보를 위해 도출된 예산규모에 따라 사업 기획내용을 반영하여 작성(별도 서식)

□ 4단계 : 사업 사전타당성 검토

- (정책적 타당성) 국가 전략적 중요성, 상위계획과의 부합성, 연구개발 추진상의 위험요인과 대응방안 등에 대한 검토
- (기술적 타당성) 기존 연구개발과의 중복성, 연구개발 계획의 우수성, 기술 수준 및 개발 성공 가능성 등에 대한 검토
- (경제적 타당성) 경제성 분석, 경제·사회적 파급효과, 과학·기술적 파급효과 등에 대한 검토

□ 주요 산출물

- 기획연구보고서 및 전략계획서
- 상세기획 과제 별도 기획연구보고서(RFP 포함)
- 기술수요조사서, 개념도, 기획관련 근거자료 등

□ 보고서 제출

- 중간보고서 : 전문기관 요청시 단계별 제출
- 최종보고서 : 협약 종료 후 60일 이내

5. 연구기획 추진방법

- 국내외 동향조사, 사업 추진전략 및 추진체계, 중점지원분야 도출 등을 위하여 산업계, 학계, 연구기관, 공공기관 등 다양한 기술분야별 전문가 중심으로 구성된 총괄기획위원회, 기술분과위원회 및 자문위원회를 구성하여야 함
 - * 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 본 사업 연구성과의 실용화 제고를 위해 기술수요처 전문가 포함
 - 수요처 의견수렴 체계 마련 및 필수 협조기관 운영·활용 계획 포함
 - ※ 해외 타분야 정책 및 기술동향 분석을 위한 전문기관 또는 전문가 참여
- 폭넓은 의견수렴 및 사업참여 의향 확인을 위해 유관기관 간담회, 토론회, 공청회 등 실시계획 반영
- 사전 타당성 검토결과의 객관성 확보를 위해 외부전문가(경제, 기술가치평가, 정책 등)를 통한 검증 필요

- 특허 및 논문 정보 등은 ‘국토교통 R&D포털(www.kaia.re.kr)’, ‘한국특허정보원(www.kipris.or.kr)’을 이용하여 객관적 분석 실시

6. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 연구개발기간 : 2026.05. ~ 2027. 05(12개월)
- 총 정부지원연구개발비 : 100백만원
 - ※ 과제특성상(기획연구) 정부출연금을 총 연구개발비의 100%까지 지원 가능

7. 기 타

- 본 공모과제의 보안등급은 “일반과제”임
- 본 공모과제는 실용화 및 기술료 납부 대상과제가 아님
- 기획과정 중 착수보고회, 검토회의, 기획현황보고 수시 실시
- 연구신청자는 참여기관 수 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구의 효율성을 도모할 것
- 기획연구 착수 후 1개월 이내에 사업의 정의, 정부지원 필요성 등 추진방향, 기획전략 등을 구체화하여 착수보고회 개최
- 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 연구 수행 중 전문기관과 협의를 거쳐, 대·내외 환경 변화 등을 고려한 기획 내용 변경 가능

데이터센터 기계설비 맞춤형 모듈러 등 인프라테크 기술개발 및 실증 연구 기획 (RFP)

1. 연구기획 목표

- AI 3대 강국 도약, 산업 르네상스 구현을 위한 데이터센터 등 국가 핵심 인프라 구축 맞춤형 기계설비 시스템 모듈러* 인프라테크** 기술개발 및 실증 연구 기획

* 기계설비 시스템 모듈러 : 「기계설비법」에 따른 기계설비 시스템(냉난방설비, 공기조화설비, 자동제어설비, 덕트설비, 플랜트, 특수설비 등)을 모듈러 공법을 통해 사전 제작하고 현장에서 조립·설치할 수 있게 모듈화한 기계설비 시스템 통합 프로세스

** 인프라테크 : 전통적인 인프라에 최첨단 기술 솔루션을 융합하여 인프라의 효율성, 지속가능성, 복원력을 향상시키는 기술

2. 연구기획 필요성 및 동향

□ 필요성

- (제2차 기계설비 발전 기본계획 이행) 「기계설비법」 제5조에 따른 제2차 기계설비 발전 기본계획('26~'30) 수립에 따른 상세 실행 방안 마련 필요

– (비전) 기후위기 탄소중립 시대, 기술혁신을 선도하는 기계설비 산업

– (목표) 기계설비 산업 규모 50조원 달성

* '25년 43조원 → '30년 50조원, 연평균 3.5% 성장

– (추진 전략) 5대 추진 전략(SMART 기계설비) 마련

* 지속가능성 강화를 위한 탄소중립 대응체계 구축(Sustainability in response to climate change)

* 기계설비법령 및 제도의 체계적 고도화(Maturation of policies and laws)

* 기계설비산업의 성장 기반 마련(Adaptation to industry requirements)

* 품질에 대한 신뢰성 제고(Reliability of construction quality)

* 기술혁신을 통한 산업 경쟁력 강화(Technology-driven industrial competitiveness)

– (기술혁신을 통한 산업 경쟁력 강화 방안) 기계설비 특화 BIM 기반 마련, AI 등 기술변화 흐름에 적기 대응

* BIM, 디지털트윈, AI·빅데이터, OSC(Off-Site Construction)

☞ 기계설비 산업 경쟁력 강화를 위하여 건설산업 BIM 적용 확대에 대응하는 기계설비 BIM 활용 기술 및 적용 지침, 실무요령 등 연구·개발과 OSC·모듈러 공법 확대에 대응하는 기계설비 분야 모듈화 설계기술 및 공장 제작(Pre-fabricated), 현장조립 기술개발 추진 필요

- (데이터센터 인프라 구축) 데이터센터는 AI 3대 강국 도약을 위한 국가 핵심 인프라로 국토·도시·도로·주택·교통 인프라 전반을 총괄하는 국토교통부의 역할 정립 필요

- 현재, 데이터센터 인프라와 관련하여 토목·건설 기술 및 중·소규모, 응용 분야 중심으로 기술개발 진행 중
 - * (한국건설기술연구원) 안전하고 경제적인 지하 데이터센터 건설·운영 기술 개발 추진 중
 - * (과학기술정보통신부) 데이터센터 산업 활성화 지원 사업, 국산 AI 반도체 기반 마이크로 기반 데이터센터 확산 사업 등
 - * (산업통상부·에너지기후환경부) 에너지 수요관리·효율향상, 전력·전자부품, 전력인프라 분야에서 데이터센터를 응용분야로 포함하여 지원 중

☞ 데이터센터 토목·건설 기술과 응용 기술을 연계·통합하여 구축하고 운영할 수 있는 **인프라 통합 구축** 기술개발 추진 필요

○ (데이터센터 기계설비 시스템 모듈러 기술) 데이터센터 구축 인프라* 비용 중 큰 비중을 차지하는 기계설비 시스템 모듈러 독자 기술 확보

* 연산 및 네트워크, 전력, 냉각, 건축, 토목

- 데이터센터 구축 비용의 90% 이상이 기계설비 시스템
 - * 연산 및 네트워크(72.6%), 전력(13.4%), 냉각(4.9%), 건축(4.2%), 토목(4.9%)
출처) Deconstructing the Data Center: A Look at the Cost Structure Igniting the AI Boom!(2025)
- BIM+모듈러 공법 적용에 따른 공사 기간 및 현장 사고율 감소

구분	전통 현장 시공	BIM+모듈러 공법	개선 효과
전체 공사 기간	약 36주	약 16주	약 56% 단축
현장 사고율	기준 100%	약 60~70%	30~40% 감소
현장 작업인력	기준 100%	약 70~80%	20~30% 감소
자재 낭비율	약 10~15%	약 5% 미만	50% 이상 절감
품질 불량률	현장 조건 의존	공장 관리 환경	대폭 개선

* 출처) Schneider Electric (2024), MSUITE (2025), Tejjy Inc. (2025)

☞ 데이터센터에 구축 및 운영되는 기계설비 시스템의 모듈러 기술 기반 프리패브 (Pre-fabricated) 및 OSC 방식 제작·시험 후 현장 설치 **기술개발** 추진 필요

☞ 모듈러 기술 기반 프리패브(Pre-fabricated) 및 OSC 기계설비 시스템 **구축·운영**을 위한 데이터센터 건설 및 유지관리 **기술개발** 추진 필요

□ 정책동향

○ 국내 정책동향

- (기계설비산업) 기계설비 분야 법령을 별도로 제정하여 운영
 - * 기계설비법(시행 2020. 6. 9.), 제2차 기계설비 발전 기본계획('26~'30)
- (기계설비 모듈러) 건축 구조체 중심의 모듈러·OSC에서 제도화 및 로드맵을 통해 구조+기계설비를 통합한 공장 제작·인증체계로 확장

- 「OSC·모듈러 특별법」 제정 추진 중으로, 설계·감리·품질관리 기준, 생산·건축물 인증제도 신설, OSC 진흥구역 및 인센티브 부여
- '25년 주택공급 확대방안에서 신속공급 모델의 핵심 수단으로 모듈러 주택을 채택하고 있으며, 스마트 건설 기술과 OSC를 접목하는 정책 및 R&D 진행
- 제로에너지 건축·스마트 건설 기술과 통합을 통해 온실가스 감축 및 장수명화로 친환경 탄소중립 정책 대응
- (AI 데이터센터) AI 3대 강국 도약을 위하여 '국가 AI 컴퓨팅 센터 구축 사업' 추진 중
 - AI 전환(AX) 실증산단 구축, 산업단지·제조현장 AI 인프라 보급, 데이터센터 고도화 지원 사업 등이 연계 추진
 - 민간 AI 데이터센터 투자 촉진을 위한 규제 합리화 로드맵, 전력·에너지·환경 정책과 연계된 지원·규제 검토

○ 국외 정책동향

- (기계설비산업) 민간 주도 통합코드 또는 건축법 내 제도로 운영
 - (미국) 민간 전문가 주도의 IBC, IMC 제도를 중심으로 안전강화, 커미셔닝·성능점검 제도 강화, 설계표준 체계화 정책 강화 중
 - * IBC(International Building Code), IMC(International Mechanical Code)
 - (일본) 정부 중심의 건축기준법을 중심으로 안전강화, BIM 확대, 커미셔닝·성능점검 제도 강화, 설계표준 체계화 정책 강화 중
 - (EU·영국) 민간 전문가 협력의 EPBD 지침을 중심으로 탄소중립, 생애주기 관리 정책 강화 중
 - * EPBD(Energy Performance of Building Directive, 건축물의 에너지 성능에 관한 지침)
- (기계설비 모듈러) 선진국을 중심으로 모듈러를 프리패브(Pre-fabricated), OSC 공법으로 포괄해 기술기준과 품질인증 체계 운영
 - (미국) 모듈러협회(MBI) 기준으로 교육·군사·업무·주거·병원 등 10개 유형을 대상으로 모듈러 적용 확산
 - (미국·영국·일본) 모듈러 건축이 전체 주택의 5~7% 수준을 차지할 정도로 제도적 기반 성숙
 - (EU) 공공 건축에서 프리패브(Pre-fabricated), 모듈러 공법 활용 시 입찰평가 가점·세제 혜택 제공
 - (UAE) '23년 부터 신규 공공프로젝트의 최소 30%에 프리패브(Pre-fabricated), 모듈러 공법 의무화 규정 도입
 - (싱가포르·홍콩) PPVC·OSC 비율을 규정하고 기계설비 모듈 포함 공장제작 촉진 정책 운영
 - * PPVC(Prefabricated Prefinished Volumetric Construction, 조립식 사전완성 형체 제작)

- (AI 데이터센터) 정부 주도 정책으로 AI 데이터센터 확산 대응 방안 마련
 - (미국) AI 데이터센터 확산으로 전력수요, 전력요금, 전력망 안정성이 주요 정책 이슈로 부각, 연방에너지규제위원회는 대형 전력계통 운영자에게 발전소 인근에 위치한 AI 데이터센터 등 대규모 전력소비 시설과 연계 규칙 마련 지시 및 발전소 전력출력 조정 데이터센터 직접 전력 공급 허용 규칙 논의 중
 - (EU) 디지털화·AI 확산으로 증가하는 데이터센터 에너지소비 대응을 위해 개정 에너지효율지침(EED, Energy Efficiency Directive)에 데이터센터 에너지 성능 모니터링·보고 의무 도입, '30년까지 데이터센터를 기후중립·에너지 효율적인 인프라로의 전환을 목표로 관련 규제 정비 계획
 - (독일) 에너지효율법을 통해 IT 용량 300kW 이상 데이터센터에 대해 단계적으로 10~20% 수준의 폐열 재이용 의무 부과 등 데이터센터를 지역 열원으로 활용하는 정책 추진

□ 기술동향

○ 국내 기술동향

- (기계설비산업) 기후변화로 냉·난방설비 수요 증가 및 탄소중립 목표 이행을 위한 기술개발 추진
 - 에너지 효율 및 탄소중립 대응 기술 : 고효율 열원 시스템, 고성능 환기·열회수 장치, 수요 응답형 제어, 재생에너지 하이브리드 시스템 등 에너지 절감·탄소 저감 등 기술개발
 - 디지털·지능형 유지관리 기술 : IoT 센서와 클라우드 분석, AI 결합 예지보전 기술을 통한 설비 가동률 극대화 및 유지관리 비용 절감 등 기술개발
 - 에너지관리 기술 : HVAC나 조명 시스템 제어를 포함한 건물 에너지관리 시스템의 AI 기반 최적운전, 수요예측, 부하 제어 등 기술개발
- (기계설비 모듈러) 모듈러 건축 기술(중고층 구조, 공장제작 공정 등)과 더불어 기계설비 시스템의 모듈화·외주제작 기술개발 추진
 - 기계설비 모듈 유형·시스템화 기술 : 모듈화 적합성 분석을 통해 생산성 향상·공기단축·품질확보 등을 위한 기계설비 모듈 체계 정립 및 공장에서 모듈 일괄 제작 후 현장 설치 공정 기술개발
 - 건축 모듈러 공법과 통합된 기계설비 모듈 기술 : 중고층화, 구조 시스템, 공장 제작·운반·설치 최적 공정 개발과 함께 모듈 내 기계 및 설비 배치, 접합부 성능 개선, 단열 성능 향상 및 기계설 패키지, 배관·덕트랙, 공조기·보일러 패키지 등 부분 모듈러 형태의 기계설비 모듈 적용 확대
 - 스마트 건설·디지털 연계 기술 : BIM, IoT, AI, 스마트 건설기술을 모듈러 공법과 통합하여 설계-제작-시공-유지관리 전 과정의 디지털화 기술개발

- 고층·복합용도 적용 기술 : 중·고층 구조 시스템, 수직 샤프트, 설비 모듈의 진동·소음·화재 방지 및 하이브리드 모듈러(3D 모듈+패널+부분 모듈) 적용 구조·기계설비·전기 등 통합 모듈화 기술개발
- (AI 데이터센터) AI 데이터센터 구축 및 운영을 위한 핵심기술 확보
 - 고밀도 랙·전력 인프라 설계 기술 : 고정하중·동하중 5.000 lb(약 2.3톤) 급 랙 인프라가 요구되며, 전력 모니터링, 전력 분산 설계, 마이크로그리드, ESS 등 전력 안정성 강화 기술개발
 - 액체냉각·액침냉각 기술 : 전통적인 공랭 방식만으로 열부하 대응이 어려워 직접 칩 냉각, 랙 후면 열교환기, 전체 액침냉각 및 액체냉각+공랭 결합 방식 하이브리드 기술개발
 - 운영·관리 지능화 기술 : DCIM(Data Center Infrastructure Management), BMS(Building Management System)와 AI를 결합해 전력·온도·습도 데이터를 실시간 분석하고, 자율제어·에너지최적화·장애예측 등 운영·관리 지능화 기술개발

○ 국외 기술동향

- (기계설비산업) 탈탄소·에너지 효율화 기술을 중심으로 고부가가치 설비와 서비스·솔루션 비즈니스 비중 증가
 - 고효율·저탄소 기술 : 고효율 인버터 컴프레서, 히트펌프, 재생에너지 연계 시스템, 공기청정·필터 기술 및 전기화, 저지구온난화지수 냉매로 전환 등 기술개발
 - 디지털·서비스 기술 : 원격 모니터링, 예측 유지보수, 에너지 성능 계약, 성과기반 서비스 및 AI·IoT·클라우드 기반 솔루션 기반 설비 이상 탐지, 에너지 최적화 등 기술개발
 - 스마트빌딩 및 빌딩 자동화 : 스마트 센서·제어, 통합 빌딩관리시스템, AI 기반 최적제어, 점유자 중심·수요반응형·실내환경 기반 제어 알고리즘 등 기술개발
- (기계설비 모듈러) 로봇 기반 프리패브(Pre-fabricated), 디지털트윈·시뮬레이션·예지정비 등 표준화된 제품군을 중심으로 기술 고도화
 - 로봇틱스·자동화 기반 프리패브 셀 기술 : 공장 내에서 로봇 기반의 배관·덕트·케이블 트레이 자동 용접·절단·조립 및 비전·센서 기반 검사, 예지정비 기술개발
 - 추산 및 시공 패러다임 전환 기술 : 현장 시공 중심에서 공장제작 구조로 재편됨에 따라 견적-공정관리 소프트웨어 기능 전환 기술개발
 - 스마트 모듈러 기술 : 기계설비 모듈, 구조+기계설비 모듈 통합 등 기계설비 포함 모듈의 비중이 커지고 있으며, 이에 따른 BIM·자동화·디지털트윈·IoT 활용 스마트 모듈러 기술개발
- (AI 데이터센터) AI 데이터센터 구축 및 운영을 위한 상용화 기술 확보 후 최적화 및 전후방 가치사슬 연계 기술개발

- 고밀도·액체냉각 기술 : 공냉 중심에서 수냉·액침냉각 중심으로 전환하고 있으며, 랙 스케일 수냉, CO₂ 기반 친환경 냉동 시스템, 폐열 회수 솔루션 등 기술개발
- 에너지효율·지속가능성 강화 기술 : 고효율 IT 장비, 고급 냉각 시스템, 가상화·서버 통합, 에너지 모니터링·감사 도입 및 폐열 회수·지역난방 연계·재생에너지 활용·에너지 저장장치 및 수요반응 연계 기술개발

□ 시장동향

○ 국내 시장동향

- (기계설비산업) '24년 기준 규모는 40조원이며, 종사자 수는 약 77만명, 관련 업체 수는 약 13.5천개 수준
 - 분야별로 시공 분야는 약 28조원(69.0%)이며, 제조 분야는 약 11조원(27.9%)으로 두개 분야가 대부분을 차지
 - AI 데이터센터, 반도체(클린룸) 산업의 성장에 따라 수요 증가
 - HVAC 시장 규모는 '24년 약 5.4억 달러 → '35년 약 11.78억 달러 규모(연평균 7.35%)로 성장 예상
- (기계설비 모듈러) 기계설 패키지, 배관·덕트랙 등 부분 모듈이 프로젝트 단위로 도입되는 수준
 - 수요처 및 적용분야는 학교·병원·군시설 등 공공 건축과 일부 민간 주거·상업용 건축을 중심으로 확대
 - 대형 건설사와 일부 모듈러 제작사, 기계설비 제작사가 프로젝트별로 협업하는 구조
- (AI 데이터센터) 글로벌 AI 데이터센터 시장 고성장에 동조하여 성장
 - AI·클라우드 수요를 배경으로 신규·증설 프로젝트가 확대되고 있으며, 민간 사업자를 중심으로 국내·해외에 AI 데이터센터 구축 계획 발표
 - 글로벌 빅테크의 국내 투자 검토 진행 중

○ 해외 시장동향

- (기계설비산업) '23년 434억 달러 → '32년 759억 달러 규모(연평균 6.5%)로 성장 전망
 - 선행지표인 건축물 시공시장 규모의 동기간 연평균 성장률이 4.5%인 것에 더해 기존 건물의 개보수 수요가 반영되어 더 높은 성장세를 나타낼 것으로 예상
- (기계설비 모듈러) 로봇 기반 프리패브(Pre-fabricated) 셀 시장 52억 달러 전망되며, 독립 시장으로 발전

- Skanska, Bouygues, Lendlease, Daiwa House 등 대형 모듈러·프리팹 기업과 기계설비 모듈 전문 제작사·로봇 기반 프리패브(Pre-fabricated) 셀 공급사 등으로 분화
- 산업·인프라 영역 중심으로 기계설비 모듈·스키드의 주요 수요처 및 적용분야가 확대되어 있으며 독립 제품·서비스로 거래
- (AI 데이터센터) '24년 136억 달러 → '30년 605억 달러 규모(연평균 28.3%)로 성장 전망
- 마이크로소프트, 구글, 아마존 등 글로벌 빅테크는 하이퍼스케일 클라우드 시장 등과 결합하여 대규모 AI 데이터센터 및 에너지 인프라 투자 발표
- 고밀도 랙·전력·냉각 인프라 제조사, GPU·AI가속기·서버 제조사, 클라우드 사업자, 설계·시공 및 운영 사업자, 에너지·열회수·재생에너지 솔루션 사업자 중심으로 시장 형성
- 액체냉각·폐열 회수·친환경 냉매·에너지효율화 등 AI 데이터센터 특화 솔루션 기업의 비중이 빠르게 확대

3. 연구기획 범위

※ 기획 과정에서 이슈 및 니즈분석 등을 통해 R&D 추진을 위한 분야, 기술 등은 변경될 수 있음

□ 데이터센터 기계설비 시스템 모듈러 인프라테크 기술개발 기획

- 기계설비 시스템 모듈러 인프라테크 기술 정립
 - 기계설비 시스템 모듈러 기술 국내·외 현황 조사 및 기술 수준 검토
 - 기계설비 시스템 모듈러 기술 해외 적용 사례 분석
 - 국가 핵심 인프라 기계설비 시스템 모듈러 인프라테크 개념 정립
- 모듈러 인프라테크 구축·운영을 위한 데이터센터 구축 및 유지관리 기술개발
 - 국내·외 데이터센터 구축 현황 조사 및 기술 수준 검토
 - 데이터센터 전력 및 열 에너지 인프라 구축 및 최적 관리 기술
 - 기계설비 시스템 모듈러 인프라테크 적용을 위한 데이터센터 구축 기술
 - 기계설비 시스템 모듈러 인프라테크 기반 데이터센터 유지관리 기술
- 데이터센터 기계설비 시스템 모듈러 인프라테크 기술개발
 - 데이터센터 구축 및 운영을 위한 기계설비 시스템 분석
 - * 냉난방설비, 환기설비, 배수설비 및 전력설비 등
 - 데이터센터 기계설비 시스템 모듈러 구축 기술
 - * 기계설비 시스템 구성 요소화 및 모듈 단위 표준화 등

- 데이터센터 기계설비 시스템 모듈러 디지털 설계 연계 기술
 - * BIM 기반 MEP(Mechanical, Electrical, Plumbing) 통합 설계 모델 및 3D 모델 기반 간섭 검토 등
 - * 모듈 간 인터페이스 설계 및 현장 조립 최적화 기술개발
- 데이터센터 내 인프라·기계설비 시스템 설치를 위한 시공 기술
 - * OSC, 고하중 설계 방안, 방재·화재 확산 방지 및 구조 안전 기준 등

□ 데이터센터 기계설비 시스템 모듈러 인프라테크 실증 기술개발 기획

- 데이터센터 기계설비 시스템 모듈러 공법 및 효과 검증
 - 기계설비 시스템 모듈러 공법 적용 테스트베드 구축
 - 시공 기간 단축, 품질 향상, 에너지 효율성 등 정량적 성능 평가
 - 기술 완성도 제고를 위한 현장 적용성 검증
- AI 기반 데이터센터 기계설비 시스템 모듈러 인프라테크 운영관리 및 유지보수
 - 데이터센터 기계설비 시스템 모듈러 운영 데이터 수집·분석
 - 운영관리를 위한 예측·유지보수 모델 및 최적 제어 알고리즘 개발
 - 노후 기계설비 개선 및 증축 수요 대응을 위한 스마트 운영관리 솔루션 개발

□ 기계설비 시스템 모듈러 기술기준 개발 기획

- 기계설비 시스템 모듈러 통합 기술기준 개발
 - 「기계설비법」 체계와 연계한 기계설비 모듈러 설계·제작 기준개발
 - 공장 제작(Off-site) 품질관리 기준개발
 - 시공 표준화를 위한 현장 조립·시공 기준개발
- 기계설비 시스템 모듈러 표준화 기반 구축
 - 기계설비 시스템 모듈러 기술 표준 분석
 - * ICC(International Code Council)/MBI(Modular Building Institute) 1210 등
 - 기계설비 시스템 모듈러 인프라테크 실증을 통한 국제 표준화 기반 마련

□ 기계설비 시스템 모듈러 인프라테크 보급·확산 기술개발 기획

- 공공·민간 부문별 기계설비 시스템 모듈러 인프라테크 보급·확산 모델 개발
 - 공공부문 기계설비 시스템 모듈러 인프라테크 모델 개발
 - * 국토계획법에 따른 7대 기반시설(교통시설, 공간시설, 유통·공급시설, 공공·문화체육시설, 방재시설, 보건위생시설, 환경기초시설)
 - 민간부문 기계설비 시스템 모듈러 인프라테크 모델 개발
 - * 12대 국가전략기술 분야(반도체·디스플레이, 이차전지, 첨단 모빌리티, 차세대 원자력, 첨단 바이오, 우주항공·해양, 수소, 사이버보안, 인공지능, 차세대 통신, 첨단 로봇·제조, 양자)

- 데이터센터 기계설비 시스템 모듈러 인프라테크 보급·확산 모델 개발
 - AI 기반 데이터센터 입지 선정 모델
 - 데이터센터 구축 및 운영 기술 해외 진출 사업화 모델
 - 기계설비 시스템 모듈러 기반 데이터센터 구축 가이드라인 개발
 - 기계설비 시스템 모듈러 기반 데이터센터 경제성 분석

4. 연구기획 내용

□ 1단계 : 기술개발 동향 분석, 기술 정의, 사업추진방향 정립

- (이슈 및 니즈 분석) 글로벌 트렌드 분석 및 주변 환경변화 분석을 통해 미래이슈를 도출하고, 이슈 해결을 위한 기술적 니즈와 대안 제시
 - 국내외 기술, 시장, 정책 환경 및 특허 동향 분석
 - * 주요국의 기술개발 정책 및 시장 분석
 - * 해외 기술개발 트렌드 및 미래 선도형 기술 분석
 - 국내외 연구개발 현황 및 국내 인프라(기업, 연구소, 대학 등) 현황 분석
 - 개발기술에 대한 국내 수요처 의견수렴 및 시장 요구사항 분석
- (기술의 정의 및 범위) 환경 및 동향 분석을 통해 도출된 미래이슈와 니즈를 기반으로하여 사업의 목적 및 개념, 기술 정의 및 연구개발 범위 제시
 - 기존 기술수준, 현황 등에 대한 분석 결과를 기반으로 해당 연구개발 가능성에 대해 심층 검토
- (사업추진방향 정립) 과학기술부문 상위계획과 국토교통 관련 정부 정책과의 관련성 및 연계성을 분석하고, 미래이슈 및 니즈, 정부 정책과의 부합성 등을 토대로 이슈 해결을 위한 사업추진방향 및 기술대안의 타당성 제시

□ 2단계 : 연구개발 전략 수립, 연구개발내용 설정

- 연구개발 전략 수립 및 연구개발내용 설정
 - 비전 및 목표 제시를 통한 연구개발 전략 수립
 - 기술예측·수요·SWOT 분석 등을 통한 중점분야 도출 및 전략방향 정립
- 연구개발 후보과제 우선순위 도출
 - 중점 추진분야별 연구개발 후보과제 설정 및 우선순위 도출
 - 후보과제 도출 및 과제별 추진체계 설정
 - 연구개발의 시급성, 진보성, 파급효과 및 경제적 효과를 고려하여 과제를 도출하고, 과제간 연계 및 중복 여부 등 종합검토
 - 후보과제별 기술유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과유형(시제품, S/W, 기준·지침 등) 제시

○ 연구개발 후보과제별 과제카드 작성

- 연구개발목표, 기술·산업·시장 동향, 기존 기술 활용방안, 연구개발 필요성, 주요 연구개발내용, 정부지원 타당성, 기술확보 전략, 과제규모, 최종성과물 및 활용방안 등
- 후보과제별 연구개발 유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과물 유형(시제품, S/W, 기준·지침, 정책제안, 표준제안 등), 시장경쟁력 확보 방안, 실용화 방안, 목표 TRL 단계, 제도개선 사항 등 제시

□ 3단계 : 연구개발과제 기획

○ 연구개발목표 및 범위 설정

- 연구개발목표 설정(정량적·구체적인 연구개발목표 설정)
- 연구개발범위 및 핵심과제 설정(연구개발목표를 고려한 구체적 연구개발범위, 핵심 과제 및 방법 등 설정)

○ 세부과제(핵심 요소기술) 도출 및 연구개발내용 설정

- 세부과제 연차별·단계별 기술개발 로드맵 및 성과 로드맵 제시
 - 세부과제의 중요도를 평가하여 우선순위 선정(중요도 평가 시 정량적 평가기준 제시)하고 이를 연구개발 로드맵에 반영
 - 핵심 요소기술별 유형, 기술성숙도(TRL) 및 핵심기술요소(CTE) 설정
 - 세부과제별 성과목표(정량적, 정성적)와 성과지표(필수지표 포함) 설정
- 과제구성에 따른 인력투입계획 및 소요예산 산정
 - 연차별·단계별 예산산출 근거를 구체적으로 제시하고, 소요예산 적정성 검토(정부투자규모 대비 민간투자규모 수준 제시)

○ 연구개발목표 달성을 위한 추진방안 수립

- 기존 기술·인프라 등의 활용 및 연계 방안 수립
 - * 기술 수요기관의 충분한 의견수렴을 통한 실용성 확보
 - * 국제공동연구 파트너와 국내 관련 기관 및 전문가 분석, 활용계획 포함(필요시)
- 컨소시엄 형태 등 최적 연구추진체계 제안
 - * 참여 주체별 역할과 전문영역을 고려한 바람직한 추진체계 제시

○ 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시

- 성과분석 및 검증방안 제시
 - * 핵심성과별 목표달성 여부를 판단할 수 있는 질적 성과점검(측정) 기준 및 측정방법 제시
- 제도·정책 활용, 현장적용, 시범사업 등 구체적인 실용화 방안 제시
- 해외시장 진출전략 제시

○ 사전타당성 검토

- (정책적 타당성) 국가 전략적 중요성, 상위계획과의 부합성, 연구개발 추진상의 위험요인과 대응방안 등에 대한 검토

- (기술적 타당성) 기존 연구개발과의 중복성, 연구개발 계획의 우수성, 기술 수준 및 개발 성공 가능성 등에 대한 검토
- (경제적 타당성) 경제성 분석, 경제·사회적 파급효과, 과학기술적 파급효과 등에 대한 검토

○ 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정

- 연구개발목표와 내용, 추진전략 등을 바탕으로 본 과제를 공모하기 위한 RFP 작성
- 단계별 평가를 위한 성과목표·지표·마일스톤의 설정, 평가방법 및 기준 설정
- * 연구개발목표 및 내용을 고려하여, 선정·단계·최종평가를 위한 평가지표 제시

○ 「제5차 국가연구개발 성과평가 기본계획(‘26~’30)」에 따른 사업평가를 위해 ‘전략계획서’ 작성

- 사업 기획의도-수행내용-성과 간 연계성 확보를 위해 도출된 예산규모에 따라 사업 기획내용을 반영하여 작성(별도 서식)

□ 주요 산출물

- 기획연구보고서(RFP 포함)
- 전략계획서
- 기술수요조사서, 개념도, 기획관련 근거자료 등

□ 보고서 제출

- 중간보고서 : 전문기관 요청시 단계별 제출
- 최종보고서 : 협약 종료 후 60일 이내

5. 연구기획 추진방법

- 국내외 동향조사, 사업 추진전략 및 추진체계, 중점지원분야 도출 등을 위하여 산업계, 학계, 연구기관, 공공기관 등 다양한 기술분야별 전문가 중심으로 구성된 총괄기획위원회, 기술분과위원회 및 자문위원회를 구성하여야 함
- * 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 본 사업 연구성과의 실용화 제고를 위해 기술수요처 전문가 포함
- 수요처 의견수렴 체계 마련 및 필수 협조기관 운영·활용 계획 포함
- ※ 해외 타분야 정책 및 기술동향 분석을 위한 전문기관 또는 전문가 참여

- 폭넓은 의견수렴 및 사업참여 의향 확인을 위해 유관기관 간담회, 토론회, 공청회 등 실시계획 반영
- 사전 타당성 검토결과와 객관성 확보를 위해 외부전문가(경제, 기술가치평가, 정책 등)를 통한 검증 필요
- 특허 및 논문 정보 등은 ‘국토교통 R&D포털(www.kaia.re.kr)’, ‘한국특허정보원(www.kipris.or.kr)’을 이용하여 객관적 분석 실시

6. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 연구개발기간 : 2026.05. ~ 2027.03.(10개월)
- 총 정부지원연구개발비 : 80백만원
※ 과제특성상(기획연구) 정부출연금을 총 연구개발비의 100%까지 지원 가능

7. 기 타

- 본 공모과제의 보안등급은 “일반과제”임
- 본 공모과제는 실용화 및 기술료 납부 대상과제가 아님
- 기획과정 중 착수보고회, 검토회의, 기획현황보고 수시 실시
- 연구신청자는 참여기관 수 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구의 효율성을 도모할 것
- 기획연구 착수 후 1개월 이내에 사업의 정의, 정부지원 필요성 등 추진방향, 기획전략 등을 구체화하여 착수보고회 개최
- 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 연구개발비 중 연구장비·재료비, 지식재산권 출원·등록비, 과학문화활동비는 원칙적으로 계상하지 않음
※ 다만, 일부 필요하다고 인정되는 경우에는 제한적으로 계상
- 연구 수행 중 전문기관과 협의를 거쳐, 대·내외 환경 변화 등을 고려한 기획 내용 변경 가능

비철 금속을 재활용한 물분해 기반 청정수소 생산시스템 기술 개발 기획(RFP)

1. 연구기획 목표

- 도서지역, 산간지역 등에 수소·전력 공급을 위한 비철 금속 폐자원 재활용 물분해 기반 분산형 청정수소 생산시스템 기술 개발 기획
 - 고효율 청정수소 생산을 위한 폐자원 비철 금속 전처리 기술
 - 모듈 기반 분산형 청정수소 생산 공정 기술
 - 비철 금속 재활용 기반 청정수소 생산 공정 경제성 및 환경성 평가

2. 연구기획 필요성 및 동향

□ 필요성

- 화력에너지 산업공정의 탈탄소화 및 청정수소 수요 확대
 - IEA(International Energy Agency)는 '24년 기준 세계 수소 수요·공급량이 1억톤에 근접했으며, '25년 1억톤을 초과할 것으로 전망
 - * Global Hydrogen Review 2025(IEA)
 - 수소 생산량의 99% 이상은 화석연료에 의존하고 있고 청정수소 비중은 1% 미만에 머물고 있어, 무탄소·저탄소 수소 생산 기술 개발 필요
 - 우리나라는 '36년까지 청정수소 발전 비중 7.1% 달성을 목표로 제시하고 있어, 국내 수소 수요의 선제적 대응을 위해 분산형·현장형 청정수소 생산 기술 확보 시급
 - * 제5차 수소경제위원회('22.11)
- 비철 금속의 고부가가치 자원화 및 순환 공정 구축 필요
 - 비철 금속 재활용은 원료 절감과 에너지 저감효과를 동시에 갖는 대표적 자원순환 방식으로, 단순 재용해·재사용 이외의 에너지 생산 원료로 전환 필요
 - 알루미늄 공정에서 1톤의 용탕 알루미늄당 평균 15~20kg의 드로스가 발생되어 세계적으로 연간 500만톤 이상의 드로스가 발생되며, 95% 이상 매립을 통해 처리
 - * Li, Y., et al. (2021). Hazardous characteristics and transformation mechanism of aluminum dross in multi-channel recycling processes. Journal of Environmental Chemical Engineering.
 - 저품위 부산물 처리와 청정수소 공급원 다양화를 위해 비철 금속을 재활용한 수소 생산 기술 확보 필요

□ 정책동향

- 현 정부는 「이재명정부 123대 국정과제」('25.09) 중 하나로 '④ 탄소중립을 위한 경제구조 개혁'을 설정하고, 이를 위한 추진과제로 '주력산업 탄소중립', '산업부문 순환경제 활성화' 등을 제시

- ‘주력산업 탄소중립’ 실현을 위해 산업부문 2035 NDC 달성 전략·수단 전면 개편*을 제시하였고, 달성 방안으로 수소환원제철**(철강), 바이오 연료전환(석화) 등 대규모 R&D 추진을 계획
 - * 「2035 국가 온실가스 감축목표」를 통해 '35년 국가 온실가스 배출량을 '18년 대비 53~61% 감축하는 목표 제시
 - ** 수소환원제철은 철광석의 산소를 제거하는 과정에서 수소를 환원제로 사용하는 제철 공정
- ‘산업부문 순환경제 활성화’ 방안으로 재자원화(재생원료), 재제조(자동차 부품), 재사용(폐배터리) 등 순환경제 비즈니스 모델 활성화 및 기술개발·인증 지원 계획
- 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법」에 근거하여 '50년까지 탄소중립을 국가 비전으로 설정하고, 「탄소중립 녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획」('23.04)을 통해 탄소중립·녹색성장 4대 전략 제시
 - 이를 위해 정부는 수소 산업을 육성하고 있으며, 원자력수소, 그린수소 등 국내 수소 생산 방식의 다양화 정책을 추진함에 따라 신규 무탄소·저탄소 수소 생산 기술 개발 필요
- 국토교통부는 「국토교통 2050 탄소중립 로드맵」('21.12)에서 건물·교통·도시 부문의 탄소중립 실현을 추진하며, 수소도시 조성 및 수소 기반 교통체계 확대를 주요 정책 방향으로 제시
- 또한 국토교통부는 「Next Level 수소도시(2.0)로 도약을 위한 수소도시 추진전략」('24.11)에서 기존 생활권 단위 수소도시 사업을 도시 전체 차원의 수송·산업·건물·발전 연계형 수소 활용체계로 확장하여, 수소 활용의 공간적 범위와 기능적 연계 고도화 방향을 제시
- 이러한 국가 온실가스 감축목표 달성, 순환경제 활성화 및 수소생태계 조성 등을 위해서는 도서·산간지역, 배관망 미도달 지역, 건설현장 인근 등 다양한 수요지에 탄력적으로 적용가능한 분산형·현장형 수소 공급 기술 확보가 반드시 필요

□ 연구동향

- 국내
 - (패트리온) 알루미늄 산화반응형 수소 생산(55m³/h) 시스템을 실증했으며, 두바이 국부펀드 Dubai Holding과 알루미늄 수소 생산 프로젝트 투자 MOU 체결('21.10)
 - (성균관대학교) 알루미늄-공기 전지의 전기 생산 과정에서 발생하는 수소와 열을 동시에 회수하여 활용하는 복합 시스템 개발 연구* 추진('19.06~'22.02)
 - * 수소, 전기, 열을 복합 생산하는 친환경 알루미늄-공기 전지 시스템 개발(과기부)
 - (KAIST) 알루미늄-물 반응에 철(Fe), 주석(Sn)을 첨가해 수소 발생 속도 증가 기술 개발 및 실험실 규모(TRL 3~4) 검증('08.08~'11.07)
 - * 폐 알루미늄의 가수분해 반응을 이용한 수소 고속생산 및 이용 기술 개발(산자부)

○ 해외

- (미국) MIT 연구진은 재활용 알루미늄 캔과 해수를 활용해 친환경 수소 생산 기술로 기존 화석연료 기반 수소 생산($11\text{kgCO}_2\text{eq/kg-H}_2$) 대비 86.81%($1.45\text{kgCO}_2\text{eq/kg-H}_2$) 탄소배출 저감 기술 확보('25.08)

* Life-cycle assessment and cost analysis of hydrogen production via aluminum-seawater reactions

- (캐나다) GH power는 재활용 알루미늄과 물을 반응시켜 수소를 생산하고, 부산물인 알루미나(Al_2O_3)와 반응열을 함께 회수하는 분산형 온사이트 수소 생산 기술 개발중('23.06~)

* 캐나다 온타리오주 해밀턴에 2MW급 반응기 구축·운영

- (일본) Alhytech는 폐알루미늄과 수산화나트륨(NaOH) 반응 기반의 청정수소 생산 설비를 실증하고('16.04), 해당 설비의 상용화 제품 판매중('21.10~)

3. 연구기획 범위

□ 고효율 청정수소 생산을 위한 폐자원 비철 금속 전처리 기술 개발

○ 폐자원 비철 금속의 재자원화 기술

- 캔, 알루미늄 절삭 스크랩, 도장 및 오염 스크랩, 알루미늄 드로스 등 5종 이상
- 밀도 분리, 자력 선별 등 비철 금속 폐자원 1차 선별 기술

○ 비철 금속의 미분화 공정 최적화 및 입도별 수소 생산성 평가 기술

- 해머밀, 볼밀, 공기분급기 등을 통해 미분화 및 입도별 수소 생산성 평가

○ 산화막 제거, 표면 활성화를 통한 불순물 억제 및 전처리 공정 최적화 기술

□ 모듈 기반 분산형 청정수소 생산 공정 개발

○ 비철 금속 산화반응 비활성화 제어 기술

○ 반응조건(온도, 고액비, 첨가제 등)에 의한 수소 생산율, 반응속도 평가 기술

○ 반응 메커니즘에 따른 수소 전환 효율 최적화 기술

○ 모듈 기반 분산형 수소 생산 시스템 설계 및 구축 기술

○ 청정수소 생산 공정의 발생 열 회수 통합 시스템 설계 및 구축 기술

○ 생산 수소 중 수분 및 불순물 제거 기술

○ 연료전지, 상용 모빌리티 등과 연계 가능한 고순도 수소 생산 및 실시간 품질 모니터링 방안

□ 비철 금속 재활용 기반 청정수소 생산 공정 경제성 및 환경성 평가

- 도서지역, 산간지역 등에 대한 수소 및 전력 수요 분석
- 청정수소 생산 공정 물질수지 분석
- 투입된 비철 금속 대비 수소 생산 공정 에너지 밸런스 평가
 - 수소 생산율, 반응열 회수, 소비 전력 등을 고려한 에너지 밸런스 평가
- 청정수소 인증제 기준에 부합하는 전과정평가(LCA) 기반 온실가스 배출량 산정

4. 연구기획 내용

□ 1단계 : 기술개발 동향, 환경 분석을 통한 기술 정의 및 사업목표 범위 제시

- (동향 및 환경 분석) 비철 금속 수소 생산 기술 동향 및 환경 분석을 통해 현안 및 문제 해결방안 제시
 - 국·내외 시장, 정책, 기술, 환경 및 특허 동향 분석
 - * 주요국의 기술개발 정책 및 시장 분석
 - * 해외 기술개발 트렌트 및 미래 선도형 기술 분석
 - 국내 인프라(기업, 연구소, 대학 등) 현황 분석
 - 개발기술에 대한 국내 수요처 의견수렴 및 시장 요구사항 분석
- (기술의 정의 및 범위) 기술 동향 분석과 환경 분석을 통해 도출된 결과를 이용한 사업의 목적 및 개념, 기술 정의 및 연구개발 범위 제시
 - 기술의 개념, 정의 및 개발 범위를 최신 연구개발 동향에 맞도록 검토하고 세분화하여 제시
 - 국내·외 기술 수준 및 현황 등 분석 결과를 토대로 제안기술의 개발 가능성 검토
- (사업추진방향 정립) 수소경제, 탄소중립 정책 및 국토교통 관련 정부 정책과의 관련성 및 연계성을 함께 검토하여 사업추진방향 및 제안기술의 타당성 제시

□ 2단계 : 연구개발 전략 및 연구개발내용 설정

- 연구개발사업 전략 수립 및 연구개발내용 설정
 - 비전 및 목표 제시를 통한 기술개발 전략 수립
 - * 기술예측·수요·SWOT 분석 등을 통한 중점분야 도출 및 전략방향 정립
- 연구개발 후보과제 우선순위 도출
 - 중점 추진분야별 연구개발 후보과제 설정 및 우선순위 도출
 - 후보과제 도출 및 과제별 추진체계 설정
 - * 기술개발의 시급성, 진보성, 파급효과 및 경제적 효과를 고려하여 과제를 도출하고, 과제 간 연계 및 중복 여부 등 종합검토

○ 연구개발 후보과제별 과제카드 작성

- 연구개발목표, 기술개발 및 산업·시장 동향, 기존기술 활용방안, 기술개발 필요성, 주요 연구개발내용, 정부지원 타당성, 기술확보 전략, 과제 규모, 최종 성과물 및 활용방안 등
- 후보과제별 연구 유형(응용, 실용화, 사업화 등), 성과물 유형(시제품, S/W, 기준 및 지침 등), 시장경쟁력 확보방안, 실용화 방안, 목표 TRL 단계, 제도개선 사항 등 제시

□ 3단계 : 연구개발과제 기획

○ 연구개발목표 및 범위 설정

- 연구개발목표 설정(정량적·구체적 목표 설정)
- 연구범위 및 핵심과제 설정(연구기획범위에 대해서 실현 가능한 수준을 고려한 구체적 범위 및 방법 등 설정)

○ 세부과제(핵심요소기술) 도출 및 연구개발 내용 설정

- 세부과제 연차별, 단계별 기술개발 로드맵 및 성과 로드맵 제시
 - * 세부과제의 중요도를 평가하여 우선순위 선정(중요도 평가 시 정량적 평가기준을 제시하고 이를 기술 개발 로드맵에 반영)
 - * 기술개발의 성숙도(TRL) 및 핵심기술요소(CTE) 설정
 - * 세부과제별 성과목표(정량적, 정성적)와 성과지표(필수지표 포함) 설정
- 과제구성에 따른 인력투입계획 및 소요예산 산정
 - * 연차별, 단계별 예산 산출근거를 구체적으로 제시하고, 소요예산 적정성 검토(정부투자규모 대비 민간투자규모 수준 제시)

○ 연구개발목표 달성을 위한 추진방안 수립

- 기존 기술·인프라 등의 활용 및 연계 방안 수립
 - * 기술 수요기관의 충분한 의견 수렴을 통한 실용성 확보
 - * 국내·외 관련기관 및 전문가 분석, 활용계획 포함(필요시)
- 컨소시엄 형태 등 최적 연구추진체계 제안
 - * 참여 주체별 역할과 전문영역을 고려한 바람직한 추진체계 제시

○ 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시

- 성과분석 및 검증 방안 제시
 - * 핵심성과별 목표 달성 여부를 판단할 수 있는 질적 성과점검(측정) 기준 및 측정방법 제시
- 제도 및 정책 활용, 현장적용, 시범사업 등 구체적인 실용화 방안 제시
 - * 부처 간 R&D 역할 및 관련 지자체 협력 방안 마련(필요시 별도 보고서 작성), 실증 테스트베드 확보 방안 수립 및 타당성 검토
- 관련 제품 및 기술의 해외시장 진출 전략 제시

○ 사전타당성 검토

- (정책적 타당성) 국가 전략적 중요성, 상위 계획과의 부합성, 연구개발 추진상의 위험요인과 대응방안 등에 대한 검토
- (기술적 타당성) 선행 연구개발과의 중복성, 기술개발 계획의 우수성, 기술수준 및 개발 성공 가능성 등에 대한 검토
- (경제적 타당성) 경제성 분석, 경제·사회적 파급효과, 과학·기술적 파급효과 등에 대한 검토

○ 과제 공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정

- 연구개발목표와 내용, 추진전략 등을 바탕으로 본 과제를 공모하기 위한 RFP 작성
- 연차별 평가를 위한 성과목표, 지표, 마일스톤의 설정, 평가방법 및 기준 설정
* 연구개발목표 및 내용을 고려하여 선정·중간·최종평가를 위한 평가지표 제시

○ 「제5차 국가연구개발 성과평가 기본계획」(’26~’30)에 따른 사업 평가를 위한 ‘전략계획서’ 작성

- 사업 기획의도-수행내용-성과 간 연계성 확보를 위한 도출된 예산규모에 따라 사업 기획내용을 반영하여 작성(별도 서식)

□ 주요 산출물

- 기획연구보고서(과제제안요청서 포함)
- 전략계획서
- 기술수요조사서, 개념도, 기획관련 근거자료 등

□ 보고서 제출

- 중간보고서 : 전문기관 요청시 단계별 제출
- 최종보고서 : 협약 종료 후 60일 이내

5. 연구기획 추진방법

- 국내·외 동향조사, 사업 추진전략 및 추진체계, 중점지원분야 도출 등을 위하여 산업계, 학계, 연구기관, 공공기관 등 다양한 기술분야별 전문가 중심으로 구성된 총괄기획위원회, 기술분과위원회 및 자문위원회를 구성하여야 함

* 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음

- 본 사업 연구개발성과의 실용화 제고를 위해 기술수요처 전문가 포함
 - 수요처 의견수렴 체계 마련 및 필수 협조기관 운영·활용 계획 포함
 - * 해외 타 분야 정책 및 기술동향 분석을 위한 전문기관 또는 전문가 참여
- 폭넓은 의견수렴 및 사업참여 의향 확인을 위해 유관기관 간담회, 토론회, 공청회 등 실시계획 반영
- 사전 타당성 검토결과의 객관성 확보를 위해 외부 전문가(경제, 기술가치평가, 정책 등)를 통한 검증 필요
- 특허 및 논문 정보 등은 ‘국토교통 R&D포털(www.kaia.re.kr)’, ‘한국특허정보원(www.kipris.or.kr)’을 이용하여 객관적 분석 실시
- 기 수행되었거나(종료과제, 중단과제 등) 현재 수행중인 관련 연구개발과제, 기획과제 등과 중복성 검토를 통해 중복투자 배제 및 연계방안 제시

6. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 연구개발기간 : 2026.05~2027.03(10개월)
- 총 정부지원연구개발비 : 70백만원
 - ※ 기획연구과제 특성상 정부출연금을 총 연구개발비의 100%까지 지원 가능

7. 기 타

- 본 공모과제의 보안등급은 “일반과제”임
- 본 공모과제는 실용화 및 기술료 납부 대상과제가 아님
- 기획과정 중 착수보고회, 검토회의, 기획현황보고 수시 실시
- 연구신청자는 참여기관 수 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구의 효율성을 도모할 것
- 기획연구 착수 후 1개월 이내에 사업의 정의, 정부지원 필요성 등 추진방향, 기획전략 등을 구체화하여 착수보고회 개최
- 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 기획연구 수행 중 전문기관과 협의를 거쳐, 대내·외 환경 변화 등을 고려한 기획 내용 변경 가능

1. 연구기획 목표

- 버스 등 대중교통의 자율주행 전환을 대비한 차량, 서비스, 인프라 전반의 AME 체계 기술 개발 및 실증
- * AME(Autonomous Mobility Ecosystem): 도로 위 모든 이동수단, 인프라, 여객 서비스 운영 체계가 자율주행을 기반으로 연결되어 하나의 유기체처럼 작동하는 시스템

2. 연구기획 필요성 및 동향

□ 필요성

- 버스 등 대중교통은 운수종사자의 공급 부족으로 발생하는 인력난, 운수종사자 고령화 가속, 노사 갈등으로 인한 서비스 불확실성 등의 문제가 발생하고 있어 이를 해결하기 위해서는 완전자율주행 대중교통 전환이 시급한 상황
 - '26년 서울시, '22년 부산시 등 운수종사자의 임금 인상과 근로 환경 개선을 요구하는 지속적인 버스 파업은 시민들의 이동 불편과 교통 혼잡을 초래
- 대중교통은 승용차와는 운행 환경, 운행 방식, 운전자의 역할 등에서 차이가 있어 차체, 센서, 제어, 인프라 등 대중교통에 최적화된 자율주행 기술 개발 필요
 - (운행 환경 및 안전 기준 차이) 중대형 버스는 대규모 승객을 동시에 수송하는 공공교통 수단으로 사고 발생 시 사회적 파급력이 승용차 대비 현저히 크고 제동/조향 제어의 안정성 등이 요구
 - (운행 특성 차이) 정시성 기반 노선 운행, 대규모 승하차 환경, 전용차로·버스정류장 정밀 정차 요구, 장시간·장거리 운행 등 이는 로봇택시 중심 자율주행 기술과는 요구 조건이 전혀 다른 특성 차이를 가짐
 - (차량 플랫폼 구조 차이) 중대형 차량은 차체 길이·하중·제동거리·회전반경 등이 상이하여 센서 배치, 제어 알고리즘, 안전 설계가 별도로 필요함
- 현재 민간 자율주행 기술은 로봇택시 위주로 개발을 추진 중이며, 대중교통 완전자율주행 기술은 수익성보다 보편적 복지와 공익적 가치가 우선시되는 영역인 만큼 국가 차원의 범용적 기술 개발 필요
 - 서울, 세종 등에서 시범운행 중인 자율주행 버스는 제한적 구역 운행, 저속 운행(30km~50km), 수송 능력 한계, 안전요원 탑승 의무 등으로 대중교통

체계 전환 기술로는 기술적·제도적 측면의 복합적 한계가 있음

- 특정 차량 모델에 국한하지 않고 모든 자율주행 버스를 수용하는 이기종 통합 관제 및 지능형 인프라로의 전환을 통해 시민들에게 단절 없는 대중교통 서비스를 제공하고 글로벌 자율주행 대중교통 시장의 주도권 확보 필요

□ 정책동향

○ (국정과제 31) 미래 모빌리티와 K-AI 시티 실현('25.9)

- (자율주행 실현) 레벨 4 자율차 출시 및 대중교통 등 공공서비스 활용, 자율주행 AI 학습센터 등 인프라 구축, E2E 차세대 모델 기술 개발

○ (국가전략기술) 기술패권 경쟁에서 우리나라를 지킬 '12대 국가전략기술'('23.12)

- 기술패권 경쟁에서 살아남기 위해 우리나라가 반드시 확보해야 할 기술개발 목표인 '12대 국가전략기술'에 첨단 모빌리티에 자율주행 기술* 포함

* 자율주행 시스템: 사람의 조작없이 차량을 운행하게 하는 소프트웨어 및 통신·서비스·컴퓨팅 기술과 성능안전·인증 기술

○ 2030 모빌리티 혁신성장 로드맵('26.2)

- (공공수요 확보) 조성 초기단계의 신도시, 교통 취약지구를 중심으로 자율주행 DRT, 자율주행버스 등 시범적 도입·확대 추진

* 대중교통 시스템 전반의 자율주행 전환을 위한 기술개발 추진

○ 제2차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2023~2032)('23.9)

- 기술혁신을 통한 공간과 이동의 패러다임 대전환이라는 비전과 함께 3대 추진 방향*과 4개 전략** 제시

* (추진방향) ①디지털 대전환, ②기후위기 대응, ③국민 안전·편익

** (추진전략) ①초연결 국토도시 공간혁신, ②미래형 모빌리티체계 대전환, ③지속 가능한 국토교통 기반시설 고도화, ④국민이 참여하는 창의적 생활공간 조성

□ 국내외 연구동향

○ (국내_R&D) 2027년 융합형 Lv.4+ 자율주행 상용화 기반을 마련하기 위한 자율주행기술개발혁신사업('21~'27)을 추진하고 있으며 신규 R&D도 추진 예정

- 자율주행의 안전성 확보 및 상용화를 위한 정기검사 시스템 확립, 지역 맞춤형 교통서비스 개발 및 실증 등을 위한 신규 R&D도 추진 예정

○ (국내_실증사업) 2026년부터 광주 전역에 Lv.4 수준의 자율주행자동차 200대를 투입하여, 자율주행 AI 기술개발과 서비스 상용화 검증 예정

- (미국) 3대 자율주행 실증 지역(캘리포니아-샌프란시스코, 애리조나-피닉스, 텍사스-오스틴)에서 웨이모, 테슬라 등이 서비스 거점 운영 중
 - * (여객운송) Waymo, Zoox, Tesla, May Mobility, (화물운송) Nuro, Gatik
- (독일) HEAT Project(Hamburg)를 통해 도로 환경과 지원 인프라 실증 추진
 - 차량 상태·위치·운행을 실시간 모니터링·제어하는 원격 관제센터 운영
- (중국) 19개 도시에서 약 1.6만 대의 로보택시 및 로보셔틀이 시험 중이며, 5개 도시*에서 8개 기업**이 상용 서비스 실증 진행 중
 - * (상용서비스 실증 5개 도시) 베이징, 상하이, 광저우, 선전, 우한
 - ** (여객운송) Baidu, Pony.ai, WeRide, AutoX, Momenta, DiDi (무인배송) Meituan, JD.com

3. 연구기획 범위

※ 기술적 범위의 기술 분야는 예시이며, 이슈 및 니즈분석 등을 통해 R&D 추진을 위한 분야, 기술은 변경될 수 있음

○ 대규모 수송 능력과 이용자 특성을 고려한 E2E 자율주행 중대형 버스 개발

- (대형) 수송력과 안전성을 갖춘 완전자율주행 대형 수송 수단 및 서비스 핵심 기술 개발

* 자율주행 대중교통의 동력(배터리 등), 구동(제동, 조향, 전력, 통신 등), 이중화 설계, 고하중 대응 안전제어, 승객 비상 대응 시스템, 최적 경로 생성 기술 등

- (중형) 승객 수, 도로 유형에 따라 단일 또는 다수 유닛(Unit)을 탄력적으로 운행하는 중형 수송 수단 및 서비스 핵심 기술 개발

* (예시) 승객 수요에 맞춰 유닛 수를 조정하여 탄력적으로 운행하는 방식

- 교통약자 특화 자율주행 대중교통 차량의 In-Vehicle 구조 개발

* 휠체어 탑승이 용이한 승하차 구조, 실내 공간 배치, 좌석 및 바닥 구조, 안전장치 등

○ 운행데이터 기반 자율주행 대중교통 AI 관제 및 원격제어 기술 개발

- 도시 인프라 데이터 통합 및 자율주행 대중교통 운행 환경 인지/판단 기술 개발

- 다중 모달리티* 데이터를 활용한 AI 통합 관제/운영 플랫폼*** 개발

* 로보택시, 자율주행 버스, 노선형 교통수단 등 통합제어 대상 정의, 안전성·정시성·효율성 등의 기준에 따라 운영 명령 우선순위 결정, 통합제어 및 운영, 수요-공급 밸런싱 및 자원 조율, AI 자율주행 운영 co-work Agent, 사이버보안 등

** 대중교통 특화 XAI(Explainable AI, 설명 가능한 인공지능) 적용 포함

- 대중교통 운영 시나리오 자동생성 및 디지털 트윈 시뮬레이션 기술 개발*

* 운영 시나리오 기반 Digital Twin 시뮬레이션 기술, City Intelligence 기반 정책 의사 결정 지원 기술, 도시·교통 데이터 분석 및 활용 기술 등

○ 자율주행 대중교통 차량 관리 전 과정(입고-검사-정비-청소-충전-출고) 로봇 Depot 시스템 개발

- 차량의 입고-검사-정비-청소-충전-출고 전 과정을 로봇이 수행하는 무인 관리 표준 워크플로우 및 핵심 기술 개발

* (입고, 검사, 정비) 차량이 운행 중 수집한 데이터를 시스템에 전송하고 시스템이 자동화 검사를 통해 정비가 필요한 부위를 미리 판단하여 로봇 무인 정비 수행

* (청소) 차량 바닥면에 미세한 흡입구를 설계하여 차고지 복귀 시 강한 음압을 통해 먼지 등 이물질을 제거하거나 로봇암을 통해 오염 물질 제거

* (충전) 바닥 매립형 충전 로봇과 차체 하부의 기기 도킹 방식 또는 별도의 로봇을 활용한 충전 방식 등을 통해 직접 고속 충전을 실시

* (출고) 운행 전 센서 캘리브레이션 및 통신 보안 무결성을 진단하고 운행 적합여부를 판단하여 통과한 차량에 대한 출고 허가

- Depot 내 로봇과 차량 관리 전 과정에서 발생하는 데이터 등에 대한 사이버 보안 기술 개발

* 암호화, 무결성 검증, 외부 침입·위·변조 방지 등

○ 대중교통 AME 체계 구현을 위한 인프라 고도화 기술 개발 및 실증

- 대중교통의 완전자율주행 체계로의 전환을 위한 인프라(정류장 등) 고도화 기술 개발

- 자율주행 중대형 버스, AI 관제 및 원격제어 기술, 자율주행 차량관리를 위한 로봇 Depot 시스템 등에 대한 기술 실증

- 자율주행 대중교통 체계 전환을 위한 운영 방식, 요금 체계, 보험, 인증 등 관련 법제도 및 표준화 연구

- 기존 운수사업자와의 상생 협력을 위한 비즈니스 모델 개발

4. 연구기획 내용

□ 1단계 : 기술개발 동향 분석, 기술 정의, 사업추진방향 정립

- (이슈 및 니즈 분석) 기술동향 및 환경변화 분석을 통해 미래이슈를 도출하고, 이슈 해결을 위한 기술적 니즈와 대안 제시
 - 국내외 기술, 시장, 정책, 환경 및 특허 동향 분석
 - * 주요국의 기술개발 정책 및 시장 분석
 - * 해외 기술개발 트렌드 및 미래 선도형 기술 분석
 - 국내외 연구개발 현황 및 국내 인프라(기업, 연구소, 대학 등) 현황 분석
 - 개발기술에 대한 국내 수요처 의견수렴 및 시장 요구사항 분석
- (기술의 정의 및 범위) 환경 및 동향 분석을 통한 도출된 미래이슈와 니즈를 기반으로 사업의 목적 및 개념, 기술 정의 및 연구개발 범위 제시
 - 도로 관련 기술 개념, 정의 및 범위를 기존 및 최신자료와 동향을 반영하여 검토하고 세분화하여 제시
 - 기존 기술수준, 현황 등에 대한 분석 결과를 기반으로 해당 연구개발 가능성에 대해 심층 검토
- (사업추진방향 정립) 과학기술부문 상위계획과 국토교통 관련 정부 정책과의 관련성 및 연계성을 분석하고, 미래이슈 및 니즈, 정부 정책과의 부합성 등을 토대로 이슈 해결을 위한 사업추진방향 및 기술대안의 타당성 제시

□ 2단계 : 연구개발 전략 수립, 연구개발내용 설정

- 연구개발 전략 수립 및 연구개발내용 설정
 - 비전 및 목표 제시를 통한 연구개발 전략 수립
 - 기술예측·수요·SWOT 분석 등을 통한 중점분야 도출 및 전략방향 정립
- 연구개발 후보과제 우선순위 도출
 - 중점 추진분야별 연구개발 후보과제 설정 및 우선순위 도출
 - 후보과제 도출 및 과제별 추진체계 설정
 - 연구개발의 시급성, 진보성, 파급효과 및 경제적 효과를 고려하여 과제를 도출하고, 과제간 연계 및 중복 여부 등 종합검토
 - 후보과제별 기술유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과유형(시제품, S/W, 기준·지침 등) 제시
- 연구개발 후보과제별 과제카드 작성

- 연구개발목표, 기술·산업·시장 동향, 기존 기술 활용방안, 연구개발 필요성, 주요 연구개발내용, 정부지원 타당성, 기술확보 전략, 과제규모, 최종성과물 및 활용방안 등
- 후보과제별 연구개발 유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과물 유형(시제품, S/W, 기준·지침, 정책제안, 표준제안 등), 시장경쟁력 확보방안, 실용화 방안, 목표 TRL 단계, 제도개선 사항 등 제시

□ 3단계 : 연구개발과제 기획

○ 연구개발목표 및 범위 설정

- 연구개발목표 설정(정량적·구체적 연구개발목표 설정)
- 연구개발범위 및 핵심과제 설정(아래의 연구범위에 대해서 실현 가능한 수준을 고려한 구체적 연구 범위 및 방법 등 설정)
 - * 기술개발의 정의 및 추진체계 수립

○ 세부과제(핵심 요소기술) 도출 및 연구개발내용 설정

- 세부과제 연차별·단계별 연구개발 로드맵 및 성과 로드맵 제시
 - 세부과제의 중요도를 평가하여 우선순위 선정(중요도 평가 시 정량적 평가 기준 제시)하고 이를 연구개발 로드맵에 반영
 - 핵심 요소기술별 유형, 기술성숙도(TRL) 및 핵심기술요소(CTE) 설정
 - 세부과제별 성과목표(정량적, 정성적)와 성과지표(필수지표 포함) 설정
- 과제구성에 따른 인력투입계획 및 소요예산 산정
 - 연차별·단계별 예산산출 근거를 구체적으로 제시하고, 소요예산 적정성 검토(정부투자규모 대비 민간투자규모 수준 제시)

○ 연구개발목표 달성을 위한 추진방안 수립

- 기존 기술·인프라 등의 활용 및 연계 방안 수립
 - * 기술 수요기관의 충분한 의견수렴을 통한 실용성 확보
 - * 국제공동연구 파트너와 국내 관련 기관 및 전문가 분석, 활용계획 포함(필요시)
- 컨소시엄 형태 등 최적 연구추진체계 제안
 - * 참여 주체별 역할과 전문영역을 고려한 바람직한 추진체계 제시

○ 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시

- 성과분석 및 검증방안 제시
 - * 핵심성과별 목표달성 여부를 판단할 수 있는 질적 성과점검(측정) 기준 및 측정방법 제시
- 제도·정책 활용, 현장적용, 시범사업 등 구체적인 실용화 방안 제시
- 해외시장 진출전략 제시

- 사전타당성 검토
 - (정책적 타당성) 국가 전략적 중요성, 상위계획과의 부합성, 연구개발 추진상의 위험요인과 대응방안 등에 대한 검토
 - (기술적 타당성) 기존 연구개발과의 중복성, 연구개발 계획의 우수성, 기술 수준 및 개발 성공 가능성 등에 대한 검토
 - (경제적 타당성) 경제성 분석, 경제·사회적 파급효과, 과학기술적 파급효과 등에 대한 검토
- 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정
 - 연구개발목표와 내용, 추진전략 등을 바탕으로 본 과제를 공모하기 위한 RFP 작성
 - 단계별 평가를 위한 성과목표·지표·마일스톤의 설정, 평가방법 및 기준 설정
 - * 연구개발목표 및 내용을 고려하여, 선정·단계·최종평가를 위한 평가지표 제시
- 「제4차 국가연구개발 성과평가 기본계획('21~'25)」에 따른 사업평가를 위해 '전략계획서' 작성
 - 사업 기획의도-수행내용-성과 간 연계성 확보를 위해 도출된 예산규모에 따라 사업 기획내용을 반영하여 작성(별도 서식)

□ 주요 산출물

- 기획연구보고서(과제 제안요청서 포함)
- 전략계획서

□ 보고서 제출

- 중간보고서 : 전문기관 요청시 단계별 제출
- 최종보고서 : 협약 종료 후 60일 이내

5. 연구기획 추진방법

- 국내외 동향조사, 사업 추진전략 및 추진체계, 중점지원분야 도출 등을 위하여 산업계, 학계, 연구기관, 공공기관 등 다양한 기술분야별 전문가 중심으로 구성된 총괄기획위원회, 기술분과위원회 및 자문위원회를 구성하여야 함
 - * 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 본 사업 연구성과의 실용화 제고를 위해 기술수요처 전문가 포함
 - 수요처 의견수렴 체계 마련 및 필수 협조기관 운영·활용 계획 포함

※ 해외 타분야 정책 및 기술동향 분석을 위한 전문기관 또는 전문가 참여

- 폭넓은 의견수렴 및 사업참여 의향 확인을 위해 유관기관 간담회, 토론회, 공청회 등 실시계획 반영
- 사전 타당성 검토결과와 객관성 확보를 위해 외부전문가(경제, 기술가치평가, 정책 등)를 통한 검증 필요
- 특허 및 논문 정보 등은 ‘국토교통 R&D포털(www.kaia.re.kr)’, ‘한국특허정보원(www.kipris.or.kr)’을 이용하여 객관적 분석 실시

6. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 연구개발기간 : 2026. 5. ~ 2027. 5(12개월)
- 총 정부지원연구개발비 : 150백만원
- ※ 과제특성상(기획연구) 정부출연금율 총 연구개발비의 100%까지 지원 가능

7. 기 타

- 본 공모과제의 보안등급은 “일반과제”임
- 본 공모과제는 실용화 및 기술료 납부 대상과제가 아님
- 기획과정 중 착수보고회, 검토회의, 기획현황보고 수시 실시
- 연구신청자는 참여기관 수 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구의 효율성을 도모할 것
- 기획연구 착수 후 1개월 이내에 사업의 정의, 정부지원 필요성 등 추진방향, 기획전략 등을 구체화하여 착수보고회 개최
- 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 연구 수행 중 전문기관과 협의를 거쳐, 대·내외 환경 변화 등을 고려한 기획 내용 변경 가능

1. 연구기획 목표

- 물류산업 현장의 직접적인 문제 해결을 위한 물류 AX기술을 개발하고 현장에 즉시 실·검증하여 시장에 빠르게 상용화·확산을 지원하는 사업 기획
 - (초기개발형) 현장 요구 기반의 신기술 개발, 실·검증 및 현장 적용
 - (고도화/튜닝형) 일정수준 이상의 핵심기술을 현장에 적용·실증하여 튜닝·연동 개선을 통해 즉시 현장 투입 가능 수준으로 기술 고도화 및 검증

2. 연구기획 필요성 및 동향

□ 필요성

- 글로벌 공급망 재편, 이커머스 확산, 다품종·소량 생산 확대 등 산업환경 변화로 물류 현장의 복잡성과 운영 난이도는 지속적으로 증가하고 있으나, 기존 인력 중심의 아날로그 방식 운영만으로는 안정적 운영과 생산성·효율성 향상에 한계가 존재
 - 이커머스 확산에 따른 고객 맞춤형 서비스 수요 증가로 물류망의 복잡성이 지속적으로 확대
 - 물류 현장은 인력 노동 의존도가 높아 고강도·반복 작업, 교대·야간 운영 등 근로 환경 부담과 안전 리스크가 상존
 - 고령화 등 인력 구조 변화로 신규 인력 유입은 감소하는 반면 숙련 인력 이탈이 지속되며 인력 수급 불안정 심화
- 글로벌 물류산업은 AI·자동화·로보틱스 등 첨단기술 도입을 통해 생산성과 효율성 향상을 추진하고 있으나, 국내 물류기술 기업은 물류 도메인 지식과 현장 실증 경험 부족으로 현장 맞춤형 기술개발에 한계 존재
 - 글로벌 선도기업들은 다양한 산업 분야에서 자동화, 로봇, AI 기술을 적극 도입하여 생산성 및 운영 효율성을 제고하며 경쟁력을 강화
 - 반면 AI·자동화·로보틱스 기술기업은 물류 현장에 대한 도메인 지식과 실증 경험이 부족하여 실제 물류 현장의 환경과 요구를 반영한 기술·제품 개발 및 공급에 어려움 존재
 - 기술 수요처 또한 국내 물류 설비·장비·시스템 생태계가 미흡하여 최신 기술 동향 파악 및 기술기업 접근성이 낮고, 이로 인해 외산 장비 의존과 혁신기술 도입이 지연되는 상황
- 국내 물류기업의 상당수가 중소기업 중심 구조로 구성되어 있어 AI 도입을 위한

투자과 전문 인력 확보 측면에서 한계가 존재하며, 문제 해결을 위한 AI 자체 개발 역량도 부족

- 물류기업은 영세 중소기업 비중이 높아 AI 도입을 위한 투자 여력과 기술 확보 역량이 제한적
- 데이터 구축, 시스템 도입, 전문 인력 확보 등 AI 활용을 위한 초기 투자 비용 부담으로 AI 전환 추진에 어려움 존재

○ 이에 기술기업과 수요기업 간 협력을 통해 물류 현장의 실제 문제를 기반으로 기술 수요를 발굴하고, 기술기업의 부족한 물류 도메인 지식을 보완하여 맞춤형 기술 개발 및 실증을 추진함으로써 물류산업 AI 전환 촉진 필요

- 물류 현장의 실제 문제를 기반으로 기술을 개발·실증함으로써 기술기업은 현장 확산성이 높은 기술·제품 개발 역량과 레퍼런스를 확보하고, 수요기업은 현장 문제 해결 기술을 내재화할 수 있도록 하는 협업 기반의 현장 실증형 R&D 지원 필요

□ 국내외 정책 및 연구동향

○ 우리 정부는 AI의 활용 촉진을 위해 2025년 세계 최초로 ‘인공지능 발전과 신뢰 기반 조성 등에 관한 기본법(이하 인공지능기본법)’을 전면 시행

○ 글로벌 주요 국가들은 산업 내 AI 활용촉진을 통한 미래 기술경쟁력 강화를 도모하기 위해, 국가차원의 AI 전환 전략 수립 및 투자 추진

- (미국) ‘AI 이니셔티브 행정명령’(2019)에서 민간 투자 가능성이 낮은 AI R&D 분야를 중심으로 국가 R&D 추진
- (EU) ‘AI Act’ 발표(2024)로 세계 최초 AI 규제법을 제정하며, 글로벌 표준 제시 등 AI 주도권 확보 노력
- (중국) ‘14차 5개년 계획’(2021)에서 AI를 국가핵심기술로 지정하고 선도기업 육성에 대규모 투자 등 국가 차원의 AI 전략 추진
- (한국) ‘산업 인공지능(AI) 확산을 위한 10대 과제’를 발표(2025)하였고, ‘AI 3대 강국’을 진짜성장의 비전으로 제시

○ 최근 산업현장의 실제 문제 해결을 위해 수요기업-기술기업 매칭 기반의 현장 실증형 기술개발 지원 프로그램을 운영 중

- (영국) 중소기업 등 물류 혁신기술을 실제 환경에서 검증·상용화하기 위한 공모·매칭형 실증 프로그램 운영

* Freight Innovation Fund Accelerator사업을 통해 물류센터, 운송사, 공항만 등 실제 물류 인프라를 테스트베드로 제공하고, 산업 파트너와 중소기업들을 정부·전문기관이 매칭하여 재정지원부터 실증 설계, 성과 평가, 사업화·투자 전략, 규제 대응까지 전주기 지원

- * ① 1단계-세부실증계획 수립: 2025년 기준 15개 기업 선정하여 £20,000(약 3천만 원) 지급
- * ② 2단계-사전 상용화 Pilot & Trial 계약을 통해 실증 진행 : 10개 기업 선정하여 실제 물류 환경에서 기술을 시험하도록 공식적으로 실증비용 지원(최대 £130,000(약 2억 2천만 원))
- (한국) 우리 정부도 제조 분야의 산업AI 솔루션 실증·확산 지원사업 등 수요처-기술기업 매칭형 기술개발 지원사업, 바우처 지원사업 등을 추진 중
- * (산업AI 솔루션 실증·확산 지원사업) 제조분야 수요기업-공급기업 컨소시엄을 구성하여 현장 문제 정의부터 데이터 구축, AI 솔루션 개발·실증까지 지원하는 현장중심 공모형 프로그램
- * (과기부) AI 통합 바우처 지원사업을 통해 AI 제품·서비스(이하 'AI 솔루션') 적용이 필요한 수요 기업에게 바우처를 지급하고, 수요기업은 바우처를 활용하여 원하는 AI 솔루션 기업 (이하 '공급기업')으로부터 구매·활용함으로써 디지털 전환 촉진

○ 국내 물류·제조기업은 타 기업과 기술 협업을 통해 AI 활용 가속화

- BGF로지스는 로보티즈와 MOU 체결로 'AI 워커'를 개발 및 투입하여 기술 실증 및 사업성 검증 중
- 포스코그룹은 美 휴머노이드 로봇기업 페르소나 AI와 MOU 체결로 피지컬 AI를 도입하여 철강제품 물류관리에 검증 추진 중
- 벽산그룹은 멀티웨이로보틱스와 협업을 통해 AI기반 자율주행 무인지게차와 창고관리시스템(WMS; Warehouse Management System), 관제·배차시스템(RCS; Robot Control System) 통합 기술을 도입하여 드라이브인 랙 자동화 솔루션 구현

3. 연구기획 범위

□ 물류 AX기술 개발·실증 지원 필요성 및 기술 수요 발굴

- 물류산업 AI 전환 관련 정책, 시장 및 기술 동향 분석
- 타부처 프로그램형 사업 지원현황 조사·분석
- 기술 개발 및 실증 지원을 위한 물류기업 기술 수요조사
- 도출된 이슈 및 기술수요 기반 사업 추진 필요성 도출

□ 물류 AX기술 개발·실증 지원대상 분야 우선순위 및 지원 유형 도출

- 기술 수준(TRL 등)에 따른 지원 트랙 설계
 - 초기개발형 및 고도화/튜닝형 등 지원 유형 정의
- 기술수요 기반 물류 AX기술 개발 및 실증 지원대상 분야 설정
 - 기술 개발 및 실증 지원 분야는 운송, 물류센터, 안전, 자원관리 등 다양한 영역을 고려하며, AI 기반 최적화, 자동화, 데이터 플랫폼 등 기술 적용 분야를 포함

<기술 개발 및 실증 지원 분야 설정 예시>

(분야1) AI 기반 운송·운영 최적화 기술
 (분야2) 물류 현장 자동화·로보틱스 기술
 (분야3) 실시간 가시화 및 관제·디지털트윈 기술
 (분야4) 안전·운전자·현장 작업 지원 기술
 (분야5) 물류 자산·인프라 관리 및 운영 효율화 기술
 (분야6) 친환경·에너지·탄소저감 물류 기술
 (분야7) 데이터 기반 물류 플랫폼 및 AI 학습 인프라

○ 기술 개발 및 실증 지원 분야별 사업 추진 방향 설정

- 산업 파급효과, 실증 가능성, 데이터 확보 가능성 등을 고려한 기술 개발 및 실증 분야별 사업 추진 전략 수립

□ 수요-공급 매칭 기반 물류 AX기술 개발 및 실증 지원 프로그램 설계

○ 물류 관련 기업(수요자)-기술기업(공급자) 매칭 구조 설계

- 수요기업의 현장 문제 정의, 기술기업의 해결기술 제안, 공동 실증 수행을 위한 컨소시엄 구성 및 운영 방식 설계
- * 사전 컨소시엄 구성형, 문제 기반 공모형 등 다양한 방식 검토
- * 1:1 (단일 수요-기술 매칭), 1:N (단일 문제-다수 기술 경쟁), N:N(복합문제-복합 기술 융합) 등 협력 유형 정의

○ 적정 예산 규모 및 지원 유형별 세부 지원 체계 도출

- 전체 예산, 지원대상, TRL 수준, 지원기간, 과제당 규모, 총 과제 수 등 프로그램 구성 요소 설계

□ 프로그램형 사업 기획에 따른 기대효과

- 정책적·기술적·경제적 기대효과 제시

□ 물류 AX기술 개발 및 실증 지원 프로그램 사업 관리지침 개발

4. 연구기획 내용

□ 1단계: 프로그램 사업의 필요성 및 기술수요 도출

○ 물류산업 AI 기술개발 동향 및 기술수요 조사 실시

- AI(Agentic AI, Physical AI 등 포함), 데이터, 자동화 등 물류 AX 핵심 기술 트렌드 및 정책, 활용 수준, 활용 효과, 지원체계 등 조사
- 물류 현장에서 AI 기술 기반 해결이 필요한 문제점, 기술 수요 및 정책 니즈 분석
- * 물류기업, 기술기업, 전문가 인터뷰 및 의견수렴을 통해 주요 기술 수요 및 정책 요구사항 도출

- 타부처(과기부, 산업부, 중기부 등) 및 타분야의 유사 지원사업 조사·분석
 - 벤치마킹 포인트 및 본 기획연구의 차별성, 지원모델 등 도출
- 도출된 이슈 및 수요를 기반으로 사업의 개념 및 추진 필요성·당위성 도출

□ 2단계 : 프로그램형 사업 추진 방안 수립 및 지원 유형 도출

- 사업추진전략 수립
 - 기술개발 동향 및 기술수요 조사 결과를 반영한 본 기획연구의 비전, 목표 등을 설정하고 사업 추진 세부전략 수립
 - 정부지원타당성 및 적정예산, 지원 규모(연차별 지원 과제수, 과제별 적정 연구비/연구기간 등) 도출
 - 지원내용, 추진 절차, 사업관리, 성과물 활용방안 등 사업 세부 전략을 담은 사업 전체 로드맵 도출
- 사업 추진방안 정립
 - 과학기술부문 상위계획과 국토교통 관련 정부 정책과의 관련성 및 연계성을 분석하고, 미래이슈 및 니즈, 정부 정책과의 부합성 등을 토대로 이슈 해결을 위한 사업추진 방향 및 기술대안의 타당성 제시
- 물류 AX기술 개발·실증 지원대상 기술 분야 및 단계별 지원 등 유형 도출

□ 3단계 : 과제카드 및 전략계획서 작성

- 기술개발·실증 지원 분야별 과제카드 작성 및 분류
 - 지원 필요성, 주요 기술개발 및 실증 내용, 과제규모(예산/기간), 지원 내용, 관리체계, 최종성과물 및 활용방안 등 세부 추진방안 작성
 - 후보군 유형별 분류 및 범주 구성으로 과제 지원 분야 설정
- 「제4차 국가연구개발 성과평가 기본계획('21~'25)」에 따른 사업평가를 위해 '전략계획서' 작성
 - 사업 기획의도-수행내용-성과 간 연계성 확보를 위해 도출된 예산규모에 따라 사업 기획내용을 반영하여 작성(별도 서식)
 - * 연구개발기간 종료 전 「제5차 국가연구개발 성과평가 기본계획('26~'30)」 발간시 해당 기준 준용

□ 4단계 : 프로그램 사업 관리지침 개발

- 사업 운영 및 관리를 위한 지침 도출
 - 사업추진체계, 사업계획 수립, 사업의 공고 및 선정평가, 보고 및 평가 등의

□ 주요 산출물

- 기획연구보고서
- 전략계획서 및 사업설명서
- 과제카드
- 프로그램 사업 관리지침
- 기획 관련 자료 등

□ 보고서 제출

- 중간보고서 : 전문기관 요청시 단계별 제출
- 최종보고서 : 협약 종료 후 60일 이내

5. 연구기획 추진방법

- 국내외 동향조사, 사업 추진전략 및 추진체계, 중점지원분야 도출 등을 위하여 산업계, 학계, 연구기관, 공공기관 등 다양한 기술분야별 전문가 중심으로 구성된 기술분과위원회 및 자문위원회를 구성하여야 함
 - * 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 본 사업 연구성과의 실용화 제고를 위해 기술수요처 전문가 포함
 - 수요처 의견수렴 체계 마련 및 필수 협조기관 운영·활용 계획 포함
 - ※ 해외 타분야 정책 및 기술동향 분석을 위한 전문기관 또는 전문가 참여
- 폭넓은 의견수렴 및 사업참여 의향 확인을 위해 유관기관 간담회, 토론회, 공청회 등 실시계획 반영
 - 물류기업, 기술기업, 공공기관, 연구기관 등을 대상으로 사업 수요, 참여 가능성, 기대효과 및 제도 개선사항 등을 조사·분석
 - 사업의 지원대상, 지원분야, 추진방식, 성과확산 체계 등에 대해 이해관계자 의견을 수렴하여 사업 설계의 수용성과 실행 가능성 확보
- 사전 타당성 검토결과와 객관성 확보를 위해 외부전문가(경제, 기술가치평가, 정책 등)를 통한 검증 필요

- 정책, 물류, AI·자동화, 기술사업화, 재정·회계 등 분야별 전문가를 활용하여 기획 결과의 적정성 및 타당성을 검증
- 필요시 사업 규모, 지원단가, 예산구조 등의 적정성 검토를 위해 재정·회계 전문가가 참여하는 검토체계를 운영
- 특허 및 논문 정보 등은 ‘국토교통 R&D포털(www.kaia.re.kr)’, ‘한국특허정보원(www.kipris.or.kr)’을 이용하여 객관적 분석 실시

6. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 연구개발기간 : 2026.05. ~ 2027.03.(10개월)
- 총 정부지원연구개발비 : 90백만원
- ※ 과제특성상(기획연구) 정부출연금을 총 연구개발비의 100%까지 지원 가능

7. 기 타

- 본 공모과제의 보안등급은 “일반과제”임
- 본 공모과제는 실용화 및 기술료 납부 대상과제가 아님
- 기획과정 중 착수보고회, 검토회의, 기획현황보고 수시 실시
- 연구신청자는 참여기관 수 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구의 효율성을 도모할 것
- 기획연구 착수 후 1개월 이내에 사업의 정의, 정부지원 필요성 등 추진방향, 기획전략 등을 구체화하여 착수보고회 개최
- 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 연구 수행 중 전문기관과 협의를 거쳐, 대·내외 환경 변화 등을 고려한 기획 내용 변경 가능

1. 연구기획 목표

- 물류센터(풀필먼트센터 등)에서 말단배송기사 단위의 화물 자동화 처리를 통해 생산성, 효율성 및 작업자 안전성을 제고하기 위한 기술개발 기획
 - (포장 효율화) 사람 및 AI 적용 로봇 등과의 협업을 기반으로 말단배송기사 단위의 적재 최적화를 위한 포장 표준 및 모듈 개발
 - (적재 최적화 및 자동화) 물류센터(풀필먼트센터 등) 내 말단배송용 화물을 자동 분류하고 인간 및 작업자 대체용 로봇이 혼재된 작업환경에서 적재 최적화

2. 연구기획 필요성 및 동향

□ 필요성

- 이커머스 시장의 배송 속도경쟁 및 물동량 급증으로 생활물류 종사자의 과로사 및 열악한 근로여건이 사회적 문제로 대두
 - 이커머스 기반 택배물량 증가 대비 처리 시간은 오히려 줄어 노동강도 크게 증가
 - * 연간 택배 물동량 `19년(약 28억개) 이후 `24년 약 59억개로 연평균 16.2% 증가
 - * 이커머스 플랫폼의 수익증대를 위한 주문 마감시간 연기(과거 18시~20시→최근 23시~24시) 및 새벽배송 배송완료 마감시간(오전 7시~9시) 설정 등 배송을 위한 리드타임(lead time) 크게 축소
 - 택배 종사자 과로사, 택배 분류 작업자 급성심근경색 사망, 새벽배송 노동자 과로사 등 택배 및 풀필먼트 관련 과로사 사고 지속
- 2021년 1·2차 사회적 합의를 통해 택배 배송기사의 분류업무 배제를 추진하였으나, 서비스 경쟁 압박과 별도 분류인력 확보 어려움으로 현장 이행을 저조
 - 배송기사 분류작업 배제 후 별도의 분류인력을 확보해야 하나 적은 수입, 고된 노동여건 등 구인 어려움으로 상당수가 배송기사에게 분류작업 추가 수수료 지급 중
- 간선차량에서부터 말단 배송기사 단위로 화물을 분류·적재함으로써 배송기사 작업환경 개선 필요
 - 이형 화물이 많은 물류센터(풀필먼트센터 등) 특성상 적재 작업 자동화 상용 장비가 전무한 상황이며, 개발 난이도가 높아 정부 투자 필요
 - * 제조업 등 정형화된 규격화물(유닛로드)의 차량 적재 작업은 로봇팔을 활용한 상차 자동화 장비가 다수 존재(보스턴다이내믹스, 피클 등)
 - * 풀필먼트 센터 내 이송 및 랙 적재 작업은 AMR, AS/RS 등 자동화 장비 개발·도입이 많은 편이나 화물의 차량 적재 자동화 기술 부재

- 물류센터(풀필먼트센터 등)의 차량적재 자동화 기술은 불규칙 형상을 인식하고 다양한 소재를 안정적으로 집어서 차량 적재함이라는 한정된 공간에서 작업을 해야 하므로 계산 및 제어가 복잡하고 개발 난이도가 높음
 - * 차량 적재 자동화 기술 활용을 위해서는 화물의 최적 배치·순서 등의 적재 계획이 적재 이전 단계에서 완료되어야 하므로, 화물 분류단계에서 체적·형상을 자동 인식하고 적재 알고리즘과 연계할 수 있는 개발 필요
- 더욱이 택배·풀필먼트 센터의 분류, 차량 적재 작업은 대표적인 인력중심 작업으로 고령화, 저출산 등으로 인한 인력부족 문제가 심각해 질 전망으로, 노동강도가 높고 인력 의존적인 분류·상차 작업의 자동화/반자동화를 통해 인력부족 문제 대응 및 노동여건 개선 필요
 - * 인력부족률('24) : 운수창고업(5.4%) > 제조업(3.5%) > 도소매업(2.8%)
 - * 고령화와 인구감소 문제를 심각하게 겪고 있는 일본의 경우 2024년 물류분야 인력 부족으로 인해 이미 물류 효율화법 제정 및 효율화 사업 적극 추진 중

□ 정책동향

[국내 정책동향]

- 현 정부는 123대 국정과제 중 “75. 일하는 모든 사람이 건강하고 안전한 나라”, “93. 차별과 배제 없는 일터” 포함
 - 택배종사자 과로사 방지 등 취약노동자 보호 강화 정책 기조
- 국토부는 「생활물류서비스산업 발전기본계획('22~'26)」을 통해서 산업재해 사망만인율 56.5% 감소 정책목표를 설정하고, ‘안심하고 일할 수 있는 근로여건 조성’을 핵심 전략으로 추진 중
 - 세부과제로 단순 반복적인 상하차작업의 자동화 기술개발 추진을 목표로 하였으나 미추진된 상황
- 쿠팡, 쉐리 등 풀필먼트 운영 기업까지 포함한 택배 사회적 대화기구*를 통해 택배기사 분류업무 배제 현황 점검 및 이행을 제고 방안을 비롯한 심야·새벽 배송 근로환경 개선방안 등 논의 중
 - * 국토부, 노동부, 택배사, 노조, 소비자 단체 등 참여하는 3차 택배 사회적 대화기구 구성('25.9)
- 야간·택배 작업 등을 과로사 고위험군 특수형태근로종사자로 분류하고 이들에 대한 건강진단 의무 도입, 생활물류기업과 함께 ‘과로방지 대책위’ 조직 등 근로여건 개선 노력 중
 - * 택배·물류업체와 협회, 노동부 등 과로방지 대책위 구성('25.9)

[국외 정책동향]

- (일본) 이커머스 확대와 물류 인력난 심화에 대응하여, 단순히 운송량 확대가 아니라 배송기사·트럭운전자의 대기시간, 상·하차 부담, 장시간 노동을 줄이는 방향으로

정책을 전환

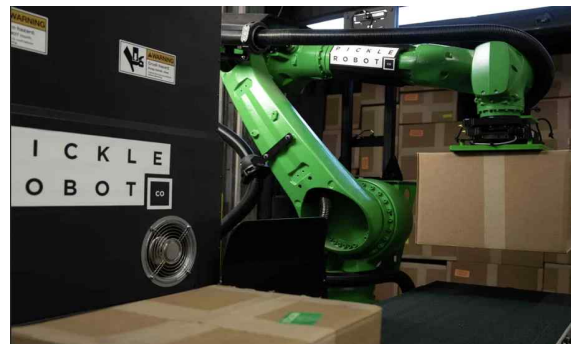
- ‘물류 2024년 문제’ 대응의 일환으로 2024년 4월부터 트럭운전자의 연간 시간외근로 상한을 960시간으로 적용하였고, 정부는 2023년 ‘물류혁신 긴급 패키지’를 통해 물류 효율화·생산성 향상과 DX 확산을 병행 추진 중
- 국토교통성은 디지털 운행기록계 보급 확대, 대기시간·비효율 운행 축소 등 데이터 기반 운행관리 고도화를 물류혁신의 핵심 수단으로 제시

□ 국내외 연구동향

- 최근 제조업을 중심으로 작업자인 인간의 가치를 중심에 두고 기술을 적용하는 인간중심 작업환경(Human-Centered Work Environment)이 확산 중
 - 작업자의 안전성 및 작업 효율성을 동시 확보하기 위한 자동화·지능화 기술 개발 연구가 활발하게 추진
- 물류센터 내 상차(loading), 하차(unloading) 작업은 주요 병목지점으로 화물의 고속·대량 처리를 위한 자동화 기술개발 다수 진행 중
 - 로봇팔을 활용한 박스 단위 유닛로드(Unit-Load) 화물 자동 상하차 로봇 존재하나, 다양한 규격과 포장 방식이 공존하는 풀필먼트센터에서 활용하기에는 아직 기술적 한계 존재
 - * 다양한 규격의 화물 인식 및 다양한 포장 형태를 고려한 집품 기술 및 현장의 빠른 작업 속도 대응 부족



〈보스톤다이나믹스社 ‘스트레치 로봇’ DHL 도입〉

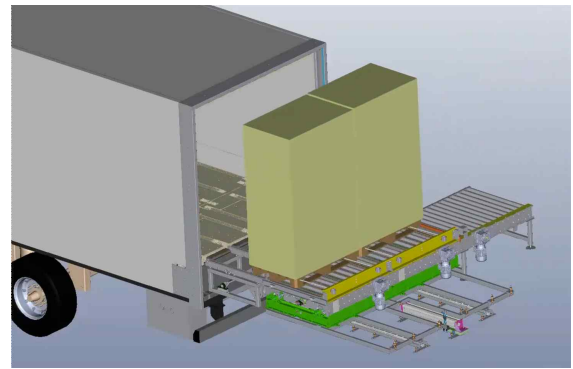


〈피클 로봇 컴퍼니社 하역로봇(Pickle Robot)〉

- 사전에 대량 화물을 하나의 패키지로 적재·구성하여 차량에 일괄적재하는 기술(formed load push)이 개발되고 있으나, 비닐봉투 등 연성포장 화물이 혼재되어있는 풀필먼트센터 현장에 적용하기에는 별도의 처리가 필요하여 개선 필요



〈ACTIW社 LoadMatic〉



〈A.Technics Engineering社 ATLS〉

- 물류센터 내 자동화가 어려운 판단이 필요한 공정에 적용하기 위한 휴머노이드 로봇 기술 개발 및 실증 진행 중
 - 상황에 따라 판단이 필요한 피킹·포장·출고 공정은 여전히 사람에 의존적으로, 사람처럼 보고 판단하며, 손과 몸을 활용해 작업할 수 있는 로봇을 투입하여 기존 자동화 한계 극복
 - * CJ대한통운은 휴머노이드 로봇의 두뇌 역할을 하는 '물류용 로봇 파운데이션 모델(RFM)' 개발, 현장 실증 및 상용화 추진
 - * 롯데글로벌로지스는 이족보행 AI 휴머노이드 로봇 실증 연구 진행 중



〈CJ대한통운社 AI 휴머노이드 로봇〉



〈롯데글로벌로지스社 AI 이족보행 휴머노이드 로봇〉

- 글로벌 이커머스 기업 중심으로 적재효율과 포장재 절감을 동시에 달성하는 fit-to-size(주문 맞춤형) 포장 자동화를 확대 중
 - 센서로 상품 치수를 측정해 실시간으로 맞춤형 상자와 종이봉투를 제작하는 방식으로 포장재 사용량과 빈 공간을 줄이고 차량 적재 효율 제고
 - * Amazon은 유럽 전역 풀필먼트 센터에 수백 대 규모의 자동 포장 설비 도입계획 발표('25)
- 해외 물류장비·포장업체들이 표준화된 운송용기, 롤케이지, 자동창고용 빈(bin) 을 자동화 시스템의 일부로 설계하는 추세가 뚜렷
 - 해외에서는 “용기 표준화”가 로봇·컨베이어·AS/RS·차량 적재까지 연결되는 자동화 인터페이스의 일부로 추진 중
 - * Wanzl의 parcel/package roll cage는 개방형·폐쇄형, 견인열차 연계, 중첩보관이 가능한 모듈형 구조를 제공
 - * AutoStore는 표준 Bin 체계를 통해 고밀도 자동보관·이송의 기준 단위를 표준화

- 본 과제에서도 박스 묶음, 토트, 롤테이너 등 운송용 포장을 단순 보조수단이 아니라 분류-보관-이송-적재 자동화 전체를 잇는 표준 유닛로드 체계로 정의하여 접근 필요

3. 연구기획 범위

※ 기술적 범위의 기술 분야는 예시이며, 이슈 및 니즈분석 등을 통해 R&D 추진을 위한 분야, 기술은 변경될 수 있음

□ 기술의 범위

- (구성기술 1) 영상인식 기반 화물 체적·형상 고속 자동 산정 및 말단 배송기사 단위 적재 최적화 기술
 - 영상인식 기반 실시간 화물 체적·형상 자동 산정 기술
 - * 정지 없는 컨베이어 환경에서 실시간 체적 계산
 - * 컨베이어 상 화물의 비정형, 찌그러짐, 부분 가림, 테이핑 상태에서도 안정적 인식가능한 기술 (돌출·변형 보정 알고리즘 등)
 - 고속 바코드 인식 및 화물 체적·형상 정보 연계 기술
 - 말단 배송기사 단위 화물 자동 그룹핑 및 적재 최적화 기술
 - 연속 흐름 추적 안정화 기술
- (구성기술 2) 말단 배송기사 단위 적재를 고려한 트럭 적재 효율 극대화 포장 기술
 - 적재 효율 중심 운송용 포장 및 배송용 포장 설계 및 표준 개발
 - 표준형 운송용 포장 및 배송용 포장 개발
- (구성기술 3) 사람-로봇 혼합 환경을 고려한 간선차량 적재 최적화 안내·지원 및 자동/반자동 안전 적재 시스템 기술
 - 수작업 상차 작업자 지원용 시각·공간 안내 H/W 및 인터페이스 기술
 - 물류 AI 휴머노이드 학습용 데이터 및 데이터 파운데이션 모델
 - 자동·반자동 상차 로봇 개발 및 사람-로봇 협업을 위한 제어·검증 기술

□ 사업 전략

- 정책·시장·기술 환경 분석 기반 실제 물류 현장에 적용 가능한 문제 해결형 기술 기획 사업 추진 방향 설정
 - 물류센터(풀필먼트센터 등) 분류 및 차량 적재 공정 자동화 현황 및 수요 분석
 - 택배사, 자동화 장비기업 등 산업 현장의 기술 요구사항 반영
 - 현장 적용성 중심 연구개발 방향 설정
 - 작업자와 자동화 장비 공동 작업, 완전 자동화 등 산업 환경 변화 단계별 기술 기획

○ 산학연 협력 기반 기술개발 추진 전략 수립

- 물류기업 및 택배기업: 기술 수요 및 실증 환경 제공
- 물류자동화 기업 및 로봇 기업: 핵심 기술 개발
- 대학 및 연구기관: AI·로봇·비전 등 기술 연구, 정책 연계

○ 물류자동화 산업 생태계를 확대하고 글로벌 경쟁력을 확보하기 위한 전략 수립

- 물류센터(풀필먼트센터 등) 자동화 관련 표준 및 기술 가이드라인 마련
- 글로벌 물류 자동화 시장 진출을 고려한 기술개발 전략 수립

○ 정책 연계형 국가 R&D 추진 전략 수립

- 생활물류서비스 산업 발전 정책, 산업안전 및 노동환경 개선 정책 등 국가 정책 연계형 기술개발 계획 및 목표 설정

4. 연구기획 내용

□ 사업개요 및 기획내용

- 물류센터(풀필먼트센터 등) 분류 단계에서 화물의 체적·형상을 자동인식한 후 말단 배송기사 단위로 분류된 상태로 적재할 수 있도록 적재 위치·순서 등을 계산하여, 이를 적재 작업자 또는 로봇에 정보를 전달하고, 적재효율이 높은 운송용기를 활용하여 안전하게 적재가 이루어질 수 있도록 하는 기술
- 개발기술의 현장 적용 시 단기적으로는 사람과 로봇이 혼재된 환경에서 작업이 이루어질 것을 고려하여 최적 적재 정보를 사람에게 전달할 수 있고, 사람-로봇 혼합 환경을 관리·제어 할 수 있는 기술 포함

□ 1단계 : 기술개발 동향 조사 실시, 기술 정의, 사업추진방향 정립

- (이슈 및 니즈 분석) 다규격·비정형이면서 다양한 소재가 활용되는 생활물류 화물 분류, 포장, 적재 기술 관련 글로벌 기술동향, 환경변화 분석을 통해 미래 이슈를 도출하고, 이슈해결을 위한 기술적 니즈와 대안 제시
- 국·내외 시장, 정책, 기술, 환경 및 특허 동향 분석
 - * 주요국의 기술개발 정책 및 시장 분석
 - * 다규격·비정형이면서 다양한 소재가 활용되는 생활물류 화물 분류, 포장, 적재 기술 관련 연구개발 성과를 분석, 시사점을 도출하여 본 과제와의 차별화 및 연계방안 제시
 - * 해외 및 민간의 기술개발 트렌드, 미래 선도형 기술 분석
- 국내외 기술개발 현황 및 국내 인프라(기업, 연구소, 대학, 인력 등) 현황 분석
- 개발기술에 대한 국내 수요처 의견수렴 및 시장 요구사항 분석
 - * 국내외 정책, 시장, 기술 분석을 바탕으로 기본적인 사업의 방향과 체계 등을 설계
- (기술의 정의 및 범위) 환경 및 동향 분석을 통해 도출된 미래이슈와 니즈를 기반으로 사업의 목적 및 개념, 기술정의 및 기술개발 범위 제시

- 물류센터(풀필먼트센터 등)의 분류·적재 효율화 및 자동화 기술에 대한 개념, 정의 및 범위를 기존 및 최신자료와 동향을 반영하여 검토하고 세분화하여 제시
- 기존 기술수준 및 현황 등의 분석결과를 기반으로 해당 기술개발 가능성에 대해 심층 검토
- (사업추진방향 정립) 과학기술부문 상위계획과 정부 정책과의 관련성 및 연계성을 분석하고, 미래이슈 및 니즈, 정부정책과의 부합성 등을 토대로 이슈 해결을 위한 사업 추진방향 및 기술대안의 타당성 제시

□ 2단계 : 연구개발 전략 수립 및 연구개발내용 설정

- 연구개발 전략 수립 및 연구개발내용 설정
 - 비전 및 목표 제시를 통한 연구개발 전략 수립
 - 기술예측·수요·SWOT 분석 등을 통한 중점분야 도출 및 전략방향 정립
- 연구개발 후보과제 우선순위 도출
 - 중점 추진분야별 연구개발 후보과제 설정 및 우선순위 도출
 - 후보과제별 추진체계 설정
 - 기술개발의 시급성, 진보성, 파급효과 및 경제적 효과를 고려하여 과제를 도출하고, 과제 간 연계 및 중복 여부 등 종합 검토
 - 후보과제별 기술유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과유형(시제품, S/W, 기준·지침 등) 제시
- 연구개발 후보과제별 과제카드 작성
 - 연구개발 목표, 기술개발 및 산업/시장동향, 기존기술 활용방안, 기술개발 필요성, 연구내용, 정부지원 타당성, 기술 확보전략, 과제규모, 최종성과물 및 활용방안 등
 - 후보과제별 연구유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과물유형(시제품, S/W, 기준·지침, 정책제안, 표준제안 등), 시장경쟁력 확보방안, 실용화방안, 목표TRL 단계, 제도개선 사항 등 제시

□ 3단계 : 연구개발과제 기획

- 연구개발목표 및 범위 설정
 - 목표 및 연구범위 설정(정량적이고 구체적인 목표 설정)
 - 연구범위 및 핵심과제 설정(실현가능한 수준의 구체적 연구 범위 및 방법 설정)
 - * 기술개발의 정의 및 추진체계 수립
- 세부과제(핵심 요소기술) 도출 및 연구내용 설정
 - 세부과제 연차별·단계별 기술개발 로드맵 및 성과 로드맵 제시

- 세부과제의 중요도를 평가하여 우선순위 선정(중요도 평가 시 정량적 평가 기준 제시)하고 이를 기술개발 로드맵 반영
- 핵심 요소기술별 유형, 기술성숙도(TRL) 및 핵심기술요소(CTE) 설정
- 세부과제별 성과목표(정량적, 정성적)와 성과지표(필수지표 포함) 설정
- 과제구성에 따른 인력투입계획 및 소요예산 산정
- 연차별·단계별 예산산출 근거를 구체적으로 제시하고, 소요예산 적정성 검토 (정부투자규모 대비 민간투자규모 수준 제시)

○ 연구목표 달성을 위한 추진방안 수립

- 기존 기술·인프라 등의 활용 및 연계 방안 수립
 - * 기술 수요기관의 충분한 의견수렴을 통한 실용성 확보
 - * 국제공동연구 파트너와 국내 관련 기관 및 전문가 분석, 활용계획 포함(필요시)
- 컨소시엄 형태 등 최적 연구추진체계 제안
 - * 참여 주체별 역할과 전문영역을 고려한 바람직한 추진체계 제시

○ 성과물에 대한 활용 및 실용화 방안 제시

- 성과분석 및 검증방안 제시
 - * 핵심성과별 목표달성 여부를 판단할 수 있는 질적 성과점검(측정) 기준 및 측정방법 제시
- 제도·정책 활용, 현장적용, 시범사업 등 구체적인 실용화 방안 제시
- 관련 제품/기술의 해외시장 진출전략

○ 사전타당성 검토

- (정책적 타당성) 국가 전략적 중요성, 상위계획과의 부합성, 연구개발 추진상의 위험요인과 대응방안 등에 대한 검토
- (기술적 타당성) 기존 연구개발과의 중복성, 기술개발 계획의 우수성, 기술 수준 및 개발 성공 가능성 등에 대한 검토
- (경제적 타당성) 경제성 분석, 경제·사회적 파급효과, 과학 기술적 파급효과 등에 대한 검토

○ 과제공모를 위한 RFP 작성

- 연구목표와 내용, 추진전략 등을 바탕으로 본 과제를 공모하기 위한 RFP 작성

○ 「제4차 국가연구개발 성과평가 기본계획('21~'25)」에 따른 사업평가를 위해 '전략계획서' 작성

- 사업 기획의도-수행내용-성과 간 연계성 확보를 위해 도출된 예산규모에 따라 사업 기획내용을 반영하여 작성(별도 서식)
 - * 연구개발기간 종료 전 「제5차 국가연구개발 성과평가 기본계획('26~'30)」 발간시 해당 기준 준용

☐ 주요 산출물

- 기획연구보고서
- 전략계획서 및 사업설명서
- 과제카드
- 기획 관련 자료 등

☐ 보고서 제출

- 중간보고서 : 전문기관 요청시 단계별 제출
- 최종보고서 : 협약 완료일까지

5. 연구기획 추진방법

- 국내외 동향조사, 사업 추진전략 및 추진체계, 중점지원분야 도출 등을 위하여 산업계, 학계, 연구기관, 공공기관 등 다양한 기술분야별 전문가 중심으로 구성된 총괄기획위원회, 기술분과위원회 및 자문위원회를 구성하여야 함
 - * 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 본 사업 연구성과의 실용화 제고를 위해 기술수요처 전문가 포함
 - 수요처 의견수렴 체계 마련 및 필수 협조기관 운영·활용 계획 포함
 - ※ 해외 타분야 정책 및 기술동향 분석을 위한 전문기관 또는 전문가 참여
- 폭넓은 의견수렴 및 사업참여 의향 확인을 위해 유관기관 간담회, 토론회, 공청회 등 실시계획 반영
- 사전 타당성 검토결과와 객관성 확보를 위해 외부전문가(경제, 기술가치평가, 정책 등)를 통한 검증 필요
- 특허 및 논문 정보 등은 ‘국토교통 R&D포털(www.kaia.re.kr)’, ‘한국특허정보원(www.kipris.or.kr)’을 이용하여 객관적 분석 실시

6. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 연구개발기간 : 2026.05. ~ 2027.03.(10개월)
- 총 정부지원연구개발비 : 90백만원
 - ※ 과제특성상(기획연구) 정부출연금을 총 연구개발비의 100%까지 지원 가능

7. 기 타

- 본 공모과제의 보안등급은 “일반과제”임
- 본 공모과제는 실용화 및 기술료 납부 대상과제가 아님
- 기획과정 중 착수보고회, 검토회의, 기획현황보고 수시 실시
- 연구신청자는 참여기관 수 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구의 효율성을 도모할 것
- 기획연구 착수 후 1개월 이내에 사업의 정의, 정부지원 필요성 등 추진방향, 기획전략 등을 구체화하여 착수보고회 개최
- 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 연구 수행 중 전문기관과 협의를 거쳐, 대·내외 환경 변화 등을 고려한 기획 내용 변경 가능

1. 연구기획 목표

- ICAO 최신 표준 항공교통 정보체계(SWIM, FF-ICE 등)를 반영한 전공역(고고도 항로, 터미널 영역, 저고도 AAM 등) 통합관제시스템 국산화 개발 및 구축

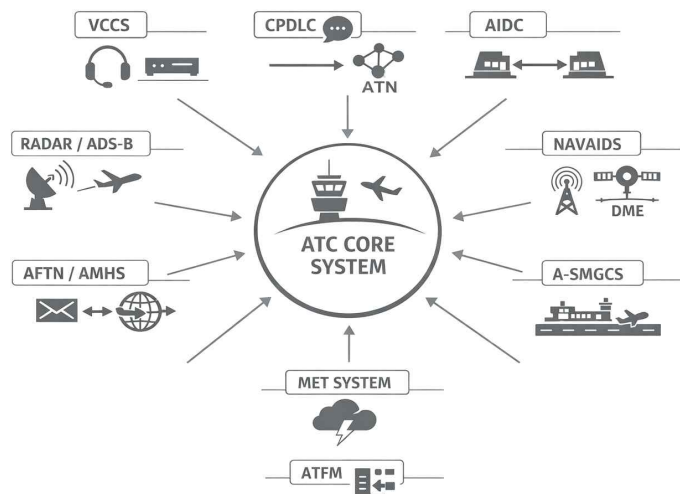
* 1단계('28~'31): 항로/접근 관제 핵심 기능 개발 및 성능적합증명 획득

* 2단계('32~'34): 저고도 관제 및 표준정보체계 확대 적용 후 최종 실증

2. 연구기획 필요성 및 동향

□ 필요성

- (중추시스템 기술주권 확보) 항공관제시스템은 항공교통관리를 위한 다수 시스템들의 허브 역할을 하는 중추적 역할임에도 현재 전량을 해외 제품으로 도입·운영하여, 막대한 외화 유출뿐 아니라 국산화가 비교적 쉬운 연계 시스템들까지도 외국 기술에 의존성을 가지게 하므로 국산화가 매우 절실하고 시급



< 항공관제시스템 역할 구조도 >

- (구축·운영 효율화) 항공관제시스템은 핵심기술이 공통적임에도 현재 공역별 담당 시스템 및 제조사가 상이하여 구축 및 유지보수에 상당한 비용이 소모되므로, 통합 시스템으로 효율성 확보 필요

순번	관제담당	시스템 제작사
1	대구 항공교통본부	Leidos
2	인천 항공교통관제소	Leidos
3	서울접근관제소	Indra Sistema
4	제주접근관제소	Tern Systems
5	김해접근관제소	Intelcan, Tern
6	청주비상접근관제소	Tern
7	군 전담 접근관제소 (11개소)	미공개
8	저고도 AAM 관제	원천기술 연구 중

< 관제담당별 항공관제시스템 제작사 현황 >

- **(항공안전성 증대)** 공역·기관별로 서로 다른 제조사의 시스템을 사용하여 발생하는 상호 연계 비용과 문제 대응 지연을 해결하고, 즉각적이고 효과적인 국내 기술 지원을 통해 항공 안전 제고
- **(국가정책 부응)** 항공관제시스템 국산화·고도화는 국토교통부 제2차 항행안전시설 발전 기본계획에 명시된 주요 과제로서 항공 안전 및 인프라로서 공공재 성격의 필수 시스템이며, 해외 주요국 역시 정부 주도 정책·지원을 통해 차세대 ATM의 기술개발 및 내재화 추진 중(미국 NextGen, 유럽 SESAR 등)
- **(산업경쟁력 확보)** ITC 및 방위산업 강국인 국내 산업계의 개발역량과 해외 네트워크를 활용하여 수출 경쟁력 달성 가능
- **(미래항공교통 대응)** 2037년 약 82억 명까지 급증할 것으로 예상되는 항공 승객과 UAM/드론 등 저고도 비행체의 등장을 안전하게 관리할 수 있는 통합 체계가 시급

□ 정책동향

- 제2차 항행안전시설 발전 기본계획 수립을 위한 ‘미래 항행위성시스템 국산화 전략 수립 연구(’25.1)’ 추진
 - 항행시스템 27종을 대상으로 2번의 전문가 설문을 통해 국산화 필요성 우선 순위 식별한 결과 항공관제시스템은 ‘시급장비’로 분류됨
 - ‘시급장비’로 분류된 SWIM, RTS, ASDE 등은 이미 국산화 과제가 진행 중으로, 중심이 되는 항공관제시스템의 국산화 추진이 필수적이며, 가장 시급히 요구됨

우선순위	항행 시스템	C/N/S	시급/필요/노력
1	글로벌항공정보종합관리망(SWIM)	통신	국산화 시급장비 (5위 내)
2	원격관제시각감시시스템(RTS)	감시	
3	자동종속감시시설(ADS-B)	감시	
4	공항지상감시레이더(ASDE)	감시	
5	레이더자료자동처리장치(ARTS)	감시	
6	지상이동안내 및 통제시스템(A-SMGCS)	감시	국산화 필요장비 (10위 내)
7	공항이동통신시설(AeroMACS)	통신	
8	관제사/조종사 간 데이터통신링크시설(CPDLC)	통신	
9	비행정보서비스(FIS-B)	감시	
10	교통정보서비스(TIS-B)	감시	
11 ~ 27	국산화 노력장비 (그 외)		

< 국산화 우선순위 전문가 설문 결과 >

□ 국내외 연구동향

○ 국내 관련 연구 및 구축 동향

- (SWIM) SWIM Technical Infra 구축 예정(~2028)
- (항공교통흐름관리) 현재 사용 중인 해외 시스템(Metron社)을 대체할 국산화 시스템 개발 R&D 완료 단계(항공우주연구원, ~2026)
- (UATM 기술 개발) K-UAM 초기 상용화 지원을 위한 저밀도 UAM 교통관리용 CNSi 획득·활용체계 신뢰성 검증기술개발 및 UAM 가상통합운용 및 검증기술 개발 완료('22~'25), 실시간 운항정보 기반 UAM 교통운항관리 자동화 기술 개발 진행 중('24~'26)

○ 국외 관련 연구 및 구축 동향

- 국제민간항공기구(ICAO)는 최상위 글로벌 항행 전략으로써 세계항행계획(GANP, Global Air Navigation Plan)을 수립하고, GANP의 기술적 프레임워크인 ASBU(Aviation System Block Upgrade)를 개발하여, 전 세계 각국의 단계적 항공교통시스템 고도화 및 국제적 조화를 도모
- 국제민간항공협정 각 체약국은 이 로드맵을 따르는 흐름에 뒤처지지 않아야 하며, 준수율 및 기여도가 높은 국가일수록 소속 항공사 및 시스템 개발사에 유리한 환경이 마련됨
- ASBU 프레임워크에서는 성능 개선 및 현대화 세부 분야(thread)가 22개 제시되며, 그 중 절반 이상인 12개 thread가 통합관제시스템과 직접 연계됨

- 이러한 ASBU 로드맵 적시 이행을 위해, 다수 thread 이행의 중심이 되는 통합 관제시스템에 대한 자체 기술력 확보 및 최신 현대화 적용이 시급
- 이에 따라, 해외 주요 선진국은 국가 주도의 중장기 마스터플랜 기반 ATM 현대화·표준화 추진 중이며, 자체 연구개발을 통해 ICAO 표준에 대응 중
- 미국(FAA)은 NextGen을 중심으로 항공교통시스템 현대화를 위한 대규모 이니셔티브를 추진 중이며, 유럽(EU)은 European ATM Master Plan 및 SESAR를 통해 범유럽 차원의 기술·표준·운영 고도화를 단계적으로 이행
- 글로벌 ATM 시장은 전통적으로 소수 대기업 중심의 독과점 구도가 형성되어 있으며, 미국(Raytheon, Collins Aerospace 등)과 유럽(Thales, Indra 등) 기업이 국제정책과 연계하여 차세대 ATM 개발 주도
- 일본은 NEC 등 자국 기업과의 민관 협력을 통해 자체 ATM 시스템을 고도화 하여 자국 내 공항 적극 활용하고 있으며, 중국은 정부 주도의 대규모 투자를 통해 NUMEN, AirNet 등 ATM 시스템을 자체 개발하여 국내 공항에 도입하고 해외 시장 진출 도모
- 최근 SWIM(항공정보종합관리망), FF-ICE(新 비행계획 조정·관리 체계) 등 ICAO(국제민간항공기구)에서 항공교통시스템 간 정보 연결을 강화하고 표준 포맷 등을 변경하는 등 SWIM/FF-ICE 기반 데이터 통합 및 상호운용성을 강화하고 있음
- 이에, 선진국은 SWIM(FF-ICE) 및 궤적기반운영(TBO, 4DT)을 차세대 ATM 핵심 축으로 설정하고, 표준 기반 데이터 연계·분배·서비스화 지속 확대
- 또한, 신규 모빌리티(드론/UAM) 통합 관제 개념 확장으로, 미국은 xTM (UTM/UAM 포함) 개념을 통해 기존 ATM과의 연계를 확장하고 있으며, 유럽은 U-space를 기반으로 UTM/UAM/ATM을 단계적으로 통합하는 로드맵 추진

3. 연구기획 범위

※ 기술적 범위의 기술 분야는 예시이며, 이슈 및 니즈분석 등을 통해 R&D 추진을 위한 분야, 기술은 변경될 수 있음

□ ICAO 표준 정보체계 기반 전공역 통합관제시스템 개발 기획

○ 최신 전공역 통합관제시스템 개발

- 사용자 필요에 따라 고고도 항로, 터미널 영역, 저고도(AAM) 간 공역을 선택적으로 변경하여 관제할 수 있는 시스템
- SWIM 표준 정보교환모델 등 최신 항공교통 정보체계를 수용할 수 있는 시스템
- CPDLC, AIDC 등 관련 항행시스템과의 연계 수용성을 가지는 시스템

- 해당 개발 시스템에 대한 품질 및 안전성 검증
 - 국내 ATM 체계 및 사용자 요구사항을 반영한 기능 및 품질기준 설정
 - 무중단 운영을 위한 시스템 안정성(stability) 검증
 - 기능오류로 인한 피해가 허용가능한 수준으로 제약되는지 안전성(safety) 검증
- 국내 관제 현장 구축
 - 비상용·예비용 관제소 등을 중심으로 관련 부처와 협의에 따라 현장 구축 추진

□ 통합관제시스템 관련 국내 항행안전시설(CNS) 분야 R&D 로드맵 수립

- 국내·외 정책, 산업, 기술 등에 대한 동향·현황 분석 및 대한민국 미래 항행안전 시설(CNS) 분야 발전 방향 설정 및 추진전략 수립
- 단기, 중기, 장기 단계별 중점분야 도출 및 기술혁신 아이템 발굴
- 중점분야별 추진목표 도출 및 기술개발 로드맵·전략 수립
 - 인공지능(AI) 등 HW 및 SW 첨단기술 활용 방안 검토
- 중장기 로드맵 수행을 위한 단계적·영역별 실행전략 및 수행방안 수립
 - 항행안전시설 분야 기술개발 및 실제 적용을 위한 정책 지원 요소 도출

4. 연구기획 내용

□ 1단계 : 기술개발 동향 및 수요조사 실시, 기술 정의 등

- (이슈 및 니즈분석) 국제적 수준에 부합하는 관련 기술동향 및 환경 분석을 통해 미래 이슈와 니즈 도출 및 이슈 해결을 위한 대안 제시
 - 국·내외 시장, 정책, 기술, 환경 및 기술 동향 분석
 - 국내 개발·운용 인프라(정부, 기업, 학교, 연구소 등) 현황 분석
 - 개발기술에 대한 국내 수요처 의견수렴 및 시장 요구사항 분석
- (기술의 정의 및 범위) 환경과 동향분석을 통해 도출된 미래 이슈와 니즈에 기반한 사업의 목적 및 개념, 기술 정의 및 기술개발 범위를 제시
 - 각 기술 개념, 정의 및 범위를 기존 및 최신자료와 동향을 반영하여 검토하고 세분화하여 제시
 - 기존 기술 수준 및 현황 등의 분석 결과를 기반으로 해당 기술개발 가능성에 대해 심층 검토
- (사업 추진방향 정립) 관련 국제기구 표준, 정부정책과의 관련성 및 연계성을 분석하고, 미래이슈 및 니즈, 정부정책과의 부합성을 토대로 이슈해결을 위한 사업 추진방향 정립 및 기술대안의 타당성 제시

□ 2단계 : 기술개발 전략수립, 연구내용 설정

- 기술개발사업 전략 수립 및 연구내용 설정
 - 비전 및 목표 제시를 통한 기술개발 전략* 수립
 - * 기술예측·수요·SWOT 분석 등을 통한 중점분야 도출 및 전략방향 정립
- 연구개발 후보과제 우선순위 도출
 - 정부 정책기반 비전/목표 및 기술개발 시나리오, 개발 로드맵* 제시
 - * 비전 달성용 세부개발 목표 및 중점분야 선정
 - 중점 추진분야별 연구개발 후보과제 설정 및 우선순위 도출
 - 후보과제 도출 및 과제별 추진체계(사업단, 일반과제 등) 설정
 - 기술 개발의 시급성, 진보성, 파급효과 및 경제적 효과를 고려하여 과제를 도출하고, 과제 간 연계 및 중복여부 등 종합 검토
- 연구개발 후보과제별 과제카드 작성
 - 연구개발목표, 기술개발 및 산업/시장 동향, 기존기술 활용방안, 기술개발 필요성, 주요연구내용, 정부지원 타당성, 기술확보전략, 과제규모, 최종성과물 및 활용방안 등
 - 후보과제별 연구유형(기초/원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 지원분야, 성과물유형(시제품, S/W, 실증, 기준·지침, 정책제안 등), 시장경쟁력 확보방안, 사업화·실용화 방안, 목표 TRL 단계, 관련 법/제도 개선 사항 등 제시

□ 3단계 : 연구개발과제 기획

- 연구 목표 및 범위 설정
 - 목표 및 연구범위 설정(정량적이고 구체적인 목표 설정)
 - 연구범위 및 핵심과제 설정(아래의 연구범위에 대해서 실현 가능한 수준을 고려한 구체적 연구 범위 및 방법 등 설정)
 - * 기술개발의 정의 및 추진체계 수립
- 세부과제(핵심 요소기술) 도출 및 연구내용 설정
 - 세부과제 연차별·단계별 기술개발 로드맵 및 성과 로드맵 제시
 - 세부과제의 중요도를 평가하여 우선순위 선정(중요도 평가 시 정량적 평가 기준 제시)하고 이를 기술개발 로드맵 반영
 - 개발기술의 성숙도(TRL) 및 핵심기술요소(CTE) 설정
 - * 핵심 요소기술별 기술유형 및 기술성숙도(TRL) 제시
 - 세부과제별 성과목표(정량적, 정성적)와 성과지표(필수지표 포함) 설정
 - 세부과제별 연계도 및 총괄/세부별 인포그래픽 작성
 - 과제구성에 따른 인력투입계획 및 소요예산 산정
 - 연차별·단계별 예산산출 근거를 구체적으로 제시하고, 소요예산 적정성 검토(정부투자규모 대비 민간투자규모 수준 제시)

- 연구목표 달성을 위한 추진방안 수립
 - 기존 기술·인프라 등의 활용 및 연계 방안 수립
 - * 기술 수요기관의 충분한 의견수렴을 통한 실용성 확보
 - * 국제공동연구 파트너와 국내 관련기관 및 전문가 분석, 활용계획 포함(필요시)
 - 컨소시엄 형태 등 최적 연구추진체계 제안
 - * 참여 주체별 역할과 전문영역을 고려한 바람직한 추진체계 제시
- 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시
 - 성과분석 및 검증방안 제시
 - * 핵심성과별 목표달성 여부를 판단할 수 있는 질적 성과점검(측정) 기준 및 측정방법 제시
 - 제도·정책 활용, 상용화 등 구체적인 실용화 방안
 - 관련제품/기술의 해외시장 진출전략
- 사전타당성 검토
 - (정책적 타당성) 국가 전략적 중요성, 상위계획과의 부합성, 연구개발 추진상의 위험요인과 대응방안 등에 대한 검토
 - (기술적 타당성) 기존 연구개발과의 중복성, 기술개발 계획의 우수성, 기술 수준 및 개발 성공 가능성 등에 대한 검토
 - (경제적 타당성) 경제성 분석, 경제·사회적 파급효과, 과학 기술적 파급효과 등에 대한 검토
- 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정
 - 연구목표와 내용, 추진전략 등을 바탕으로 본 과제를 공모하기 위한 RFP 작성
 - 연차별 평가를 위한 성과목표·지표·마일스톤의 설정, 평가방법 및 기준 설정
 - * 연구목적 및 내용을 고려하여, 선정·중간·최종평가를 위한 평가지표 제시
- 「제4차 국가연구개발 성과평가 기본계획(’21~’25)」에 따른 사업평가를 위해 ‘전략계획서’ 작성
 - 사업기획의도-수행내용-성과 간 연계성 확보를 위해 도출된 예산규모에 따라 사업 기획내용을 반영하여 작성(연구개발 전문기관의 별도 서식 확인하여 작성 필요)

□ 주요 산출물

- 기획연구보고서(과제제안요구서(RFP), 전략계획서, 설명서/요약서 등 포함)
- 사업의 개념도, 구성기술 연계도, 기술개발 로드맵(구성기술별, 추진 일정 등) 및 사업소개 인포그래픽(동영상 포함) 등
- 기획연구보고서, 발표자료, 기획관련 근거자료 등

□ 보고서 제출

- 중간보고서 : 진흥원과 협의된 시기에 전자문서 및 인쇄본 제출
- 최종보고서 : 협약 완료일까지 전자문서 및 인쇄본 제출

5. 연구기획 추진방법

- 핵심 연구성과의 연차별 목표 및 성능 수준 등 제시
 - 연차별 세부추진 전략·일정·투입예산 계획, 개념도 및 핵심성과 로드맵 제시
- 정부 및 기술 수요처와 유기적 협조체제 구축
 - (기획위원회 구성 및 추진) 관계부처, 전문기관, 기술 분야별 전문가 자문 등 사업기획을 위한 위원회 추진(수요처 포함)
 - (분과위) 분야 기술별 세부기획 범위에 따라 중점추진 기술 발굴 및 과제간 연계성 등 검토
 - 추진일정, 연구내용, 예산 등의 조정을 통한 구체성·적절성 확보
 - (간담회) 개발 기관과 수요 기관 등의 충분한 의견수렴을 위한 간담회 추진
- 기존에 수행되었거나 현재 수행중인 관련 연구개발 성과와 구체적인 연계 또는 통합 활용방안을 구체적으로 제시하여 사업기획 추진
- 국내외 동향조사, 사업 추진전략 및 추진체계, 중점지원분야 도출 등을 위하여 산업계, 학계, 연구기관, 공공기관 등 다양한 기술분야별 전문가 중심으로 구성된 총괄기획위원회, 기술분과위원회 및 자문위원회를 구성하여야 함
 - * 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 본 사업 연구성과의 실용화 제고를 위해 개발기술 수요기관(정부·공공·민간 등) 전문가 포함
 - 수요처 의견수렴 체계 마련 및 필수 협조기관 운영·활용 계획 포함
 - * 해외 타분야 정책 및 기술동향 분석을 위한 전문기관 또는 전문가 참여
- 폭넓은 의견수렴 및 사업참여 의향 확인을 위해 유관기관 간담회, 토론회, 공청회 등 실시계획 반영
- 정책적·기술적·경제적 타당성 검토결과의 객관성 확보를 위해 외부전문가를 통해서 검증 필요
 - * 기획연구 시 연구비 산정의 적정성 검토를 위해 회계전문가 등이 참여한 ‘연구비 적정성 검토 위원회(가칭)’ 구성·운영 예정
- 특허 및 논문 정보 등은 ‘국토교통 R&D포털(www.kaia.re.kr)’, ‘한국특허정보원 (www.kipris.or.kr)’ 등을 이용하여 객관적 분석 실시

6. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 연구개발기간 : 2026.05. ~ 2027.05(12개월)
- 총 정부지원연구개발비 : 110백만원
 - ※ 과제특성상(기획연구) 정부출연금을 총 연구개발비의 100%까지 지원 가능

7. 기 타

- 본 공모과제의 보안등급은 “일반과제”임
- 본 공모과제는 실용화 및 기술료 납부 대상과제가 아님
- 기획과정 중 착수보고회, 검토회의, 기획현황보고 수시 실시
- 연구신청자는 참여기관 수 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구의 효율성을 도모할 것
- 기획연구 착수 후 1개월 이내에 사업의 정의, 정부지원 필요성 등 추진방향, 기획전략 등을 구체화하여 착수보고회 개최
- 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 연구 수행 중 전문기관과 협의를 거쳐, 대·내외 환경 변화 등을 고려한 기획 내용 변경 가능

1. 연구기획 목표

- 운행 중 SW 위변조, 해킹 등을 통해 나타날 수 있는 SDV*의 신유형의 오작동, 사이버보안 위협 및 사용자 행태 기반 위험(과신·오용 위험 등) 예방을 위하여 AI 기반 SDV 운행안전 위험성 진단 및 관리 기술 개발 및 실증·제도화
 - (기술적) 운행 S/W 무결성 검증 정확도 99%, AI 기반 이상 징후 탐지율 95%
 - (제도적) 한국형 SDV 검사·평가제도 시행(10분 이내) 및 국내외 표준 추진
 - (사회적) 운행 SDV 해킹 및 오작동 교통사고 Zero 및 국민 불안 해소
- * (Software-Defined Vehicle) S/W를 통해 차량의 기능·성능·경험을 정의하고 제어하는 자동차로서 자율주행, 전기차뿐 아니라 내연기관 및 하이브리드 모두 포함

2. 연구기획 필요성 및 동향

□ 필요성

- (SDV의 보급 확대) 외부 연결기능이 장착됨에 따라 사이버 공격이 쉬워지고 위험성이 대폭 증가(2019년 24건에서 2024년 422건으로 5년간 18배 증가, 2025 Upstream 보고서)
 - 국내 신차의 약 96%가 커넥티드카*이고, 무선업데이트(OTA)**가 가능한 SDV는 판매 모델의 50%, 2030년에는 전체 차량의 30% 전망(SBD Automotive & IEA)
 - * 통신망을 통해 외부와 연결된 차량(지도, 인포테인먼트 등의 업데이트)
 - ** S/W로 H/W를 제어하고, 기능 개선이 가능한 차량(ADAS, BMS, 파워트레인 개선 등의 업데이트)
 - 해킹공격의 조작 범위, 공격 경로, 파급력이 커져 최근 노르웨이 내 중국 버스 원격 조종 가능 사례('26.1) 등 자동차 보안 취약점(CVE)*은 지속적으로 증가
 - * (Common Vulnerability and Exposures) 공개적으로 알려진 사이버보안 취약점 DB
- (국가 정책 부합) 12대 국가전략기술 육성(첨단모빌리티, 사이버보안, 인공지능) 및 국토부 「2030 모빌리티 혁신성장 로드맵」의 자율주행 상용화 안전기반 구축 정책에 부합하며, 운행단계 SDV 검사 체계 마련이 시급
- (실차 검증 수단 부재) S/W 위변조 금지(자동차관리법 제35조) 등이 법제화 되었으나, 제작단계 서류심사 중심으로 운행 중 실차 검사·확인 수단이 부재
 - S/W 위변조 및 OTA 오류 등 불법 튜닝*과 업데이트 결함 모두 현행 검사 체계로는 확인이 불가하여 관련 기술과 제도 개발**이 필요
 - * 속도제한장치 해제, 요소수 락 해제, 전기차 주행거리 늘이기 등
 - ** SDV 해킹 검사기술 '0' (김은혜 의원실, 2025 국정감사)
- (국민 불안 증가) 차량 원격 탈취, OTA 오작동 등 운행안전을 위협하는 사례가 현실화되고 있으나, 이를 사전에 탐지·차단할 수 있는 운행단계 검사 체계가 부재하여

국민 불안이 가중되고 있으며, 국제 표준 대응을 위한 선제적 기술 확보가 시급

□ 정책동향

- (국내 인증) 사이버보안 관리체계(CSMS) 등 제작 단계 인증 의무화('25.8~)
 - 국내에서 신차를 제작, 조립, 수입 및 판매하고자 하는 모든 제조사는 사전에 국토교통부의 인증을 받아야 함
 - * (해외 동향) EU 회원국은 국제기준(UN R155, R156)을 채택하여 '22.7월 이후 출시 신차 및 '24.7월 이후 판매되는 모든 차에 적용
- (해외 검사) 유럽 SDV S/W 위변조 확인 등 검사기준 개정안(Directive 2014/45/EU) 발의('25.4)
 - 자동차검사(PTI)와 도로변 검사(RSI)에서 “사이버보안”과 “소프트웨어 업데이트”를 확인하는 방향으로 규정*을 강화
 - * 주요 장치의 소프트웨어 버전 또는 소프트웨어의 무결성 값이 맞지 않는 경우 부적합

□ 국내외 연구동향

- (국내) ‘자동차 사이버보안 평가기술 개발 및 제도 기반 구축’을 목표로 국가연구 개발사업이 수행 중이며 관련 인증제도 도입 완료('25.8)
 - 사이버보안 관리체계 인증 평가기술, 취약점 검증 기술 등이 운행단계에도 적용 가능한지에 대한 운행 SDV 검사 기술 확장 검토 제안
- (해외) 주요 선진국에서도 운행안전 위험성 평가기술 개발을 위하여 검사 범위가 기계적 요소에서 전자·SW 영역까지 확대하여 보안 및 신규 결함 대응체계 마련 등에 대한 연구 추진중
 - (미국) NHTSA가 OTA 포함 커넥티드·자율주행차 사이버보안 가이드라인을 발행, ISO/SAE 21434 기반 위험 중심 보안 설계와 OTA 무결성·복구 기능 강조
 - (독일) 검사용 진단기를 활용하여 SW 관련 리콜 사항 등을 정기검사에서 확인 후 조치
 - (영국) EU 탈퇴 이후에도 UNECE R155·156을 국가 형식승인 체계에 통합해 국제 수준의 보안·SW 업데이트 관리 요건 유지
 - (일본) 영국과 같이 UNECE R155·156을 국가 형식승인 체계를 채택해 '22년 7월부터 신차에 적용, '24년부터 기존 판매 차량까지 확대
 - (중국) '24년 44495-2024(사이버보안)·GB 44496-2024(SW 업데이트) 제정, '26년~'28년 단계적 의무 적용 추진 중

3. 연구기획 범위

※ 기술적 범위의 기술 분야는 예시이며, 이슈 및 니즈분석 등을 통해 R&D 추진을 위한 분야, 기술은 변경될 수 있음

□ 기술의 범위

- SDV 운행안전 검사 기술 개발 및 시범운영 실증
 - 자동차 검사에서 자율차 등 운행 SDV의 H/W 또는 S/W 버전, 업데이트 이력, 무결성·위변조 여부를 표준 절차로 확인할 수 있는 검사기술 개발
 - 무선업데이트(OTA) 적용 차량의 업데이트 전·후 안전성을 평가하고 불법 튜닝 및 S/W 임의 변경을 현장에서 식별할 수 있는 기술 개발
 - 기존 검사진단시스템을 SDV·자율차 환경에 맞게 고도화하고 국제 검사기준과 정합하는 SDV·자율차 검사 기준·방법 개발
- AI 연계 SDV 운행안전 취약점 진단 기술 및 장비 개발
 - 사이버보안 위협, S/W 이상, 안전기능 이상징후 등을 AI 기반으로 실시간 탐지하는 진단 기술 개발
 - 제동장치 등 주요 안전부품의 S/W 보안요구사항 충족 여부를 평가·검증하고, 제작단계 인증 체계가 운행단계에서도 유지되는지 확인하는 기술 개발
 - SDV의 디지털 건강상태(Digital Health)를 정의하고, 차량의 S/W·보안·전장 상태를 종합적으로 평가하는 진단 체계 구축
- SDV 운행안전 검사·진단 기술 실증·제도화 및 국제협력
 - 개발된 검사·진단 기술의 검사 및 도로 현장 적용성을 실증하고, 검사 시나리오별 타당성을 검증
 - 자동차관리법(제30조의9, 제34조의5, 제35조 등)과 연계하여 SDV 운행안전 관리 방안을 법·제도로 구체화하고, 검사 인프라·운영체계를 마련
 - 국제자동차검사위원회(CITA), UN 규정(R155·R156) 등 국제기구·표준과 연계한 국내외 표준 개발 및 상호인증 체계 추진

□ 사업 전략

- 운행 중 수집 데이터 등 다양한 자동차 데이터를 연계한 AI 기반 검사기술을 단계적으로 개발하고 관련 사업과의 실증·검증 연계를 통해 기술의 현장 적용성을 확보
- 연구성과를 국내 법제화, 국내외 표준 제언, 글로벌 상호인증 체계 구축으로 확산하여 한국형 SDV 검사·평가제도의 국제경쟁력을 선제적으로 확보

4. 연구기획 내용

□ 1단계 : 기술개발 동향 분석, 기술 정의 및 사업추진 방향 정립

- (이슈 및 니즈 분석) SDV 운행안전 위험성 검사 및 취약점 진단 관련 기술 동향 및 환경 변화 분석을 통해 미래 이슈를 도출하고, 이슈 해결을 위한 기술적 니즈와 대안 제시
 - 국내외 기술, 시장, 정책, 환경 및 특허 동향 분석
 - * 주요국의 기술 개발 정책 및 시장 분석 / 해외 기술개발 트렌드 및 미래 선도형 기술 분석
- (기술 정의 및 범위) 환경 및 동향 분석을 통한 도출된 미래 이슈와 니즈를 기반으로 하여 사업의 목적 및 개념, 기술 정의 및 연구개발 범위 제시
 - SDV 운행안전 위험성 검사 및 취약점 진단 관련 기술 개념, 정의 및 범위를 기존 및 최신 자료와 동향을 반영하여 검토하고 세분화하여 제시
 - 기존 기술 수준, 현황 등에 대한 분석 결과를 기반으로 해당 연구개발 가능성에 대해 심층 검토
- (사업 추진방향 정립) 과학기술부문 상위 계획과 국토교통 관련 정부 정책과의 관련성 및 연계성을 분석하고, 미래 이슈 및 니즈, 정부 정책과의 부합성 등을 토대로 이슈 해결을 위한 사업추진 방향 및 기술 대안의 타당성 제시

□ 2단계 : 연구개발 전략 수립 및 연구개발 내용 설정

- 연구개발 전략 수립 및 연구개발 내용 설정
 - 비전 및 목표 제시를 통한 연구개발 전략 수립
 - 기술 예측·수요·SWOT 분석 등을 통한 중점분야 도출 및 전략방향 정립
- 연구개발 후보과제 우선순위 도출
 - 중점 추진분야별 연구개발 후보과제 설정 및 우선순위 도출
 - 후보과제 도출 및 과제별 추진체계 설정
 - 연구개발의 시급성, 진보성, 파급효과 및 경제적 효과를 고려하여 과제를 도출하고, 과제간 연계 및 중복 여부 등 종합 검토
 - 후보과제별 기술 유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과유형(시제품, S/W, 기준·지침 등) 제시
- 연구개발 후보과제별 과제카드 작성
 - 연구개발 목표, 기술·산업·시장 동향, 기존 기술 활용방안, 연구개발 필요성, 주요 연구개발 내용, 정부지원 타당성, 기술확보 전략, 과제규모, 최종성과물 및 활용방안 등
 - 후보과제별 연구개발 유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과물 유형(시제품, S/W, 기준·지침, 정책제안, 표준제안 등), 시장경쟁력 확보방안, 실용화 방안, 목표 TRL 단계, 제도개선 사항 등 제시

□ 3단계 : 연구개발 과제 기획

○ 연구개발 목표 및 범위 설정

- 연구개발 목표 설정(정량적·구체적 연구개발 목표 설정)
- 연구개발 범위 및 핵심과제 설정(아래의 연구범위에 대해서 실현 가능한 수준을 고려한 구체적 연구 범위 및 방법 등 설정)
 - * 기술개발의 정의 및 추진체계 수립

○ 세부과제(핵심 요소기술) 도출 및 연구개발 내용 설정

- 세부과제 연차별·단계별 연구개발 로드맵 및 성과 로드맵 제시
 - 세부과제의 중요도를 평가하여 우선순위 선정(중요도 평가 시 정량적 평가 기준 제시)하고 이를 연구개발 로드맵에 반영
 - 핵심 요소기술별 유형, 기술성숙도(TRL) 및 핵심 기술요소(CTE) 설정
 - 세부과제별 성과목표(정량적, 정성적)와 성과지표(필수지표 포함) 설정
- 과제 구성에 따른 인력투입 계획 및 소요예산 산정
 - 연차별·단계별 예산산출 근거를 구체적으로 제시하고, 소요예산 적정성 검토(정부 투자규모 대비 민간 투자규모 수준 제시)

○ 연구 개발목표 달성을 위한 추진방안 수립

- 기존 기술·인프라 등의 활용 및 연계 방안 수립
 - * 기술 수요기관의 충분한 의견수렴을 통한 실용성 확보
 - * 국제공동연구 파트너와 국내 관련기관 및 전문가 분석, 활용계획 포함(필요시)
- 컨소시엄 형태 등 최적 연구 추진체계 제안
 - * 참여 주체별 역할과 전문영역을 고려한 바람직한 추진체계 제시

○ 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시

- 성과분석 및 검증방안 제시
 - * 핵심 성과별 목표 달성 여부를 판단할 수 있는 질적 성과점검(측정) 기준 및 측정방법 제시
- 제도·정책 활용, 현장적용, 시범사업 등 구체적인 실용화 방안 제시
- 해외시장 진출전략 제시

○ 사전 타당성 검토

- (정책적 타당성) 국가 전략적 중요성, 상위 계획과의 부합성, 연구개발 추진상의 위험요인과 대응방안 등에 대한 검토
- (기술적 타당성) 기존 연구개발과의 중복성, 연구개발 계획의 우수성, 기술수준 및 개발 성공 가능성 등에 대한 검토
- (경제적 타당성) 경제성 분석, 경제·사회적 파급효과, 과학기술적 파급효과 등에 대한 검토

○ 과제 공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정

- 연구개발 목표와 내용, 추진전략 등을 바탕으로 본 과제를 공모하기 위한

RFP 작성

- 단계별 평가를 위한 성과목표·지표·마일스톤의 설정, 평가방법 및 기준 설정
 - * 연구개발 목표 및 내용을 고려하여 선정·단계·최종평가를 위한 평가지표 제시

□ 주요 산출물

- 기획연구보고서(과제 제안요청서 포함)
- 전략계획서
- 기술수요조사서, 개념도, 기획 관련 근거 자료 등

□ 보고서 제출

- 중간보고서 : 전문기관 요청시 단계별 제출
- 최종보고서 : 협약 종료 후 60일 이내

5. 연구기획 추진방법

- 국내외 동향조사, 사업 추진전략 및 추진체계, 중점지원분야 도출 등을 위하여 산업계, 학계, 연구기관, 공공기관 등 다양한 기술분야별 전문가 중심으로 구성된 총괄기획위원회, 기술분과위원회 및 자문위원회를 구성하여야 함
 - * 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 본 사업 연구성과의 실용화 제고를 위해 기술수요처 전문가 포함
 - 수요처 의견수렴 체계 마련 및 필수 협조기관 운영·활용 계획 포함
 - ※ 해외 타분야 정책 및 기술동향 분석을 위한 전문기관 또는 전문가 참여
- 폭넓은 의견수렴 및 사업참여 의향 확인을 위해 유관기관 간담회, 토론회, 공청회 등 실시계획 반영
- 사전 타당성 검토결과와 객관성 확보를 위해 외부전문가(경제, 기술가치평가, 정책 등)를 통한 검증 필요
- 특허 및 논문 정보 등은 ‘국토교통 R&D포털(www.kaia.re.kr)’, ‘한국특허정보원(www.kipris.or.kr)’을 이용하여 객관적 분석 실시

6. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 연구개발기간 : 2026. 5. ~ 2027. 3 (10개월)
- 총 정부지원연구개발비 : 90백만원
 - ※ 과제특성상(기획연구) 정부출연금을 총 연구개발비의 100%까지 지원 가능

7. 기 타

- 본 공모과제의 보안등급은 “일반과제”임
- 본 공모과제는 실용화 및 기술료 납부 대상과제가 아님
- 기획과정 중 착수보고회, 검토회의, 기획현황보고 수시 실시
- 연구신청자는 참여기관 수 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구의 효율성을 도모할 것
- 연구개발과제 추진의 효율성 및 연구개발비 집행의 투명성을 고려하여 참여기관 이외 타 기관 소속 연구자의 참여 배제
- 기획연구 착수 후 1개월 이내에 사업의 정의, 정부지원 필요성 등 추진방향, 기획전략 등을 구체화하여 착수보고회 개최
- 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 연구 수행 중 전문기관과 협의를 거쳐, 대·내외 환경 변화 등을 고려한 기획 내용 변경 가능

1. 연구기획 목표

- 미래항공교통(AAM)* 운영 시 실시간으로 변화하는 지상 환경을 반영하여, 운항환경** 변화에도 항공기가 안전하게 운항할 수 있도록 AI(강화학습) 기반 비행경로 생성 및 실시간 경로 제공 기술의 개발
 - * 도심항공교통(UAM), 지역항공교통(RAM), 드론교통 등 포함
 - ** 실시간 차량 및 인구 이동, 조류 및 불법드론 출현, 부유식 버티포트 위치·자세 정보 변화 등
- AAM의 안전한 운용을 지원하기 위한 실시간 지상위험도 산출용 공간정보 플랫폼 구축 방안과 AI 기반 AAM 비행경로 생성 알고리즘 구현 기술 기획
- 부유식 버티포트 기술개발에 대한 국제동향 파악을 통해 AI 기반 AAM 비행 경로 생성 기술개발 시급성 및 정부 지원 필요성 분석

2. 연구기획 필요성 및 동향

□ 필요성

- AAM 도심 운용에 대한 안전성 및 사회적 수용성 확보 요구
 - 현재의 정적 경로 계획은 고정된 회랑 내 운항을 전제로 하고 있어, 고밀도 도심 환경에서 차량 및 인구 이동 등에 따른 지상 위험도 변화와 조류 및 불법 드론 등에 따른 공중 위험도의 실시간 변화 대응에 한계 존재
 - 급격한 환경 변화 시 경로 수정이 지연되면 위험 회피가 어려워져 기체 충돌 및 추락으로 이어질 수 있으며, 이에 따른 인적·물적 피해는 초기 AAM 산업의 지속가능성과 수용성을 저해하는 치명적 위험요인으로 작용 가능
 - 실시간 가변성 요인*을 사전에 예측하여 즉각 반영하는 예측 기반 경로 생성 및 재계획 기술을 통해 외부 환경 변화에도 비행안전 보장 필요
 - * 차량·인구 이동, 조류·불법드론, 임시 비행제한구역, 기상 및 버티포트 위치·자세 정보 변화·운영상태 변화 등
- 도심 진입기('2032~) 대비 운항 효율성·수용량 증대 기술 확보 필요
 - 정밀한 정보를 기반으로 한 최적 경로 설정이 이뤄지지 않을 경우 불필요한 우회 비행과 에너지 소모가 증가하고, 경로 배회나 목적지 미도달 등 운영 효율성 저하 가능성이 커짐
 - AAM 수요 증진에 따라 경로·시간·고도 슬롯의 동적 배분과 혼잡 완화가 필수적이므로, 주기적으로 갱신되는 지상 정보 기반 4DT 교통관리를 통한 효율성 증대 및 수용량 확보 필요

○ 부유식 인프라 활용을 통한 AAM 서비스 범위 및 가용성 확대 필요

- 도심 내 고밀도 환경에서의 부지 확보가 어려운 상황에서 수변·해상 기반 부유식 버티포트 도입은 삼면이 바다인 우리나라의 입지 제약을 극복할 전략적 대안
- 부유식 버티포트는 조석 간만과 파랑에 의해 위치·자세 정보 변화가 변동할수 있으므로, 이를 실시간으로 인지하고 경로를 보정하여 정밀 접근·이착륙을 지원하는 기술 확보 필요
- 해외 선도국의 부유식 인프라 정밀 접근·이착륙 절차 표준화 동향에 선제적으로 대응하여 국내 절차의 국제 표준화 및 글로벌 시장 선점 필요

○ 고정밀 공간정보 인프라의 표준화 및 산업적 자산화

- 현재 제공되는 공간정보 플랫폼은 지형, 건물 등 고정 객체 중심의 정적 정보를 반영하고 있어 실시간성이 필수적인 도심 내 AAM 운항환경을 지원하기에는 근본적인 한계가 존재함
- 비행체 종류, 운항 고도 및 비행 목적에 따라 요구되는 공간 해상도와 정밀도가 상이하므로, 이용 목적에 최적화된 고정밀 입체격자 구축과 장애물 회피 및 안전성 확보를 위한 맞춤형 데이터 가이드라인 정립 필요
- 고정밀 항공·지상 데이터는 국가 안보 및 산업 경쟁력과 직결되는 핵심 자산이므로, 글로벌 플랫폼 기업의 국내 시장 잠식 전 국가 주도의 표준 플랫폼을 선제적으로 확보하여 기술 종속을 방지하고 데이터 생태계 보호 필요

○ 고난도 의사결정 자동화를 위한 강화학습(AI) 알고리즘 도입 필요

- 수많은 동적 변수를 실시간으로 계산하여 수초 내 최적 경로를 예측, 도출, 평가하는 것은 기존 연산 방식으로는 한계가 존재함
- 항공 사고의 70% 이상이 인적 요인에 의해 발생하므로, 실시간으로 변화는 도심 환경에서 사람의 의사결정 오류가 대형 사고로 이어질 가능성 높음
- 방대한 시나리오 학습을 통해 객관적이고 즉각적인 경로를 생성함으로써 지연시간을 최소화하고 의사결정의 신뢰도 확보

○ 정부 주도 R&D를 통한 시장 마중물 및 AAM 생태계 보호

- 기체 안전성 인증 지연 등으로 세계적 상용화 목표가 순연되는 상황에서 국내 업계 투자 동력이 약화될 경우 유망 기술 시장 축소와 핵심 인력 유출 우려 증대
- AAM 교통관리 인프라 기술은 한 번 구축 시 교체가 어려운 Lock-in 효과가 강하므로, 초기 단계에서 정부 주도의 기술개발을 통해 국가 항공 주권과 독자적 경로 생성 기술력 확보 필요

- 국가 인프라에 대한 민간 단독 투자는 시장 매력도 및 위험도가 높으므로, 정부 주도의 공공 R&D를 통해 기술적 타당성 선제 검증하고 통한 민간 투자 가이드를 제시함으로써 민간 시장 활성화 유도 필요

□ 정책동향

○ 국내 정책 동향

- UAM 정책에 따라 UAM 발전단계를 초기(2028~), 성장기(2032~), 성숙·일상화기(2040~) 단계로 구분하여 UAM 특화 기술개발 및 항행·교통 관리 체계 구축·실증 추진 중
 - * 도심 진입기('32~): 도심 내 주요 거점 간 노선을 중심으로 도심 내 거점 인프라를 구축하고 제한적 자동화를 통해 서비스 수용성을 확보하는 단계
 - * 도심 확산기('37±): 원격 조종 및 동적 회랑 도입으로 다수 기체의 고밀도 운항이 본격화되며, 민간 주도의 복합 서비스 모델이 확산되는 단계
- 정부는 「^{〔국정과제〕}모빌리티 대전환」, 「^{〔국토부〕}모빌리티 혁신 로드맵」, 「^{〔기재부〕}新성장 4.0 전략」, 「^{〔과기부〕}국가전략기술 육성방안 - 국가 12대 전략기술」 및 「정부 10대 국가전략기술 프로젝트」 추진 등 AAM 상용서비스 도입·활성화 및 미래 산업육성 등의 정책 추진 의지 확고
- 「국가항행계획 2.0」을 통해 디지털·데이터 등 신기술을 연계한 맞춤형 항공교통종합계획 핵심과제 추진 중
- 기술 및 사업자 R&R 기반 검증 방안 구체화를 위한 운용 개념 실증을 위해 「K-UAM 그랜드챌린지」를 추진 중이며, UAM 상용화 지원을 위한 안전 운용체계 핵심기술 확보를 위해 「K-UAM 안전운용체계 핵심기술개발」 R&D 사업을 2024년부터 추진 중

○ 해외 정책 동향

- 미국 연방정부는 DOT (Department of Transportation) 중심의 AAM National Strategy(2026-2036)을 공개하며('25.12) AAM에 대한 국가의 전략·목표를 명문화 함
 - * 「Pillar 6: Automation」에서 AAM 생태계의 자동화·지능화 기술을 국가 차원의 전략 목표로 설정하여 FAA 주도 아래 자동화 연구를 확대하며 2030년대 중후반 자동화된 운항이 가능하도록 정책·연구·기술 개발을 추진할 계획을 발표
- FAA는 UAM 운용개념서('23.4)를 통해 산업 생태계 구조를 단계적으로 정립 중이며, AAM Implementation Plan('23.7)을 통해 상용화 시점을 2028년으로 설정하고 이를 위한 실행 로드맵을 마련함
- EASA는 유럽형 도심항공교통관리체계(U-Space)를 중심으로 도심 내 다양한 비행체가 안전하게 운영할 수 있도록 AAM 통합 운영체계 구축 중

- 미국은 NASA와 FAA를 중심으로 차세대 항공교통시스템 NextGen 전략을 수립하고('10.3), 안전한 항공기 운항을 위해 AI 기반 시스템을 도입하고 적용하기 위한 가이드라인을 마련 중('24.7)
- 유럽은 EASA 주도로 EASA Artificial Intelligence Roadmap 2.0을 발간('23.5)하여, AI의 활용을 3단계로 구분하고 인간 보조 및 자동화 도구에서 완전 자율 운영으로의 발전을 도모함

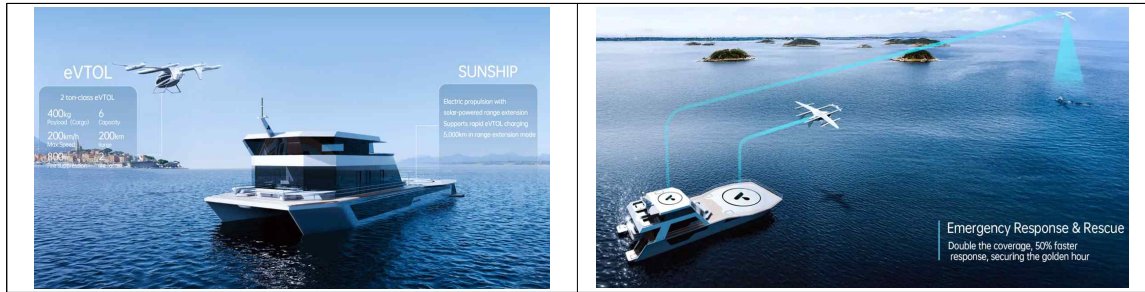
□ 국내외 연구동향

○ 국내 연구 동향

- ‘도심지 드론 운용 예측 및 안전성 평가 기술 개발('25~'29)’ 과제에서 도심지 비행 드론의 안전성 확보를 위한 위험도 평가 기술기준 도출 및 위험도 예측평가 시스템 개발을 통한 한국형 드론 위험평가 체계 마련을 위한 연구 추진 중
- ‘국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용기술 개발('25-’29)’ 과제에서 공간 데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화, 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화, 정부추진사업 대상 HCMI Map 적용 및 실증을 위한 연구 추진 중
- ‘한국형 도심항공교통(K-UAM) 안전운용체계 핵심기술개발('24-’26)’ 과제에서 위험도 기반 UAM 비행 절차 설계 자동화를 위한 기술기준 마련 및 자동화 도구 개발을 위한 연구 추진 중

○ 해외 연구 동향

- NASA는 AAM project의 일환으로 DPP(Dynamic Path Planning) Automation에 관한 연구 진행 중
 - * AAM 운용 환경의 복잡성과 동적 변화를 반영하여 실시간으로 안전하고 최적화된 경로를 유지·갱신하는 것을 목표로 함
 - * 2022 개념 정의문서 발간 후 2025년 8월 시스템 수준 아키텍처 설계 단계로 진전하여 설계 방법론을 제시한 기술보고서 발간
- SESAR는 U-Space 기반의 서비스 기반 교통관리를 체계화 중
 - * U-space Conops를 통해 4DT 기반으로 운항 중 동적 상황 변화에 따라 기존 비행계획을 수정하거나 임시 비행계획을 생성할 수 있도록 정의
 - * SESAR의 DACUS(Demand and Capacity Optimisation in U-space)프로젝트에서는 짧은 시간 내 발생하는 다수 비행계획 변경 사항을 반영하여 드론의 동적 경로 조정 및 수요·용량 변화에 대응하는 경로 관리 개념에 대해 연구함
- 중국 Autoflight는 Zero-Carbon Water Vertiport(부유식 버티포트)를 공개하고, 2025년 11월 상하이 인근 호수에서 실증을 진행함
 - * 부유식 버티포트 개발을 통해 해양 에너지 플랫폼 유지보수, 긴급 수색 대응, 교통혼잡 완화, 해양-항공 관광 및 이동식 수직 이송 장치 클러스터로서 역할이 가능하도록 저탄소 통합 육해공 운송의 새로운 패러다임 개척



<Autoflight 부유식 버티포트>

3. 연구기획 범위

※ 기술적 범위의 기술 분야는 예시이며, 이슈 및 니즈분석 등을 통해 R&D 추진을 위한 분야와 기술은 변경될 수 있음

□ 기술의 범위

○ AI 기반 실시간 비행경로 생성 기술개발 기획

- 실시간 환경 변화를 반영하는 AAM 비행경로 생성 AI 알고리즘 개발 방향 기획
 - * 운항 중 지상 상황 변화에 따라 경로의 유지·수정·재생성이 가능한 동적 경로 생성 구조 구현 및 알고리즘 생성 기술 기획
- 안전 제약 기반 AI 비행경로 생성 기술 기획
 - * 장애물 회피, 보호구역, 최소선회반경 등을 고려하여 강화학습·최적화·샘플링 기반 AI가 생성한 비행경로에 적용할 안전 제약조건 정의
 - * K-UAM 안전운용체계 핵심기술개발사업 ('24~'26) UAM 경로 설계기준(안) 활용방안 검토
- 예측 기반 실시간 최적 비행경로 생성 모형 기획
 - * AI 기반으로 실시간 생성된 경로에 대한 재계획 필요성을 추정·예측하는 모형 개발 방향 기획
- AAM 운항 단계별 경로 생성·품질 평가 모듈 기획
 - * 이륙, 순항, 접근 단계별 특성을 반영한 경로 생성 모듈의 분리·통합 구조를 설계 하고 생성 경로의 단계별 품질 평가지표 정의(안전성, 효율성, 환경성 등)

○ AAM 경로 생성 지원을 위한 지상 공간정보 플랫폼 구축 및 검증 기획

- 위험 수준 및 데이터 타입, 갱신주기, 품질지표, 집계단위 등 정의
- AAM 비행 수준에 따른 공간 해상도별 공간격자 제공 플랫폼 기획
 - * AAM 비행체별 필요 해상도를 제공 할 수 있는 플랫폼 구축 방안을 기획하고, '국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용기술 개발('25~'29, 국토부)' 사업과의 연계 방안 검토
- 유동인구, 차량 및 주요 인프라 데이터 등을 활용한 격자 내 실시간 위험도 산출 기술 기획
 - * 지자체·통신사 등 연계를 통한 고위험 민감 데이터(실시간 인구·차량 데이터) 확보하고, 이를 공간 격자에 반영하여 실시간 위험도를 산출하는 방안 기획

○ 실시간 비행경로 적용 및 부유식 버티포트 위치·자세 정보 공유 시스템 개발 기획

- 6자유도(6DoF) 기반 부유식 버티포트 위치·자세 정보 변화 상태 추정 및 전송 기술 기획
 - * 실시간 데이터 전송 인프라 개념 및 요구사항 발굴 등

- 저지연성·가용성 및 무결성을 고려한 AAM 비행경로 실시간 적용 기술 기획
 - * OPNAV 등 AAM 기체 또는 대역기를 활용한 알고리즘 적용 가능성 확인 및 검토
- ATM/UTM/UATM 연동 제공 인터페이스 구축 기획
 - * 관련 이해관계자 시스템과의 정보 연계를 위한 프레임워크(안) 및 인터페이스 요구사항을 정의
- 실시간 안전 경로 및 부유식 버티포트 위치·자세 정보 변화 정보의 안전성 확인을 위한 실증 기획
 - 실시간 경로 재생성 알고리즘 기반 AAM 비행 안전성 실증체계 기획
 - * ATM/UTM/UATM 등 다양한 이해관계자로부터 피드백을 수집하고 정보를 연동하여 제공할 수 있는 프레임워크(안) 구축 및 요구조건 정의
 - 부유식 버티포트 위치·자세 정보 변화 공유 기반 접근·이착륙 안전성 실증 체계 기획
 - * K-UAM GC 및 K-UAM 안전운용체계 R&D 실증지 내 부유식 버티포트 구축·운영 체계 검토
 - 단계적 실증 및 시스템 기반 종합 검증 체계 기획
 - * 경로 생성·적용·감시 시스템의 기체 탑재 및 정보 공유를 통한 실시간 비행 안전성 실증 (디지털트윈·시뮬레이션 → HIL/SIL → 실 비행) 체계 구축
 - * 부유식 버티포트에서의 안전한 이착륙 실증을 위한 개발 방안 기획

□ 사업 전략

- 정부 AAM 관련 R&D 사업 및 UAM 국가전략기술사업단 소관 사업과의 연계
 - 기존 진행중인 AAM 관련 R&D, 국가 재정사업, K-UAM 안전운용체계 실증 기술개발 기획연구와 본 기획 간 연계방안 수립
 - * 사업 간 구체적 협력 방안, 개념도, 연계도 등 작성, 상호협력 협의회 구성 및 협의회 운영방안 제시
- 국내외 주요 정책적, 기술적, 경제적 환경 변화에 따른 기술개발 및 정부 지원 필요성 보완
 - 기존 진행중인 사업과 AAM 비행경로 생성 기술 기획연구 간 차별성 확보
- 분과별 기술위원회 개최 및 운영
 - AAM 운용 전 분야 및 AI 활용 기술개발 관련 기술분과위원회 구성하여 기술적 사항 논의와 기획 타당성 검증 수행
 - * 정기적 개최를 통한 논의를 지속 추진

4. 연구기획 내용

□ 1단계 : 기술개발 동향 분석, 기술 정의, 사업추진방향 정립

- (이슈 및 니즈 분석) 국제적 수준에 부합하는 AI 기반 AAM 비행경로 자동 생성 기술의 도입 필요성을 검토하고, 관련 기술·시장·정책 동향 및 환경 분석을 통해 향후 고려되어야 할 이슈와 니즈 도출 및 대응 필요성 분석

- 국내외 기술, 시장, 정책, 환경 및 특허 동향 분석

* 주요국의 기술개발 정책 및 시장 분석

* 해외 기술개발 트렌드 및 미래 선도형 기술 분석

- 국내외 연구개발 현황 및 국내 인프라(기업, 연구소, 대학 등) 현황 분석

- 개발 기술에 대한 국내 수요처 의견수렴 및 시장 요구사항 분석

○ (기술의 정의 및 범위) 환경 및 동향 분석을 통한 도출된 미래 이슈와 니즈를 기반으로 사업의 목적 및 개념, 기술 정의와 연구개발 범위 제시

- AI 활용 AAM 기술개발 및 실시간 위험도 등 관련 기술의 개념적 정의, 기술 구성요소, 적용 대상 및 범위를 기획 차원에서 구체화

- 기존 기술 수준과 개발 현황 분석 결과를 바탕으로 연구개발 가능성과 추진타당성 심층 검토*

* 관계부처에서 기 추진된 UAM/AAM 관련 사업과 차별성·연계성 집중 검토(UAM 국가전략 기술사업단 소관 사업 필수 포함)

○ (사업추진방향 정립) 과학기술부문 상위계획과 국토교통 관련 정부 정책과의 연계성을 분석하고, 미래이슈 및 니즈, 정부 정책과의 부합성을 바탕으로 사업추진방향 및 기술대안의 타당성 제시

□ 2단계 : 연구개발 전략 수립, 연구개발내용 설정

○ 연구개발 전략 수립 및 연구개발내용 설정

- 기술 수요 및 트렌드 분석 결과를 바탕으로, 중점 추진이 필요한 기술 영역을 도출하고, 향후 기술개발의 목표와 방향 제시

• 기술 예측, SWOT 분석 등을 통해 전략 영역을 도출하고 장기적 안전위험관리 시스템 도입을 위한 사전 검토체계 정립

○ 연구개발 후보과제 우선순위 도출

- 중점 추진분야별 연구개발 후보과제 설정 및 우선순위 도출

- 후보과제 도출 및 과제별 추진체계 설정

• 연구개발의 시급성, 진보성, 파급효과 및 경제적 효과를 고려하여 과제를 도출하고, 과제 간 연계성과 중복 여부 등 종합검토

• 후보과제별 기술유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과유형(시제품, S/W, 기준·지침 등) 제시

○ 연구개발 후보과제별 과제카드 작성

- 연구개발목표, 기술·산업·시장 동향, 기존 기술 활용방안, 연구개발 필요성, 주요 연구개발내용, 정부지원 타당성, 기술확보 전략, 과제규모, 최종성과물 및 활용방안 등을 포함한 과제카드 작성

- 후보과제별 연구개발 유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과물 유형(시제품, S/W, 기준·지침, 정책제안, 표준제안 등), 시장경쟁력 확보 방안, 실용화방안, 목표 TRL 단계 및 제도개선 사항 등 제시

□ 3단계 : 연구개발과제 기획

○ 연구개발목표 및 범위 설정

- 정량적이고 구체적인 연구개발목표 설정
- 실현 가능한 수준을 고려하여 연구개발범위, 핵심과제 및 추진방법을 설정

○ 세부과제(핵심 요소기술) 도출 및 연구개발내용 설정

- 세부과제 연차별·단계별 연구개발 로드맵 및 성과 로드맵 제시
 - 세부과제의 중요도를 평가하여 우선순위를 선정하고, 정량적 평가기준을 로드맵에 반영
 - 핵심 요소기술별 유형, 기술성숙도(TRL) 및 핵심기술요소(CTE) 설정
 - 세부과제별 성과목표(정량적, 정성적)와 성과지표(필수지표 포함) 설정
- 과제구성에 따른 인력투입계획 및 소요예산 산정
 - 연차별·단계별 예산산출 근거를 구체적으로 제시하고, 소요예산 적정성 검토 (정부투자규모 대비 민간투자규모 수준 제시)

○ 연구개발목표 달성을 위한 추진방안 수립

- 기존 기술·인프라 등의 활용 및 연계 방안 수립
 - * 기술 수요기관의 충분한 의견수렴을 통한 실용성 확보
 - * 국제공동연구 파트너와 국내 관련 기관 및 전문가 분석, 활용계획 포함(필요시)
- 컨소시엄 형태 등 최적 연구추진체계 제안
 - * 참여 주체별 역할과 전문영역을 고려한 바람직한 추진체계 제시

○ 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시

- 성과분석 및 검증방안 제시
 - * 핵심성과별 목표달성 여부를 판단할 수 있는 질적 성과점검(측정) 기준 및 측정방법 제시
- 제도·정책 활용, 현장적용, 시범사업 등 구체적인 실용화 방안 제시
- 해외시장 진출전략 제시

○ 사전타당성 검토

- (정책적 타당성) 국가 전략적 중요성, 상위계획과의 부합성, 연구개발 추진상의 위험요인과 대응방안 등에 대한 검토
- (기술적 타당성) 기존 연구개발과의 중복성, 연구개발 계획의 우수성, 기술 수준 및 개발 성공 가능성 등에 대한 검토

- (경제적 타당성) 경제성 분석, 경제·사회적 파급효과, 과학기술적 파급효과 등에 대한 검토
- 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정
 - 연구개발목표와 내용, 추진전략 등을 바탕으로 본 과제를 공모하기 위한 RFP 작성
 - 단계별 평가를 위한 성과목표·지표·마일스톤의 설정, 평가방법 및 기준 설정
 - * 연구개발목표 및 내용을 고려하여, 선정·단계·최종평가를 위한 평가지표 제시
- 「국가연구개발 성과평가 기본계획(최신 개정판)」에 따른 사업의 평가를 위해 ‘전략계획서’ 작성
 - 사업 기획의도-수행내용-성과 간 연계성 확보를 위해 도출된 예산규모에 따라 사업 기획내용을 반영하여 작성(별도 서식)

□ 주요 산출물

- 기획연구보고서(과제 제안요청서, 설명서/요약서, WBS, PBS, 연구비 설정 근거 등 포함)
- 전략계획서
- 사업의 개념도, 구성기술 연계도, 기술개발 로드맵(구성기술별, 추진 일정 등) 및 사업소개 인포그래픽, 동영상 등
 - * 한글/영문 문서 포함
- 발표자료, 기술수요조사, 기획관련 근거자료 등

□ 보고서 제출

- 중간보고서 : 전문기관 요청시 단계별 제출
- 최종보고서 : 협약 완료일까지

5. 연구기획 추진방법

- 국내외 동향조사, 사업 추진전략 및 추진체계, 중점지원분야 도출 등을 위하여 산업계, 학계, 연구기관, 공공기관 등 다양한 기술분야별 전문가 중심으로 구성된 총괄기획위원회, 기술분과위원회 및 자문위원회를 구성하여야 함
 - * 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 본 사업 연구성과의 실용화 제고를 위해 기술수요처 전문가 포함
 - 수요처 의견수렴 체계 마련 및 필수 협조기관 운영·활용 계획 포함
 - ※ 해외 타분야 정책 및 기술동향 분석을 위한 전문기관 또는 전문가 참여 검토

- 폭넓은 의견수렴 및 사업참여 의향 확인을 위해 유관기관 간담회, 토론회, 공청회 등 실시계획 반영
- 사전 타당성 검토결과와 객관성 확보를 위해 외부전문가(경제, 기술가치평가, 정책 등)를 통한 검증 필요
- 특허 및 논문 정보 등은 ‘국토교통 R&D포털(www.kaia.re.kr)’, ‘한국특허정보원(www.kipris.or.kr)’을 이용하여 객관적 분석 실시

6. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 연구개발기간 : 2026.05. ~ 2027. 05.(12개월)
- 총 정부지원연구개발비 : 100백만원 이내
 - ※ 과제특성상(기획연구) 정부출연금율 총 연구개발비의 100%까지 지원 가능

7. 기 타

- 본 공모과제의 보안등급은 “일반과제”임
- 본 공모과제는 실용화 및 기술료 납부 대상과제가 아님
- 기획과정 중 착수보고회, 검토회의, 기획현황보고 수시 실시
- 연구신청자는 참여기관 수 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구의 효율성을 도모할 것
- 기획연구 착수 후 1개월 이내에 사업의 정의, 정부지원 필요성 등 추진방향, 기획전략 등을 구체화하여 착수보고회 개최
- 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 연구 수행 중 전문기관과 협의를 거쳐, 대·내외 환경 변화 등을 고려한 기획 내용 변경 가능

Dark Fiber 및 AI 기반 DAS를 활용한 교통류 실시간 검지 및 운영관리 기술 개발 기획 (RFP)

1. 연구기획 목표

- 도로에 매설된 유휴 광섬유를 활용하여 기존 지점 중심 검지방식에서 벗어나 연속성 있는 검지기술 확보를 위한 Dark Fiber*와 DAS** 기술 결합형 실시간 교통류 검지 기술 및 교통 운영관리 기술 개발 기획

* Dark Fiber: 기존 매설된 광섬유 중 사용되지 않고 남아 있는 미활용 상태의 광섬유

** DAS(Distributed Acoustic Sensing): 기존 광섬유를 수 km에 걸쳐 수천~수만 개의 진동 센서처럼 활용하는 분포형 음향 센싱 기술

2. 연구기획 필요성 및 동향

□ 필요성

- (기존 센서 중심 수집 기술의 한계) 기존 교통류 특성 수집은 개별 센서 중심 검지 구조로 공간적 커버리지와 경제성 측면에서 한계가 있어 광범위한 구간을 연속으로 모니터링할 수 있는 새로운 기술이 필요
 - 루프검지기, 영상, 레이더 등 개별 지점 검지 방식 센서는 검지 영역이 제한적이고 설치 비용이 높음
 - * (루프) 검지영역: 1.8~2.5m, 설치 비용: 개소당 1~2백만원
 - ** (영상) 검지영역: 60~200m, 설치 비용: 개소당 3.5~10백만원
 - *** (레이더) 검지영역: 50~350m, 설치 비용: 개소당 3.0~10백만원
- (Dark Fiber 활용 기술) 도로 하부에 매설된 통신 케이블은 단선, 노후화 등을 고려해 여유분을 포함하여 설치하고 있으며, 최근 Dark Fiber를 지진 감지, 가스 누출 탐지 센서로 활용하는 기술을 개발하여 활용하고 있음
 - 통신 기능만 있는 Dark Fiber에 DAS 기술을 적용하면 진동 및 음향을 감지하는 고정밀·연속형 센서로 전환하여 활용 가능
 - 기 매설된 Dark Fiber 활용 기술은 센서 설치를 위한 추가적인 도로 굴착이 불필요하고 유지관리에 효율적인 저비용·고효율 기술임
- (연속적인 교통 운영관리 기술 개발 필요) 교통류를 연속적으로 모니터링하고 기존 센싱 한계 극복을 위한 도로에 특화된 Dark Fiber+DAS 기술 개발 필요
 - 도로 환경은 차량 하중, 속도 변화, 기상 조건 등 다양한 상황이 복합적으로 작용하는 특성을 가지므로 일반적인 계측 기술로는 정확한 상태 인식에 한계

□ 정책동향

- 이재명 정부는 총 123대 국정과제를 제시하고 있으며, 이 중 「국민안전 보장을 위한 재난안전관리체계 확립」을 통해 분야별 안전사고 대책 강화를 제시
- 정부는 ‘제2차 국가도로망종합계획(2021~2030)’의 수립을 통해 도로망의 건설 및 효율적인 관리를 위한 4대 주요 정책과제와 15개 세부과제 제시
 - * (정책과제) ①적재적소에 투자하여 경제 재도약 지원, ②사람중심 포용적 교통서비스 제공, ③체계적 관리를 통한 안전한 도로환경 조성, ④혁신성장을 선도하는 미래도로 구축
 - ** (세부과제) 국가간선도로망 구축·정비, 국토균형발전 촉진 지원, 도로투자 효율화, 도로산업 육성·연구개발, 도로 공공성 강화, 사람중심도로 구축, 도로 이용자 편의 제고, 교통 운영·관리 효율화, 도로교통 안전 강화, 구조물 안전관리, 재난대응 역량 강화, 유지관리 자동화·무인화, 디지털·스마트 도로, 친환경·탄소중립 도로, 글로벌 도로망 구축
- 국토교통부는 ‘지능형교통체계(ITS)기본계획 2030’ 수립을 통해 4대 추진전략(안전, 효율, 연계·혁신, 지속가능)과 8개 추진과제를 제시
 - * (추진전략) ① 안전사고지대 0, 실시간 예방·대응 가능한 도로교통환경 조성, ② 맞춤형 교통서비스 지원, 데이터·AI 융합 지능형 교통관리체계 구현, ③스스로 상황을 진단, 제어하는 디지털 인프라 혁신, ④언제, 어디서나, 누구에게나 편리한 포용적 모빌리티 서비스 제공
 - ** (추진과제) 음영 없는 즉각 대응 가능한 상황관리 체계 마련, 도로 위험상황 집중 관리·대응 체계 마련, AI 기반 도로교통정보센터 고도화, C-ITS 등 디지털 도로인프라 구축을 통한 교통운영 최적화, 디지털 트윈 기반 교통관리 체계 구현, ITS 서비스의 최적 성능 유지를 위한 도로 인프라 혁신, 이용자 맞춤형 스마트 모빌리티 서비스 제공, 형평성, 공공성 강화를 통한 차별 없는 모빌리티 서비스 제공
- (음영 없는 즉각 대응 가능한 상황관리 체계 마련) 영상·라이다·레이다 등 다양한 센서의 융·복합 현장 감지체계 마련으로 악천후 등 위험 상황 시 모니터링 기능 강화

□ 국내외 연구동향

- (국내) 행안부는 지능형 광융합센서를 이용한 도시 도로시설 이상감지 및 사고 예방 시스템 개발 및 실증 추진(‘20~’22)
 - 기존 지점 센서와 광융합 센서를 결합하여 터널 및 교량의 이상감지와 교통 사고 발생 위치를 분석할 수 있는 기술 개발
- (국내) 과기부는 지중/해저 Dark Fiber의 진동 센서화 원천기술 개발 및 응용 솔루션 도출 연구를 수행(‘23~’24)
 - Dark Fiber를 활용하여 평택-대전 구간 지진 모니터링 기술 개발 및 진동 센서화 성능 검증, DAS 신호 처리 분석 기술, 분산형 알고리즘 등을 개발
- (미국) 광섬유 및 DAS 기술을 이용한 지하 영상화, 노면 상태 감지 기술 개발 추진

- 럿거스 대학 : CNN 기반 도로 표면 이상 감지 프레임워크 개발
- Lawrence Berkeley National 연구소 : Dark Fiber 및 DAS 기술을 통해 지하 영상화 기술 개발('17)
- Sensonics : 광섬유 및 DAS 기술을 활용하여 열차의 위치, 속도, 철로 상태 모니터링('23)
- 스탠포드 대학 : 도로 아래 매설된 Dark Fiber를 이용하여 교통량을 실시간으로 모니터링하는 DAS 기술 개발('24)

○ **(일본)** NEXCO 고속도로에 광섬유 센싱과 AI 기술을 결합한 교통상황 모니터링 기술 개발 추진('22)

- 광섬유 매설 구간의 교통량, 속도를 실시간 측정하는 기술을 고속도로에 적용하기 위한 시스템 개발
- 기존 루프 검지기 등 지점 검지기 대체 및 다목적 사용을 위한 기술 개발

○ **(프랑스)** 광섬유 및 DAS 기술을 이용한 자연재해 모니터링 기술 개발

- 해저 광케이블을 활용하여 해양 지진, 선박 이동 등 모니터링 기술 개발('19)
- 광섬유 및 DAS를 기반으로 지진 모니터링 기술 개발('20)

3. 연구기획 범위

※ 기술적 범위의 기술 분야는 예시이며, 이슈 및 니즈분석 등을 통해 R&D 추진을 위한 분야, 기술은 변경될 수 있음

○ **Dark Fiber 활용을 위한 도로 특화형 DAS 고도화 기술 개발**

- Dark Fiber 기반 네트워크 단위 교통류 검지를 위한 DAS 기술 고도화
- 차로 특성을 고려한 DAS의 탐지 범위 확장 및 공간 분해능 향상 기술
- 다양한 환경 조건에서의 신호 품질 최적화 및 노이즈 저감 기술

○ **AI 기반 고효율 실시간 DAS 데이터 처리 및 분석 기술 개발**

- 대용량 데이터의 효율적 전송 및 저장을 위한 프로토콜 개발 및 최적화
- 실시간 패턴 인식 및 이상 탐지를 위한 유형별 AI 모델 개발
- 초대용량 DAS 데이터 처리 전용 플랫폼 개발 및 검증

○ **DAS 기반 맞춤형 AI 교통류 실시간 모니터링 및 운영관리 기술 개발**

- 교통류 모니터링을 위한 교통량, 속도 등 검지 데이터 수집, 검증, 저장, 분석 등을 위한 AI 통합 플랫폼 개발
- 도로 특성별 차로 단위 시각화 등 모니터링 기술 및 운영관리 기술 개발
- 도로관리청 등 이용자 및 운전자 맞춤형 서비스 개발

○ 실증 및 확산 전략 수립

- 국가간선도로망, 도심도로망 등 실증지 선정 및 테스트 환경 구축
- 실시간 도로 인프라 이상 징후 대응 기술의 활용을 위한 관련 법·제도 정비
- 기술 확산을 위한 국내외 표준화 전략 수립

4. 연구기획 내용

□ 1단계 : 기술개발 동향 분석, 기술 정의, 사업추진방향 정립

- (이슈 및 니즈 분석) 기술동향 및 환경변화 분석을 통해 미래이슈를 도출하고, 이슈 해결을 위한 기술적 니즈와 대안 제시
 - 국내외 기술, 시장, 정책, 환경 및 특허 동향 분석
 - * 주요국의 기술개발 정책 및 시장 분석
 - * 해외 기술개발 트렌드 및 미래 선도형 기술 분석
 - 국내외 연구개발 현황 및 국내 인프라(기업, 연구소, 대학 등) 현황 분석
 - 개발기술에 대한 국내 수요처 의견수렴 및 시장 요구사항 분석
- (기술의 정의 및 범위) 환경 및 동향 분석을 통한 도출된 미래이슈와 니즈를 기반으로 사업의 목적 및 개념, 기술 정의 및 연구개발 범위 제시
 - 도로 관련 기술 개념, 정의 및 범위를 기존 및 최신자료와 동향을 반영하여 검토하고 세분화하여 제시
 - 기존 기술수준, 현황 등에 대한 분석 결과를 기반으로 해당 연구개발 가능성에 대해 심층 검토
- (사업추진방향 정립) 과학기술부문 상위계획과 국토교통 관련 정부 정책과의 관련성 및 연계성을 분석하고, 미래이슈 및 니즈, 정부 정책과의 부합성 등을 토대로 이슈 해결을 위한 사업추진방향 및 기술대안의 타당성 제시

□ 2단계 : 연구개발 전략 수립, 연구개발내용 설정

- 연구개발 전략 수립 및 연구개발내용 설정
 - 비전 및 목표 제시를 통한 연구개발 전략 수립
 - 기술예측·수요·SWOT 분석 등을 통한 중점분야 도출 및 전략방향 정립
- 연구개발 후보과제 우선순위 도출
 - 중점 추진분야별 연구개발 후보과제 설정 및 우선순위 도출
 - 후보과제 도출 및 과제별 추진체계 설정
 - 연구개발의 시급성, 진보성, 파급효과 및 경제적 효과를 고려하여 과제를

- 도출하고, 과제간 연계 및 중복 여부 등 종합검토
- 후보과제별 기술유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과유형(시제품, S/W, 기준·지침 등) 제시

○ 연구개발 후보과제별 과제카드 작성

- 연구개발목표, 기술·산업·시장 동향, 기존 기술 활용방안, 연구개발 필요성, 주요 연구개발내용, 정부지원 타당성, 기술확보 전략, 과제규모, 최종성과물 및 활용방안 등
- 후보과제별 연구개발 유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과물 유형(시제품, S/W, 기준·지침, 정책제안, 표준제안 등), 시장경쟁력 확보방안, 실용화 방안, 목표 TRL 단계, 제도개선 사항 등 제시

□ 3단계 : 연구개발과제 기획

○ 연구개발목표 및 범위 설정

- 연구개발목표 설정(정량적·구체적 연구개발목표 설정)
- 연구개발범위 및 핵심과제 설정(아래의 연구범위에 대해서 실현 가능한 수준을 고려한 구체적 연구 범위 및 방법 등 설정)
 - * 기술개발의 정의 및 추진체계 수립

○ 세부과제(핵심 요소기술) 도출 및 연구개발내용 설정

- 세부과제 연차별·단계별 연구개발 로드맵 및 성과 로드맵 제시
 - 세부과제의 중요도를 평가하여 우선순위 선정(중요도 평가 시 정량적 평가 기준 제시)하고 이를 연구개발 로드맵에 반영
 - 핵심 요소기술별 유형, 기술성숙도(TRL) 및 핵심기술요소(CTE) 설정
 - 세부과제별 성과목표(정량적, 정성적)와 성과지표(필수지표 포함) 설정
- 과제구성에 따른 인력투입계획 및 소요예산 산정
 - 연차별·단계별 예산산출 근거를 구체적으로 제시하고, 소요예산 적정성 검토(정부투자규모 대비 민간투자규모 수준 제시)

○ 연구개발목표 달성을 위한 추진방안 수립

- 기존 기술·인프라 등의 활용 및 연계 방안 수립
 - * 기술 수요기관의 충분한 의견수렴을 통한 실용성 확보
 - * 국제공동연구 파트너와 국내 관련 기관 및 전문가 분석, 활용계획 포함(필요시)
- 컨소시엄 형태 등 최적 연구추진체계 제안
 - * 참여 주체별 역할과 전문영역을 고려한 바람직한 추진체계 제시

○ 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시

- 성과분석 및 검증방안 제시

* 핵심성과별 목표달성 여부를 판단할 수 있는 질적 성과점검(측정) 기준 및 측정방법 제시

- 제도·정책 활용, 현장적용, 시범사업 등 구체적인 실용화 방안 제시

- 해외시장 진출전략 제시

○ 사전타당성 검토

- (정책적 타당성) 국가 전략적 중요성, 상위계획과의 부합성, 연구개발 추진상의 위험요인과 대응방안 등에 대한 검토

- (기술적 타당성) 기존 연구개발과의 중복성, 연구개발 계획의 우수성, 기술 수준 및 개발 성공 가능성 등에 대한 검토

- (경제적 타당성) 경제성 분석, 경제·사회적 파급효과, 과학기술적 파급효과 등에 대한 검토

○ 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정

- 연구개발목표와 내용, 추진전략 등을 바탕으로 본 과제를 공모하기 위한 RFP 작성

- 단계별 평가를 위한 성과목표·지표·마일스톤의 설정, 평가방법 및 기준 설정
* 연구개발목표 및 내용을 고려하여, 선정·단계·최종평가를 위한 평가지표 제시

○ 「제4차 국가연구개발 성과평가 기본계획('21~'25)」에 따른 사업평가를 위해 '전략계획서' 작성

- 사업 기획의도-수행내용-성과 간 연계성 확보를 위해 도출된 예산규모에 따라 사업 기획내용을 반영하여 작성(별도 서식)

□ 주요 산출물

○ 기획연구보고서(과제 제안요청서 포함)

○ 전략계획서

□ 보고서 제출

○ 중간보고서 : 전문기관 요청시 단계별 제출

○ 최종보고서 : 협약 종료 후 60일 이내

5. 연구기획 추진방법

○ 국내외 동향조사, 사업 추진전략 및 추진체계, 중점지원분야 도출 등을 위하여 산업계, 학계, 연구기관, 공공기관 등 다양한 기술분야별 전문가 중심으로 구성된 총괄기획위원회, 기술분과위원회 및 자문위원회를 구성하여야 함

* 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음

- 본 사업 연구성과의 실용화 제고를 위해 기술수요처 전문가 포함
 - 수요처 의견수렴 체계 마련 및 필수 협조기관 운영·활용 계획 포함
 - ※ 해외 타분야 정책 및 기술동향 분석을 위한 전문기관 또는 전문가 참여
- 폭넓은 의견수렴 및 사업참여 의향 확인을 위해 유관기관 간담회, 토론회, 공청회 등 실시계획 반영
- 사전 타당성 검토결과의 객관성 확보를 위해 외부전문가(경제, 기술가치평가, 정책 등)를 통한 검증 필요
- 특허 및 논문 정보 등은 ‘국토교통 R&D포털(www.kaia.re.kr)’, ‘한국특허정보원(www.kipris.or.kr)’을 이용하여 객관적 분석 실시

6. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 연구개발기간 : 2026. 5. ~ 2027. 3(10개월)
- 총 정부지원연구개발비 : 100백만원
 - ※ 과제특성상(기획연구) 정부출연금을 총 연구개발비의 100%까지 지원 가능

7. 기 타

- 본 공모과제의 보안등급은 “일반과제”임
- 본 공모과제는 실용화 및 기술료 납부 대상과제가 아님
- 기획과정 중 착수보고회, 검토회의, 기획현황보고 수시 실시
- 연구신청자는 참여기관 수 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구의 효율성을 도모할 것
- 기획연구 착수 후 1개월 이내에 사업의 정의, 정부지원 필요성 등 추진방향, 기획전략 등을 구체화하여 착수보고회 개최
- 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 연구 수행 중 전문기관과 협의를 거쳐, 대·내외 환경 변화 등을 고려한 기획 내용 변경 가능

1. 연구기획 목표

- 도로 노면 위험 인지부터 유지보수 시공까지 전 과정을 로봇 기반으로 자동화 상태 진단 후 자동 시공하고, 실도로 실증을 통해 도로 유지보수 공정의 디지털 전환(AX) 및 안전성·효율성 확보

2. 연구기획 필요성 및 동향

□ 필요성

- 미래 도로포장 인프라는 차량하중을 지지하는 수동형 구조물에서 벗어나, 실시간 상태인지·위험경보·데이터연계·자율주행 지원 기능 등을 포함하는 지능형 인프라로 전환 필요
 - * 향후 구조 성능뿐만 아니라 Physical-AI를 접목한 도로 환경에 유기적 변화 및 다양한 성능을 동시에 갖춘 플랫폼형 인프라로 재 정의 필요
- 도로포장 인프라 노후화 가속화에 따라 유지관리 비용 증가 및 지속가능성 확보 전략 필요성 증대
 - 도로포장의 노후화에 따라 일반국도 유지보수비 연평균 2,500억 원 수준으로 지속적인 증가 추세
 - * 고속도로 노후 포장 연장 23년 7% → 40년 약 60%로 급증 예상(한국도로공사, 2023)
 - 도로인프라의 유지보수 골든타임 확보를 통한 경제성 및 효율성 극대화 필요
 - * 로봇 자동화 기술을 활용한 실시간 모니터링과 신속한 유지보수를 통해 보수시간 단축 및 교통정체 최소화로 사회적 비용 저감
- CES 2026은 AI가 드디어 '몸(Body)'을 얻어 우리 삶 깊숙이 들어온 원년의 해
 - 하지만, 건설 현장은 아직도 인력 중심으로 시공되며, 숙련공 부족으로 시공 품질 관리의 한계 존재
 - AI 3강 도약, Physical AI, 산업 AX, 스마트건설 확산을 핵심 방향으로 추진하고 있어, 도로포장 인프라 설계-시공-유지관리 전주기 자동화 반영 기술 개발 필요성 증대
 - * 로봇을 활용한 도로포장 상태조사 및 유지보수 작업을 통해 작업자 위험 노출 최소화
 - * 도로인프라 분야 숙련 노동자 고령화 및 신규 인력 부족 문제 해결
 - * 로봇을 활용한 일정 시공으로 시공 품질의 균질성 확보를 통한 도로포장

□ 정책동향

- 이재명 정부는 5대 국정목표 및 123대 국정과제('25.8)에서 AI 3대 강국 도약, 첨단 로봇·제조 분야와 관련한 추진전략과 핵심추진과제, 인프라 투자 계획 등을 제시
 - * 새정부의 12대 중점 전략과제에서 AI, 로봇 분야의 첨단산업 육성을 위한 기반 조성 과 관련된 구체적인 지원 계획을 명시
- 2026년 1월, 대한민국 AI 기본법(AI Basic Act) 시행으로 AI 규제 체계와 혁신 기반을 마련
 - * 정부는 “AI 강국 도약”을 국가 전략 목표로 표명하며 민관 협력을 강화하는 방향성 제시
- 국가인공지능전략위원회의 “대한민국 인공지능행동계획” 수립 추진中('26. 02.)
 - * (실행과제 12) 피지컬 AI, 휴머노이드, AI 반도체 분야 차세대 기술 확보·적용
 - * (실행과제 35) AI 스타트업·중소기업 공정 성장·경쟁 생태계 조성
 - * (실행과제 42) AI시대 기후 위기 대응과 지속가능한 에너지로의 전환
- '제2차 국가도로망 종합계획(2021~2030)*' 을 통해 인공지능(AI) 및 IoT 기반의 디지털 도로 관리 체계 구축 추진
 - *도로법 제 5조에 의거 10년 마다 수립되는 도로분야 최상위계획
- AI · IoT · 빅데이터 등 첨단기술을 활용한 도로 시설물 실시간 모니터링, 점검 및 원격 관리 추진 체계 구축을 목표로 도로 시설물 관리 시스템 고도화 추진
- AI 기술을 활용하여 도로 정보를 분석하고, 정보가 변경된 지점을 자동탐색하여 신속한 업데이트가 가능한 AI 도로대장 구축 등 도로관리체계 고도화
- 제2차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획('23~'32)
 - (추진전략 3) 「지속가능한 국토교통 기반 시설 고도화」를 통한 노후화 SOC 안전·신속 회복-(기술과제 9) SOC 안전·신속회복
 - (추진전략 5) 「R&D를 통한 산업혁신 기반 조성」을 위한 국토불균형 문제 및 지역별 현안 해소-(정책과제 5) R&D를 통한 국토 균형발전 지원과 기술 기반의 국제협력 강화

□ 국내외 연구동향

- (국내) 스마트건설 기반은 확대 중이나 포장 통합 플랫폼 연구는 초기 단계
 - 국내는 스마트건설, AI 분석, 자율주행 인프라, 로봇 기술 중심의 국토교통 연구가 확대되고 있으나, 포장 분야에서는 센싱-예측-시공-유지관리 통합형 플랫폼 연구가 아직 제한적임.
 - 따라서 국내는 개별 요소기술을 넘어 포장 전주기 운영체계와 실증형 대형 사업으로의 확장이 필요한 시점임.
- (미국) 데이터 기반 유지관리와 디지털 시공 연계 강화
 - FHWA는 인프라 무결성, 안전, 지속가능성, 혁신확산을 핵심 목표로 하며,

디지털 애즈빌트, e-Ticketing, 디지털 트윈, AI·ML 기반 성능분석 등으로 도로 인프라 관리 고도화를 추진 중임.

- 이는 포장도 단순 점검 데이터 축적이 아니라 실시간 데이터 연계형 예측 유지관리 체계로 이동하고 있음을 보여줌.
- 아스팔트 포장에서는 온도관리과 다짐관리 최적화를 위해 AI를 활용한 지능형 다짐, 열화상 머신비전, 시공장비간 협업시스템 등이 개발되고 있음
- 콘크리트 포장에서는 슬래브층 시공관리를 위한 3D 스캔 기반 자동 레벨링, 자율주행 슬립폼 페이버, 실시간 양생 모니터링 기술이 개발되고 있음

○ (유럽) Green & Digital Twin Transition 지향

- 유럽은 지속가능하고 스마트한 모빌리티 전략 아래, 교통인프라의 녹색전환과 디지털전환의 동시 달성을 정책·투자·연구의 공통 축으로 추진하고 있음.
- 이에 따라 포장기술도 저탄소 소재, 자원순환, 운영 데이터화, 커넥티드 인프라 연계 등 복합 기능형 포장 시스템으로 진화하는 추세임.
- 디지털 트윈을 활용한 도로 관리 기술 및 자동 균열 탐지 로봇을 응용하여 보수 우선 순위를 결정하는 방법 등이 개발되고 있음

○ (일본) i-Construction 2.0 기반 시공 자동화·원격화 확산

- 일본은 도로행정과 건설생산성 혁신 차원에서 디지털 시공, 자동화 장비, 원격화, 유지관리 고도화를 지속 확대하고 있으며, 도로분야 자동화 비중도 단계적으로 높이고 있음.
- 이는 포장 분야에서도 향후 자율장비 기반 시공, AI 품질관리, 무인 유지관리가 표준 연구주제로 정착될 가능성이 높음을 시사함

3. 연구기획 범위

□ 기술의 범위

- (신규 도로 로봇 기반 자동화·자율 시공 기술) Embodied AI, 전자제어, 센서 융합, 원격제어, 자율주행, 협업제어, 현장관제 및 시공품질 피드백 기술을 통합적용하여, 포설·다짐·자재운반 등 주요 시공 공정을 원격 또는 자율 방식으로 수행하는 지능형 도로포장 시공 자동화 기술 개발
- Embodied AI 기반 도로포장 시공 핵심장비(페이버, 롤러, 자재운반장비 등) drive-by-wire 모듈 및 전자제어 기술 개발(포장재료 유형별)
- 핵심장비의 위치, 자세, 작업상태 및 주변 작업환경 실시간 인식·판단을 위한 다중센서 융합 기반 현장 인지 기술 개발
- 페이버-롤러-자재운반장비 간 작업 간격, 공정 순서, 자재공급 및 후속 다짐을 연계하는 장비 자율 및 협조제어 기술 개발
- * 원격조정, 자율작업, 비상정지 등 원격관제 및 비상개입 기술 개발

- 진단 모듈과 자동화 장비가 실제 현장에서 유기적으로 작동하는지 현장 실검증
- 기존 기술대비 효율성, 경제성 검증(효과성 분석)

○ **(Embodied AI 기반 도로 진단 기술)** 도로 현장에서 Embodied 장비(Edge)가 현장(Physical)에서 실시간으로 다양한 위험 정보(Multi-modal)를 습득하고 능동적으로 처리할 수 있는 지능형 도로관리 조사 모듈, 분석, 의사결정 체계 알고리즘

- * 시가 물리적인 도로환경과 직접 맞물려 돌아가는 능동적 도로관리 체계
- 도로 현장의 운영/관리 최적화를 위한 Embodied AI 탑재형 자율 조사 장비 및 능동형 상태진단 기술 개발
 - * 현장상태(도로파손, 낙하물 탐지 등)를 현장에서 실시간으로 인지하여 빠르게 대응할 수 있도록 정보 제공
- 실시간 노면 위험 인지 및 선제적 대응을 위한 데이터-물리 융합형 (Physics-Informed) 도로 AX 지능화 시스템 구축
- 조사 데이터(Pavement Condition Index 등)를 AX 지능화 시스템에 실시간 동기화하여, 도로포장의 노후화 정도를 예측(LCC 분석)하고 최적의 유지보수 시점을 결정하는 의사결정 지원 시스템

○ **(로봇 기반 자동화·자율 유지보수 시공 기술)** Embodied AI, 전자제어, 센서 융합, 원격제어, 자율주행, 협업제어, 현장관제 및 시공품질 피드백 기술을 통합적용하여, 포설·다짐·자재운반 등 주요 시공 공정을 원격 또는 자율 방식으로 수행하는 지능형 도로포장 시공 자동화 기술 개발

- 로봇 기반 도로포장 유지보수 시공 핵심장비 기술 개발
- 핵심장비의 위치, 자세, 작업상태 및 주변 작업환경 실시간 인식·판단을 위한 다중센서 융합 기반 현장 인지 기술 개발
- 작업 간격, 공정 순서, 자재공급 및 후속 다짐을 연계하는 장비 자율 및 협조제어 기술 개발
- 진단 모듈과 자동화 장비가 실제 현장에서 유기적으로 작동하는지 현장 실검증
- 기존 기술대비 효율성, 경제성 검증(효과성 분석)

□ 사업 전략

○ 최종 성과물을 국내 도로 유지보수 공사 현장에 적용하여 활용·확장 가능성을 평가하고, 제도화 및 BM 전략 수립을 통한 연구성과 실용화 추진

- 기획연구 추진 과정에서 전국 5개 지방국토관리청 의견 수립 및 수요자 니즈를 반영한 기술 개발 방향성 정립
- 연구성과물의 사업화 및 활용성 기반 마련을 위한 설계, 시방, 지침 등 제도적 기반 구축

* 건설기준 제·개정 전담 기관과의 협력 필수

4. 연구기획 내용

□ 1단계 : 기술개발 동향, 기술정의, 사업추진방향 제시

- (이슈 및 니즈분석) 기술동향 및 환경분석을 통해 미래 이슈와 니즈 도출 및 이슈 해결을 위한 대안 제시
 - 대내외 환경 분석 및 추진 배경, 필요성
 - * 매가트랜드 분석, 사회적, 기술적, 경제적, 정책적 환경분석
 - 국내·외 연구개발 현황 및 시장 요구사항 분석
- (기술의 정의 및 범위) 도출된 미래 이슈와 니즈를 기반으로 사업의 목적 및 개념, 기술 정의 및 연구개발 범위 제시
 - 기술 개념, 정의 및 범위를 기존 및 최신자료와 동향을 반영하여 검토하고 세분화하여 제시
 - 기존기술 수준 및 현황 등의 분석 결과를 기반으로 타 분야 기술개발 과제와의 중복성, 연계성 등을 고려하여 차별성 확보 및 해당 기술개발 가능성에 대해 심층 검토
- (사업추진방향 정립) 과학기술부문 상위계획과 국토교통 관련 정부 정책과의 관련성 및 연계성을 분석하고, 미래이슈 및 니즈, 정부 정책과의 부합성 등을 토대로 이슈 해결을 위한 사업추진방향 및 기술대안의 타당성 제시

□ 2단계 : 기술개발 전략 수립, 연구개발 내용 설정

- 기술 개발 프로그램 사업 전략 수립 및 연구개발 내용(연구 아이템) 설정
 - 비전 및 목표 제시를 통한 기술개발 전략 수립 및 중점 추진 분야 도출
 - * 기술 수요조사를 통한 중점과제(프로그램) 및 핵심기술 도출
- 연구개발 후보과제 우선순위 도출
 - 프로그램 별 기술개발 시나리오 및 개발 로드맵 제시
 - * 비전 달성을 위한 세부개발 목표 및 중점분야 선정
 - 중점 추진분야별 연구개발 후보과제 설정 및 우선순위 도출
 - 후보과제 도출 및 과제별 추진체계(연구단, 일반과제 등) 설정
 - * 연구개발의 시급성, 진보성, 파급효과 및 경제적 효과를 고려하여 과제를 도출하고, 과제 간 연계 및 중복 여부 등 종합 검토
 - * 후보 과제별 기술유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과 유형(시제품, S/W, 기준·지침 등) 제시
- 연구개발 프로그램별 세부 추진 과제카드 작성
 - 연구개발목표, 기술개발 및 산업/시장 동향, 기존기술 활용방안, 기술개발 필요성, 주요연구내용, 정부지원 타당성, 기술확보전략, 과제규모, 최종성과물 및 활용방안 등

- 후보과제별 연구유형(기초/원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 지원분야, 성과물유형(시제품, S/W, 실증, 기준·지침, 정책제안 등), 시장경쟁력 확보방안, 사업화·실용화 방안, 목표 TRL 단계, 관련 법/제도 개선 사항 등 제시

□ 3단계 : 연구개발 프로그램 기획

○ 프로그램 개발목표 및 범위 설정

- 프로그램 개발목표 설정(정량적·구체적인 연구개발목표 설정)
- 연구개발범위 및 핵심과제 설정(연구목표를 고려한 구체적 R&D 범위, 핵심과제 및 방법 등 설정)

○ 세부과제(핵심 요소기술) 도출 및 연구개발내용 설정

- 세부과제 연차별·단계별 기술개발 로드맵 및 성과 로드맵 제시
 - 세부과제의 중요도를 평가하여 우선순위 선정(중요도 평가 시 정량적 평가기준 제시)하고 이를 연구개발 로드맵에 반영
 - 핵심 요소기술별 유형, 기술성숙도(TRL) 및 핵심기술요소(CTE) 설정
 - 세부과제별 성과목표(정량적, 정성적)와 성과지표(필수지표 포함) 설정
- 과제구성에 따른 인력투입계획 및 소요예산 산정
 - 연차별·단계별 예산산출 근거를 구체적으로 제시하고, 소요예산 적정성 검토(정부투자규모 대비 민간투자규모 수준 제시)

○ 연구개발목표 달성을 위한 추진방안 수립

- 기존 기술·인프라 등의 활용 및 연계 방안 수립
 - * 기술 수요기관의 충분한 의견수렴을 통한 실용성 확보
 - * 국제공동연구 파트너와 국내 관련 기관 및 전문가 분석, 활용계획 포함(필요시)
- 컨소시엄 형태 등 최적 연구추진체계 제안
 - * 참여 주체별 역할과 전문영역을 고려한 바람직한 추진체계 제시

○ 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시

- 성과분석 및 검증방안 제시
 - * 핵심성과별 목표달성 여부를 판단할 수 있는 질적 성과점검(측정) 기준 및 측정방법 제시
- 제도·정책 활용, 현장적용, 시범사업 등 구체적인 실용화 방안 제시

○ 사전타당성 검토

- (정책적 타당성) 국가 전략적 중요성, 상위계획과의 부합성, 연구개발 추진상의 위험요인과 대응방안 등에 대한 검토
- (기술적 타당성) 기존 연구개발과의 중복성, 연구개발 계획의 우수성, 기술수준 및 개발 성공 가능성 등에 대한 검토
- (경제적 타당성) 경제성 분석, 경제·사회적 파급효과, 과학기술적 파급효과 등에 대한 검토

- 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정
 - 연구개발목표와 내용, 추진전략 등을 바탕으로 본 과제를 공모하기 위한 RFP 작성
 - 단계별 평가를 위한 성과목표·지표·마일스톤의 설정, 평가방법 및 기준 설정
- * 연구개발목표 및 내용을 고려하여, 선정·단계·최종평가를 위한 평가지표 제시

□ 주요 산출물

- 기획연구보고서(과제 제안요청서 포함)
- 전략계획서
- 기술수요조사서, 개념도, 기획 관련 근거 자료 등

□ 보고서 제출

- 중간보고서 : 전문기관 요청시 단계별 제출
- 최종보고서 : 협약 종료 후 60일 이내

5. 연구기획 추진방법

- 국내외 동향조사, 사업 추진전략 및 추진체계, 중점지원분야 도출 등을 위하여 산업계, 학계, 연구기관, 공공기관 등 다양한 기술분야별 전문가 중심으로 구성된 총괄기획위원회, 기술분과위원회 및 자문위원회를 구성하여야 함
 - * 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 본 사업 연구성과의 실용화 제고를 위해 기술수요처 전문가 포함
 - 수요처 의견수렴 체계 마련 및 필수 협조기관 운영·활용 계획 포함
 - ※ 해외 타분야 정책 및 기술동향 분석을 위한 전문기관 또는 전문가 참여
- 폭넓은 의견수렴 및 사업참여 의향 확인을 위해 유관기관 간담회, 토론회, 공청회 등 실시계획 반영
- 사전 타당성 검토결과의 객관성 확보를 위해 외부전문가(경제, 기술가치평가, 정책 등)를 통한 검증 필요
- 특허 및 논문 정보 등은 ‘국토교통 R&D포털(www.kaia.re.kr)’, ‘한국특허정보원(www.kipris.or.kr)’을 이용하여 객관적 분석 실시

6. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 연구개발기간 : 2026.05. ~ 2027.05(12개월)
- 총 정부지원연구개발비 : 90백만원
 - ※ 과제특성상(기획연구) 정부출연금을 총 연구개발비의 100%까지 지원 가능

7. 기 타

- 본 공모과제의 보안등급은 “일반과제”임
- 본 공모과제는 실용화 및 기술료 납부 대상과제가 아님
- 기획과정 중 착수보고회, 검토회의, 기획현황보고 수시 실시
- 연구신청자는 참여기관 수 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구의 효율성을 도모할 것
- 기획연구 착수 후 1개월 이내에 사업의 정의, 정부지원 필요성 등 추진방향, 기획전략 등을 구체화하여 착수보고회 개최
- 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 연구 수행 중 전문기관과 협의를 거쳐, 대·내외 환경 변화 등을 고려한 기획 내용 변경 가능

1. 연구기획 목표

- 철도 시스템*의 디지털화 및 네트워크화에 따라 증가하는 사이버 위협에 대응하기 위한 철도 시스템에 특화된 사이버보안 관리 체계 및 평가 기술 개발 기획
- * 철도차량, 선로 및 선로변 시설, 철도역과 에너지 공급 시설, 철도관리시스템 등

2. 연구기획 필요성 및 동향

□ 필요성

- 철도시스템의 자동화, 네트워크화 확대에 따라 기존 폐쇄형 운영환경이 네트워크 기반 시스템으로 전환됨에 따라 사이버 위협 노출 가능성이 증가*하고 있음

* Railway Cybersecurity Market Report 2026

- 철도 시스템은 차량, 관제 등 다수의 운영기술이 연계되어 침해 발생시 열차 운행 장애, 안전성 저하, 서비스 중단 등으로 이어질 우려가 있음
- 특히, 원격접속, 유지보수용 네트워크, 무선통신, 공급망 연계 확대는 기존 체계만으로 대응하기 어려운 철도 특화 보안 이슈를 확대시키고 있음

* 국외 사이버 테러 사고사례

시스템 유형	사고사례	주요피해
신호제어 시스템	폴란드(2008)	트램 탈선, 인명피해
SCADA/제어시스템	우크라이나(2016)	원격제어 시스템 마비
정보 전광판	독일(2017), 이란(2021)	안내정보 중단
티켓 판매시스템	미국(2016), 이탈리아(2022) 우크라이나(2025)	온라인 예매 티켓 판매 중단 매출손실
정부 통신망	영국, 미국(2023)	정부기관 내부자료 유출
철도 통신망	폴란드(2023)	열차 비상정지 및 운행중단

- 국가 핵심인프라의 사이버 복원력 강화요구가 확대되는 가운데, 철도분야 역시 안전과 보안을 연계한 체계적 대응 기반 마련 필요
- 국가 사이버안보 전략은 핵심인프라의 보안 및 복원력 강화를 주요 방향으로 제시하고 있어, 철도분야도 특화된 보안체계 마련이 요구됨
 - 철도는 공공성과 안전성이 매우 높은 국가 기간 교통망으로서 일반 IT보안이 아닌 철도 운영환경과 안전기능을 함께 고려한 연구개발 기획 필요
- 국내 철도 분야 사이버보안은 일부 핵심설비 중심 대응에 머무르고 있어 현장 설비, 운영기술, 유지보수 체계까지 포함하는 통합적 접근 미흡
- 철도교통관제센터 등 일부 주요 인프라 중심 보호체계는 구축되고 있으나, 현장설비 전반에 대한 위험분석, 시험·검증 및 표준 연계 기반은 미흡함
 - 이와 같은 한계를 극복하기 위해 철도 분야의 기술개발 수요, 제도개선 과제,

실증 및 표준화 연계를 종합적으로 도출하는 연구가 필수적임

□ 정책 동향

- (국내) 철도 분야의 사이버보안 강화 필요성이 증대되고 있으나 철도 환경에 특화된 보안기술 개발 및 적용모델은 아직 초기 단계에 있음
 - 정보보호 일반기술 및 ICS 보안기술에 대한 검토는 이뤄지고 있으나, 철도 특유의 안전성, 실시간성, 연속운영성 등을 반영한 기술개발은 미흡
 - 정부는 2024년 국가 사이버보안 전략(국가안보실)은 핵심인프라의 보안 및 회복 탄력성 강화 제시
 - 국가정보원은 2025년 고도화하는 사이버 위협에 대응하고자 발전, 교통 등 사회 핵심인프라를 관리하는 공공기관에 보안 모니터링 시스템 강화를 요청
- (국외) 유럽은 철도 사이버보안 기술체계 정립을 위해 CLC/TS 50701을 제시 하고, 철도 시스템의 생애주기와 안전체계에 연계한 사이버보안 관리 강조
 - CLC/TS 50701은 철도 운영자, 시스템 통합자, 공급자를 대상으로 철도 시스템 전주기에 걸친 일관된 사이버보안 관리체계를 제시
 - 또한 EU의 NIS2는 핵심 인프라 분야의 사이버보안 위험관리와 사고 대응 요구를 강화하고 있어 철도분야의 보안 수준 고도화를 촉진하고 있음
 - 미국, 일본 등도 교통, 산업제어시스템 보안 강화를 추진중이며, 철도운영 기관 중심의 보안관리체계와 가이드라인 정비를 확대하고 있음

<CLC/TS 50701 철도 사이버보안 표준 요약>

(목적) CLC/TS 50701은 철도 시스템을 사이버 공격으로부터 보호하기 위한 철도 전용 사이버 보안 유럽표준으로 일반 IT보안이 아닌 열차 운행과 직결되는 안전(Safety)을 보호

(필요성)

- 철도 시스템 침해는 정보 유출이 아닌 물리적 사고로 이어질 수 있음
- 신호, 관제 시스템은 실시간 자동 제어 구조
- 기존 IT보안 기준으로는 철도 특성 반영에 한계

(적용대상) 신호, 관제, 통신, 전력시스템 등

(개념) 보안 수준이 유사한 시스템을 하나의 Zone으로 묶음, Zone과 Zone을 연결하는 통제된 경로 사용하고, Zone이 건더야 할 공격 수준을 결정하여 적용

(보안수준) 레벨1(실수방지), 레벨2(단순 침입 방지), 레벨3(사고 유발이 가능한 조직적 표적 공격 방지), 레벨4(국가적 테러 수준의 공격방지)

□ 국내외 연구 동향

- (국내) IT 중심의 보안 연구 위주로 철도 OT 환경 보안 연구 등 철도에 특화된 보안 기술은 없음
 - 유럽 규격과 연계한 철도 특화 보안 연구와 적용 모델 개발 필요

- (국외) EU가 지원하는 “CYRUS 프로젝트” 등 연구사업 진행(`23.1~`25.12)
 - * EU가 철도, 제조업 등 산업계 전반의 사이버보안 역량 향상을 위한 훈련프로젝트
 - Shft2Rail 보안 워킹그룹 R&D 완료(`19.11~`21.10)
 - * 유럽 철도혁신 프로그램으로 네트워크 레일 등 유럽 철도운영사 및 알스톰 등 철도 제조업체들로 구성되어 철도 관제 보안 강화를 위해 연구
 - SAFETY4RAIL 통합 R&D 완료(`20.10~`22.9)
 - * 유럽 철도/지하철 운영자가 공동 참여하여 사이버 위협 대응, 복구, 복원력 강화 목적을 위해 시뮬레이션을 개발

3. 연구기획 범위

※ 기술적 범위의 기술 분야는 예시이며, 이슈 및 니즈분석 등을 통해 R&D 추진을 위한 분야, 기술은 변경될 수 있음

□ 철도 시스템(시설, 차량) 보안 모델 개발 기획

- 국가 기반 시설에 대한 사이버보안 정책, 법제도, 표준 조사·분석
 - * 원자력, 선박, 전력 등 국내 기반시설 사이버보안 기술 적용 현황 및 관련 제도 조사
- 철도분야(시설, 차량) 사이버보안 요구사항 도출 및 설계*
 - * 제어시스템(OT)에 대한 보안 취약점 분석 및 보안대책(보안기술, 보안정책)
- 철도분야(시설, 차량) 제어시스템(OT)의 운영현황 진단 및 보안 위협에 대한 보호 대상 자산분류 기술
 - * 운영 중요도, 안전영향도, 서비스 영향도, 연속운영 필요성 등을 고려한 중요자산 식별
- 고위험 및 중요자산에 대한 보안 취약점 개선을 위한 기술(S/W, H/W)
 - * 분야별로 우선순위 도출 및 보안 취약점 개선을 위한 상세 기획 제시
- 철도분야(시설, 차량) 제어시스템(OT)의 정보흐름 기반 외부인터페이스, 원격접속 인터페이스 등 주요 네트워크 아키텍처 구조 기술
 - * 침입, 오동작 유발, 권한오용, 공급망 침해, 무선구간 위변조, 유지보수 악용 등 공격유형 제시

□ 철도 시스템(시설, 차량) 사이버보안 관리체계 및 평가체계 개발 기획

- 철도분야 제어시스템(OT) 수명주기별 사이버보안관리 활동 개념 정립
 - * 조직구성, 시스템 모델링, 보안등급(SL) 할당 및 평가, 취약점분석, 침해유형관리, 침투시험 등
- 국제표준을 기반으로 자산관리자(차량, 시설), 시스템통합사, 부품제작사의 사이버 보안 관리체계 수립
- 국제표준을 기반으로 사이버보안 평가 요구사항 정립
 - * 위험모델링 및 SL(보안등급) 관리, 시스템 요구사항, 시스템, 제품 기술 요구사항
- 철도분야 제어시스템(OT) 사이버보안 적용을 위한 적합성 평가방안 수립
 - * 안전(Safety) 체계와 보안(Security) 체계의 연계 적용 원칙 정립

4. 연구기획 내용

□ 1단계 : 기술개발 동향 분석, 기술 정의, 사업추진방향 정립

- (이슈 및 니즈 분석) 글로벌 트렌드 분석 및 주변 환경변화 분석을 통해 미래이슈를 도출하고, 이슈 해결을 위한 기술적 니즈와 대안 제시
 - 국내외 기술, 시장, 정책, 환경 및 특허 동향 분석
 - * 주요국의 기술개발 정책 및 시장 분석
 - * 해외 기술개발 트렌드 및 미래 선도형 기술 분석
 - 국내외 연구개발 현황 및 국내 인프라(기업, 연구소, 대학 등) 현황 분석
 - 개발기술에 대한 국내 수요처(차량, 신호, 통신, 관제 등) 의견수렴 및 시장 요구사항 분석
- (기술의 정의 및 범위) 환경 및 동향 분석을 통한 도출된 미래이슈와 니즈를 기반하여 사업의 목적 및 개념, 기술 정의 및 연구개발 범위 제시
 - 기존 기술수준, 현황 등에 대한 분석 결과를 기반으로 해당 연구개발 가능성에 대해 심층 검토
- (사업추진방향 정립) 과학기술부문 상위계획과 국토교통 관련 정부 정책과의 관련성 및 연계성을 분석하고, 미래이슈 및 니즈, 정부 정책과의 부합성 등을 토대로 이슈 해결을 위한 사업추진방향 및 기술대안의 타당성 제시

□ 2단계 : 연구개발 전략 수립, 연구개발내용 설정

- 연구개발 전략 수립 및 연구개발내용 설정
 - 비전 및 목표 제시를 통한 연구개발 전략 수립
 - 기술예측·수요·SWOT 분석 등을 통한 중점분야 도출 및 전략방향 정립
- 연구개발 후보과제 우선순위 도출
 - 중점 추진분야별 연구개발 후보과제 설정 및 우선순위 도출
 - 후보과제 도출 및 과제별 추진체계 설정
 - 연구개발의 시급성, 진보성, 파급효과 및 경제적 효과를 고려하여 과제를 도출하고, 과제간 연계 및 중복 여부 등 종합검토
 - 후보과제별 기술유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과유형(시제품, S/W, 기준·지침 등) 제시
- 연구개발 후보과제별 과제카드 작성
 - 연구개발목표, 기술·산업·시장 동향, 기존 기술 활용방안, 연구개발 필요성, 주요 연구개발내용, 정부지원 타당성, 기술확보 전략, 과제규모, 최종성과물 및 활용방안 등

- 후보과제별 연구개발 유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과물 유형(시제품, S/W, 기준·지침, 정책제안, 표준제안 등), 시장경쟁력 확보 방안, 실용화 방안, 목표 TRL 단계, 제도개선 사항 등 제시

□ 3단계 : 연구개발과제 기획

○ 연구개발목표 및 범위 설정

- 연구개발목표 설정(정량적·구체적 연구개발목표 설정)
- 연구개발범위 및 핵심과제 설정(연구개발목표를 고려한 구체적 연구개발범위, 핵심과제 및 방법 등 설정)

○ 세부과제(핵심 요소기술) 도출 및 연구개발내용 설정

- 세부과제 연차별·단계별 연구개발 로드맵 및 성과 로드맵 제시
 - 세부과제의 중요도를 평가하여 우선순위 선정(중요도 평가 시 정량적 평가기준 제시)하고 이를 연구개발 로드맵에 반영
 - 핵심 요소기술별 유형, 기술성숙도(TRL) 및 핵심기술요소(CTE) 설정
 - 세부과제별 성과목표(정량적, 정성적)와 성과지표(필수지표 포함) 설정
- 과제구성에 따른 인력투입계획 및 소요예산 산정
 - 연차별·단계별 예산산출 근거를 구체적으로 제시하고, 소요예산 적정성 검토(정부투자규모 대비 민간투자규모 수준 제시)

○ 연구개발목표 달성을 위한 추진방안 수립

- 기존 기술·인프라 등의 활용 및 연계 방안 수립
 - * 기술 수요기관의 충분한 의견수렴을 통한 실용성 확보
 - * 국제공동연구 파트너와 국내 관련 기관 및 전문가 분석, 활용계획 포함(필요시)
- 컨소시엄 형태 등 최적 연구추진체계 제안
 - * 참여 주체별 역할과 전문영역을 고려한 바람직한 추진체계 제시

○ 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시

- 성과분석 및 검증방안 제시
 - * 핵심성과별 목표달성 여부를 판단할 수 있는 질적 성과점검(측정) 기준 및 측정방법 제시
- 제도·정책 활용, 현장적용, 시범사업 등 구체적인 실용화 방안 제시
- 해외시장 진출전략 제시

○ 사전타당성 검토

- (정책적 타당성) 국가 전략적 중요성, 상위계획과의 부합성, 연구개발 추진상의 위험요인과 대응방안 등에 대한 검토
- (기술적 타당성) 기존 연구개발과의 중복성, 연구개발 계획의 우수성, 기술 수준 및 개발 성공 가능성 등에 대한 검토
- (경제적 타당성) 경제성 분석, 경제·사회적 파급효과, 과학기술적 파급효과 등에

대한 검토

- 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정
 - 연구개발목표와 내용, 추진전략 등을 바탕으로 본 과제를 공모하기 위한 RFP 작성
 - 단계별 평가를 위한 성과목표·지표·마일스톤의 설정, 평가방법 및 기준 설정
 - * 연구개발목표 및 내용을 고려하여, 선정·단계·최종평가를 위한 평가지표 제시
- 「제5차 국가연구개발 성과평가 기본계획('26~'30)」에 따른 사업평가를 위해 '전략계획서' 작성
 - 사업 기획의도-수행내용-성과 간 연계성 확보를 위해 도출된 예산규모에 따라 사업 기획내용을 반영하여 작성(별도 서식)

□ 주요 산출물

- 기획연구보고서(RFP 포함)
- 전략계획서
- 사업설명자료
- 기술수요조사서, 개념도, 기획관련 근거자료 등

□ 보고서 제출

- 중간보고서 : 전문기관 요청시 단계별 제출
- 최종보고서 : 협약 종료 후 60일 이내

5. 연구기획 추진방법

- 세계 최고 수준의 기술 확보가 가능하도록 도전적·혁신적 기획결과 도출
- 국내외 동향조사, 사업 추진전략 및 추진체계, 중점지원분야 도출 등을 위하여 산업계, 학계, 연구기관, 공공기관 등 다양한 기술분야별 전문가 중심으로 구성된 총괄기획위원회, 기술분과위원회 및 자문위원회를 구성하여야 함
 - * 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐야 함
- 본 사업 연구성과의 실용화 제고를 위해 기술수요처 전문가 포함
 - 수요처 의견수렴 체계 마련 및 필수 협조기관 운영·활용 계획 포함
 - * 해외 타분야 정책 및 기술동향 분석을 위한 전문기관 또는 전문가 참여 가능
- 폭넓은 의견수렴, 사업 참여의향 확인 등을 위해 유관기관 간담회, 토론회, 공청회 등을 실시할 수 있도록 제안서에 반영

- 정책적·기술적·경제적 타당성 검토결과와 객관성 확보를 위해 외부전문가를 통해서 검증
 - * 기획연구 시 연구비 산정의 적정성 검토를 위해 회계전문가 등이 참여한 ‘연구비 적정성 검토위원회’ 구성·운영 예정(필요시)
- 특허 및 논문 정보 등은 ‘국토교통 R&D포털(www.kaia.re.kr)’, ‘한국특허정보원(www.kipris.or.kr)’을 이용하여 객관적 분석 실시
- 기 수행되었거나(종료과제, 중단과제 등) 현재 수행중인 관련 연구개발과제, 기획과제 등과 중복성 검토를 통해 중복투자 배제 및 연계방안 제시

6. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 연구개발기간 : 2026.05. ~ 2027. 05(12개월)
- 총 정부지원연구개발비 : 100백만원
 - ※ 과제특성상(기획연구) 정부출연금을 총 연구개발비의 100%까지 지원 가능

7. 기 타

- 본 공모과제의 보안등급은 “일반과제”임
- 본 공모과제는 실용화 및 기술료 납부 대상과제가 아님
- 기획과정 중 착수보고회, 단계별 기획 검토회의, 기획 현황보고 수시 실시
- 연구신청자는 참여기관 수 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구의 효율성을 도모할 것
- 기획연구 착수 후 1개월 이내에 사업의 정의, 정부지원 필요성 등 추진방향, 기획 전략 등을 구체화하여 착수보고회 개최
- 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 기획연구 수행 중 전문기관과 협의를 거쳐, 대내외 환경 변화 등을 고려한 기획 내용 변경 가능

도시철도 차량 추진시스템 물리정보 기계학습 기반 에너지 최적제어 및 PHM 기술개발 기획 (RFP)

1. 연구기획 목표

- 도시철도 차량 추진시스템 에너지 효율 향상 및 유지보수 비용 절감을 위한 물리정보 기계학습(PIML)* 기반 에너지 최적제어 및 건전성 예측관리(PHM) 핵심기술 개발 기획

* (기술 정의) 기존 데이터 중심 기계학습(ML) 모델의 한계를 극복해서, 학습의 신뢰성 및 물리적 타당성을 확보하는 기술

2. 연구기획 필요성 및 동향

□ 필요성

- 도시철도 운영비 급증*에 따른 적자 누적 및 안전 확보 부담 심화로 R&D 투자 여력이 저하되고, 국민 요금 부담 증가로 이어져 악순환 반복
 - * (전기요금) 인천교통, 전기사용량 35% 증가, 전기요금 2.3배 폭등('21~'23)
(유지보수비용) 서울교통, 차량교체 지연으로 약 112억원 추가 유지관리비 발생.
노후 차량은 신형 대비 유지보수비 2.4배 (58% 차이)
- 탄소중립 정책 강화 및 전기요금 인상에 대응하여 철도차량 추진시스템 고효율화와 차량 단위 효율 최적화 지속 요구*
 - 도시철도 운영사는 온실가스 감축 요구 확대와 동시에 전력 요금 상승으로 운영비 부담이 증가하는 '이중 압박' 상황
 - 기존 추진시스템 제어 방식**의 한계로 에너지 절감 대응에 어려워, 장치 열화 적응형 파라미터 제어 적용을 통한 에너지손실 최소화 기술 확보 필요
 - * 전체 소비에너지 중 추진에너지는 약 60~80% 비중을 차지하고 있어, 차량시스템 단위에서 추진시스템 효율 개선을 통한 에너지 소비 절감 여지가 큼
 - ** 고정 파라미터 제어는 차량 개발 단계의 설정된 제어 방식으로 운행환경 변화 (노선 조건, 운행 패턴, 기후 등)에 대응 불가능. 장치 열화시 효율 저하로 운영비 증가 요인
- 노후 차량 증가 및 부품 교체 주기 도래 등 유지보수 비용 부담 증가*에 따른 비용 절감 방안 마련 필요
 - 철도분야 상태기반 유지보수(CBM)·건전성 예측관리(PHM) 기술은 일부 기계·보조장치에 제한 적용되어 현행 정비 신뢰성 수준 제고에 한계
 - 철도차량 추진시스템 (전동기, 인버터 등)은 복잡한 전력변환 특성과 열화 매커니즘으로 기존 기계학습 기술 적용 한계 (데이터 의존성·물리적 정합성 결여)
 - 도시철도 운영기관의 비용 절감 요구 증가**에 따라 에너지 및 유지보수 비용 절감을 위한 기획연구 추진 필요
 - * 철도차량 유지보수 비용은 철도차량 전생애주기비용 (LCC)에서 30% 차지
 - ** 시설 노후화, 안전 규제 강화, 인건비 및 전기요금 상승 등

□ 정책동향

- 「12대 국가전략기술」 중 첨단 모빌리티 및 인공지능(AI) 분야는 국가 기술경쟁력 확보를 위한 핵심 전략기술로 지정되어 있으며, 데이터 기반 지능형 모빌리티 운영 및 유지관리 기술 개발이 주요 추진 방향으로 제시됨
- 「제2차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(‘23~’32)」에서는 “미래형 모빌리티 체계 대전환”을 국토교통 R&D 추진전략 중 하나로 제시하고 있으며, 기술과제로 첨단 지능형 모빌리티 및 AI 기반 모빌리티 운영 기술이 포함되어 있음
- 「제4차 철도산업발전기본계획(‘21~’25)」에서는 철도 R&D 중장기 로드맵 수립(‘22~’31)을 통해 빅데이터·AI 기술을 활용한 철도차량 및 철도시설 유지관리의 지능화·자동화를 추진하여 사고 사전 예방 및 운영 효율성 향상을 주요 정책 방향으로 제시
- (국정과제 20) AI 3대 강국 도약을 위한 AI 고속도로 구축 정책을 통해 AI 컴퓨팅 인프라, 데이터, 네트워크를 통합한 국가 AI 기반을 구축하고 산업 전반의 AI 활용 확산을 추진
- (국정과제 21) 세계에서 AI를 가장 잘 쓰는 나라 구현을 목표로 공공 및 산업 전반에 AI 기술 적용을 확대하고 데이터 기반 서비스 확산을 추진하고 있으며, AI 기반 인프라 운영 및 에너지 효율 향상 기술의 적용 필요성이 확대되고 있음
- 정부는 탄소중립 및 에너지 효율 향상 정책을 추진하고 있으며 교통·모빌리티 분야에서도 에너지 소비 저감 및 운영 효율 향상을 위한 지능형 운영 기술 개발 필요성이 증가하고 있음

□ 국내·외 연구동향

- (국내) 상태 모니터링 기술 일부 연구가 진행되고 있으나, PHM 기반 예측·최적제어 기술 활용 미흡
 - (현대차) 기계학습 기반 HEV/PHEV 에너지 최적 제어 기술 개발
 - (코레일) AI 센서 기반 상태진단 시스템 시범 도입 → EMU-150·EMU-260 확대 적용
 - (현대로템) RMS 기반 원격 상태 모니터링 및 정비 지원 시스템 적용
 - (철도연) 철도차량 주요장치 자가상태진단 및 유지보수 지원시스템 개발
- (국외) IoT·빅데이터 기반 상태 모니터링 및 PHM 기반 예측 유지보수 기술 적용 확대
 - (루마니아) 5.1MW급 기관차 19대 개량, 구동계 효율 5% 향상 기대
 - (미국) AI 기반 트랙션 인버터 개발, 5% 부하 영역에서 98.5% 효율 달성
 - (중국) 2025년 홍콩 동부철도 노선 대상 IoT 기반 PHM 시스템 개발 및 도입

- (일본) 도카이도 신칸센 노선0의 가공 전선 대상 이미지 기반 인공지능 검사 시스템 2027년 도입 예정
- (스페인) SKF의 Multilog IMx-Rail 기반 지하철 상태 모니터링 기술 도입
- (프랑스) 열차당 8,000개 변수 (실시간 2,000개) 기반 예측 유지보수 플랫폼 운영

3. 연구기획 범위

※ 기술적 범위의 기술 분야는 예시이며, 이슈 및 니즈분석 등을 통해 R&D 추진을 위한 분야, 기술은 변경될 수 있음

□ PIML 기반 도시철도차량 추진시스템 에너지 최적 제어 기술 개발 기획

- 에너지 소비 특성 분석 및 물리 기반 동특성 모델링 체계 수립
 - * PIML 적용을 위한 물리모델-데이터 결합 구조 및 검증 체계 수립
- 에너지 소비 추정·예측 및 제어 변수 영향도 분석 기술
 - * 제어 입력-에너지 소비 간 관계 분석 및 예측 성능 기준 설정
- 운행 환경 및 시스템 상태 변화 연계 제어 파라미터 최적화 기술
 - * 구성품별 동작 한계를 반영한 데이터 기반 통합 제어 파라미터 최적화 기준 정의
- 운행 환경 변화 반영 실시간 적응형 에너지 최적제어 기술
 - * 실시간 적응형 최적제어 구조 및 단계별 구현 방향 제시

□ PIML 기반 도시철도차량 추진시스템 건전성 예측관리 (PHM) 고도화 기획

- 주요 구성품 고장 메커니즘 및 열화 특성 모델링 체계 수립
 - * PIML 적용을 위한 물리 기반 열화 모델-데이터 결합 구조 정의 및 기존 방식(ML) 한계 분석
- 이상 상태 탐지 및 고장 진단 기술
 - * 상태 이상 판단 기준 및 진단 정확도 등 성능 기준 마련
- 잔여수명(RUL) 예측 기술
 - * RUL 예측 정확도 기준 및 예측모델 적용 수준 및 검증 기준 설정
- 건전성 기반 유지보수 계획 수립 및 CBM·PHM 기술
 - * 상태·예측 기반 유지보수 계획 항목 도출 및 의사결정 기준 정립

□ PIML 기반 추진시스템 에너지-건전성 통합 최적 관리 시스템 개발 기획

- 차량 운행 데이터 및 장치 상태 데이터 통합 연계 체계 수립
 - * 에너지 제어 및 건전성 분석을 위한 데이터 연계 체계 구성, 통합 전략 구체화
- 에너지 성능 및 건전성 진단 정보 통합 활용 방안 도출
 - * 에너지-건전성 관계 분석 및 연계 구조 정의
- 차량 온보드-지상 운영 시스템 연계 기반 통합 관리 개념 설계
 - * 시스템 구성 및 구조, 기능 분담, 데이터 흐름 및 운영 개념 정의

4. 연구기획 내용

□ 1단계 : 기술개발 동향 분석, 기술 정의, 사업추진방향 정립

- (이슈 및 니즈 분석) 글로벌 트렌드 분석 및 주변 환경변화 분석을 통해 미래이슈를 도출하고, 이슈 해결을 위한 기술적 니즈와 대안 제시
 - 국내외 기술, 시장, 정책, 환경 및 특허 동향 분석
 - * 주요국의 기술개발 정책 및 시장 분석
 - * 해외 기술개발 트렌드 및 미래 선도형 기술 분석
 - 국내외 연구개발 현황 및 국내 인프라(기업, 연구소, 대학 등) 현황 분석
 - 개발기술에 대한 국내 수요처(운영기관, 차량 제작사, 전장품 제작사, 철도 유지보수 및 운영지원 기관, 데이터 및 플랫폼 기업 등) 의견수렴 및 시장 요구사항 분석
- (기술의 정의 및 범위) 환경 및 동향 분석을 통한 도출된 미래이슈와 니즈를 기반으로 사업의 목적 및 개념, 기술 정의 및 연구개발 범위 제시
 - 기존 기술수준, 현황 등에 대한 분석 결과를 기반으로 해당 연구개발 가능성에 대해 심층 검토
- (사업추진방향 정립) 과학기술부문 상위계획과 국토교통 관련 정부 정책과의 관련성 및 연계성을 분석하고, 미래이슈 및 니즈, 정부 정책과의 부합성 등을 토대로 이슈 해결을 위한 사업추진방향 및 기술대안의 타당성 제시

□ 2단계 : 연구개발 전략 수립, 연구개발내용 설정

- 연구개발 전략 수립 및 연구개발내용 설정
 - 비전 및 목표 제시를 통한 연구개발 전략 수립
 - 기술예측·수요·SWOT 분석 등을 통한 중점분야 도출 및 전략방향 정립
- 연구개발 후보과제 우선순위 도출
 - 중점 추진분야별 연구개발 후보과제 설정 및 우선순위 도출
 - 후보과제 도출 및 과제별 추진체계 설정
 - 연구개발의 시급성, 진보성, 파급효과 및 경제적 효과를 고려하여 과제를 도출하고, 과제간 연계 및 중복 여부 등 종합검토
 - 후보과제별 기술유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과유형(시제품, S/W, 기준·지침 등) 제시
- 연구개발 후보과제별 과제카드 작성
 - 연구개발목표, 기술·산업·시장 동향, 기존 기술 활용방안, 연구개발 필요성, 주요 연구개발내용, 정부지원 타당성, 기술확보 전략, 과제규모, 최종성과물 및 활용방안 등

- 후보과제별 연구개발 유형(기초·원천, 응용, 실용화, 사업화 등), 성과물 유형(시제품, S/W, 기준·지침, 정책제안, 표준제안 등), 시장경쟁력 확보 방안, 실용화 방안, 목표 TRL 단계, 제도개선 사항 등 제시

□ 3단계 : 연구개발과제 기획

○ 연구개발목표 및 범위 설정

- 연구개발목표 설정(정량적·구체적 연구개발목표 설정)
- 연구개발범위 및 핵심과제 설정(연구개발목표를 고려한 구체적 연구개발범위, 핵심과제 및 방법 등 설정)

○ 세부과제(핵심 요소기술) 도출 및 연구개발내용 설정

- 세부과제 연차별·단계별 연구개발 로드맵 및 성과 로드맵 제시
 - 세부과제의 중요도를 평가하여 우선순위 선정(중요도 평가 시 정량적 평가기준 제시)하고 이를 연구개발 로드맵에 반영
 - 핵심 요소기술별 유형, 기술성숙도(TRL) 및 핵심기술요소(CTE) 설정
 - 세부과제별 성과목표(정량적, 정성적)와 성과지표(필수지표 포함) 설정
- 과제구성에 따른 인력투입계획 및 소요예산 산정
 - 연차별·단계별 예산산출 근거를 구체적으로 제시하고, 소요예산 적정성 검토(정부투자규모 대비 민간투자규모 수준 제시)

○ 연구개발목표 달성을 위한 추진방안 수립

- 기존 기술·인프라 등의 활용 및 연계 방안 수립
 - * 기술 수요기관의 충분한 의견수렴을 통한 실용성 확보
 - * 국제공동연구 파트너와 국내 관련 기관 및 전문가 분석, 활용계획 포함(필요시)
- 컨소시엄 형태 등 최적 연구추진체계 제안
 - * 참여 주체별 역할과 전문영역을 고려한 바람직한 추진체계 제시

○ 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시

- 성과분석 및 검증방안 제시
 - * 핵심성과별 목표달성 여부를 판단할 수 있는 질적 성과점검(측정) 기준 및 측정방법 제시
- 제도·정책 활용, 현장적용, 시범사업 등 구체적인 실용화 방안 제시
- 해외시장 진출전략 제시

○ 사전타당성 검토

- (정책적 타당성) 국가 전략적 중요성, 상위계획과의 부합성, 연구개발 추진상의 위험요인과 대응방안 등에 대한 검토
- (기술적 타당성) 기존 연구개발과의 중복성, 연구개발 계획의 우수성, 기술 수준 및 개발 성공 가능성 등에 대한 검토
- (경제적 타당성) 경제성 분석, 경제·사회적 파급효과, 과학기술적 파급효과 등에

대한 검토

- 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정
 - 연구개발목표와 내용, 추진전략 등을 바탕으로 본 과제를 공모하기 위한 RFP 작성
 - 단계별 평가를 위한 성과목표·지표·마일스톤의 설정, 평가방법 및 기준 설정
 - * 연구개발목표 및 내용을 고려하여, 선정·단계·최종평가를 위한 평가지표 제시
- 「제5차 국가연구개발 성과평가 기본계획('26~'30)」에 따른 사업평가를 위해 '전략계획서' 작성
 - 사업 기획의도-수행내용-성과 간 연계성 확보를 위해 도출된 예산규모에 따라 사업 기획내용을 반영하여 작성(별도 서식)

□ 주요 산출물

- 기획연구보고서(RFP 포함)
- 전략계획서
- 사업설명자료
- 기술수요조사서, 개념도, 기획관련 근거자료 등

□ 보고서 제출

- 중간보고서 : 전문기관 요청시 단계별 제출
- 최종보고서 : 협약 종료 후 60일 이내

5. 연구기획 추진방법

- 국내외 동향조사, 사업 추진전략 및 추진체계, 중점지원분야 도출 등을 위하여 산업계, 학계, 연구기관, 공공기관 등 다양한 기술분야별 전문가 중심으로 구성된 총괄기획위원회, 기술분과위원회 및 자문위원회를 구성하여야 함
 - * 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 본 사업 연구성과의 실용화 제고를 위해 기술수요처 전문가 포함
 - 수요처 의견수렴 체계 마련 및 필수 협조기관 운영·활용 계획 포함
 - ※ 해외 타분야 정책 및 기술동향 분석을 위한 전문기관 또는 전문가 참여
- 폭넓은 의견수렴 및 사업참여 의향 확인을 위해 유관기관 간담회, 토론회, 공청회 등 실시계획 반영

- 사전 타당성 검토결과와 객관성 확보를 위해 외부전문가(경제, 기술가치평가, 정책 등)를 통한 검증 필요
- 특허 및 논문 정보 등은 ‘국토교통 R&D포털(www.kaia.re.kr)’, ‘한국특허정보원(www.kipris.or.kr)’을 이용하여 객관적 분석 실시

6. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 연구개발기간 : 2026.05. ~ 2027.05(12개월)
- 총 정부지원연구개발비 : 100백만 원 이내
 - ※ 과제특성상(기획연구) 정부출연금을 총 연구개발비의 100%까지 지원 가능

7. 기 타

- 본 공모과제의 보안등급은 “일반과제”임
- 본 공모과제는 실용화 및 기술료 납부 대상과제가 아님
- 기획과정 중 착수보고회, 검토회의, 기획현황보고 수시 실시
- 연구신청자는 참여기관 수 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구의 효율성을 도모할 것
- 기획연구 착수 후 1개월 이내에 사업의 정의, 정부지원 필요성 등 추진방향, 기획전략 등을 구체화하여 착수보고회 개최
- 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 연구 수행 중 전문기관과 협의를 거쳐, 대·내외 환경 변화 등을 고려한 기획 내용 변경 가능

도시철도 분야 틈새 작업현장 문제 해결을 위한 첨단 경량 솔루션 개발지원사업 기획 (RFP)

1. 연구기획 목표

- 도시철도의 차량 및 시설 운영·유지관리 작업 중 고반복·고위험·인력집약적 현장작업을 효율성 및 안전성 향상, 무인·자동화 등이 가능하면서 현장에 빠르게 적용될 수 있는 다양한 기술 확보
- 도시철도 운영사들의 수요를 반영하여 중소·중견기업이 보유한 Edge-AI, IoT, 영상·센서융합 등 첨단기술을 활용하여 별도의 작업환경·절차 등의 변경을 최소화하면서 현장에 손쉽게 적용 가능한 아이템을 상향식(Bottom-up)으로 발굴할 수 있는 중소·중견기업↔철도운영사 연계형 R&D 사업 기획
- * (기술 예) 기존 장비·공구에 부착 가능한 Add-on형, 작업자를 보조 또는 부분을 대체하는 기술, 작업 결과를 자동 기록·판단하는 기술 등

2. 연구기획 필요성 및 동향

□ 필요성

- 도시철도의 차량 및 인프라의 점검·정비 및 유지보수, 청소 등 환경개선 등은 여전히 인력 기반적이며 주로 야간시간 작업 위주로 수행되고 있어, 사고 예방 및 비용 측면에서 한계에 직면한 상태
- 또한, 숙련 정비·점검·운영 인력은 최근 사회의 고령화, 신규 인력 감소 추세에 있어 구조적 인력 부족 및 안전 리스크가 심화되는 중
- 현재 국토교통R&D는 대부분 대형 지정공모형 사업 위주로 기획·추진되어 현장 문제를 해결 할 수 있고, 첨단기술을 보유한 중소·중견, 스타트업 기업들이 자율적으로 기획·제안하는 소형 다품종 R&D 프로그램은 부재
- 첨단기술을 활용하고, 절차/방법 등을 최소화하여 현장에 즉시(1~2년 내) 도입할 수 있는 모듈형, 경량 솔루션을 개발·도입할 수 있는 R&D 프로그램 필요
- 특히 현장작업은 개별 설비, 환경, 작업조건에 따라 상이한 문제를 가지며 이를 해결하기 위한 단기·소형·다품종 R&D를 통한 빠른 실증 및 반복적 개선이 필수적

□ 국내·외 정책 및 연구동향

- (국내) 철도공사/공단을 중심으로 AI·빅데이터 기반 유지보수, 디지털트윈 기반 운영 등 작업자 중심 현장작업의 AX를 위해 추진 중이나 대부분 하향식(Top-down) 대형 R&D 추진을 중심으로 추진 중

- 대부분 통합 플랫폼, 인프라 등 시스템 단위 통합개발 중심의 R&D추진으로 기획→착수→실증까지 3~5년 이상 소요되며, 고정된 R&D 목표설정으로 인해 다양한 현장작업 해결 솔루션 발굴에 한계 존재
- 또한 대형 R&D의 경우, 공사·공단 주도의 R&D 추진으로 인해 상대적으로 중소기업·스타트업의 참여가 제한되며, 다양한 아이디어를 가진 중소·중견 기업 등을 지원할 수 있는 단기·소규모·다품종 R&D 추진 필요성 증대
- (영국) Innovate UK를 중심으로 “문제 해결형 챌린지 프로그램”을 운영하여 수억~수십억 수준, 6개월~2년 이내 단기 기업 전용 R&D 발굴
- (유럽) Horizon Europe 등에서 소형 프로젝트 다수를 TRL 단계별로 동시에 지원하며, 빠른 실증 및 성과 현장적용을 통해 확산을 도모
 - 특히 철도혁신 프로그램(Shift2Rail, Europe’s Rail 등)을 통해 AI 기반 예측 정비·디지털트윈·로봇 원격점검 기술이 적극 개발·실증 중
- (미국) 교통부(DOT)에서 교통·모빌리티 분야의 단계별(Phase I~III) 중소기업/스타트업 전용 자유공모 R&D를 연간 500개/15~25만불 규모로 지원중
- (일본) “사회문제 대응형 R&D”를 AI/IoT/디지털 기술을 융합한 지하철, 도시 철도, 교통시설 등 혁신을 목표로하는 중소기업의 실증 및 상용화 연계 R&D 추진중

구분	사업명	주요특징	지원규모 및 대상
EU(Horizon Europe)	Cascade Funding (FRSTP)	· 스마트 및 지속가능한 도시 미션과 연계된 프로젝트들로 대중교통 인프라의 작업 자동화·로봇 AI 융합 SME(중소기업) 및 스타트업 전용 프로젝트 · SME친화형 소규모 R&D 공모	· 프로그램형 · 중소기업 컨소시엄 우선 · 단계별 최대 300백만 유로 지원
미국 (FTA/DOT)	SBIR(Small Business Innovation Research) Program	· 美교통부(DOT)에서 Phase I/II/III 단계별로 중소기업/스타트업 전용 혁신 R&D 지원 (교통·모빌리티분야) · 과제공모→Proof-of-Concept(단계별 검증)→상용화	· 자유공모(15~25만불/년) · 연 500+ 과제
일본 국토교통성 (MLIT)	사회문제 대응형 R&D	· AI/IoT/디지털 기술 융합 지하철, 도시철도, 교통시설 등 혁신을 목표로 하는 과제	· 중소기업의 실증 및 상용화 연계

3. 연구기획 범위

□ 기술의 범위

- Edge-AI, IoT, 드론, 영상·센서융합 등 첨단기술을 활용하되 기존 도시철도 차량·시설의 운영·유지관리를 위한 현장작업의 절차·방식 변경을 최소화하는 기술 중심으로 도시철도 운영사들의 수요조사를 통한 분야 설정

<분야 구분 예시> ※기획 및 수요조사 과정에서 일부 변경 가능

(분야1) 도시철도 차량의 일상점검·검수, 외관진단, 환경개선 등

(분야2) 도시철도 역사, 시설의 설비(전기, 소방, 냉·온방, 급수 등) 및 궤도의
검측, 점검 및 유지보수 등

(분야3) 생활편의(환경개선, 환승편의, 유실물 서비스 등) 및 안전(작업자, 이
용객, 시설물 등) 개선 등

○ 과제별 지원 시나리오 및 성과물의 철도운영기관 상용화 모델 제시

- 타부처 및 유사 프로그램형 R&D 조사·분석을 통한 분야별 지원 시나리오
(사업추진의 타당성, 차별성, 지원과제수 및 예산 등) 도출

- 도시철도 운영사 수요조사 결과를 바탕으로 연구개발 성과물의 수요기관별
상용화 모델(도입시기, 절차/방안, 소요 예산 등) 도출

4. 연구기획 내용

□ 사업개요 및 기획내용

○ 타부처(과기부, 산업부, 보건복지부 등) 및 타분야의 유사 프로그램형 R&D
조사·분석을 통한 벤치마킹 포인트 및 본사업만의 차별성, 사업추진의 당위성,
지원모델 등 도출

⇒ 수요기관(도시철도 운영사 등) 연계형 SME(Small and Medium Enterprise)
친화형 R&D 지원모델 발굴

○ 기술개발 동향 및 운영사 기술수요 조사 실시

- (이슈 및 니즈분석) 도시철도분야 사고사례 조사, 운영사 인터뷰 등을 통한
고반복·고위험·인력집약적 현장작업 중 최신기술로 대체가 가능한 기술 발굴

- (국내외 동향 조사) 최신기술을 활용한 국내·외 사례 제시 및 분석으로 기본
적인 사업 방향 및 체계 등을 설계

- (수요기업 의견수렴) 국내 도시철도 유관, 최신기술 보유 중소·중견기업 현황
및 의견수렴을 통한 기술 수요 리스트업

* '25년 국토교통과학기술진흥원에서 출범한 「K-철도 기술 포럼」 회원사 우선적 의견수렴 및 반영 필요

○ 사업추진전략 수립 및 지원 유형 설정

- 기술개발 동향 및 기술수요 조사 결과들을 반영하여 본 사업의 비전, 목표
등을 설정하고 사업 추진 세부전략 수립

- 정부지원타당성 및 지원규모(연차별 지원 과제수, 과제별 적정 연구비/연구
기간 등) 도출

- 사업 세부 전략을 담은 사업 전체 로드맵 도출

○ 사업 추진방안 정립

- 과학기술부문 상위계획과 국토교통 관련 정부 정책과의 관련성 및 연계성을 분석하고, 미래이슈 및 니즈, 정부 정책과의 부합성 등을 토대로 이슈 해결을 위한 사업추진 방향 및 기술대안의 타당성 제시

○ 연구개발 후보과제별 과제카드 작성 및 분류

- 연구개발 필요성, 주요 연구개발내용, 과제규모(예산/기간), 최종성과물 및 활용방안 등을 간략화하여 작성
- 후보군 유형별 분류 및 범주 구성으로 과제 지원 분야 설정

○ 「제5차 국가연구개발 성과평가 기본계획('26~'30)」에 따른 사업평가를 위해 '전략계획서' 작성

- 사업 기획의도-수행내용-성과 간 연계성 확보를 위해 도출된 예산규모에 따라 사업 기획내용을 반영하여 작성(별도 서식)

□ 주요 산출물

- 기획연구보고서(RFP 포함)
- 전략계획서
- 사업설명서
- 기술수요조사서, 개념도, 기획관련 근거자료 등

□ 보고서 제출

- 중간보고서 : 전문기관 요청시 단계별 제출
- 최종보고서 : 협약 종료 후 60일 이내

5. 연구기획 추진방법

- 국내외 동향조사, 사업 추진전략 및 추진체계, 중점지원분야 도출 등을 위하여 산업계, 학계, 연구기관, 공공기관 등 다양한 기술분야별 전문가 중심으로 구성된 총괄기획위원회, 기술분과위원회 및 자문위원회를 구성하여야 함
 - * 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 본 사업 연구성과의 실용화 제고를 위해 기술수요처 전문가 포함

- 수요처 의견수렴 체계 마련 및 필수 협조기관 운영·활용 계획 포함
- ※ 해외 타분야 정책 및 기술동향 분석을 위한 전문기관 또는 전문가 참여

- 폭넓은 의견수렴 및 사업참여 의향 확인을 위해 유관기관 간담회, 토론회, 공청회 등 실시계획 반영
- 사전 타당성 검토결과의 객관성 확보를 위해 외부전문가(경제, 기술가치평가, 정책 등)를 통한 검증 필요
- 특허 및 논문 정보 등은 ‘국토교통 R&D포털(www.kaia.re.kr)’, ‘한국특허정보원(www.kipris.or.kr)’을 이용하여 객관적 분석 실시

6. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 연구개발기간 : 2026.05. ~ 2026. 11(6개월)
- 총 정부지원연구개발비 : 70백만원
- ※ 과제특성상(기획연구) 정부출연금을 총 연구개발비의 100%까지 지원 가능

7. 기 타

- 본 공모과제의 보안등급은 “일반과제”임
- 본 공모과제는 실용화 및 기술료 납부 대상과제가 아님
- 기획과정 중 착수보고회, 검토회의, 기획현황보고 수시 실시
- 연구신청자는 참여기관 수 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구의 효율성을 도모할 것
- 기획연구 착수 후 1개월 이내에 사업의 정의, 정부지원 필요성 등 추진방향, 기획전략 등을 구체화하여 착수보고회 개최
- 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음
- 연구 수행 중 전문기관과 협의를 거쳐, 대·내외 환경 변화 등을 고려한 기획 내용 변경 가능

구분	항목	비고
서식1	연구개발계획서(신청용)	필수
서식2	개인정보 및 과세정보 제공활용 동의서	필수
서식3	신청 자격의 적정성 확인서	필수
서식4	가점 및 감점사항 확인서(증빙서류 포함)	필수
서식5	RFP 자체검토 의견서	필수
서식6	연구시설장비 심의요청서	해당시
서식7	지식서비스 분야 심의 요청서(중소기업)	해당시
서식8	청렴서약서(신청기관/연구책임자)	필수
참고1	연구개발과제명 작성 안내	연구개발과제명 작성시 참고
참고2	국가과학기술표준분류체계	연구개발계획서(표지) 작성시 참고
참고3	국토교통 R&D 유형별 기술성숙도	연구개발단계(TRL) 설정시 참고
참고4	국가연구개발사업 연구개발비 사용 기준	연구개발비 계상시 참고
참고5	국가연구개발사업 동시수행 연구개발과제 수 제한 기준	연구진 구성시 참고
참고6	IRIS 전산접수 매뉴얼	신청과제 인터넷 입력시 참고
참고7	2단계 대형실험센터 안내	-