<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">관리번호</td><td colspan="2" rowspan="2">2026–에너지·환경-
2-지정공모-6</td><td rowspan="2">RFP
유형코드</td><td>목적·내용</td><td>성과물 특성</td><td>지원유형</td></tr>
<tr><td>I</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">국가전략연구
기획평가전문분야</td><td rowspan="2">PM분야</td><td rowspan="2">에너지·환경</td><td rowspan="2">RB분야</td><td>국제협력</td><td>시작품.시제품 제작 및 검증 (TRL 5~6)</td><td>일반연구개발</td></tr>
<tr><td>기후적응</td><td>RB
세부분야</td><td>기후리스크/적응정책 통합 관리기반</td></tr>
<tr><td colspan="2">사업명</td><td colspan="6">개도국 기후기술 실증연구(R&D) - 개도국 기후기술 실증연구(R&D)</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">RFP명</td><td colspan="6">탄자니아 극한기후 적응형 AI 기반 교통 안전제어 솔루션 실증</td></tr>
<tr><td colspan="6">(TRL : [시작] 5단계 ~ [종료] 6단계)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">지원
정보</td><td>지원기간</td><td colspan="2">2026.07 ~ 2027.12</td><td>정부지원금</td><td colspan="3">2,400백만원</td></tr>
<tr><td>1차년도</td><td colspan="2">2026.07 ~ 2027.12</td><td>1차년도</td><td colspan="3">800백만원</td></tr>
<tr><td>주관기관유형</td><td colspan="6">■ 제한없음 □ 대학/출연(연)/국·공립연/특정연 □ 기업 □ 기타 비영리법인(병원 등) □ 외국법인</td></tr>
<tr><td>주관기관 외
필수참여기관</td><td colspan="6">■ 제한없음 □ 기업 □ 기타 비영리법인(병원 등) □ 외국법인</td></tr>
<tr><td rowspan="2">키워드</td><td>한글</td><td colspan="6">기후재난 대응, 극한기후 대응, 다중센서 융합, AI-기반 조기 경보, 스마트 조기 경보, 디지털 전환, 데이터 통합 플랫폼, 인프라 회복력</td></tr>
<tr><td>영문</td><td colspan="6">Climate resilience climate adaptation tech, multi-sensor fusion, AI-based risk prediction, smart early warning digtal transformation, data integration platform, infrastructure resilience</td></tr>
</table>

1. 추진배경

ㅇ 추진근거

- 「기후위기 대응을 위한 탄소중립· 녹색성장 기본법(2021.9.21.)」 제56조(녹색기술의 연구개발 및 사업화 등의 촉진) ,제75조(국제협력의 증진)
- 「기후변화대응 기술개발 촉진법(2021.4.20.)」 제11조(기술개발 성과의 상용화 지원) 및 제12조(기술지원체제와의 협력 등)
- 「탄소중립·녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획(2023~2042, 2023.4.11.)」,
- 「제1차 기후변화대응 기술개발 기본계획(2023~2032, 2022.12.14)」

ㅇ 세부 추진배경

- 전세계적으로 기후변화로 인해 극한 기후현상(극한 강우, 폭염 등) 빈도가 증가함에 따라 철도, 항만 등 운송 인프라의 구조적 안정성 및 운영 안전 위협 심화되고 있음
- 그중에서도 운송 인프라는 국가 물류와 이동을 지탱하는 핵심 기반시설로, 기후재난 발생시 사회·경제적 피해 규모가 커, 기후 리스크를 사전에 관리할 수 있는 기술과 대응체계의 중요성이 증가하고 있음
- 이에 따라 주요 선진국들은 기후변화에 보다 탄력적인 운송인프라 구축을 위해 사후 관리 중심 구조에서 선제적 대응 체계로의 전환을 적극 추진중에 있음
  - · 미국·영국 등 주요선진국은 폭염에 따른 선로 좌굴 위험을 관리하기 위해 레일 온도 모니터링 시스템, 살수 시스템을 활용한 철도 인프라 관리 기술을 적용하는 등 선제적 유지관리 체계를 운영하고 있음
  - · 국내에서도 기후적응 역량강화를 국정과제(43번)으로 제시하고 있으며, 이를 위해 '국가 인프라 대전환의 수단'으로 예측 범위를 벗어난 기후재난에 대비하여 철도, 항만, 댐, 하천 등 국가 인프라에 대한 안전성 진단 및 설계기준 강화·보강을 제시하고 있음
- 특히 최근 글로벌 운송 인프라 정책은 단순한 재난 대응을 넘어 재난회복(disaster resilience) 중심으로 전환되고

있으며, 이는 사고 발생의 예방 뿐 아니라 발생 시 기능유지 및 신속한 복구까지를 포함하는 개념임
  · △운행 지속성 확보, △피해 최소화, △피해 복구 시간 단축, △재난 이후 시스템 개선을 포함하는 것으로 국가 물류체계 안정성과 직결되는 핵심 요소임, 기후 리스크를 사전에 감지하여 피해를 최소화하고, 신속히 정상 운영으로 복귀할 수 있는 회복력 기반 스마트 인프라 체계 구축이 필수적임
- 운송 인프라 중에서도 철도는 대표적인 저탄소·친환경 교통수단으로 국가 지속가능발전과 경제 성장의 핵심동력이나 최근 폭염에 따른 레일 변형, 집중강우로 인한 노반 침하 등 기후재난에 노출되며 막대한 인명·경제적 손실을 초래하고 있으며 이는 사회기반시설이 부족한 개도국의 경우 피해는 더 심각한 상황임
  · 특히 동아프리카 지역은 홍수·고온으로 인한 인프라 손상 위험 증가에도 불구하고, 실시간 감지·예측·대응을 위한 과학기술 기반 체계 부재로 사후 복구 중심 대응 중심에 머물러 있는 상황임
- 탄자니아는 동아프리카 내륙국(르완다, 우간다 등)을 바다와 연결하는 관문으로서, 최근 탄자니아의 철도를 국가 경제성장 핵심 전략 인프라로 규정하고 대규모 투자를 추진 중에 있으나 안전관리 고도화를 위한 기술은 미흡한 상황임
  · 「탄자니아 개발 비전 2050」, 제3차 5개년 개발계획, 국가 교통 마스터플랜(NTMP 2050)을 통해 표준궤 철도(SGR) 건설 중심의 운송 효율성 제고·물류비 절감·내륙 연결성 강화를 추진중
  · 탄자니아 철도공사(TRC)의 총연장 2,707km 철도망 운영 중 장거리 노선과 노후 협궤 구간 혼재로 인해 유지관리 및 안전관리 체계 고도화가 필요한 상황
- 국내 철도 안전기술은 고속철도와 장대레일 운영 경험을 기반으로 AI 통합 안전관리 플랫폼, 기상정보 예측시스템, 레일온도 예측 및 자동 대응 기술 등 예측 중심 유지관리 분야에서 높은 기술 성숙도를 확보하고 있으나, 고온·집중강우 등 극한 기후 조건에서의 통합 실증 데이터 부재 및 국내 환경 중심 운영의 한계를 보이고 있음
- 현대 철도 기술 실증은 고정밀 센싱, AI 기반 지능형 판단, 방대한 운행 데이터의 분석(빅데이터), 그리고 극한 환경을 견디는 신소재 공학 등이 총체적으로 집약된 첨단 분야임을 고려할 때 탄자니아와 같은 기후 고위험 지역에서의 현지 실증은 기술적용성 및 확장성, 국제경쟁력 확보 차원에서 필수적임
- 따라서 탄자니아에서의 극한기후 적응을 위한 AI기반 철도 스마트 감지·조기경보·능동 대응 기술 고도화 및 데이터 기반 사전예방형 재난관리 모델을 실증함으로써, 기후재난 대응 기술 실증 표준 마련을 추진하고자 함
  · 사후 복구 중심 현행 체계에서 과학적 감시·예방 중심 안전관리 체계로의 전환 추진
  · 국내 검증 기술의 현지 극한 환경 입증을 통한 기술 성숙도(TRL) 완성 및 개도국 기후재난 대응 모델 확산 기반 마련
- 궁극적으로 탄자니아에서의 실증을 통해 △국내 기업의 실증 트랙레코드 확보 및 중소·중견기업 동반 수출 실현, △극한 환경 데이터 기반 AI 모델 고도화를 통한 기술적 진입장벽 구축, △탄자니아 정부·국제기구와의 신뢰 기반 아프리카 기후위기 대응 파트너십 선점 및 글로벌 기후기술 리더십 강화 계기를 마련하고자 함

ㅇ 기획의 주안점

- **국내 철도 환경은 복합 기후위험 조건에서의 통합 실증에 구조적 한계가 존재하며, 탄자니아는 고온·홍수장거리 무인구간 등 극한 조건을 갖춘 최적의 해외 테스트베드**임
- 탄자니아 철도공사(Tanzania Railways Corporation, TRC)는 중앙선(다르에스살람~음완자 간 1,219km) 표준궤 철도(Standard Gauge Railway, SGR) 개량사업을 5공구로 나누어 진행중에 있음, **TRC와 협업하여 표준궤 철도개량사업이 진행중인 적정 구간을 실증 대상지로 선정, 현지 환경에서 기후대응형 철도 인프라 관리 기술의 적용성과 효과성을 검증을 추진**
  · 현지 실증을 통해 레일온도 예측, 노반 침하 감지, 조기경보 알고리즘 등 국내 요소기술의 개도국 현지 적용 TRL 수준을 5→6 수준으로 고도화하고, 축적된 극한 환경 데이터를 국내 철도 안전 모델에 환류함으로써 해외 실증이 국내 인프라 안전 강화로 이어지는 선순환 구조 구축 가능
  · 탄자니아 철도공사(TRC)와 협력하여 관리 구간 내(다르에스살람~음완자)에서 실증 수행
- **위성영상(EO·SAR) 기반 위험진단 기술과 자동살수 제어 시스템을 통합한 입체적 감시체계 및 플랫폼형 운영모델을 개발·구현**하며, 이 과정에서 **극한 기후 조건에 최적화된 감지·예측·대응 알고리즘의 신규 개발 및 고도화를 핵심 R&D 목표로 설정**함

· 전력·통신 인프라가 제한된 개도국 현장에서도 안정적으로 작동 가능한 맞춤형 설계를 적용하여, 유사 환경의 신흥시장 진출을 위한 기술적 범용성과 해외 수출 경쟁력을 동시에 확보함

- **과제 추진은 국내 철도안전 R&D 전문기관과의 협력을 통해 현지 실증 결과를 국내 기술 표준과 연계**하고, **극한기후 예측 모델 고도화를 위한 기상·기후 데이터 공유 체계 구축을 담당**하며 **탄자니아 측은 현장 적용·운영 검증을 담당하는 구조로 추진**
- 기후재난 대응 기술의 시장 경쟁력은 극한 환경에서의 실증 데이터 축적 여부에 의해 결정되며, **본 사업을 통해 확보되는 현지 실증 트랙레코드는 향후 국제 시장 진출 시 핵심 신뢰 근거로 기능**

· 세계은행 등 국제금융기구가 기후회복력(Climate Resilience)을 인프라 투자의 필수 요건으로 제도화하는 추세 속에서, 본 사업의 현지 실증은 글로벌 기후적응 기술시장 선점을 위한 전략적 교두보로 기능함

2. 과제목표

ㅇ 최종 목표 : 진단→예측→경보→능동대응까지 연계되는 통합 기술 실증 모델 확보

- 탄자니아 현지 실증을 통한 극한기후 적응형 철도 스마트 감지·조기경보·능동대응 기술 고도화 및 국제기구 인프라 사업과의 전략적 연계를 통한 글로벌 시장 진출용 공식 track-record 확보

※ [패러다임 전환] 인적 과실 대응 ⇒ 디지털화 및 데이터기반 기후 재해 예방 및 능동 제어 체계
사고 발생 후 대응 중심 ⇒ 철도 운영환경에서 진단→예측→경보→능동대응 기반의 데이터 중심 안전관리체계

ㅇ 세부 목표

- 기후·시설·데이터 통합 분석 기반 위험 예측 기술 개발을 통한 기후재난 감지·예측·조기대응 과학기술 체계 구축
- 현지 실증 데이터 활용 개도국 적용 가능 기후재난 대응 표준 모델 정립

3. 연구개발 내용 및 성과지표

ㅇ 연구개발내용

구분	연구개발내용
'26~'27	**< 홍수 대응 강우량 기반 위험 진단 기술 개발 >** **ㅇ 위성-지능형 CCTV-센서 퓨전기술 활용 거시적·미시적 복합 재난 탐지체계 구축** - EO(Electro-Optical) 및 SAR(Synthetic Aperture Radar) 위성 데이터 활용 : 위성 영상의 특성을 고려한 재난 유형별 특징 추출 및 시계열 변화·공간 패턴 분석을 통한 이상 징후 조기 탐지 - 다중 센서 정보 융합(Fusion): 위성 영상과 지상 관측 데이터의 시공간 정합을 통한 정보 통합 및 신뢰도 기반의 재난 판단 모델 구축. **ㅇ 지상 로컬 관측 CCTV 기반 정밀 교통 재난 확인 기술개발** - CCTV 기반 정밀 진단 : 위성 탐지 결과를 바탕으로 지상 CCTV 등 현장 센서를 연계하여 실제 침수 여부를 정밀 판별하고 오탐(False Alarm) 제거 알고리즘 적용 **ㅇ 교통안전 제어 조기경보 시스템 구현 및 실효성 검증** - 경보 전파 및 시각화: 탐지·진단 결과를 기반 실시간 경보 생성, 전파 및 직관적 시각화 시스템 구현 - 현지 실증: 실제 재난 상황 또는 유사 시나리오 환경에서 연속 운영을 통한 시스템 안정성과 현장 실효성 검증 **< 극한 온도 대응 안전 모니터링 기술 + 자동 살수 제어 기술 개발 >** **ㅇ 레일 온도 실시간 모니터링 및 엣지 컴퓨팅 기반의 선제적 좌굴 예방 시스템** - 환경 분석 및 지점 선정: 탄자니아 현지 기후/기상, 급곡선부, 일교차 극심 구간 등 좌굴 위험 개소 선정 및 레일 온도 변화 특성 분석 ※ 개소 선정 시 좌굴위험이 있는 경우 곡선반경, 도상상태, 체결장치/침목 상태, 배수·노반 상태 등 선로 상태를 포함해야 함 - 데이터수집 인프라: 레일온도, 레일 중립온도 및 축응력, 기상정보, 선로변형 정보 실시간 수집 센서 및 플랫폼 구축

구분	연구개발내용
	- 지능형 제어시스템: 엣지컴퓨팅 기술 적용 현장에서 즉각적인 판단-제어(주의/살수/정지)가 가능한 자동 살수 연동 기술 실증 - 운영 안전성 확보: 살수 중 열차 통과 시의 안전성을 확인하고, 탄자니아 현지 환경에 최적화된 레일 중립온도 설정 및 단계별 안전 운행 기준 수립 : 차량 운행 및 유지관리 활동에 따른 레일 중립온도의 변동을 감시하고 필요시 기준을 갱신 **ㅇ 탄자니아 교통 인프라 유지관리 최적화** - 관리 기준 현지화: 기후 대응형 관리 기준을 탄자니아 실정에 맞춰 수립하고, 점검 우선순위 선정 및 CBM(상태 기반 유지보수) 기획 모델 개발 - 현지에서 사용할 장비 운영 및 유지관리 계획 수립 **< 철도운영 효율 및 기후 복원력 강화 AI 통합 플랫폼>** **ㅇ AI 기반 통합 분석 및 AX(AI Transformation) 연동** - Physical AI 플랫폼 개발: 철도 물리적 특성을 반영한 안전제어(판단-예측-조기경보) 알고리즘 및 AX 플랫폼 연동 기술 실증 - 데이터 통합 관리: 탄자니아 실증 지역의 인프라 상태, 기후 데이터, 사고 사례 DB를 연계하는 원격 수신 플랫폼 구축 **ㅇ 의사결정 프로세스 및 기후 복원력 체계 수립** - 교통안전 전략 컨설팅: 철도 환경 분석을 통한 요구사항 정의 및 능동형 안전 운영 의사결정 체계(진단-경보-조치) 수립 - 교통안전 기후 복원력 강화: 사고 원인 및 유형 분석 바탕의 기후 재해 대응 시설·장비·인력 운영체계 제안 **ㅇ 글로벌 역량 강화 및 지속 가능한 안전관리 거버넌스 확보** - 전문가 양성 교육: 탄자니아 안전관리 전문가 교육과정 설계, 현지 인력 양성 훈련 시행 - 현지 관리 체계 개선: 탄자니아 철도교통 안전관리 체계의 장기적인 개선 방안 및 인력 운영 가이드라인 제안

ㅇ 성과지표

항목		최종목표	성과수준			비고
			국내 최고수준	세계 최고수준	기타	
필수	위성-지상 정보 융합 연계 수준	≥ 90%	85	95	-	공인기관에 준하는 기관의 증빙자료
	AI 통합 플랫폼 대응 신뢰도: Physical AI 살수시스템 작동 성공률	≥ 90%	85~90	95	-	탄자니아 철도공사(TRC) 기술실증확인서
	레일 온도 저감 효과: 자동살수 냉각성능	3℃ 이상	3℃	4℃ *영국 network rail 기준	-	공인기관에 준하는 기관의 증빙자료
	자동살수 운전 성능 : 물 사용량/효율 및 '절수운전 성공'	탄자니아 물 스트레스(Water stress) 임계치 이하				제안서 제출시 기관이 제시
	실증 성과 확산 컨설팅 및 국제협력 네트워킹 실적	2회	-	-	-	국가기후기술협력센터 실시하는 국제협력 컨설팅 및 성과공유회·네트워킹 행사 참여 실적 제시
자율	실증사업 패키지 제출	자율제시	-	-	-	실증 종료시 '트랙레코드 패키지'(데이터, 성능성적서,

						운영기준 유지관리 매뉴얼, 교육자료 등) 제출
	시스템 신뢰성 확보	자율제시	-	-	-	시스템 가동율, 데이터 수집 성공율 등
	실증결과 후속 활용 계획 관련 목표	자율제시	-	-	-	국제사업(MDB, GCF, ODA 등) 연계 제안, 후속 실증 또는 확산 사업 기획서, 현지 또는 제3국 적용 확장 시나리오 제시, 투자유치 또는 사업화 협의 등
	현지 기술 교육 및 유지 보수 관련 목표	자율제시	-	-	-	현지 교육 인원, 핵심 운영 인력 양성, 운영·유지관리 매뉴얼 제작
	개발 기술의 혁신성	자율제시	-	-	-	SCI(E) 논문, 국내/국제 특허, 기술이전 또는 사업화 협의, 기술 차별성(기존 대비 개선율 등) 정량 제시

※ 제시된 성과지표(필수, 자율)는 반드시 목표 달성 계획을 제시해야 하며, 자율지표는 추가하여 제시할 수 있음

※ 모든 성능지표는 공인인증 또는 외부기관 검증서, 전문가 입회 확인서 제출 원칙(자체 평가 시 필요 사유 제시)

※ 각 정량 목표 수치의 평가 기준, 측정 방법 등에 대한 정보를 구체적이고 명확하게 제시

- (예시) 레일온도 저감효과의 경우, △온도 측정 기준(레일표면 온도 기준 명시, 고온조건에서 측정), △시험조건(일사량 조건, 외기온도 범위설정), △평가방식(살수전후 평균온도 기준, 반복시험(예. 10회 이상) 수행, 공인기관 또는 현지기관 입회 검증) 등의 평가기준 제시

* 혁신성을 입증할 수 있는 논문, 특허(스마트 지수 포함), 기술이전, 홍보·전시, 창업 등 자율 제시

4. 특기사항

기본 특성분류	**주요 항목별 해당여부**	국가전략기술	□ Y (분야명/중점기술명)	■ N
		혁신도전형 R&D	□ Y	■ N
		특허로 R&D(舊 IP-R&D)	□ Y	■ N
		경쟁형 R&D	□ Y	■ N
		보안과제	□ Y	■ N
		기술료 징수	■ Y	□ N
		3책5공 적용	■ Y	□ N
		국제공동연구 의무	□ Y	■ N
		지자체 예산매칭 의무	□ Y	■ N
	ESG	■ E(환경) □ S(사회) □ G(지배구조) □ 해당없음		

o 주관연구개발기관이 연구개발과제 형식으로 제안하여야 함
- 공동연구개발기관 등의 구성은 자율로 하되, 각 기관별 역할 명확하게 제시 필요

o 동 사업 내 주관/공동/위탁 연구개발기관 연구책임자로 신청 가능한 과제수는 1개로 제한

o 논문·특허 성과는 기여도가 50% 이상인 경우에 한하여 성과로 인정

o 연구개발과제명은 연구자의 아이디어를 포함하여 자유롭게 제시 가능

o 과제 제안요구서(RFP)에 제시된 필요성과 목표, 연구기간, 예산 등을 고려하여 연구개발계획서에 명확하고 구체적인 연구 범위와 도전적 성과목표를 제시

o 자율 성과지표는 각 항목 및 목표치를 자유롭게 제시할 수 있으나, 설정한 목표치에 대한 타당성을 입증할 수 있는 객관적인 자료를 반드시 첨부

o 실증대상국 현지 연구 수행 및 관리 방안(협력 체계 등)을 자율적으로 제시
- 현지 협력을 위한 전담인력(기술 및 국제협력 전문가) 1인 이상 활용 계획(고용·현지 활동계획 등)을 제시하고, 활용 결과를 증빙해야 함

o 기존 연구개발과제 및 기술과의 차별성을 구체적으로 제시 필수

o 대학 및 출연연과 기업간 컨소시엄(주관/공동/위탁) 구성을 권장하며, 필요시 해외기관을 연구개발기관 외 기관으로 포함

ㅇ 과제 착수 후 실증지를 제공하는 현지 관계기관 및 협력기관과 MOU를 체결하여 제출하여야 함
ㅇ 연구개발기관은 과기부/연구재단/국가기후기술협력센터*에서 주관하는 국제협력 네트워킹 및 성과공유회와 성과 모니터링(컨설팅 등)에 반드시 참석·협조해야 함
* 기후기술법 제15조에 의거하여 지정된 기후기술 국제협력 전담기관(과기부 공고 제2022-0013호)
ㅇ 연구개발기관은 혁신법을 준수하는 범위 내에서 해외 협력기관과 연구개발성과 소유 및 실시에 대한 내용을 협의할 수 있음
ㅇ 연차점검(필요시)를 통해 연차별·단계별 추진 현황 및 성과를 점검받고, 점검·평가·추진위원회의 의견에 따라 연구개발과제의 목표 및 내용, 과제 구성, 연구비, 계속 지원 여부 등 조정 가능
ㅇ 연구개발비 : 총 2,400백만원 내외(정부출연금)
ㅇ 연구개발기간 : '26년~'27년 (2년)

(단위 : 백만원)

과제내용	1차년도	2차년도
기후기술 실증연구	800	1,600

※ 연구개발비 규모 및 연구개발기간은 정부예산 사정에 따라 변경 가능
ㅇ 과제형태 : (일반)연구개발과제

ㅇ 실증지 정보
- **(위치) 탄자니아** 표준궤 철도(SGR) **개량사업 구간**(다르에스살람~음완자)

ㅇ 국제협력기관 및 현지 관계기관 정보
[세계은행(World Bank)]
- (담당자 성명) Yonas Eliesikia Mchomvu / Senior Transport Specialist and Task Team Leader (TTL)
- (담당자 연락처) ymchomvu@worldbank.org
- (역할) 핵심 파트너 중 하나로 실증지 관련 정보 제공 및 연계 가능 사업 관련 협력
- (관련 링크) https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P176682

[현지 관계기관] 탄자니아 철도공사(Tanzania Railyway Corporation, TRC)
- **(개요)** 탄자니아 정부가 소유한 국영 철도 운영기관(철도법에 따라 2017년 설립)으로서 철도인프라, 차량, 여객 및 화물열차의 운영과 유지보수, 사업개발을 위해 구성된 국가 철도 운영기관
- **(위치)** 탄자니아 다르에스살람(4F Staywell Building, Plot No. 1792, Masaki, Dar es Salaam, Tanzania)
- **(역할)** 현지 관계기관 협력 지원 등 실무협의, 데이터 수집, 현지 역량강화, 후속사업 및 연구개발 지원

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">관리번호</td><td colspan="2" rowspan="2">2026–에너지·환경-
2-지정공모-7</td><td rowspan="2">RFP
유형코드</td><td>목적·내용</td><td>성과물 특성</td><td>지원유형</td></tr>
<tr><td>I</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">국가전략연구
기획평가전문분야</td><td rowspan="2">PM분야</td><td rowspan="2">에너지·환경</td><td rowspan="2">RB분야</td><td rowspan="2">국제협력</td><td rowspan="2">시작품.시제품
제작 및 검증
(TRL 5~6)</td><td rowspan="2">일반연구개발</td></tr>
<tr><td>RB
세부분야</td><td>기후
위기자원
관리</td></tr>
<tr><td colspan="2">사업명</td><td colspan="6">개도국 기후기술 실증연구(R&D) - 개도국 기후기술 실증연구(R&D)</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">RFP명</td><td colspan="6">키르기스스탄 AI 기반 낙농 생체·사양 정보 활용 및 메탄 배출량 추정 모델 개발</td></tr>
<tr><td colspan="6">(TRL : [시작] 4단계 ~ [종료] 6단계)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">지원
정보</td><td>지원기간</td><td colspan="2">2026.07 ~ 2027.12</td><td>정부지원금</td><td colspan="3">2,400백만원</td></tr>
<tr><td>1차년도</td><td colspan="2">2026.07 ~ 2027.12</td><td>1차년도</td><td colspan="3">800백만원</td></tr>
<tr><td>주관기관유형</td><td colspan="6">■ 제한없음 □ 대학/출연(연)/국·공립연/특정연 □ 기업 □ 기타 비영리법인(병원 등) □ 외국법인</td></tr>
<tr><td>주관기관 외
필수참여기관</td><td colspan="6">■ 제한없음 □ 기업 □ 기타 비영리법인(병원 등) □ 외국법인</td></tr>
<tr><td rowspan="2">키워드</td><td>한글</td><td colspan="6">메탄측정, 정밀축산, 인공지능, 예측모델, 온실가스저감</td></tr>
<tr><td>영문</td><td colspan="6">Methane Measurement, Precision Livestock Farming, Artifical Intelligence, Predictive Model, Greenhouse Gas Mitigation</td></tr>
</table>

1. 추진배경

ㅇ 추진근거

- 「기후위기 대응을 위한 탄소중립· 녹색성장 기본법(2021.9.21.)」 제56조(녹색기술의 연구개발 및 사업화 등의 촉진) ,제75조(국제협력의 증진)
- 「기후변화대응 기술개발 촉진법(2021.4.20.)」 제11조(기술개발 성과의 상용화 지원) 및 제12조(기술지원 체제와의 협력 등)
- 「탄소중립·녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획(2023~2042, 2023.4.11.)」,
- 「제1차 기후변화대응 기술개발 기본계획(2023~2032, 2022.12.14)」

ㅇ 세부 추진배경

- 메탄(CH_4)은 CO_2 대비 약 80배의 온실효과(GWP_{20} 기준, IPCC AR6)를 나타내 국제사회는 '2021년 COP26에서 출범한 국제메탄서약(Global Methane Pledge)을 계기로 현재 155개국이 2030년까지 메탄을 2020년 대비 30% 이상 감축하기로 합의함. 우리나라도 동 서약 가입(2021. 11. 2.)과 함께 메탄 감축 목표 달성 추진
- 농축산 부문은 인위적 메탄 배출의 약 32%를 차지(소 장내발효 52%)하는 것으로 알려져 메탄 감축의 핵심 요소로 인식됨. 생산성을 높이면서 메탄 발생을 줄일 수 있는 기술에 대한 수요와 함께 AI·IoT 등 ICT 기반의 동물 생체·행동 모니터링 및 데이터 분석을 활용한 융합 기술 시장이 빠르게 확대 중.
  ※ 글로벌 AI 정밀축산 시장은 '24년 22.3억불, '32년 198.7억불(CAGR 15.4%)로 성장 전망(DataM Intelligence, 2025)
- 또한, 메탄 배출 규제 가시화에 따라 반추동물을 중심으로 저메탄 사료첨가제 및 정밀 모니터링 수요가 증가하고 있으며, 감축 실적 인증을 위한 데이터 기반 배출량 검증 및 MRV(Monitoring·Reporting·Verification) 플랫폼의 경제적 가치도 부상 중
- 국내 축산 모니터링 및 분석·관리 기술은 국립축산과학원을 중심으로 대학 및 기업들이 참여하여 RFID 개체 식별·추적, 웨어러블 IoT 모니터링, 사료-체중 상관 분석 등 기술과 제품 개발, 딥러닝 기반 컴퓨터 비전을 활용한 정밀 행동 분석 등이 성숙 단계(TRL 6-7) 달성

- AI 기반 메탄 모니터링·AI 모델링 기술은 성장 단계(TRL 3-4)에 해당하며, 개체별 장내메탄 고정밀 실측 장비(Greenfeed)는 미국 C-Lock사가 독점 공급하고 있어 전 세계 연구기관이 고가 수입 장비에 의존하는 구조가 고착화
- 국내에서도 호흡대사챔버(NIAS) 등 대안적 측정 기술이 운용되고 있으나 현장 적용에 한계가 있어 실측 데이터와 AI 모델링을 결합한 하이브리드 접근이 비용 효율적 대안으로 주목받고 있으며, 이는 다양한 생체 및 사양 정보를 통합 수집·분석하여 메탄 발생 특성을 다각적으로 규명하는 데이터 기반 접근이 요구됨
- 다만, 국내 AI 추정모델은 국내 데이터에 기반하고 있어 품종·사양 다양성에 한계가 있으며, 해외 환경에서 추가 학습 데이터 확보와 알고리즘 고도화가 필수적인 시점
- 유럽 및 북미는 자동화를 넘어 지능화로 진입하고 있는 단계로 축산 ICT 융합 기술 보급률이 높고 글로벌 기업들이 농가 데이터를 독점하고 있어 시장이 고착화되었으나, 개도국은 디지털 가속화와 함께 시장 성장률이 선진국 대비 3배 이상(Marketandmarkets, 2025)으로 잠재력이 높아 전략적 활용 필요
- 대표적으로 키르기스스탄은 농축산 산업이 GDP 약 11%를 차지하며 인구 약 30%가 해당 산업에 종사하여 축산 비중이 큰 개도국으로, 키르기스스탄 정부는 2022년 '키르기스 디지털 전환 전략 2022-2026'에서 농업 분야 디지털화를 국정 과제로 제시한 바 있으며, 세계은행(WB) 등 다자개발은행(MDB) 주도로 국영 농장 등 현지 대규모 축산 디지털화가 빠르게 진행 중
- 한국은 녹색성장기금(WB-KGGTF)을 통해 키르기스스탄 정부와 스마트 농축산 분야 기술 협력 기반을 구축하고 있어, 세계은행(WB) 하드웨어 인프라 위에 국내 기술을 적층하는 형태의 효율적 기술 실증이 가능한 환경이 조성되어 이를 실증 기회로 활용이 필요
- 키르기스스탄은 홀스타인·저지·브라운스위스·짐멘탈·알라타우(Alatau, 현지 품종) 등 다품종을 사육하며, 한국의 연중 TMR(완전혼합사료) 급이 체계와 달리 계절에 따라 변동(하절기 목초 방목, 동절기 건초·곡류 배합사료)되어 다양한 환경 데이터를 확보하기 위한 적지에 해당
- 이를 바탕으로 소수 고가의 해외 장비(GreenFeed 등)에 전적으로 의존해 온 기존 메탄 측정 방식의 한계를 극복하고 국산 센서와 AI 기반 메탄 추정 모델 중심의 저비용·고효율 시스템을 개발·보급함으로써 글로벌 축산·ICT 통합 솔루션 시장 재편에 선제적으로 대응
- 국내에서 개발한 ICT 기반 축산 생체·사양 정보 모니터링 기술을 키르기스스탄 현지에서 실증하고, 고산·방목 환경 데이터를 학습해 AI 모델 학습에 활용하여 범용성을 높임으로써, 중앙아시아·몽골 등 유사 환경의 국가로 기술 확산을 위한 전략적 레퍼런스를 확보
- 아울러, 개도국 테스트베드 실증을 통해 축산 메탄 분야 표준 MRV 방법론을 정립하고, 파리협정 제6조 기반 국외감축실적(ITMO) 확보, 글로벌 탄소크레딧 시장 연계를 통한 해외 사업화의 기반 마련에 기여할 것으로 기대됨

o 기획의 주안점

- **메탄 발생량 추정 모델 개발을 위한 다변인 환경 및 품종 기반의 다양한 생체/사양 데이터 확보와 이를 기반으로 메탄 저감 전략 수립을 위한 근거 마련.** 본 과제는 기후, 온도, 사료급이 방식(하절기 목초 방목, 동절기 건초 및 배합사료 등), 그리고 다양한 소 품종에 따른 **다각적인 사양 환경에서** 유의미한 **메탄 발생 기초데이터**를 정밀하게 **수집**하고 **분석**. 이를 통해 **개체별 메탄 발생 패턴 및 영향요인**을 다각적으로 **규명**하며, 도출된 고신뢰도 데이터는 추후 실효성 있는 **메탄 저감 활용방안을 제시**하고 효과적인 국가적 탄소중립 전략을 수립하기 위한 핵심적인 과학적 근거 활용 기반 마련.
- **AI 기반 예측 모델 및 첨단 IoT 기술 융합을 통한 맞춤형 메탄 모니터링 플랫폼 구축 기반 마련.** 두 번째 주안점은 **생체 및 사양 정보 수집**에 특화된 **국산 첨단 IoT 센서**와 **컴퓨터 비전 기술**을 다변인 데이터 확보에 유리한 **키르기스스탄 현지 환경에 적용**하여 실증. 고도화된 **AI 추정 알고리즘**을 현지 메탄 실측치와 결합하여 신규 예측 모델의 **실측치 대비 정확도(R^2)**와 **범용성**을 **검증**. 궁극적으로 **실시간 데이터 연계 수집** 및 공유가 가능한 **고효율 시스템 플랫폼**을 **구축**하여 **정밀 축산** 및 **글로벌 메탄 모니터링 분야**의 **핵심 기술 기반**을 **확립**
- 세계은행(WB)에서 구축하는 키르기스스탄 디지털 및 수자원·농업·가공산업부(MoWRAPI) 산하 국영 종축 농장(Kyrgyzgosplemzavod) 및 축산연구소를 실증지로 연구를 수행해야 함

2. 과제목표

ㅇ **최종 목표 :** 키르기스스탄 현지 낙농 생체·사양 정보 분석 데이터를 활용한 AI 기반 메탄 배출량 추정 모델 개발 및 메탄 저감 전략 확보

ㅇ **세부 목표**

- 키르기스스탄 현지 시범농장 낙농 데이터(생체·사양정보) 및 메탄 배출 데이터 확보
- AI 학습을 통한 키르기스스탄 실측치 기반 메탄 배출량 추정 모델 개발
- 메탄 배출 핵심 저감 인자 식별 및 저감 전략 제안

3. 연구개발내용 및 성과지표

ㅇ **연구개발내용**

구분	연구개발내용
'26~'27	ㅇ **메탄가스 발생 인자 관련 데이터 및 측정기준 정확도 확보** - 키르기스스탄 현지 다변인자 기반 데이터 수집 시스템 구축 환경 조사 - 낙농 생체(유량, 유성분, 체세포, 행동데이터 등), 사양 정보(사료섭취량, 음수량 등) 메탄 발생량 기초데이터 수집 - 낙농 생체 및 사양 정보 모니터링·수집 체계 구축을 위한 프로토콜 확립 ㅇ **AI 기반 분석을 통해 개체별 메탄 발생 패턴 및 영향 요인 분석 모델 수립** - 국내 개발 AI 기반 메탄 발생량 추정 모델의 키르기스스탄 적용 검증 - 키르기스스탄 현지 메탄 발생량과 생체·사양 정보 간의 상관관계 구축 - AI 학습을 통한 메탄 배출량 추정 알고리즘 개발 및 검증 - 측정완료에 따른 핵심 저감인자 식별 및 메탄저감 최적화 키르키스스탄 모델 제시

ㅇ **성과지표**

항목			최종목표	성과수준			비고
				국내 최고수준	세계 최고수준	기타	
필수	현지 낙농 특성에 따른 생체·사양 데이터셋 구축(종)		≥ 6	-	-	측정 조건 및 평가법, 데이터셋 구축 조건 제시	1)AI 메탄 추정 모델 핵심인자를 포함한 수집 데이터 종류를 6종 이상 제시 (급이, 섭취, 음수, 체중, 유량, 유성분 등 항목 자율 제시) 2)데이터셋 구축 조건을 3종 이상 제시 (축종, 동절기, 하절기 등) 3)측정에 따른 데이터 종류별 메탄가스 저감 발생인자 해당국가 모델 제시
	AI 기반 메탄 발생량 추정 모델의 수월성	실측치 대비 정확도(R^2)	> 0.8	> 0.8	> 0.898	측정 조건 및 방법론 제시	1)기존 국내외 연구결과 대비 차별성 및 수월성 2)해당국가 최고수준 기술 확보 제시
		기존 메탄 발생량 추정 모델 대비 향상 정도	자율제시	-	-	정확도, 비용 등 제시	1) 해외 및 국내 기 개발 기술 대비 차별성 및 수월성 제시 2) 현지 조건에서의 최고 수준 기술 확보 제시
	실측치 기반 메탄 발생량 AI 추정 모델 개발(건수)		2건	-	-	실측과 예측 모델기반 저감인자 제시	현지 낙농 특성에 따른 생체·사양 수집 인자 활용(성과지표1 연계)하여 시나리오(계절, 축종 등)별 추정모델 개발(정확도 0.8 이상)
	개발 모델을 이용한 메탄 저감 방안 전략 제시		1 건	-	-	환경변화 시나리오별 (계절, 대상 가축 등) 방안 제시	1)현지 낙농 특성에 따른 생체·사양 데이터셋 구축목표와 연계 2) 보고서 등

	실증 성과 확산 컨설팅 및 국제협력 네트워킹 실적	2회	-	-	-	국가기후기술협력센터 실시하는 국제협력 컨설팅 및 성과공유회·네트워킹 행사 참여 실적 제시
자율	현지 데이터 연계 수집·공유 시스템 플랫폼 구축	자율제시	-	-	측정 조건 및 평가법 제시	실증지 소관 현지 부처 및 관계기관과의 데이터 수집 현황 공유 채널(현장-온라인 대시보드 등)
	실증결과 후속 활용 관련 목표	자율제시	-	-	-	실증성과 활용 후속 사업 기획서(MDB, GCF 및 ODA 등) 및 투자제안서 등 제시
	현지 기술 교육 및 유지보수 관련 목표	자율제시	-	-	-	-
	개발 기술의 혁신성	자율제시	-	-	1)변이인자 대비 메탄저감 전략 확보 및 낙농정책 제안 (특허 및 논문 등 제시) 2) IoT 및 메탄 발생 예측모델의 저감 모델 발표	대표성과물 홍보 및 전시 계획, 논문, 기술이전 계획 등*

※ 제시된 성과지표(필수, 자율)는 반드시 목표 달성 계획을 제시해야 하며, 자율지표는 추가하여 제시할 수 있음

※ 모든 성능지표는 공인인증 또는 외부기관 검증서, 전문가 입회 확인서 제출 원칙(자체 평가 시 필요 사유 제시)

※ 각 정량 목표 수치의 평가 기준, 측정 방법 등에 대한 정보를 구체적이고 명확하게 제시

* 혁신성을 입증할 수 있는 논문, 특허(스마트 지수 포함), 기술이전, 홍보·전시, 창업 등 자율 제시

4. 특기사항

기본 특성분류	**주요 항목별 해당여부**	국가전략기술	☐ Y (분야명/중점기술명)	■ N
		혁신도전형 R&D	☐ Y	■ N
		특허로 R&D(舊 IP-R&D)	☐ Y	■ N
		경쟁형 R&D	☐ Y	■ N
		보안과제	☐ Y	■ N
		기술료 징수	■ Y	☐ N
		3책5공 적용	■ Y	☐ N
		국제공동연구 의무	☐ Y	■ N
		지자체 예산매칭 의무	☐ Y	■ N
	ESG	■ E(환경) ☐ S(사회) ☐ G(지배구조) ☐ 해당없음		

- ㅇ 주관연구개발기관이 연구개발과제 형식으로 제안하여야 함
  - • 공동연구개발기관 등의 구성은 자율로 하되, 각 기관별 역할 명확하게 제시 필요
- ㅇ 동 사업 내 주관/공동/위탁 연구개발기관 연구책임자로 신청 가능한 과제수는 1개로 제한
- ㅇ 논문·특허 성과는 기여도가 50% 이상인 경우에 한하여 성과로 인정
- ㅇ 연구개발과제명은 연구자의 아이디어를 포함하여 자유롭게 제시 가능
- ㅇ 과제 제안요구서(RFP)에 제시된 필요성과 목표, 연구기간, 예산 등을 고려하여 연구개발계획서에 명확하고 구체적인 연구 범위와 도전적 성과목표를 제시
- ㅇ 자율 성과지표는 각 항목 및 목표치를 자유롭게 제시할 수 있으나, 설정한 목표치에 대한 타당성을 입증할 수 있는 객관적인 자료를 반드시 첨부
- ㅇ 실증대상국 현지 연구 수행 및 관리 방안(협력 체계 등)을 자율적으로 제시
  - • 현지 협력을 위한 전담인력(기술 및 국제협력 전문가) 1인 이상 활용 계획(고용·현지 활동계획 등)을 제시하고, 활용 결과를 증빙해야 함
- ㅇ 기존 연구개발과제 및 기술과의 차별성을 구체적으로 제시 필수
- ㅇ 대학 및 출연연과 기업간 컨소시엄(주관/공동/위탁) 구성을 권장하며, 필요시 해외기관을 연구개발기관 외 기관으로 포함

ㅇ 과제 착수 후 실증지를 제공하는 현지 관계기관 및 협력기관과 MOU를 체결하여 제출하여야 함
ㅇ 연구개발기관은 과기부/연구재단/국가기후기술협력센터*에서 주관하는 국제협력 네트워킹 및 성과공유회와 성과 모니터링(컨설팅 등)에 반드시 참석·협조해야 함
* 기후기술법 제15조에 의거하여 지정된 기후기술 국제협력 전담기관(과기부 공고 제2022-0013호)
ㅇ 연구개발기관은 혁신법을 준수하는 범위 내에서 해외 협력기관과 연구개발성과 소유 및 실시에 대한 내용을 협의할 수 있음
ㅇ 연차점검(필요시)를 통해 연차별·단계별 추진 현황 및 성과를 점검받고, 점검·평가·추진위원회의 의견에 따라 연구개발과제의 목표 및 내용, 과제 구성, 연구비, 계속 지원 여부 등 조정 가능
ㅇ 연구개발비 : 총 2,400백만원 내외(정부출연금)
ㅇ 연구개발기간 : '26년~'27년 (2년)

(단위 : 백만원)

과제내용	1차년도	2차년도
기후기술 실증연구	800	1,600

※ 연구개발비 규모 및 연구개발기간은 정부예산 사정에 따라 변경 가능
ㅇ 과제형태 : (일반)연구개발과제

ㅇ 실증지 정보

[국영 종축 농장 (State Livestock Breeding Farm, Kyrgyzgosplemzavod(Кыргызгосплемзавод)]
- (위치) 키르기스스탄 추이주 소쿨룩구 프룬제 마을(수도 비슈케크에서 약 15km)
- (부지) 축산복합단지 4ha + 농업용지 약 1,200ha
- (개요) 키르기스스탄 수자원·농·식품가공부(MWRAPI) 산하 국영기업(SOE)으로 젖소·육우 고품질 종축 번식·보급 거점 역할의 대형 농장(약 1천 ha 규모)으로, 축사 4개동, 분만실 포함 송아지 축사 1개동, 창고 2개동, 변압 설비 등 인프라를 운용하고 있으나 구소련 시절 구축된 것으로 낙후된 상태
- (관련현황) 세계은행(WB) 지속가능한 농식품 클러스터 개발사업(RACDP) 자금 지원을 통해 현대식 축사 신축 및 리모델링, 착유실 및 착유기, 대형 냉각탱크 신규 도입 등 인프라 개선과 함께 현지 환경에 적합한 고능력우(브라운스위스·홀스타인·지멘탈 품종, 200두) 도입 추진 중('26 완공)

※ WB팀과 필요시, AI 모델 개발에 필요한 데이터 확보를 위해 세계은행 차관사업(WB RACDP 사업)과 연계된 낙농협동조합 및 민간 농장과 함께 확장된 범위의 협업 가능(착수 후 관계기관 협의)하며 관계기관 협의 결과에 따라 실증지 조정 가능

[키르기스스탄 국립 축산연구소(Kyrgyz Scientific Research Institute of Livestock and Pasture)]
- (위치) 키르기스스탄 추이주 소쿨룩구 프룬제 인스티투츠카야가 1번지 (국영 종축 농장과 동일 지구 내 위치)
- (개요) 키르기스스탄 수자원·농·식품가공부(MWRAPI) 산하 축산 분야 국가 연구기관으로 1931년 설립 이후 젖소·육우 포함 종축 개량, 번식 기술 및 사료 개발 등을 주요 연구 분야로, 산하 종축장 보유
- (관련현황) 농진청 ODA사업(KOPIA)를 통해 TMR 사양기술 적용을 위한 연구실 개보수, 분석 장비 도입, 전력 인프라 완비되어 인터넷 접근 가능('24), KOICA 외 FAO, IFAD, WB 지원을 통해 시설·인프라 현대화, 인적 역량 개선 활동 추진 중

※ 키르기스스탄 국립 축산연구소는 현지 조직 상 실질적인 국영종축농장 기술자문·지원 기관으로, 연구 수행 시 데이터 수집 및 장비 관리, 산하 종축장 추가 활용 등에 있어 연구개발기관과 협업 가능

ㅇ 국제협력기관 및 현지 관계기관 정보

[세계은행(World Bank)]
- (담당자 성명) Tahira Syed / Senior Agriculture Economist and Task Team Leader (TTL)
- (역할) 실증지 연계 정보 제공, 출입 및 인허가 관련 지원, 현지 주무부처 및 관계기관 협력, 성과 확산 및 현지 정보 공유 등 ※ 연구개발기관은 실증 관련 연구 성과를 세계은행 담당자와 공유

- (기타사항) 연계 프로젝트 WB Concept Project Information Document (PID) - Resilient Agri-food Clusters Development Project – P178120
·(관련 링크) https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/099400011222221830

[현지 관계기관1] 농산업경쟁력센터(Agribusiness Competitiveness Center, ABCC)
- (개요) 키르기스스탄 디지털 및 수자원·농업·가공산업부(MoWRAPI) 산하 공공기관으로, 최근 WB 등 해외기관 및 국제기구 협력 농축산 개발 사업 추진 시 현지 정부 측 PIU(실행관리기관) 역할 담당
- (위치) 114 Chui Ave., Bishkek
- (담당자/직위) Ms. Aigul Jolochieva /Coordinator
- (역할) WB 사업 추진 및 현지 총괄 관리 기관으로, 실증지 관계자 실무 협의, 실증지 출입 및 인허가, 현지 주무부처 및 관계기관 협력 등 지원

[현지 관계기관2] 국립축산연구소(Kyrgyz Livestock and Pasture Research Institute(KLPRI))
- (담당자/직위) Zhanysh Algodjaev / Director
- (역할) 연구소 인프라 활용 및 실증 연구 협력, 현지 농장 협업 지원

[현지 관계기관3] 키르기스 국립농과대(Kyrgyz National Agrarian Univ.)
- (개요) 현지 대표적 농업계 종합대학으로 수의학을 포함 농축산 연구 및 인력양성 역할을 맡고 있으며, 축산 관련 공공 세미나·실습 운영 등 교육 허브 역할도 수행(한국 KRC, KOPIA 협업 중)
- (주소) 68, Mederov str., Bishkek
- (담당자/직위) Dr.Irgashev Almazbek / 부총장
- (역할) 실증지 데이터 수집, 인력 기술교육, 데이터 활용 현지 역량 강화, 후속 공동 연구 기획 등 지원