

관리번호		2026-정보-융합기술-7- 품목공모-13		RFP 유형코드	목적-내용	성과물 특성	지원유형
					R	1	1
					원천연구	시작품-시제품 제작 및 검증 (TRL 5~6)	일반연구개발
국가전략연구 기획평가전문분야		PM분야	정보-융합기술	RB분야	RB 세부분야	-	
				방사선(안전)			
				원자로안전 핵융합			
사업명		미래개척융합과학기술개발사업 - 미래유망융합기술파이오니어					
RFP명		고속중성자 기반 마약류 비파괴 검색기술 개발					
		(TRL : [시작] 4 단계 ~ [종료] 6 단계)					
지원 정보	지원기간	2026.07 ~ 2030.12		정부지원금	4,500백만원		
	1단계 (1차년도)	2026.07 ~ 2027.12 (2026.07 ~ 2027.01)		1단계 (1차년도)	900백만원 (350백만원)		
	2단계	2028.01 ~ 2030.12		2단계	3,600백만원		
	주관기관유형	■ 제한없음 □ 대학/출연(연)/국공립연/특정연 □ 기업 □ 기타 비영리법인(병원 등) □ 외국법인					
	주관기관 외 필수참여기관	■ 제한없음 ■ 기업 □ 기타 비영리법인(병원 등) □ 외국법인					
키워드	한글	고속중성자	중성자 발생 기술	마약류 탐지	성분분석	AI 기반 식별	
	영문	Fast Neutron	Neutron Generation Technology	Drug Detection	Material Composition Analysis	AI-based Identification	

1. 추진배경	
<p>○ 추진근거</p> <ul style="list-style-type: none"> 제5차 과학기술기본계획의 국가전략기술 및 국민안전·사회문제 해결형 과학기술 추진 방향에 부합 <ul style="list-style-type: none"> 고속중성자 기반 성분분석 기술 활용한 은닉된 마약류를 비파괴적으로 탐지, 식별을 통해 국민안전 확보 및 사회안전 문제 해결에 기여 제6차 원자력진흥종합계획의 방사선 이용기술 고도화 및 원자력·방사선 기술의 산업·공공 분야 활용 확대 방향에 부합 <ul style="list-style-type: none"> 중성자 발생/제어, 방사선 분광, 차폐/방호, 방사선 안전 해석 등 원자력/방사선 핵심기술을 보안검색 및 공공안전 분야에 적용 미래개척융합과학기술개발사업의 혁신도전형 융합연구 추진 취지에 부합 <ul style="list-style-type: none"> 원자력/방사선, 핵물리, 인공지능, 재료/차폐, 보안검색 기술을 융합하여 기존 엑스선/전자기파 기반 검색 기술의 한계를 보완하는 고난도 원천기술 개발 추진 원자력안전법에 따른 방사선 발생장치 안전관리 및 인허가 체계를 고려한 안전한 방사선 이용 기술 개발 필요 <ul style="list-style-type: none"> 고속중성자 발생장치의 현장 적용을 위해 방사선 안전 해석, 차폐 설계, 선량 감시, 자동 차단 및 인허가 대응 설계 기술 확보 필요 <p>○ 세부 추진배경</p> <ul style="list-style-type: none"> 마약류의 위험성으로부터 국민 안전성 확보 필요 <ul style="list-style-type: none"> 마약류는 유기 원소 조성을 갖는 유기위험물질군임. 국제우편, 특송화물, 수하물, 물류 컨테이너 등 다수 물품이 이동하는 보안검색 환경에서는 은닉 물질을 개봉하지 않고 신속하게 탐지·식별할 수 있는 비파괴 검사기술이 필요함. 특히, 탄소(C), 수소(H), 질소(N), 산소(O) 등 유기 원소 조성을 갖는 마약류의 식별 및 탐지를 위한 고속중성자 기반의 비파괴 분석 기술에 대한 수요가 증가하고 있음. 	

- 보안 검색 현장 탐지 및 식별 기술적 한계
 - 현재 보안검색 현장에서 널리 활용되는 엑스선 검색기술은 물품의 형상 및 밀도 차이를 확인하는 데 유용하나, 엑스선 검색기술만으로는 탄소, 수소, 질소, 산소 원소 기반의 마약류 분석에 한계가 있음.
 - 또한 금속 등 고밀도 차폐물에 의해 투과 성능이 제한될 수 있어, 밀봉·은닉 물품 내부의 마약류를 정확히 판별하는 데 어려움이 있음.
 - 밀리미터파, 이온이동도분광법, 화학발광·형광 분석법 등 기존 탐지기술도 투과력, 환경 영향, 시료 접근성, 오경보율 측면에서 장 적용상 한계를 가질 수 있음.
- 고속중성자 기반 탐지 및 식별 기술 확보 필요
 - 중성자는 높은 투과성을 가지며 원소와 직접 상호작용하므로, 물질 내부의 원소 조성 및 화합물 특성 분석에 유리한 장점이 있음.
 - 고속중성자 조사 후 핵반응으로부터 발생하는 즉발감마선의 에너지 스펙트럼을 분석하면 마약류의 주요 구성 원소인 H, C, N, O 등의 조성비를 추정할 수 있음.
 - 이에 따라 고속중성자 기반 비파괴 검색기술은 밀봉 화물, 우편물, 수하물 내부의 은닉 마약류를 성분 기반으로 탐지·식별할 수 있는 차세대 보안검색 기술로 활용 가능성이 높음.
- 국외 기술 수준 및 연구개발 현황
 - 국외에서는 미국, 유럽, 호주 등을 중심으로 중성자 기반 마약류의 탐지기술이 보안검색 대상에 대해 연구·개발되어 왔음.
 - 특히 항만 화물, 수하물, 소형 우편물 등 실제 보안검색 환경을 대상으로 한 고속중성자 분석기술, 펄스형 중성자 분석기술, 추적중성자 분석기술 등이 개발·실증된 바 있음.
 - 다만 현장 운용 환경, 장비 규모, 방사선 안전, 기술성숙도, 신호대잡음비, 처리속도 등의 문제로 인해 실용화 수준의 장비 개발에는 여전히 높은 기술적 장벽이 존재함.
- 국내 기술 수준 및 연구 개발 필요성
 - 국내에서는 소형 중성자 발생장치, 가속기 기반 중성자 발생장치, 방사선 분광 및 중성자 성분분석 등 기초·응용 기술 역량이 축적되어 있으나, 보안검색 환경에서 은닉 마약류를 성분 기반으로 탐지·식별하기 위한 통합형 중성자 검색기술은 아직 초기 단계임.
 - 따라서 고속중성자 발생·제어, 즉발감마선 계측·분광, AI 기반 판별 알고리즘, 표준시료·대체시료 기반 성분반응 DB, 차폐·방호 및 인허가 대응 설계를 연계한 국가 주도 원천기술 개발이 필요함
- 기획의 주안점
 - 본 RFP는 “다수 물품이 처리되는 보안검색 환경에서 은닉 마약류를 성분 기반으로 탐지·식별할 수 있는 고속중성자 기반 비파괴 검사 원천기술 확보”를 핵심 문제로 설정함.
 - 기존 엑스선·전자기파 기반 검색기술이 제공하는 형상·밀도 정보의 한계를 보완하기 위해, 고속중성자 기반 원소 조성 분석, AI 기반 판별 기술을 융합한 성분분석형 검색기술을 개발하고자 함.
 - 특정 물질군에 한정된 탐지기술이 아니라 다양한 사회 안전 위해물질로 확장 가능한 기반 기술을 확보함.
 - 개발 목표는 실험실 수준의 원리 검증을 넘어, 차폐시설을 갖춘 인허가 환경에서 시작품 수준의 핵심 구성 기술을 통합 검증하는 것임.
 - 고속중성자 발생장치, 즉발감마선 계측·분광 시스템, 마약류 검색 성능평가 플랫폼 구축, AI 판별 알고리즘, 방사선 안전·차폐 설계 및 인허가 대응 설계안을 포함한 TRL 6 수준의 성과 확보를 지향함.
 - 최종 성과물은 향후 공항만, 관세, 우정·물류, 국가보안시설 등 보안검색 분야에서 의심 물품 정밀검사 장비로 활용될 수 있으며, 장기적으로는 화학작용제, 폭발물, 특수해물질 등 사회안전 위해물질 탐지 분야로 확장 가능한 중성자 기반 검색 플랫폼으로 발전시킬 수 있음.

2. 과제목표

○ 최종 목표

- 우편물, 화물, 수하물 등 다수 물품이 처리되는 보안검색 환경에서 은닉된 마약류를 성분 기반으로 탐지·식별할 수 있는 고속중성자 기반 비파괴 검사 원천기술 개발
- 마약류의 주요 원소 조성 특성을 반영한 표준시료·대체시료 기반 성분반응 DB 구축 및 AI 판별 알고리즘 개발
- 고속중성자 발생·제어, 즉발감마선 계측·분광, 마약류 검색 성능평가 플랫폼 구축, 차폐·방호 및 인허가 대응 설계를 포함한 시작품 수준 통합기술 확보

○ 단계별 목표

- (1단계) 고속중성자 기반 마약류 비파괴 검색장치 가상환경 플랫폼 개발
 - 고속중성자 발생기, 방사선 계측·분광계통, 차폐체, 마약류 반응 DB 및 AI 기반 판별 알고리즘을 통합한 가상플랫폼을 구축하여, 실제 장치 구축 이전에 탐지·식별 성능과 방사선 안전성을 예측·최적화할 수 있는 핵심 원천기술을 확보
- (2단계) 고속중성자 기반 마약류 비파괴 검색장치 시작품 개발 및 실증
 - 1단계에서 개발한 가상플랫폼과 성분반응 DB를 기반으로 고속중성자 기반 마약류 비파괴 검색장치 시작품을 구축하고, 대표 마약류에 대한 탐지·식별 성능을 실증

1단계('26~'27)

고속중성자 기반 유기위험물질 비파괴 분석장치 가상환경 플랫폼 개발

○ 중성자발생기 기반 마약류 검색장치 가상 플랫폼 개발

- 중성자 발생기 모델 구축
- 방사선 수송 모델 구축
- 검출기 응답 모델 구축
- 차폐 구조 모델 구축
- 은닉·차폐 조건별 탐지성능 예측 모델 구축
- AI 학습용 가상 데이터 생성 체계 구축

○ 마약류 성분반응 DB 구축 기반 확보

- 고속중성자 기반 즉발감마선 DB 개발
- 마약류 5종 이상에 대한 중성자-즉발감마선 반응함수 개발
- 표준시료, 대체시료, 모사체 기반 측정 프로토콜 수립

○ 방사선 안전 및 차폐 예비설계

- 중성자 및 감마선 선량평가
- 차폐 구조 개념설계
- 자동 차단 시스템 개념설계
- 인허가 대응 요건 분석
- 운영 안전관리 기준 수립

○ 1단계 성과물

- 고속중성자 검색장치 전사모사 가상플랫폼(디지털트윈) 1식
- 고속중성자 검색장치 설계 보고서 1건 및 장치 성능 지표 제시
- 마약류 5종 이상에 대한 반응함수 개발
- 방사선 안전 및 차폐 설계 보고서 1건

<p>2단계('28~'30)</p> <p>고속중성자 기반 유기위험물질 비파괴 분석장치 시작품 제작 및 실증</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고속중성자 기반 마약류 검색장치 시작품 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 고속중성자 발생장치 구축 - 고속중성자 발생 및 제어기술 개발 - 조사 성능 최적화 - 중성자 및 감마선 차폐체 개발 - 방사선 계측·분광 시스템 통합 - 자동 차단 및 안전시스템 구현 ○ 마약류 탐지·식별 기술 고도화 <ul style="list-style-type: none"> - 마약류 5종 이상에 대한 성분반응 DB 실증 - 은닉·차폐·혼재 조건 성능 검증 - X선 1차 검색 연계 운영 시나리오 개발 ○ AI 기반 실시간 판별 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 실시간 탐지·식별 알고리즘 개발 - 탐지율 및 오경보율 최적화 - AI 판별 소프트웨어 통합 ○ 2단계 성과물 <ul style="list-style-type: none"> - 고속중성자 기반 마약류 검색장치 시작품 1식 및 성능 평가 결과 - 마약류 5종 이상에 대한 반응함수 실증 - 고속중성자 검색장치 시작품 제작보고서 1건 - 방사선 안전·차폐 제작보고서 1건 - 검색장치 인허가 설계 기술자료 1건
-------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3. 성과지표							
○ 성과지표							
항목			1단계	2단계 (최종목표)	성과수준		비고
					국내 최고수준	세계 최고수준	
필수	가상플랫폼·장치 구축		- 가상플랫폼 1식 - 검색장치 설계 보고서 1건	- 검색장치 시작품 1식 - 검색장치 제작 보고서 1건			○ 장치 성능지표 - (모사대체 시료 300g 기준, (1단계) 전산모사 결과, (2단계) 장치실증 결과
	마약 성분 반응 DB 구축		마약류 5종 이상에 대한 반응함수 개발	마약류 5종 이상에 대한 반응함수 실증			
	장치 성능 지표*	탐지율	≥95%	≥90%			
		오경보율	≤5%	≤10%			
		탐지 시간	≤5분	≤5분			
		판별 정확도	≥95%	≥90%			
		AI 판별 정확도	≥95%	≥90%			
	차폐 및 방사선 안전		방사선 안전 및 차폐 설계 보고서 1건	방사선 안전 및 차폐 제작 보고서 1건			
인허가 대응자료		-	검색장치 인허가 설계 기술자료 1건				

4. 특기사항				
기본 특성분류	주요 항목별 해당여부	국가전략기술	<input type="checkbox"/> Y	<input checked="" type="checkbox"/> N
		혁신도전형 R&D	<input checked="" type="checkbox"/> Y	<input type="checkbox"/> N
		특허로 R&D(舊 IP-R&D)	<input type="checkbox"/> Y	<input checked="" type="checkbox"/> N
		경쟁형 R&D	<input checked="" type="checkbox"/> Y	<input type="checkbox"/> N
		보안과제	<input type="checkbox"/> Y	<input checked="" type="checkbox"/> N
		기술료 징수	<input checked="" type="checkbox"/> Y	<input type="checkbox"/> N
		3책5공 적용	<input checked="" type="checkbox"/> Y	<input type="checkbox"/> N
		국제공동연구 의무	<input type="checkbox"/> Y	<input checked="" type="checkbox"/> N
		지자체 예산매칭 의무	<input type="checkbox"/> Y	<input checked="" type="checkbox"/> N
		DMP 수립·이행 의무	<input checked="" type="checkbox"/> Y	<input type="checkbox"/> N
	ESG	<input type="checkbox"/> E(환경) <input type="checkbox"/> S(사회) <input type="checkbox"/> G(지배구조) <input checked="" type="checkbox"/> 해당없음		

- **(융합연구)** 융합기술 분야의 연계성이 과제 연구목표 및 내용에 명확하게 적시 필수
- 실제 제출하는 과제명은 연구자의 아이디어가 포함될 수 있는 제목으로 연구계획서 제출
- **(경쟁형) 1단계 연구 결과를 평가하여 2단계 계속 지원 여부를 결정**
 - 단계평가 시 과제책임자는 1단계 사업 성과를 바탕으로 과제 조정(기존 세부과제 중단 또는 신규 세부과제(우수연구자) 추가 등) 제안 가능
 - 차 단계 계속지원 과제의 경우 경쟁형중단 과제(경쟁기관)의 연구내용 및 방법, 연구기관(연구자) 등 일부 흡수 고려
 - 평가위원회는 이를 고려하여 2단계 계속 지원 여부 결정
 - ※ 경쟁형 과제로 1단계 평가 후 2단계 진입 (50% 내외 과제만 계속지원)
 - ※ 평가 결과에 따른 과제중단 및 연구비 조정 가능
- **(활용 및 선도 가능성)** 연구 성과물의 미래 활용 가능성과 기존 기술과의 차별성(신기술 개발, 기술혁신, 기술경쟁력 등)을 제시
 - 기존 기술 및 기존 과제와의 차별성을 구체적으로 제시
 - 제안한 원천기술이 향후 5~10년 뒤 실제 산업 및 서비스 현장에서 어떻게 적용될 수 있는지, 시나리오를 통해 구체적으로 제시
 - TRL 6단계 부합하는 사업화 전략과 비즈니스 모델을 마련하여, 기술의 실질적 활용 가능성을 함께 제시
- **2단계부터 민간기업 참여 필수**
 - 민간기업은 공동연구개발기관으로 참여하거나 민간기업 소속 연구자가 주관연구개발과제 참여연구원으로 참여 가능
 - ※ 1단계부터 민간기업 참여 가능
- 본 사업은 **데이터 관리계획(DMP) 제출을 의무화**하여, 구축 데이터의 범위·공개 수준·활용 방안을 명시해야 하며, 과제 선정 및 단계/최종 평가 시 DMP 이행 여부를 주요 평가 항목으로 반영
- 본 사업의 경우 **‘연구과제 수 상한제(3책 5공)’적용 사업**에 해당
- 지원 예산은 당해 연도 예산 상황에 따라 변동 가능

