

지정공모 RFP 일반형

| | | | | | |
|--------------|--|--|---------|--------------|--------|
| 관리번호 | 2026-P00351-확정-019 | | 산업기술 분류 | 중분류 I | 중분류 II |
| 개발형태 | <input type="checkbox"/> 원천기술형 <input type="checkbox"/> 혁신제품형 | | | 제조·엔지니어링 서비스 | |
| 혁신도전형 | <input type="checkbox"/> 세계최초 <input type="checkbox"/> 세계최고 <input checked="" type="checkbox"/> 해당없음 | | | | |
| AI 연계 | <input type="checkbox"/> AI 응용 및 활용(설계솔루션) <input type="checkbox"/> AI 응용 및 활용(자율실험실) <input type="checkbox"/> AI 기반 | | | | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> 기타 AI 연계 <input type="checkbox"/> 해당없음 | | | | |
| 지역 (비수도권) 연계 | <input type="checkbox"/> 지역 산업 연계 <input type="checkbox"/> 지역 기업 성장 <input type="checkbox"/> 지역 인재 및 일자리 <input checked="" type="checkbox"/> 해당없음 | | | | |
| 초격차프로젝트 | 해당없음 | | | | |
| 연계유형 | <input type="checkbox"/> IP R&D연계 <input type="checkbox"/> 표준연계 <input type="checkbox"/> 적합성인증연계 <input checked="" type="checkbox"/> 해당없음 | | | | |
| 특성분류 | <input type="checkbox"/> 경쟁형과제 <input type="checkbox"/> 복수형과제 <input type="checkbox"/> 국가핵심기술 <input type="checkbox"/> 국제공동 <input type="checkbox"/> 대형통합형 | | | | |
| | <input type="checkbox"/> 민간투자연계형 <input type="checkbox"/> 서비스형 <input type="checkbox"/> 안전관리형 <input type="checkbox"/> 원스톱형 <input type="checkbox"/> 유연 컨소시엄 | | | | |
| | <input type="checkbox"/> 초고난도 과제 <input type="checkbox"/> 탄소중립 <input type="checkbox"/> 핵심전략기술 <input type="checkbox"/> 보안과제 | | | | |
| ESG | <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> G <input checked="" type="checkbox"/> 해당없음 | | | | |
| R&D 자율성트랙 | <input checked="" type="checkbox"/> R&D 자율성트랙(일반) <input type="checkbox"/> R&D 자율성트랙(지정) | | | | |
| 과제명 | AI 활용 통관 단계 제품 유해금속 비파괴 신속 식별 기술 및 스마트 우선 검사 식별 자동화 모델(K-RAM) 개발 (TRL : [시작] TRL 단계 해당없음 ~ [종료] TRL 단계 해당없음) | | | | |

1. 개념 및 정의

☐ 개념

- 현행 제품의 사후관리 및 단속은 관세청 요청에 따라 선별될 제품 중심으로 추진됨에 따라 리콜, 사고정보 등의 실질적인 위해요소를 연계한 제품 유통차단이 필요
- 통관 단계 유해금속 고속 검출을 위하여 AI를 활용한 비파괴(XRF) 유해물질 식별 및 안전관리 통합 기술개발
- 국내외 리콜, 위해성 정보 등을 기초로 통관제품의 안전성을 판단하기 위한 우선 검사 시스템 개발연구를 통해 위해제품 조기 차단시스템 구축

☐ 정의

- 통관 단계에서 수입 제품 등에 함유된 유해금속을 신속하고 비파괴적으로 식별하기 위한 XRF 기반 식별 기술과, 이를 현장에 적용·운영하기 위한 실증·표준화 및 AI 보조 판별 체계를 통합한 통관 안전관리 기술
- 국내외 제품 위해이력을 적용한 통관 검사식별 자동화(K-RAM, Korea Risk Assessment Methodology) 시스템 개발연구 및 구축

- K-RAM은 고위험 의심 물품을 선별하여 정밀 검사로 연계하는 의사결정 지원 도구로 활용되며, AI 신뢰도 및 Fail-Safe 체계를 통해 행정적 안전성을 확보

2.연구목표 및 내용

□ 최종목표

- 통관 단계에서 수입 제품의 유해금속 함유를 신속하게 식별하기 위한 비파괴 검사 기반 지능형 신속 식별 자동화 시스템(K-RAM) 실증·표준화 체계 구축

□ 개발 내용

- AI·XRF 융합형 유해금속 비파괴 고속 시별 시험법 개발
 - 데이터 기반 제품 재질(플라스틱, 금속, 코팅재 등) 및 물품 카테고리별 유해금속(Pb, Cd, Cr, Hg 등) 농도 분포에 최적화된 XRF(X-ray Fluorescence) 에너지 강도 및 측정 시퀀스로 비파괴 시험 설계
 - 통관 물품의 외형 및 성분 프로파일을 실시간 분석하여 재질을 자동 분류하고, 재질별 기질 효과(Matrix Effect)를 보정하여 성분 판독의 정확도 극대화
 - 통관 컨베이어 속도와 연동된 실시간(Real-time) 중금속 식별 알고리즘을 개발하여 검출 한계(LOD/LOQ)와 분석 시간 사이의 최적 균형점(Trade-off) 확보
 - 도로 적층이나 복합 재질 등 XRF 투과 깊이 한계가 있는 항목에 대해 현장 약식 전처리(Surface Scraping 등) 매뉴얼 및 보조 샘플링 기술 제안
- 위해 통관 물품의 신속 식별 실증과 표준화를 위한 통관 안전관리체계 기술개발
 - 세관 현장 적용을 위한 파일럿 실증과 관련 프로토콜(안) 및 KS 단체표준을 위한 기초 표준안 마련
 - "물품 스캔 → AI 자동 판독 → 위해 의심도 산출 → 정밀 검사 의뢰"로 이어지는 데이터 기반 통관 안전검사 표준 운영 프로토콜(SOP)과 표준 프로세스(안) 마련
 - 비파괴 검사 결과의 공신력 확보를 위한 국가기술표준(KS) 또는 단체표준 기초 표준안 도출 및 기술 규격 정립으로 국가 표준화 기반 확보
- K-RAM 기반 데이터 구조 분석 및 데이터 스키마(Schema) 설계를 통한 K-RAM 데이터 레이크 구축 연구
 - 제품 위해정보의 리스크 지표요인 및 과거 위해 이력 등 핵심 리스크요인 도출
 - 관세청 통관 데이터 구조 분석 및 연계 가능한 변수 도출, 데이터 추출-정제-비식별화적재(ETL) 기반 데이터 레이크 개발 및 K-RAM 분석엔진 학습용 데이터셋 구축
 - * ETL: 데이터의 추출(Extract), 변환(Transform), 적재(Load)하는 3단계로 구성
 - * 데이터 레이크(Data Lake): 정형, 비정형의 가공되지 않은 원시데이터의 저장소
- 스마트 우선 검사식별 자동화(K-RAM) 파일럿 개발 및 검증
 - 제조자/수입자 위해 이력 기반 스코어링 알고리즘 개발, 제품위해 위험도 산출모델 개발, 리스크 기반 자동 라우팅 기준설계, 고위험군 자동 선별을 위한 엔진구조 설계
 - K-RAM 모델 파일럿 개발 및 실제 반입 제품군 대상 신속 식별 정확도·적중률 검증

☐ 보안과제 및 안전성 검토 여부

- 해당없음
- 정량적목표

| 연번 | 핵심 기술/제품 성능지표 | 단위 | 달성목표 | 국내최고수준 | 세계최고수준 (보유국, 기업/기관명) |
|----|-------------------|----|------|--------|-------------------------|
| 1 | 유해금속 통관물품 고속 식별률 | % | 90 | - | - |
| 2 | 통관 물품 기술 표준(안) 개발 | 건 | 1 | - | - |
| 3 | 통합데이터 스키마 설계 | 건 | 1 | - | - |
| 4 | K-RAM 모델 파일럿 개발 | 건 | 1 | - | - |

☐ TRL 핵심기술요소 (CTE)

| 연번 | 핵심 기술요소 | 최종 단계 | 생산수준 또는 결과물 | 시험평가 환경 |
|----|---------|-------|-------------|---------|
| 1 | - | | - | |

3. 국내외 기술동향

☐ 국내 기술 동향

- 관세청에서는 자체 DB를 활용하여 위해제품을 선별하여 인증여부 등의 제품위해 선별검사를 진행 중이며, 제품안전관리원에서는 관세청에서 선별하는 제품에 한하여 안전성 조사(제품시험) 추진하고 있음.
- 다만, 통관단계에서는 실질적인 제품위해요인 (리콜, 제품사고 등)을 반영한 위해제품 차단시스템이 부재한 상황임.
- 국내 유해금속이 포함된 통관 물품에 대한 고속 식별 기술은 장비의 정밀도 측면에서는 미국과 일본에 뒤지나, AI 판독과 UNI-PASS 기반의 시스템 통합 및 소형화물 전용 복합 X-ray/XRF 경쟁력은 우수한 편
- 유해금속 정밀측정 기기 제조기술은 미국, 일본보다 열위이나 일부(소형화물 전용 복합 X-ray/XRF) 기기는 경쟁력을 보유
- 자비스(XAVIS), 에이아이엠(AIM), 미래기술 등은 소형화물 위주의 X-ray/XRF 식별, 스캐닝에 특화된 기술력 보유

☐ 국외 기술 동향

- 각국은 신속 통관과 유해물질 분석과 더불어 제품안전 관리를 위한 유해물질의 고속 검출을 위해 AI 기술 적용하고 있음

- (미국) CBP와 협업으로 운영하고 있는 RAM 제도를 운용하고 있으며, 추가적으로 신속 통관 및 안전관리를 위해 XRF 등 유해물질 분석법을 활용
- 위험 제품을 통관 단계에서 자동으로 선별하고 검사 우선순위를 결정하는 통합 위험평가 시스템을 운용
- Thermo Fisher Scientific, SciAps, Viken Detection 社 등은 유해물질 농도가 기준치 근접 시 통계적 신뢰성 확보 시점까지 측정 시간을 자동으로 조절하여 경고하는 알고리즘, ppm 단위 극미량 검출 기술력 확보
 - * 전 세계적인 환경 규제(RoHS, WEEE, CPSIA)에 최적화된 '합격/불합격(Pass/Fail)' 판정 시스템 기술
- (EU) EU국가의 경우 일반제품안전규정 (GPSR) 운용으로 소비자 제품에 대한 의무를 강화
- 통관 중 제품 안전 규정 위반 징후가 발견되면, 세관은 해당 제품의 자국의 시장에 유통되는 것을 보류하는 조치를 취하고 있음.
- Bruker, SPECTRO (AMETEK), CERTUS Port Automation, InsTech Netherlands 社 등은 실시간 XRF 유해금속 검출과 결과의 공유·모니터링 기술력에 강점 보유
 - * 고도의 분광 분석 기술(Bruker/SPECTRO)과 AI 판독(InsTech)의 결합으로 오탐율(False Alarm) 최소화

4. 지원필요성

☐ 기술적 지원필요성

- 현행 통관 검사는 수동형·휴대용 XRF 장비를 사용하거나 육안 검사로 의심 사례만 선별하여 정밀 분석하므로 유해 물질에 대한 안전 사각지대의 원천 차단 필요성 증대
- 통관 행정 속도 저하, 판정 관련 민원 발생으로 물류 적체 비용이 증가하여 현행 무작위 통관검사를 대신할 선진화된 새로운 기술* 개발의 필요성 증가
 - * XRF 기반 유해 금속 분석 비파괴 시험법, 정밀도 향상을 위한 AI 기술 등(중고덕 10)
- 미국 CPSC 및 EU 등은 이미 국가 단위의 리스크 기반의 수입통관 단계 검사 체계를 운영하고 확장 중
 - * 미국 CPSC의 경우 2025년 RAM 고도화 예산에 188만 달러 수준임.

☐ 경제적 지원필요성

- EU와 미국은 비파괴 분석기를 이용하여 통관 시 유해금속 식별 검사를 실시하고 있으며, 통관 단계에서부터 식별하는 기술 수요가 증가하는 중

☐ 정부/정책적 지원필요성

- 제품안전성 측면에서 기술개발이 시급하며, 통관 단계에 적용되는 기술이므로 세관 현장에서의 실증과 표준 개발에서 정부의 적극적인 정책적 지원이 필요
- 사후 시장감시는 이미 소비자에게 노출된 뒤 조치하는 방식이므로 피해발생 후 수습하게 되므로, 선제적

통관 단계에서 사전적 위험 차단 체계 구축이 필수적

- “위해제품의 국내 유통 전 차단”이라는 제품안전기본법·어린이제품법·전안법의 목적 달성을 위해서는 비파괴 기반 실증 분석기술이 필수

* 특히, 해외직구 제품은 제조사·유통사 추적이 어렵고 정보 비대칭성이 매우 크기 때문에 ‘통관 단계’가 가장 효과적인 차단 지점

5. 활용방안 및 기대효과

☐ 활용방안

- 위해요인이 있는 제품을 통관단계에서 사전에 차단함으로써 국민의 생명과 재산을 보호할 수 있음.

☐ 기술적 기대효과

- K-RAM 리스크 예측모델 및 유해금속 신속식별법을 적용함으로써 고위험 제품을 통관 단계에서 신속하게 식별할 수 있으며, 기존 표본검사 중심 체계를 위험도 기반의 선제적 검사체계로 전환

☐ 경제적 기대효과

- 통관 단계에서 사전적으로 유해금속 포함 물품의 국내 유통이 차단되므로, 사후 리콜 등에 따른 사회경제적 피해를 최소화
- 제품 설계 단계부터 안전성을 검증하는 '안전 설계 엔지니어' 및 '인증 전문가' 등 고부가가치 일자리가 창출에 기여

☐ 기타 사회·문화적 측면의 기대효과 및 파급효과

- 과거 제품위해 사고 발생 후 대응하던 방식에서, 통관 단계에서 위험을 예측·선별하는 ‘예방 중심의 제품안전 관리체계’로 패러다임 전환이 가능

6. 지원기간/예산/추진체계

- 연구개발기간 : 21개월 이내(1차년도 개발기간 : 9개월, 2차년도 : 각 12개월)
- 정부지원연구개발비 : '26년 2.3억원 이내(총 정부지원연구개발비 5.3억원 이내)
- 주관연구개발기관 : 비영리기관
- 정부납부기술료 납부대상 여부 : 비대상