

붙임

과제제안요구서(RFP)

관리번호		2026-원자력- 1차-지정공모-01		RFP 유형코드	목적·내용	성과물 특성	지원유형
					R	1	1
					원천연구	시작품·시제품 제작 및 검증 (TRL 5~6)	일반연구개발
국가전략연구 기획평가전문분야		PM분야	원자력	RB분야	후행핵연료 주기	RB 세부분야	후행핵연료 주기
사업명		사용후핵연료 통합관리 혁신기술개발사업 - 선진원자로 사용후핵연료 통합관리 핵심 요소기술 개발					
RFP명		선진원자로 사용후핵연료의 통합관리 핵심 요소기술 개발					
		(TRL : [시작] 1단계 ~ [종료] 5단계)					
지원 정보	지원기간	2026.04 ~ 2030.12		정부지원금	24,000백만원		
	1단계 (1차년도)	2026.04 ~ 2027.12 (2026.04 ~ 2026.12)		1단계 (1차년도)	5,200백만원 (1,000백만원)		
	2단계	2028.01 ~ 2030.12		2단계	18,800백만원		
	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	선진원자로, 사용후핵연료 통합관리, 금속 사용후핵연료, 용융염 사용후핵연료, TRISO 사용후핵연료, 핵종분리공정, 선진고화체					
	영문	Advanced reactor, Integrated management of spent nuclear fuel, Metal SNF, Molten salt SNF, TRISO SNF, Nuclide separation process, Advanced waste solidification					

1. 추진배경

- 민관협업 기반 미래전략기술로서 집중 육성하는 선진원자로(차세대 비경수형 소형모듈원자로(SMR))의 수출 경쟁력 제고를 위하여 선제적으로 선진원자로 발생 사용후핵연료의 안전한 통합관리 기술개발은 필수임
 - 선진원자로 도입은 새로운 유형의 사용후핵연료 발생에 따라 국내외에서 경수형 사용후핵연료 처리·처분 기술 활용의 한계를 인식하고 이를 해결할 수 있는 신기술 개발 경쟁이 가속화되고 있음
 - 선진원자로 도입에 따른 수용성 제고, 기술 우위 선점, 수출경쟁력 제고 및 기술성숙도가 높은 고준위 폐기물 처분장 활용을 극대화 등의 전략에 부응하는 신기술 개발이 필요함
- 선진원자로 사용후핵연료 안전관리 기술은 처분 전 처리기술과 처분 적합 고화체 제작 기술로 구분되며 각각에 대해 경제적이고 안전성을 보장하는 신기술 개발은 필수임
 - 현재 미성숙된 선진원자로 사용후핵연료 관리기술 개발을 위하여 단계별 추진전략이 필요함

2. 과제목표

- 최종목표 : 선진원자로(비경수형 차세대 소형모듈원자로(SMR)) 발생 사용후핵연료의 안전관리를 위한 핵심요소 기술개발
- 단계별 목표
 - 1단계 : 선진원자로 발생 사용후핵연료 안전관리를 위한 요소기술 선정 및 기본성능검증(TRL 3)
 - 2단계 : 선진원자로 발생 사용후핵연료 안전관리를 위한 요소기술 성능평가(TRL 5)

1단계 (‘26~’27)	○ 선진원자로 발생 사용후핵연료의 방사선학적, 물리화학적 특성 예측 방법론 정립 ○ 선진원자로 발생 사용후핵연료 유형(용융염, 금속, TRISO)에 따라 사용후핵연료 운반 방법론 정립 ○ 사용후핵연료(용융염, 금속) 처분전처리 요소기술 기본성능검증 ○ 사용후핵연료(용융염, 금속) 처분전처리 후 발생 방사성폐기물 안정화 요소기술 기본성능검증 ○ TRISO와 흑연블록 처분을 위한 요소기술 개발 및 기본 성능 평가
2단계 (‘28~’30)	○ 선진원자로 발생 사용후핵연료 최적 관리 방안 도출 ○ 사용후핵연료(용융염, 금속) 처분전처리 요소기술 성능평가 ○ 사용후핵연료(용융염, 금속) 처분전처리 후 발생 방사성폐기물 안정화 요소기술 성능평가 ○ TRISO와 흑연블록 처분 적합성 성능평가

3. 연구개발내용 및 성과지표

○ 연구개발내용

구분	연구개발내용	주요성과물
1단계 (‘26~’27)	○ 선진원자로 발생 사용후핵연료의 방사선학적, 물리화학적 특성 예측 방법론 정립 - 선진원자로 사용후핵연료 특성 분석 계산 방법론 정립 ○ 선진원자로 발생 사용후핵연료 유형(용융염, 금속, TRISO)에 따라 사용후핵연료 운반 방법론 정립	■ 선진원자로 사용후핵연료 특성 분석 계산 관련 보고서
	○ 처분전처리 기술 개발을 위한 모의 사용후핵연료(용융염, 금속) 제조 - 사용후핵연료 모의 용융염 제조 - 금속 사용후핵연료 핵물질 재순환 공정 발생 모의 폐기물 제조 ○ 용융염 사용후핵연료의 다양한 사용후핵연료 특성을 반영할 수 있는 처분전처리 기술 옵션의 기본성능검증 - 선진기술 수용을 위한 다양한 방사성핵종 처리·처분 요소기술 개발 - 용융염 사용후핵연료 처분전처리 최적 기술 선정	■ 사용후핵연료 모의 용융염 및 금속 사용후핵연료 재순환 공정 발생 모의 방사성폐기물 제조 보고서 ■ 용융염 사용후핵연료 처분전처리기술 기본성능검증 보고서
	○ 금속 사용후핵연료의 Na bonding 제거 최적 공정기술 개발 ○ 금속 사용후핵연료 재순환 공정 발생 방사성폐기물의 처분전처리 기술 옵션의 기본성능검증 - 모의 방사성폐기물을 이용한 처분전처리 기술의 기본성능검증 및 최적 기술 선정	■ 금속 사용후핵연료의 Na bonding 제거 공정기술 평가 보고서 ■ 금속 사용후핵연료 재순환 공정 방사성폐기물 처분전처리기술 기본성능검증 보고서
	○ 선진원자로 사용후핵연료 처분전처리 발생 방사성폐기물 고화체 옵션 선정 - 선진원자로 사용후핵연료 처분전처리 발생 폐기물 특성 예측 - 폐기물 특성에 따른 고화체 옵션과 제작 기술 평가 ○ 선정된 고화체의 기본성능검증 및 최적 고화체 선정 - 고화체 제조장치 구축 및 고화체 기본 성능(밀도, 미세구조, waste loading 등) 평가 - 처분을 위한 고화체 선정 방법 개발 및 최적 고화체 선정	■ 방사성폐기물 특성 분석 보고서 ■ 방사성폐기물 고화체 특성 분석 보고서 ■ 방사성폐기물 고화체 선정평가 보고서
	○ TRISO와 흑연블록 처분 방법론 개발 - TRISO 사용후핵연료 및 흑연블록 방사성폐기물 특성 분석 - TRISO 사용후핵연료 및 흑연블록 처분을 위한 공학적 방벽 요소 기술 개념 선정 및 특성 평가 ○ TRISO와 흑연블록 처분 적합성 평가 해석 모델 정립 - 오픈소스 기반 다물리 (열전달-유동-방사분해-부식) 해석 모델 개발 - 처분 공학적 환경을 고려한 열전달-유동 특성 평가	■ TRISO와 흑연블록 특성분석 보고서 ■ 처분 공학적 방벽 선정평가 보고서 ■ 처분 안전성 예비해석보고서

구분	연구개발내용	주요성과물
2단계 ('28~'30)	○ 선진원자로 발생 사용후핵연료 최적 관리 방안 도출 - 선진원자로 사용후핵연료 관리 시나리오에 따른 물량분석 및 전주기 비교평가 - 선진원자로 사용후핵연료 최적관리 방안 제시	■ 선진원자로 사용후핵연료 관리 물질흐름 분석 및 전주기 비교평가 결과 ■ 선진원자로 사용후핵연료 최적 관리 방안
	○ 용융염 사용후핵연료 처분전처리 요소기술 성능평가 - 핵분열생성물 제거 요소기술 성능평가 장비 구축 - 처분전처리 요소기술 성능평가 ○ 금속 사용후핵연료 처분전처리 요소기술 성능평가 - 금속 사용후핵연료 Na bonding 분리 공정 기술 성능평가 - 재순환 공정 후 발생 폐기물의 처분전처리 요소기술 성능평가 ○ 사용후핵연료(용융염, 금속) 처분전처리 공정흐름도 개발 - 요소기술 통합 사용후핵연료 처분전처리 공정흐름도 개념 개발 - 공정흐름도의 물질흐름 분석 및 최적화 방안 도출	■ 사용후핵연료(용융염, 금속) 처분전처리 요소 기술 성능평가 보고서 ■ 사용후핵연료(용융염, 금속) 처분전처리 공정흐름도(안) 개념 개발 보고서
	○ 사용후핵연료(용융염, 금속) 처분전처리 발생 방사성폐기물 안정화 요소기술 성능평가 - 모의 처분 환경 선정 및 적합성 평가 - 모의 처분 환경 구현을 위한 시험 장치 구축 - 모의 고화체와 처분 환경의 상호작용 평가 - 모의 고화체에 대한 처분 환경 조건에서 장기 안정성 성능평가 ○ 사용후핵연료(용융염, 금속) 처분전처리 발생 방사성폐기물 안정화 공정흐름도 개발 - 요소기술 통합 방사성폐기물 안정화 공정흐름도 개념 개발 - 공정흐름도에 따른 방사성폐기물 고화체의 처분 성능평가	■ 방사성폐기물 모의 처분 환경 선정 및 적합성 평가 보고서 ■ 방사성폐기물 고화체 장기 안정성 성능평가 보고서 ■ 방사성폐기물 안정화 공정흐름도 개념 개발 보고서
	○ TRISO와 흑연블록 처분 적합성 성능평가 - TRISO와 흑연블록 처분 성능평가를 위한 시나리오 도출 - 수송-화학반응을 고려한 다물리 해석 모델 고도화 - 흑연블록, 벤토나이트와 주요 핵종의 화학반응 및 수송거동 평가 - TRISO 사용후핵연료와 흑연블록 처분 적합성 평가	■ TRISO와 흑연블록 통합 처분 적합성 성능평가 보고서

○ 성과지표

항목		1단계	2단계 (최종목표)	성과수준			비고
				국내 최고수준	세계 최고수준	기타	
필수	지표(논문, 특허 등)	프로그램 등록 1건, 논문 3건, 특허 3건	논문 3건, 특허 3건	-	-	-	1단계에 처분장 해석 프로그램 등
	용융염 및 금속 사용후핵연료 정보 예측 DB	2종	-	-	-	-	선진원자로(용융염 및 금속핵연료 이용) 발생 사용후핵연료 특성 DB
	사용후핵연료(용융염) 처분전처리 핵중분리계수	>5 (>80% 제거)	>10 (>90% 제거)	-	-	-	주요핵종 기준
	사용후핵연료(금속) 재순환 공정 발생 방사성폐기물 핵중분리계수	>5 (>80% 제거)	>10 (>90% 제거)	-	-	-	주요핵종 기준
	주요성과 기술보고서	기본성능검증 등 기술보고서 5건	성능평가 등 기술보고서 4건	-	-	-	단계별 주요 연구개발내용에 따른 보고서 발간
	고화체 핵종 내침출 성능	$<10^{-5}$ g/cm ² /day	$<50\%$, 10^5 years	산화물 사용후핵연료 수준의 장기안정성	십만년 수준의 장기안정성	-	경수로 사용후핵연료 처리 발생 고준위폐기물 유리고화체 건전성 기준
	TRISO 사용후핵연료 처분시스템 평가 다물리 코드 성능	열-유동-부식 -방사분해 다물리 현상 구현	핵종의 수송-화학 다물리 현상 구현	-	열-유동-수 송-화학 고려한 다물리 코드	-	TRISO 사용후핵연료 처분시스템을 위한 오픈소스 기반 다물리 코드의 물리현상 구현

4. 특기사항

기본 특성분류	주요 항목별 해당여부	국가전략기술	☒ Y (차세대원자력)	☐ 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		

- 학계 필수 포함 구성(연구계, 학계, 산업계 등 2개 이상 기관 참여 필수)
- 단계평가 후 계속지원 여부를 결정하고, 연구기간 및 연구예산은 변경될 수 있음