

제189회 원자력안전위원회

의안번호	제 1 호	심 의 의 결 사 항
의결일자	2024. 1. 11.	
공개여부	공 개	

2024년도 원자력안전 연구개발 사업계획(안)

제 출 자	원자력안전위원회 위원장 유국희
제출일자	2024. 1. 11.

1. 의결주문

「2024년 원자력안전 연구개발 사업계획(안)」을 붙임과 같이 의결한다.

2. 제안이유

「2024년 원자력안전 연구개발 사업계획(안)」을 확정하여 동 계획에 따라 사업을 추진하고자 함

3. 주요내용

【추진 개요】

2024년 원자력안전 연구개발사업 예산은 총 402.65억원으로, 계속과제 334.23억원 (84.1%, 117개 과제), 신규과제 63.42억원(15.9%, 과제수 미정*) 지원 계획

* '24년부터 SMR 규제연구 추진단 구성·운영 예정으로, 추진단에서 중소형원자로 안전규제 기반기술 개발 사업의 신규과제 확정

(단위 : 백만원)

사업구분	'23년	'24년
• 안전규제 요소·융합 기술개발 ('19~'25)	3,700	2,202
• 원자력활동 검증 기반기술 개발 ('23종료)	3,443	-
• 원자력 안전규제 검증기술 고도화 ('21~'26)	32,252	21,450
• 사용후핵연료 저장·처분 안전성 확보를 위한 핵심기술개발 ('21~'29)	4,841	3,873
• 중소형원자로 안전규제 기반기술 개발 ('22~'28)	2,480	6,780
• 다수기 확률론적 안전성 평가 규제기반 구축 ('23~'26)	1,500	1,500
• 해양환경 방사성핵종 분석기술 개발 ('23~'27)	1,500	2,960
• 주변국 원자력활동 대응기술 개발 ('24 신규, '24~'28)	-	1,500
합 계	49,716	40,265

['24년 주요 추진내용]

가. (기초·기반)안전규제 요소·융합 기술개발 ('19~'25년)

원자력, 방사선 및 핵비확산·핵안보 분야 안전규제 검증기반 강화를 위해 필요한 요소·융합기술 확보를 위한 계속과제(18개) 추진

나. (검증·기준)원자력 안전규제 검증기술 고도화 ('21~'26년)

국제 수준의 원자력 안전규제 독립검증을 위해 6대 분야* 20개 핵심기술 확보를 위한 계속과제(73개) 및 신규과제(7개 내외) 추진

* ① 가동원전 안전성 ② 중대사고 ③ 생활주변방사선 ④ 방사선안전 ⑤ 물리적방호 ⑥ 핵비확산·핵안보

다. (현안·계속)사용후핵연료 저장·처분 안전성 확보를 위한 핵심기술개발 ('21~'29년)

사용후핵연료 심층처분과 관련된 규제요건 및 검증기반을 확보를 통한 처분 안전성 및 성능 실증 적합성 체계 구축을 위한 계속과제(2개) 지속 지원

라. (현안·계속)중소형원자로 안전규제 기반기술 개발 ('22~'28년)

중소형원자로 인·허가 심사 등을 위해 규제체계 정비 및 고유 규제기술 개발을 위한 계속(4개)·신규과제(과제수 미정) 및 SMR 규제연구 추진단 운영

마. (현안·계속)다수기 확률론적 안전성 평가 규제기반 구축 ('23~'26년)

전 원전부지 대상 다수기 규제활용방안 마련을 위해 한울부지 다수기 PSA 모델 개발 및 부지리스크 정량화 기술 확보를 위한 계속과제(1개) 추진

바. (현안·계속)해양환경 방사성핵종 분석기술개발 ('23~'27년)

원전 주변 등 전국 환경방사능 감시에 활용하기 위해 방사성핵종 분석기술 고도화 기술개발을 위한 계속과제(2개) 지속 지원

사. (현안·신규)주변국 원자력활동 대응기술 개발 ('24~'28년)

주변국 핵능력 및 위협 사전탐지·분석, 한반도 핵활동 검증기술 완결성 확보 등을 위한 분야별 신규과제(4개 내외) 추진

4. 검토사항 : 해당 없음

5. 참고사항

가. 관련법령 : 「원자력안전법」, 「생활주변방사선 안전관리법」 등

나. 예산조치 : '24년 예산(안)에 기 반영되었음

다. 향후계획 : 신규과제 공고, 선정 및 연구 착수('24.1월~4월)
계속·종료과제 평가('24.12월~'25.1월)

[붙임]

2024년 원자력안전 연구개발 사업계획(안)

2024. 1.



원자력안전위원회

순 서

I . 원안위 연구개발사업 개요	1
II . 연구개발 성과	2
1. '23년도 투자 실적	2
2. '23년도 주요성과	3
III . '24년도 중점 추진방향 및 투자계획 ..	5
1. '24년도 중점 추진방향	5
2. '24년도 사업별 투자계획	6
IV . 사업별 세부 추진계획	7
1. 안전규제 요소·융합 기술개발	7
2. 원자력 안전규제 검증기술 고도화	10
3. 사용후핵연료 저장처분 안전성 확보를 위한 핵심기술개발	20
4. 중소형원자로 안전규제 기반기술 개발	23
5. 다수기 확률론적 안전성 평가 규제기반 구축...	26
6. 해양환경 방사성핵종 분석기술 개발	29
7. 주변국 원자력활동 대응기술개발	32
V . 향후 추진일정	36

I. 원안위 연구개발사업 개요

1 추진근거

- 「원자력안전법」 제9조 (원자력안전연구개발사업의 추진)
- 「생활주변방사선 안전관리법」 제7조 (생활주변방사선에 대한 연구개발사업의 추진)

2 원안위 소관 연구개발사업 체계 및 예산

- 원자력안전성 확보를 위한 기술개발 단계별 연구*와 현안연구로 구성
 - * 기초·기반(안전규제 요소·융합 기술개발) - 검증·기준(원자력 안전규제 검증기술 고도화)
 - '24년 연구개발사업은 원자력안전규제기술개발 사업(단위사업) 내 총 7개 세부사업으로 추진되며, 예산은 40,265백만원

< 세부사업 내역 및 예산 ('22~'24) >

(단위 : 백만원)

세부사업		'22년	'23년 (A)	'24년 (B)	'23대비 (B-A)
기초·기반	안전규제 요소·융합 기술개발('19-'25)	5,965	3,700	2,202	△1,498
검증·기준	원자력 안전규제 검증기술 고도화(예타, '21-'26)	31,492	32,252	21,450	△10,802
현안	사용후핵연료 저장처분 안전성 확보를 위한 핵심 기술개발(예타, '21-'29)	4,841	4,841	3,873	△968
	중소형원자로 안전규제 기반기술 개발('22-'28)	2,000	2,480	6,780	4,300
	다수기 확률론적 안전성 평가 규제기반 구축('22-'26)	-	1,500	1,500	-
	해양환경 방사성핵종 분석기술개발('23-'27)	-	1,500	2,960	1,460
	주변국 원자력활동 대응기술개발('24-'28)	-	-	1,500	1,500
종료	원자력안전연구개발('13~'22)	10,264	-	-	-
	원자력활동 검증 기반기술 개발('19-'23)	3,443	3,443	-	△3,443
총계		58,005	49,716	40,265	△9,451

Ⅱ. 연구개발 성과

1 '23년도 투자실적

- 원안위는 '23 회계연도에 전년대비 약 14.2% 감소한('22년 579.63억원) 총 497.16억원을 연구개발에 투자
- '23년 요소·융합, 활동검증, 검증고도화, 사용후핵연료, 중소형원자로, 다수기 PSA 및 해양환경 등 7개 세부사업 총 127개 과제 지원
 - '23년부터 다수기 확률론적 안전성 평가 규제기반 구축 및 해양 환경 방사성핵종 분석기술 개발 등 2개 신규사업 착수

< 원안위 소관 R&D 사업별 연구과제 내역 ('22~'23년) >

(단위 : 백만원, 개)

사업구분	'22년		'23년	
	예산	과제수	예산	과제수
· 원자력안전연구개발	10,264	10	-	-
· 안전규제 요소·융합 기술개발	5,965	34	3,700	21
· 원자력활동 검증 기반기술 개발	3,443	7	3,443	7
· 원자력 안전규제 검증기술 고도화	31,450	88	32,252	88
· 사용후핵연료 저장·처분 안전성 확보를 위한 핵심 기술개발	4,841	2	4,841	2
· 중소형원자로 안전규제 기반기술 개발 ('22 신규)	2,000	6	2,480	6
· 다수기 확률론적 안전성 평가 규제기반 구축 ('23 신규)	-	-	1,500	1
· 해양환경 방사성핵종 분석기술 개발 ('23 신규)	-	-	1,500	2
총계	57,963	147	49,716	127

- ◇ 원안위 원자력안전연구개발사업 성과는 주요 성과물 유형에 따라 **국제화**, **규제활용**, **과학기술적 성과**로 분류
- (국제화) 국제기구 표준·인증 채택, 보고서 발간 및 국제회의 의제 채택 등
 - (규제활용) 법령, 고시, 심검사 지침 제개정, 전산코드, 방법론, 장비 등
 - (과학기술적 성과) 해외저명 학술지 논문 게재, 안전기술보고서 등

□ 주요 국제화 성과

- (원자력안전) OECD/NEA STEM-2 국제공동연구에 참여를 통한 격납 건물 내 아이오딘의 화학적 거동분석을 위한 **전산코드 개발**
 - ※ 프랑스 방사선방호원자력안전연구소 보고서(IRSN 2020-00726) 발간 승인('23.2.)
- (요소융합) ICRP 표준전산모델 기반 메시형 소아남녀 인체 **전산모델 개발로 피폭자 특수성을 반영한 선량평가 정확성 제고**
 - ※ 국제방사선방호위원회(ICRP) 보고서 156번 간행물 발간 승인('23.11.)

□ 주요 규제활용

<법령 및 규제방향>

- (검증고도화) 사전검토 대상 대형 방사선발생장치 범주를 정하고 관련 규제요건 명확화
 - ※ 「원자력안전법」 시행령 제82조의2('23.3.) 및 「방사선 안전관리 등의 기술 기준에 관한 규칙」 제32조 개정, 제63조의5에서10 신설('23.9.)
- (요소융합) 방사성혼합폐기물의 안전하고 합리적인 관리를 위해 **비방사성 유해물질 정의, 관리 기준을 신설**
 - ※ 「중·저준위 방사성폐기물 인도규정」 제3조제1항제10호 및 제11호, 17조 신설('23.10.)
- (중소형) 소형모듈원자로(SMR) 규제검토 기본방향 제시, 사전설계 검토 운영방안 수립 등 향후 **SMR 인허가 등 규제심사 기반 마련**
 - ※ 원자력안전위원회 「소형모듈원자로(SMR) 안전규제 방향(안)」('23.4.) 및 「혁신형 소형모듈원자로 사전설계검토 추진계획(안)」('23.8.) 수립

<규제전문기관 지침 및 절차서>

- **(검증고도화)** 사보타주 공격 시 신뢰할 수 있는 운전원 조치, 원자력시설·부지 특성을 고려한 **핵심구역 설정 및 방호조치 수립 절차 개선**
※ 규제전문기관 지침 「핵심구역 설정」 개정('23.7.)
- **(활동검증)** 무인장비 기반 **핵사찰용 시료 채취·분석 장비**(‘22년 시제품 개발) 운용을 위한 **송수신 장비 및 종합절차서 개발**
※ 「핵사찰용 시료 채취·운반 통합 절차서」 개발('23.11.) 및 한미공동연구 (PCG 연례 회의) 국제 논의 발제·안건 상정('23.12.)

<규제기술>

- **(요소융합)** 지진원인단층의 단층 지진원 시나리오를 이용한 원전부지 결정론적 및 확률론적 지진재해도 평가를 위한 **분석DB 구축**
※ 경주 고밀도 지진관측망 인근의 육상 및 해상 중력자료 DB 구축 등
- **(요소융합)** 사고저항성 핵연료(ATF) 신규 개발에 따른 **안전해석 평가 시스템 및 규제방법론 개발**
※ “고연소도 핵연료 파편화, 재배치 및 분산 거동 연구를 위한 종합냉각재상실사고 모사장치 및 분석 시스템 구축” 등 90점 이상 우수 안전기술보고서 다수 발간('23.12.)

□ 주요 과학기술적 성과

- **(SCI 논문)** 논문의 질적 수준이 확인 가능한 mrnIF 경우, 국가 전체 R&D 수준*과 비교해 유사한 수준이며 증가 추세

구 분	2017	2018	2019	2020	2021*	2022
규제전문기관	52.6	54.4	62.1	63.3	63.1	65.1
타 산학연	58.1	63.2	71.0	63.8	66.3	67.0
전체평균	56.9	61.9	69.2	63.7	65.7	66.6

* '21년도 국가 전체 R&D 10억원당 SCI 논문 건수 1.82편, mrnIF: 65.25

※ '23년 SCI 논문 실적은 '24년 3월 도출 예정, 과기부의 검증·확정은 '24.12월 예정

- **(안전기술보고서*)** 원자력안전 규제에 과학기술적 근거 제공하는 안전기술보고서의 가치평가점수는 **80점 이상(우수) 질적유지 추세**

* 안전기술보고서(Nuclear Safety Technology Analysis Report, N-STAR)

구 분	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
규제전문기관	81.4	82.3	82.4	83.4	82.8	81.6	82.4
타 산학연	81.8	81.7	81	81.1	81.5	80.8	80.4
전체평균	81.6	82	81.7	82.1	81.9	81.1	81.0

Ⅲ. '24년도 투자계획

1

'24년도 주요 추진내용

- (계속사업) 기존 추진 중인 계속사업의 안정적 성과 도출을 위한 계속과제 지속 지원 및 신규과제 선정 추진
 - “안전규제 검증기술 고도화” 사업은 국제 수준의 원자력 안전규제 독립 검증*을 위한 기존 계속과제(73개) 및 현안해결 신규과제(7개) 지원 예정
 - * 가동원전 안전성 확인검증체계 고도화, 중대사고 및 내외부 위협 대응체계 고도화 등 6개분야에서 20개 핵심 검증기술개발
 - “중소형원자로 안전규제 기반기술 개발” 사업은 기존 계속과제(4개), 규제현안 해결을 위한 신규과제 지원 예정
 - 사업의 효과적인 연구수행을 위해 SMR 규제연구 추진단*을 설립 하여 SMR 규제체계 마련 본격 추진
 - * 「원안위 소관 연구개발처리규정」 제10조에 따른 연구개발사업단
 - 안전규제 요소·융합, 사용후핵연료 저장·처분 안전성 확보, 다수기 확률론적 안전성 평가, 해양환경 방사성핵종 분석기술 개발 등 4개 사업은 신규과제 없이 계속과제(총 23개 과제) 지속 지원 예정
- (신규사업) “주변국 원자력활동 대응기술개발” 사업 신규추진
 - (추진배경) 기존 선행사업* 기반연구 성과 고도화 및 기술적 완결성 확보를 위한 후속사업 추진 필요
 - * 원자력활동 검증 기반기술 개발('19.~'23.) 총 181.86억원 투자
 - (사업내용) 주변국 핵능력 및 위협 사전탐지·분석, 한반도 핵활동 검증기술 완결성 확보를 위한 연구 추진
 - ※ (사업규모) '24.~'28.(5년), 총 237.5억원, '24년 15억 4개 신규과제 지원

- (예산규모) 총 402.65억원 ('23년 497.16억원, 전년대비 19.9% 감소)
- (계속과제) 계속과제 예산은 총 334.23억원(84.1%)으로, 총 100개 계속과제를 지원할 예정
- (신규과제) '24년도 신규과제 예산은 63.42억원(15.9%)으로, 과제 공고 및 선정평가를 통해 신규과제를 선정, 지원할 계획

< '24년도 원안위 소관 R&D 사업별 계속·신규과제 지원예산 >

(단위 : 백만원)

사업명	계속과제		신규과제		예산 합계
	과제수	예산	과제수	예산	
안전규제 요소·융합 기술개발	18	2,202	-	-	2,202
원자력 안전규제 검증기술 고도화	73	20,408	7	1,042	21,450
사용후핵연료 저장·처분 안전성 확보를 위한 핵심기술개발	2	3,873	-	-	3,873
중소형원자로 안전규제 기반기술 개발	4	2,480	미정	3,800	6,780*
다수기 확률론적 안전성 평가 규제기반 구축	1	1500	-	-	1,500
해양환경 방사성핵종 분석기술 개발	2	2,960	-	-	2,960
주변국 원자력활동 대응기술개발('24신규)	-	-	4	1,500	1,500
합 계	100	33,423	미정	6,342	40,265

* 추진단 운영비 500백만원 포함

※ 한국원자력안전재단 기획평가관리비 776백만원

IV. 사업별 세부 추진계획

1

안전규제 요소·융합 기술개발 ('19~'25, 계속)

□ 사업목적

- 원자력, 방사선 및 핵비확산·핵안보 분야 안전규제 검증기반 강화를 위한 요소·융합기술 개발

□ 투자계획(안)

(단위 : 개, 백만원)

구 분	계속과제		신규과제		예산합계
	과제수	예산	과제수	예산	
안전규제 요소·융합 기술개발	18	2,202	-	-	2,202

□ '24년 주요 추진방향

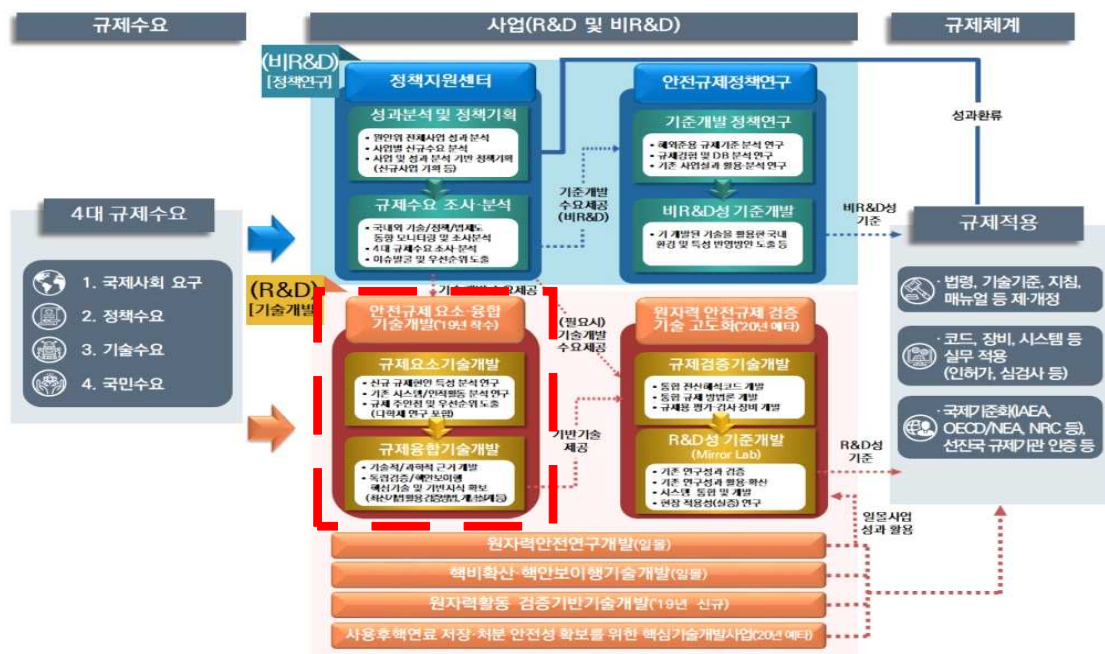
- 지진유발단층 지진원 시나리오 설정 연구, 원전 확률론적 안전성평가 불확실성 분석·검증 연구 등 원자력분야 계속과제(12개) 지속 지원
- 피폭선량 평가용 몬테칼로 선량계산 코드 개발, 3D기반 생활주변 가공 제품 방사능 측정 시스템 개발 등 방사선분야 계속과제(4개) 지속 지원
- 방사성크립톤 포집 향상 기술, 이동형 원자로 시스템 안전조치 접근법 개발 등 핵비확산·핵안보 분야 계속과제(2개) 지속 지원

참고1

사업 주요내용 (안전규제 요소·융합 기술개발)

□ 사업개요

- (사업명) 안전규제 요소·융합 기술개발
- (기간 및 예산) '19~'25년(총 7년) / '24년 22.02억원
- (사업목표) 국민이 안심하고 신뢰할 수 있는 규제 요소·융합기술 확보
- (전략목표) '25년까지 신규 규제수요 대비 및 규제기관 차원의 독자적인 검증능력 제고를 위해 원자력선진국 수준의 핵심요소·융합기술 확보



< 원자력안전규제 R&D 사업추진체계 >

- ※ (안전규제 요소기술개발) 원자력, 방사선 및 핵안보 분야의 현안사항, 미래규제 수요 및 최신기술 동향 등에 대해 다양한 과학적·기술적, 인문·사회적 측면에서 국내 적용 가능한 규제 주안점을 발굴하고 필요한 규제 요소기술을 개발
- ※ (안전규제 융합기술개발) 규제기관 차원의 독립적인 검증기술개발 이전 단계에서 확보해야하는 다양한 해석기법, 모델링, 데이터베이스 활용기법 등 안전·방호·보안 분야의 규제 융합기술을 개발

참고2

'24년도 연구과제 목록 (안전규제 요소·융합 기술개발)

□ 연구과제 목록

(단위 : 백만원)

번호	과제명	주관기관	연구기간		'24 연구비
			시작	종료	
1	군집 미소지진 활동 감지를 통한 지진유발단층 지진원 시나리오 설정 연구	부경대학교 산학협력단	2022 0401	2024 1231	150
2	극한재해 충돌 및 폭발에 대한 PSC 격납건물 구조 안전성 평가법 개발 및 규제 지침 개선 연구	서울대학교 산학협력단	2022 0401	2024 1231	117
3	상사점검 체계 대응 원전 콘크리트 구조물 수명관리를 위한 경년열화 통계적 규제기술 연구	한국건설 기술연구원	2022 0401	2024 1231	117
4	원전 디지털 계측제어 분야 현대화에 따른 전자파적합성 평가방안 및 규제방법론 개발	국립안동대학교 산학협력단	2022 0401	2024 1231	117
5	원자력발전소 확률론적안전성평가 불확실성 분석 검증 기술 개발	중앙대학교 산학협력단	2022 0401	2024 1231	117
6	방사선작업종사자 및 일반인 피폭선량 평가용 사용자 친화형 몬테칼로 선량계산 코드 개발	한양대학교 산학협력단	2022 0401	2024 1231	117
7	국내 1·2·3단계 중저준위 처분시설 처분환경을 고려한 침출시험법 및 인수기준 개선	울산과학기술원	2022 0401	2024 1231	117
8	방사성크립톤 분석장비(BfS-IAR)포집 향상을 위한 고효율 흡착기술 개발	한국원자력연구원	2022 0401	2024 1231	117
9	미소지진 기반 한반도 동남부 지진성 단층 분절 특성화 및 응력장 연구	고려대학교 산학협력단	2023 0401	2025 1231	150
10	지진원인단층 및 단층분절에 대한 결정론적 원전부지 지진동 예측 연구	서울대학교 산학협력단	2023 0401	2025 1231	150
11	원전 자연순환 유동 열전달, 압력강하 실험 및 물리모델 개발	부산대학교 산학협력단	2023 0401	2025 1231	117
12	고연소도 핵연료 피판화재배치 및 분산 노외 모사실험을 통한 안전규제 참조기준 및 안전해석 고도화 방법론 개발	서울대학교 산학협력단	2023 0401	2025 1231	117
13	외부 폭발하중에 대한 격납건물 구조건전성 평가기술 개발	한국과학기술원	2023 0401	2025 1231	117
14	사고시 사실적 핵연료 거동 평가를 위한 열수력 규제검증코드 고유 핵연료 모듈 개발	인천대학교 산학협력단	2023 0401	2025 1231	117
15	선진원자로 적용 나선형 증기발생기 안전성 평가를 위한 나선관 이상 유동 불안정성 연구	한국과학기술원	2023 0401	2025 1231	117
16	생활주변 가공제품의 전수조사를 위한 3D 모델링 기반 방사능 측정 시스템 개발	한국원자력연구원	2023 0401	2025 1231	117
17	3D 기술 기반 국소피폭선량평가 안전규제 적용 기술 개발	한양대학교 산학협력단	2023 0401	2025 1231	117
18	이동형 원자로 시스템에 대한 안전조치 접근법 개발	경희대학교 산학협력단	2023 0401	2025 1231	114
예산 합계					2,202

□ 사업목적

- 국제 수준의 원자력 안전규제 독립검증을 위한 핵심기술 확보

□ 투자계획(안)

(단위 : 개, 백만원)

구 분	계속과제		신규과제		예산합계
	과제수	예산	과제수	예산	
원자력 안전규제 검증기술 고도화	73	20,408	7	1,042	21,450

□ '24년 주요 추진방향

- 국제 수준의 원자력 안전규제 독립검증을 위한 6대 중점 추진분야, 20대 핵심기술 확보를 위한 계속과제(73개) 지속 지원
 - ① 가동원전 안전성 ② 중대사고 ③ 생활주변방사선 ④ 방사선안전 ⑤ 물리적방호 ⑥ 핵비확산·핵안보 관련 안전규제 기술개발 및 고도화를 위한 계속과제 지속 지원
- 중점추진분야 연계 안전규제 분야 현안해결을 위한 신규과제(7개*) 지원
 - * 기후변화 대응 2개, 중대사고 1개, 화재방호 1개, 안전조치 1개, 사이버 보안 1개, 핵물질계량 1개
- 1단계 사업기간 종료('21.~'23.)에 따른 사업성과 중간평가 수검 및 2단계 사업 운영계획 수립
- ※ '26년 일몰에 따라 검증기술 및 규제기준 개발을 위한 후속사업('27년 착수 목표) 기획을 위한 정책연구 추진

참고1

사업 주요내용 (원자력 안전규제 검증기술 고도화)

사업명	원자력 안전규제 검증기술 고도화
비전	규제 전환기 국민요구 부응 및 국제사회 신뢰확보 - 원자력 전주기 규제시스템 구축 및 규제검증 기술역량 고도화 -
목표	2026년까지 6대 분야 20개 핵심기술 확보 - 국민현안 해결 및 선제적 안전규제를 위한 총 88개 단위기술 개발 - (전산코드, 데이터베이스(DB), 장비, 규제방법론)
추진 전략	○ 다양한 이해관계자 의견수렴 등을 통한 네트워크형·개방형·소통형 R&D 추진 ○ 중장기 국가 정책에 부응할 수 있는 전략적 사업 수행 체계 구축 ○ ‘기’ 확보 기술 및 규제경험 활용을 통한 원자력 안전규제 지식관리 기반 마련
6대 중점 추진분야 및 20개 핵심 개발 기술	① 가동원전 안전성 확인검증체계 고도화 및 원전 사후관리 규제기반 구축 ☞ 1) 결함탐지 및 확률론 기반 건전성평가 규제검증기술 개발, 2) 안전성 강화 및 신형핵연료 규제검증을 위한 통합안전해석체계 개발, 3) 리스크 정보 활용을 위한 Level 2 PSA 및 HRA 규제방법 검증기술 개발, 4) 해체 승인 이후 진행단계에 대한 규제체계 구축, 5) 원전 디지털 계측 및 전력 계통 기기의 신뢰성 검증과 인간-기계 연계성 평가 규제검증기술 개발 ② 중대사고 및 내·외부 위협 대응체계 고도화 ☞ 1) 성능기반 설계지진 규제검증기술 개발, 2) 원전 화재방호 안전현안 대응방안 및 성능기반 접근방법 평가기술 개발, 3) 중대사고 안전성 평가 규제기술 체계 확립 ③ 국민 안전 확보를 위한 방사선 안전규제 체계 고도화 ☞ 1) 생활주변방사선 리스크 기반 천연방사성물질 취급산업 안전관리 최적화, 2) 방사능감시 시스템 고도화, 3) 방사선비상시 주민보호조치 기술 고도화 ④ 예방적 방사선안전 규제기술 개발 고도화 ☞ 1) 방사선치료기기 품질관리 안전규제 기술 고도화, 2) 방사선이용시설 안전성 평가 규제 검증기술 개발, 3) 방사성폐기물 운반 경로에 따른 방사선 위험도 평가 기술개발 ⑤ 원자력시설 대상 테러 및 해킹 대비 등 핵안보 기술 고도화 ☞ 1) 원자력시설 디지털시스템 사이버 보안성 및 사이버공격 위험도 평가 기술, 2) 방호규제를 위한 원자력 안전·안보 연계 통합평가 기술, 3) 폭발물 및 생체인식 위조 위협에 대한 방호 조치 및 설비 성능 검증 기술 ⑥ 국제사회 의무 이행을 위한 국가 핵비확산체계 고도화 ☞ 1) 핵물질 계량 및 검증 선진화 기술, 2) 현장 밀착형 수출통제 플랫폼 구축, 3) 신규원자력시설에 대한 안전조치성 평가 기술

참고2

'24년도 연구과제 목록 (원자력 안전규제 검증기술 고도화)

□ 연구과제 목록

① 가동원전 안전성 확인검증체계 고도화 및 원전 사후관리 규제기반 구축

(단위 : 백만원)

번호	과제명	주관기관	연구기간		'24 연구비
			시작	종료	
1) 결함탐지 및 확률론기반 건전성평가 규제검증기술 개발					
1	결함탐지 및 확률론 기반 건전성평가 규제기술 검증연구	한국원자력 안전기술원	2021 0201	2026 1231	593.8
2	용접부 비파괴검사 분석을 위한 지능형 전산코드 개발	성균관대학교 산학협력단	2021 0401	2026 1231	110.5
3	가동원전 기기 및 배관의 열화에 의한 재료 안전성 평가 방법론 개발	한국원자력 연구원	2021 0401	2026 1231	77.4
4	국내 원전 이중용접부 잔류응력 및 재료경화거동 평가 모델 개발	한국재료연구원	2022 0401	2025 1231	163.5
2) 안전성 강화 및 신형핵연료 규제검증을 위한 통합안전 해석체계 개발					
5	안전성 강화 및 신형핵연료 규제검증을 위한 통합안전해석체계 검증연구	한국원자력 안전기술원	2021 0201	2026 1231	1,095.1
6	설계기준사고 정밀해석을 위한 통합전산체계 개발	한국원자력 연구원	2021 0401	2026 1231	535.6
7	정상운전 및 설계기준사고 환경 크러드 DB 구축	울산과학기술원	2021 0401	2026 1231	447.7
3) 리스크 정보 활용을 위한 Level 2 PSA 및 HRA 규제방법 검증기술 개발					
8	리스크 정보 활용을 위한 Level 2 PSA 및 HRA 규제기술 검증연구	한국원자력 안전기술원	2021 0201	2026 1231	130.8
9	규제검증용 Level 2 PSA 요소기술 최신화 및 모델 개발	한양대학교 산학협력단	2021 0401	2026 1231	210.3
10	규제검증을 위한 디지털 MCR HRA 방법론 개발	한국원자력 연구원	2021 0501	2026 1231	232.5
11	L2/L3 PSA 정량화 불확실성 해소를 위한 방법론 및 규제 코드 개발	세종대학교 산학협력단	2022 0401	2025 1231	167.8

번호	과제명	주관기관	연구기간		'24 연구비
			시작	종료	
4) 해체 승인 이후 진행단계에 대한 규제체계 구축					
12	해체 진행단계 안전성 확인을 위한 규제기술 검증 연구	한국원자력안전 기술원	2021 0201	2026 1231	592.9
13	제염·해체 공정에 대한 안전성평가 규제방법론 개발	국제원자력대학 원대학교 산학협력단	2021 0401	2026 1231	187.2
14	해체중 방사선영향평가 규제방법론 개발	조선대학교 산학협력단	2021 0401	2026 1231	226.8
15	해체중 방사성폐기물 종합관리 안전성평가 규제방법론 개발	경희대학교 산학협력단	2021 0401	2026 1231	252
16	해체중 건물/부지에 대한 방사선학적 상세특성평가 규제방법론 개발	부산대학교 산학협력단	2021 0401	2026 1231	156
5) 원전 디지털 계측 및 전력 계통 기기의 신뢰성 검증과 인간-기계 연계성 평가 규제 검증기술 개발					
17	원전 디지털 계측 및 전력계통 기기의 신뢰성 검증과 인간-기계 연계성 평가 규제검증기술 개발	한국원자력 안전기술원	2021 0201	2026 1231	393.3
18	원전 디지털 I&C 소프트웨어 신뢰성 평가 규제 방법론 개발	한국원자력 연구원	2021 0401	2026 1231	243.5
19	디지털 계측 및 전력설비 상용 디지털 기기 규제방법론 개발	인하대학교 산학협력단	2021 0401	2024 1231	258.3
20	통합 디지털 운전 환경에서의 인적수행도 기반 인간공학 평가 규제방법론 개발	한국원자력 연구원	2021 0401	2025 1231	169.7
21	PLC 소프트웨어 대상의 시험 및 검증 기반 정량적 신뢰도 측정 도구 프로토타입 개발	한국과학기술원	2021 0401	2025 1231	66.4
22	원전 소내 전력계통 전력품질 평가 규제방법론 개발	고려대학교 산학협력단	2022 0401	2025 1231	212.6
예산 합계					6,523.7

② 중대사고 및 내·외부 위협 대응체계 고도화

(단위 : 백만원)

번호	과제명	주관기관	연구기간		'24 연구비
			시작	종료	
1) 성능기반 설계지진 규제검증기술 개발					
23	성능기반 설계지진 규제검증 기반기술 연구	한국원자력 안전기술원	2022 0119	2026 1231	395.6
2) 원전 화재방호 안전현안 대응방안 및 성능기반 접근방법 평가기술 개발					
24	화재방호 안전현안 대응방안 및 규제기술 개발	한국원자력 안전기술원	2021 0201	2026 1231	335.7
25	성능기반 화재방호 접근방법 평가기술 개발	(주)피엔이	2021 0401	2025 1231	303.8
26	화재방호 안전현안 및 규제활동 지원용 전산프로그램 개발	(주)스탠더드시험 연구소	2022 0401	2025 1231	213.4
3) 중대사고 안전성 평가 규제기술 체계 확립					
27	중대사고 현안 평가 모델 규제검증연구	한국원자력안전 기술원	2021 0201	2026 1231	575.4
28	중대사고 시 설계기준 초과 하중을 받는 원전 격납구조물의 구조건전성평가 검증연구	한국원자력안전 기술원	2021 0201	2026 1231	165.5
29	격납건물 열수력 모듈 및 중대사고 고유 모듈 통합 평가 체계 개발	(주)미래와도전	2021 0401	2026 1231	491.5
30	격납건물 고위험중요도 중대사고 현상 모듈 개발	서울대학교 산학협력단	2021 0401	2026 1231	371.6
31	원전 격납건물 실험모형을 활용한 극한내압성능 평가방법론 개발	경희대학교 산학협력단	2021 0401	2026 1231	165.5
예산 합계					3,018

③ 국민 안전 확보를 위한 방사선 안전규제 체계 고도화

(단위 : 백만원)

번호	과제명	주관기관	연구기간		'24 연구비
			시작	종료	
1) 생활주변방사선 리스크 기반 천연방사성물질 취급산업 안전관리 최적화					
32	천연방사성물질 취급산업 규제 최적화 기술 검증 연구	한국원자력 안전기술원	2021 0201	2026 1231	223.5
33	생활주변방사선 리스크 기반 천연방사성 물질 취급산업 차등관리 기술 개발	경희대학교 산학협력단	2021 0401	2025 1231	224.2
2) 방사능감시 시스템 고도화					
34	방사능오염분포조사 기술 검증 연구	한국원자력 안전기술원	2022 0119	2026 1231	235
35	현장측정기반 방사능감시 기술 개발	한국원자력연구 원	2022 0401	2026 1231	138.6
36	감마선 영상장비 적용 방사능 감시기술 고도화	제주대학교 산학협력단	2022 0401	2025 1231	199
3) 방사선비상시 주민보호조치 기술 고도화					
37	방사선비상시 주민보호조치 실용화 및 검증 연구	한국원자력 안전기술원	2021 0201	2025 1231	762.5
38	도심 방사능 테러 대비 방사성물질 대기확산모델 및 영향평가 체계 개발	한국원자력 연구원	2021 0401	2025 1231	503.6
39	방사선비상 대응 가상·증강현실 훈련시뮬레이터 개발	한국원자력 의학원	2021 0401	2024 1231	460.4
40	방사선비상시 인체오염 신속검사 및 건강관리 방법론 개발	한국원자력 의학원	2021 0401	2024 1231	309.3
41	지자체 주민보호조치 수행지원시스템(Web-EOC) 구축방법론 개발	(주)비즈	2021 0501	2024 1231	345.3
42	방사선비상시 교통통제 방법론 개발	한국교통연구원	2021 0401	2024 1231	230.2
예산 합계					3,631.6

④ 예방적 방사선안전 규제기술 개발 고도화

(단위 : 백만원)

번호	과제명	주관기관	연구기간		'24 연구비
			시작	종료	
1) 방사선이용시설 안전성 평가 규제 검증기술 개발					
43	방사선이용시설 안전성 평가 규제 검증기술 및 심사 지침 개발	한국원자력 안전기술원	2022 0119	2026 1231	129
44	방사선이용시설 안전성 평가 규제기술 개발	연세대학교 산학협력단	2022 0401	2026 1231	132.2
45	대형가속기시설 수명 주기를 고려한 안전성 확인 체계 개발	포항공과대학교 산학협력단	2022 0401	2025 1231	197.1
2) 방사성폐기물 운반 경로에 따른 방사선 위험도 평가 기술개발					
46	방사성폐기물의 운반 안전성 평가 규제 검증 연구	한국원자력 안전기술원	2021 0201	2026 1231	311.1
47	방사성폐기물 육상 및 해상 운반 방사선 위험도 평가 코드 개발	한일원자력(주)	2021 0401	2026 1231	200.9
48	방사성물질 심해 유출 평가 코드 개발	계명대학교 산학협력단	2021 0401	2026 1231	169.9
49	방사성물질 해양 확산 평가 코드 개발	(주)지오시스템 리서치	2021 0401	2026 1231	155.5
예산 합계					1,295.7

⑤ 원자력시설 대상 테러 및 해킹 대비 등 핵안보 기술 고도화

(단위 : 백만원)

번호	과제명	주관기관	연구기간		'24 연구비
			시작	종료	
1) 원자력시설 디지털시스템 사이버 보안성 및 사이버공격 위험도 평가 기술					
50	원자력시설 디지털시스템 사이버 보안성 및 사이버공격 위험도 평가기술 검증연구	한국원자력 통제기술원	2021 0201	2026 1231	439.5
51	디지털 일반규격품목(COTS) 및 개발품에 대한 보안성 검증 및 공급망 통제 규제기술 개발	ETRI부설국가보안 기술연구소	2021 0401	2026 1231	219.2
52	사이버공격에 따른 원전 사보타주 정량적 리스크 평가모델 개발	한국원자력 연구원	2021 0401	2026 1231	219.2
53	원자력시설 필수디지털자산 사이버사건대응 평가기술 개발	가천대학교 산학협력단	2021 0401	2026 1231	201.2
2) 방호규제를 위한 원자력 안전·안보 연계 통합평가 기술					
54	방호규제를 위한 원자력안전·안보 연계 통합평가 기술 검증연구	한국원자력 통제기술원	2021 0201	2026 1231	329.7
55	필수디지털자산 안전·안보 규제요건 교차 영향평가 시스템 개발	전남대학교 산학협력단	2021 0401	2026 1231	179.8
56	안전성평가 기반 원전 사보타주 공격목표집합 식별 및 방호규제 방법론 개발	세종대학교 산학협력단	2021 0401	2026 1231	155.8
57	방사선영향을 고려한 사용후핵연료 운반용기 및 저장조에 대한 사보타주 방호규제 방법론 개발	세종대학교 산학협력단	2021 0401	2026 1231	179.8
58	보안분야 원자로감독체계 적용방안 연구	(주)미래와도전	2022 0401	2026 1231	151.7
3) 폭발물 및 생체인식 위조 위협에 대한 방호 조치 및 설비 성능 검증 기술					
59	폭발물 및 생체인식 위조 위협에 대한 방호 조치 및 설비 성능 평가 기술 검증 연구	한국원자력 통제기술원	2021 0201	2026 1231	374.2
60	폭발물 및 차량강습 위협에 대한 원자력시설 물리적방벽 성능검증을 위한 DB 구축	한국과학기술원	2021 0401	2026 1231	190.8
61	무인비행장치 위협에 대한 원자력시설 방어체계 평가 방법론 개발	한국산업 기술시험원	2021 0401	2026 1231	208.9
62	생체인식 위조 위협에 대한 원자력시설 출입인증체계 평가 방법론 개발	(주)유니온 커뮤니티	2021 0401	2026 1231	154.1
예산 합계					3,003.9

⑥ 국제사회 의무 이행을 위한 국가 핵비확산체계 고도화

(단위 : 백만원)

번호	과제명	주관기관	연구기간		'24 연구비
			시작	종료	
1) 핵물질 계량 및 검증 선진화 기술					
63	중량핵물질 계량관리기술 개발 및 미래규제수요 대응 기반 구축	한국원자력 통제기술원	2021 0201	2026 1231	279.7
64	핵연료집합체 결손검증 및 특정핵물질 생성량 분석 기술 개발	한국원자력 통제기술원	2021 0201	2026 1231	311.7
65	중량취급시설 물질수지평가 프로그램 개발	한국원자력 연구원	2021 0401	2026 1231	207.9
66	중량취급시설 국가검사 이행지원을 위한 규제검증지원 프로그램 개발	한국원자력 연구원	2021 0401	2026 1231	207.9
67	핵연료집합체 부분결손 검증을 위한 방출단층촬영기술 개발	연세대학교 원주캠퍼스 산학협력단	2021 0401	2026 1231	375.7
68	DDA(Differential Die-Away) 기법 기반 특정핵물질 생성량 평가 기술 개발	한양대학교 산학협력단	2021 0401	2026 1231	415.7
69	사용후핵연료 내 핵물질의 계량관리 및 연소 이력 검증에 활용될 수 있는 중성자감마선 측정 시스템 개발	서울대학교 산학협력단	2022 0401	2025 1231	213.4
2) 현장 밀착형 수출통제 플랫폼 구축					
70	현장 밀착형 수출통제 플랫폼 구축 검증기술 개발	한국원자력통제 기술원	2021 0201	2026 1231	389
71	수출통제 통합 데이터베이스 구축	(주)미래와도전	2021 0401	2026 1231	120.8
72	원자력전용품목 수출 위험도 평가 모듈 개발	(주)미래와도전	2021 0501	2026 1231	110
3) 신규원자력시설에 대한 안전조치성 평가 기술					
73	신규원자력시설에 대한 설계단계 안전조치 적용 지침 개발	한국원자력 통제기술원	2021 0201	2026 1231	303.3
예산 합계					2,935.1

<신규과제>

번호	과제명	주관기관	연구기간		'24 연구비
			시작	종료	
1	기후변화 대비 원전 안전 규제시스템 개발연구	미정	2024 0401	2026 1231	123
2	기후변화 대비 원전 안전여유도 평가 규제방법론 개발	미정	2024 0401	2026 1231	123
3	원자력 해체 시설 안전조치 규제해체 시점 도출을 위한 방법론 개발	미정	2024 0401	2026 1231	300
4	고에너지아크손상 화재영향 분석 방법론 개발	미정	2024 0401	2026 1231	124
5	아이오딘 및 세슘의 물리/화학적 특성을 동시에 고려한 중대사고 평가기술 개발	미정	2024 0401	2026 1231	124
6	신형원자로의 FPGA 등 프로그래머블 논리소자에 대한 개발단계 보안 규제기술 개발	미정	2024 0401	2026 1231	124
7	중수로 사용후핵연료 사찰장비 측정 결과 분석기술 개발	미정	2024 0401	2026 1231	124
예산 합계					1,042

□ 사업목적

- 사용후핵연료 저장·처분 안전성 및 성능 실증을 위한 핵심기술개발 관련 규제요건 및 검증기반 확보

□ 투자계획(안)

(단위 : 개, 백만원)

구 분	계속과제		신규과제		예산합계
	과제수	예산	과제수	예산	
사용후핵연료 저장·처분 안전성 확보를 위한 핵심기술개발	2	3,873	-	-	3,873

※ 사업단운영비(184백만원) 포함

□ '24년 주요 추진방향

- 사용후핵연료 심층처분 대비 국내 심층처분 특성에 적합한 규제 요건 및 안전성 검증기술 개발을 위한 계속과제(2개)* 지속 지원
 - * 사용후핵연료 심층처분시스템 규제요소 개발, 사용후핵연료 심층처분시스템 안전성 검증기술 개발
- 동 사업은 범부처 사업(원안위-과기부-산업부)으로, 공동운영규정(다부처 공통훈령)을 제정('21.1월)하여 다부처 공동사업단 형태로 운영 중
 - 다만, 원안위 과제는 동 사업의 타부처 과제 참여 연구자를 배제하여 규제연구의 독립성을 확보
- 1단계 사업기간 종료('21.~'23.)에 따른 사업성과 중간평가 수검 및 2단계 사업 운영계획 수립

참고1

사업 주요내용(사용후핵연료 저장·처분 안전성 확보를 위한 핵심기술개발)

비전	사용후핵연료의 안전관리를 통한 국민안심사회구현		
사업명	사용후핵연료 저장·처분 안전성 확보를 위한 핵심기술 개발		
추진목표	저장 종합적 사용후핵연료 저장안전성 기반확보	처분 사용후핵연료 처분시스템 안전성 평가 및 실증기반기술 확보	규제 국제규범에 부합하는 사용후핵연료 처분관리 규제기반 확립
전략과제	사용후핵연료 저장 안전성 실증 기술 확보	사용후핵연료 처분안전성 규명 및 실증 기반 구축	사용후핵연료 심층처분시스템 안전규제 기반 구축
	SNF 및 저장시스템 안전성 실증 기술 개발	SNF 관리시설 확보를 위한 부지적합성 평가 기술 개발	심층처분시스템 세부규제요건 개발
	SNF 전주기 안전정보 목록 표준화 및 정보시스템 구축	개념단계 종합안전성 입증기술 개발 심층처분시스템 성능 실증 기반 기술 개발	심층처분시스템 안전성 검증체계 개발
추진체계			
주무부처 역할분담			

참고2**'24년도 연구과제 목록**(사용후핵연료 저장·처분 안전성 확보 핵심기술개발)☐ **연구과제 목록**

(단위 : 백만원)

번호	과제명	주관기관	연구기간		'24 연구비
			시작	종료	
1	심층처분시스템 규제요소 개발	한국원자력 안전기술원	2021 0422	2029 1231	1,513
2	심층처분시스템 안전성 검증기술 개발	한국지질자원 연구원	2021 0422	2029 1231	2,176
-	사업단 운영비	사용후핵연료관리 핵심기술개발 사업단	2021 0422	2029 1231	184
예산 합계					3,873

□ 사업목적

- 중소형원자로(SMR) 인허가 심사 등을 위한 규제체계 정비 및 고유 규제기술개발을 통한 예상 안전현안 해결 연구

□ 투자계획(안)

(단위 : 개, 백만원)

구 분	계속과제		신규과제		예산합계
	과제수	예산	과제수	예산	
중소형원자로 안전규제 기반기술 개발	4	2,480	미정	3,800	6,780*

* 추진단 운영비 500백만원 포함

※ '24년부터 SMR 규제연구 추진단 구성·운영 예정으로, 추진단에서 신규과제 지원 분야(과제) 수, 과제별 연구비 등을 검토하여 확정

□ '24년 주요 추진방향

- i-SMR 표준설계인가 신청('26년 예상) 前 규제연구를 통한 안전규제 기준의 선제적 제시를 위한 연구과제 지원 및 추진단 운영
- (계속과제) SMR 안전성 확인을 위한 현안별 규제입장, 심사지침 등을 마련하기 위한 규제전문기관 중심 검증연구 수행
- (신규과제) SMR 특성에 따른 규제현안별 평가·검증방법론, 전산 코드 등 개발을 위한 대학 중심의 현안해결 연구 신규과제 지원
- (추진단) 연구과제 총괄 및 과제 간 연계 구축, i-SMR 개발 사업단과의 긴밀한 소통을 위한 추진단 중심의 상시 기획관리·역무조정 실시

참고1

사업 주요내용 (중소형원자로 안전규제 기반기술 개발)

사업목적

경수형 SMR 안전규제 체계 연구 및 고유 규제기술 개발

전략목표

경수형 SMR 인허가 대비 규제체계 정비 및 예상 현안 해결을 위한 고유 규제기술 개발

추진전략

- ◆ SMR 인허가에 특화된 목적형 R&D 추진
- ◆ SMR 규제체계 및 요소기술 등 확보 및 적용성 검토
- ◆ 규제수요를 고려한 예상 규제현안 도출 및 해결연구 강화

국제원전
규제환경
변화
·
미래 SMR
인허가
수요 대비

① 경수형 SMR 안전규제 체계 개선방안 및 규제전략 개발

- ◆ [1-1] 경수형 SMR 인허가를 위한 국내 규제체계 개선(안) 개발
 - 안전분야 SMR 기술개발 및 안전규제 동향분석
 - SMR 설계특성기반 현행 규제체계 분석 및 개선방안 수립
 - SMR 규제전략 및 지원 프로그램 개발

② 안전현안 도출 및 해결을 위한 규제기술안전성 평가·검증 기술 개발

- ◆ [2-1] 경수형 SMR 소형/모듈화 설계특성 관련 규제기술개발
 - 원자로 소형화/모듈형 설계특성 등에 따른 안전현안 평가·검증 기술 개발
- ◆ [2-2] i-SMR 주요 설계요건 분석 및 고유 규제검증기술개발
 - i-SMR 설계단계별 규제검증모델 개발 및 예비평가
 - 기술현안도출 및 예상기술현안 설계자/규제자 상호대응 및 해결방안 마련

③ 핵비확산·핵안보 측면의 SMR 규제요건 개발 및 규제체계 구축

- ◆ [3-1] 경수형 SMR 핵비확산 규제기술 개발 및 규제체계 구축
 - SMR 설계기반 안전조치성 검토 및 수출입통제 규제요건 개발
 - 경수형 SMR 핵물질 검증장비 개념설계, 실증 및 적용안 연구 등
- ◆ [3-2] 핵안보 측면의 경수형 SMR 규제방안 연구
 - 핵안보(물리적방호 및 사이버보안) 측면의 위해도 평가 및 규제방법론 도출
 - i-SMR 안전안보 연계 사이버보안 검증기술 개발 등

참고2

'24년도 연구과제 목록 (중소형원자로 안전규제 기반기술 개발)

□ 연구과제 목록

(단위 : 백만원)

번호	과제명	주관기관	연구기간		'24 연구비
			시작	종료	
1	경수형 SMR 인허가를 위한 국내 규제체계 개선(안) 개발	한국원자력 안전기술원	2022 0401	2028 1231	2,480
2	경수형 SMR 소형/모듈화 설계특성 관련 규제기술개발	한국원자력 안전기술원	2022 0401	2028 1231	
3	경수형 SMR 핵비확산 규제기술 개발 및 규제체계 구축	한국원자력 통제기술원	2022 0401	2028 1231	
4	핵안보 측면의 경수형 SMR 규제방안 연구	한국원자력 통제기술원	2022 0401	2028 1231	
5	'24년도 신규과제	미정	2024 0401	-	3,800
6	추진단 운영비	소형모듈원자로(SMR) 규제연구 추진단	2024 0101	-	500
예산 합계					6,780

□ 사업목적

- 다수기 확률론적 안전성 평가 규제활용방안 마련 및 규제검증용 평가방법론·기술 고도화

□ 투자계획(안)

(단위 : 개, 백만원)

구 분	계속과제		신규과제		예산합계
	과제수	예산	과제수	예산	
다수기 확률론적 안전성 평가 규제기반 구축	1	1,500	-	-	1,500

□ '24년 주요 추진방향

- 다수기 확률론적 안전성 평가의 규제활용방안 도출 및 한울 부지 모델 개발 등을 추진하기 위하여 계속과제(1개) 지속 지원
 - 한울부지 특성을 반영한 쓰나미, 외부화재 PSA 및 사용후 핵연료 PSA 방법론 개발
 - 설계 변경사항 반영을 통한 내부사건 및 지진사건 모델 최신화 등

참고1

사업 주요내용 (다수기 확률론적 안전성 평가 규제기반 구축)

비전	다수기 원전에 대한 부지 리스크 규제활용방안 마련
사업명	다수기 확률론적 안전성 평가 규제기반 구축
사업목적	다수기 PSA 규제검증용 모델 개발 및 한울부지 리스크 정량화
추진전략	· 다수기 PSA 규제화 이슈 관련 목적형 R&D 추진 · 연구성과 이어달리기를 통한 규제활용성 극대화 · 세계선도 R&D 투자 및 규제현안 관리(도출/해결) 강화
주요 연구내용	① 종합적 다수기 리스크 규제활용방안 마련
	◆ 쓰나미/외부 화재 PSA 모델 검토 ◆ 한울 부지 다수기 리스크 평가 결과 검토 ◆ 종합적인 부지 안전성 개선방안 도출 ◆ 다수기 리스크 규제방법론 개발 및 검증
	② 한울부지 특성을 반영한 노형별 규제검증용 단일 · 다수기 PSA 고유 모델 개발
	◆ Framatome 노형 모델 개발 및 OPR1000 · APR1400 노형 모델 개선 ◆ 부지특성 반영 외부사건(지진, 쓰나미 외부화재) PSA 모델 개발 ◆ 사용후핵연료저장조 PSA 모델 개발
	③ 한울 부지 통합 다수기 리스크 평가 통합 모델 개발
	◆ 한울 부지 Level 1, 2, 3 다수기 리스크 평가 통합모델 개발

참고2**'24년도 연구과제 목록 (다수기 확률론적 안전성 평가 규제기반 구축)**☐ **연구과제 목록**

(단위 : 백만원)

번호	과제명	주관기관	연구기간		'24 연구비
			시작	종료	
1	다수기 확률론적 안전성 평가 규제기반 구축	한국원자력안전 기술원	2023 0401	2026 1231	1,500
예산 합계					1,500

□ 사업목적

- 원전 주변 환경방사능 감시를 포함, 전국 환경방사능 감시에 활용하기 위한 해양환경 방사성핵종 분석기술 고도화

※ 방사능 분석기술 고도화로 국내 방사능 신속분석 체계 확립 및 IAEA 주관 확증 모니터링 참여 등 국제적 수준 분석 수행

□ 투자계획(안)

(단위 : 백만원)

구 분	계속과제		신규과제		예산합계
	과제수	예산	과제수	예산	
해양환경 방사성핵종 분석기술 개발	2	2,960	-	-	2,960

□ '24년 주요 추진방향

- 기존 분석방법의 시간 단축 및 정밀도 향상을 위한 방사성핵종 분석기술 개발 계속과제(2개) 지속 지원

- 해양환경 방사성핵종 분석법 유효성 검증 및 해양환경 방사성핵종 분석기술 개발을 위한 과제 지원

※ 신속·정밀 분석을 위한 장비구축, 극미량 측정을 위한 시제품 제작, 해양 생물·해양퇴적물 신속전처리 및 화학분리 기술개발

참고1

사업 주요내용 (해양환경 방사성핵종 분석기술 개발)

사업목적

국내 해양 환경방사능 조사를 위한 방사성핵종 분석기술 개발

전략목표

현행대비 개선된 방사성핵종 전처리 및 화학분리 기술 확보

추진전략

- ◆ 국가 해양방사능감시 현장적용형 R&D 추진
- ◆ 연구성과 이어달리기를 통한 규제활용성 극대화
- ◆ 도전적 R&D 투자 및 규제현안 관리(도출/해결) 강화

국민안심
확보
·
해양방사능
감시 강화

1 해양환경 방사성핵종 분석기술 개발

- ◆ [1-1] 해양환경방사능 신속 전처리 및 화학분리 기술 고도화
 - 선택적 흡착 기술 활용한 대용량 해수 전처리 기술 개발
 - 해양생물/해양퇴적물 전처리 기술 고도화
 - 삼중수소 신속 전해농축 기술 개발
 - 해수중 ^{137}Cs 전처리 원천 기술 개발
- ◆ [1-2] 극미량 방사성물질 측정 기술 개발
 - 지하실험실 기반 극저준위 감마선분광분석시스템 개발
 - 차세대 반도체검출기 기반 극미량 베타핵종 측정시스템 개발
 - 해양환경 극미량 방사성물질 측정을 위한 질량분석법 활용 기술 개발

2 해양환경 방사성핵종 분석기술 검증 및 현장 적용성 연구

- ◆ 분석기술 현장 적용성 검증·평가
- ◆ 현장 수요자 맞춤형 분석절차 수립

참고2**'24년도 연구과제 목록 (해양환경 방사성핵종 분석기술 개발)**☐ **연구과제 목록**

(단위 : 백만원)

번호	과제명	주관기관	연구기간		'24 연구비
			시작	종료	
1	해양환경 방사성핵종 검증 및 현장적용성 연구	한국원자력안전 기술원	2023 0401	2027 1231	300
2	해양환경 방사성핵종 분석기술 개발	한국원자력연구원	2023 0401	2027 1231	2,660
예산 합계					2,960

□ 사업목적

- 한반도 핵활동 검증 기술·정책 완결성 확보 및 주변국 핵능력·위협 대응역량 강화를 통한 국가 안보 강화 기여

< 신규사업 개요 >

- **(사업내용)** 주변국 핵능력 및 위협 사전탐지·분석, 한반도 핵활동 검증기술 완결성 확보 및 중장기 전략 수립을 위한 3대 중점추진분야 8대 핵심기술 확보
- **(기간/예산)** '24~'28 (5년) / 총 237.5억원 ('24년 15억원)
- **(기대효과)** 연구성과를 바탕으로 추후 규제전문기관 중심의 활용기반 구축, 전문인력 양성 및 기술이전 등을 통해 국가 차원의 대응 기반 마련

□ 투자계획(안)

(단위 : 개, 백만원)

구 분	계속과제		신규과제		예산합계
	과제수	예산	과제수	예산	
주변국 원자력활동 대응기술개발	-	-	4	1,500	1,500

□ '24년 주요 추진방향

- 기반연구 성과 연계 주변국 원자력활동 대응 기술 개발을 위한 신규과제(4개*) 지원 추진
 - * 1. 핵물질 현장검증/정밀분석 기술·절차 고도화, 2. 환경시료 분석 기반 핵활동 이력검증기술 개발, 3. 핵활동 빅데이터 플랫폼 개발, 4. 공개정보 자동화 수집·분석 기술 개발
- 규제전문기관 중심의 검증과제 및 산·학·연 연구기관 중심의 기술 개발과제 간 연계체계 운영으로 규제활용 중심의 사업 추진

참고1

사업 추진 개요 (주변국 원자력활동 대응기술개발)

□ 추진근거

- 원안위 소속 직제 시행규칙 제7조제8항12호(주변국의 핵활동에 대한 탐지·분석 등에 관한 사항)
- 북한 핵·미사일 위기대응 실무매뉴얼(북핵 우발사태 대응 및 정보 수집·분석·평가)
- 비핵화 중장기 로드맵 및 기술개발 10개년 로드맵('18년 수립)

□ 사업 연계성 및 목표

구분	기초	기반	고도화	전문성
사업명(기간)	핵비확산·핵안보 이행기술개발 ('12~'19)	원자력활동 검증 기반기술 개발 ('19~'23)	주변국 원자력활동 대응기술 개발 ('24~'28)	기관고유사업 ('29년 이후)
추진분야	기술개념 및 적용분야 도출 (핵활동 탐지·검증·감식 기술)	탐지·감시 채취·분석 해석·평가	탐지·감시 채취·분석 해석·평가 동결·폐쇄 전략수립·교육훈련	실무적용 (규제화)
기술수준	TRL 1→2	TRL 3→5	TRL 6→7	TRL 8→9

□ 기반-고도화사업 성과 연계(안)

분야	원자력활동 검증 기반기술 개발	대표성과	수행주체	TRL	연계여부	주변국 원자력활동 대응기술 개발	적용성적용
탐지·감시	위성영상 기반 핵활동 탐지 기술개발	주변국의 특정 시설 내 핵활동 지표 자동추적 기술	규제전문기관	4	연계	위성영상 기반 주변국 위성영상 분석 플랫폼 개발	프로그램, 절차서
	미신고 핵활동 신속탐지 기술	갑마·종성사 이동형차량 영상기반 핵활동 탐지기	산학연	4	연계	3차원 영상기반 핵활동 탐지 플랫폼 개발	DB, 프로그램
	분류자료 관리망의 동시·동적 기술	갑마·종성사 이동형차량 휴대용 핵활동 탐지기	산학연	5	연계	연구성과물의 활용성을 고려하여 동결·폐쇄 분야로 연계	
	핵시설 부설·건설·운영 기반의 핵활동 탐지 기술개발	비핵화 주·지급·통제·지급·방법론 및 무기화 핵활동의 실시간 검증기술 등	산학연	5	연계2	연구성과물의 활용성을 고려하여 동결·폐쇄 분야로 연계	
	민간 핵활동 실시간 검증을 위한 적대적 기술개발	무기화 핵활동의 실시간 검증기술 등	산학연	5	연계3	연구성과물의 활용성을 고려하여 동결·폐쇄 분야로 연계	
					연계4	연구성과물의 활용성을 고려하여 동결·폐쇄 분야로 연계	
					연계5	연구성과물의 활용성을 고려하여 동결·폐쇄 분야로 연계	
					연계6	연구성과물의 활용성을 고려하여 동결·폐쇄 분야로 연계	
					연계7	연구성과물의 활용성을 고려하여 동결·폐쇄 분야로 연계	
					연계8	연구성과물의 활용성을 고려하여 동결·폐쇄 분야로 연계	
채취·분석	핵시설물·시설물 채취·분석	현장·시설물 채취·분석·지급/관리	규제전문기관	5	연계	핵시설물·시설물 채취·분석·지급/관리	장비, 프로그램, 절차서
	Nuclear Forensics 기법을 이용한 핵활동 이력 추적기술 개발	시료분석기반 핵활동 이력 추적 프로그램	산학연	5	연계	핵시설물·시설물 채취·분석·지급/관리	장비, 프로그램, 절차서
	우라늄 농축도 분석 기술개발	현장 우라늄 농축도 분석기술	산학연	4	연계	핵시설물·시설물 채취·분석·지급/관리	장비, 프로그램, 절차서
	레이저 핵활동 분석 기술개발	우라늄 등 핵물질 현장 분석기술	산학연	4	연계	핵시설물·시설물 채취·분석·지급/관리	장비, 프로그램, 절차서
이력·평가	핵물질 생산·유통·사용·폐기 통합 관리 기술개발	주변국 보유·추적·유통·폐기 자료의 통합이력 평가모션	규제전문기관	5	중요	핵시설물·시설물 채취·분석·지급/관리	장비, 프로그램, 절차서
	핵물질 생산·유통·사용·폐기 통합 관리 기술개발	주변국 보유·추적·유통·폐기 자료의 통합이력 평가모션	규제전문기관	5	중요	핵시설물·시설물 채취·분석·지급/관리	장비, 프로그램, 절차서
	핵물질 생산·유통·사용·폐기 통합 관리 기술개발	주변국 보유·추적·유통·폐기 자료의 통합이력 평가모션	규제전문기관	5	중요	핵시설물·시설물 채취·분석·지급/관리	장비, 프로그램, 절차서
	핵물질 생산·유통·사용·폐기 통합 관리 기술개발	주변국 보유·추적·유통·폐기 자료의 통합이력 평가모션	규제전문기관	5	중요	핵시설물·시설물 채취·분석·지급/관리	장비, 프로그램, 절차서
동결·폐쇄	핵시설물·시설물 채취·분석·지급/관리	현장·시설물 채취·분석·지급/관리	규제전문기관	5	연계3	연구성과물의 활용성을 고려하여 탐지·감시 분야로 연계	
	핵시설물·시설물 채취·분석·지급/관리	현장·시설물 채취·분석·지급/관리	규제전문기관	5	연계4	연구성과물의 활용성을 고려하여 탐지·감시 분야로 연계	
	핵시설물·시설물 채취·분석·지급/관리	현장·시설물 채취·분석·지급/관리	규제전문기관	5	연계5	연구성과물의 활용성을 고려하여 탐지·감시 분야로 연계	
	핵시설물·시설물 채취·분석·지급/관리	현장·시설물 채취·분석·지급/관리	규제전문기관	5	연계6	연구성과물의 활용성을 고려하여 탐지·감시 분야로 연계	
전략수립	핵시설물·시설물 채취·분석·지급/관리	현장·시설물 채취·분석·지급/관리	규제전문기관	5	연계7	연구성과물의 활용성을 고려하여 탐지·감시 분야로 연계	
	핵시설물·시설물 채취·분석·지급/관리	현장·시설물 채취·분석·지급/관리	규제전문기관	5	연계8	연구성과물의 활용성을 고려하여 탐지·감시 분야로 연계	
	핵시설물·시설물 채취·분석·지급/관리	현장·시설물 채취·분석·지급/관리	규제전문기관	5	연계9	연구성과물의 활용성을 고려하여 탐지·감시 분야로 연계	
	핵시설물·시설물 채취·분석·지급/관리	현장·시설물 채취·분석·지급/관리	규제전문기관	5	연계10	연구성과물의 활용성을 고려하여 탐지·감시 분야로 연계	
연계·확보	핵시설물·시설물 채취·분석·지급/관리	현장·시설물 채취·분석·지급/관리	규제전문기관	5	연계11	연구성과물의 활용성을 고려하여 탐지·감시 분야로 연계	
	핵시설물·시설물 채취·분석·지급/관리	현장·시설물 채취·분석·지급/관리	규제전문기관	5	연계12	연구성과물의 활용성을 고려하여 탐지·감시 분야로 연계	
	핵시설물·시설물 채취·분석·지급/관리	현장·시설물 채취·분석·지급/관리	규제전문기관	5	연계13	연구성과물의 활용성을 고려하여 탐지·감시 분야로 연계	
	핵시설물·시설물 채취·분석·지급/관리	현장·시설물 채취·분석·지급/관리	규제전문기관	5	연계14	연구성과물의 활용성을 고려하여 탐지·감시 분야로 연계	

참고2

사업 주요내용 (주변국 원자력활동 대응기술개발)

사업목적

한반도 핵활동 검증 기술·정책 완결성 확보 및 주변국 핵능력·위협 대응역량 강화를 통한 국가 안보 강화 기여

전략목표

- ◆ 한반도 핵활동 검증기술 완결성 확보
- ◆ 주변국 핵능력 및 위협 사전 탐지·분석체계 구축
- ◆ 핵활동 검증 중장기 기술·정책 전략 수립 및 이행

추진방안

- ◆ 핵활동 검증기술 소단계(동결, 신고, 검증, 폐기) 확보
- ◆ 실시간 기술·정책동향 분석 및 불법이전 방지기술 확보
- ◆ 규제전문기관 중심의 통합관리 및 교육훈련체계 구축

3대 중점추진분야, 8개 핵심기술 확보

핵활동 검증기술 완결성 확보

- 핵물질 분석체계 고도화
 - 핵물질 현장검증 및 정밀분석
 - 환경시료 분석기반 핵활동 이력검증기술
- 핵물질 검증 장비 및 시스템 개발
 - 자가동력 격납감시
 - 이동식 통합검증 관리
- 핵시설·물질 동결 및 폐쇄기술 개발
 - 위협 및 취약성 평가
 - 방호체계 및 정보보안
 - 폐기물 이력관리

주변국 핵능력 및 위협 사전탐지·분석

- 주변국 핵동향 실시간 분석 기술 개발
 - 빅데이터(DB) 저장관리·구축
 - 공개정보자동화수집
 - 의사결정 지원 시스템
- 인공지능 기반 위성영상 분석 기술 개발
 - 위성영상 광역표적탐지
- 핵물질·전략물자 불법이전 방지 기술 개발
 - 블록체인 기반 위변조 방지
 - 3차원 영상기반 전략물자 식별
 - 불법이전 방지시스템

핵활동 검증 기술·정책 중장기 전략 수립

- 핵활동 검증 중장기 전략 수립
 - 중장기 대응 절차·기술체계
 - 확률론적 검증방법론
 - 비핵화 후속조치 전략 도출
- 핵활동 현장검증 교육·훈련 체계 개발
 - XR(확장현실)기반 교육훈련

참고3**'24년도 연구과제 목록** (주변국 원자력활동 대응기술개발)**□ 연구과제 목록**

(단위 : 백만원)

번호	과제명	주관기관	연구기간		'24연구비
			시작	종료	
1) 핵활동 검증기술 완결성 확보					
1	핵물질 현장검증 및 정밀분석 기술·절차 고도화	한국원자력 통제기술원	20240 401	20281 231	600
2	환경시료 분석기반 핵활동 이력검증기술	미정	20240 401	20261 231	150
2) 주변국 핵능력 및 위협 사전탐지·분석					
3	인공지능 기반 주변국 핵활동 빅데이터 플랫폼 개발	한국원자력 통제기술원	20240 401	20281 231	600
4	공개정보 자동화 수집 기반 원자력 활동 분석 기술 개발	미정	20240 401	20261 231	150
예산 합계					1,500

V. 향후 추진일정

☐ '24년도 신규과제 선정 및 연구 착수

- '24년도 신규과제 공고 ('24.1월)
- 과제계획서 접수 및 평가 ('24.2~3월)
- 연구협약 체결 및 착수 ('24.4월)

☐ '24년도 계속·종료과제 평가

- '24년도 계속과제 평가 ('24.12월)
- '24년도 종료과제 평가 ('25.1월)

※ 중소형원자로 안전규제 기반기술개발 사업의 신규과제 선정 및 계속과제 평가와 사용후핵연료 저장·처분 안전성 확보를 위한 핵심기술개발의 계속과제 평가는 각 해당사업 사업단을 통해 별도 추진 및 확정 예정

〈 안전 담당자 〉

원자력안전위원회 원자력정책과	
과 장 김기환	(02) 397 - 7261
사무관 이준섭	(02) 397 - 7265