

해체폐기물 처분적합성 판단을 위한 인프라 및 분석기술 개발 현황

하영수

한국원자력환경복원연구원 연구본부
기술실증실 방사화학팀



Contents

1 | KRID 구축 현황 및 특성평가 필요성

2 | 특성평가 인프라 구축 현황

3 | 특성평가 및 처분적합성 지원 계획

1. KRID 구축 현황 및 특성평가 필요성

<한국원자력환경복원연구원 (Korea Research Institute of Decommissioning, KRID)>

1.1 KRID 구축 개요



노형별(경수로, 중수로) 특화된
해체기술 실증·고도화를 위해
한국원자력환경복원연구원(부산·울산)과
중수로해체기술원(경주) 별도 설립

▶ 한국원자력환경복원연구원(부산·울산)



구 분	구축 인프라
일반시설	연면적 13,158m ² (사무·연구·목업 3개 동)
방사선 관리시설	연면적 약 9,449m ² (실증분석동, 지상2층)

- 2022. 10 한국원자력환경복원연구원 착공
- 2024. 04 방사선관리시설 신축공사 착공
- 2024. 10 사무, 연구·목업동 완공
(11/25 연구원 이전)
- 2024. 12 한국원자력환경복원연구원 개원식
(12/02)
- 2026. 11 한국원자력환경복원연구원 완공

▶ 중수로해체기술원(경주)

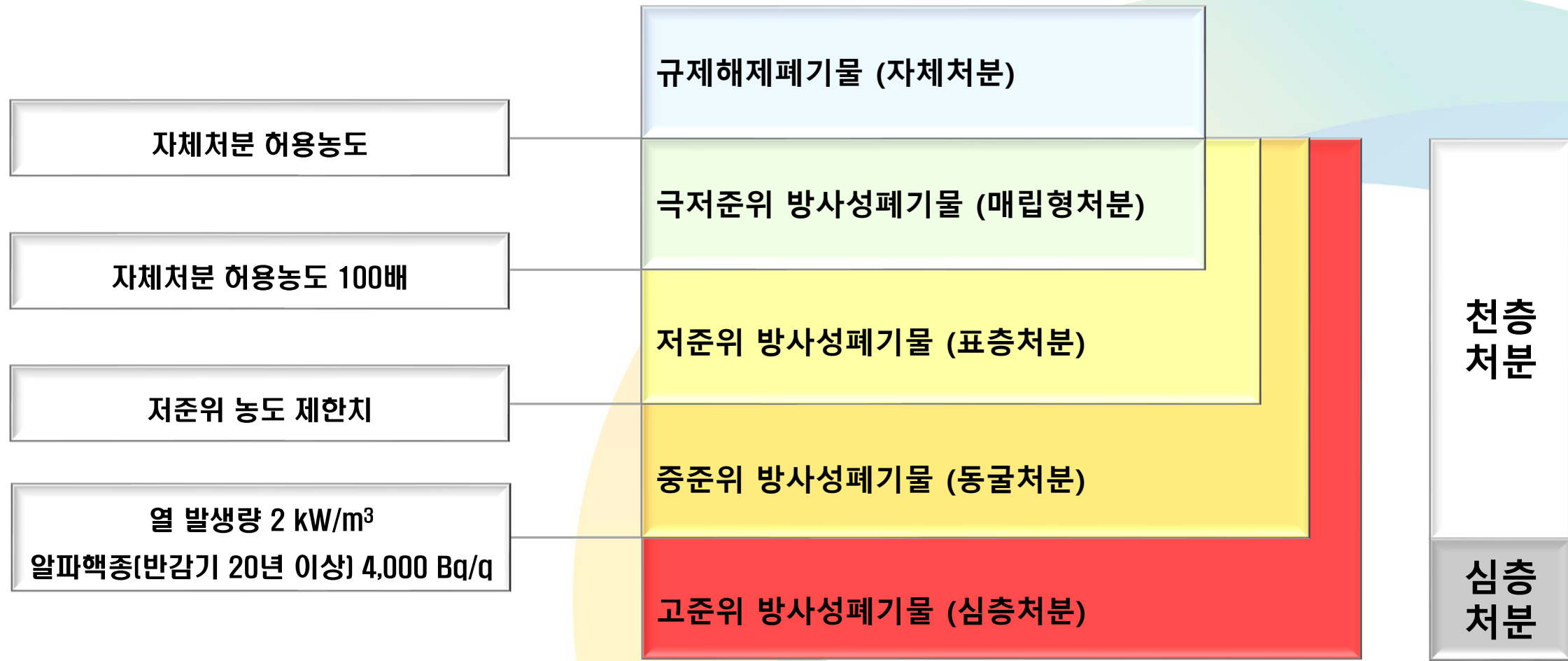


구 분	구축 인프라
일반시설	연면적 8,724m ² (사무·연구동, 목업시험동, 실증분석동 - 총 3개동)

- 2023. 02 부지 선정·확보
- 2023. 10 중수로해체기술원 시설 설계 준공
- 2024. 04 중수로해체기술원 착공
- 2026. 03 중수로해체기술원 완공

2.1 폐기물 처분적합성 확보

원안위 고시, 방사성폐기물 분류 및 자체처분 기준에 관한 규정(제2023-7호)



2. 특성평가 필요성

2.1 폐기물 처분적합성 확보



산업부 고시, 방사성폐기물 인수방법 등에 관한 규정(제2016-230호)

- 방폐물 인수의뢰 신청 및 방폐물 검사 방법 등

원안위 고시, 방사성폐기물 분류 및 자체처분 기준에 관한 규정(제2023-7호)

- 방폐물 분류, 처분방식, 방사능농도 제한치 등

원안위 고시, 중·저준위 방사성폐기물 인도규정(제2024-13호)

- 방폐물 특성규명 기준 및 폐기물관리 품질보증기준 등

KORAD, 중·저준위 방사성폐기물 동굴처분시설 인수기준(2025.01)

- 방폐물 특성규명 관련 세부 인수기준 등

WAC-SIL-2025-1
인수기준
특성 항목
[20가지]
+
금속시료의 경우 기체
발생량(H₂ 등) 평가 고려

대분류	세부항목
❶ 일반 요건	① 폐기물 형태
	② 포장용기 및 표지
	③ 중량 및 크기
❷ 방사선적 요건	④ 핵종 및 방사능 농도
	⑤ 처분농도 제한
	⑥ 표면선량률
	⑦ 임계안전
	⑧ 표면오염
❸ 물리적 요건	⑨ 입자성 물질
	⑩ 채움률
	⑪ 유리수
❹ 화학적 요건	⑫ 킬레이트제
	⑬ 부식성 물질
	⑭ 폭발성 물질
	⑮ 인화성·발화성 물질
	⑯ 기체발생 물질
	⑰ 유독성 물질
	⑱ 부패성·감염성 물질
❺ 생물학적 요건	⑲ 고형화
❻ 처리·컨디셔닝 요건	⑳ 고형화

2. 특성평가 필요성

2.1 폐기물 처분적합성 확보

방사선학적 요건 (핵종 및 방사능 농도)

≡ 제3장 폐기물 특성별 세부기준, 핵종 및 방사능 농도 특성 규명 방법에 관한 기준

- ▶ 원전(25개) : 인도규정(14개) + Cr-51, Mn-54, Co-57, Fe-59, Zn-65, Nb-95, Zr-95, Ag-110m, Sb-125, Cs-134, Pu-241(11개)
- ▶ 전알파 10 Bq/g 이상 시 개별 알파 분석(6개) : Pu-238, Pu-239, Pu-240, Am-241, Cm-242, Cm-244

원안위 고시, 중·저준위 방사성폐기물 인도규정(제2023-8호)

≡ 제2장 8조 ① 폐기물 내에 포함되어 있는 전체 방사능량의 95% 이상을 구성하는 방사성핵종이 규명되어야 함

- ▶ 14개 : H-3, C-14, Fe-55, Co-58, Co-60, Ni-63, Ni-59, Sr-90, Nb-94, Tc-99, I-129, Cs-137, Ce-144, Gross-α

2. 특성평가 필요성

2.1 폐기물 처분적합성 확보

화학적 요건 (킬레이트제)

≡ 제3장 폐기물 특성별 세부기준, **킬레이트제 특성 규명 방법에 관한 기준**

- ▶ **킬레이트 포함 여부와 함량 분석(EDTA, NTA, 구연산)**
- ▶ 함량 0.1% 이상일 경우 화학명과 존재량 명시, 폐기물 무게의 1% 이상 시 고형화 필요(제한기준 8%)
- ▶ 분석의 필요성: 방사성핵종과 결합하여 안정된 화합물을 형성함(수중에서 용해도가 크고, **방사성핵종의 이동을 촉진**)

대분류	세부항목
● 일반 요건	① 폐기물 형태 ② 포장용기 및 표지 ③ 중량 및 크기 ④ 핵종 및 방사능 농도 ⑤ 처분농도 제한 ⑥ 표면선량률 ⑦ 임계안전 ⑧ 표면오염
● 방사선적 요건	⑨ 입자성 물질 ⑩ 재용출 ⑪ 유리수
● 물리적 요건	⑫ 킬레이트제 ⑬ 부식성 물질 ⑭ 폭발성 물질 ⑮ 인화성·발화성 물질 ⑯ 기체발생 물질 ⑰ 유독성 물질
● 화학적 요건	⑱ 부패성·감염성 물질
● 생물학적 요건	⑳ 고형화
● 처리·컨디셔닝 요건	㉑ 고정화

원안위 고시, 중·저준위 방사성폐기물 인도규정(제2024-13호)

- ≡ 제1장 3조 ② 킬레이트제 등이란 킬레이트제 및 킬레이트 화합물로서, 유기물질과 결합하여 고리형 착화합물을 형성시켜 **방사성핵종의 유동성을 촉진시키는 유기물질**
- ≡ 제3장 16조 ② 킬레이트제 등을 포함하는 폐기물은 처리과정 중에 그 특성이 제거되거나, **0.1% 이상 함유된 폐기물은 명시** 되어야하며, 처분시설요건에 부합되도록 제한되어야 함

2. 특성평가 필요성

2.1 폐기물 처분적합성 확보

화학적 요건 (기체발생)

≡ 제3장 폐기물 특성별 세부기준, 기체발생 물질 특성규명 방법에 관한 기준

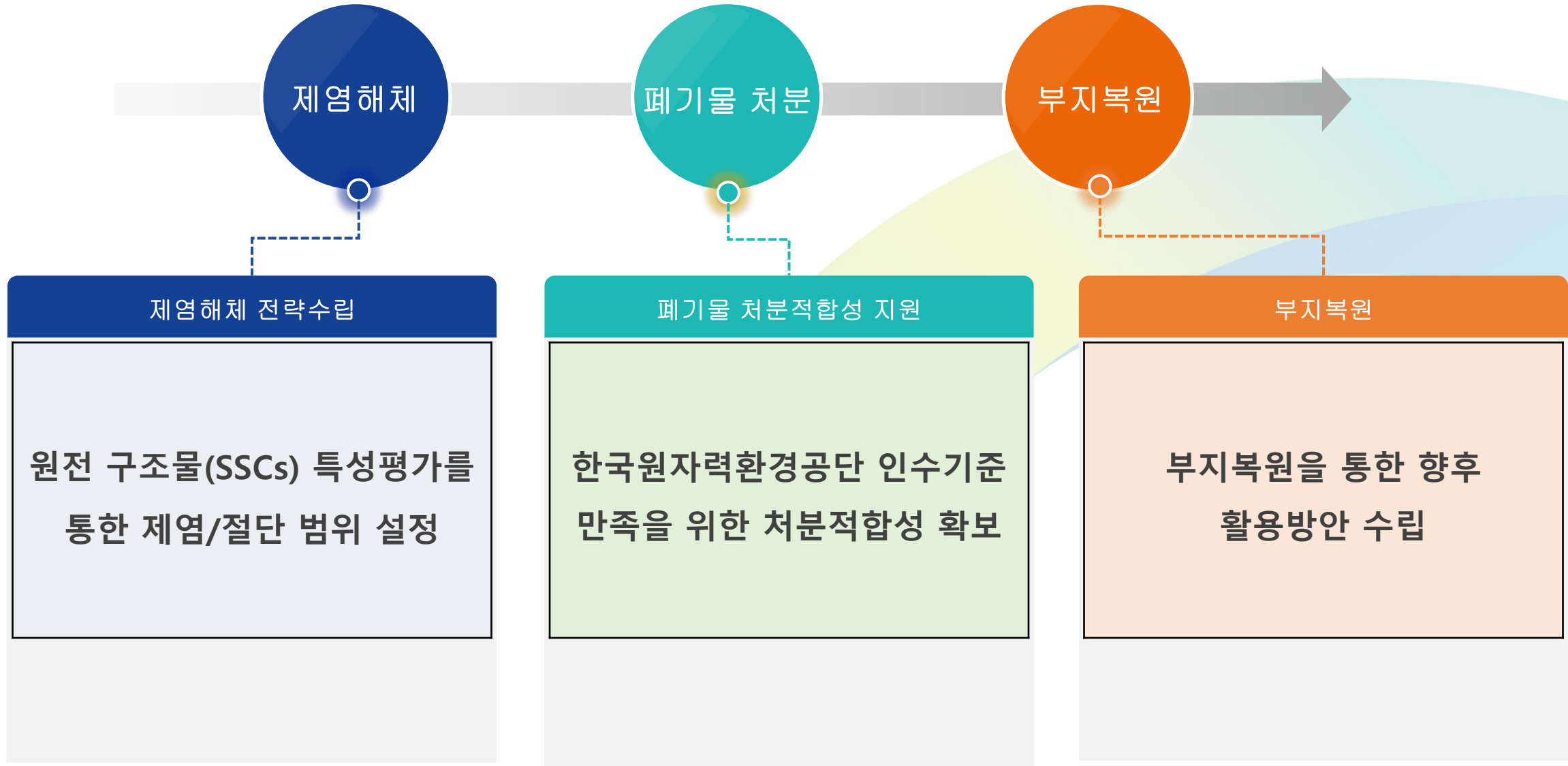
- ▶ 기체발생 물질로 인한 위험성이 제거되었음을 자료 또는 분석결과로 입증
- ▶ (자 료) 유해물질 관리체계 입증자료, 처리·컨디셔닝 전/후 포장물 내 기체 발생 물질 함량 관련자료 등 제시
- ▶ (분석결과) 사전에 협의된 시험방법에 따라 분석한 결과 제시

대분류	세부항목
● 일반 요건	① 폐기물 형태
	② 포장용기 및 표지
	③ 중량 및 크기
● 방사선적 요건	④ 핵종 및 방사능 농도
	⑤ 처분농도 제한
	⑥ 표면선량률
	⑦ 임계안전
	⑧ 표면오염
● 물리적 요건	⑨ 입자성 물질
	⑩ 재음률
	⑪ 유리수
● 화학적 요건	⑫ 킬레이트제
	⑬ 부식성 물질
	⑭ 폭발성 물질
	⑮ 인화성·발화성 물질
	⑯ 기체발생 물질
	⑰ 유독성 물질
● 생물학적 요건	⑱ 부패성·감염성 물질
● 처리·컨디셔닝 요건	⑲ 고형화
	⑳ 고경화

원안위 고시, 중·저준위 방사성폐기물 인도규정(제2024-13호)

- ≡ 제1장 11조 ⑪ "비방사성 유해물질"이란 제 14조에서 제 16조 까지에 해당하는 부식성, 폭발성, 유해성 물질 등으로서 처분시설 성능에 영향을 끼칠 수 있는 특성을 가진 물질
- ≡ 제3장 12조 ② 포장물은 처분 시 예상되는 상황에서 구조적 건전성을 유지할 수 있어야 하며, 포장물 내에 기체 발생으로 내부 압력이 증가하는 경우에도 견딜 수 있어야 함

2.2 특성평가 적용 범위 (해체 전주기)



3.1 KRID R&D 수행 현황

역할	분야	과제	2023	2024	2025	2026	2027
주관 기관	절단/제염	정책-1	경수로 1차측 핵심설비 절단/제염 실증 인프라 구축을 통한 기술 상용화				
		정책-2	중수로 칼란드리아 절단 및 열수송계통 제염 실증 인프라 구축 및 기술 고도화				
	핵종분석/ 특성분석	정책-3	대량발생 저준위 이하 해체폐기물 핵종분석 R&D기반 구축 및 유효성 검증 품질관리체계 개발				
		정책-4	중준위 해체폐기물 물리적/방사선학적 특성분석 시스템 구축 및 R&D 기반 기술개발				
필수 참여	절단	품목-1	레이저 절단/해체 기술 고도화 및 실증				
	교육	품목-2	확장 현실기반 해체 공정 검증 및 교육 시스템 개발				
	제염	품목-3	레이저기반 콘크리트 표면 파쇄 제염기술 고도화				
		품목-4	대형 해체설비 거품제염 기술 개발 및 실증				
		품목-5	무기산 기반 화학제염 기기제염 기술 고도화				
		품목-6	전해액 재생성 기반 전해제염 기술개발				
		품목-7	대단위 극저준위 폐기물 제염용 자동화 연마제염 플랫폼 개발				
	폐기물 처리	품목-8	플라즈마 및 유도가열 용융을 통한 폐기물 감용 기술 개발 실증				
		품목-9	콘크리트 가열 분쇄를 통한 폐기물 감용 기술 개발 실증				
		품목-10	원전해체시 발생하는 고농도/저농도 액체폐기물 통합 처리 기술 개발				
		품목-11	중수로 특화 C-14/H-3 함유 폐활성탄 처리장치 개발 및 실증				
		품목-12	저방사능 폐수지 열화학적 처리장치 개발 및 실증				
		품목-13	중수로폐수지 탱크내 혼합물처리장치 개발 및 실증				
	측정/부지	품목-14	원전 해체 현장 방사능 측정시스템 개발 및 실증				

3.2 KRID 기반조성형 R&D 수행 현황(정책-3&4)

	정책지정과제-3	정책지정과제-4
과제명	대량 발생 저준위 이하 해체폐기물 핵종분석 R&D 기반 구축 및 유효성 검증 품질관리체계 개발	중준위 해체폐기물 물리적/방사선학적 특성분석 시스템 구축 및 R&D 기반 기술개발
주관연구개발기관	(재)한국원자력환경복원연구원	(재)한국원자력환경복원연구원
공동연구개발기관	한국원자력연구원, (주)오르비텍, (주)코라솔, 한국전력국제원자력대학원대학교	한국원자력연구원, 한국재료연구원, (주)코네스코퍼레이션 *수요기관 : 한국수력원자력(주) 중앙연구원
총 연구개발기간	2023. 04. 01. ~2026. 12. 31.	2023. 04. 01. ~2026. 12. 31.
연구개발비	193.5억원	601.8억원
대상 건물	한국원자력환경복원연구원 연구동(방사화학실험실), 한국원자력환경복원연구원/중수로해체기술원 실증분석동	한국원자력환경복원연구원 실증분석동

2. 특성평가 인프라 구축 현황

1. 특성평가 인프라 구축 현황



1.1 특성평가 인프라 구축 현황 – 방사선 관리구역 운영 계획



<한국원자력환경복원연구원 조감도>



<중수로해체기술원 조감도>

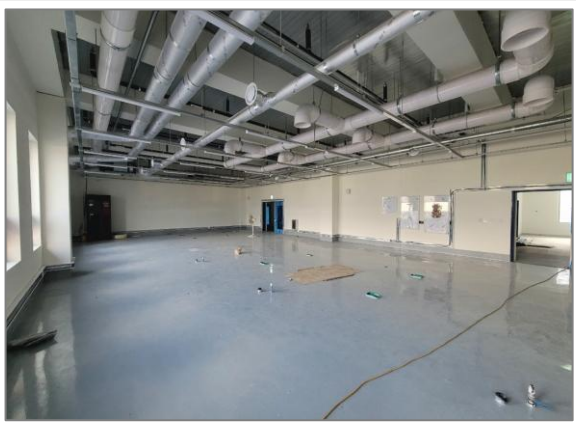
	건물명	완공 시기	비고
①	연구동 (본원)	2024년 4분기	- 절차서 개발 및 해체폐기물 핵종분석을 위한 실험실 구축
②	실증분석동 (본원)	2026년 4분기	- PWR 발생 해체폐기물 특성평가를 위한 실험실 구축
③	실증분석동 (분원)	2026년 3분기	- PHWR 발생 해체폐기물 특성평가를 위한 실험실 구축

1. 특성평가 인프라 구축 현황

1.2 특성평가 인프라 구축 현황 - ① 본원 연구동 방사화학실험실

- 장비/소모품/시약류 발주
- 실험실 설비 공사
- 시설검사 준비

'24년 12월							'25년 01월							'25년 02월							'25년 03월						
日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土
1	2	3	4	5	6	7				1	2	3	4							1							1
	KRIDA 개원식									신정																	
8	9	10	11	12	13	14	5	6	7	8	9	10	11	2	3	4	5	6	7	8	2	3	4	5	6	7	8
15	16	17	18	19	20	21	12	13	14	15	16	17	18	9	10	11	12	13	14	15	9	10	11	12	13	14	15
22	23	24	25	26	27	28	19	20	21	22	23	24	25	16	17	18	19	20	21	22	16	17	18	19	20	21	22
29	30	31					26	27	28	29	30	31		23	24	25	26	27	28		23/30	24/31	25	26	27	28	29



본원 입주 후, 71일간 장비 · 시설 구축, RI사용시설 인허가, 사용 승인 完

1. 특성평가 인프라 구축 현황

1.2 특성평가 인프라 구축 현황 – 본원 연구동 방사화학실험실 (시설Ⅲ)



시설구축 일정	연구동 구축 시설 현황 파악	연구동 RI시설대비 보완 목록 도출	본 원 입 주	폐수탱크(핫싱크), 배기·전기 공사	KINS 시설검사 대응	실험실 운영
---------	--------------------	------------------------	------------	------------------------	--------------	--------









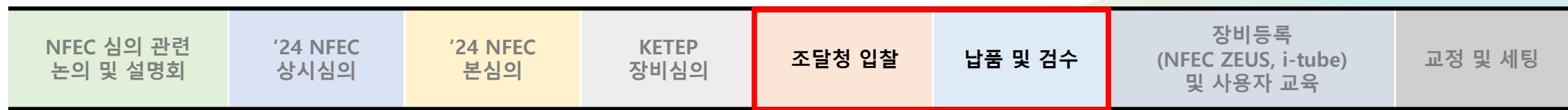


KINS RI 사용시설 시설검사 완료('25.03.20.) 및 실험실 운영 ('25.04.21)

1. 특성평가 인프라 구축 현황

1.2 특성평가 인프라 구축 현황 - 본원 연구동 방사화학실험실 (장비Ⅲ)

'24년 ~3월 ~6월 ~7월 ~9월 ~12월 '25년 ~1월 ~2월 ~3월



업무	공고번호-차수	분류	공고명	공고기관	수요기관	계약방법	입찰일시 (입찰마감일시)	공동 수급	투찰
물품	20241106034-00	긴급	KRID 분석장비(고온회화로, 자동측정분리장치) 구매	조달청 부산지방조달청	(재)한국원자력환경복원연구원	제한(총액)협상예의한계액	2024/11/06 10:42 (2024/11/19 10:00)		지문투찰
물품	20241104730-00	긴급	KRID 분석장비(감마, 저에너지감마 핵종분석기, 마이크로웨이브) 구매	조달청 부산지방조달청	(재)한국원자력환경복원연구원	일반(총액)협상예의한계액	2024/11/06 08:27 (2024/11/19 10:00)		지문투찰
물품	20241034921-00	긴급	KRID 분석장비(액체섬광계수기) 구매	조달청 부산지방조달청	(재)한국원자력환경복원연구원	제한(총액)협상예의한계액	2024/10/31 08:34 (2024/11/12 10:00)		지문투찰
물품	20241035244-00	긴급	KRID 분석장비(자동용융장비) 구매	조달청 부산지방조달청	(재)한국원자력환경복원연구원	제한(총액)협상예의한계액	2024/10/31 09:20 (2024/11/12 10:00)		지문투찰
물품	20241018509-00	긴급	KRID 분석장비(LSC) 구매	조달청 부산지방조달청	(재)한국원자력환경복원연구원	제한(총액)협상예의한계액	2024/10/18 08:43 (2024/10/29 10:00)		마감
물품	20241007600-00	긴급	KRID 분석장비(저준위알파베타계수기, 알파분광분석기, 전기전착기) 구매	조달청 부산지방조달청	(재)한국원자력환경복원연구원	일반(총액)협상예의한계액	2024/10/10 10:35 (2024/10/24 10:00)		마감
물품	20241005019-00	긴급	KRID 유도결합플라즈마 분광 및 질량분석기 구매	조달청 부산지방조달청	(재)한국원자력환경복원연구원	일반(총액)협상예의한계액	2024/10/08 13:34 (2024/10/22 10:00)		마감

< 기술평가 결과 집계표 >

□ 사 일 명 : KRID 분석장비(저준위알파베타계수기, 알파분광분석기, 전기전착기) 구매

□ 평 가 기 관 : (재)한국원자력환경복원연구원

□ 평 가 위 원 : 설명은 비공개

□ 평 가 점 수

구 분	평가자 A	평가자 B	평가자 C	평가자 D	평가자 E
일반인성	5	5	5	5	5
보유인력	4	4	4	5	4
납품기간	10	10	10	10	10
편의성	5	5	5	5	4
교육	5	3	4	4	4
장비(의) 적절성	15	15	15	15	15
및 성능	10	10	10	10	10
입찰 실적	8	8	8	8	8
경영상태	4	4	4	4	4
무상제공 범위 및 관리비용	8	8	8	8	10
개발점수 (위험별)	74	72	73	74	74
총 합점수	73.6 / 80 점				
평가결과	적합				

한국원자력환경복원연구원
Korea Research Institute of Decommissioning

수신자 내부결재

제 목 본원 연구동 구축 장비 납품 완료 보고

1. "원전해체 경쟁력강화 기술개발사업" 관련입니다.

2. 원활한 연구개발과제 수행 및 기반구축을 위한 본원 연구동 구축 장비 납품 결과를 아래와 같이 보고드립니다.

순번	장비명	납품일자	검수일자	결 과	내부품의 번호
1	- 감마핵종분석기 - 저에너지감마핵종분석기 - 마이크로웨이브 분해장치 - 전기전착기	'24.12.30	'25.01.03	납품 및 검수 완료	방사화학팀-1557
2	- 저준위알파베타계수기 - 알파분광분석기 - 전기전착기	'24.12.30	'25.01.03	납품 및 검수 완료	방사화학팀-1308
3	작업자방사선량 측정기 EPD	'24.12.30	'25.01.06	납품 및 검수 완료	방사화학팀-1288
4	알파베타감마 서베이미터	'24.12.30	'25.01.03	납품 및 검수 완료	방사화학팀-995
5	초순수제조장치	'24.12.30	'25.01.03	납품 및 검수 완료	방사화학팀-1320

붙임 1. 계약서류 각 1부.
붙임 2. 검수조서 및 증빙서류 각 1부. 끝.

(단위: 백만원)

No	장비명	단가	수량	총 액	납 기	비 고
1	원시분리기	10.90	1	10.90		
2	정밀저울	2.30	1	2.30		
3	정밀저울	4.00	1	4.00		
4	종합기	0.50	1	0.50		
5	분쇄기(분쇄기)	1.84	1	1.84		
6	다이어몬드절단기	8.69	1	8.69		
7	원시분리기(구)	0.70	3	2.10		
8	원시분리기(구)	1.30	3	3.90		
9	원시분리기(구)	2.40	1	2.40		
10	후도(PP소, 1800mm)	4.18	5	20.90		
11	스크리베(PP소, 800mm)	7.04	2	14.08		
12	지울용 여과장치	8.30	2	16.60		
13	pH 측정기	4.31	1	4.31		
14	마이크로 유량(소용, 72 L)	1.04	1	1.04		
15	액체섬광계수기(Hidex)	185.064	1	185.064		
16	고온회로	90.75	1	90.75		
17	자동측정분리장치	76.45	1	76.45		
18	마이크로웨이브 분해장치	58.63	1	58.63		
19	감마핵종분석기	361.792.2	1	361.792.2		
20	저에너지 감마핵종분석기(GLP)	347.40	1	347.40		
21	액체섬광계수기(Perkin-Tricarb)	93.50	1	93.50		
22	저준위알파베타계수기	150.00	1	150.00		
23	알파분광분석기	143.00	1	143.00		
24	전기전착기	22.00	1	22.00		
25	후도(PP소, 1800mm)	121.00	1	121.00		
26	원시분리기(구)	231.00	1	231.00		
27	자동용융장비(Bead, Solution)	108.68	1	108.68		
28	알파베타감마 서베이미터	3.00	1	3.00		
29	분쇄기(분쇄)	29.70	1	29.70		
30	작업자방사선량 측정기	29.92	1	29.92		
31	초순수 제조장치	29.40	1	29.40		
합 계				41		2,172.786

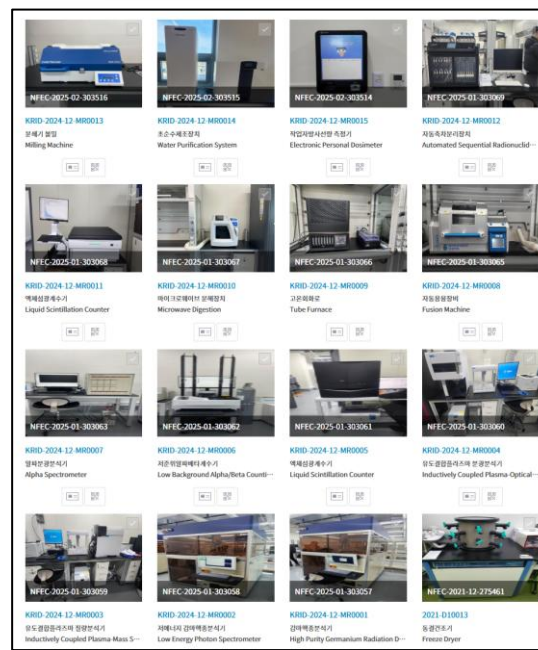
○ 2024년 본원 연구동 구축 예정 장비 : 총 31종, 41대
○ 일부 장비 납품 예정 기간(납기 연장) : '24년 12월 ~ '25년 1~2월 말일
○ 검수 및 지출 예정 기간 : '25년 1, 2월 말 검수 후 2, 3월내 지출 예정
○ 3천 이상 장비 17종, 입찰 계약 : 12건, 수의계약 : 5건
○ 3천 미만 장비 14종, 입찰 선정 후 수의계약 진행 예정

구매사양서 등 입찰 서류 준비 ▶ 조달청 입찰 ▶ 낙찰 업체 선정 ▶ 기술능력평가 ▶ 추가협상 ▶ 수의시담 ▶ 계약 ▶ 납품 및 검수
○ 본원 연구동 방사화학실험실 연구개발장비(31종 41대) 구축 완료

1. 특성평가 인프라 구축 현황

1.2 특성평가 인프라 구축 현황 - 본원 연구동 방사화학실험실 (장비IV)

'24년 ~3월 ~6월 ~7월 ~9월 ~12월 '25년 ~1월 ~2월 ~3월



순번	제원	취득 방법	한국원자력환경복원연구원	고장자산번호	사설장비등록번호	관리현황		등록소요기간	
						장비 상태	진행상태 (지시일)	등록일자	구축일자
20	R&D	구매	문제기 발생	KRID-2024-12-MR0013	NFEC-2025-02-303516	정상	등록(승인) (2025-02-13)	2025-02-12	2024-12-30
19	R&D	구매	초순수제조장치	KRID-2024-12-MR0014	NFEC-2025-02-303515	정상	등록(승인) (2025-02-13)	2025-02-12	2024-12-30
18	R&D	구매	핵폐기물처리장치	KRID-2024-12-MR0015	NFEC-2025-02-303514	정상	등록(승인) (2025-02-13)	2025-02-12	2024-12-30
17	R&D	구매	자동화분리장치	KRID-2024-12-MR0012	NFEC-2025-01-303069	정상	등록(승인) (2025-01-23)	2025-01-23	2024-12-31
16	R&D	구매	핵폐기물계측기	KRID-2024-12-MR0011	NFEC-2025-01-303068	정상	등록(승인) (2025-01-23)	2025-01-23	2024-12-31
15	R&D	구매	핵폐기물계측기	KRID-2024-12-MR0010	NFEC-2025-01-303067	정상	등록(승인) (2025-01-23)	2025-01-23	2024-12-31
14	R&D	구매	고온회로	KRID-2024-12-MR0009	NFEC-2025-01-303066	정상	등록(승인) (2025-01-23)	2025-01-23	2024-12-31
13	R&D	구매	자동화분리장치	KRID-2024-12-MR0008	NFEC-2025-01-303065	정상	등록(승인) (2025-01-23)	2025-01-23	2024-12-31
12	R&D	구매	알파분광분석기	KRID-2024-12-MR0007	NFEC-2025-01-303063	정상	등록(승인) (2025-01-23)	2025-01-23	2024-12-31
11	R&D	구매	자동화분리장치	KRID-2024-12-MR0006	NFEC-2025-01-303062	정상	등록(승인) (2025-01-23)	2025-01-23	2024-12-31
10	R&D	구매	핵폐기물계측기	KRID-2024-12-MR0005	NFEC-2025-01-303061	정상	등록(승인) (2025-01-23)	2025-01-23	2024-12-31
9	R&D	구매	자동화분리장치	KRID-2024-12-MR0004	NFEC-2025-01-303060	정상	등록(승인) (2025-01-23)	2025-01-23	2024-12-31
8	R&D	구매	자동화분리장치	KRID-2024-12-MR0003	NFEC-2025-01-303059	정상	등록(승인) (2025-01-23)	2025-01-23	2024-12-31
7	R&D	구매	자동화분리장치	KRID-2024-12-MR0002	NFEC-2025-01-303058	정상	등록(승인) (2025-01-23)	2025-01-23	2024-12-31
6	R&D	구매	자동화분리장치	KRID-2024-12-MR0001	NFEC-2025-01-303057	정상	등록(승인) (2025-01-23)	2025-01-23	2024-12-31

번호	장비명	심의번호	i-Tube 번호	자체자산번호	활용범위	정보상태	이력상태	보유기관
1	작업자방사선량 측정기			KRID-2024-12-MR0015	공동활용서비스	정보확정요청	장비등록	재단법인 한국원자력환경복원연구원
2	분쇄기 불일			KRID-2024-12-MR0013	공동활용서비스	정보확정요청	장비등록	한국원자력환경복원연구원
3	초순수제조장치			KRID-2024-12-MR0014	공동활용서비스	정보확정요청	장비등록	재단법인 한국원자력환경복원연구원
4	핵폐기물계측기	상24-785	2501-A-0039	KRID-2024-12-MR0005	공동활용서비스	정보확정	장비확성	재단법인 한국원자력환경복원연구원
5	유도결합플라즈마 질량분석기	상24-784	2501-B-0040	KRID-2024-12-MR0003	공동활용서비스	정보확정	장비확성	재단법인 한국원자력환경복원연구원
6	유도결합플라즈마 질량분석기	상24-789	2501-B-0051	KRID-2024-12-MR0004	공동활용서비스	정보확정	장비확성	재단법인 한국원자력환경복원연구원
7	자동화분리장치	상24-788	2501-B-0038	KRID-2024-12-MR0002	공동활용서비스	정보확정	장비확성	재단법인 한국원자력환경복원연구원
8	저에너지 감마분광분석기	상24-783	2501-A-0035	KRID-2024-12-MR0002	공동활용서비스	정보확정	장비확성	재단법인 한국원자력환경복원연구원
9	알파분광분석기	상24-787	2501-A-0036	KRID-2024-12-MR0007	공동활용서비스	정보확정	장비확성	재단법인 한국원자력환경복원연구원
10	저온열안정성계측기	상24-786	2501-A-0037	KRID-2024-12-MR0006	공동활용서비스	정보확정	장비확성	재단법인 한국원자력환경복원연구원

방사화학실험실 핵종분석 장비 교육(안)			
25.03.11. 기술실습실 방사화학팀			
1. 핵종분석 장비 교육 대상자			
순번	직급	직책	성명
1	선임연구원	팀장	하영수
2	선임연구원	팀원	박정현
3	선임연구원	팀원	이승호
4	선임연구원	팀원	조원준
5	주임연구원	팀원	이은미
6	주임연구원	팀원	이정현
7	주임연구원	팀원	김지현
8	주임연구원	팀원	김지현
2. 교육 장비 목록 및 예상 일정			
순번	장비명	제작사	교육 일시
1	자동화분리장치	Katamax(스펙스코리아)	3/7(목)
2	분쇄기 불일		[13:00~15:00]
3	고온회로	HideX(비엔비)	2/13(목)
4	자동화분리장치	HideX(비엔비)	[13:00~18:00]
5	핵폐기물계측기(Hidex)	REVIVITY(알 디비스)	2/19(수)
6	핵폐기물계측기	REVIVITY(알 디비스)	[10:00~14:00]
7	감마, 저에너지 감마 핵종분석기	ORTEC(영인엔텍)	2/26(수)
8	마이크로웨이브 분쇄장치	CEM(영인엔텍)	[13:00~18:00]
9	알파베타 감마분광분석기	MIRRION(네오시스코리아)	3/5(목)
10	알파분광분석기	MIRRION(네오시스코리아)	[10:00~18:00]
11	저온열안정성계측기	Santorius(전바이오사이언스)	2/19(수)
12	초순수제조장치		[13:00~15:00]
13	유도결합플라즈마 질량분석기	Agilent(매일엔트 코리아)	3/19(토, 수)
14	유도결합플라즈마 질량분석기		[09:00~12:00]
3. 장비 담당자			
순번	장비명	정 (책임자)	부 (실무자)
1	자동화분리장치	조원준 선임	이은영 주임
2	분쇄기 불일		이은영 주임
3	고온회로		이은영 주임
4	자동화분리장치	이승호 선임	이은영 주임
5	핵폐기물계측기(Hidex)		이은영 주임
6	핵폐기물계측기		이은영 주임
7	감마, 저에너지 감마 핵종분석기	하영수 팀장	김지현 주임
8	마이크로웨이브 분쇄장치		김지현 주임
9	알파베타 감마분광분석기		김지현 주임
10	알파분광분석기		김지현 주임
11	저온열안정성계측기		김지현 주임
12	초순수제조장치		김지현 주임
13	유도결합플라즈마 질량분석기	박정현 선임	김지현 주임
14	유도결합플라즈마 질량분석기		김지현 주임

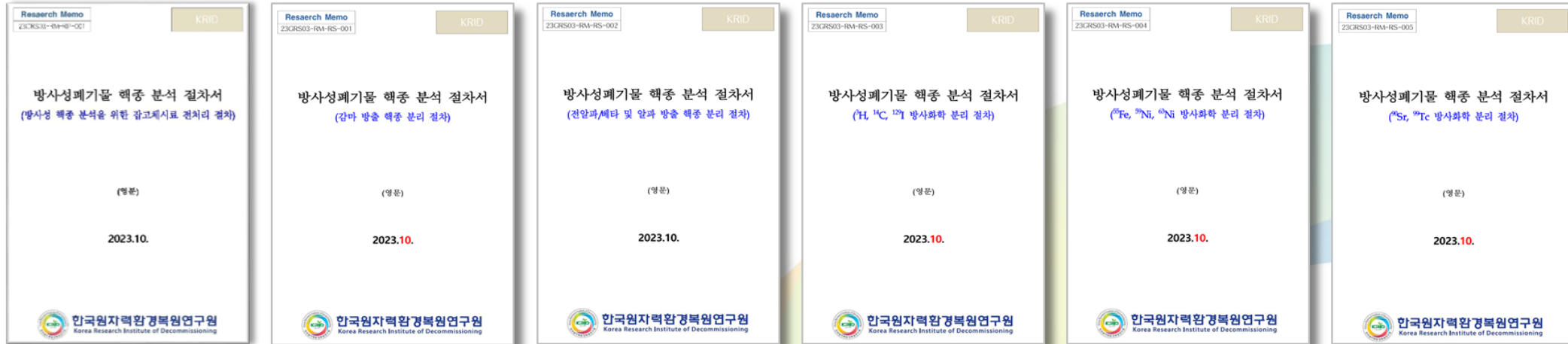
NFEC ZEUS 장비등록 ▶ i-tube 장비등록 ▶ 전처리 및 핵종 분석 장비 업체 주관 사용자 교육 완료 ▶ 장비 교정 및 세팅 진행중

1. 특성평가 인프라 구축 현황



1.3 핵종분석 절차서 개발 (분리 절차서)

- '23.10 1차 초안 작성 완료(보완, 유효성 검증 진행 중)



목차	내용
1. 목적 및 2. 적용범위	• 해체폐기물 핵종분석 절차 및 매질/대상핵종 범위 규정
3. 참조	• 관련 법, 규정 및 지침 등 최신기술기준 (참고문헌)
4. 정의	• 용어 정의 (폐기물 매질 등 중요 용어에 대한 정의)
5. 책임	• 방사선안전관리자, 품질보증책임자, 기술책임자, 시험자에 대한 책임 범위 및 자격요건 등
6. 시약 및 장치	• 각 핵종별 시험에 따른 필요한 시약 제조법 및 장치
7. 주의사항	• 방사선 및 유해물질 사용에 따른 안전 주의 및 조치사항
8. 분석절차	• 핵종별 상세 시험 절차 (방사화학분석 단계별 수행, 회수율 보정, 전처리, 계측, 방사능농도 계산, 측정불확도 추정 등)
9. 판정기준	• 핵종별 최소 유효 회수율, 통계처리(3σ)에 따른 인용/기각, 불확도 유효 범위, MDA 기준 등
10. 붙임	• 핵종별 핵종분석 흐름도(시험자 시험 편의성), 시료 취급 및 분석결과 기록지 등

1. 특성평가 인프라 구축 현황

1.4 특성평가 인프라 구축 현황 - 한국원자력환경복원연구원 실증분석동('26년 구축 예정)

실증분석동
(한국원자력환경복원연구원)



- 연면적 약 9,449 m²
- 지상 2층



1. 특성평가 인프라 구축 현황



1.4 특성평가 인프라 구축 현황 - 중수로해체기술원 실증분석동('26년 구축 예정)

실증분석동
(중수로해체기술원)



- 연면적 약 3,753 m²
- 지상 2층



1. 특성평가 인프라 구축 현황

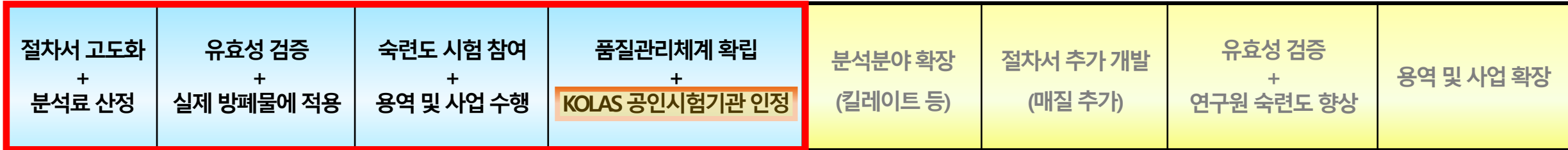


한국원자력환경복원연구원
Korea Research Institute of Decommissioning

1.5 방사화학실험실 운영 계획

'25년

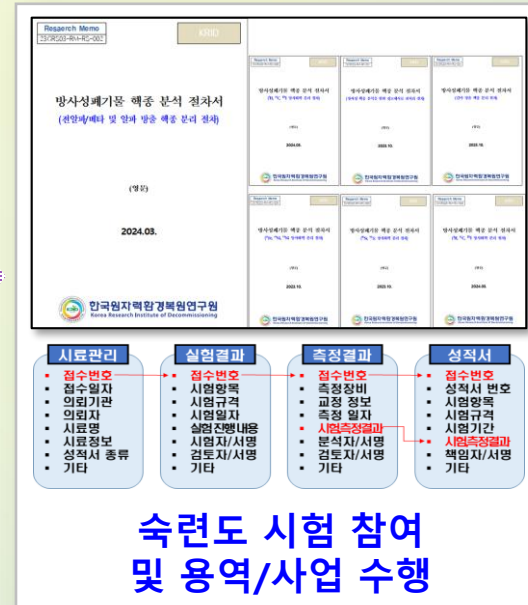
'26년



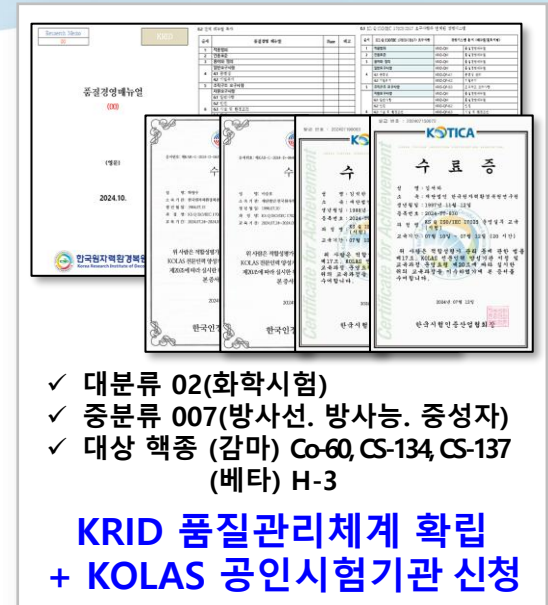
<'25년 1분기>



<'25년 2분기>



<'25년 3분기>



<'25년 4분기>

1.5 방사화학실험실 운영 계획

한국원자력환경복원연구원
Korea Research Institute of Decommissioning

수신자 한국원자력감시기술(주) 대표이사

제 목 방사화학분석 절차서 개발을 위한 전문가 자문 요청

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. "원전해체 경쟁력강화 기술개발 사업"과 관련하여 (재)한국원자력환경복원연구원의 원활한 연구개발과제 수행을 위해 아래와 같이 전문가 자문을 요청드립니다.

가. 요청 기간 : '25.03.31. ~ 06.30.(약 3개월)

나. 자문 형태 : 초청 자문(부산, 한국원자력환경복원연구원 연구동 방사화학실험실)

다. 전문가/소속 : 이명호 책임연구원/한국원자력감시기술(주)

라. 자문 목적 : 금속매질에 대한 방사화학분석 절차서 개발(액상화, 분리, 측정, 분석 등)

마. 자문 내용

- 금속매질에 대한 방사능 분석 절차서 개발
- 금속매질에 대한 방사능 분석에 대한 기술자문
- 방사능 분석자료에 대한 품질관리 및 유효성 검증에 대한 자문
- 난분석(DTM) 핵종에 대한 방사능 분석 기술 이전

바. 대상 과제 : 정책지정과제-3, "대량발생 저준위 이하 해체폐기물 핵종분석 R&D 기반 구축 유효성 검증 품질관리체계 개발"

사. 전문가 자문 활용비(지급액) : KRID 내부규정에 따름. 끝.

(재) 한국원자력환경복원연구원장

주임 안은미 선임 선임

협조자

시행 방사화학팀-494 (2025.3.20.)

부산 기장군 장안읍 해맞이로 569 (호 ☎ 051-709-9524 알리)

2직급 신현근 수석급 이광호

www.krid.re.kr

03/20

전문가 자문 결과물(예상)

- ✓ 금속 매질에 대한 핵종분석 절차서 (액상화, 원안위 고시 14종 핵종+a)
 - 금속시료(탄소강, 인코넬 SUS 등) 액상화
 - 감마핵종 분리 절차서(5종)
 - 베타핵종 분리 절차서(8종)
 - 알파핵종 분리 절차서(1종+a)
- ✓ 핵종분석 결과의 품질관리 방안 수립
- ✓ 연구원 방사화학분석 기술 향상

BFB, 감시시편 등
금속시료에 대한 경험 有
전문가 초청

□ 4월

일	월	화	수	목	금	토
	3/31 1회차 회의	1	2	3 절차서 보완	4	5
6	7	8	9 절차서 보완	10	11	12
13	14	15	16 2회차 회의 Fe/Ni 분리 및 교정	17	18	19
20	23 3회차 회의 Sr/Tc 분리 및 교정	22	23	24	25	26
27	28 4회차 회의 알파 분리 및 교정	29	30			



1-2차년도를 통해 핵종분석 절차서 개발(잡고체 매질) ▶ 3차년도 내 핵종분석 절차서 유효성 검증 및 고도회(금속 매질 추가 개발)

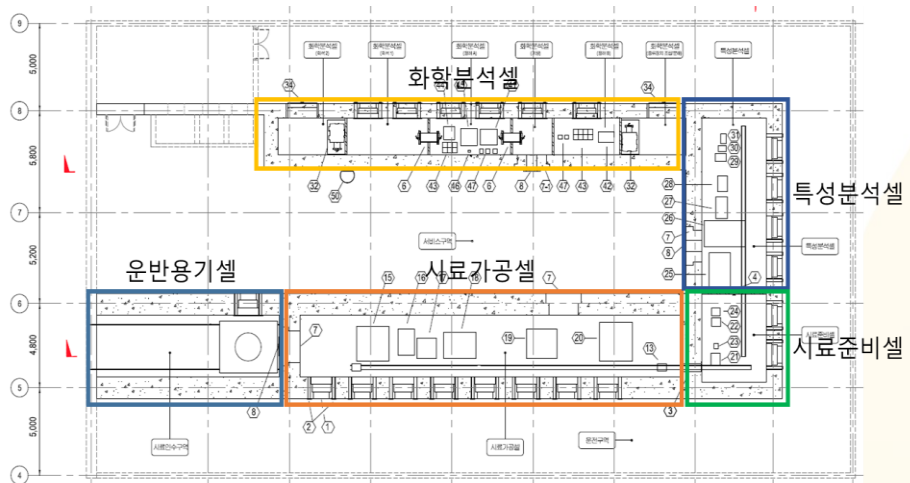
2.1 콘크리트 핫셀 구축 배경

중준위 해체폐기물 취급 전용
인프라 상세설계 추진

중준위 해체폐기물 특성분석 전용
인프라 구축

- 과제명 : 원전해체 핵심실증시설 안전성평가 및 설계기술 개발
- 과제기간 : 2020.10.01. ~ 2022.09.30. (24개월)

- 국내 최초 중준위 해체폐기물 특성분석 전용 인프라 확보
- 집적화된 실증 인프라 구축을 통한 원전해체 전문기업 육성 및 사업화 지원



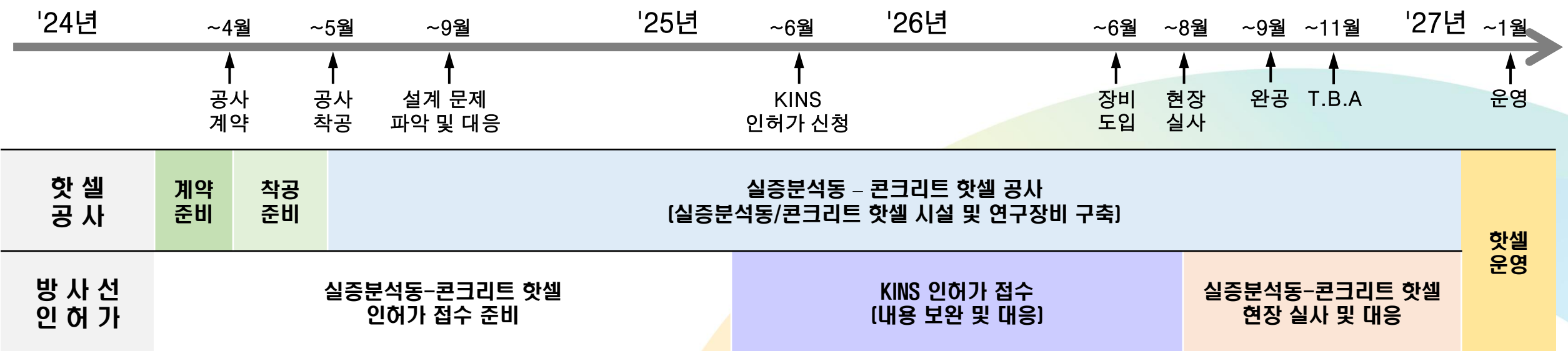
<중준위 해체폐기물 특성분석 인프라 (1층 평면도)>



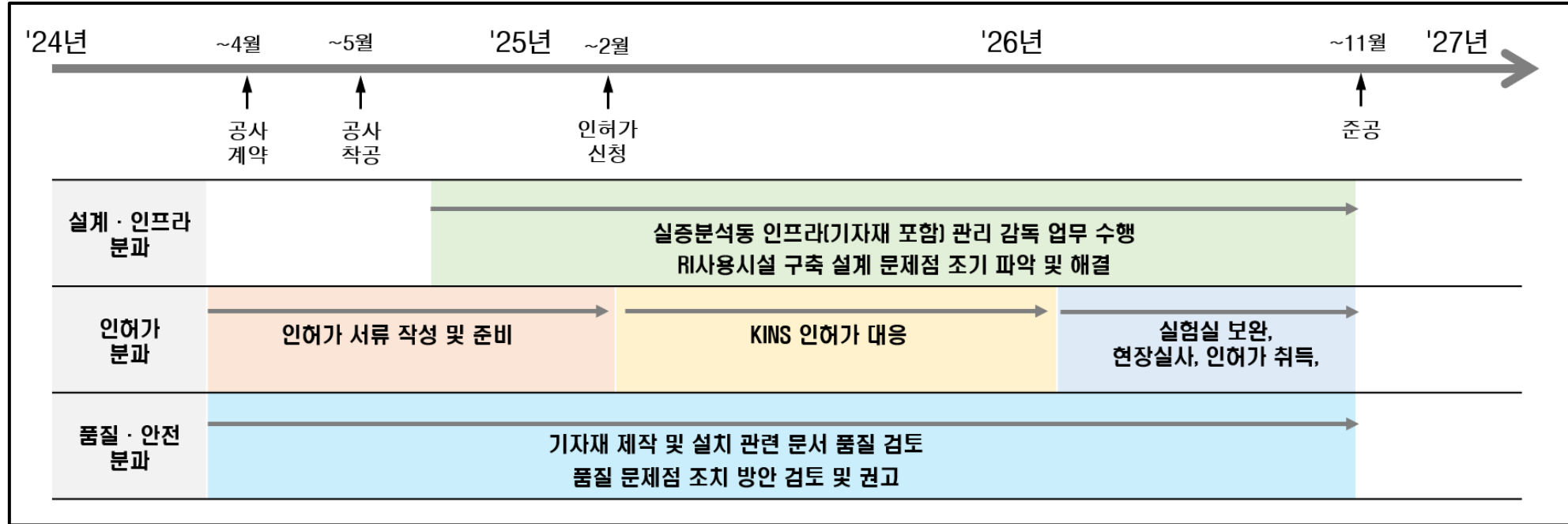
<(재)한국원자력환경복원연구원 조감도>

2. 콘크리트 핫셀 구축 현황

2.2 한국원자력환경복원연구원 실증분석동 및 콘크리트 핫셀 구축



2.2 한국원자력환경복원연구원 실증분석동 및 콘크리트 핫셀 구축



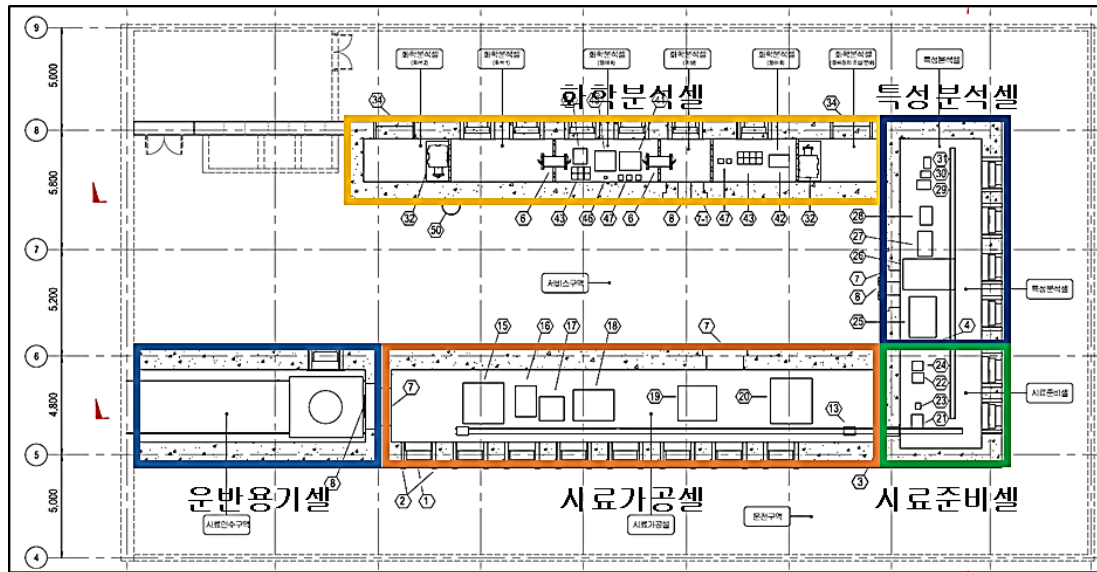
- 설계·인프라 분과** 실증분석동(핫셀 포함) 설계 및 인프라 구축현황 종합적 검토 및 관리
- 인허가 분과** 방사성 동위원소 사용시설 인허가 취득 위한 업무 수행
- 품질·안전 분과** 방사성 사용시설 방사선학적 품질 및 작업자 안전 확보위한 검토 및 관리

2. 콘크리트 핫셀 구축 현황

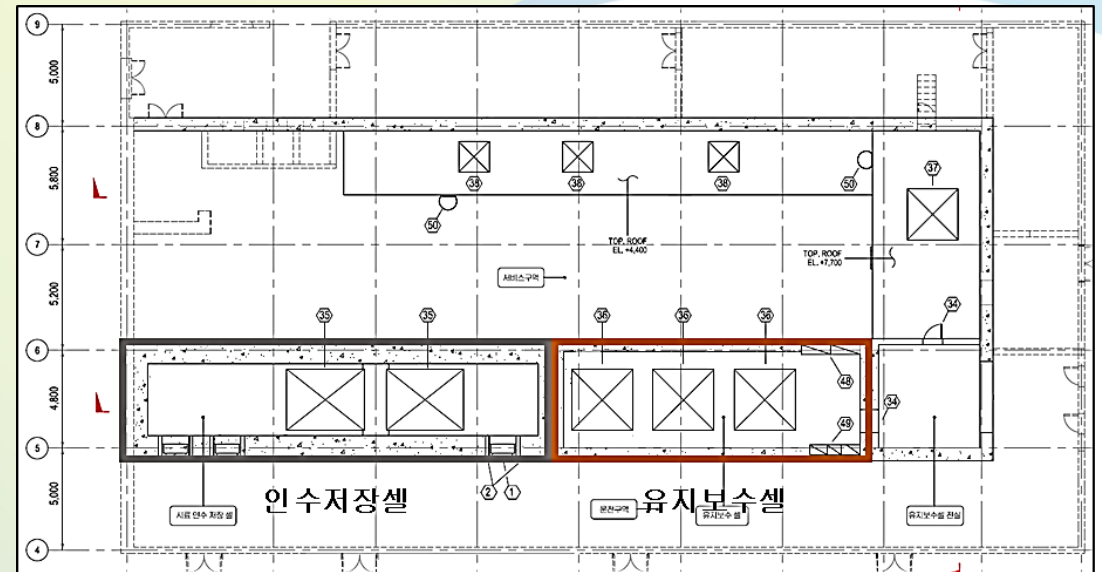


2.3 콘크리트 핫셀 구성

- ①운반용기셀 ②시료가공셀 ③시료준비셀 ④특성분석셀 ⑤화학분석셀 ⑥인수저장셀 ⑦유지보수셀
- 해체폐기물의 수납, 시료가공, 시험시편 준비, 재료 특성 분석 및 반출용 시료의 임시보관 등의 기능
- 콘크리트(일반) 핫셀 벽 두께 : 120 cm (baffle plate 취급물질 가정)

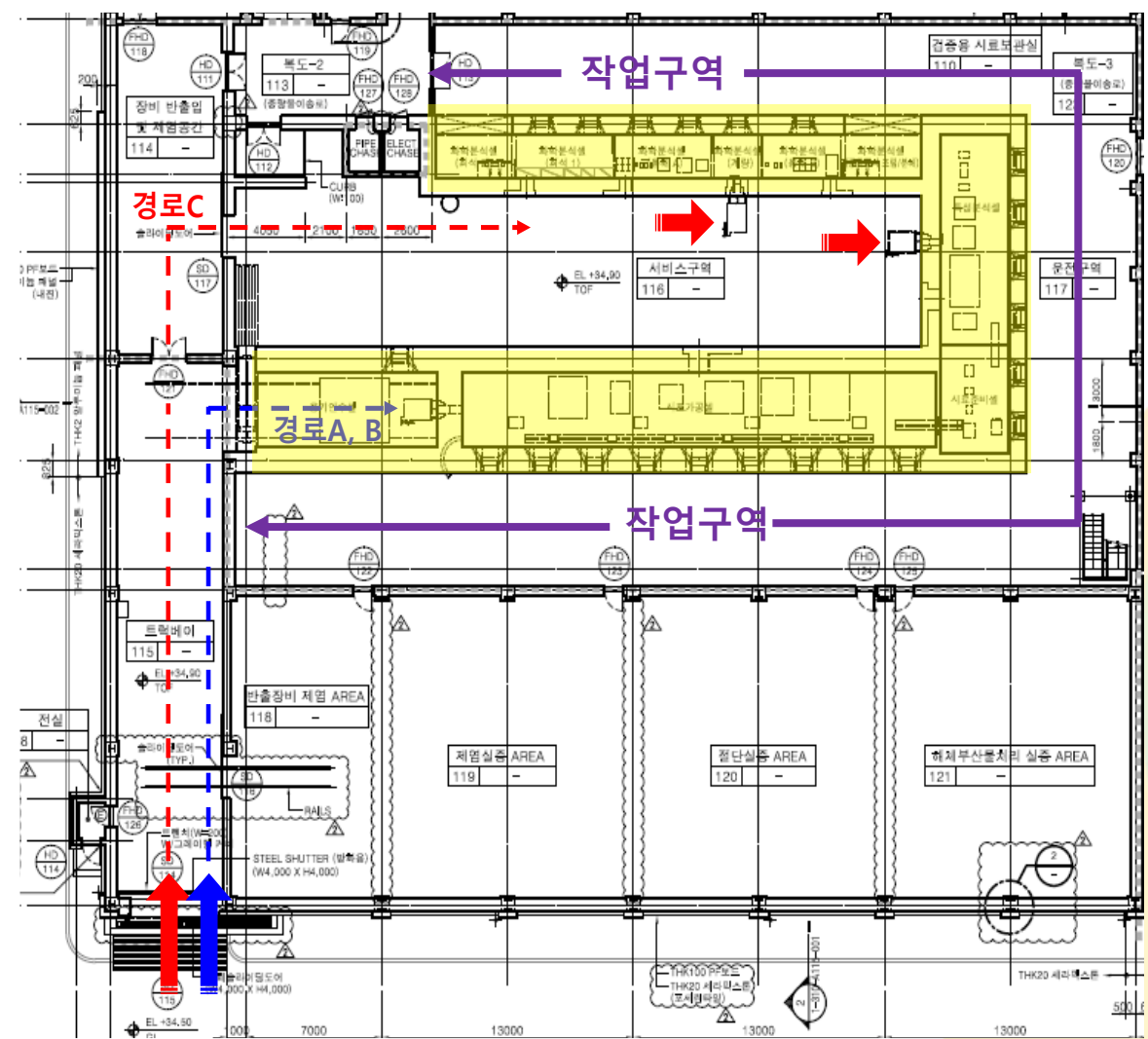


<콘크리트 핫셀 1층 평면도>



<콘크리트 핫셀 2층 평면도>

2.4 중준위 시료 반입 경로(A~C)



■ 경로 A

실증분석동 → 트럭베이 → 차폐도어 → 운반용기셀 →
해치 → 인수저장셀 → 해치 → 시료가공셀

■ 경로 B

실증분석동 → 트럭베이 → 차폐도어 → 운반용기셀 내
수평접안장치 → 시료가공셀

■ 경로 C

트럭베이 → 장비 반출입 및 제염공간 → 서비스구역 →
화학분석셀/특성분석셀 수평접안장치

<콘크리트 핫셀 시료 반입 경로 A~C>

3. 특성평가 및 처분적합성 지원 계획

1. 특성평가 인프라 운영 계획



1.1 한국원자력환경복원연구원 장비 구축 계획

연구동
방사화학실험실



전처리실



측정 및 분석실

구축 완료 장비

장비명	수량
고온회화로	1 EA
자동용융장비	1 EA
마이크로웨이브	1 EA
전기전착기	1 EA

장비명	수량
HPGe	1 EA
저에너지 HPGe	1 EA
ICP-OES	1 EA
ICP-MS	1 EA
LSC(Tri-carb)	1 EA
LSC(300 SL SLL)	1 EA
저준위 α/β 계수기	1 EA
α 분광 분석기	1 EA

구축 예정 장비

장비명	수량
고온회화로	4 EA
자동용융장비	3 EA
마이크로웨이브	4 EA
전기전착기	4 EA
전기로	3 EA

장비명	수량
HPGe	11 EA
저에너지 HPGe	3 EA
고성능 저에너지 HPGe	3 EA
ICP-OES	5 EA
ICP-MS	3 EA
ICP-TQ	2 EA
LSC(Tri-carb)	5 EA
LSC(300 SL SLL)	4 EA
LSC(ULLA)	1 EA
저준위 α/β 계수기	4 EA
α 분광 분석기	4 EA

실증분석동
(한국원자력환경복원연구원)



실증분석동
(중수로해체기술원)



주요 전처리 장비 : 약 4배, 분석 장비 : 약 6배 증설, 전문인력 확보로 **연간 1,400개 시료 분석역량 확보** ('29년 기준)

5. 전문인력 확보 계획

5.1 방사화학실험실 운영 계획(현재 인력)

- 역 할: **해체폐기물** 물리적/방사선학적 **특성평가** 및 **처분적합성** 지원
- 구 성: 선임 4명, 주임 4명 **+기술기능직 2명 채용 예정('25년 상반기 中)**

팀장: 하 영 수 선임
(방사화학, 경력 15년)
▷▷ 동위원소 정제/분리(前 한국원자력연구원)

재료 특성분석

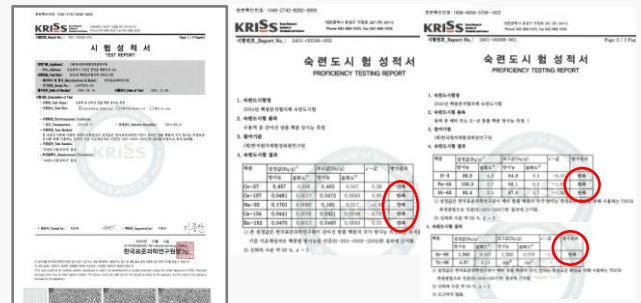
- 박정현 선임(금속재료, 경력 6년)
▷▷ 금속재료 특성분석(前 세라믹기술원)
- 이승호 선임(방사선과학, 경력 5년)
▷▷ 조사재료 특성분석(前 한국원자력연구원)

핵종분석

- 김석한 주임(핵물리학, 경력 12년)_**감마**
▷▷ 장비관리 및 유지보수(前 Ortech)
- 안은미 주임(방사선학, 경력 7년)_**베타**
▷▷ 환경방사능/방폐물 핵종분석(前 알엠텍)
- 이호명 주임(원자력공학, 경력 6년)_**알파**
▷▷ 환경방사능/방폐물 핵종분석(前 민간감시기구, 라드솔)
- 김서하 주임(지질환경과학, 경력 3년)_**원소**
▷▷ 원소 정성/정량분석(前 한국원자력연구원)
+ 핵종분석 전담 기능기술직 2명

대형시설 운영

- 조문호 선임(원자력공학, 경력 6년)
▷▷ 양성자가속기 운영/관리(前 한국원자력연구원)
대형 가속기시설 운영 경험 有



'24년 핵종분석 숙련도시험 모두 만족

다년간의 경험과 전문성을 갖춘 **핵심 인력 확보** (인프라 구축, 절차서 개발, 유효성 검증, 분석 수행 中)

5.2 방사화학실험실 운영 계획(향후 계획)

□ 구 성: 선임 연구원 4명, 주임 연구원 13명, 기술기능직 29명 ('29년 46명 계획)

센터장

▷▷ 방사화학분석, 분석관련 조직운영 경험 多

팀장: 하 영 수 선임
(방사화학, 경력 15년)

▷▷ 동위원소 정제/분리(前 한국원자력연구원)

재료 특성분석

- 박정현 선임(금속재료, 경력 6년)
▷▷ 금속재료 특성분석(前 세라믹기술원)
- 이승호 선임(방사선과학, 경력 5년)
▷▷ 조사재료 특성분석(前 한국원자력연구원)
+ 재료특성분석 00명

핵종 분석

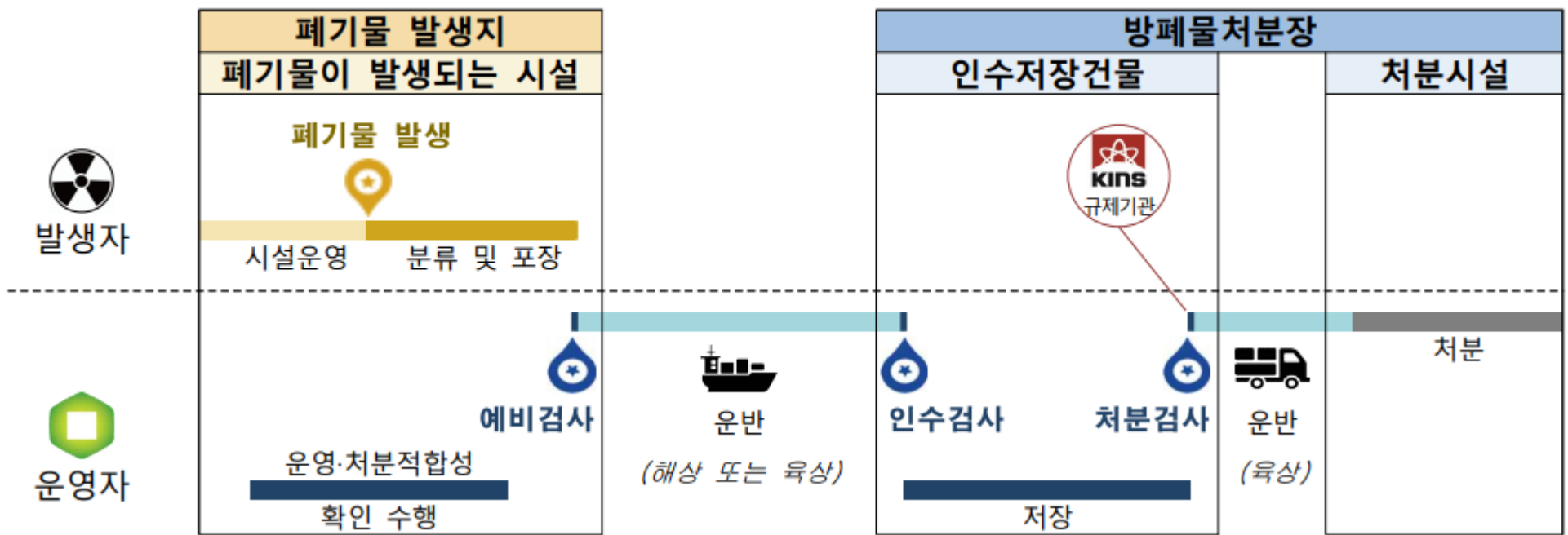
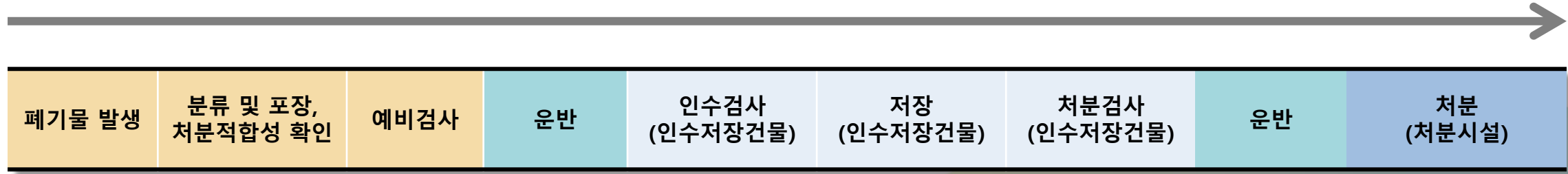
- 김석한 주임(핵물리학, 경력 12년)_감마
▷▷ 장비관리 및 유지보수(前 Ortech)
- 안은미 주임(방사선학, 경력 7년)_베타
▷▷ 환경방사능/방폐물 핵종분석(前 알엠택)
- 이호명 주임(원자력공학, 경력 6년)_알파
▷▷ 환경방사능/방폐물 핵종분석(前 민간감시기구, 라드솔)
- 김서하 주임(지질환경과학, 경력 3년)_원소
▷▷ 원소 정성/정량분석(前 한국원자력연구원)
+ 핵종분석 전담 기능기술직 29명

대형시설 운영

- 조문호 선임(원자력공학, 경력 6년)
▷▷ 양성자가속기 운영/관리(前 한국원자력연구원)
대형 가속기시설 운영 경험 有
+ 핫셀 운영인력 00명

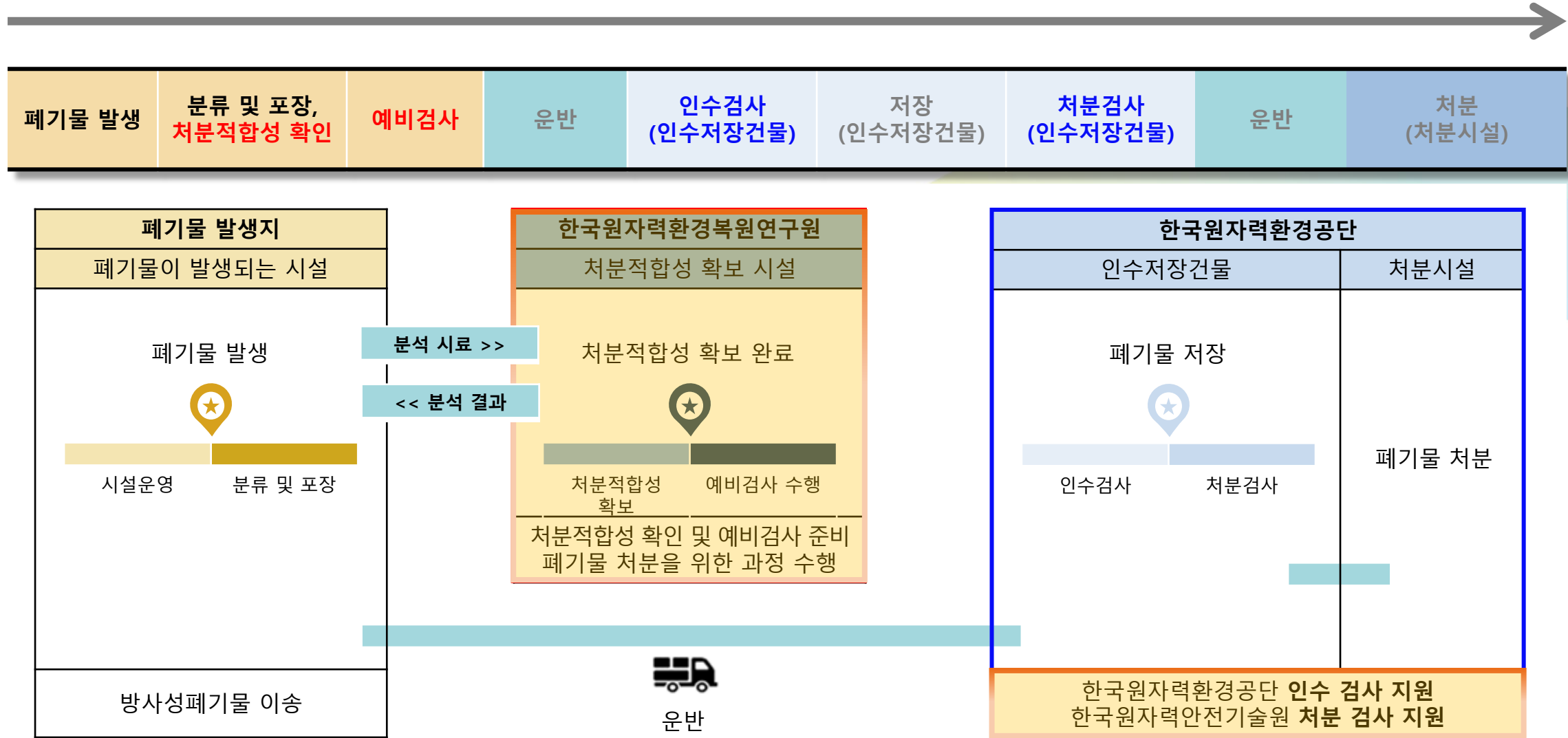
해체폐기물 물리적/방사선학적 특성평가를 위한 전문인력 확보 ['29년 목표: 1,400 ea/yr]

7.1 중·저준위 방사성폐기물 처분 체계



< 인도·인수체계 개념도 >
(출처 : 한국원자력공단 인수기준(WAC-SIL-2025-1))

7.2 중·저준위 방사성폐기물 처분 방법론 개발



방사성폐기물 1 Step 분석을 통한 처분 지원 수행

7.3 방사성폐기물 처분 전문성 강화

□ 방사성폐기물 처분 방법론 개발을 위한 방사화학분석 기술교류회 개최

○ 제3회 방사화학분석 기술교류회(2회/년)

- 일자/장소 : 2025.03.26(수) - 27.(목) / 부산, 한국원자력환경복원연구원 대회의실

- 참석 기관 : 한국원자력환경복원연구원, 한국원자력환경공단, 한국수력원자력(주), 한국수력원자력(주) 중앙연구원,
한국원자력연구원, 고도기술 등

* 제4회 방사화학분석 기술교류회 한국원자력안전기술원의 초청 계획



방사성폐기물 처분 방법론 개발을 위한 방사화학분석 기술교류회 개최

감사합니다

Thank You for
Your Kind Attention

