

혁신정책

고준위 방사성폐기물 관리에 관한 특별법의 주요 내용 및 시사점

KISTEP 전략기술정책센터 임상우



고준위 방사성폐기물 관리에 관한 특별법의 주요 내용 및 시사점

(2025.4.15, 전략기술정책센터 임상우 부연구위원)

1 개요

- EU 텍소노미에서 원자력 발전의 지속가능성 인정 조건으로 고준위 방사성폐기물¹⁾ 처분시설 계획 수립 기준이 요구되었고, K 텍소노미에서도 고준위 방사성폐기물 처분시설 확보를 전제로 하는 등 원전 산업 내 고준위 방사성폐기물 처분시설의 중요성이 대두
- 한국은 '78년 고리1호기 상업운전 이후 40년간 여러 원자력 발전소를 운영하였음에도 고준위 방사성 폐기물 처분시설은 확보하지 못하였으며, 원전 사용후핵연료 저장 포화율은 최근 한계에 봉착 중

〈표 1〉 한국 원전 사용후핵연료 저장 포화율

(단위 : %)

원자력 발전부지	고리	신고리	새울	한빛	한울	신한울	신월성	월성
저장 포화율	98%	77%	45%	82%	91%	34%	36%	82%
전력 발전량 비중	7%	10%	12%	23%	23%	7%	9%	8%

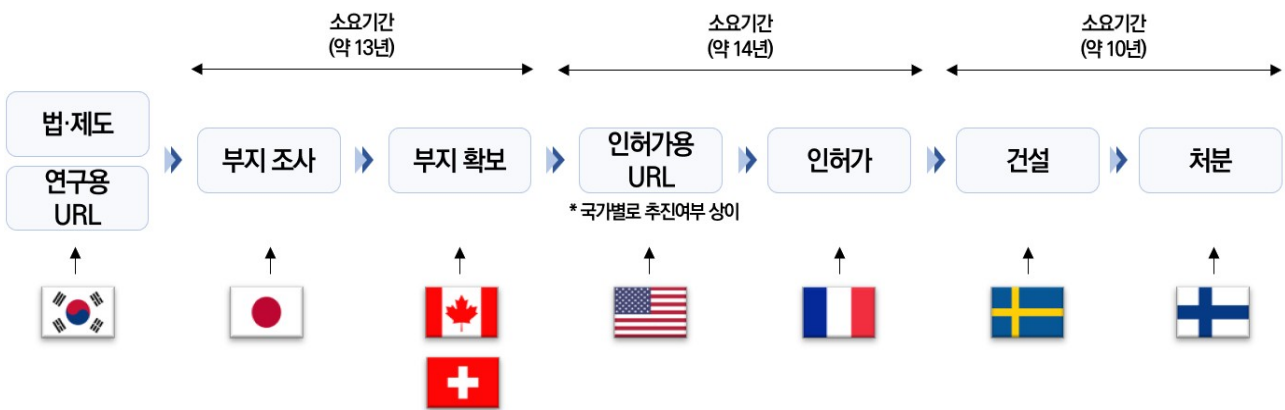
* 출처 : 열린원전운영정보(한수원) 자료 참고하여 저자 재편집(붙임1 참고)

- '24년 전력 거래량 중 원전 생산 비중이 32.5% 수준을 기록(15년만에 최고치)하며 원전 사용후 핵연료 저장 포화율은 가속화될 전망
- 정부는 고준위 방사성폐기물 처분시설 확보를 위해 '16년도부터 제1차, 제2차 고준위 방사성폐기물 기본계획을 수립하였고, 국회의 법제화 노력* 끝에 “고준위 방사성폐기물 관리에 관한 특별법(이하, 고준위 특별법)”은 '25년 2월 국회 본회의를 최종 통과하여 '25년 3월 국무회의에서 의결됨
- * 국회 산업통상자원중소벤처기업위원회는 김석기 의원('24.5), 이인선 의원('24.5), 김성원 의원('24.6), 정동만 의원('24.6), 김성환 의원('24.6) 등 고준위 방사성폐기물 관련 각 법률안의 내용을 통합·조정하여 위원장 대안으로 고준위 특별법을 기결
- 본 고에서는 고준위 방사성폐기물 처분시설 주요국 동향 및 고준위 특별법의 주요 내용을 살펴보고 관련 정책적 시사점을 제시하고자 함

1) 고준위 방사성폐기물 : 원전에서 발생하는 사용후핵연료가 대표적이며 알파선 방출 핵종농도 4,000Bq/g, 열발생량 2kW/m³ 이상인 방사성폐기물

2 주요국 동향

- 핀란드, 스웨덴, 프랑스를 중심으로 고준위 방사성폐기물 영구처분시설 확보를 선도적으로 진행
 - 핀란드는 영구처분시설 Onkalo 건설 완료 후 시험 운영 중이며, 스웨덴은 Forsmark에 영구 처분시설 건설을 착공하였고, 프랑스는 Bure 지역에 영구처분시설 건설 허가 1단계 완료
 - 미국은 Yucca Mountain에 영구처분시설 부지선정 후 주민 반대와 소송 등을 이유로 사업을 잠정 중단하였고, 캐나다는 Ignace, 스위스는 Nordlich Lagern에 영구처분시설 부지를 확보 하였으며 일본은 영구처분시설 부지선정을 위한 1단계 부지조사 착수



* 출처 : 산업통상자원부, 한국지반공학회, 한국원자력환경공단 자료 참고하여 저자 재편집

[그림 1] 고준위 방사성폐기물 처분시설 추진 절차 및 주요국 위치

- 주요국은 영구처분시설 확보를 최종목표로 설정하고, 안전성과 설계자료를 확보할 수 있는 지하 연구시설을 운영함과 동시에 사용후핵연료 저장 및 처리를 위한 중간저장시설도 선택적으로 추진
 - 기존 원자력법(일반법) 또는 개별 법령(특별법)을 기반으로 국가 차원의 추진체계를 갖추어 고준위 방사성폐기물 처분 프로그램을 운영

<표 2> 고준위 방사성폐기물 관련 주요국 현황 비교

국기명	관련 법 (구분)	연구용 지하연구시설 ²⁾	인허가용 지하연구시설	중간저장시설 ³⁾	영구처분시설 ⁴⁾
핀란드	Nuclear Energy Act (일반법)	1. Olkiluoto Research Tunnel	1. Onkalo	-	건설 완료
스웨덴	The Act on Nuclear Activities (일반법)	1. Stripa Mine 2. Aspo Hard Rock Laboratory	-	습식	건설 중
프랑스	Programme Act No. 2006-739 of 28 June 2006 (특별법)	1. Amelie 2. Fanay-Augeres 3. Tournemire Facility	1. Bure	습식	건설 전 (인허가)

국가명	관련 법 (구분)	연구용 지하연구시설 ²⁾	인허가용 지하연구시설	중간저장시설 ³⁾	영구처분시설 ⁴⁾
미국	Nuclear Waste Policy Act (특별법)	1. Climax 2. G-Tunnel 3. Busted Butte	1. WIPP 2. ESF	습식, 건식	부지확보완료
캐나다	Nuclear Fuel Waste Act (특별법)	1. AECL Whiteshell URL	-	-	부지확보완료
스위스	Kernenergiegesetz(KEG) (일반법)	1. Grimsel Test Site 2. Mont Terri	-	건식	부지확보완료
일본	Act on Final Disposal of Specified Radioactive Waste (특별법)	1. Tono Mine 2. Kamaishi Mine 3. Mizunami URL 4. Horonobe URL	-	습식, 건식	부지조사 중
한국	고준위 방사성폐기물 관리에 관한 특별법 (특별법)	1. KURT 2. 태백 URL(추진중)	-	-	부지선정 전

* 출처 : 세계법제정보센터, OECD-NEA, 한국원자력환경공단, IKNF 등 자료 참고하여 저자 재편집

3 고준위 특별법 주요 내용

□ 고준위 특별법은 고준위 방사성폐기물을 안전하게 관리하기 위한 시설 마련과 그 운영에 필요한 사항을 규정한 법령으로서 전담 조직, 기본계획 및 시행계획, 부지선정, 유치지역 지원, 관리 기반 조성, 원전 부지 내 저장시설 등의 주요 내용을 포함

※ 제1장 총칙, 제5장 보칙, 제6장 벌칙, 부칙은 제외하고 제2장~제4장 위주로 아래 내용을 정리하였고, 고준위 특별법 내 책임 주체별 주요 역할 및 관계는 붙임2 참고

○ (전담 조직) 고준위 방사성폐기물 관리위원회(9명)(이하, 관리위원회)를 국무총리 소속으로 설치하여 고준위 방사성폐기물 정책 및 기본계획, 관리시설 부지의 조사·선정, 심의·취소(재심의), 건설·운영, 기술개발, 인력양성 등의 소관 사무를 수행함

- 관리위원회 및 분야별 전문위원회 회의록을 공개하여 투명성을 보장하고, 부지선정, 건설·운영 등 허가 신청 전 안전성 확보를 위해 원자력안전위원회 의견 청취를 의무화

2) 지하연구시설(URL, Underground Research Laboratory) : 고준위 방사성폐기물의 영구처분을 위한 안전성 평가와 설계자료 확보를 목적으로 지하 환경을 조사·연구하는 시설로, 방사성 물질이 반입되지 않는 연구용(Generic)과 방사성 물질이 반입되는 처분시설 부지 내 인허가용(Site-specific)으로 구분

3) 중간저장시설 : 사용후핵연료나 방사성폐기물을 최종 처분 전까지 일정 기간 동안 안전하게 저장하기 위한 시설로 습식과 건식으로 구분되며, 부지확보 이후 건설까지 약 7년 기간 소요

4) 영구처분시설 : 방사성폐기물을 인간과 환경으로부터 영구적으로 격리하기 위해 지하 깊은 곳에 건설되는 최종 처분시설

- 기본계획의 수립, 사회적 갈등이 예상되는 사항에 대해 공론화위원회(15명)를 한시적으로 구성하여 전문가 및 일반시민 등을 대상으로 광범위한 의견수렴 절차를 마련
- (기본계획 및 시행계획) 고준위 방사성폐기물 중간저장시설은 2050년 이전, 영구처분시설은 2060년 이전에 운영 개시하도록 목표연도를 제시하였고, 30년을 계획기간으로 하는 기본계획(5년 단위)과 시행계획(1년 단위) 수립 관련 내용 및 절차를 규정
 - 기본계획 초안을 미리 공개하여 국민의 의견을 수렴하도록 했고, 주민 등의 요구가 있으면 공청회 개최를 의무화
- (부지선정) 부지 적합성 조사계획, 기본조사, 심층조사, 관리시설 부지선정 등 각 단계별 세부 내용 및 절차를 제시
 - 조사계획 수립 → 기본조사 후보부지 도출 → 관할 시·군·구 신청 → 기본조사 → 심층조사 → 주민투표 → 관리시설 부지선정 등 부지선정 절차를 명문화
 - 부지선정 후 처분시설을 설계·건설하기 전 처분부지 내 지하연구시설(인허가용)을 건설하고 지하연구시설(연구용)*의 연구 결과를 반영하여 안전성 관련 요소의 성능을 연구·실증하도록 의무화
 - * 관리위원회는 지하연구시설(연구용)을 건설하여 처분시설의 건설·연구, 국제교류, 국제공동연구개발 등을 추진
- (유치지역 지원) 관리시설 유치지역 지원위원회(20명)(이하, 지원위원회)를 국무총리(위원장) 소속으로 설치하고 관리위원회가 수립한 '지원계획', '시행계획' 등에 대해 심의하도록 규정
 - 관리위원회가 관리시설 유치지역 '지원계획'을 수립하고 관계 중앙행정기관의 장이 '시행계획'을 수립·시행하도록 규정
 - 관리위원회가 관리시설 유치지역 등을 위한 특별지원금을 지원할 수 있고, 관할 지방자치단체는 유치지역지원사업 특별회계를 설치하여 운용할 수 있도록 규정
- (관리 기반 조성) 고준위 방사성폐기물 관리사업자(이하, 관리사업자)가 고준위 방사성폐기물의 안전한 관리를 위해 관리시설의 '운영 기준'을 제시하도록 규정하고, 기술개발과 인력양성을 위해 10년 이상을 계획기간으로 하는 '기반조성 계획'을 5년마다 수립하도록 의무화
 - 관리사업자는 '방사성폐기물 관리법' 제18조 제1항에 따라 설립된 한국원자력환경공단으로 지정
- (원전 부지 내 저장시설) 원전 부지 내 사용후핵연료 저장시설을 설치할 때는 시설계획을 수립해야 하며, 원전 부지 내 저장시설 주변 지역의 주민들에게 1. 온라인 정보공개 및 주민 공고·공람, 2. 국내외 전문가가 참여하는 설명회·토론회를 통해 의견수렴 의무화
 - (원전 부지 내 저장시설 저장용량) 저장용량은 해당 원전의 설계 수명 기간 동안 발생할 것으로 예측되는 양을 초과할 수 없으며, 타 원전의 사용후핵연료를 반입할 수 없고 원전 부지 내 저장시설에 저장된 사용후핵연료는 관리시설이 준공된 후 지체없이 이전하도록 규정
 - (원전 부지 내 저장시설 주변지역 지원) 시설계획 수립 시, 원전 부지 내 저장시설 주변지역에 대한 지원금을 포함한 '지원방안' 마련을 의무화하였고, 주민에게 일정 금액을 지급하는 주민직접지원사업을 구역별 지원금 총액의 1/2 범위에서 시행하도록 규정

4 결론 및 시사점

- 한국 원전 발전량의 약 60%를 차지하는 고리·한빛·한울·월성 원전의 사용후핵연료 저장 포화율이 80~90%를 초과하는 등 물리적 한계에 도달한 상황에서 고준위 방사성폐기물 처분시설 확보를 위한 고준위 특별법 제정은 큰 의미가 있음
 - 책임 주체(관리위원회 등)를 법제화하고 회의록 공개, 원안위 의견 청취, 주민 의견수렴, 지원 및 보상 등 정보 투명성과 주민 수용성을 의무화한 점은 사회적 합의를 이끌어낼 수 있는 바람직한 조치임
 - 더불어, 부지선정 절차를 명문화한 것은 절차적 민주주의의 정당성을 확보하려는 제도적 진전임
 - 현재 원전별 저장공간 포화가 가시화되고 있는 만큼 원전 부지 내 저장시설 마련, 중간저장시설 확보 로드맵 등을 현안 정책 의제로 신속히 검토 필요
 - 고준위 특별법에 따라 원전별 저장시설 용량은 설계수명기간 동안 발생할 것으로 예측되는 양을 초과할 수 없기에 사용후핵연료 저장 포화율 100% 도달 시, 발전 가동이 중단될 수 있음
- 고준위 특별법에 따라 중간저장시설은 2050년 이전, 영구처분시설은 2060년 이전 운영 개시를 목표하고 있어, 고준위 방사성폐기물 처분시설 확보까지는 수십 년간의 지속적 이행력과 사회적 합의 유지가 요구됨
 - 향후 시행령 제정 및 기본계획/시행계획 추진 시, 선도적 국가인 핀란드·스웨덴 선례를 참고하여 사회적 공감대 형성과 기술 신뢰를 확보할 수 있도록 실효적인 수행 방안 고민 필요
 - 기술·경제 합리성(안전한 기술, 경제적 인센티브), 정치적 합리성(주민 수용성, 정부 신뢰, 절차적 민주주의 항목) 등 핀란드와 스웨덴이 고려한 사회적 합의 형성 항목을 참고

〈표 3〉 고준위 방사성폐기물 처분시설 관련 합의 형성 모델 평가 결과(스웨덴, 핀란드)

(범례 : ◎ 매우 높음, ○ 높음, △ 보통)

구분	평가 항목	스웨덴	핀란드
기술·경제 합리성	안전한 기술	○	○
	경제적 인센티브	△	◎
	종합 평가	△	○
정치적 합리성	주민 수용성	○	○
	정부 신뢰	○	◎
	절차적 민주주의	○	○
	종합 평가	○	◎

* 출처 : 김인혜 외 5명(2024)

- 미국의 Yucca Mountain의 사업 중단(2010년~) 사례에 비추어 볼 때, 사회적 합의 및 주민 수용성을 바탕으로 추진하는 것이 필요

참고문헌

- 열린원전운영정보(한수원), 방사선·안전-사용후핵연료-사용후핵연료저장현황(2024년 4분기), 검색일: 2025.4.3.
- 열린원전운영정보(한수원), 운영정비-운영현황및실적-연도별 발전량(2023년), 검색일: 2025.4.3.
- 세계법령정보센터(<https://world.moleg.go.kr/web/main/index.do>), 검색일: 2025.4.3.
- 일본법령검색시스템(<https://laws.e-gov.go.jp>), 검색일: 2025.4.3.
- 프랑스원자력안전국 공식홈페이지(<https://www.french-nuclear-safety.fr>), 검색일: 2025.4.3.
- 한국원자력환경공단 홈페이지, 방폐물 관리사업-고준위방폐물관리-국내외정책, 검색일: 2025.4.3.
- 의안정보시스템, 고준위 방사성폐기물 관리에 관한 특별법안(대안)(산업통상자원중소벤처기업위원장), 2025.2.26.
- 연합뉴스, “작년 원전 발전 비중 32.5%…15년만 최고치”, 2025.2.10.
- 한겨레, “스웨덴, 세계에서 두 번째 고준위 방사성 폐기물 처분장 착공”, 2025.1.16.
- 한국지반공학회, 특별테마-국내 고준위방사성폐기물 처분장 부지선정 현황과 관련 연구(하), 2025.1.
- iKSNF, 24년도 해외 주요국 사용후핵연료 및 고준위 방사성폐기물 저장·처분관리사업 동향보고서, 2024.12.27.
- OECD-NEA, Underground Research Laboratories (URLs) – 2024 Update, 2024.12.
- 김인혜 외 5명, 한국, 스웨덴, 핀란드 사례비교를 통한 방폐장 갈등분석 : 기술·경제적 합리성과 정치적 합리성 개념을 중심으로, 2024.11.
- 한국원자력환경공단, 2024년 1분기 고준위방폐물 글로벌동향정보지, 2024.5.8.
- 한국원자력학회장(백원필), EU 택소노미 원자력 포함의 의미와 시사점, 2022.10.
- 경북신문, “K-택소노미에 원전 포함됐지만… 고준위 방폐장 확보 시점은 '제외'”, 2022.9.21
- 산업통상자원부, 제2차 고준위 방사성폐기물 관리 기본계획(안), 2021.12.

붙임 1

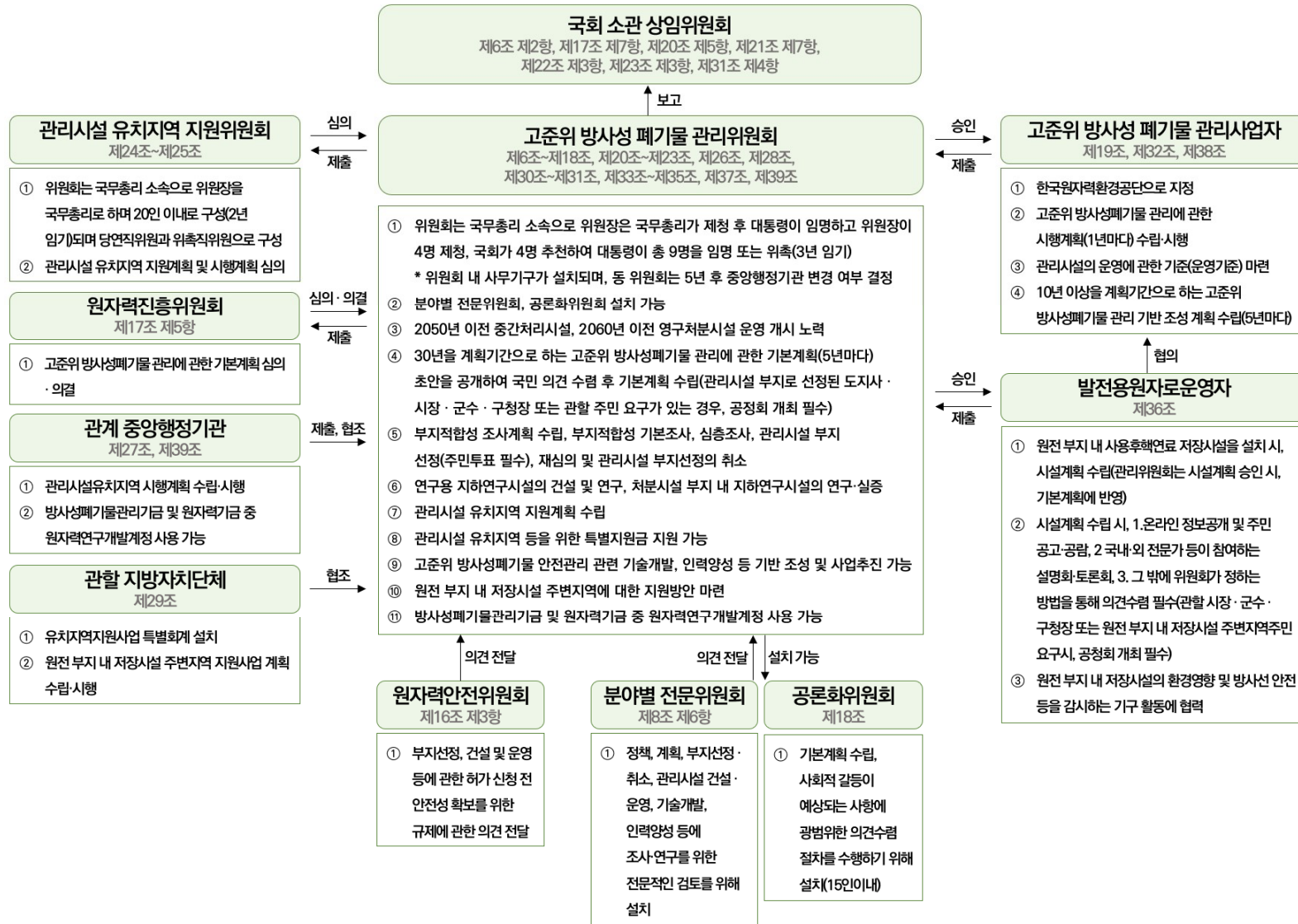
원자력 발전소별 사용후핵연료 저장현황 및 발전량

(단위 : 다발, %, MWh)

구분	원자력 발전소	저장용량	총누계량 (현저장량)	저장 포화율	부지별 저장 포화율	원전별 발전량	부지별 발전량 합계	부지별 발전량 비중
고리	1호기	485	485	100.0	98%	영구정지	12,188,817	7%
	2호기	799	748	93.6		1,596,799		
	3호기	2,103	2,081	99.0		6,287,771		
	4호기	2,105	2,062	98.0		4,304,247		
신고리	1호기	1,273	949	74.5	77%	9,197,978	18,388,853	10%
	2호기	1,273	1,008	79.2		9,190,875		
새울	1호기	780	396	50.8	45%	9,602,702	22,543,330	12%
	2호기	780	300	38.5		12,940,628		
한빛	1호기	2,105	1,889	89.7	82%	8,224,806	41,952,956	23%
	2호기	2,100	1,617	77.0		6,084,276		
	3호기	1,125	1,046	93.0		9,185,512		
	4호기	1,125	961	85.4		9,172,203		
	5호기	1,281	918	71.7		1,468,762		
	6호기	1,281	987	77.0		7,817,397		
한울	1호기	957	870	90.9	91%	6,614,923	41,646,313	23%
	2호기	905	877	96.9		5,923,078		
	3호기	1,321	1,206	91.3		7,229,283		
	4호기	1,321	1,211	91.7		6,450,681		
	5호기	1,281	1,131	88.3		7,807,577		
	6호기	1,281	1,129	88.1		7,620,771		
신한울	1호기	1,603	820	51.2	34%	12,975,770	12,975,770	7%
	2호기	781	0	0.0		신규원전		
신월성	1호기	1,294	536	41.4	36%	7,791,174	16,919,989	9%
	2호기	1,294	394	30.4		9,128,815		
월성	1호기	5,848	5,848	100.0	82%	영구정지	13,890,715	8%
	2호기	42,408	40,564	95.7		4,539,158		
	3호기	42,408	36,716	86.6		4,757,088		
	4호기	42,408	39,464	93.1		4,594,469		
	건식저장시설	498,000	394,680	79.3		-		
합계							180,506,743	100%

* 출처 : 열린원전운영정보(한수원) 자료 참고하여 저자 재편집, 저장 포화율은 '24년 4분기, 발전량은 '23년 기준

고준위 특별법 내 책임 주체별 주요 역할 및 관계(제2장~제4장)



※ 주요 내용 외, 구체적인 세부 내용은 책임 주체별 관련 법령 참고

[KISTEP 브리프 발간 현황]

발간호 (발행일)	제목	저자 및 소속	비고
164 (25.01.09.)	글로벌 주요기관 전망 2025년 유망기술 트렌드 및 시사점	최창택 (KISTEP)	혁신정책
165 (25.01.13.)	민·군 레이다 응용기술	김상준·문성훈 (KISTEP)	기술동향
166 (25.01.14.)	R&D분야 온실가스감축인지 예·결산제도 현황 및 시사점	김아람·여준석 (KISTEP)	혁신정책
- (25.01.14.)	KISTEP Think 2025, 10대 과학기술혁신정책 아젠다	황지호·이경재·최대승 김다은·박서안 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제372호)
167 (25.01.20.)	트럼프 2기 행정부의 기후변화-에너지 분야 정책변화 전망 및 시사점	홍정석(KISTEP) 이영준(한국원자력연구원)	혁신정책
168 (25.02.12.)	글로벌 AI 패러다임 변화와 대응 전략 - 트럼프 정부의 AI 정책 전환과 중국 딥테크의 부상을 중심으로 -	주경원 (KISTEP)	혁신정책
169 (25.02.13.)	EU 폰데어라이엔 2기 집행위원회의 혁신정책 추진 방향 및 시사점 : 경쟁력 나침반 이니셔티브의 주요 내용	송창현 (KISTEP)	혁신정책
- (25.02.17.)	국내 공학 분야 외국인 박사 졸업자 현황 분석 및 시사점	이정재·이현경·서현정 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제373호)
170 (25.02.19.)	3대 게임체인저 분야 기술수준 심층분석 ① - 반도체 강국으로 재도약을 위한 미래 이슈 -	정의진·신동평 (KISTEP)	미래예측
171 (25.02.28.)	트럼프 2기 행정부 미국 우주 정책의 전망과 시사점	이재민·문태석·강현규 (KISTEP)	혁신정책
172 (25.03.05.)	일본 연구중심대학 추진 현황 및 시사점 - 국제탁월연구대학을 중심으로 -	김태윤·이원홍 (KISTEP)	혁신정책
- (25.03.07.)	출연연 탄소중립 분야 연구 성과 현황 및 시사점	신우영·박창대·정민우 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제374호)
173 (25.03.24.)	AI를 활용한 혁신 신약개발의 동향 및 정책 시사점	윤희정 (KISTEP)	혁신정책
174 (25.03.25.)	2023년 신약개발 정부 R&D 투자 포트폴리오 분석	홍기현·김종란 (KISTEP)	통계분석
175 (25.03.27.)	글로벌 AI 패권 경쟁 : 중국 동향과 시사점	서행아·주경원 (KISTEP)	혁신정책

발간호 (발행일)	제목	저자 및 소속	비고
176 (25.04.04.)	미국 과학기술혁신 목표와 우선순위 - 트럼프 대통령이 OSTP에 보낸 서한의 주요 내용 -	송원아·정여진 (KISTEP)	혁신정책
177 (25.04.15.)	고준위 방사성폐기물 관리에 관한 특별법의 주요 내용 및 시사점	임상우 (KISTEP)	혁신정책