

処理処分の科学・技術最前線 —処分場遠隔技術—

公益財団法人 原子力環境整備促進・資金管理センター

地層処分工学技術研究開発部 川久保 政洋

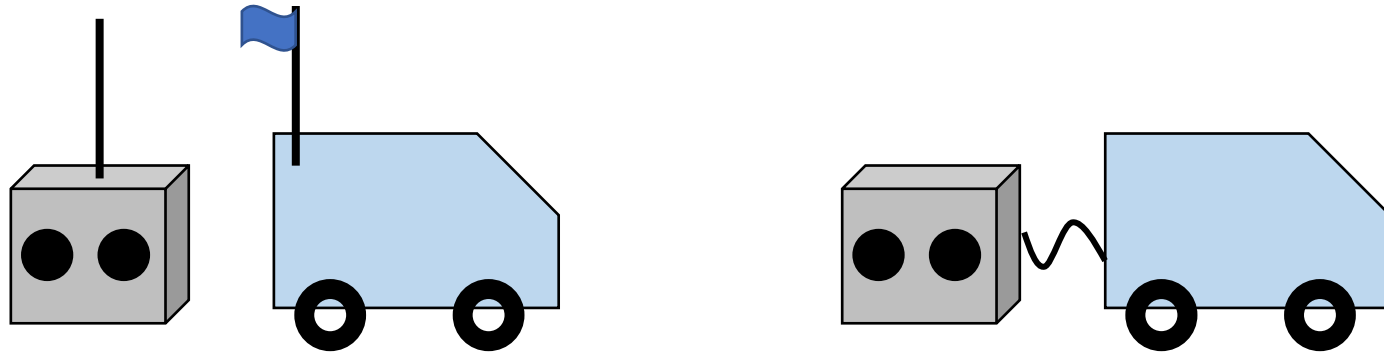
目次

1. 遠隔技術とは
2. 地層処分の主な操業技術
3. 操業技術に関する研究開発状況
4. 搬送、定置、回収技術の紹介
5. まとめ
6. 今後の展望

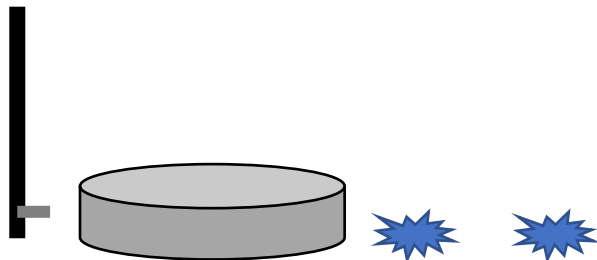
1. 遠隔技術とは

遠隔操作：離れたところから機械や装置の運転・制御を行うこと（広辞苑第六版）

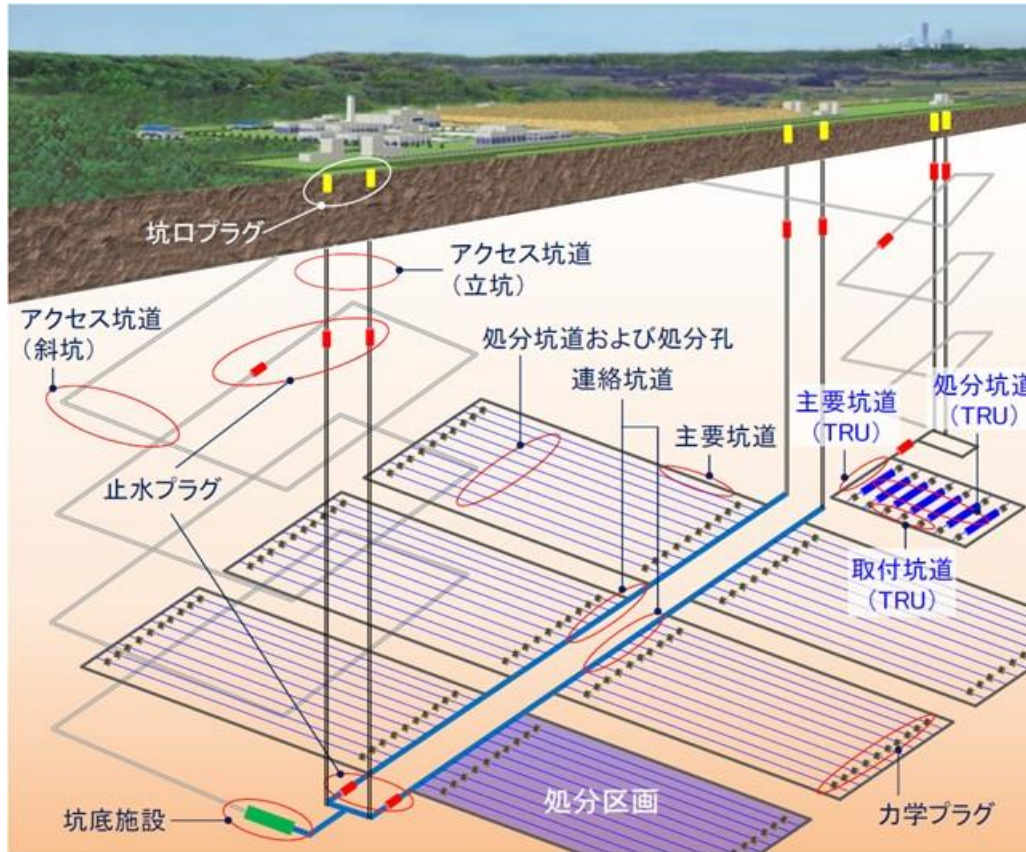
ラジコン：遠隔制御



ロボット掃除機：自動制御



2. 地層処分の主な操業技術



地下施設のイメージ
(NUMO-TR-20-03, 2021)

- 坑道の掘削
- オーバーパックスの搬送・定置
- 緩衝材の搬送・定置
- 埋め戻し施工
- カ学プラグ施工
- 止水プラグ施工 など

操業技術の開発に必要な情報の例

- 処分概念
 縦置き・ブロック方式、横置き・PEM方式、その他
- 対象物の仕様
 オーバーパック、緩衝材、埋め戻し材、プラグ、その他
- 施工速度、回収速度
 1日5体のオーバーパックを処分
 1日〇体のオーバーパックを回収
- 人工バリアを含む地下構成要素の品質保証
 施工品質の合否判定（定置の精度、測定項目、測定頻度など）

操業技術の開発には、以下も考慮する必要がある

- 一般労働安全
- 放射線遮蔽
- コスト

地層処分の処分概念

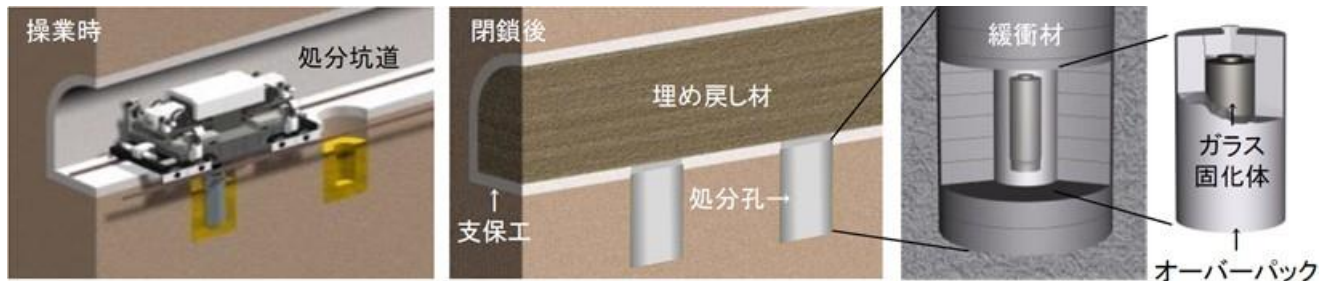
縦置き・ブロック方式

ブロック形状に成型した緩衝材を処分孔に積み上げる方式

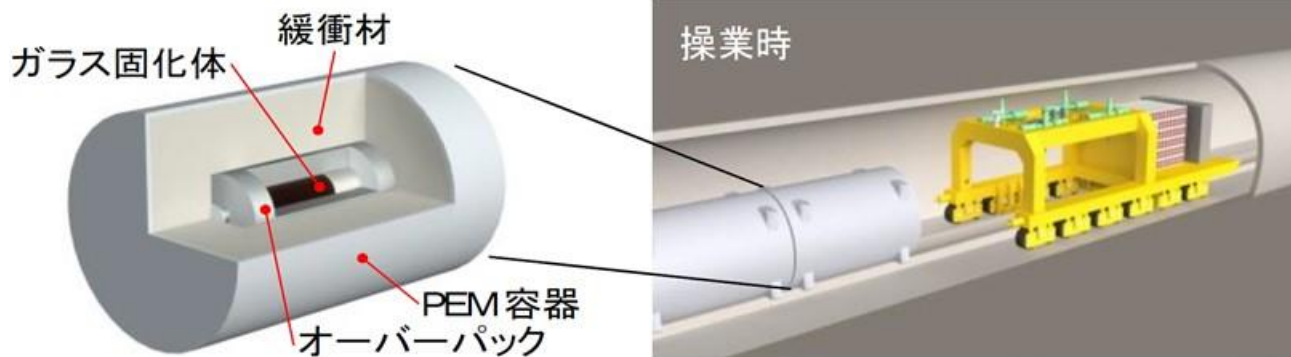
横置き・PEM方式 (PEM: Prefabricated Engineered Barrier System Module)

地上施設で緩衝材をPEM容器内に施工して、処分坑道に定置する方式

(縦置き・ブロック方式に比べて品質管理が容易であり、滴水や高湿度による定置時における緩衝材ブロックの膨潤などの問題が生じにくいという利点がある)



(a) 縦置き・ブロック方式



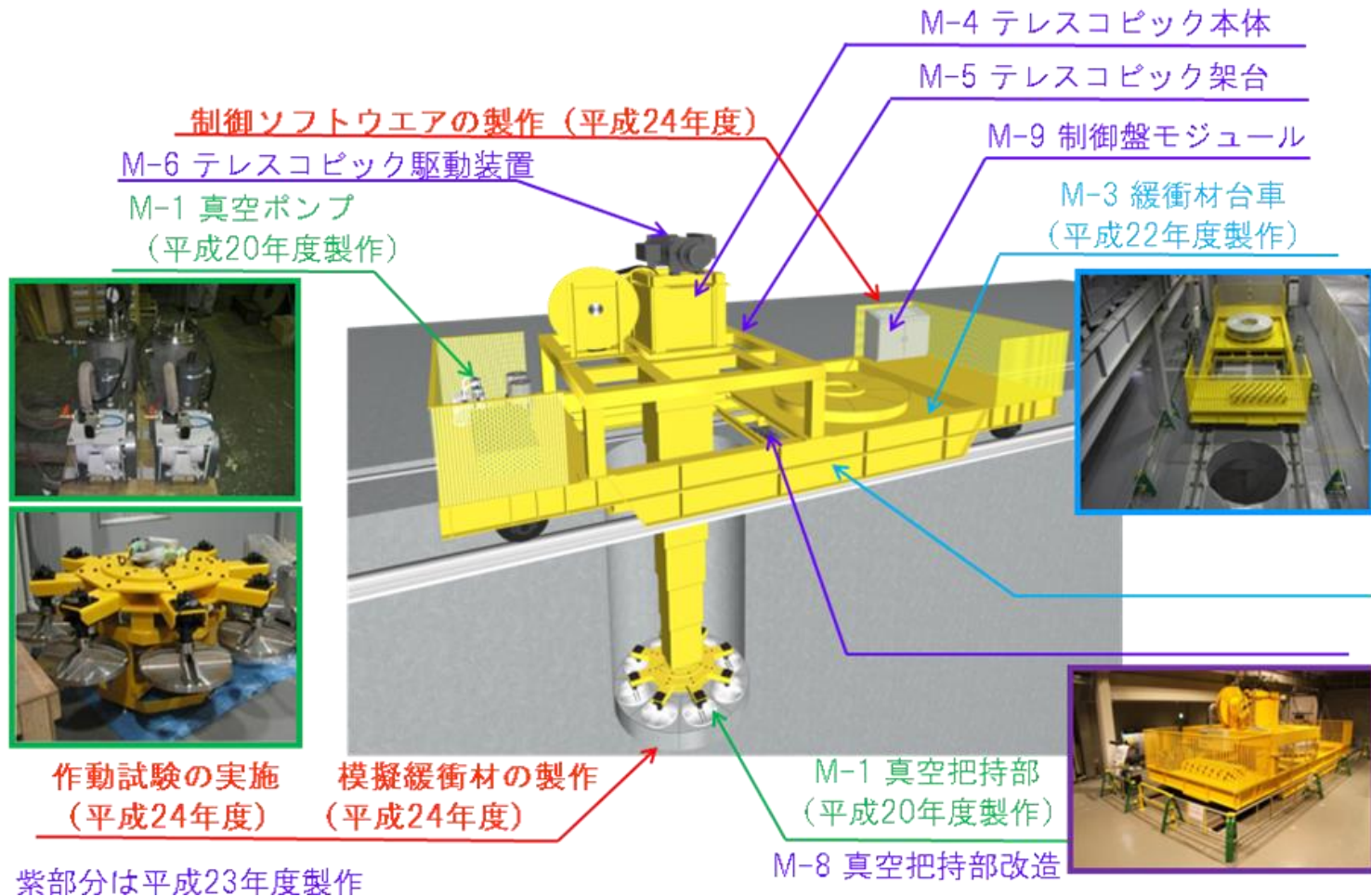
(b) 横置き・PEM方式

高レベル放射性廃棄物処分場の人工バリア
(NUMO-TR-20-03, 2021)

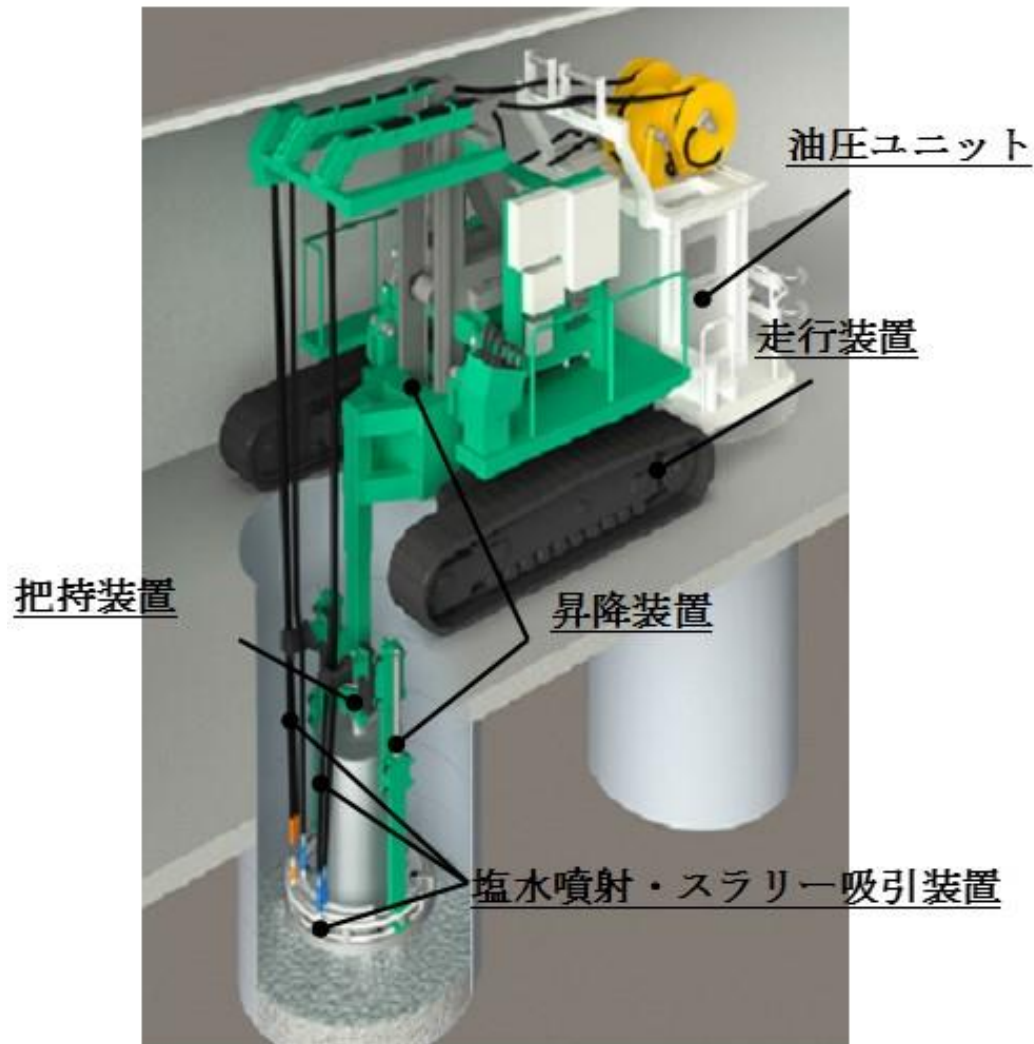
3. 操業技術に関する研究開発状況

	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31	R02	R03	
縦置き	<p>緩衝材定置技術 (地上施設)</p>				<p>処分孔掘削技術、埋め戻し施工技術 (幌延URL)</p>										
	<p>緩衝材除去・オーバーパック回収技術 (地上施設)</p>														
横置き									<p>隙間充填材除去技術 PEM搬送定置・回収技術 (幌延URL)</p>						
共通							<p>力学プラグ施工技術 (幌延URL)</p>			<p>埋め戻し施工技術 (地上施設)</p>					
							<p>止水壁施工技術 (瑞浪URL)</p>								

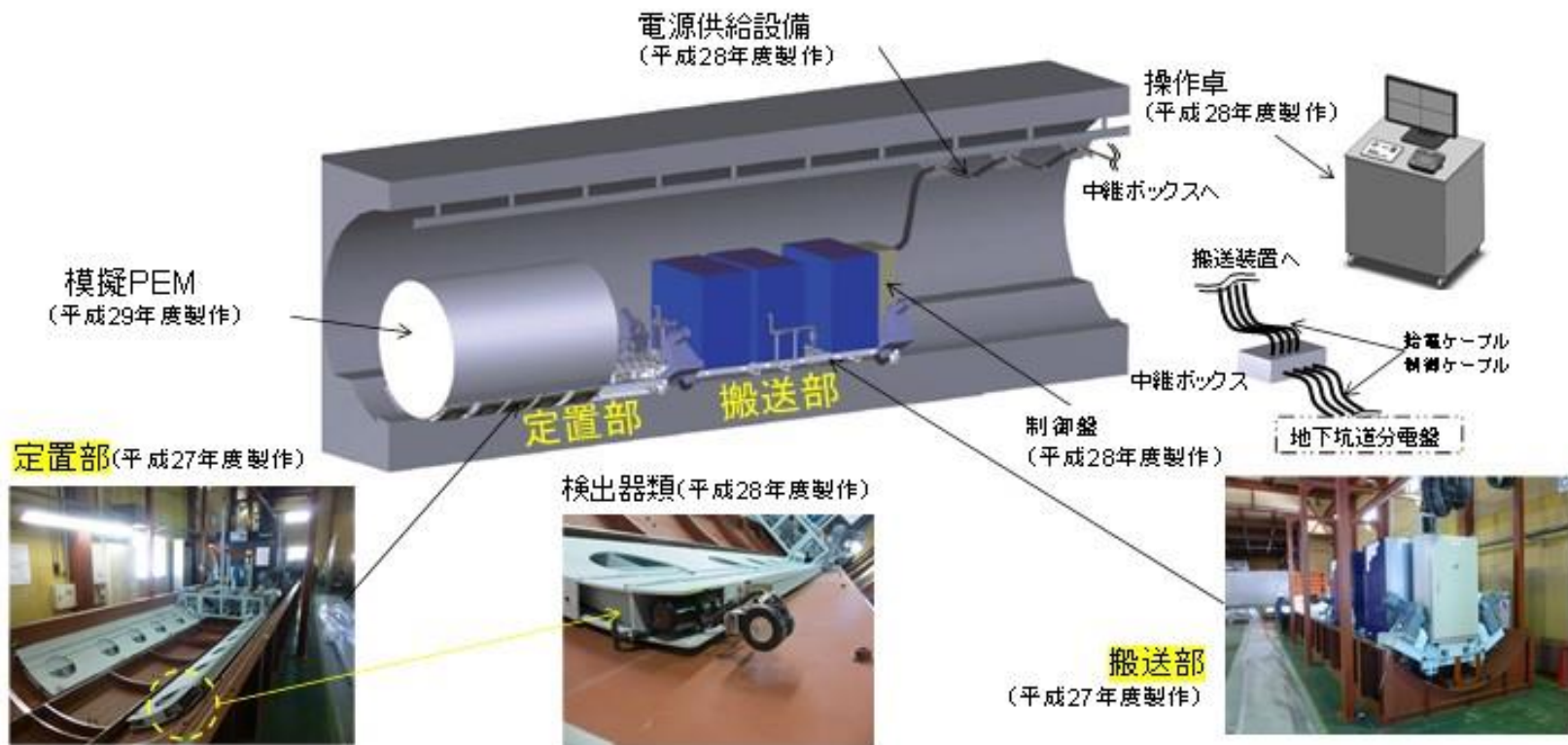
操業技術の概要 緩衝材定置装置



操業技術の概要 緩衝材除去・オーバーパック回収装置



操業技術の概要 PEM搬送（回収）装置



4. 搬送、定置、回収装置の紹介

【縦置き・ブロック方式】
緩衝材定置装置



【豎置き・ブロック方式】
緩衝材除去・オーバーパック回収装置



【横置き・PEM方式】
PEM搬送定置・回収装置



5. まとめ

【縦置き・ブロック方式】

- 緩衝材定置装置による遠隔操作で模擬処分孔内に緩衝材ブロックを定置できることが実証的に示された。
- 模擬処分孔内に定置された緩衝材ブロックとオーバーパックを対象として、緩衝材除去システムによる遠隔操作でオーバーパック周辺の緩衝材除去およびオーバーパックの回収ができることが実証的に示された。

【横置き・PEM方式】

- 幌延URLの試験坑道において、エアベアリング装置を用いて遠隔操作によりPEMを坑道に搬送して定置できることが実証的に示された。
- 隙間充填材を除去した後、エアベアリング装置を用いてPEMを回収できることが実証的に示された。

【共通】

- 幌延URLにおいてカ学プラグ、瑞浪URLにおいて止水壁が施工できることが実証的に示された。
- 坑道の埋め戻し技術については、地上施設の模擬坑道などを対象として、施工品質の保証方法に関する研究開発が進められている。

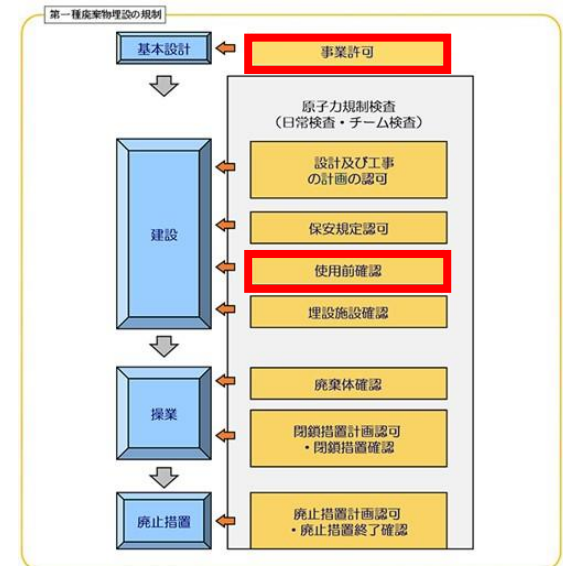
6. 今後の展望

- 精密調査段階の後半における地下調査施設の実証試験で建設、操業、閉鎖に関する工学技術の実用性が確認されるとともに品質管理方法が確立される。
- 地下調査施設における実証試験で対象とすべき処分概念、坑道や人工バリア等の地下構成要素の施工技術の選定、ならびに品質保証方法や操業技術の実証レベルなど、必要がある。事業許可申請に向けた戦略を立案・共有し、必要な研究開発を着実に進める
- 予算と時間は限られている。装置製作と動作試験の反復。
- 一方で、建設（10年程度）、操業～閉鎖（50年以上）という期間を考えると、産業界における遠隔化や自動化に関する技術力の大幅な向上が期待できる。
- 事業許可後においても、安全性と効率性を向上させるためには、常に最新の操業技術を導入することが可能な柔軟な規制が望まれる。



処分地選定プロセス

(ウィークリーウェビナー「放射性廃棄物の管理」第5回
高レベル放射性廃棄物の地層処分(その1): その考え方)



原子炉等規制法に基づく廃棄物埋設に関する規制の概要 (原子力規制委員会Webサイト) 14

参考文献

平成24年度 地層処分技術調査等事業（高レベル放射性廃棄物処分関連：地層処分回収技術高度化開発）報告書、平成25年3月

平成26年度地層処分技術調査等事業（地層処分回収技術高度化開発）平成23年度～平成26年度総括報告書、平成27年3月

平成31年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（可逆性・回収可能性調査・技術高度化開発）平成27年度～平成31年度5カ年取りまとめ報告書、令和2年3月

原子力規制委員会 原子炉等規制法に基づく廃棄物埋設に関する規制の概要

<https://www.nsr.go.jp/activity/regulation/nuclearfuel/haiki/haiki2.html>

地層処分実規模試験施設Webサイト 動画資料 →

<https://fullscaledemo.rwmc.or.jp/movie/>



用語集

回収	処分場に定置された廃棄物を回収すること。今後より良い処分方法が実用化された場合等に将来世代が最良の処分方法を選択できるようにする。
地下調査施設	精密調査段階の後半において、地下の調査や建設・操業・閉鎖に関する技術の適用性等を確認するための施設
定置	人工バリアなどの構造物を坑道内の所定の位置に据えること
PEM	Prefabricated Engineered Barrier System Moduleの略
