

幌延深地層研究計画の概要

令和 5 年 4 月 6 日 / 5 月 9 日
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
核燃料・バックエンド研究開発部門
幌延深地層研究センター

原子力機構における研究開発拠点



令和4年4月現在

東濃地区

高レベル放射性廃棄物処分技術に関する研究開発（地質環境の長期安定性に関する研究）を実施



幌延地区

高レベル放射性廃棄物処分技術に関する研究開発（堆積岩系対象）を実施



福島地区

東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所事故関連の対応業務を実施



敦賀地区

敦賀地区の原子力施設（もんじゅ、ふげん）の廃止措置実証のための活動を実施



もんじゅ



ふげん

人形峠地区

ウラン濃縮関連施設及び鉱山施設の廃止措置を実施



ウラン濃縮遠心分離機

播磨地区

放射光利用研究を推進



東京・柏地区

計算科学研究等を実施

東海地区

安全研究、原子力基礎・基盤研究の推進、中性子利用研究の推進、核燃料サイクルに係る再処理、燃料製造及び放射性廃棄物の処理処分に関する研究開発、原子力研修や防災研修等を実施



JRR-3



J-PARC



東海再処理

大洗地区

高速実験炉「常陽」や照射後試験施設等による高速炉サイクル技術開発、高温ガス炉「HTTR」及びこれによる熱利用技術の研究開発等を実施



常陽



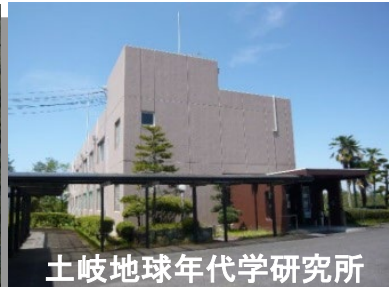
HTTR炉心

地層処分技術に関する研究開発拠点



核燃料・バックエンド研究開発部門
東濃地科学センター

●旧瑞浪超深地層研究所
(結晶質岩)



土岐地球年代学研究所

核燃料・バックエンド研究開発部門
幌延深地層研究センター

●幌延深地層研究センター
(堆積岩)



深地層の研究施設

核燃料・バックエンド研究開発部門
核燃料サイクル工学研究所 (茨城県東海村)

エントリー



クオリティ



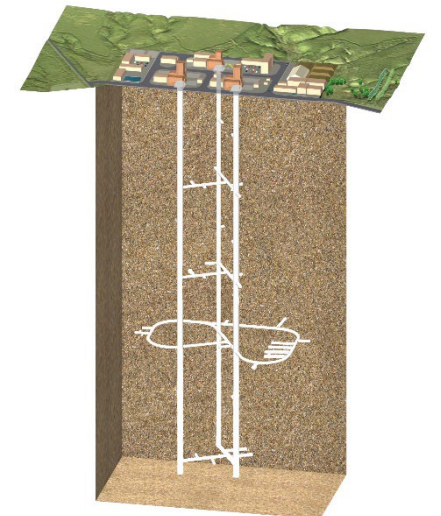
雰囲気制御
グローブボックス

【地下施設イメージ図】

※旧瑞浪超深地層研究所では、令和4年1月に、地下施設の埋め戻し及び地上施設の撤去が完了

地層処分基盤研究施設
(コールド施設)

地層処分放射化学研究施設
(ホット施設)

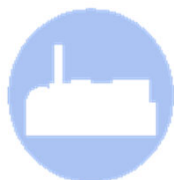


【地下施設イメージ図】

ウラン探鉱



再処理

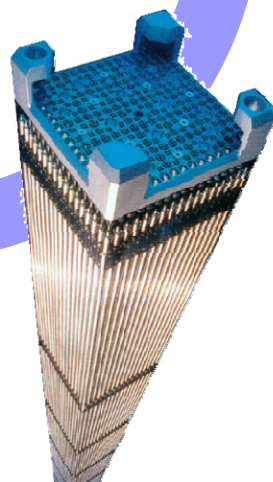


核燃料
サイクル

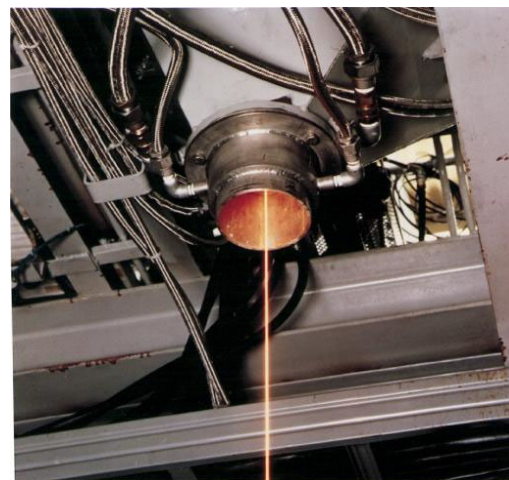
原子力発電



使用済燃料
(燃料集合体)

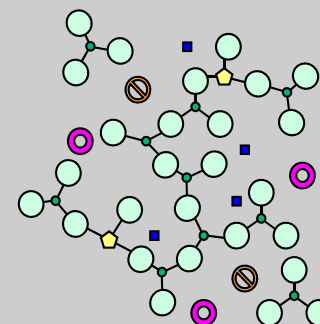


ガラス固化



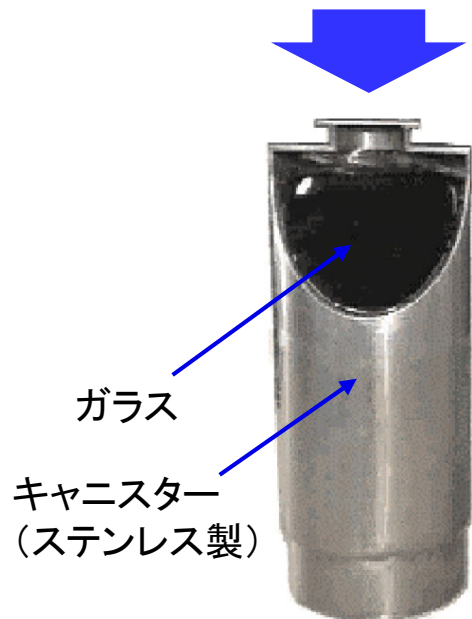
再処理により発生した廃液を
ホウケイ酸ガラスに混ぜて
約1,200°Cで溶融したものを
ステンレス容器に注入・固化

ガラスの分子構造



(模式図)

- 酸素
- ケイ素
- ナトリウム
- ◇ ホウ素
- ⊙ アクチニド
- ⊙ 他の元素



ガラス

キャニスター
(ステンレス製)

- ・ 高さ : 134 cm
- ・ 直径 : 43 cm
- ・ 重さ : 500 kg

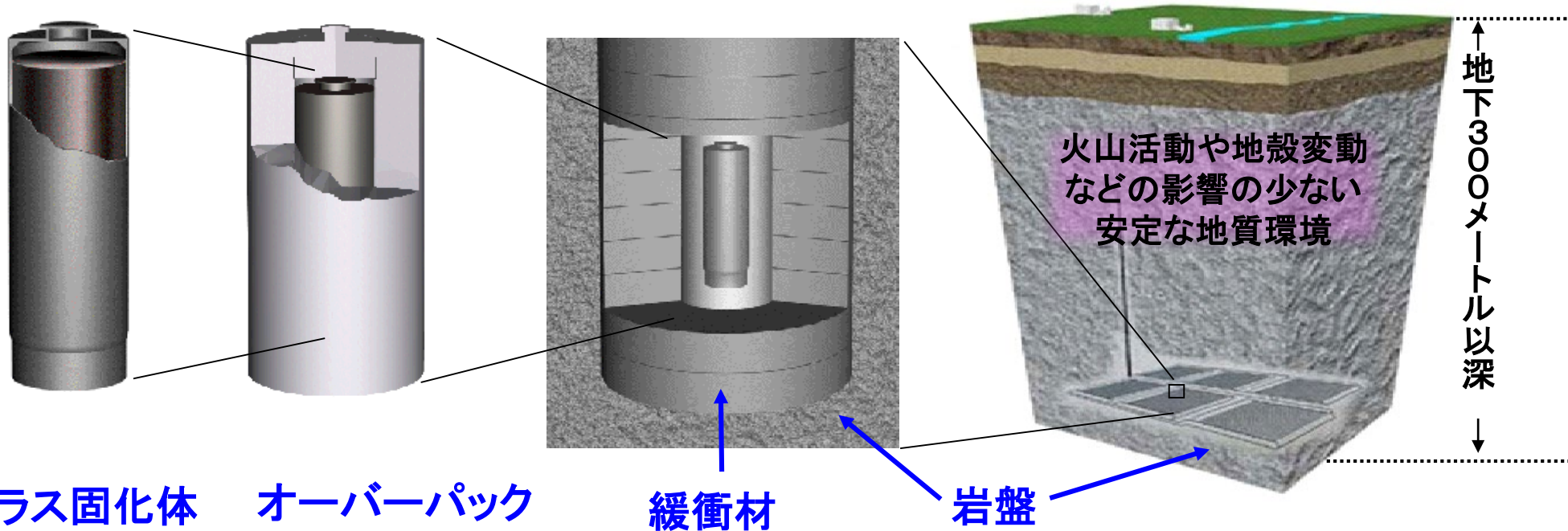
ガラス固化体
(高レベル放射性廃棄物)

100万キロワットの原子炉を
1年間運転 ⇒ 約30本

地層処分システムとは？



人工物と天然の岩盤を組み合わせた多重バリアシステム



ガラス固化体

オーバーパック

緩衝材

岩盤

ガラス

放射性物質を
閉じ込め、溶け
出しにくくする

金属(炭素鋼)製

ガラス固化体と
地下水の接触を
遮断する

粘土を主成分

地下水や放射性
物質の移動を遅
くする

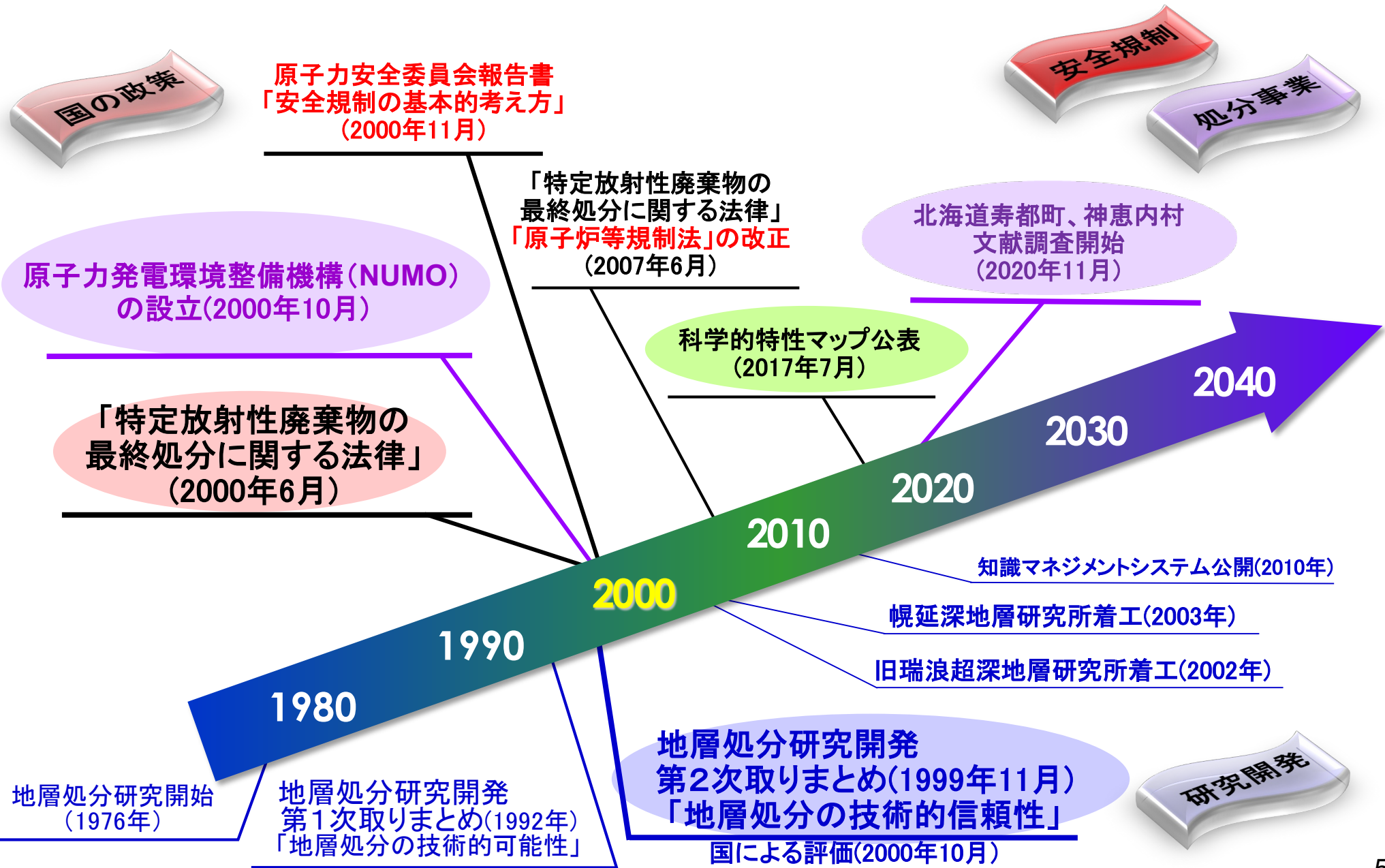
地下深部の環境

- ・人間活動や自然現象の影響を受けにくい
- ・酸素がほとんどなく、鉄の腐食などが起こりにくい
- ・地下水の動きが極めて遅い

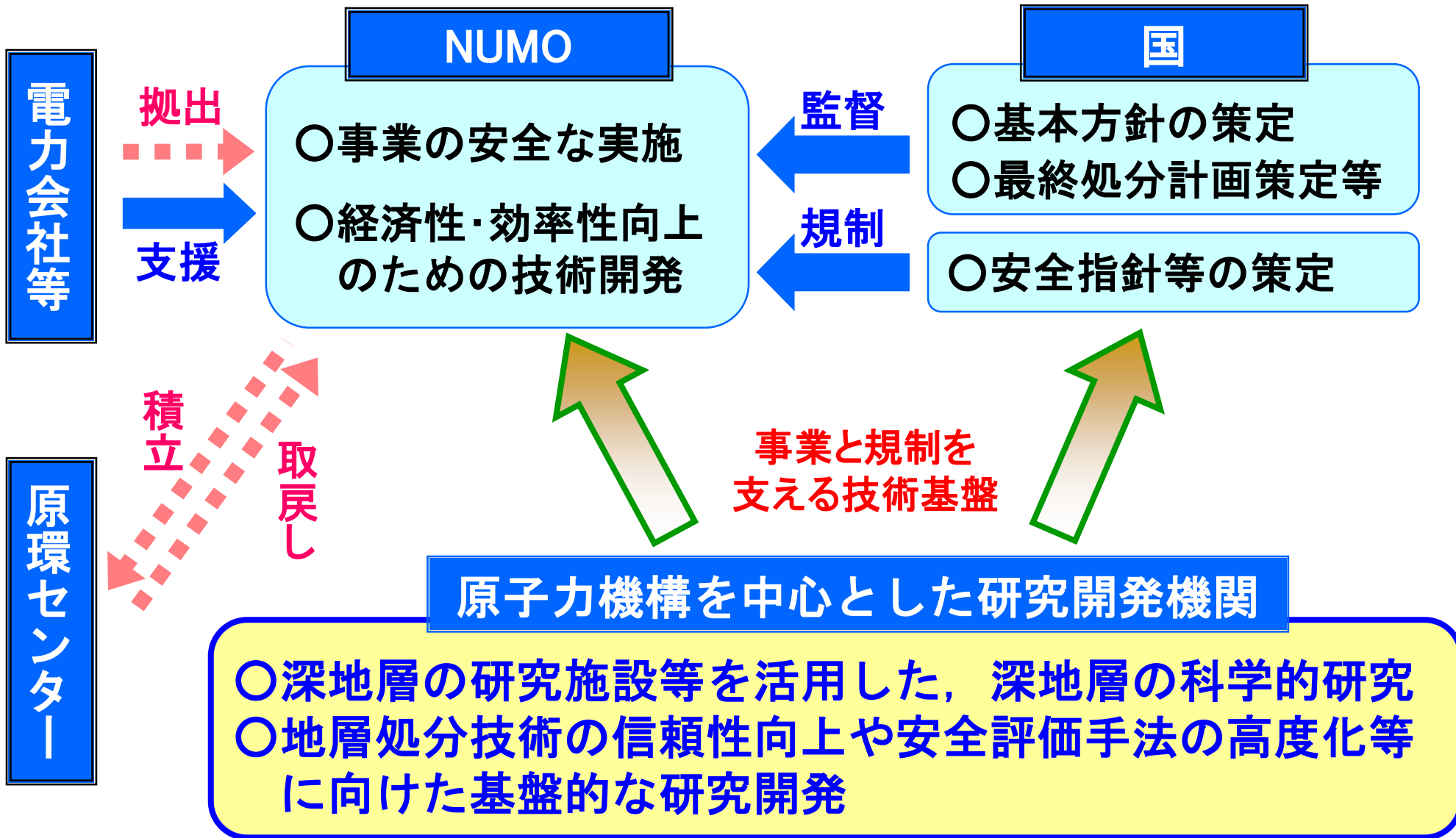
人工バリア

天然バリア

わが国の地層処分計画の進展



わが国の地層処分に係る体制



(原子力政策大綱等に基づく)

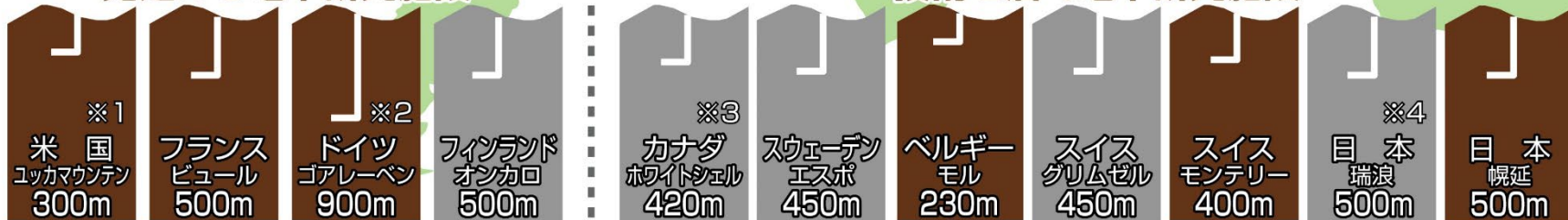
世界の地下研究施設



結晶質岩系
 堆積岩系

Site-specific URL :
 最終処分候補地の適性を
 見定める地下研究施設

Generic URL :
 最終処分場として使用しない場所で
 技術を磨く地下研究施設



- ※1 2009年に一旦中止
- ※2 2013年に計画は白紙。2020年にサイト選定手続きから除外され、今後閉鎖予定
- ※3 2010年に閉鎖
- ※4 2022年1月に地下施設の埋め戻し及び地上施設の撤去が完了

● 出典: *The Role of Underground Laboratories in Nuclear Waste Disposal Programmes*, OECD/NEA, 2001 (一部修正加筆)

日本に2つのジェネリック地下研究施設 (Generic URL)

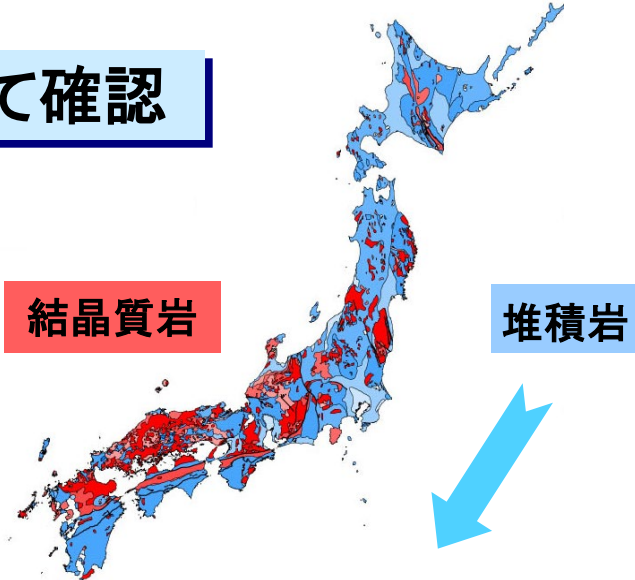


① 地層処分技術を実際の地質環境に適用して確認

② わが国固有の地質環境の理解

③ 深地層を体験・理解する場

※旧瑞浪超深地層研究所では、令和4年1月に、地下施設の埋め戻し及び地上施設の撤去が完了しました。



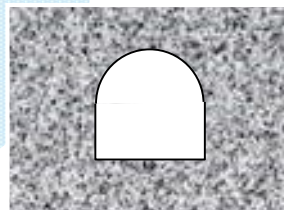
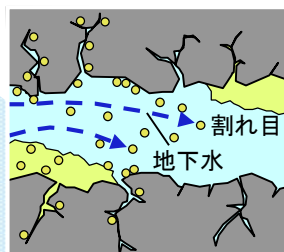
旧瑞浪超深地層研究所 (岐阜県瑞浪市)



花崗岩
(結晶質岩)

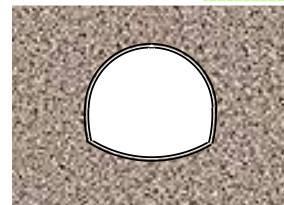
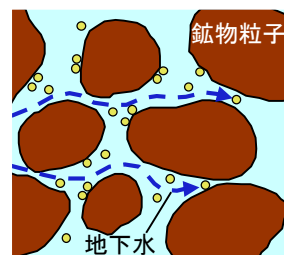
淡水系

硬岩



【地下施設イメージ図】

幌延深地層研究センター (北海道幌延町)



泥岩
(堆積岩)

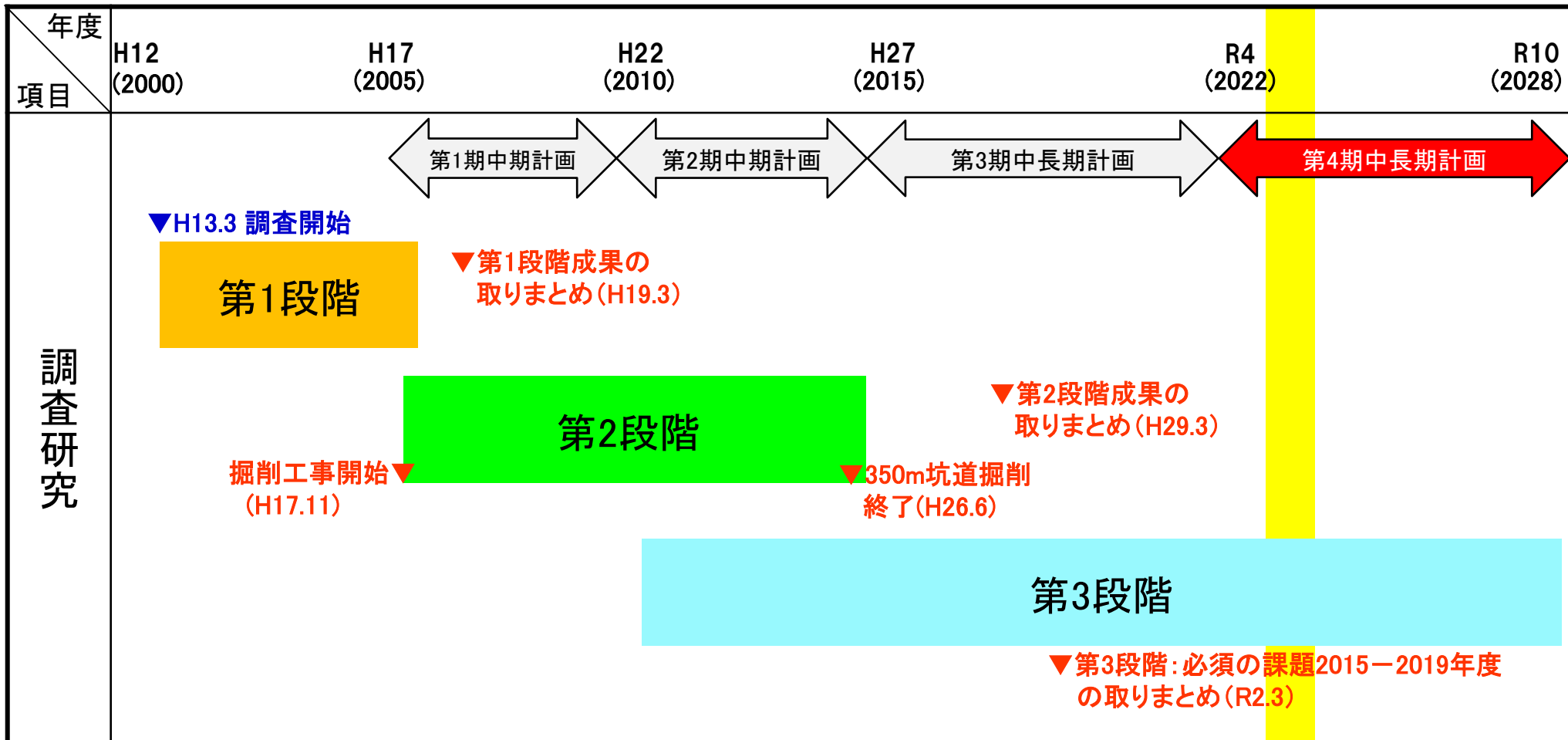
塩水系

軟岩



【地下施設イメージ図】

幌延深地層研究計画スケジュール



第1段階：地上からの調査研究段階

第2段階：坑道掘削（地下施設建設）時の調査研究段階

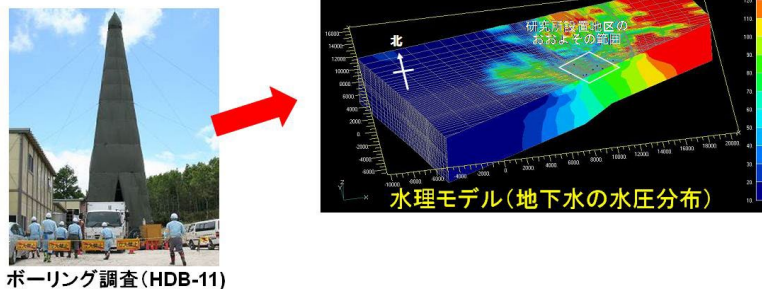
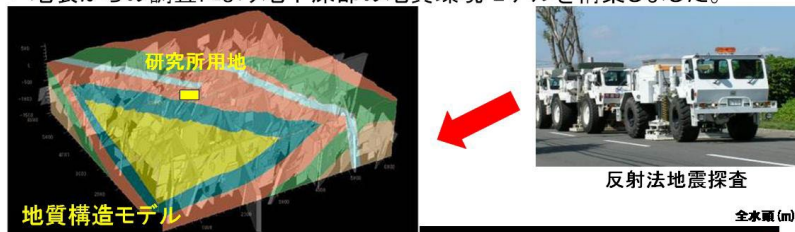
第3段階：地下施設での調査研究段階

※ 令和2年1月に「令和2年度以降の幌延深地層研究計画」を策定し、令和2年度以降、第3期及び第4期中長期計画期間の9年間、研究に取り組んでいくこととしています。

3つの段階の研究開発

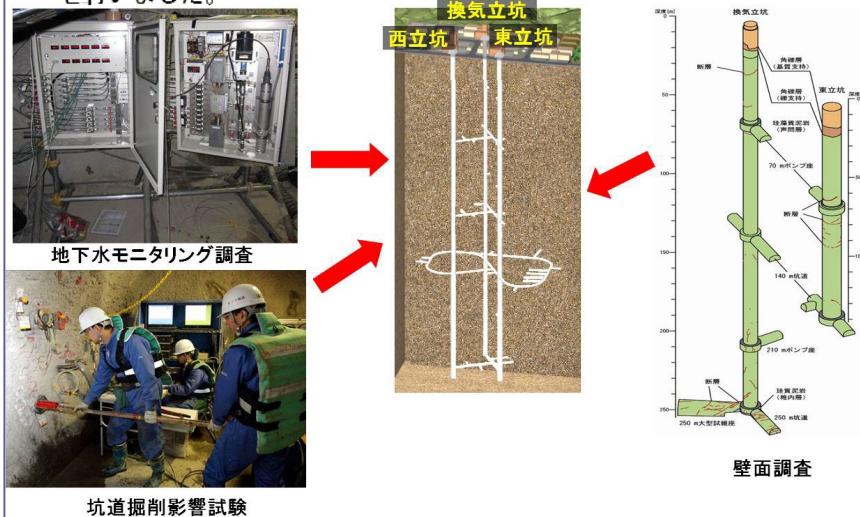
第1段階：地上からの調査研究

- 地表からの調査により地下深部の地質環境モデルを構築しました。



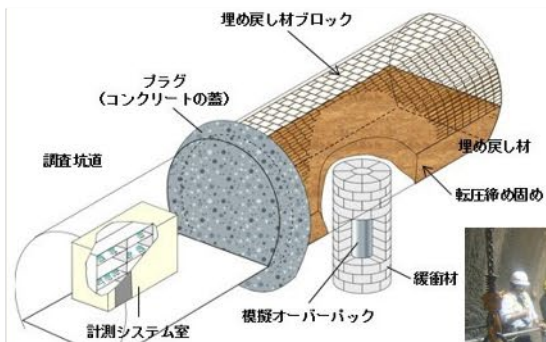
第2段階：坑道掘削時の調査研究

- 地下施設を建設しながら第1段階の予測の検証と工学技術の有効性の確認を行いました。



第3段階：地下施設での調査研究

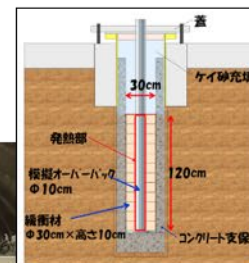
- 地下施設において地層処分システムの性能確認や物質移動に関する研究を行います。



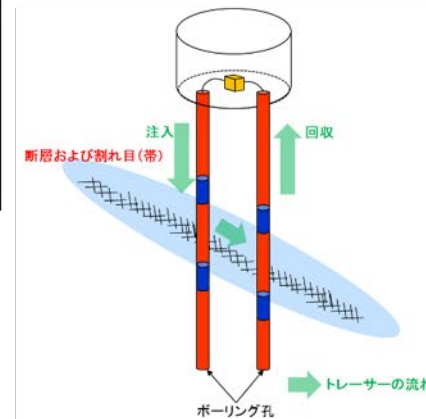
人工バリア性能確認試験



オーバーパック腐食試験



原位置トレーサー試験



「研究の目的」

- 高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する研究開発

地層処分技術とは、

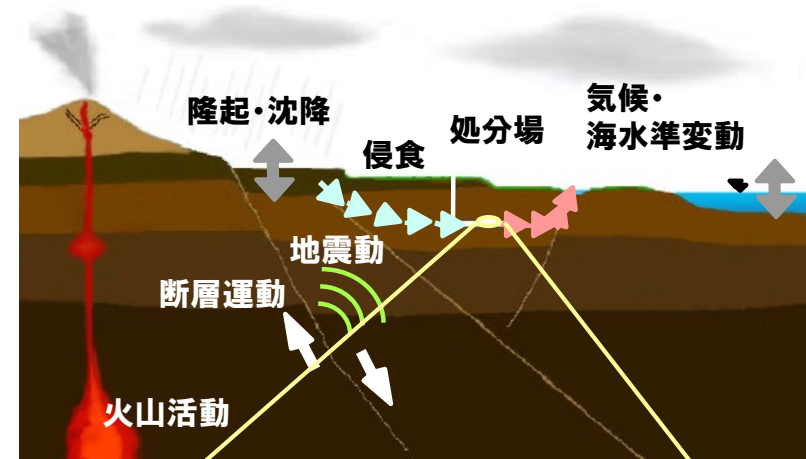
- ✓ 処分事業を進める際に必要な「技術」
 - ✓ 調査、建設、操業、安全審査で使う「技術」
- ⇒ 調査機器、分析手法、調査・試験方法、解析手法、予測手法、評価手法 など

研究開発とは、

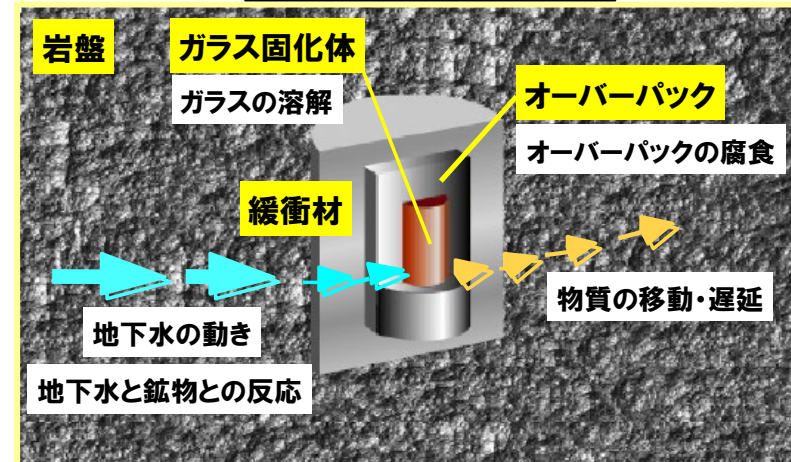
- ⇒ 高度化、信頼性向上、精度向上、検証、高性能にする、より確かなものにする

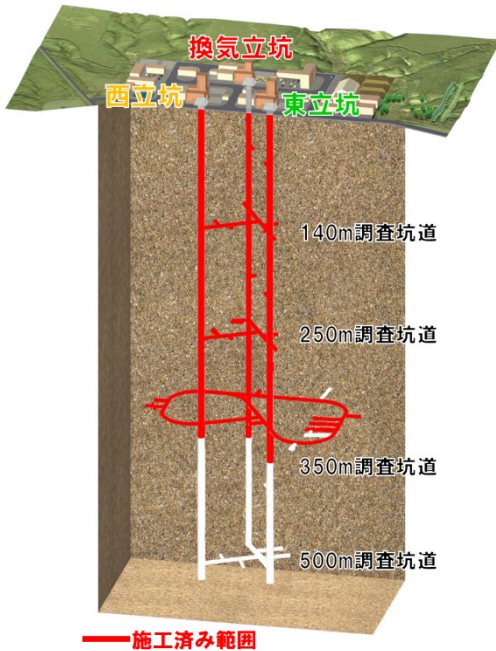
「成果」

- 地層処分の技術基盤の整備。具体的には、幌延深地層研究センターの地下施設において、調査技術やモデル化・解析技術を実際の地質環境に適用して、その有効性が示されること。



人工バリア周辺で生じる現象の概念図





【地下施設イメージ図】

立坑掘削状況

東立坑 : 掘削深度 380.0m
 換気立坑 : 掘削深度 380.0m
 西立坑 : 掘削深度 365.0m

調査坑道掘削状況

深度140m調査坑道 : 掘削長 186.1 m
 深度250m調査坑道 : 掘削長 190.6 m
 深度350m調査坑道 : 掘削長 757.1 m



140m調査坑道 東側第1ボーリング横坑
 (令和4年5月24日撮影)



250m調査坑道 西連絡坑道
 (令和4年12月13日撮影)



350m調査坑道 試験坑道1
 (令和3年11月24日撮影)



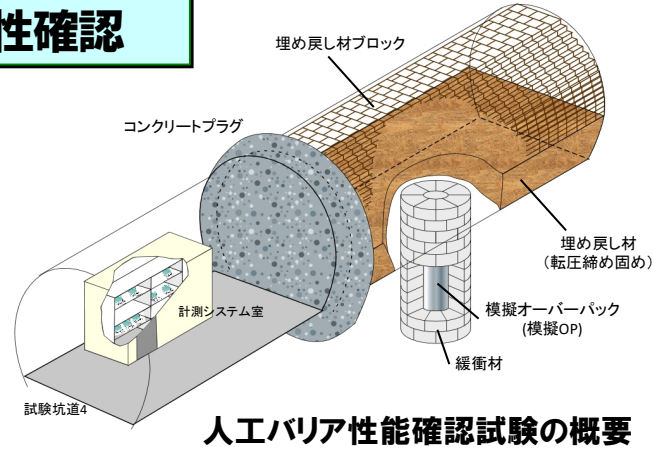
350m調査坑道 東連絡坑道
 (令和4年4月11日撮影)

令和2年度以降の幌延深地層研究計画



①実際の地質環境における人工バリアの適用性確認

- 人工バリア性能確認試験
- 物質移行試験



人工バリア性能確認試験の概要



人工バリア性能確認試験の解体調査のイメージ

②処分概念オプションの実証

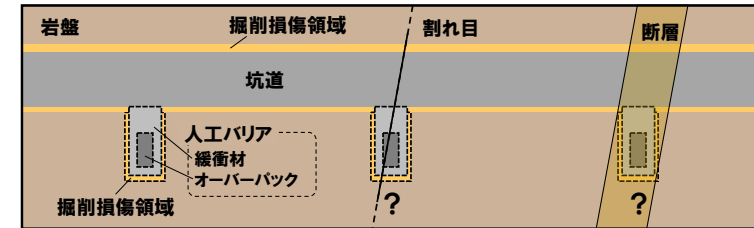
- 人工バリアの定置・品質確認などの方法論に関する実証試験
 - ・ 操業・回収技術等の技術オプションの実証、閉鎖技術の実証
 - ・ 坑道スケール～ピットスケールでの調査・設計・評価技術の体系化
- 高温（100℃以上）等の限界的条件下での人工バリア性能確認試験



閉鎖技術オプションの整理

③地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証

- 水圧擾乱試験などによる緩衝能力の検証・定量化
 - ・ 地殻変動が地層の透水性に与える影響の把握
 - ・ 地下水流れが非常に遅い領域を調査・評価する技術の高度化
- 地殻変動による人工バリアへの影響・回復挙動試験



廃棄体定置決定や間隔設定の考え方の整理

大量湧水への安全対策

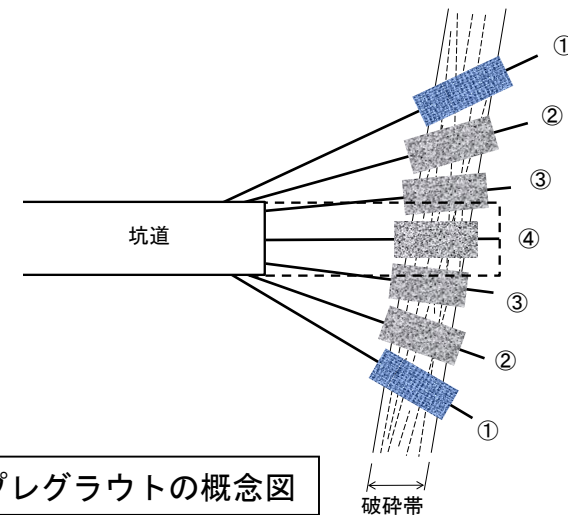
①北るもい漁協との協定に基づく対応（天塩川への放流量は1日当たり最大750m³）

- ・坑内からの排水は、脱ホウ素・脱窒素処理したうえで、天塩川下流に放流（定期的に水質調査）
- ・1日当たりの坑内排水量が750m³を超える可能性がある場合には、超過分の排水を貯水可能設備へ一時貯水したうえで、坑内排水量の減少に応じて放流

②グラウト施工による湧水抑制対策

岩盤に孔をあけ、水みちとなる岩盤の割れ目の中にセメントなどの固化材を圧入・充填することにより、湧水を止める技術

- ・プレグラウト：掘削前の地質調査により大量湧水が予測された場合
- ・ポストグラウト：掘削後に大量の湧水があった場合



メタンガスへの安全対策

①地下坑道の換気

地上の新鮮な空気を強制的に地下に送ることによる換気

②メタンガス濃度による段階的な管理

- ・坑道内に設置したメタンガス検知器によりガス濃度を常時監視し、段階的に管理
- ・点火源にならない機器（防爆仕様）の使用

幌延町における深地層の研究に関する協定書(抜粋)



平成12年11月:科学技術庁原子力局長立会いの下、サイクル機構と北海道及び幌延町との間で「幌延町における深地層の研究に関する協定(三者協定)」を締結

- 第2条: 丙は、研究実施区域に、研究期間中はもとより研究終了後においても、放射性廃棄物を持ち込むことや使用することはしない。
- 第3条: 丙は、深地層の研究所を放射性廃棄物の最終処分を行う実施主体へ譲渡し、又は貸与しない。
- 第4条: 丙は、深地層の研究終了後は、地上の研究施設を閉鎖し、地下施設を埋め戻すものとする。
- 第5条: 丙は、当該研究実施区域を将来とも放射性廃棄物の最終処分場とせず、幌延町に放射性廃棄物の中間貯蔵施設を将来とも設置しない。
- 第6条: 丙は、積極的に情報公開に努めるものとする。
- 第7条: 丙は、計画の内容を変更する場合には、事前に甲及び乙と協議するものとする。

※丙:日本原子力研究開発機構(締結当時は、核燃料サイクル開発機構)



「国際交流施設」(平成21年10月17日開館)
地域への説明会, 国内外の研究機関との会議等を開催



「ゆめ地創館」(平成19年6月30日開館)
地下深部での研究内容を紹介

* 地下施設の工事状況等をリアルタイムでご覧いただけます。



「一般施設見学会」
冬期を除き毎月開催



「サイエンスワンダーランド
わくわく体験教室2022inほろのべ」に出展
(令和4年12月17~18日開催)

ゆめ地創館の来館者数

- 令和2年度... 3,077名
- 令和3年度... 2,701名
- 令和4年度... 4,767名
- 累計... 128,675名 (R5.3月末現在)

主な見学者

- 一般(地域の方々など)
- 自治体関係者
- 電気事業関係者
- 国内外の研究機関及び学会関係者
など

