

# 幌延深地層研究計画の概要

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構  
幌延深地層研究センター

# 原子力機構(JAEA)における研究開発拠点



令和6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



## 青森地区

原子力船「むつ」の原子炉施設の廃止措置や核燃料サイクルへの支援業務を実施



## 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



## 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



## 人形峠地区

ウラン濃縮関連施設及び鉾山施設の廃止措置を実施



## 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

## 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



# 地層処分技術に関する研究開発拠点



## 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

## 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

## 核燃料サイクル工学研究所 (茨城県東海村)



【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



エントリー

地層処分基盤研究施設 (コールド施設)

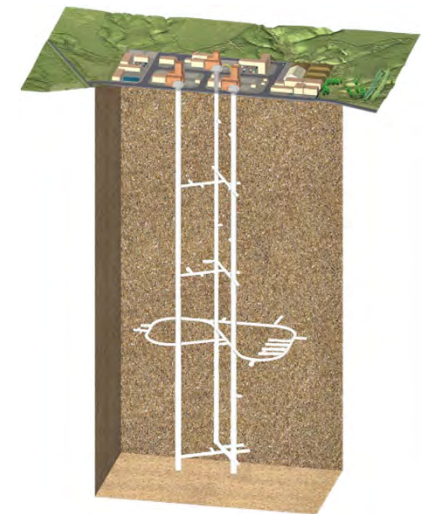


クオリティ

地層処分放射化学研究施設 (ホット施設)



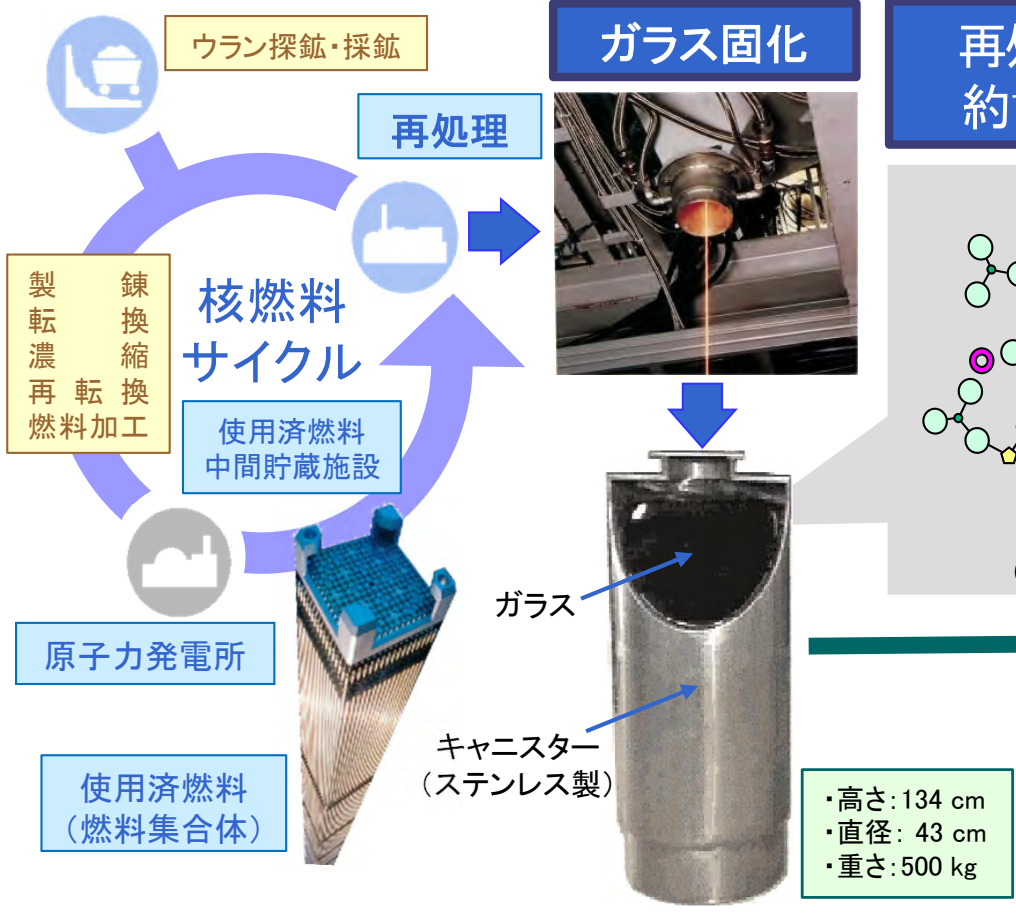
雰囲気制御  
グローブボックス



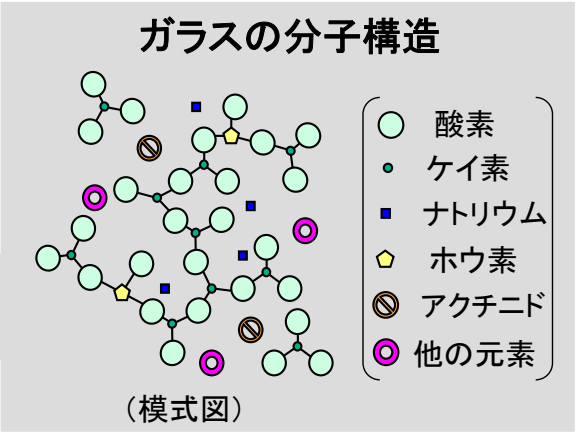
【地下施設イメージ図】



# ガラス固化体(高レベル放射性廃棄物)と発生量



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で熔融したものをステンレス容器に注入・固化

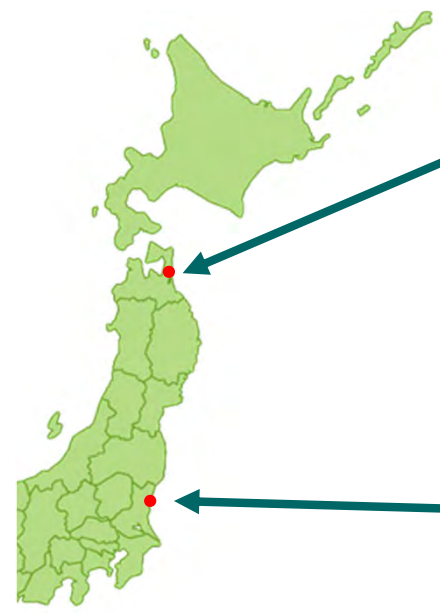


- ・高さ: 134 cm
- ・直径: 43 cm
- ・重さ: 500 kg

**ガラス固化体**  
(高レベル放射性廃棄物)

10万世帯が1年間消費する電力(1世帯1ヶ月で300kWh) = 原子力発電所で使用する燃料1トン = ガラス固化体1本

(100万キロワットの原子炉を1年間運転 ⇒ 約30本)  
原子力発電所に保管されている使用済燃料を全て再処理して、ガラス固化体にしたとすると、既存のガラス固化体と合わせて約2万7千本に相当。(2024年3月末時点)



**ガラス固化体貯蔵保管数**  
**2,530本<sup>①+②</sup>**  
(2024年3月末時点)



出典: 日本原燃(株)ホームページ  
**日本原燃(株) 六ヶ所再処理工場**  
(青森県 六ヶ所村)  
**2,176本<sup>①</sup>**  
(2024年3月末時点)

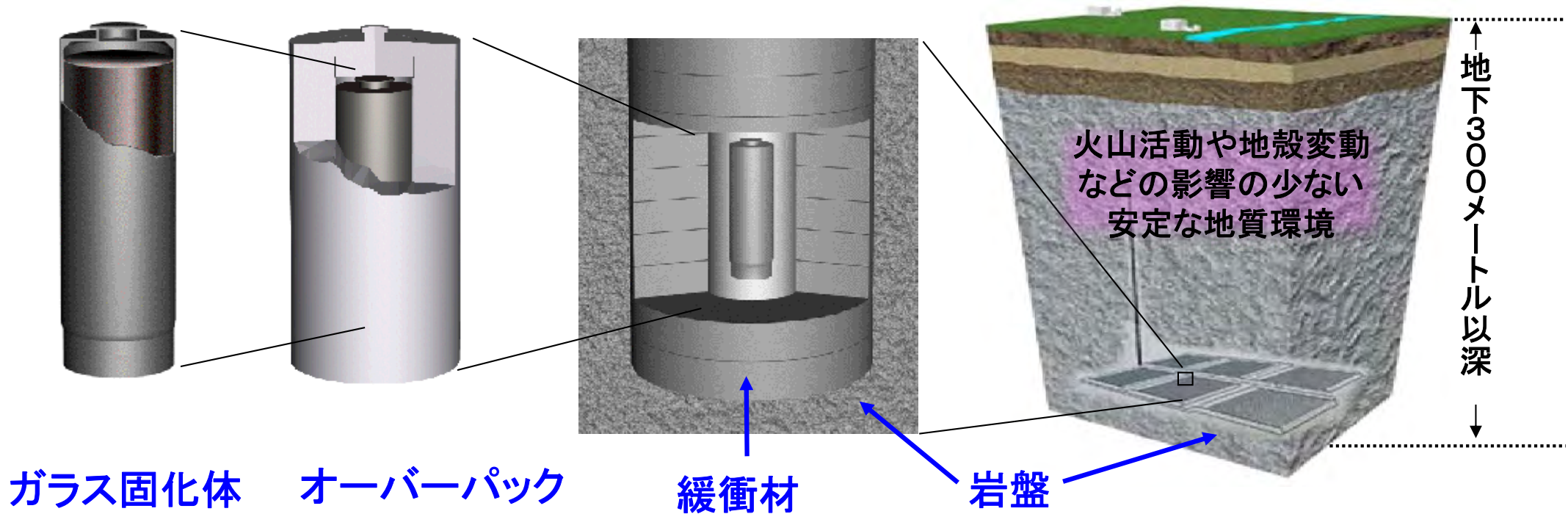


**原子力機構 東海再処理施設**  
(茨城県 東海村)  
**354本<sup>②</sup>**  
(2024年3月末時点)

# 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  
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

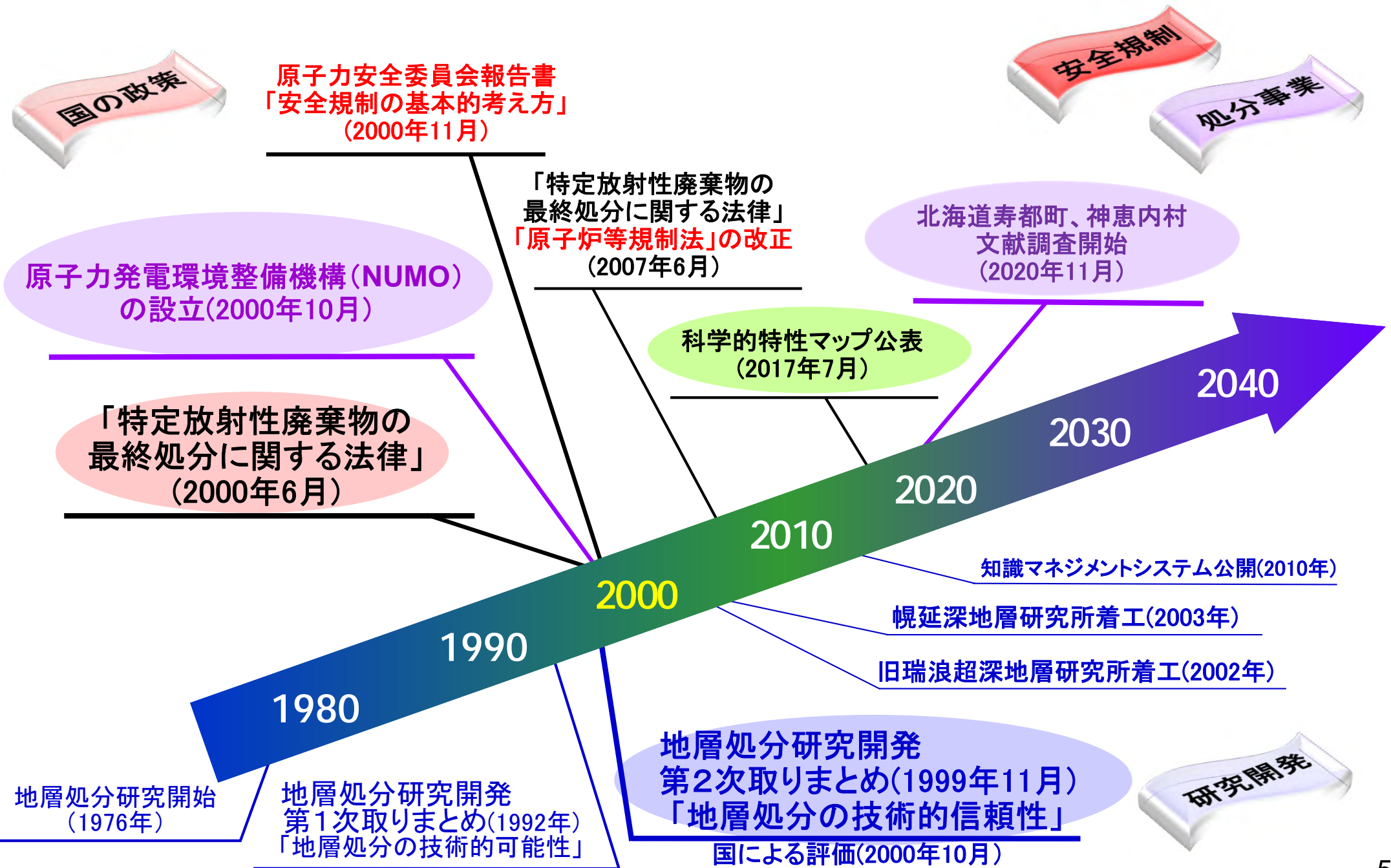
地下深部の環境

- ・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

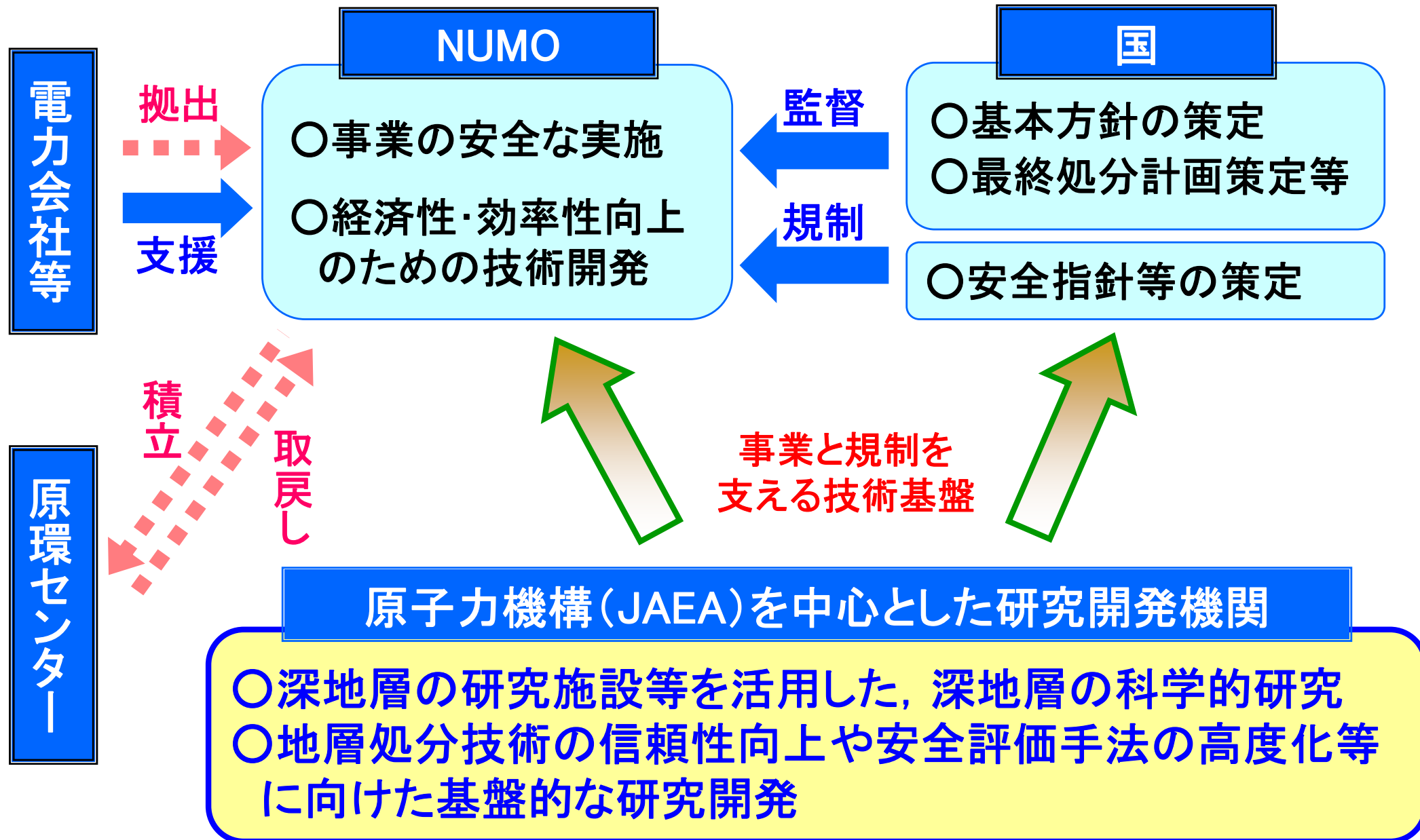
天然バリア

# 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



# 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

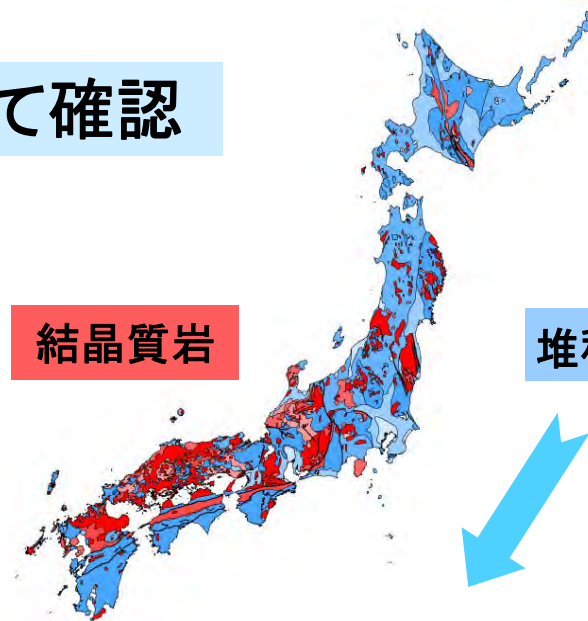
② わが国固有の地質環境の理解

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。

結晶質岩

堆積岩



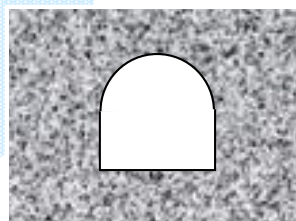
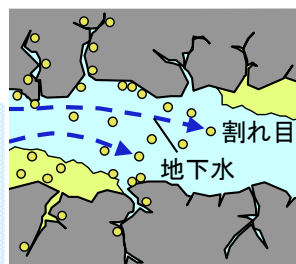
## 旧瑞浪超深地層研究所 (岐阜県瑞浪市)



花崗岩  
(結晶質岩)

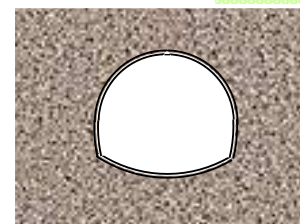
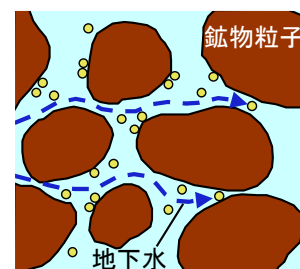
淡水系

硬岩



【地下施設イメージ図】

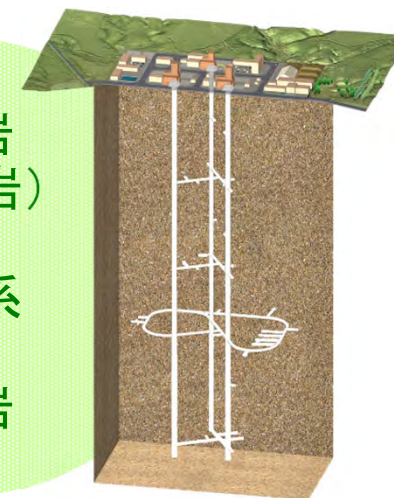
## 幌延深地層研究センター (北海道幌延町)



泥岩  
(堆積岩)

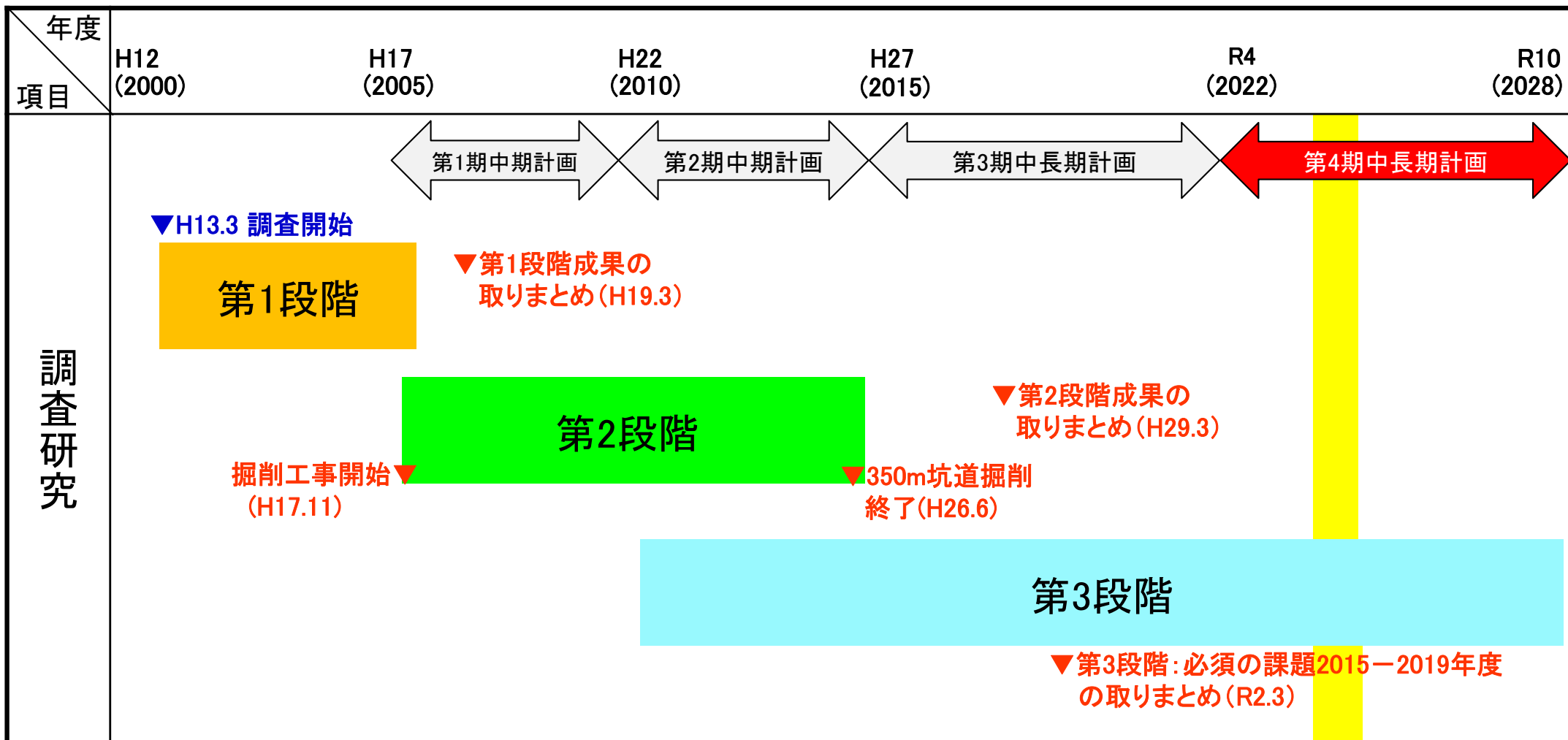
塩水系

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。

研究用地  
地質構造モデル  
反射法地震探査  
全水観 (m)

ボーリング調査 (HDB-11)  
水理モデル (地下水の水圧分布)

## 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。

換気立坑  
西立坑 東立坑  
地下水モニタリング調査  
坑道掘削影響試験

壁面調査

## 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。

埋め戻し材ブロック  
プラグ (コンクリートの蓋)  
埋め戻し材  
調査坑道  
緩衝材  
模擬オーバーバック  
計測システム室  
人工バリア性能確認試験

オーバーパック腐食試験  
30cm  
120cm  
発熱部  
模擬オーバーバック  
φ10cm  
緩衝材  
φ30cm×高さ10cm  
コンクリート実装

原位置トレーサー試験  
注入  
回収  
断層および割れ目(帯)  
トレーサーの流れ  
ボーリング孔



## 「研究の目的」

- 原子力利用をSustainable(持続可能)なものとするために、地層処分事業や規制のための技術基盤を提供するべく、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を行う

地層処分技術とは、

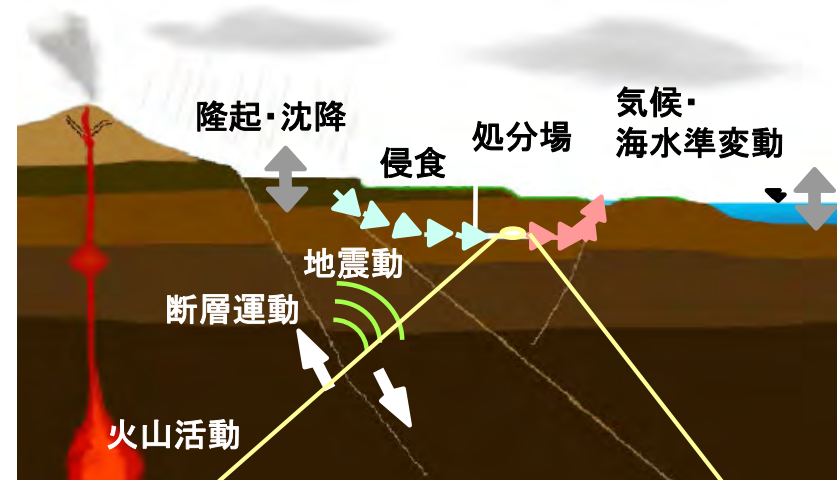
- ✓ 処分事業を進める際に必要な「技術」
  - ✓ 調査、建設、操業、安全審査で使う「技術」
- ⇒ 調査機器、分析手法、調査・試験方法、解析手法、予測手法、評価手法 など

研究開発とは、

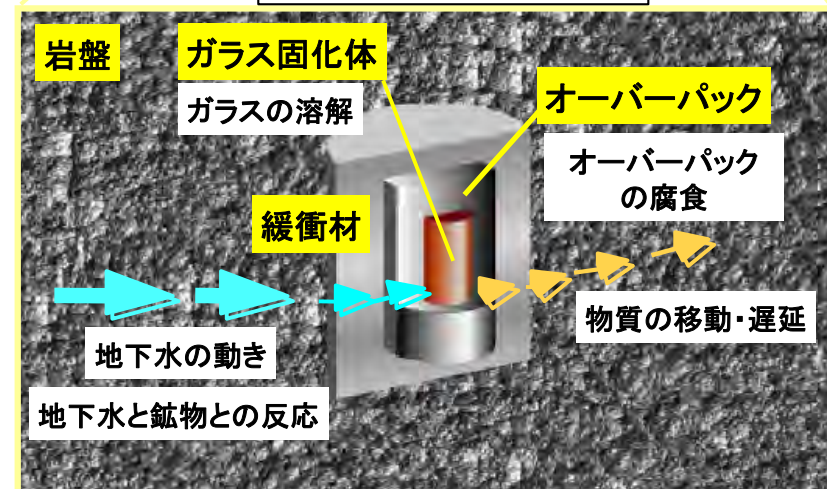
- ⇒ 高度化、信頼性向上、精度向上、検証、高性能にする、より確かなものにする

## 「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。

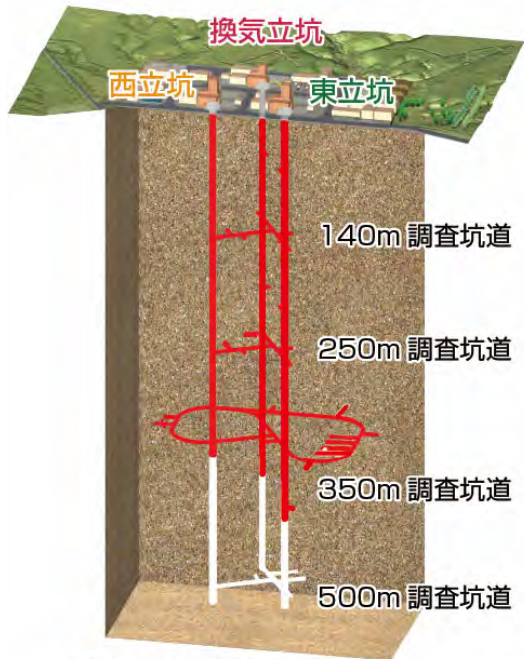


人工バリア周辺で生じる現象の概念図





# 地下施設の建設状況



赤枠：掘削済み範囲  
白枠：掘削工事における整備範囲 令和6年4月25日現在  
【地下施設イメージ図】

令和5年度から掘削工事を再開し、350m調査坑道を拡張するとともに、深度500mに向け順次掘削を開始

掘削工事のスケジュール(令和6年度)

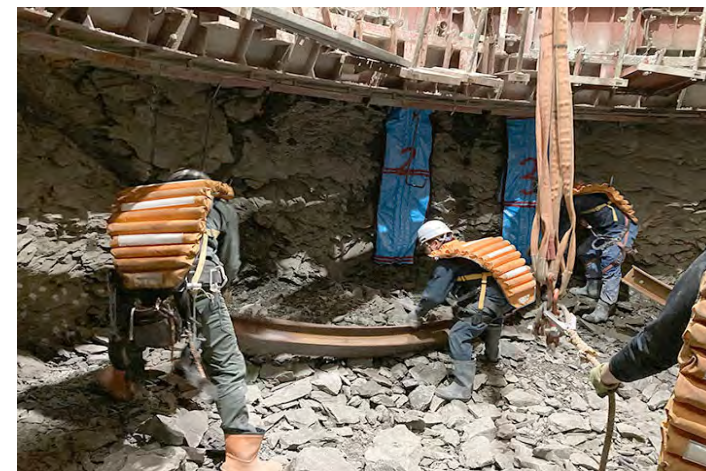
	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期
換気立坑	掘削			
東立坑	掘削			
西立坑	湧水抑制対策			準備 掘削
500m調査坑道			準備 掘削	



換気立坑坑底(396.0m)  
裏面排水材設置作業  
(令和6年4月8日撮影)



西立坑坑底(365.0m)  
湧水抑制対策のボーリング作業  
(令和6年4月17日撮影)



東立坑坑底(433.0m)  
鋼製支保搬入作業  
(令和6年4月19日撮影)

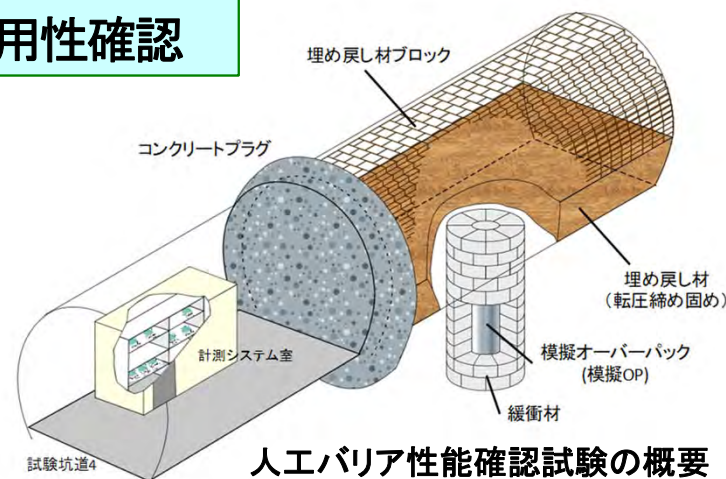


# 令和2年度以降の幌延深地層研究計画



## 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

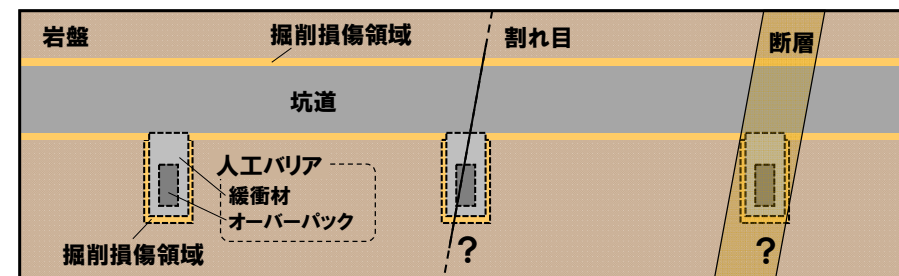


閉鎖技術オプションの整理



## 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



## 【前提】

- 「令和2年度以降の幌延深地層研究計画」に沿って、令和10年度末までを限度として実施
- 「幌延町における深地層の研究に関する協定書」の遵守を大前提として実施

## 【目的】

- 実際の深地層での研究開発を、多国間で協力しながら推進
- 日本のみならず、参加国における先進的な安全評価技術や工学技術に関わる研究成果を最大化
- それを通して、次世代を担う国内外の技術者や研究者を育成



## 【実施内容】

- **タスクA: 物質移行試験**  
(堆積岩中の三次元物質移行モデルの開発)
- **タスクB: 処分技術の実証と体系化**  
(処分概念オプションを確立するための技術開発)
- **タスクC: 実規模の人工バリアシステム解体試験**  
(実際の地質環境における人工バリアの適用性確認)



タスクAに関する現地会合における現場確認の状況  
(250m西立坑側第1ボーリング横坑)

## 【参加機関】 ※原子力機構以外の参加機関

- ◆ドイツ連邦放射性廃棄物機関 (BGE)
- ◆英国地質調査所 (BGS)
- ◆オーストラリア連邦科学産業研究機構 (CSIRO)
- ◆台湾工業技術研究院 (ITRI)
- ◆韓国原子力研究所 (KAERI)
- ◆ルーマニア原子力テクノロジー国営会社 (RATEN)
- ◆ブルガリア国営放射性廃棄物会社 (SERAW)
- ◆電力中央研究所 (CRIEPI)
- ◆原子力発電環境整備機構 (NUMO)
- ◆原子力環境整備・資金管理センター (RWMC)

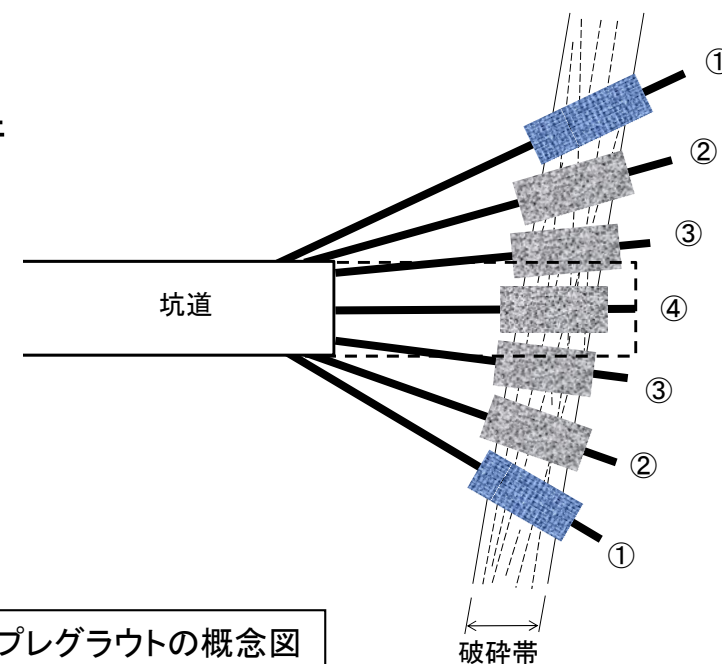
## 大量湧水への安全対策

### 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750m<sup>3</sup>)

- ・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750m<sup>3</sup>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



「おもしろ科学館2023 inほろのべ」に出展  
(令和5年7月22日～23日開催)

## ゆめ地創館の来館者数

- 令和4年度・・・ 4,767名
- 令和5年度・・・ 6,479名
- 令和6年度・・・ 254名
- 累計・・・ 135,408名 (R6.4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

# 研究成果の公表・普及への取り組み

## 成果報告書

全体の成果・進展の概要を年度毎に成果報告書として公表



「令和6年度調査研究計画」  
（住民報告会）  
（国際交流施設 令和6年4月11日）



「令和6年度調査研究計画」  
（札幌説明会）  
（北農健保会館 令和6年4月18日）



「令和4年度調査研究成果」  
（稚内記者会への説明）  
（稚内市役所 令和5年9月14日）

【住民説明会・札幌説明会はライブ配信もあわせて実施】  
JAEA幌延チャンネル(YouTube)



## 研究成果の報道発表

迅速な減速の過程から減速量の減少速度も支配するメカニズムを解明

【発表のポイント】

- 減速開始時に発生する減速量の減少速度は、減速開始時の減速量に依存していることが、減速開始時の減速量と減速開始時の減速速度の関係を明らかにした。
- 減速開始時の減速量の減少速度は、減速開始時の減速量に依存していることが、減速開始時の減速量と減速開始時の減速速度の関係を明らかにした。
- 減速開始時の減速量の減少速度は、減速開始時の減速量に依存していることが、減速開始時の減速量と減速開始時の減速速度の関係を明らかにした。

水みちのつながり方  
一次元的 二次元的 三次元的  
減速量は 時間と共に 減少する

掲載記事: 日刊工業新聞  
令和5年7月13日

年月日 23 07 13 ページ 24 No. 033



掲載記事: 日刊工業新聞  
令和5年7月13日

## 学会等の論文投稿、報告会の開催など

全体の成果・進展を報告・議論する報告会等を開催



METI-NEAワークショップ  
（令和4年11月1日～3日）  
於: 国際交流施設他

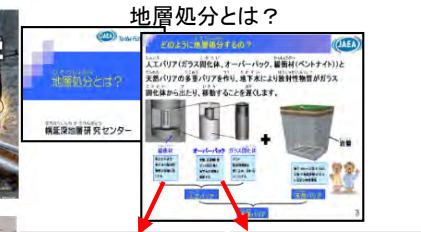


幌延地圏環境研究所との研究交流会  
（令和5年11月13日）  
於: 国際交流施設

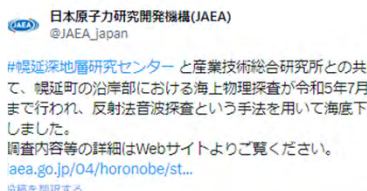


## ホームページでの情報発信

- 幌延深地層研究センター紹介動画の制作・公開
- 地下施設とゆめ地創館の見学を疑似体験できる3Dコンテンツの公開
- 一般の方・小中学生向け資料集のページ新設

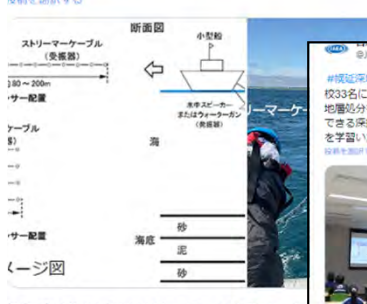


## X(旧ツイッター)での情報発信



## 幌延町広報誌「ほろのべの窓」での研究内容紹介の連載

※2020年7月号から連載を開始



午後6時33分・29年 2023月 <> 日・1,146 表示モード



- 昭和59年7月：幌延町議会が「貯蔵工学センター」の誘致を決議
- 平成2年7月：道議会にて設置反対を決議
- 平成10年12月：サイクル機構より北海道知事及び幌延町長に対し「幌延町における深地層の研究について」申し入れ。
- 平成12年5月：幌延町は「深地層の研究の推進に関する条例」を制定。
- 平成12年10月：北海道議会第3回定例議会において知事が受け入れを表明。同議会において、「北海道における特定放射性廃棄物に関する条例」を可決。
- 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。」
- 平成13年4月1日：幌延深地層研究センター設置。

平成12年10月24日 条例第120号

北海道は、豊かで優れた自然環境に恵まれた地域であり、この自然の恵みの下に、北国らしい生活を営み、個性ある文化を育んできた。

一方、発電用原子炉の運転に伴って生じた使用済燃料の再処理後に生ずる特定放射性廃棄物は、長期間にわたり人間環境から隔離する必要がある。現時点では、その処分方法の信頼性向上に積極的に取り組んでいるが、処分方法が十分確立されておらず、その試験研究の一層の推進が求められており、その処分方法の試験研究を進める必要がある。

私たちは、健康で文化的な生活を営むため、現在と将来の世代が共有する限りある環境を、将来に引き継ぐ責務を有しており、こうした状況の下では、特定放射性廃棄物の持込みは慎重に対処すべきであり、受け入れ難いことを宣言する。

平成12年5月11日 条例第25号

(目的)

**第1条** この条例は、わが国のエネルギー政策の推進に協力するために、深地層の研究に対する本町の基本方針を定め、地域の振興を図ることを目的とする。

(基本方針)

**第2条** 幌延町は、核燃料サイクル開発機構(以下「サイクル機構」という。)から立地の申し入れを受けた深地層の研究施設について、原子力政策の推進と地域の振興に資することから、これを受け入れるものとする。

2 幌延町は、深地層の研究を円滑に推進するために、研究の期間中及び終了後において、町内に放射性廃棄物の持ち込みは認めないものとする。

3 幌延町は、深地層の研究施設の設置にあたり、国、北海道及びサイクル機構に対して、地域の振興に資する施策が積極的に実施されることを要望するものとする。

(基本方針の通知)

**第3条** 幌延町は、第1条の目的達成のため、前条に定める基本方針を国、北海道及びサイクル機構等に通知するものとする。



## 地下は地表より地震の揺れが小さく影響が少ない

### ○ 地下の揺れは？

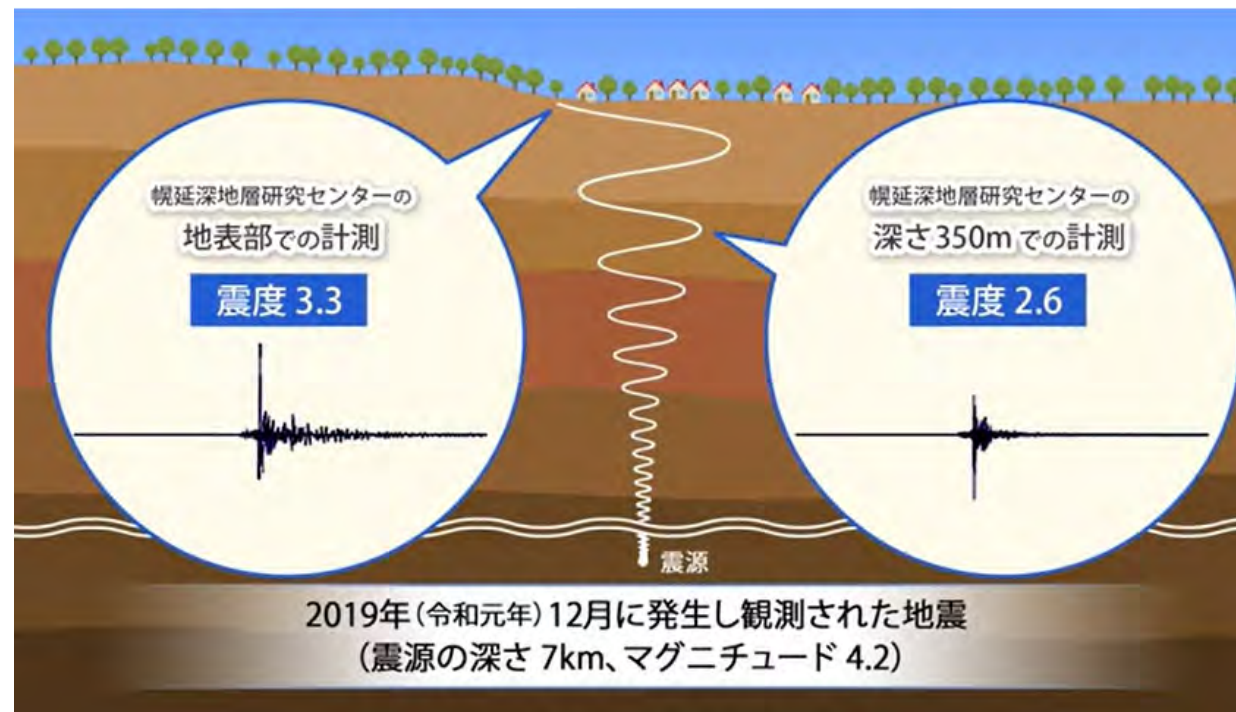
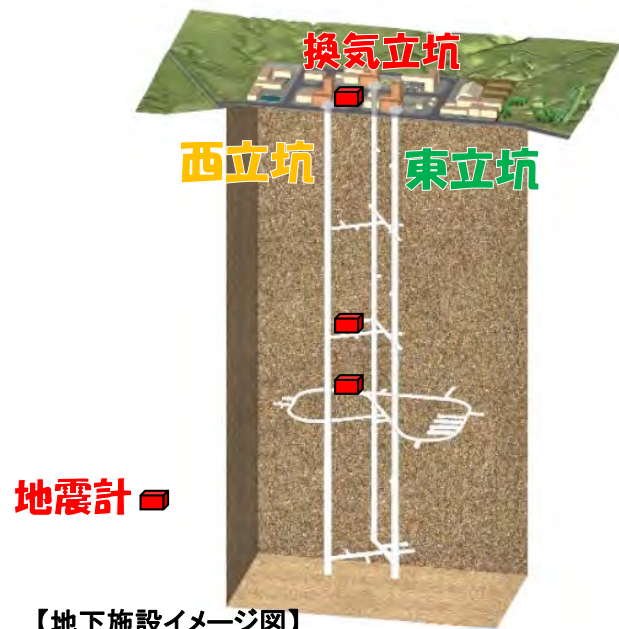
- ・地表の1/3～1/5と小さい
- ・幌延の観測結果でも確認

### ○ 処分場を閉鎖した後は？

- ・岩盤と人工バリアと一緒に揺れる
- ・破壊される可能性は非常に低い

### ○ 幌延深地層研究センターでは？

- ・地表と地下施設に地震計を設置・観測
- ・地下施設の耐震安定性評価の信頼性向上



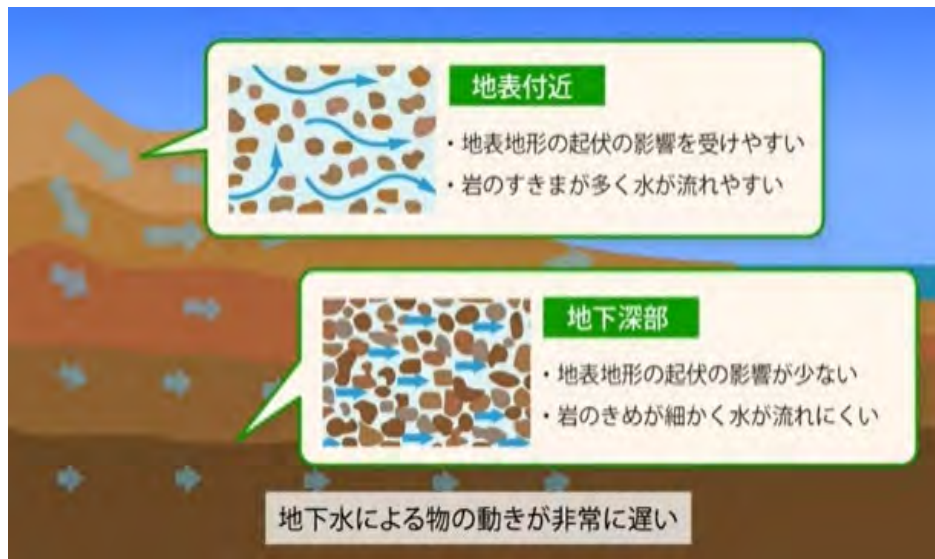
地震計による観測結果(波形データ)

## 地下施設は十分な耐震安全性を確保

### ○ 宗谷地方での地震で地下施設は？

- ・宗谷丘陵の西側にサロベツ断層帯が存在、そこで地震が発生すると震度6弱程度と想定
- ・幌延深地層研究センターの地下施設に与える影響を評価、十分な耐震安全性を確保

地層処分の対象となる**深度300mより深いところでは、地下水の流れが非常に遅い**ことが知られています。地層処分の長期安全性を評価するためには、放射性物質が地下水の流れに乗って移動することを想定し、**地下での地下水の流れを把握することが重要**となります。



幌延深地層研究センターでは、

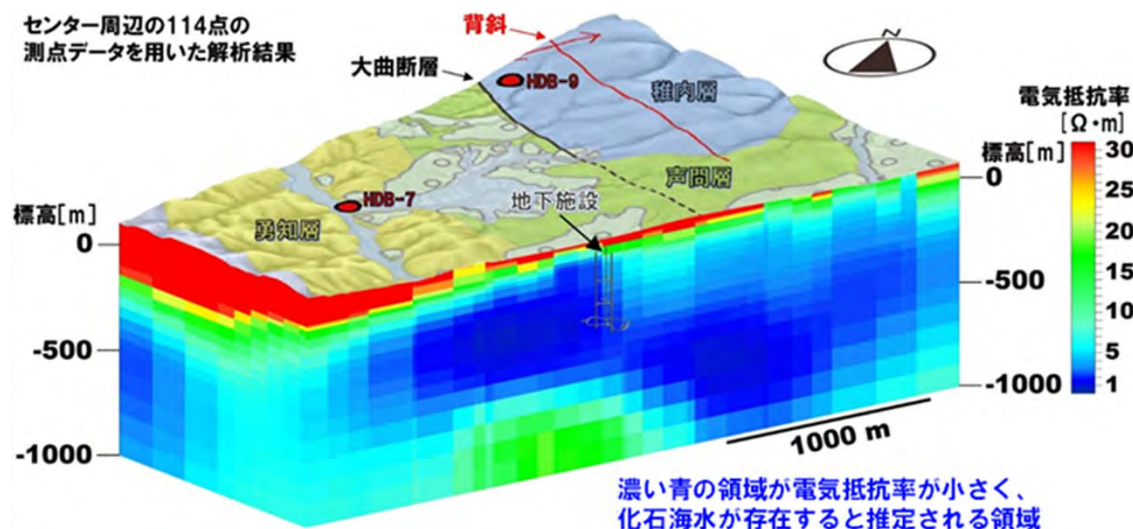
- 地下深部の地下水の性質・起源・年代を調べる方法の研究
- 地下水の流れが遅い場所を把握するための研究

などを行っています。

地表付近と地下深部での地下水の流れイメージ図



化石海水（100万年より古い地下水）



電磁探査によりセンター周辺における電気抵抗率を測定し、化石海水の三次元分布を推定



- 処分場の選定プロセスは「法律」によって定められています。  
「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律(平成12年法律第117号)」
- 幌延深地層研究センターでは、処分場の選定プロセスにおける概要調査と精密調査で用いられる技術について、信頼性の向上を図るという目的のために研究を行っています。
- 「幌延深地層研究センターがなし崩し的に処分場になるのではないか」という懸念や不安のご意見がありますが、**法律に基づくプロセスを経ずに処分場とすることはできません。**また、**処分場としないことを定めた三者協定を道および町と締結しています。**



## 文献調査

過去の履歴等  
文献による調査



## 概要調査

ボーリングによる  
調査等



## 精密調査

地下施設での  
調査・試験

