

# 幌延深地層研究計画に関する 令和6年度の成果及び令和7年度の計画

## (1) 令和2年度以降の幌延深地層研究計画の概要

令和7年3月11日

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

# 令和2年度以降の幌延深地層研究計画の概要

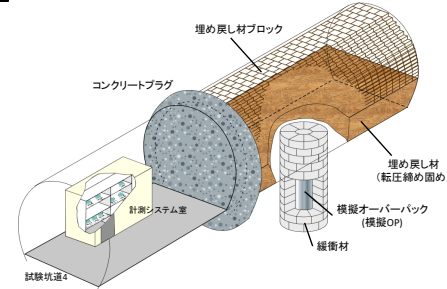
1. 研究計画の工程
2. 施設整備の状況
3. 原位置試験の実施場所と状況
4. 体系化の研究の全体像
5. 地層処分システムの変遷と研究課題の関係
6. HIPの全体状況
7. 個別課題の成果と計画  
(人工バリア性能確認試験)

# 令和2年度以降の計画の概要

## 1. 実際の地質環境における人工バリアの適用性確認

1.1 人工バリア性能確認試験 

1.2 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

2.1 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

2.1.1 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 

2.1.2 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 

2.2 高温度(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

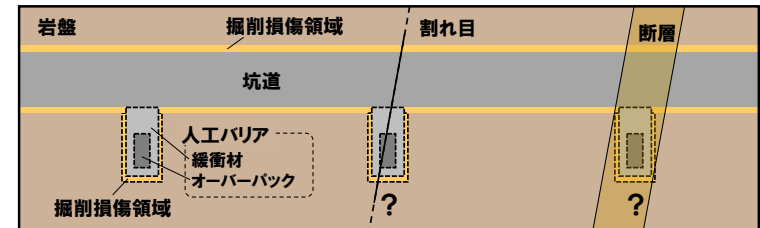
## 3. 地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証

3.1 水圧擾乱試験などによる緩衝能力の検証・定量化

3.1.1 地殻変動が地層の透水性に与える影響の把握



3.1.2 地下水の流れが非常に遅い領域を調査・評価する技術の高度化

3.2 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

# 1. 研究計画の工程

		第3期		第4期中長期目標期間						
		R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
<b>1. 実際の地質環境における人工バリアの適用性確認</b>										
1.1 人工バリア性能確認試験										
1.2 物質移行試験										
<b>2. 処分概念オプションの実証</b>										
2.1 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										
2.1.1 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										
2.1.2 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										
2.2 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										
<b>3. 地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証</b>										
3.1 水圧擾乱試験などによる緩衝能力の検証・定量化										
3.1.1 地殻変動が地層の透水性に与える影響の把握										
3.1.2 地下水の流れが非常に遅い領域を調査・評価する技術の高度化										
3.2 地殻変動による人工バリアへの影響・回復挙動試験										

4つの課題  
①～④

本資料は現段階で想定するスケジュールであり、年度ごとに得られた研究成果を評価し見直していきます。

 個別の要素技術の課題については、期間の前半で実施し、後半は体系化して取り組む課題(2.1.2)に統合して実施する。  
 2.1.2を実施する中で、情報の不足等があった場合に追加で試験や解析を実施する。

## 令和6年度における研究実施の留意点:

① 令和6年度の個別研究課題の成果取りまとめ

**赤字はR6年度取りまとめの対象課題**

② 令和6年度以降の体系化研究の計画の具体化と着実な実施

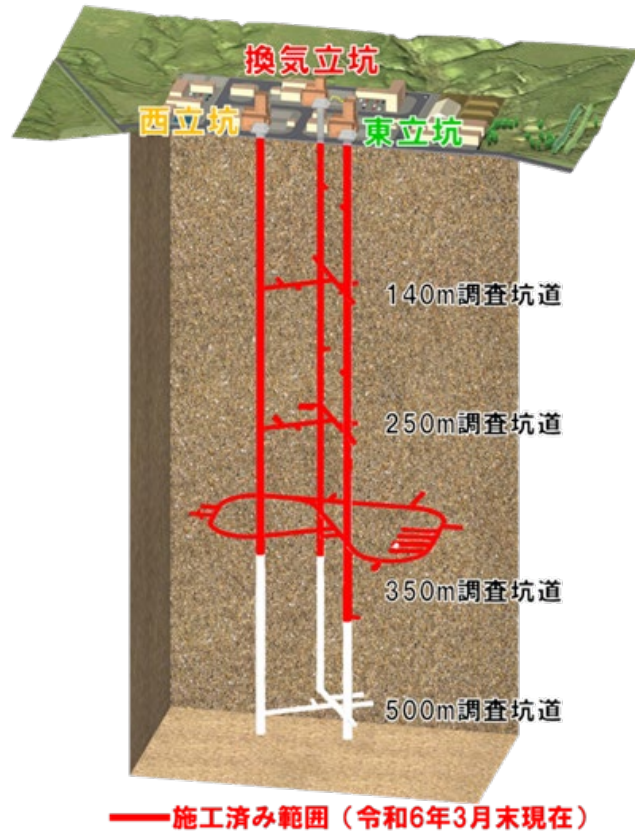
③ 幌延国際共同プロジェクト(HIP)の着実な実施とフェーズ1の成果まとめ

# 2. 施設整備の状況

## 【令和6年度の計画】

### 掘削工事

- 換気立坑、東立坑の掘削継続
- 西立坑の掘削開始
- 深度500m調査坑道の掘削開始



	令和5年度	令和6年度	令和7年度
350m調査坑道	■		
換気立坑		■	
東立坑	■	■	
西立坑			■
500m調査坑道		■	■

■ 令和5年8月公表の工程

■ 実績及び更新後の工程(令和6年3月公表)

※段取りや設備等の準備期間を含む(湧水抑制対策は含まない)

※本工程は、今後も現場の進捗等に応じて適宜見直しを行う

### 掘削に関する調査研究(令和6年度)

- コンクリート応力測定
- 立坑ウォーターリングにおける湧水量測定
- 湧水の採水・分析
- 底盤観察
- 500m調査坑道先行ボーリング調査

## 2. 施設整備の状況

### 施設整備の状況 (令和7年2月27日現在)

東立坑(R5.9.29掘削開始):深度500mまでの掘削を完了  
換気立坑(R6.2.12掘削開始):深度500mまでの掘削を完了  
西立坑:(R6.9.11掘削開始):深度454m  
深度500m調査坑道(R6.9.17掘削開始):総延長91.9m



東立坑 深度500m到達  
(R6.9.5)



換気立坑 深度500m到達  
(R7.1.22)



西立坑 深度365m掘削開始  
(R6.9.11)



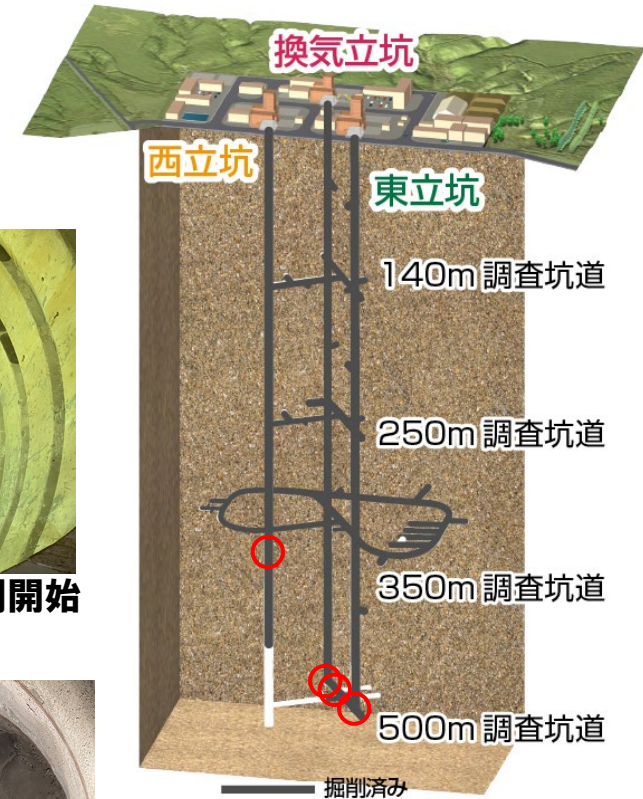
深度500m坑道掘削開始  
(R6.9.17)



深度500m東連絡坑道の掘削  
(R6.12.20)



東連絡坑道の貫通  
(R7.2.18)



【地下施設イメージ図】

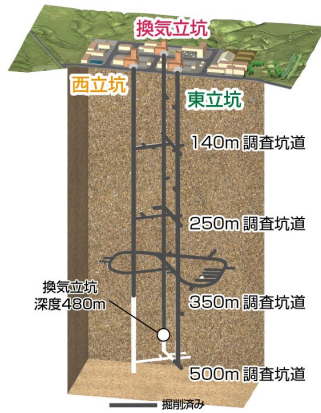
(令和7年2月27日現在)

○：写真撮影場所

## 2. 施設整備の状況

### 掘削に関する調査研究

#### 換気立坑深度480mにおける地質観察

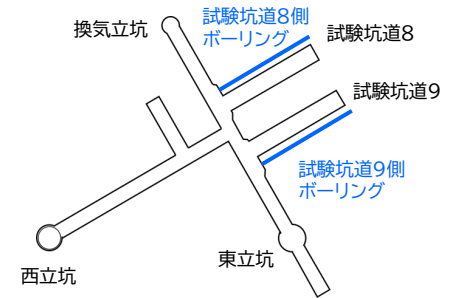


地質観察を実施した位置

(令和6年11月21日時点での掘削済みの範囲)

#### 深度500m調査坑道の先行ボーリング調査

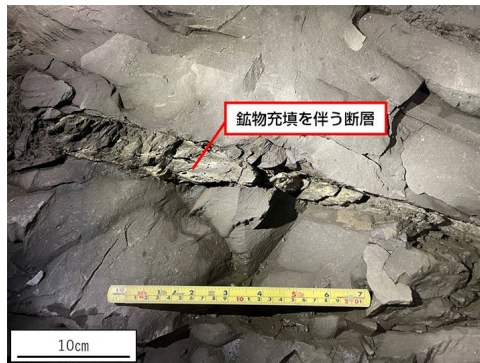
試験坑道8・9の掘削に先立って、坑道周辺の地下水や岩盤の初期状態を把握するためのボーリング調査(コア観察、BTV、検層、透水試験)、水圧モニタリングを実施。



500m調査坑道レイアウト



底盤の地質観察の様子



小規模な断層の一例



先行ボーリング掘削の様子



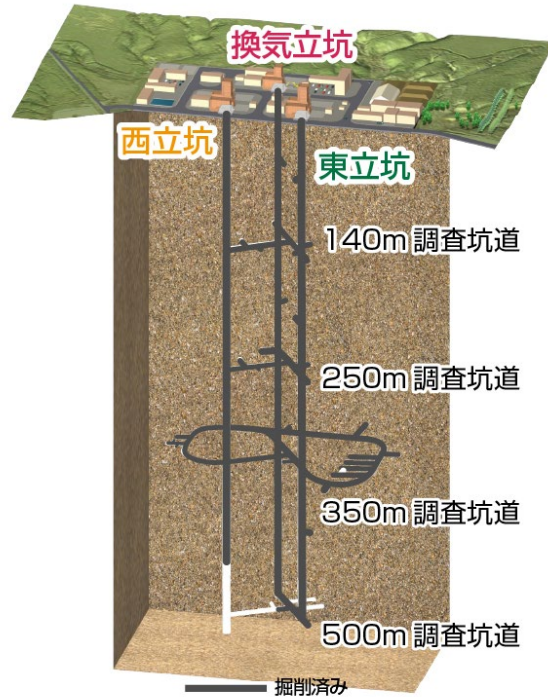
ボーリングコアの確認

# 2. 施設整備の状況

## 【令和7年度の計画】

### 掘削工事

- 西立坑の掘削継続
- 深度500m調査坑道の掘削継続



【地下施設イメージ図】

(令和7年2月27日現在)

### 令和7年度の掘削工事のスケジュール

	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期
西立坑	掘削			
500m調査坑道	掘削			仕上

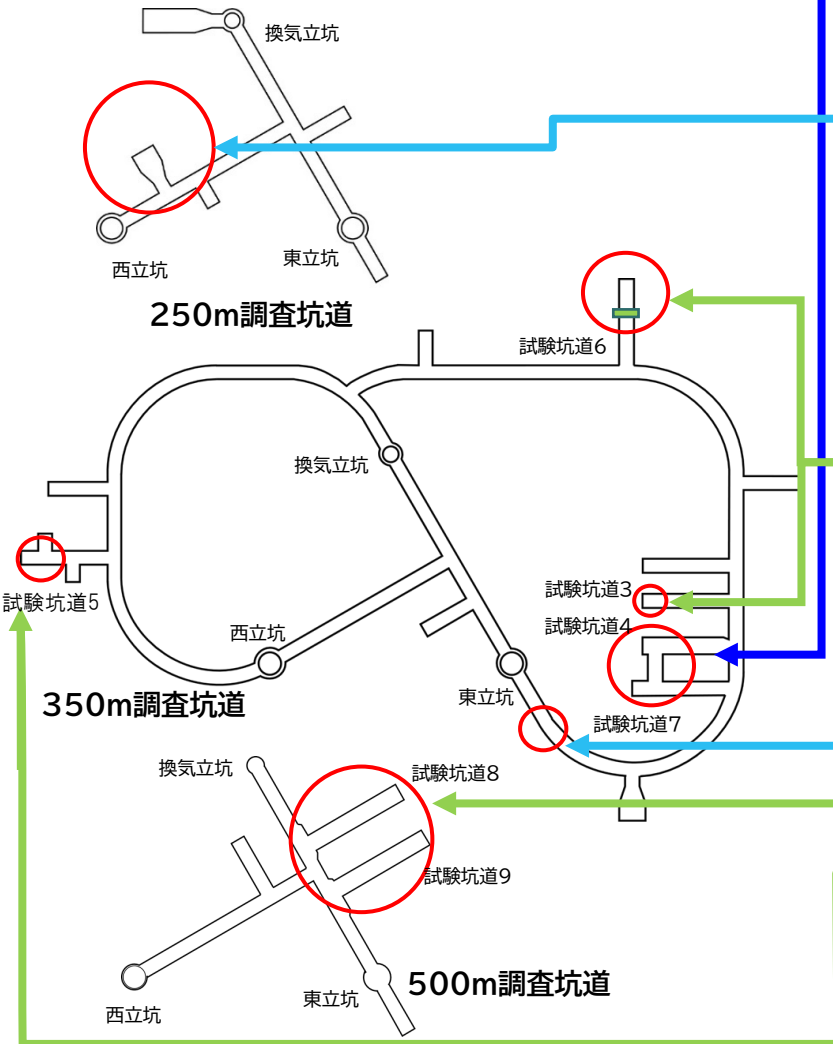
※本工程は、令和7年3月時点で今後のスケジュールを想定したものであり、今後の施工計画策定や工事進捗に応じて変更となる場合があります。

### 掘削に関する調査研究(令和7年度)

- コンクリート応力測定
- 立坑ウォーターリングにおける湧水量測定
- 湧水の採水・分析
- 底盤観察
- 500m試験坑道8・9のボーリング調査

# 3. 原位置試験の実施場所と状況

## 令和2年度以降の課題における 原位置試験の実施予定場所



### ●実際の地質環境における人工バリアの適用性確認に関わる研究

1)人工バリア性能確認試験【実施中、解体調査はR8年度～】  
連成解析技術の信頼性を確認するため、試験坑道4で人工バリアの解体、センサーの較正、分析を実施。



2)物質移行試験【実施中】

ブロックスケールにおける遅延性能評価手法を整備するため、250m調査坑道で物質移行データを取得。／有機物・微生物・コロイドの影響評価手法を整備するため、350m周回坑道で物質移行データを取得。



### ●処分概念オプションの実証に関わる研究

1)閉鎖技術(埋め戻し方法・プラグ等)の実証試験【実施中】  
坑道閉鎖に関わる地下施設及び人工バリアの設計評価技術を体系化するための実証試験を実施。



2)掘削影響試験／初期地圧測定【R6年度から開始】

多接続坑道での湧水抑制対策技術及び処分孔支保技術を整備するために、試験坑道8、9でボーリング調査、物理探査などを実施。坑道スケール～ピットスケールでの調査・設計・評価技術を体系化するため、500m調査坑道で初期地圧測定を実施。



3)高温条件での人工バリア性能確認試験【実施中】

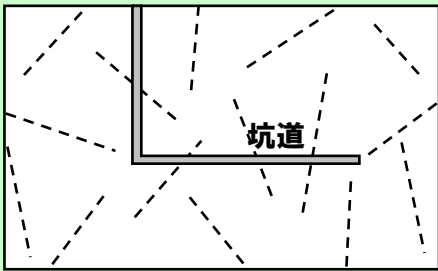
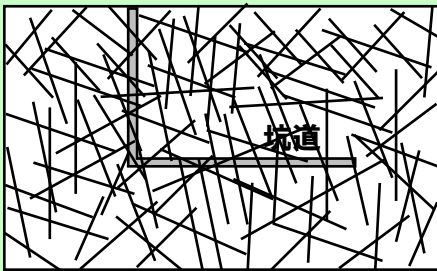
緩衝材の最高温度が100℃を超えた状態での人工バリア性能に関する試験データを整備するため、試験坑道5で原位置加熱試験を実施。

# 4. 体系化の研究の全体像

## 深度500mの地質環境の特徴と研究の意義

深度350mとは性質の異なる深度500mの地層を対象に、坑道を展開して研究に取り組むことで、主に以下の成果が得られ、技術基盤の整備に、より一層貢献可能。

- 高い地圧がかかり坑道の設計・施工上の難易度が高い地質条件下で、処分技術に関わる基盤技術を実証。
- 物質が動きにくい環境で岩盤が有する物質を閉じ込める性能が実証でき、人工バリア等の技術仕様の精緻化。
- 水の流れに大きな影響を及ぼす掘削影響領域を含めた安全評価技術を体系的に実証可能。

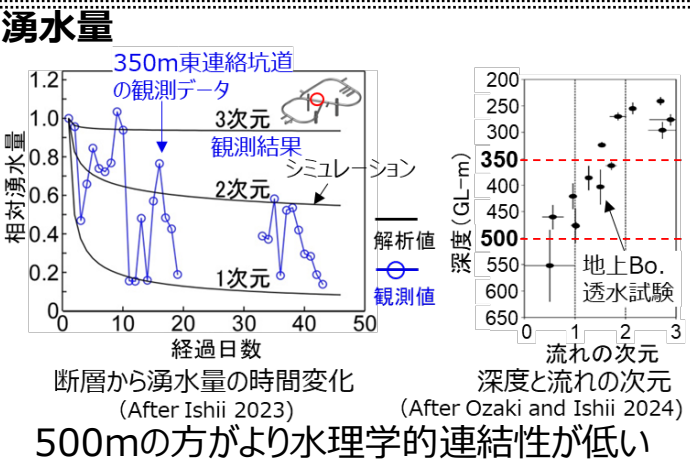
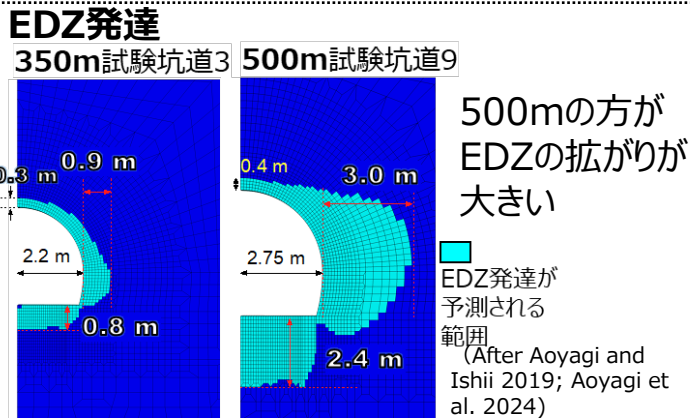
ポイント	深度500m	深度350m
処分技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 岩石強度に対して地圧が大きい</li> <li>• 地下水圧が高い</li> </ul> <p>⇒ 高い地圧がかかり坑道の設計・施工上の難易度が高い地質条件下で、処分技術に関わる基盤技術を実証できる</p> <p>⇒ 海外でも事例が少ない堆積岩の深度500mにおいて処分技術を実証できる</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 岩石強度に対して地圧が小さい</li> <li>• 地下水圧が低い</li> </ul> <p>⇒ 地圧が低く坑道の設計・施工上の難易度が低い地質条件下で、処分技術に関わる基盤技術を実証できる</p>
安全評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 地下水や物質が割れ目内を流れにくい</li> <li>• 岩盤中の割れ目が少なく、坑道の掘削により掘削損傷領域がより広く発達すると考えられる</li> </ul> <p>⇒ 物質が動きにくい環境で、岩盤が有する物質を閉じ込める性能が実証でき、人工バリア等の技術仕様が精緻化できる</p> <p>⇒ 水の流れに大きな影響を及ぼす掘削影響領域も含めた安全評価技術を体系的に実証できる</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 地下水や物質が割れ目内を流れやすい</li> <li>• 岩盤中の割れ目が多く、坑道の掘削による掘削損傷領域の発達度合いは小さい</li> </ul> <p>⇒ 水が流れやすい割れ目が多くつながる領域を対象とした安全評価技術を体系的に実証できる</p>
イメージ図	<p>立坑</p>  <p>坑道</p> <p>----- 水が流れにくい割れ目</p>	<p>立坑</p>  <p>坑道</p> <p>———— 水が流れやすい割れ目</p>

# 4. 体系化の研究の全体像

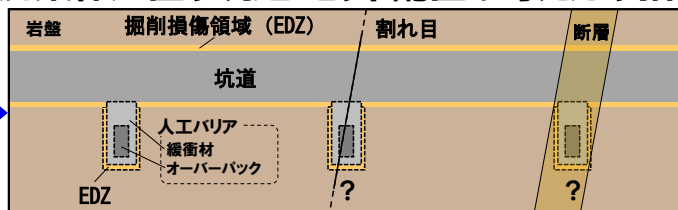
## 坑道～ピットスケールの調査・設計・評価技術の体系化

処分坑道・ピットを配置するための設計概念や指標および関連技術を体系的に整備、最適化

- 実際に坑道を掘削して、地質環境の調査、設計・施工、岩盤力学・水理・物質移動に関わる解析等を実施し、廃棄体設置や坑道・ピットの配置の設定に必要な情報等を整理するなど処分技術を実証

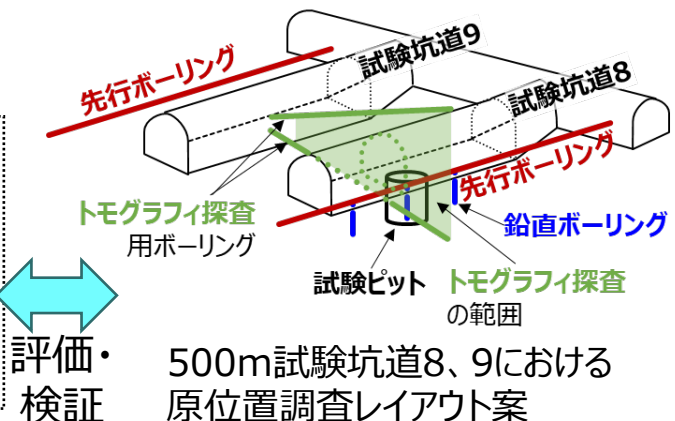
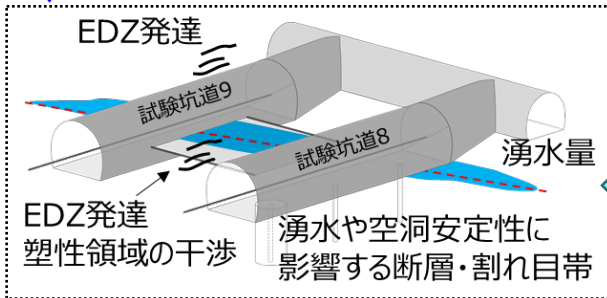


廃棄体定置や坑道・ピット配置の考え方や指標の情報を収集



350m調査坑道で適用性が確認された調査を、350mとは特徴が異なる500m調査坑道に適用し、施工とそれに並行した原位置調査により坑道・ピットの配置を決定する手順を確認

国内外の既存事例やHIPにおいて共有された情報に基づき、着目すべき地質環境特徴(評価項目)を特定



評価・検証

500m試験坑道8、9における原位置調査レイアウト案

地質環境特性に基づく工学的対策(湧水抑制、処分孔支保、緩衝材流出抑制等)の検討

特性の異なる岩盤中の物質移行モデルの構築、地下深部から地上までの物質移行・閉じ込め性能の評価(安全評価技術の適用性評価)

# 4. 体系化の研究の全体像

## 4つの課題の全体計画と令和6年度計画(1)

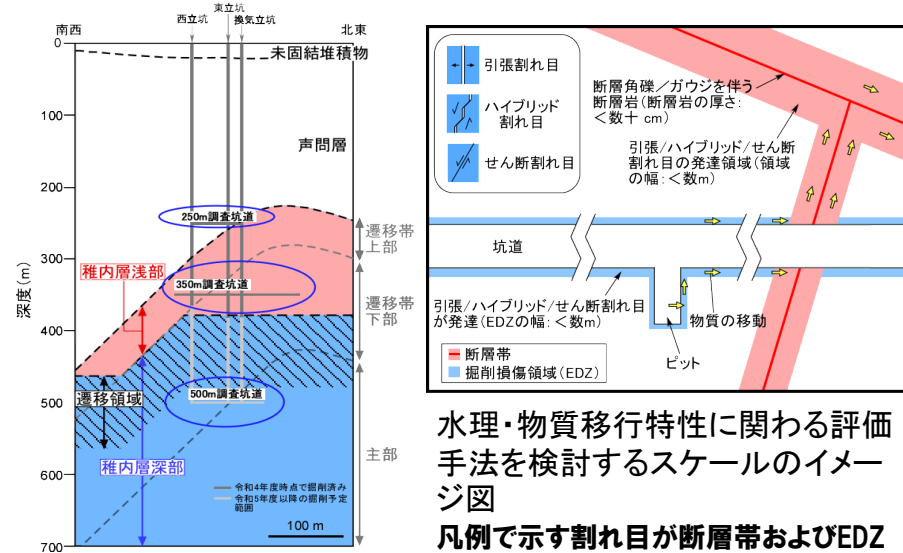
### ➤ 令和6年度調査研究計画で設定した4つの課題の全体計画と令和6年度計画。

#### 課題① 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

水みちの水理特性や物質の移行特性に関する情報に加え、人工バリアや処分坑道の設計(仕様やレイアウトなど)も考慮した物質移行解析を通じ坑道スケール～ピットスケールにおける閉じ込め性能の評価手法を体系的に整理する。

##### 【令和6年度の計画】

- 人工バリアや岩盤の閉じ込め性能に大きく影響を及ぼすピット周辺の水みちの水理特性や物質の移行特性に関わる評価手法などの整理を進める。



水理・物質移行特性に関わる評価手法を検討するスケールのイメージ図

凡例で示す割れ目が断層帯およびEDZ内に発達

#### 課題② 先行ボーリングによる地質環境特性調査ならびに工学的対策を考慮した、地下施設および人工バリアの設計評価技術の体系化

500m調査坑道(試験坑道8および9)において、先行ボーリング調査や物理探査を行い、人工バリアを定置するピットの配置位置や坑道の間隔を設計するために、坑道やピットを掘削する段階に取得する必要がある情報とその情報の取得方法を整理する。また、350m調査坑道の試験坑道6において、実規模スケールの坑道の埋め戻しと止水プラグの施工試験を実施し、埋め戻しと止水プラグの設計から施工に至るまでの一連の技術を確認する。

##### 【令和6年度の計画】

- 500m調査坑道における原位置調査に先立ち、断層や割れ目から坑道などへの湧水量や掘削損傷領域の発達範囲を予測するための解析を行い、原位置調査において取得すべきデータを検討する。試験坑道6周辺の掘削損傷領域の広がりや水理特性を調査するとともに、坑道の埋め戻しと止水プラグの設計を進める。

# 4. 体系化の研究の全体像

## 4つの課題の全体計画と令和6年度計画(2)

### 課題③ 多連接坑道を考慮した湧水抑制対策技術および処分孔支保技術の整備、緩衝材流出・侵入現象評価手法および抑制対策技術の整備

多連接坑道の処分孔に人工バリアを設置する場合を想定し、幌延で得られたデータを用いて、湧水抑制対策、処分孔の支保技術、緩衝材の流出現象を評価/抑制する技術、緩衝材の岩盤への侵入現象を評価/抑制する技術を整備する。

#### 【令和6年度の計画】

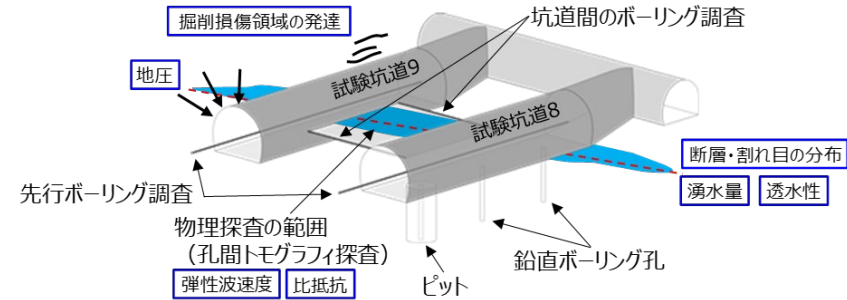
- これまでに得られたデータや深度500mに向けた掘削過程で得られるデータ(右上図)を用いて、多連接坑道を考慮した湧水抑制対策技術や緩衝材の流出現象を評価/抑制する技術について検討を進める。

### 課題④ 廃棄体設置の判断や間隔の設定に必要な情報の整理

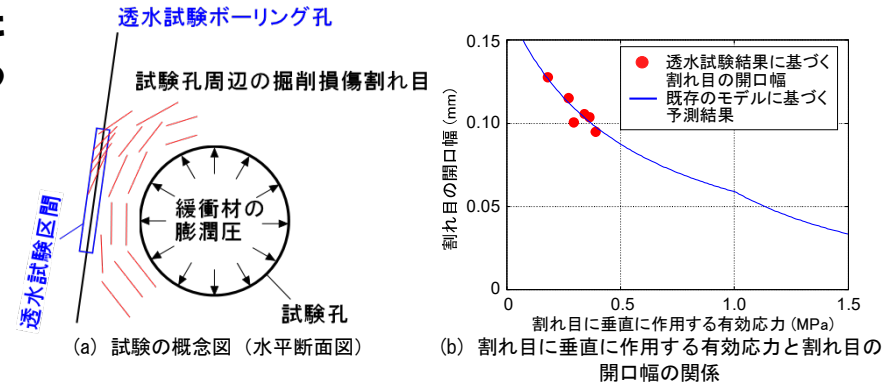
廃棄体設置の判断や間隔の設定に必要な情報(割れ目の湧水量、掘削損傷領域の広がりなど)の調査・評価手法について、実際に幌延で適用した調査・評価手法を体系的に整理する。

#### 【令和6年度の計画】

- 人工バリア性能確認試験の試験孔周辺に発達した掘削損傷割れ目に対して過年度に実施した透水試験の例(右下図)などを用いて、幌延を事例とした、処分孔周辺に存在する割れ目の開きにくさや処分孔周辺の地下水の流れにくさを把握するための調査・評価手法の整理を進める。



500m調査坑道の試験坑道8および試験坑道9における原位置調査のイメージ図



試験孔周辺に発達した掘削損傷割れ目を対象とした透水試験の概念図と割れ目に作用する有効応力と開口幅の関係

# 4. 体系化の研究の全体像

## 4つの課題の役割・成果目標と全体としての成果目標・反映先

### 課題①: 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

- 深度に応じた堆積岩の水理・物質移行特性の違いの実証
- 掘削損傷領域や人工バリア/処分坑道の設計(仕様やレイアウトなど)も考慮した閉じ込め性能の評価手法の整理

物質移行評価  
技術(安全評価)

### 課題②: 先行ボーリングによる地質環境特性調査ならびに工学的対策を考慮した、地下施設および人工バリアの設計評価技術の体系化

- 人工バリアを定置するピットの配置位置や坑道の間隔を設計するための調査・設計・評価の一連の技術の体系化
- 高地圧下での坑道掘削や、実規模スケールでの埋め戻し/止水プラグの設計から施工までの一連の技術の実証

調査・設計・  
施工技術

### 課題③: 多連接坑道を考慮した湧水等抑制対策技術および処分孔支保技術の整備、緩衝材流出・侵入現象評価手法および抑制対策技術の整備

- 複数の坑道やピットを施工する際の湧水抑制対策や支保技術の整備
- 緩衝材の流出現象や岩盤への侵入現象を評価・抑制する技術の整備

各種対策技術

### 課題④: 廃棄体設置の判断や間隔の設定に必要な情報の整理

- 廃棄体設置の判断や間隔の設定に必要なピット周辺の割れ目からの湧水量や掘削損傷領域の広がりなどの調査・評価手法について、他の堆積岩との比較による体系的整理

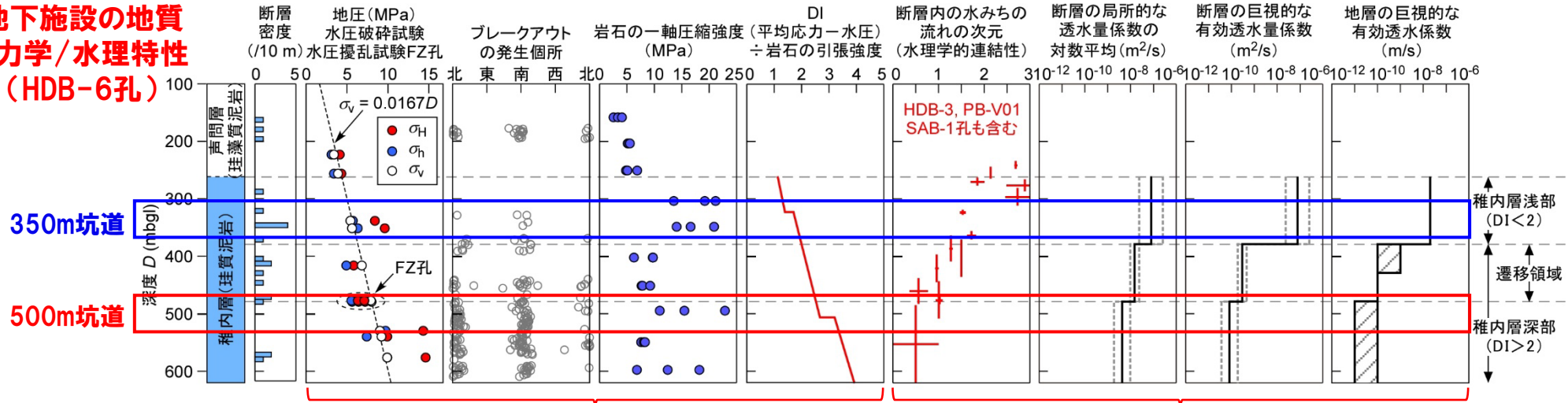
地質環境特性  
の体系化と  
一般化

これまでに構築してきた地質環境調査、工学的対策、モデル化技術の体系的な適用による、坑道やピットの配置に係る考え方、人工バリア材料などの設置方法、それらの閉じ込め性能を評価する手法の体系的な提示【実際の地質環境に適用可能な技術基盤】

# 4. 体系化の研究の全体像

## 350mと500mの地質、力学・水理・地球化学特性の違い

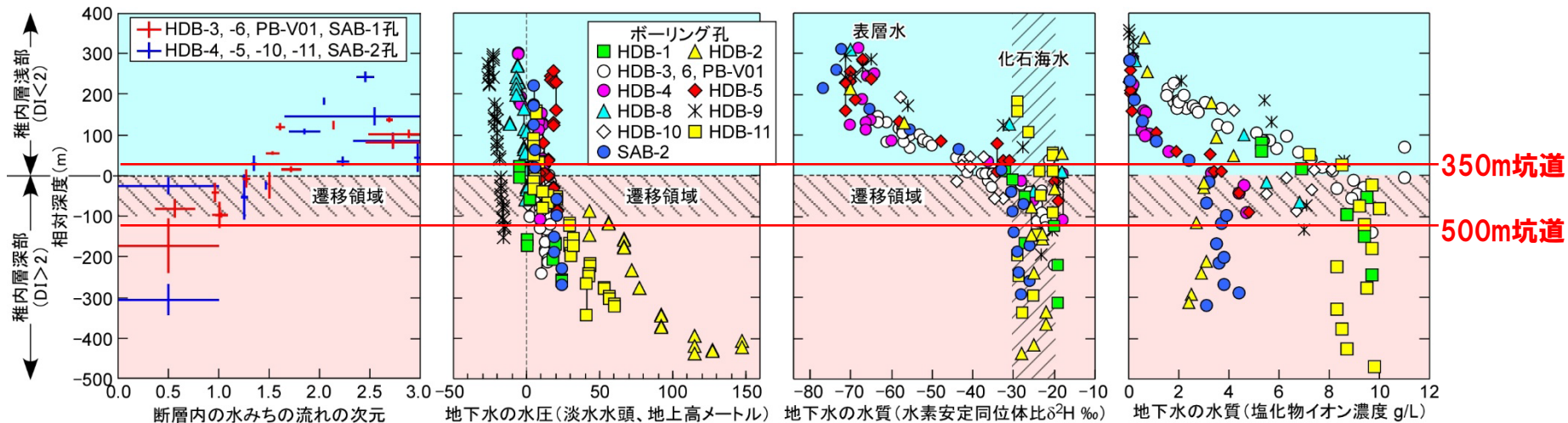
地下施設の地質  
/力学/水理特性  
(HDB-6孔)



500mの方が岩石の強度に対して地圧が大きい

500mの方が地層の透水性が小さい

天野ほか (2012, JAEA-Data/Code 2011-023), Ishii (2018, Water Resour Res), Ishii (2023, Hydrogeol J), Ishii (2024, Rock Mech Rock Eng), Ishii et al. (2025, Hydrogeol J), Ozaki & Ishii (2024, Geenergy)



500m坑道が位置する稚内層深部は断層の水理的連結性が低く、低透水性を示唆する水圧と水質が認められる

幌延の350mと500mへの適用を通じて課題①～④の一連の調査・設計・評価手法を体系化

# 4. 体系化の研究の全体像

## 調査・評価手法の体系化における成果の一般化について

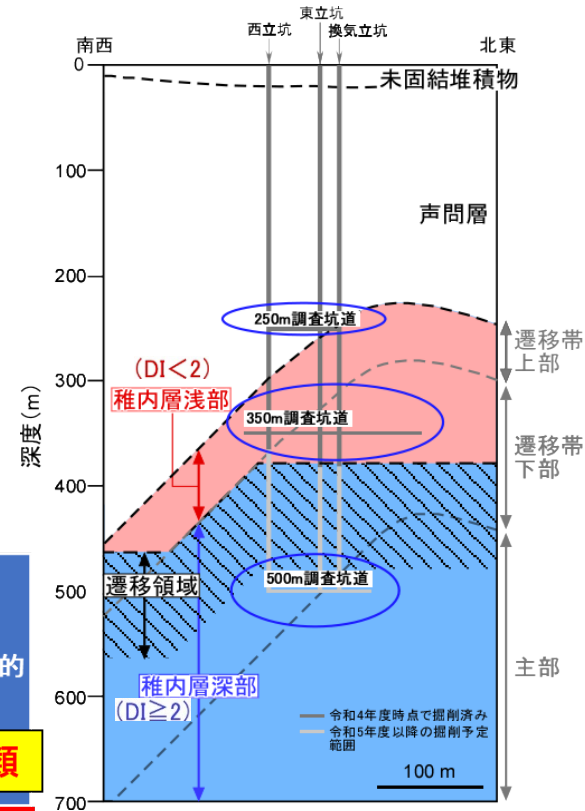
幌延と他の堆積岩との地質環境特性等の比較整理を通じた成果の一般化の検討イメージ:

- 課題④において、地質環境特性として重要な項目ごとに、関連する地質学的な情報に基づいて割れ目の発達する堆積岩を分類し、幌延の岩石がどの分類に区分されるかを整理
- 課題①～③の幌延の岩盤を対象とした調査・設計・評価の方法論と、課題④の岩盤特性の整理とをあわせて検討することによって、調査・設計・評価手法に応じて、その適用範囲や適用限界などを整理

割れ目の開口幅などに関連する地質学的情報に基づいた堆積岩の分類例

分類	粘土鉱物による割れ目の自己閉塞	鉱物充填による割れ目の自己閉塞	割れ目充填鉱物の溶解	岩石(健岩部)の透水性	地層例	割れ目の開口幅とDIとの相関性	割れ目の水理学的連続性とDIとの相関性	割れ目の開口幅	割れ目の代表的な透水性
I-a	限定的	限定的	限定的	小	稚内層泥岩、パルプス泥岩(スイスウェレンベルグ)	強い	強い	大～小	大～小
I-b				大	声問層泥岩		弱い		大
II			強い	-	セントビーズ砂岩(英セラフィールド)	弱い		大	
III		強い	-		トアキアノードメリアン泥岩(仏トゥルヌミール)			小	小
IV	強い	-			オパリナス泥岩(スイスモンテリ)				

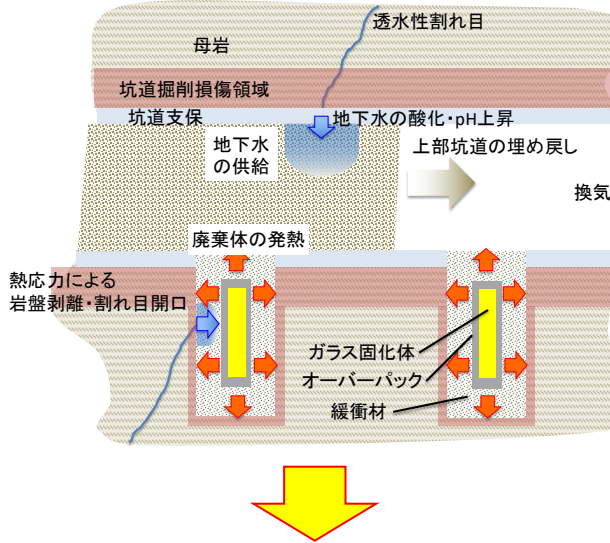
幌延の岩盤が属する分類



# 5. 地層処分システムの変遷と研究課題の関係

## ストーリーボードによる処分システム変遷と課題との関係(前回委員会資料)

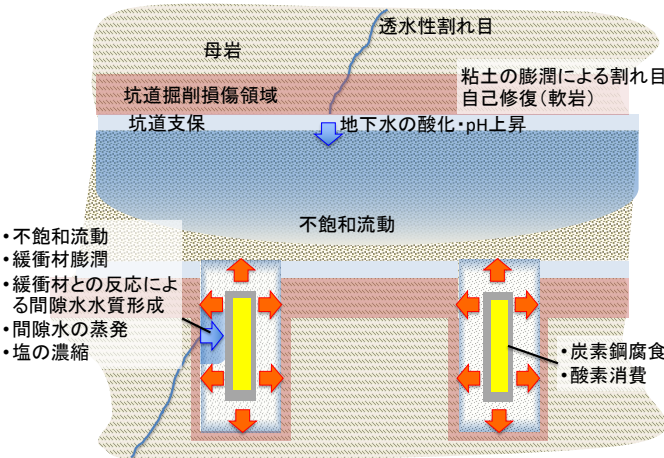
### ① 建設・操業・埋め戻し期間



課題番号は令和2年度以降の研究計画の課題番号に対応(スライド2ページ参照)

- ・ピットや坑道の配置・施工 (2.1)
- ・人工バリアの設計・施工 (1.1, 2.1)
- ・掘削影響による割れ目の生成や湧水(2.1)
- ・操業・回収技術、埋め戻し・プラグ技術等の実証 (2.1)
- ・コンクリート支保の挙動 (2.1) など

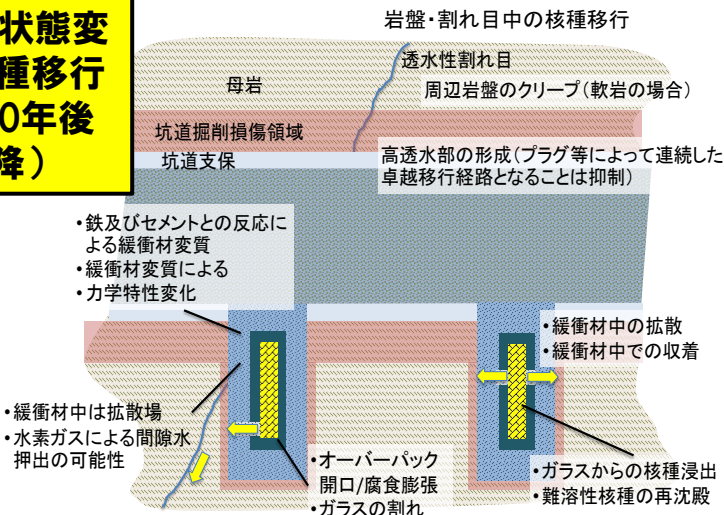
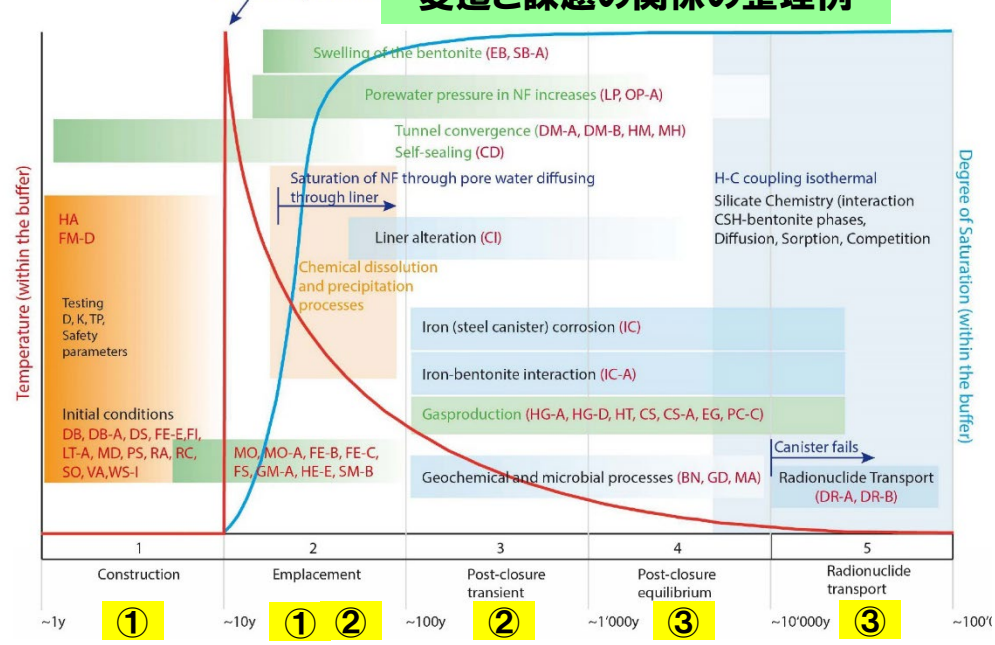
### ② 処分場閉鎖～過渡期の状態変遷 (閉鎖後1,000年まで)



- ・人工バリアと周辺岩盤の過渡期挙動(1.1)
- ・100℃超の条件での人工バリア挙動(2.2)
- ・緩衝材の膨潤による岩盤・割れ目の特性変化(2.1, 3.2) など

### ③ 長期状態変遷と核種移行 (1,000年後以降)

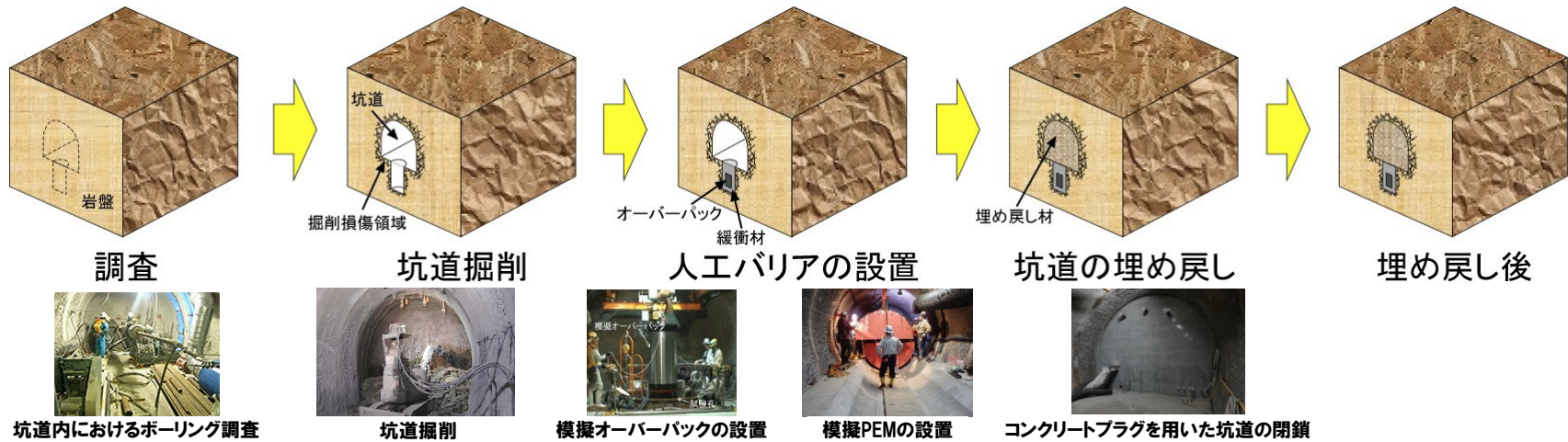
### Safety relevant processes



- ・岩盤中の核種移行 (1.2)
- ・有機物・微生物・コロイドの核種移行への影響(1.2)
- ・地殻変動による岩盤特性や人工バリア特性の変化(3.1, 3.2)
- ・地下水の流れが非常に遅い領域の把握(3.1) など

# 5. 地層処分システムの変遷と研究課題の関係

## 幌延の研究課題成果の事業や体系化課題への反映(前回委員会資料)

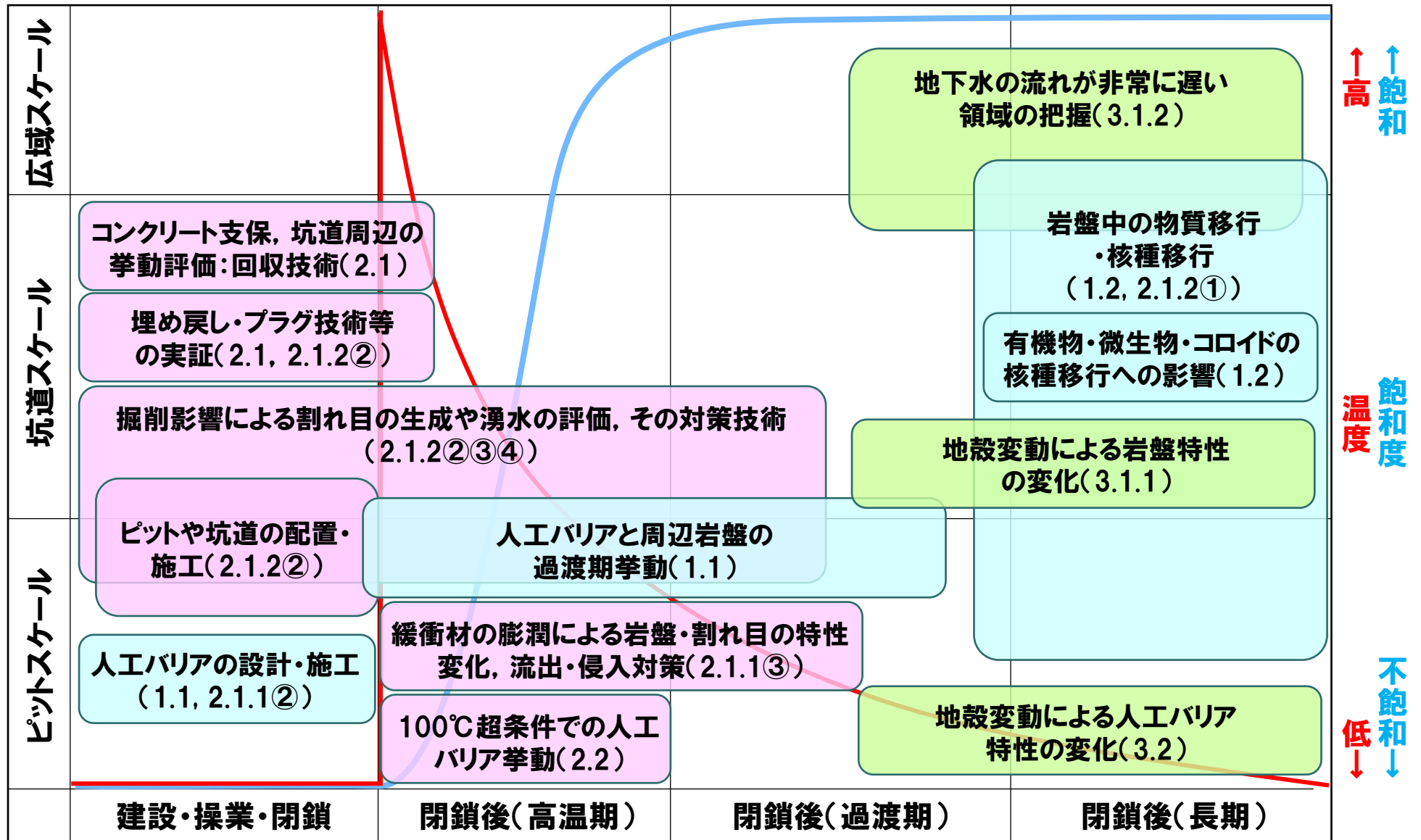


必須の課題の項目		各課題の成果が地層処分事業のどの時点で反映されるのか？		
		調査	建設(坑道掘削)・操業(人工バリアの設置)・坑道の埋め戻し	坑道の埋め戻し後の評価
①実際の地質環境における人工バリアの適用性確認	1.1 人工バリア性能確認試験	人工バリア設計手法の確認	人工バリア設置技術、坑道埋め戻し方法の確認	人工バリア、埋め戻された坑道で起こる現象の確認
	1.2 物質移行試験	岩盤中での物質の動きの調査技術の確認	岩盤中、掘削損傷領域での物質の動きの調査技術の確認	岩盤中での物質の動きの解析評価技術(安全評価技術)の確認
②処分概念オプションの実証	2.1 人工バリアの位置・品質確認などの方法論に関する実証試験	2.1.1 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	人工バリア設置、坑道埋め戻しの技術オプションの確認	
		2.1.2 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	岩盤の状態に応じた、坑道、ピット、人工バリアの設計手法の確認	坑道～ピットの配置、掘削・操業・閉鎖技術の体系化、坑道周辺の物質の動きの確認
	2.2 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			限界条件下で人工バリアで起こる現象の確認
③地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証	3.1 水圧擾乱試験などによる緩衝能力の検証・定量化	3.1.1 地殻変動が地層の透水性に与える影響の把握	長期的な岩盤中の水の動き易さを推測する技術の確認	
		3.1.2 地下水の流れが非常に遅い領域を調査・評価する技術の高度化	長期的な地下水の流動状態を把握する技術の確認	
	3.2 地殻変動による人工バリアへの影響・回復挙動試験		坑道、人工バリア周辺の地下水の動き易さを推測する技術の確認	埋め戻された坑道、人工バリア周辺の地下水の動きを推測する技術の確認

黒文字: 令和元年度までに実施済 青文字: 令和2年度以降計画の前半に実施 赤文字: 令和2年度以降計画の後半に実施

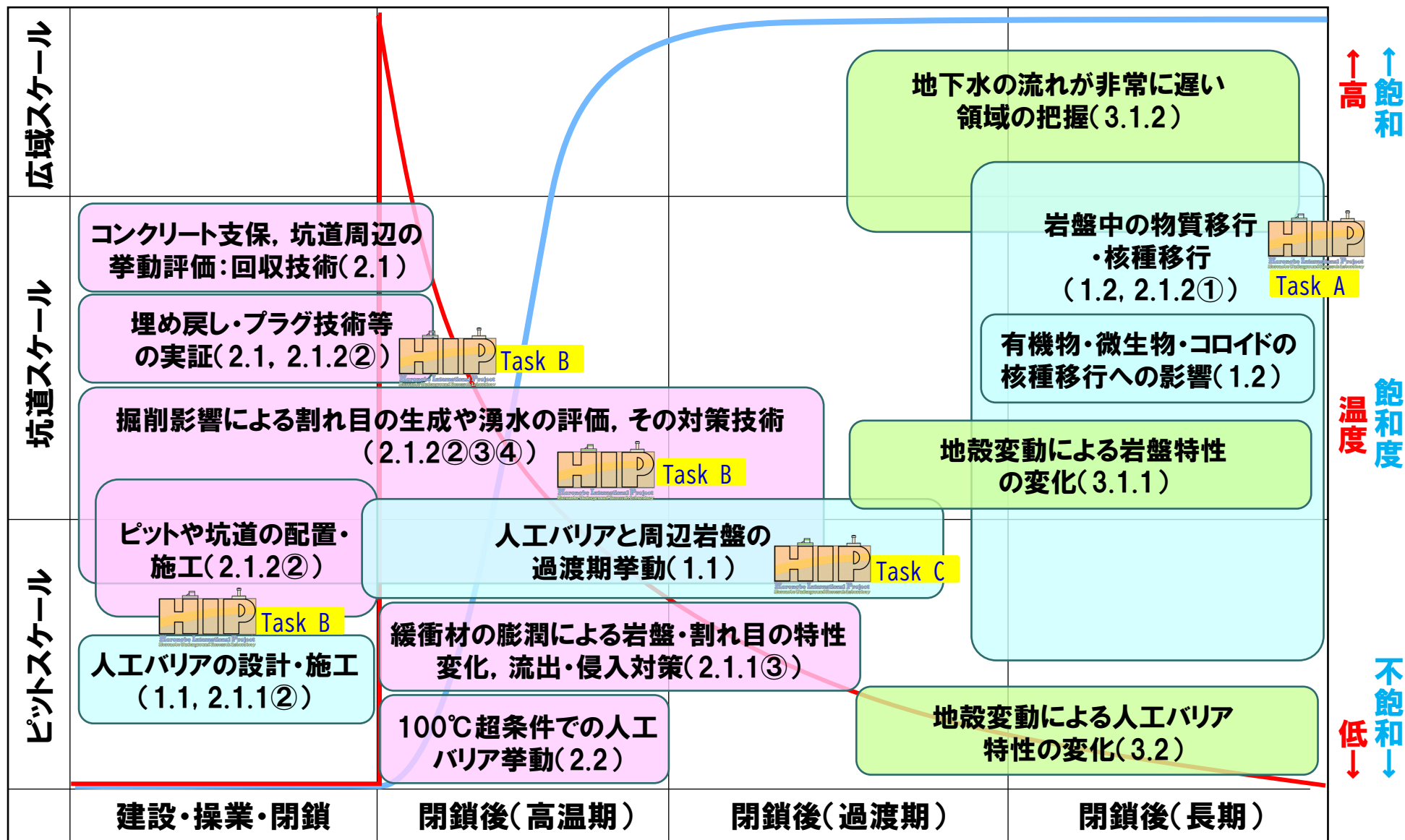
# 5. 地層処分システムの変遷と研究課題の関係

## 処分の時間と空間スケールの視点での研究課題の関係整理

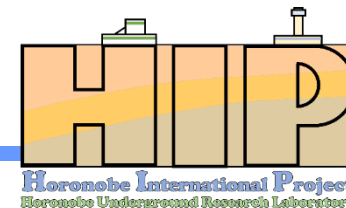


# 5. 地層処分システムの変遷と研究課題の関係

## 処分の時間と空間スケールの視点での研究課題の関係整理【HIPとの関係】



# 6.HIPの全体状況



## 令和6年度の計画

### ・ タスクA:物質移行試験

物質移行モデルの構築に必要な走向傾斜や透水性、割れ目同士の連結性に関する情報を整理するとともに、トレーサー試験などを実施。

### ・ タスクB:処分技術の実証と体系化

断層/割れ目からの湧水や掘削損傷領域の発達を予測するための解析を行うとともに、500m調査坑道で実施する原位置調査で取得すべきデータの検討を実施。

廃棄体・人工バリアの定置、坑道の閉鎖、廃棄体の回収など、一連の操業技術の実証に向けて、埋め戻し材や止水プラグの材料特性の検討などを実施。

### ・ タスクC:実規模の人工バリアシステム解体試験

人工バリア性能確認試験でこれまで取得してきた情報をもとに、解体調査で取得する試料の配置や分析方法など、解体調査の具体化を実施。

- ・ 参加機関の理解促進のための現場状況の確認や、研究成果の取りまとめ方針などについて議論することを目的としたタスク会合を実施。
- ・ HIPに関連する試験や現地会合の開催実績を、ホームページで情報発信。
- ・ フェーズ1(令和6年度まで)の各タスクの研究成果をレポートに取りまとめ。
- ・ 各タスクの成果を国内外の学会等で積極的に発表。
- ・ フェーズ2(令和7年度～令和10年度)の実施に向けた調整を進める。

# 6. HIPの全体状況

## 令和6年度の主な活動実績

### ・ オンライン形式のタスク会合

一年に3, 4回の頻度で各タスクの担当者が集まり、研究の進捗や今後の試験計画について議論、意見交換。

タスクA: 4回(7/3, 9/27, 10/3, 10/7)、タスクB: 3回(11/19, 12/11, 2/6)、タスクC: 2回(9/9, 2/3)

### ・ 現地会合

実際の現場で実施する試験期間に合わせて開催し、試験状況を確認する場として活用。

タスクA: 3回(5/22-23, 8/21-23, 2/3-4)

タスクC: 1回(5/12-14)

合同タスク会合: 国内外の8機関から42名が対面参加(6/5-7)

### ・ 成果とりまとめの実施

フェーズ1(令和6年度まで)の各タスクの研究成果をレポートに取りまとめ、3/6の管理委員会で内容の承認を得た。

### ・ 国内外の学会等での成果発表

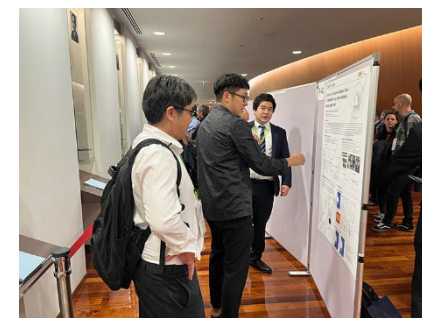
➤ IAEA、OECD/NEA主催の国際会議や、日本国内の学会(地盤工学会、土木学会、原子力学会)、連成解析関係の国際会議(Coufrac2024)などで成果を発表。

令和6年度までに、国際会議7件、国内会議17件の発表実績

➤ 原子力学会の特別セッションとして講演したHIP全体と各タスクの概要を、原子力バックエンド研究に講演再録として公開(2024年12月)。

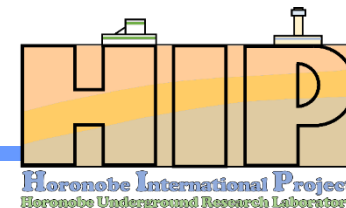


タスクAの現地会合(2025年2月)



国際会議での議論の様子  
(2024年11月、  
Coufrac2024)

# 6.HIPの全体状況



## 令和7年度の計画

- 参加機関の理解促進のための現場状況の確認や、研究成果の取りまとめ方針などについて議論することを目的としたタスク会合を実施。
- HIPに関連する試験や現地会合の開催実績を、ホームページで情報発信。
- フェーズ1(令和6年度まで)の各タスクの研究成果を、OECD/NEAのレポートとして公開を進める。
- 各タスクの成果を国内外の学会等で積極的に発表。
- 現地会合の開催など、タスク会合を拡充する。
- フェーズ2(令和7年度～令和10年度)の着実な実施。

# 6.HIPの全体状況：各タスクの状況

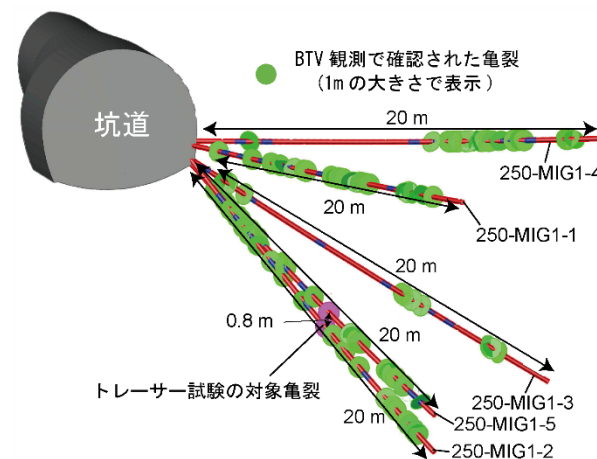
## タスクA:物質移行試験

### 令和6年度まで（フェーズ1）の成果

- 250m調査坑道におけるトレーサー試験前の割れ目発達状況の把握、水理的連結性の確認と、トレーサー試験の実施。
- 室内試験や原位置試験による物質移行のモデリングや試験結果の解析に必要なパラメータの取得。
- トレーサー試験結果の解析による深度250m調査坑道周辺の声問層における物質移行特性の理解と解析モデルの構築。

### 令和7年度以降（フェーズ2）の展開

- フェーズ1で実施した物質移行試験や室内試験、解析により構築した物質移行モデルの妥当性を検証。
- 開発したモデルの検証のために、フェーズ1と異なる場所で物質移行試験を実施し、その妥当性を評価。
- 250m調査坑道および他深度で実施したトレーサー試験結果を比較・分析することにより、岩盤内で発生している現象を適切に考慮した物質移行モデルの構築手法を開発。



250m調査坑道で掘削したボーリンググレイアウト、割れ目分布とトレーサー試験箇所（尾崎，2024）

# 6.HIPの全体状況：各タスクの状況

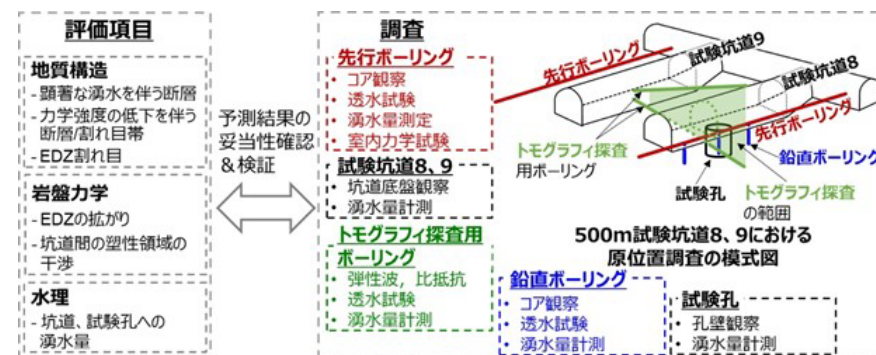
## タスクB：処分概念オプションの実証

### 令和6年度まで（フェーズ1）の成果

- 処分坑道や処分孔を配置するための指標やその考え方を検討するために、500m調査坑道で対象とする評価項目として、坑道掘削時の湧水量やEDZの発達に着目し、500mの調査坑道掘削を対象とした予測解析を実施。
- 350m試験坑道6で実施する坑道埋め戻しと止水プラグ設置に先立ち、事前に坑道周辺の透水係数やEDZの発達を原位置で評価するとともに、埋め戻し材の材料特性等について室内試験により検討。

### 令和7年度以降（フェーズ2）の展開

- 地質環境調査・評価，処分坑道および処分孔の配置，工学的対策を含む技術オプションの体系的統合に資するために、500m調査坑道で実施する原位置試験や解析結果を取りまとめ、断層などの割れ目の分布情報や掘削時の湧水量、EDZの発達状況の調査技術や予測手法を検討。
- 廃棄体・人工バリアの定置、坑道の閉鎖、廃棄体の回収など、一連の操業技術の実証に向けて、350m試験坑道6やプラグ施工時のEDZの発達状況を予想・把握し、それを踏まえた止水プラグや坑道埋め戻しの設計と施工を実施。



処分坑道や処分孔を配置するための評価項目と原位置試験で評価する項目の比較（早野，2024）

# 6.HIPの全体状況：各タスクの状況

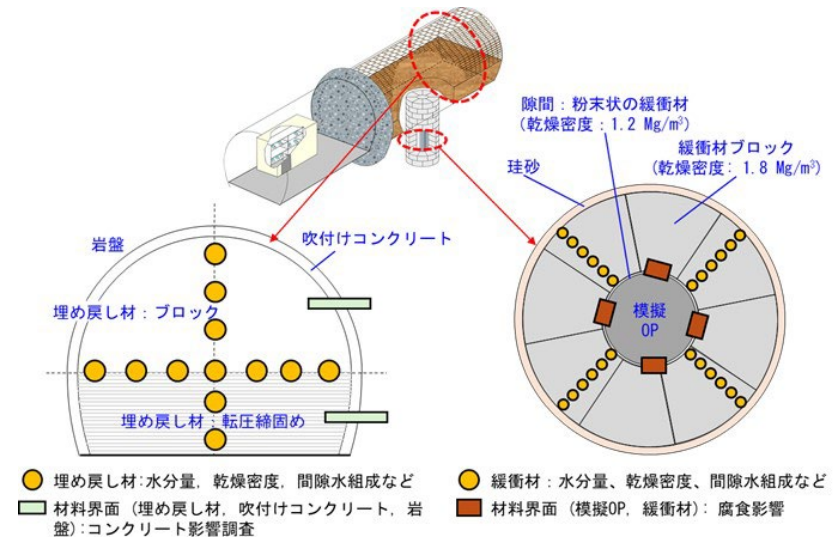
## タスクC:実規模の人工バリアシステム解体試験

### 令和6年度まで（フェーズ1）の成果

- 人工バリア性能確認試験の状況を理解するために、試験の仕様やモニタリングデータ、事前のシミュレーション結果の一例などをタスク会議で共有。
- 解体試験で取得すべき情報や参加機関のニーズなどについて議論・集約し、解体方法や分析項目、サンプリング位置などの計画案を提示。
- 原位置試験を対象とした連成解析の実施に向けて、参加機関が保有する解析コードの特徴を共有するとともに、個別の室内試験結果を使用したベンチマークテストを実施。

### 令和7年度以降（フェーズ2）の展開

- 人工バリア性能確認試験の解体試験計画の具体化に向けた議論やこれまでの室内試験により得られたデータを活用した解析検討を実施。
- 令和8年度に実施する人工バリアの解体試験で得られた結果を用いて各機関が連成解析を実施。得られた結果を比較することで、解析モデルの評価を実施。



人工バリア性能確認試験の解体試験  
計画の概要（大野，2024）

# 7.個別課題の成果と計画 (人工バリア性能確認試験)

## 【第4期中長期計画 目的】

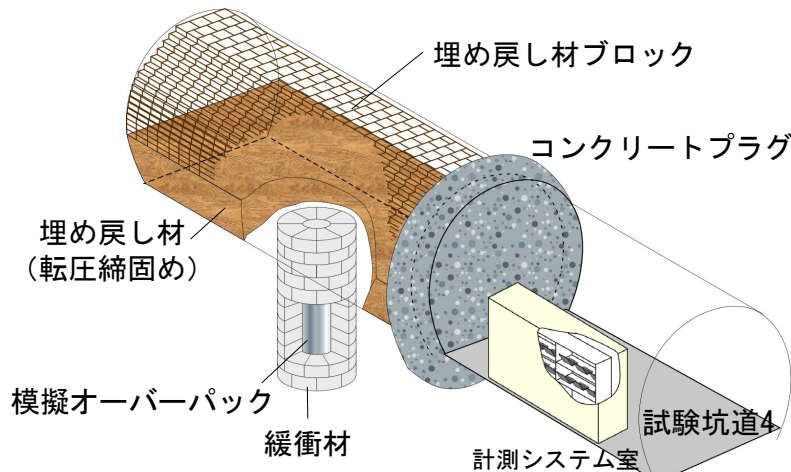
幌延URLの地下350mで実施している人工バリア性能確認試験で取得されたデータをもとに、人工バリア定置後、緩衝材が飽和に至るまでに発生する人工バリア周辺での熱-水-応力-化学連成現象の評価と現象を予測するための解析モデルの検証を実施

## 【令和6年度の計画・進捗(HIP: Task C)】

**人工バリア性能確認試験のデータ計測の継続:**解体試験までの人工バリアや埋め戻し材の状態を把握するために人工バリア性能確認試験のデータ計測を継続。取得したデータはHIP参加機関と共有し、連成現象の理解や共同解析に向けた議論を実施中

**解体試験計画の具体化:**HIP参加機関のニーズやアイデアをもとに、解体試験のサンプリング方法やレイアウト等を検討中

**連成解析コードの検証:**参加機関の解析コードの情報を共有し、室内試験(膨潤圧、膨潤変形、浸潤試験など)を対象としたベンチマークテストを開始



人工バリア性能確認試験の概念図

参加機関の解析コード

チーム	コード名	連成プロセス
CRIEPI	LOSTUF	THM
KAERI	COMSOL	THM
JAEA	THAMES	THM
	MACBECE	M
	COUPLYS	THC
NUMO	PFLOTRAN-MACBECE	THM
	MINARET	HC
	COMSOL	TH

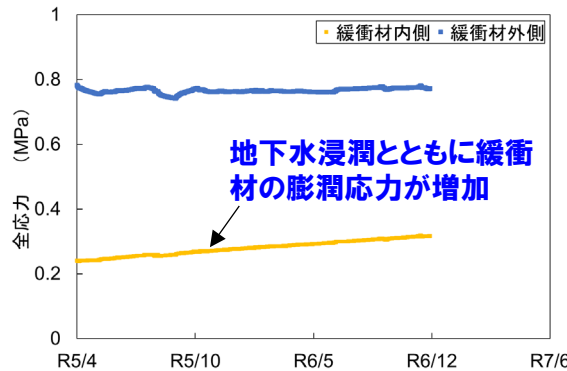
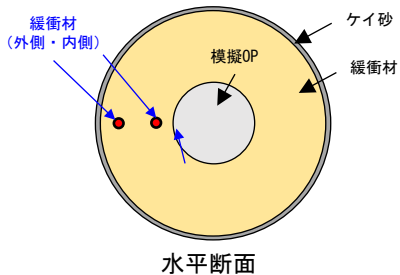
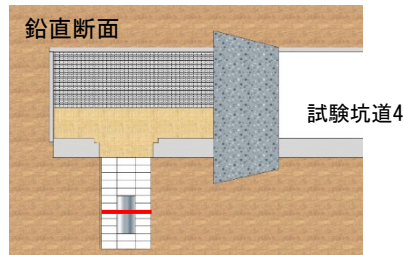
# 7.個別課題の成果と計画 (人工バリア性能確認試験)

## 【令和6年度成果概要(HIP: Task C)】

**人工バリア性能確認試験のデータ計測の継続:** 解体試験までの人工バリアや埋め戻し材の状態を把握するために人工バリア性能確認試験のデータ計測(左図:全応力変化の例)を継続。

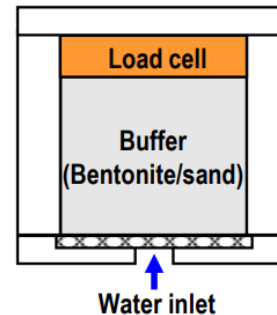
**解体試験計画の具体化:** HIP参加機関のニーズやアイデアをもとに、解体試験のサンプリング方法やレイアウト等を具体化。

**連成解析コードの検証:** 参加機関の解析コードの情報を共有し、室内試験(膨潤圧、膨潤変形、浸潤試験など)を対象としたベンチマークテストを実施中(右図:DECOVALEXの解析例)。

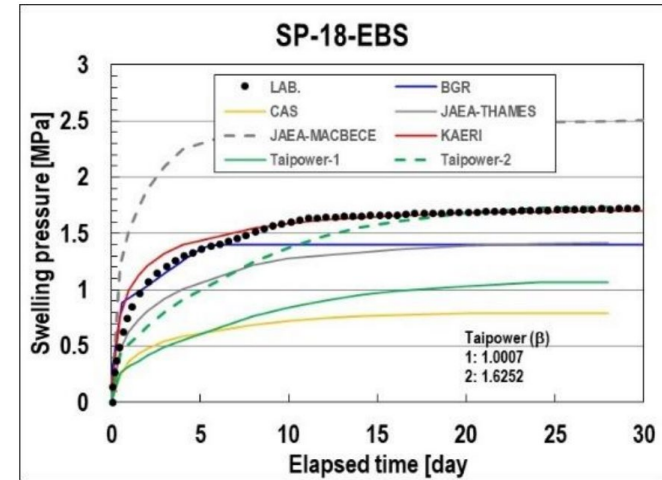


緩衝材中(5段目)の全応力変化

## 膨潤圧試験



膨潤圧試験結果を対象としたベンチマークテストのイメージ  
(※DECOVALEX-2023: Task D Final Report)



## 【令和7年度計画】

人工バリア性能確認試験のデータ取得の継続に加え、解体試験計画の具体化や室内試験を対象とした解析検討を継続するとともに、原位置試験を対象とした解析検討に向けた準備を開始する。