

令和5年度 第1回 幌延深地層研究の確認会議 説明資料

令和5年4月25日

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

令和5年度 幌延深地層研究の確認会議

- 1 令和4年度の実施内容と成果および令和5年度の計画**
 - 1-1 実際の地質環境における人工バリアの適用性確認
 - 1-2 処分概念オプションの実証
 - 1-3 地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証
 - 1-4 必須の課題への対応に必要なデータ取得
 - 1-5 地下施設の建設・維持管理
 - 1-6 研究に対する評価

- 2 国内外の関係機関の資金や人材を活用することへの取り組み**

- 3 北海道からの要請事項への対応**

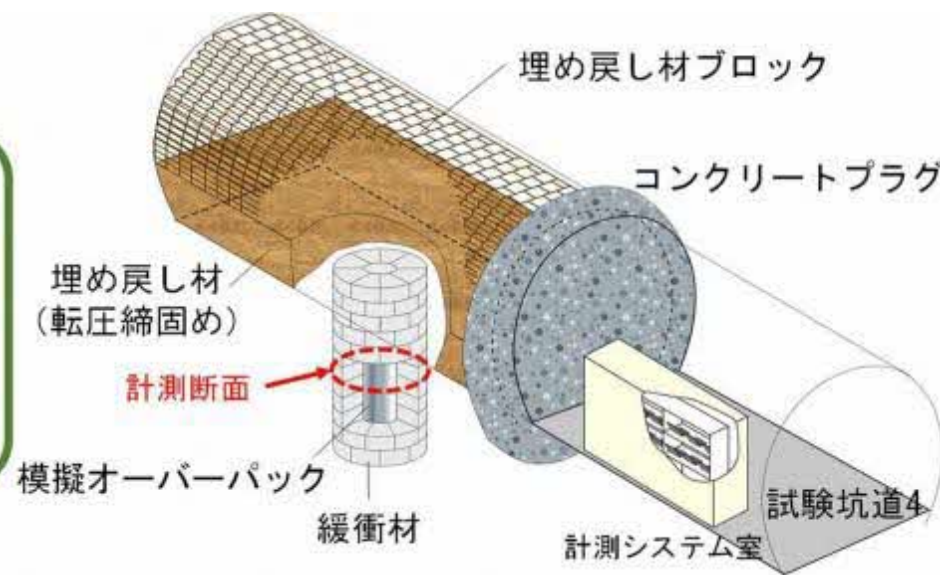
1-1 実際の地質環境における人工バリアの適用性確認

1) 人工バリア性能確認試験(1/2)

研究開発の目的と令和10年度までの実施内容

人工バリア周辺で起こる現象の理解

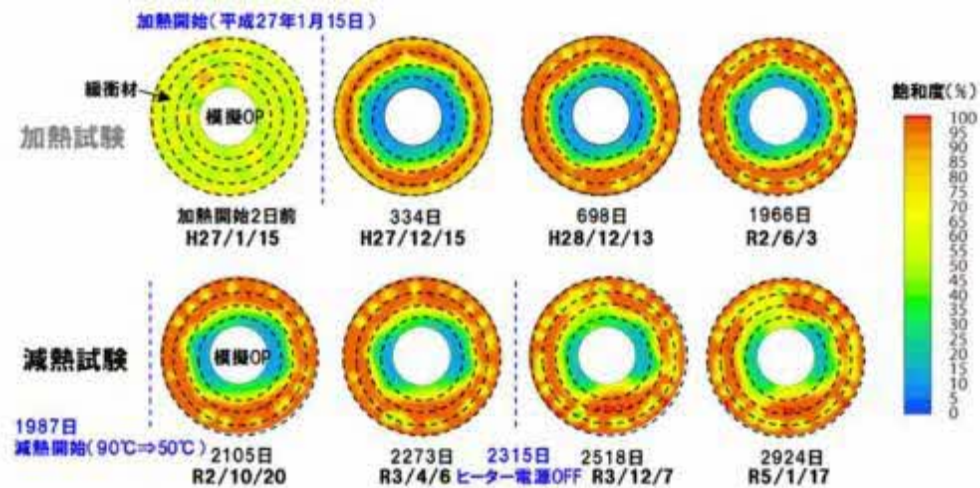
- 緩衝材に地下水を浸潤させた場合のデータ（浸潤時・減熱時）を取得し、熱-水-応力-化学連成評価手法を整備
- 人工バリアの解体作業により緩衝材の飽和度を確認



人工バリア性能確認試験の概念図

令和4年度の実施内容と成果

- 人工バリア性能確認試験ではヒーター加熱を止めた試験を継続し、緩衝材中の温度や飽和度変化を観察しました（右下図）。
- 緩衝材の浸潤・膨潤・変形試験結果を国際共同研究で共同解析・比較検証するため、参加機関ごとに解析モデルの作成に着手しました。
- 令和8、9年度に計画している解体調査について、全体的な施工手順やサンプリング対象および取得する情報を決定しました。

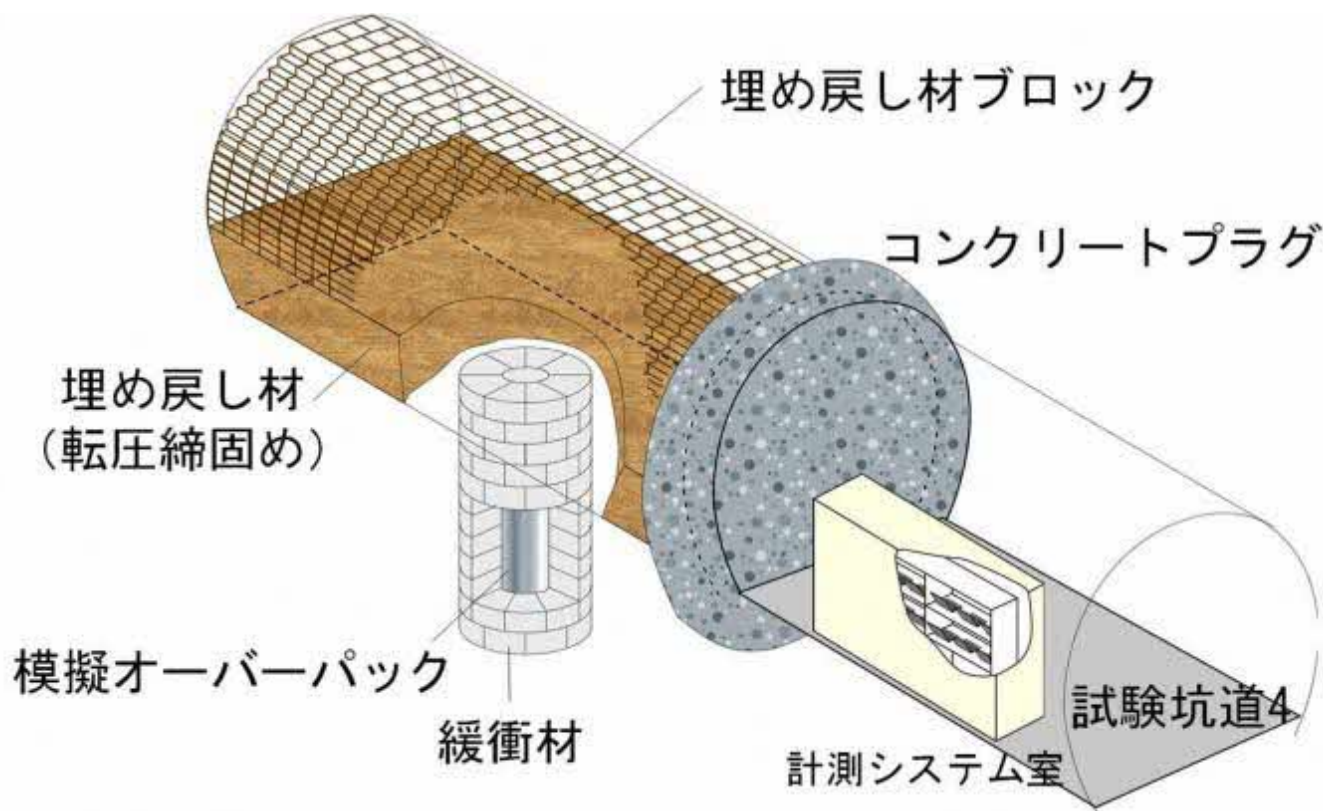


飽和度の算出結果（比抵抗トモグラフィ）

1)人工バリア性能確認試験(2/2)

令和5年度の計画

- 国際共同研究で連成解析を行い、異なる解析コードとの比較検証を行います。
- 廃棄体の発熱が収まった状態を模擬した条件でのデータ取得を自動計測機器により継続します。



人工バリア性能確認試験の概念図

1-1 実際の地質環境における人工バリアの適用性確認

2) 物質移行試験(1/2)

研究開発の目的と令和10年度までの実施内容

堆積岩における物質移行現象の評価手法の整備

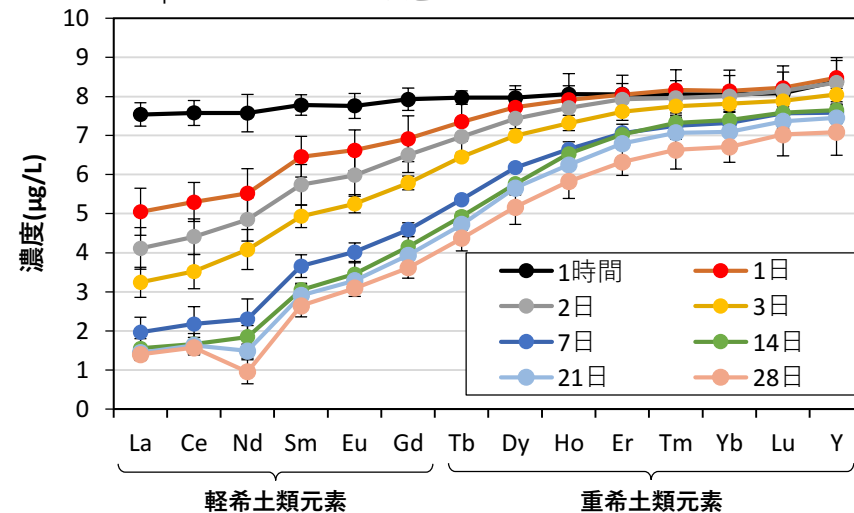
- 掘削損傷領域でのトレーサー試験を行い、物質移行に関するデータを取得
- 有機物、微生物、コロイドの影響を考慮した物質移行試験
- 掘削損傷領域、岩盤中の割れ目を含むブロックスケール（数m～100m規模）の物質移行評価手法を整備

令和4年度の実施内容と成果

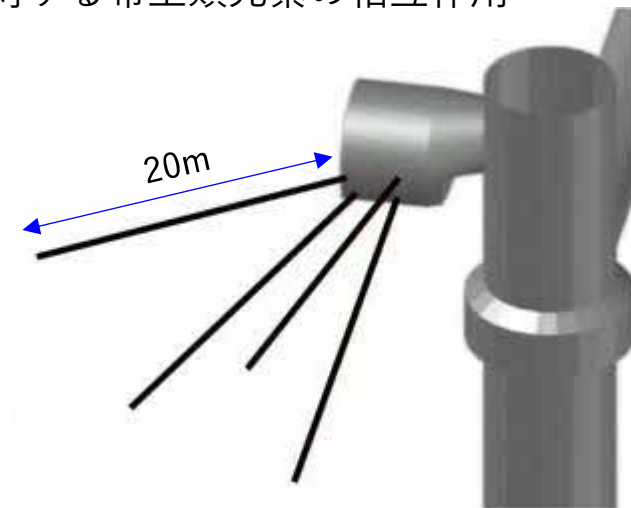
- 掘削損傷領域でのトレーサー試験結果の解析評価を行いました。
- 地下水中のコロイド粒子（有機物・微生物を含む）と、希土類元素との相互作用を評価する試験を実施した結果、軽希土類元素の方が重希土類元素よりもコロイド粒子になりやすい傾向が認められました（右上図）。
- ブロックスケールの物質移行試験について、割れ目を対象としたボーリング調査に着手し（右下図）、評価の対象となる割れ目の分布などの情報を取得しました。

※コロイド：大きさが1nm～1μmの粒子が液体中に浮遊し、容易に沈まない状態

10μg/L相当の希土類元素を地下水容器に添加後、0.2μmフィルターでろ過



地下水（深度350m）中のコロイド粒子に対する希土類元素の相互作用



ブロックスケールの割れ目を対象にしたボーリング調査（250m調査坑道）

2) 物質移行試験(2/2)

令和5年度の計画

- トレーサー試験結果をもとに掘削損傷領域の割れ目の物質移行挙動のモデル化、解析手法の検討を継続します。
- 有機物・微生物・コロイドの影響に関する物質移行試験について、令和4年度とは試験条件などを変えた試験を実施します。
- 令和4年度に開始したボーリング調査を継続し、割れ目の連結性や調査エリア周辺の間隙水圧分布などのデータを取得します。



ボーリング調査の様子
(250m調査坑道)

1-2 処分概念オプションの実証

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(1/3)

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

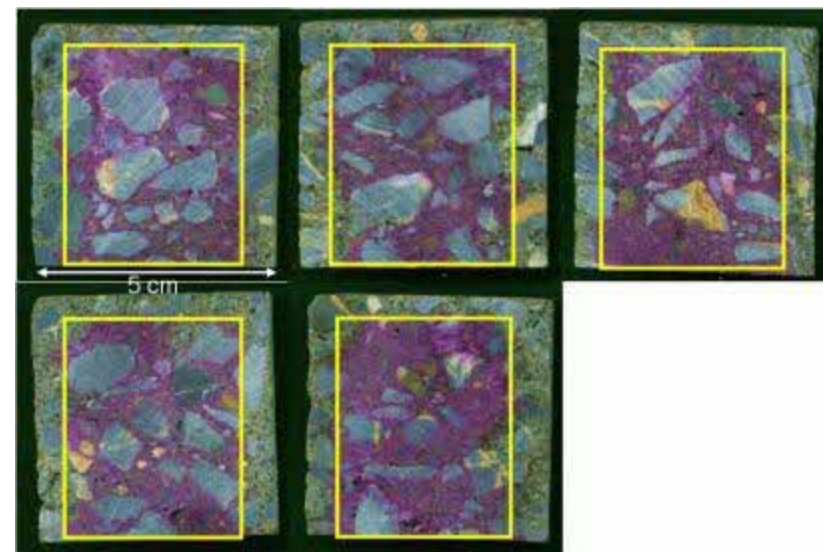
研究開発の目的と令和10年度までの実施内容

坑道の閉鎖技術や閉鎖システムの性能を担保する設計・施工技術の選択肢の整理

- 搬送定置・回収技術（緩衝材や埋め戻し材の状態に応じた除去技術オプション、回収容易性を考慮した概念オプション、品質評価手法）を整備
- 閉鎖技術（埋め戻し方法：プラグ等）を実証
- 人工バリアの緩衝材と坑道の埋め戻し材の施工に係る、実証した品質保証の仕組みや考え方を体系的に整理

令和4年度の実施内容と成果

- 大気中や地下水中でコンクリート材料の経年劣化を把握する暴露試験を継続した結果、大気中ではコンクリート構造物の劣化原因となる中性化領域が昨年度に比べ広がっていることを確認しました（右図）。
- ボーリング孔閉塞の原位置試験を実施し、ボーリング孔内にベントナイトブロックを設置する技術を確認しました。



約2年間経過後のコンクリート試験体の中性化領域
(大気条件下：表面から約6mm)

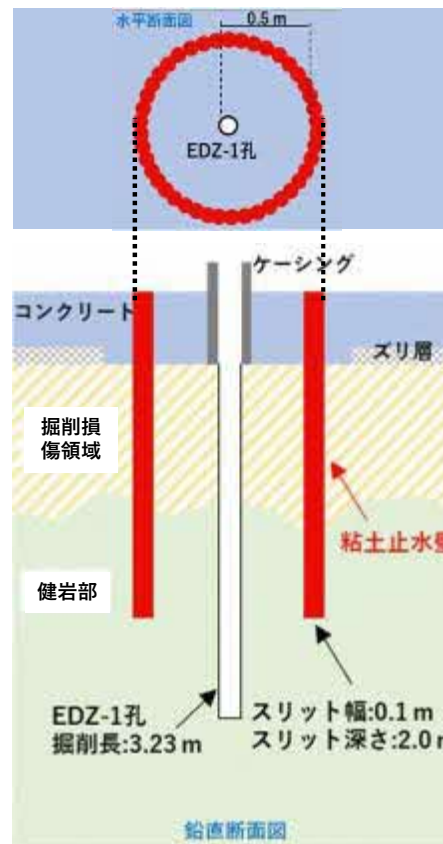
1-2 処分概念オプションの実証

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(2/3)

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

令和5年度の計画

- 地下環境でのコンクリートの物性変化データの取得を継続するとともに、地下施設に施工された吹付けコンクリートの劣化挙動などを調査します。
- 止水プラグの地下水移行抑制機能を評価するため、粘土止水壁に対する透水試験を継続します（右図）。
- 実際に施工可能な止水プラグの形状や材料配合などに関わる解析や室内試験を行います。



試験概念図



試験場所の様子

粘土止水壁に対する透水試験

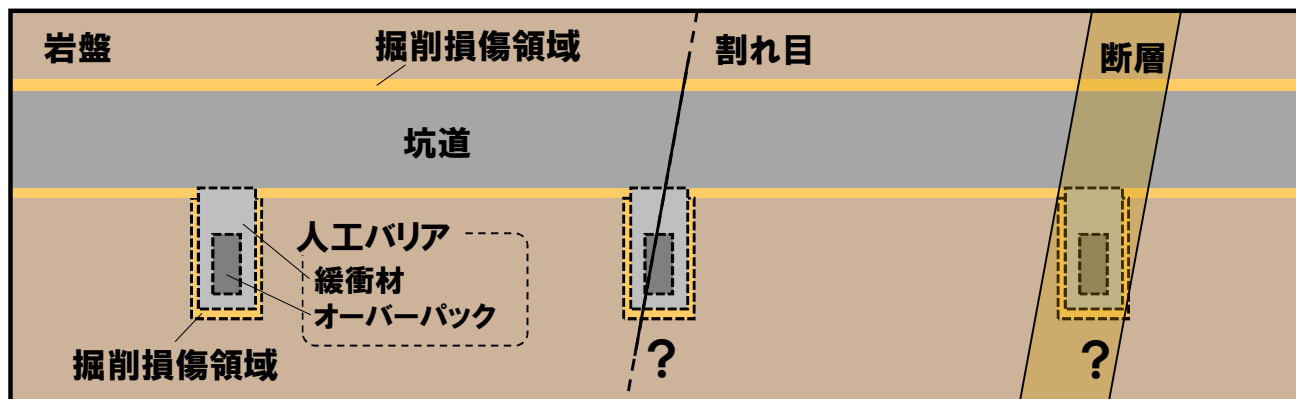
1-2 処分概念オプションの実証

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(3/3)

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

研究開発の目的と令和10年度までの実施内容

人工バリアに要求される品質を踏まえて、要素技術を体系的に適用し、廃棄体の設置方法（間隔など）の確認



坑道スケール～ピットスケールでの調査・設計・評価技術の体系化の概念図

令和5年度の計画

- 令和6年度から実施する坑道内でのボーリング調査や坑道掘削などの原位置試験に先立ち、断層/割れ目からの湧水や、掘削損傷領域の発達に関する既存情報の収集・整理を行い、500m調査坑道で想定される状況などを検討します。

1-2 処分概念オプションの実証

2) 高温度(100°C以上)などの限界条件下での人工バリア性能確認試験

研究開発の目的と令和10年度までの実施内容

想定外の要因により緩衝材温度が100°Cを超えた場合の挙動の確認

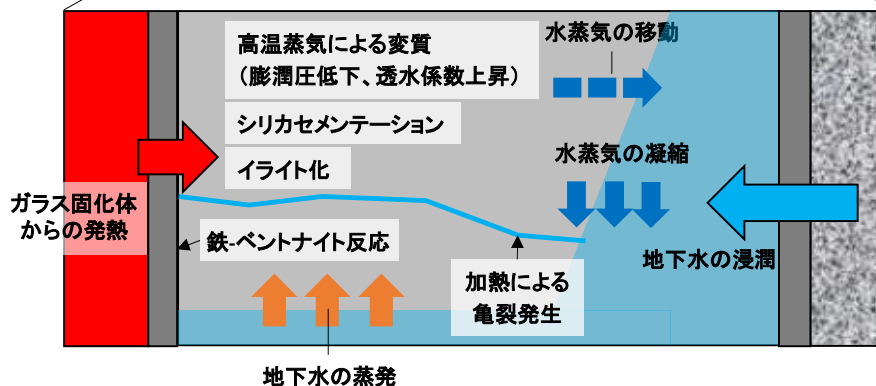
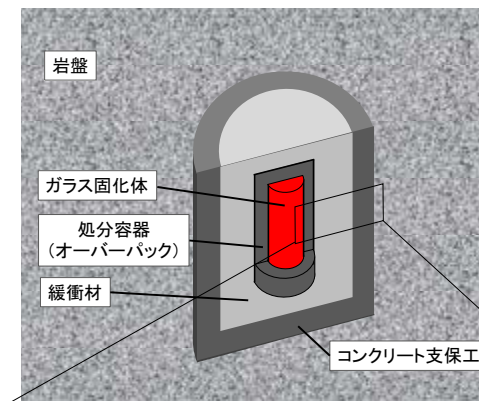
- 100°C超になった際に人工バリアとその周辺岩盤において発生する現象を整理し、人工バリアとその周辺岩盤における上限温度設定の考え方を提示

令和4年度の実施内容と成果

- 緩衝材の温度が100°Cを超えた状態で発生し得る現象のうち、ひび割れの発生が緩衝材の特性に与える影響を確認するための原位置試験計画を立案しました。

令和5年度の計画

- 緩衝材の温度が100°Cを超えた後に徐々に低下する温度変化が緩衝材の特性に与える影響を検証するための原位置試験を開始します。



ガラス固化体からの発熱により人工バリア周辺に生じると想定される現象の概念図

1-3 地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証

1) 水圧擾乱試験などによる緩衝能力の検証・定量化(1/4)

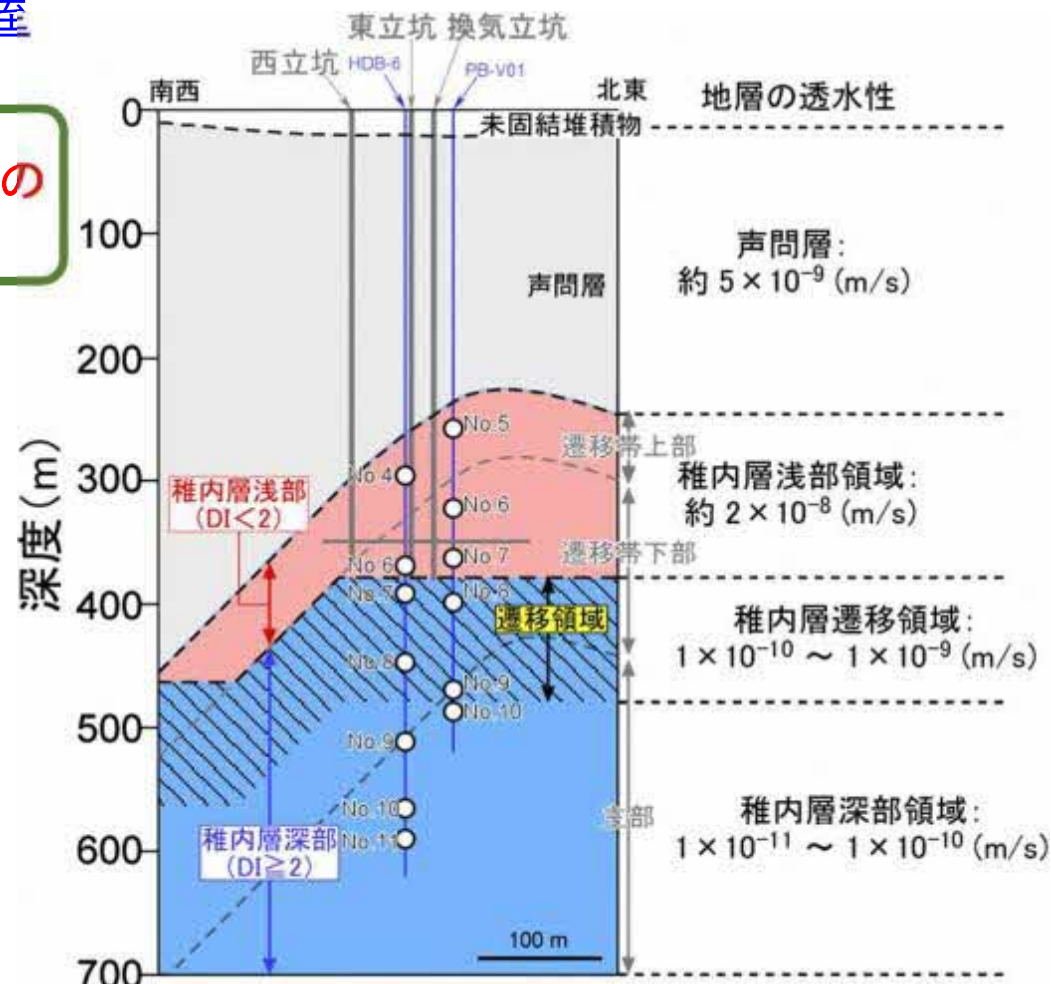
地殻変動が地層の透水性に与える影響の把握

研究開発の目的と令和10年度までの実施内容

地殻変動が透水性に与える影響を推測するための手法を整備

令和4年度の実施内容と成果

- ダクティリティインデックス (DI) モデルと過去に実施した水圧擾乱試験結果との比較検証を行い、DIの経験式が水圧擾乱試験中の断層の透水性の変化と整合することを確認しました。
- 稚内層浅部から深部にかけて地層の数m～数十m以上のスケールで見た場合の透水性が徐々に変化する様子を数値解析により再現することができました (右図)。



数値解析により推定された各地層の数m～数十m以上のスケールで見た場合の透水性

※DI (ダクティリティインデックス) : 岩石にかかる力を岩石の引張り強さで除した値

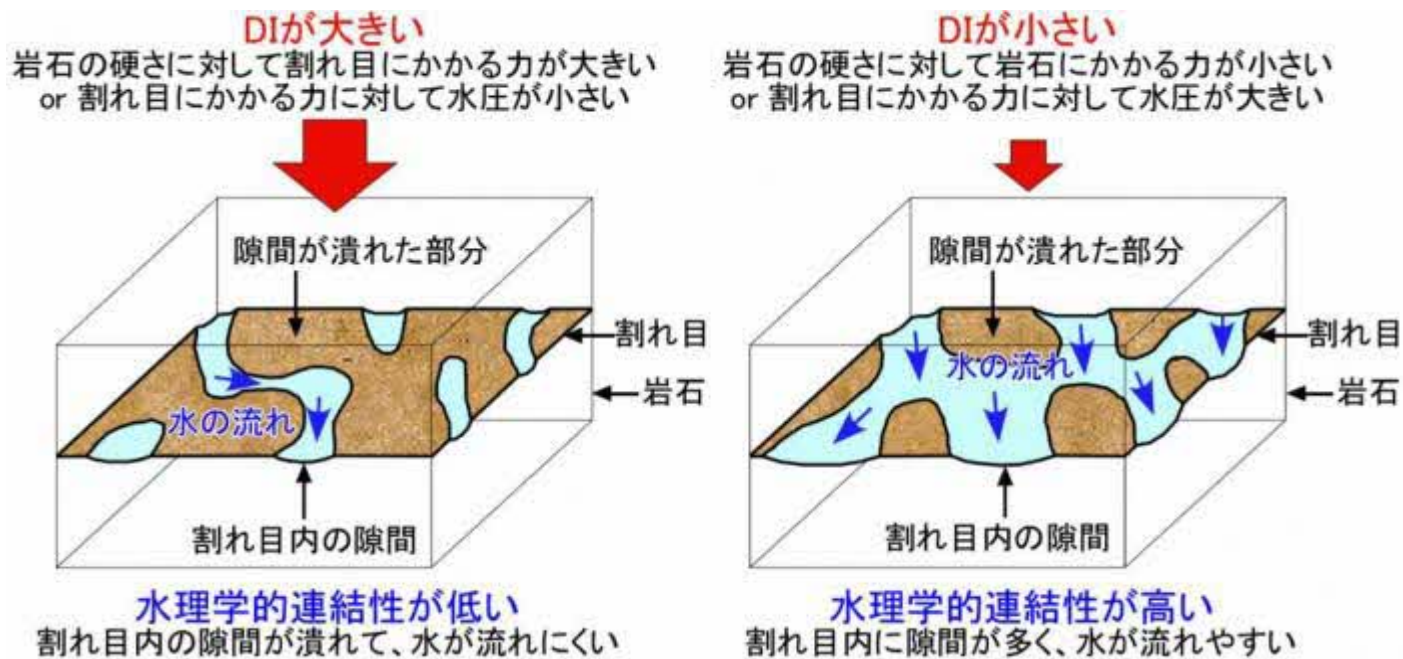
1-3 地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証

1) 水圧擾乱試験などによる緩衝能力の検証・定量化(2/4)

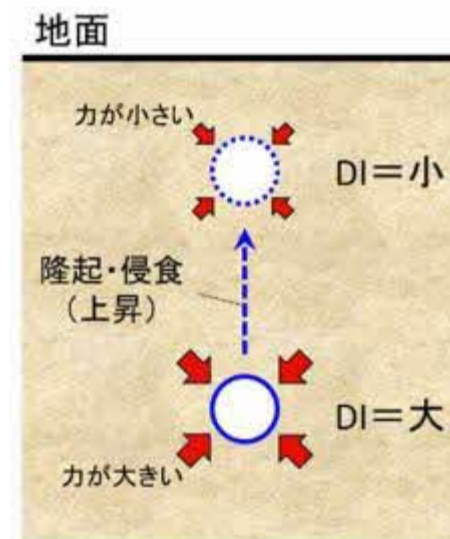
地殻変動が地層の透水性に与える影響の把握

令和5年度の計画

- 過年度に実施した水圧擾乱試験結果の解析や、DIと断層/割れ目の水理的連結性との関係に関する解析を行います。



DIと割れ目の水理的連結性との関係



隆起侵食に伴う DIの減少

1-3 地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証

1) 水圧擾乱試験などによる緩衝能力の検証・定量化(3/4)

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

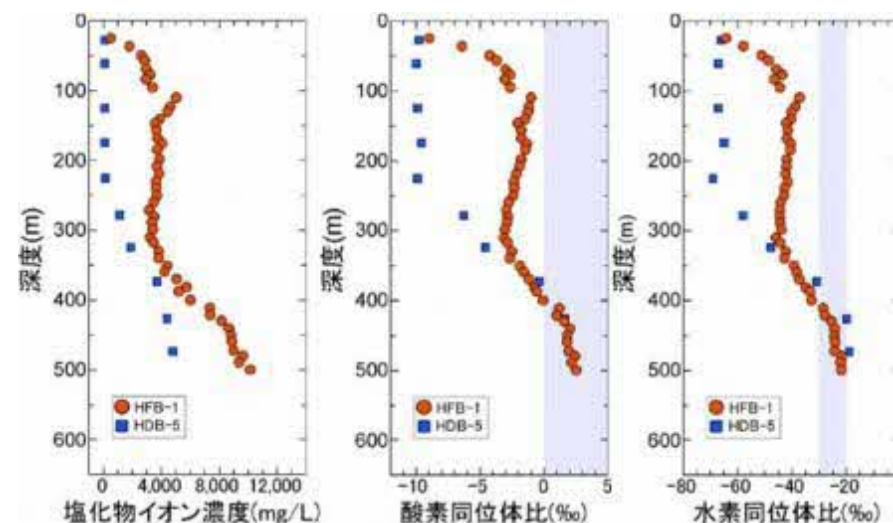
研究開発の目的と令和10年度までの実施内容

地下水の流れが非常に遅い領域の分布を把握するための技術の構築

- 化石海水の分布領域の調査・評価技術の高度化
- 地下水の滞留時間、塩濃度分布を推測するための水理解析、物質移動解析

令和4年度の実施内容と成果

- ボーリング調査により深度200m以深の化石海水の深度分布を確認し（右図）、令和2年度に実施した電磁探査の有効性を確認しました。
- 化石海水の三次元分布を推定するための物理探査、ボーリング調査、地球統計学的解析手法など一連の手法の適用性を確認しました。
- 長期的な時間変化を考慮した地下水流動解析を実施した結果、稚内層深部での地下水の流れが非常に遅い可能性を確認しました。



ボーリング調査から得られた塩化物イオン濃度、酸素・水素同位体比の深度分布

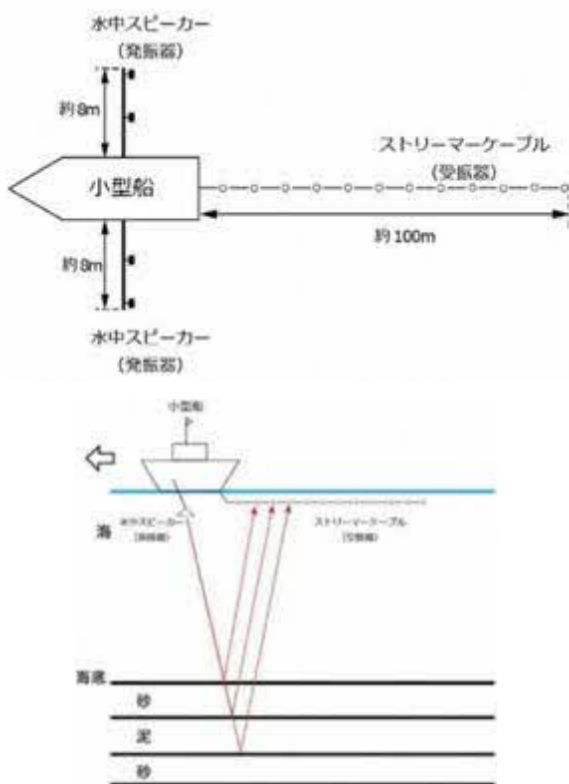
1-3 地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証

1) 水圧擾乱試験などによる緩衝能力の検証・定量化(4/4)

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

令和5年度の計画

- これまでに得られた成果の論文化、報告書の公表を進めます。
- 海陸連続三次元地質環境モデルの妥当性の検証のため、海上物理探査を実施します（産業技術総合研究所との共同研究として実施）。



海上物理探査の実施状況
(令和4年度の例)



海上物理探査のイメージ図

1-3 地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証

2)地殻変動による人工バリアへの影響・回復挙動試験(1/2)

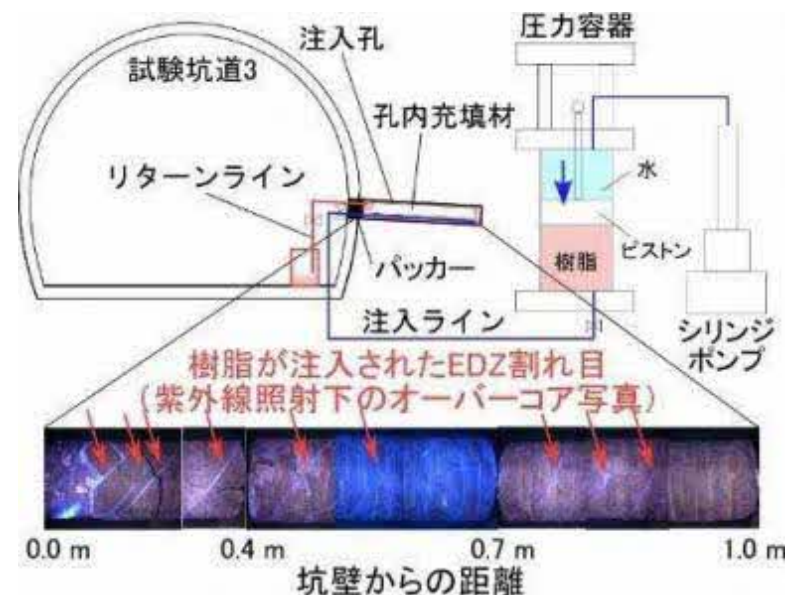
研究開発の目的と令和10年度までの実施内容

坑道閉鎖後の掘削損傷領域の透水性の推測手法の構築

- 緩衝材や埋め戻し材が掘削損傷領域の力学的・水理学的な緩衝能力（自己治癒能力）に与える影響の解析手法を開発
- 坑道近傍の力学条件に基づいて掘削損傷領域の透水性を予測する方法を構築
- 坑道埋め戻し後の掘削損傷領域の透水性を予測する方法を構築

令和4年度の実施内容と成果

- 掘削損傷領域の割れ目を対象とした段階的に注水圧を増加させる既往の注水試験のデータ解析を行いました。
- その結果、掘削損傷領域の割れ目のDIを変化させた時の透水性の変化が、過年度に再検証したDIの経験式と整合的であることが確認できました。



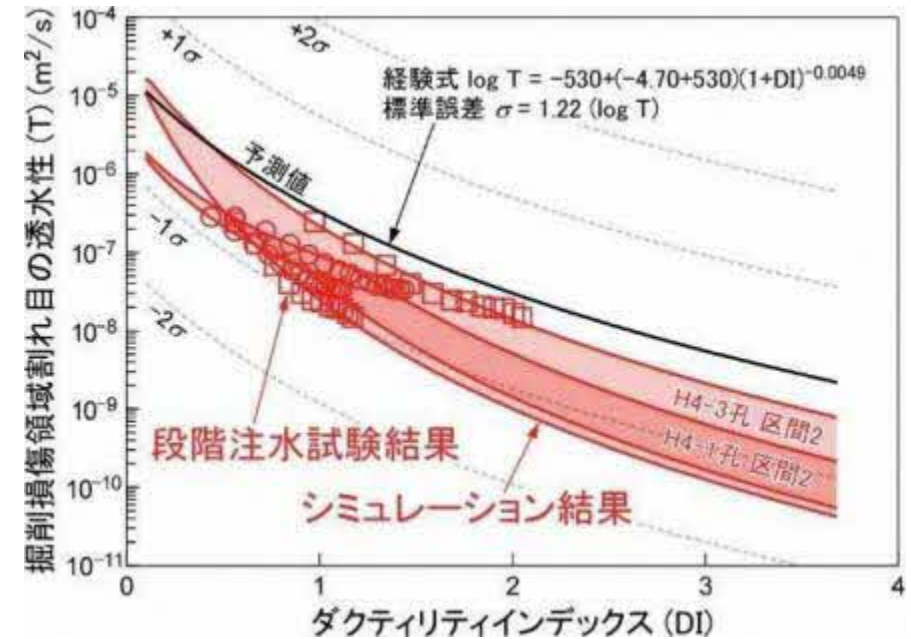
掘削損傷領域の樹脂注入試験
割れ目のせん断変位量と開口幅との相関を
調べモデルの妥当性を検証

1-3 地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証

2)地殻変動による人工バリアへの影響・回復挙動試験(2/2)

令和2年度～令和4年度の成果

- 坑道埋め戻し後の緩衝材や埋め戻し材の膨潤が掘削損傷領域の透水性に与える影響の評価手法を構築するために、既往の試験結果を用いた机上検討を行った結果、以下の知見が得られました（右図）。
 - 坑道埋め戻し後の掘削損傷領域の透水性の変化は、経験式により埋め戻し後のDIを求めることで予測できる。
 - 上記予測の信頼性は、段階注水試験や樹脂注入試験により確認できる。
 - 掘削損傷領域の透水性の変化は、個々の割れ目の透水性を理論的モデルにより評価し（右図）、それらの値を足し合わせることで予測できる。



段階的に注水圧を増加させる注水試験結果とDIモデルの比較
試験により得られたDIの変化に伴う透水性の変化傾向がDIモデルに基づく予測値と整合的

以上により、所期の目標である、坑道埋め戻し後の緩衝材や埋め戻し材の膨潤が掘削損傷領域の透水性に与える影響を評価する手法の整備を完了しました。

※ 今後は、「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」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します。

1-4 必須の課題への対応に必要なデータ取得

研究開発の目的と令和10年度までの実施内容

処分システムの設計・施工や安全評価に関わる基礎情報の取得

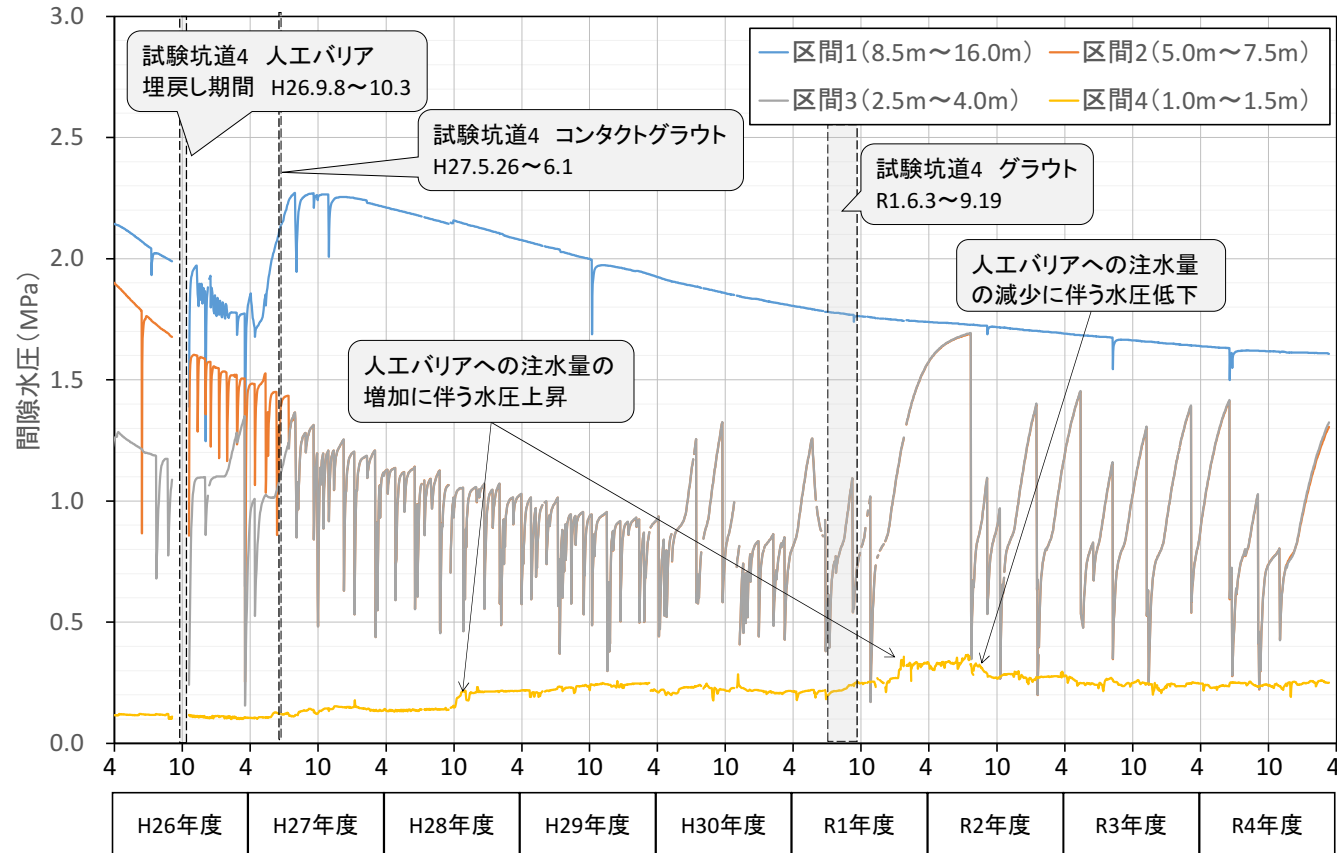
令和4年度の実施内容と成果

一例として、

- 人工バリア性能確認試験の試験箇所周辺のボーリング孔で、水圧・水質モニタリングを継続し、採水やメンテナンスに伴う変化を除き、水圧に大きな変動は確認されませんでした（右図）。

令和5年度の計画

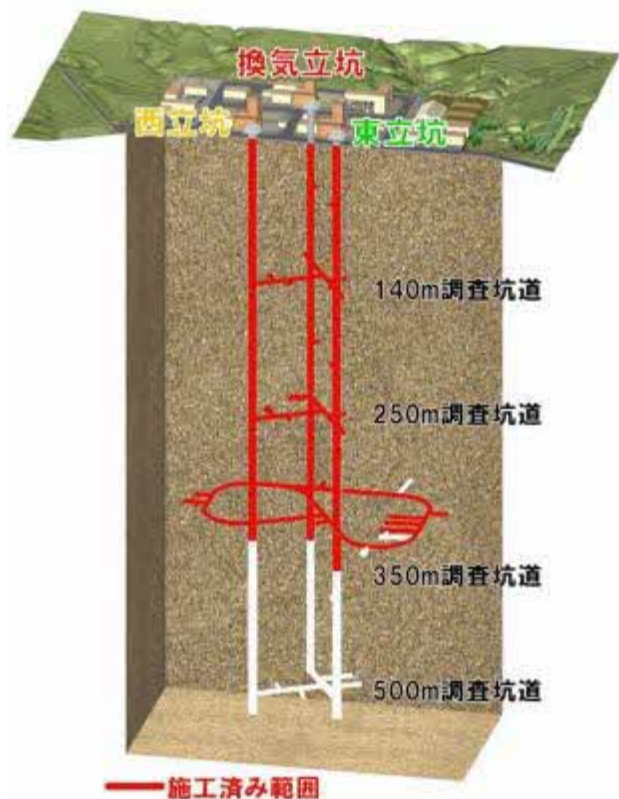
- 地質環境特性データとして、既存のボーリング孔や調査坑道を利用して地質構造・岩盤の水理・地下水の地球化学・岩盤力学に係るデータの取得を継続します。
- 掘削工事に伴い取得されるデータを活用します。
- 上幌延観測点と地下施設での地震観測を継続します。



13-350-C08孔における水圧の経時変化

1-5 地下施設の建設・維持管理

- 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、換気立坑から順次掘削を開始します。
- PFI（民間資金等活用事業）を活用して、地下施設の建設・維持管理・研究支援業務を行います。
- 掘削にあたっては、可燃性ガスの存在を考慮し、防爆仕様の機器の採用や、ガス濃度の監視などにより防爆対策を行います。
- 坑道掘削により発生した掘削土（ズリ）は掘削土（ズリ）置場に搬出するとともに、有害物質の含有量などを定期的に確認します。
- 地下施設からの排水は、排水処理設備で適切に処理を行ったうえで、天塩川に放流します。



地下施設イメージ図

主な掘削工事の内容

○立坑

- 換気立坑：直径4.5m 深度380m～500m
- 東立坑：直径6.5m 深度380m～515m
- 西立坑：直径6.5m 深度365m～515m

○350m調査坑道

- 試験坑道6：坑道幅4m 坑道長30m
- 試験坑道7：坑道幅4m 坑道長23m
- 大型試験座：坑道幅7m 坑道長13m

○500m調査坑道

- 西連絡坑道：坑道幅4m 坑道長53m
- 東連絡坑道：坑道幅4m 坑道長60m
- 試験坑道8：坑道幅5m 坑道長30m
- 試験坑道9：坑道幅5m 坑道長30m
- 一時避難所：坑道幅4m 坑道長17m
- ポンプ座：坑道幅4m 坑道長14m

※寸法は小数点以下を四捨五入

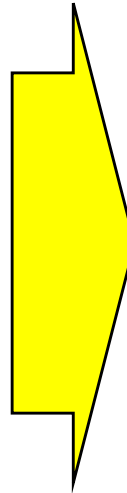
1-5 地下施設の建設・維持管理



1) 施設整備のスケジュール

施設整備の概略スケジュール（令和5～7年度）

	R5年度	R6年度	R7年度
350m調査坑道	■		
換気立坑	■		
東立坑	■		
西立坑		■	
500m調査坑道		■	



各年度の想定スケジュール（令和5～7年度）

令和5年度	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期
350m調査坑道	準備 掘削			仕上げ
換気立坑	準備	掘削		
東立坑	準備		掘削	
西立坑				準備

※本工程は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。

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	準備		掘削	
500m調査坑道		掘削		

※本工程は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。

令和7年度	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期
東立坑				仕上げ
西立坑	掘削		仕上げ	
500m調査坑道	掘削			仕上げ

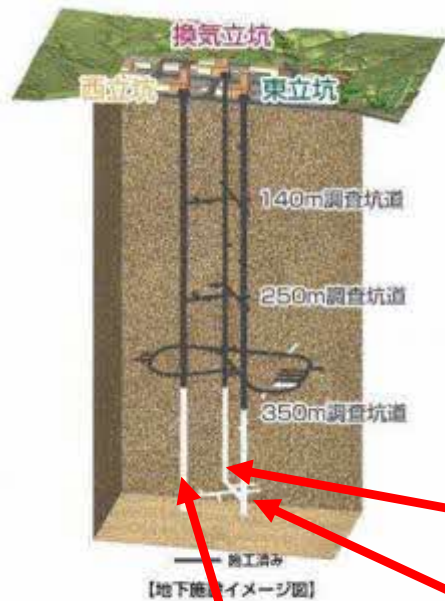
※本工程は今後の施工計画策定や工事進捗に応じて変更となる場合があります。

準備：湧水抑制対策、換気立坑の積込機製作、資機材等の準備（型枠、掘削機、他資機材）など

仕上げ：路盤コンクリートの打設、配管・配線等の設置、片付け、清掃など

1-5 地下施設の建設・維持管理

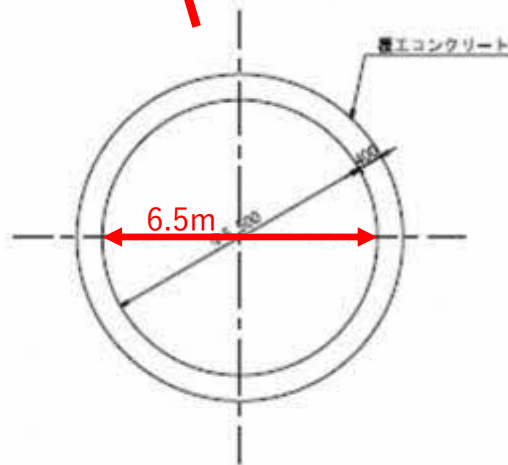
2) 施設整備の概要 (各立坑の仕上がり寸法)



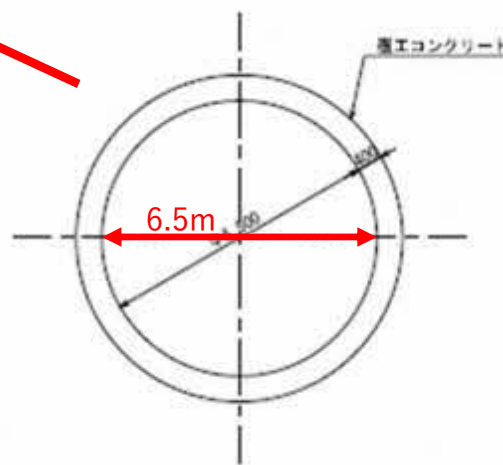
直径6.5m (西立坑)



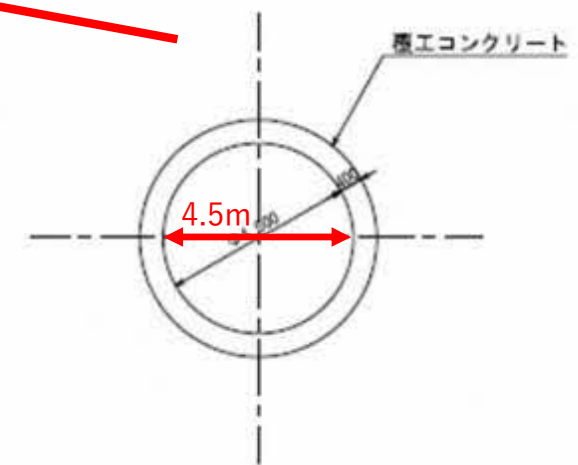
直径4.5m (換気立坑)



西立坑：深度365m-515m



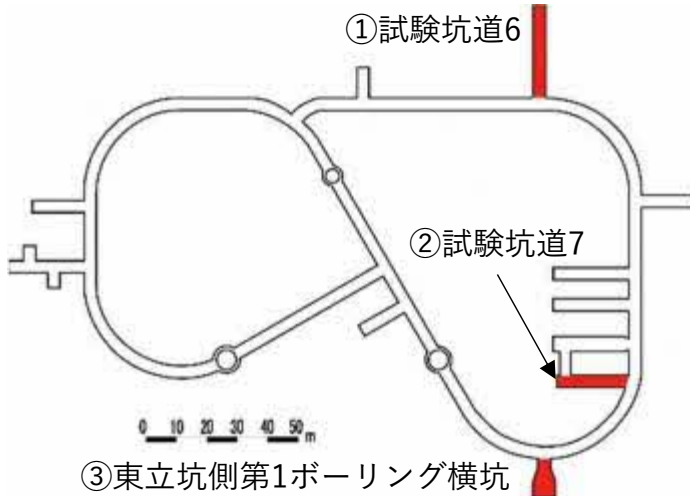
東立坑：深度380m-515m



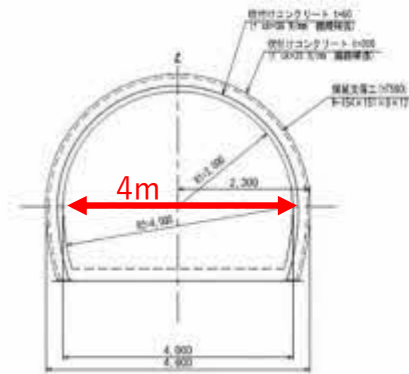
換気立坑：深度380m-500m

1-5 地下施設の建設・維持管理

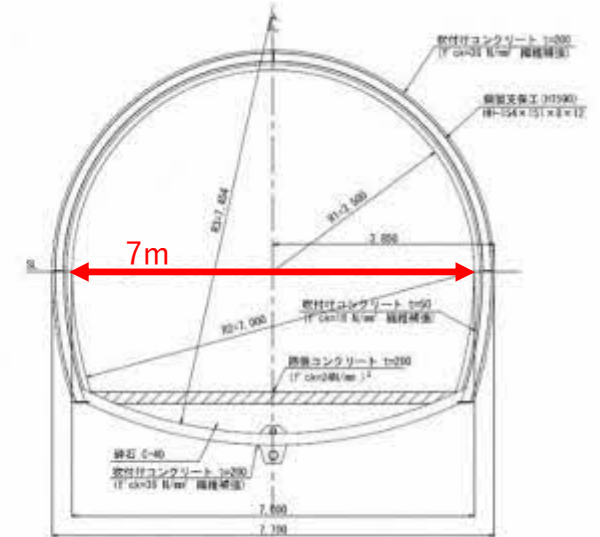
3) 施設整備の概要 (350m坑道の仕上がり寸法)



350m調査坑道



① 試験坑道6：坑道長30m
② 試験坑道7：坑道長23m



③ 東立坑側第1ボーリング横坑
：坑道長13m



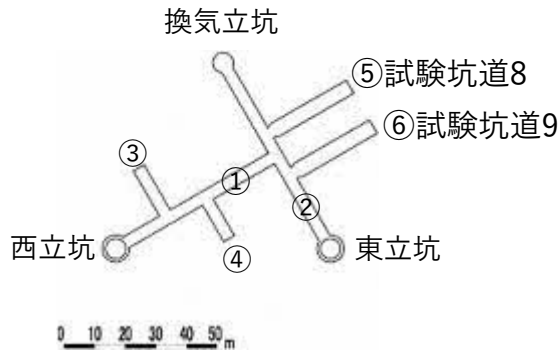
試験坑道の例 (試験坑道1)



ボーリング横坑の例 (250m) 20/65

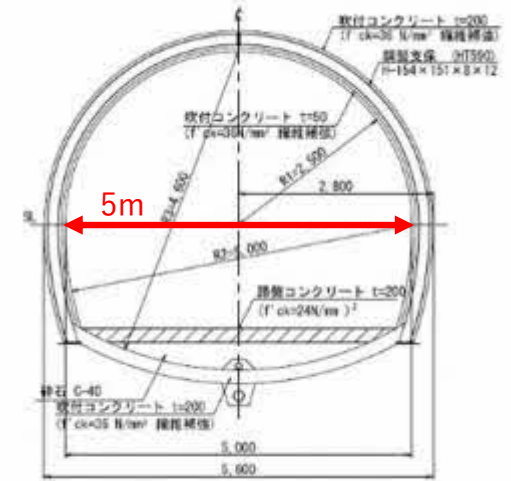
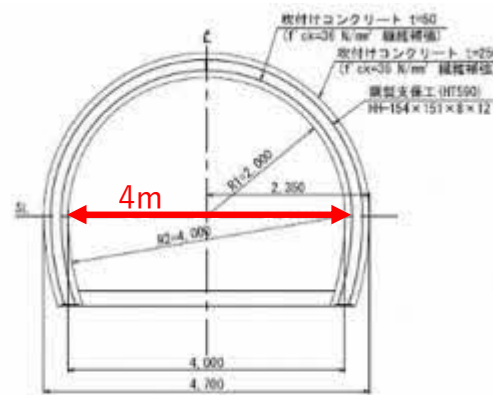
1-5 地下施設の建設・維持管理

4) 施設整備の概要 (500m坑道の仕上がり寸法)



500m調査坑道

- ① 西連絡坑道：坑道長53m
- ② 東連絡坑道：坑道長60m
- ③ 一時避難所：坑道長17m
- ④ ポンプ座：坑道長14m



- ⑤ 試験坑道8：坑道長30m
- ⑥ 試験坑道9：坑道長30m



連絡坑道の例 (350m西連絡坑道) 試験坑道の例 (350m試験坑道4)

1-5 地下施設の建設・維持管理

5) 施設整備の概要 (準備・仕上の作業内容)

【準備作業：掘削に先駆けて実施する作業】



湧水抑制対策

ボーリング削孔後、岩盤の割れ目にセメント溶液を注入し、坑道掘削時の湧水を抑制します。



換気立坑積込機製作

立坑掘削時に掘削土（ズリ）を地上まで運ぶかご（キブル）に積込む機械で、現在製作しています。



資機材準備

坑道内で必要な資機材を地上各所に準備しています。

【仕上作業：掘削完了後に行う作業】



路盤コンクリート打設

水平坑道掘削後、通行を容易にするために、床面にコンクリートを打設します。



配管・配線作業

立坑に打設した覆工コンクリート表面に、空気、水を送る配管や、電気、通信の配線を取り付けます。



片付け・清掃

1-5 地下施設の建設・維持管理

6) 施設整備の概要 (立坑の掘削方法)



①ガスチェック

メタンガスの有無を確認します。



②掘削

ブレーカーで岩盤を砕きます。



③掘削土(ズリ)出し

砕いた掘削土(ズリ)をかご(キブル)に積込んで地上に搬出します。



④壁面観察

立坑掘削後、岩盤壁面の割れ目分布や湧水の有無などの情報を取得します。



⑤鋼製支保

岩盤の壁面を支え安定性を保つため、立坑と同じ円周形に曲げた鋼製材料を壁面に取り付けます。



⑥ロックボルト設置

岩盤中にロックボルト(鉄製のロッド)を打ち込み補強します。



⑦型枠セット

掘削区間にコンクリートを打設するために、立坑と同じ円周形に曲げた型枠を設置します。



⑧コンクリート打設

設置した型枠と岩盤の壁面の間にコンクリートを流し込みます。



⑨型枠脱型

流し込んだコンクリートが固まった後に型枠を外します。

1-5 地下施設の建設・維持管理

7) 施設整備の概要 (水平坑道の掘削方法)



① ガスチェック

メタンガスの有無を確認します。



② 掘削

ブレイカーで岩盤を砕きます。



③ 掘削土 (ズリ) 出し

コンベアーや運搬車両で立坑まで運搬し、立坑から地上に搬出します。



④ 壁面観察

水平坑道掘削後、岩盤壁面の割れ目分布や湧水の有無などの情報を取得します。



⑤ コンクリート吹付

水平坑道掘削後、⑥の鋼製支保取付けを行うため、コンクリートを吹付けます。



⑥ 鋼製支保

水平坑道と同じ形状に曲げた鋼製材料を取り付けます。



⑦ コンクリート吹付

鋼製支保取付け後、コンクリートを吹付けます。



⑧ ロックボルト設置

吹付けコンクリート面から岩盤中にロックボルトを打ち込み補強します。

1-5 地下施設の建設・維持管理

8) 施設整備の概要 (安全対策の内容)



湧水抑制対策



先行ボーリング



ガスチェック



坑内監視システムによる24時間連続監視



濃度 (Vol%)	作業基準
0.25~0.5	火気使用作業の禁止、非防爆電動工具の使用
0.5~1.0	火薬取扱作業の禁止
1.0	第一次警報 (パトライトによる周知)
1.0~1.5	作業員退避
1.3	第二次警報 (パトライト+サイレンによる周知)
1.5以上	坑内電源遮断

段階的な警報の設定

1-6 研究に対する評価

□ 第32回深地層の研究施設計画検討委員会による

「令和4年度の成果ならびに令和5年度の計画」に対する総括の結果

令和4年度の成果

- 目的に沿った研究開発が**当初計画通り、着実に進められていると評価できる**。
具体的には、
 - ✓ 必須の課題に関連する原位置試験から、多くの貴重な学術的データが得られており、特に人工バリア関連の試験においては、**観測データと予測解析との比較を通じた手法の妥当性の確認が行われる等、技術的に価値のある進展が認められる**。
 - ✓ 地殻変動による人工バリアへの影響・回復挙動試験については、**必要なデータの取得及びモデルの構築が実施されている**ほか、海外の学術雑誌に成果が公表されており、**それらに関わる手法の整備が適切に遂行された**と評価できる。

令和5年度の計画

- 当初計画及び令和4年度の成果を踏まえた内容となっており、妥当と考えられる。
- 令和4年度までの成果の取りまとめや公表についても積極的に進めるとともに、令和4年度に協定が発効した**幌延国際共同プロジェクトを最大限に活用した取り組みを期待**する。

https://www.jaea.go.jp/04/tisou/iinkai/url_iinkai_01_dai4ki.htmlで委員会資料・議事録を公開しています。

□ 第35回地層処分研究開発・評価委員会（令和5年3月29日）

（※当日欠席の海外委員に対しては、令和5年4月18日に説明）

令和4年度における研究開発活動の状況について評価が行われた。上記の検討委員会による総括の結果についても報告、確認された。

令和5年度 幌延深地層研究の確認会議

- 1 令和4年度の実施内容と成果および令和5年度の計画**
 - 1-1 実際の地質環境における人工バリアの適用性確認
 - 1-2 処分概念オプションの実証
 - 1-3 地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証
 - 1-4 必須の課題への対応に必要なデータ取得
 - 1-5 地下施設の建設・維持管理
 - 1-6 研究に対する評価

- 2 国内外の関係機関の資金や人材を活用することへの取り組み**

- 3 北海道からの要請事項への対応**

2 国内外の関係機関の資金や人材を活用することへの取り組み



令和4年度の実施内容

- 幌延国際共同プロジェクトに関わる取り組み
 - 令和3年度に引き続き準備会合を開催：第2回（令和4年5月16日）、第3回（6月14日）、第4回（10月4日）、第5回（10月31日）
 - 令和5年2月8日に協定が発効（2月17日にプレスリリース）
 - DECOVALEX（連成モデルの開発とその実験結果との検証に関する国際共同研究）
 - 幌延の人工バリア性能確認試験のデータを用いた解析（6つの国と地域の機関が参加）
ワークショップを2回（令和4年4月：Web開催、令和4年11月：米国開催）開催し、参加機関の解析の進捗状況を確認した。
 - Pacific Rim Partnership（環太平洋の研究機関で協力協定）
 - ワーキンググループ会合（令和4年8月、11月：Web会議）
 - ワークショップ（令和4年12月：Web開催）
 - 国際原子力人材育成イニシアティブ事業※
 - 国内の大学生を対象にした地下施設見学および地下水・岩石の化学分析などの実習への協力
- ※ 文部科学省による原子力分野の幅広い人材育成を目的とした公募事業で、東京工業大学、東北大学、北海道大学などが令和2年度から令和8年度まで実施するもの
- 国際化に向けた取り組みを推進
 - 最終処分ラウンドテーブルの取り組みに係る、資源エネルギー庁とOECD/NEA（経済協力開発機構/原子力機関）主催のワークショップ（令和4年11月）への協力（稚内開催、地下施設視察）

2 国内外の関係機関の資金や人材を活用することへの取り組み

令和5年度の計画

- 幌延国際共同プロジェクトに関わる取り組み
 - 第1回管理委員会（令和5年4月、パリ開催）
- DECOVALEX（連成モデルの開発とその実験結果との検証に関する国際共同研究）
 - 幌延の人工バリア性能確認試験のデータを用いた解析（5つの国と地域の機関が参加）を継続
令和5年5月（韓国）と11月（フランス）にワークショップを開催予定
- Pacific Rim Partnership（環太平洋の研究機関で協力協定）
 - 情報交換、解析技術の検討など
- 地層処分に関するトレーニングコースの招致
 - 韓国の大学生を対象としたトレーニングコース：7月に開催予定
- 国際原子力人材育成イニシアティブ事業
 - 国内の大学生を対象とした実習などへの協力

など



国際原子力人材育成イニシアティブ事業（令和4年度）の実習の様子

2 国内外の関係機関の資金や人材を活用することへの取り組み



幌延国際共同プロジェクト

【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**します。
- 「**幌延町における深地層の研究に関する協定書**」の**遵守**を大前提に進めます。

【目的】

アジア地域の地層処分に関わる国際研究開発拠点として、幌延深地層研究センターの地下施設を利用した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するものです。我が国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するとともに、それを通して知識と経験を共有し次世代を担う国内外の技術者や研究者を育成します。

【実施内容】

高レベル放射性廃棄物の地層処分場の合理的設計、操業、閉鎖および地層処分システムの安全性評価で用いる先進的技術の開発・実証は国際的な課題です。このため、幌延深地層研究センターの地下施設を活用して、国際的に関心の高い以下の項目に取り組みます。

(カッコ内は「令和2年度以降の幌延深地層研究計画」の課題名)

- タスクA：物質移行試験（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B：処分技術の実証と体系化（処分概念オプシヨンの実証）
- 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）

2 国内外の関係機関の資金や人材を活用することへの取り組み



幌延国際共同プロジェクト

令和4年度の実施内容

- 第2回～第5回の準備会合を実施
プロジェクトの内容や実施分担などについて議論し、協定書の内容に基本合意（令和4年10月）
- 英国地質調査所と原子力機構の署名により **協定発効：令和5年2月8日**

参加機関（令和5年4月14日現在、署名順）	署名日	タスクA	タスクB	タスクC
英国地質調査所（BGS、英国）	2/7	○	○	○
日本原子力研究開発機構（JAEA、日本）	2/8	○	○	○
原子力テクノロジー国営会社（RATEN、ルーマニア）	2/8	○	—	—
工業技術研究院（ITRI、台湾）	2/10	○	—	—
韓国原子力研究所（KAERI、韓国）	3/15	○	○	○
連邦放射性廃棄物機関（BGE、ドイツ）	3/28	○	○	○
原子力環境整備促進・資金管理センター（RWMC、日本）	4/3	—	○	○
原子力発電環境整備機構（NUMO、日本）	4/3	○	○	○
電力中央研究所（CRIEPI、日本）	4/3	○	—	○

準備会合等への参加を通じて協定書の内容に基本合意をしたオーストラリア連邦科学産業研究機構（CSIRO、オーストラリア）、国営放射性廃棄物会社（SERAW、ブルガリア）の署名時期は、未定。

参加機関の署名の状況は、事務局であるOECD/NEAから原子力機構に連絡をもらい、当該週の週報（毎週金曜日に公表）でお知らせしています。

幌延国際共同プロジェクト

令和5年度の計画

- 第1回管理委員会の開催：令和5年4月11日～12日（パリ）
 - 実施計画が、管理委員会により承認されました。
 - 今後、本プロジェクトは本格化します。
- **物質移行試験のうち、下記課題：タスクA**

亀裂性の多孔質堆積岩における処分場の安全評価に適用可能な、より現実的な三次元物質移行モデルを開発するために、原位置試験を通じて三次元物質移行モデルが試験結果を適切に予測できる能力を評価する。
- **処分技術の実証と体系化のうち、下記課題：タスクB**

処分場の操業に貢献しうる技術オプションの開発、および好ましい適性を有する岩盤領域に処分孔を配置するための基準の確立を通じて、処分坑道や処分孔を配置するための技術の体系的な統合を実証する。
- **実規模の人工バリアシステム解体試験のうち、下記課題：タスクC**

（人工バリア性能確認試験で）既設の人工バリアシステムの解体を通じて、ニアフィールドにおける熱-水理-力学-化学連成プロセスをより詳細に理解し、熱-水理-力学-化学連成解析コードの妥当性確認とその更新を行う。

2 国内外の関係機関の資金や人材を活用することへの取り組み



幌延国際共同プロジェクト

管理委員会について

協定書第3条より抜粋（原子力機構による仮訳）

□ 位置付け

参加機関は、本協定に従ってプロジェクトを管理するために、管理委員会を設置するものとする。

□ 構成

各参加機関は、管理委員会の委員として指名した者をNEAに書面で通知するものとし、指名した者が不在の場合は少なくとも1名の代理者を指名することができる。

□ 役割

プロジェクトの健全な管理のために必要なプロセスおよび手続きを定めるものとする。このプロセスおよび手続きは、プロジェクトおよび本協定の条項と矛盾しないものである。

□ 意思決定

本協定において全会一致の承認がとくに必要とされていない限り、管理委員会は、会議中において、または書面による手続きにより、合意による決定を行うものとする。合意は、その決定のために与えられた期限内に異議を唱える参加機関がない場合に成立する。

2 国内外の関係機関の資金や人材を活用することへの取り組み



幌延国際共同プロジェクト

2024年度（令和6年度）までの概略工程

	令和4年度	令和5年度	令和6年度
事務手続き	▼ 協定書の発効（2023年2月8日） ■■■■ 協定書への署名		報告書作成 ▼
管理委員会など	▼ 第1回管理委員会 （2023年4月）	▼ 技術検討会議 （2023年秋頃）	▼ 第2回管理委員会 （2024年3月）
タスク会合		▼ ▼ ▼ ▼	▼ ▼ ▼ ▼
タスクA		各タスクの研究進捗に応じて適宜開催（年数回）	
タスクB		物質移行試験、割れ目の連結性・水圧分布調査など	
タスクC		既存情報の収集・整理、500mで想定される状況の検討など	
		連成解析の実施、人工バリア性能確認試験のデータ取得など	

令和5年度 幌延深地層研究の確認会議

- 1 令和4年度の実施内容と成果および令和5年度の計画**
 - 1-1 実際の地質環境における人工バリアの適用性確認
 - 1-2 処分概念オプションの実証
 - 1-3 地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証
 - 1-4 必須の課題への対応に必要なデータ取得
 - 1-5 地下施設の建設・維持管理
 - 1-6 研究に対する評価

- 2 国内外の関係機関の資金や人材を活用することへの取り組み**

- 3 北海道からの要請事項への対応**

3 北海道からの要請事項(令和4年度分)への対応(1/3)

1. 深度500mまでの坑道掘削の具体的な工程を次年度の確認会議において公表すること。また、PFI事業に要した事業費についても、年度毎に公表すること。

○令和5年度からの掘削工事の工程については、「幌延深地層研究計画 令和5年度調査研究計画」の第2章にて、令和7年度までの工程を示しました。また、令和5年度の工程については、第8章にて詳細を示しました。今後も各年度の具体的な工程を計画書にて公表していきます。PFI事業の事業費についても、ホームページなどで公表する計画です。

2. 幌延国際共同プロジェクト（以下、共同プロジェクト）の契約書に三者協定に関する内容を加えること。
3. 共同プロジェクトの契約締結前に、確認会議の場において、道及び幌延町に対して契約書へ記載した三者協定に関する内容を報告すること。
4. 共同プロジェクトは、その進捗にかかわらず、「令和2年度以降の幌延深地層研究計画」の研究期間内で終了すること。

○協定書の概要については、三者協定に関わる内容などを抜粋して、令和4年度の第4回確認会議（令和4年10月4日）にてご説明しました。関連するスライドを再掲します。今後は、協定書に記載のとおり、対応していきます。

確認項目とプロジェクト協定書の対応 (1/7)



< 確認項目 >

- ① 放射性廃棄物を使用しない・持ち込ませないこと
- ② NUMOへの幌延の研究所（一部の設備のみの場合も含む。）を譲渡・貸与しないこと
- ③ NUMOが参加する場合のNUMOの役割とNUMOが行う作業内容に関すること

協定書 第2条より抜粋

(b) In implementing the Project, the Operating Agent and the Parties shall never bring nor use any radioactive wastes, and the Operating Agent shall never lend nor transfer the URL facilities to the implementing organisation for final disposal of radioactive wastes.

原子力機構による仮訳

(b) 本プロジェクトの実施にあたり、運営機関および参加機関は、放射性廃棄物を決して持ち込まず、使用せず、運営機関は、深地層の研究所を放射性廃棄物の最終処分の実施主体に決して貸与または譲渡しないものとする。

※運営機関：原子力機構

確認項目とプロジェクト協定書の対応 (2/7)



< 確認項目 >

- ① 放射性廃棄物を使用しない・持ち込ませないこと
- ② NUMOへの幌延の研究所（一部の設備のみの場合も含む。）を譲渡・貸与しないこと
- ③ NUMOが参加する場合のNUMOの役割とNUMOが行う作業内容に関すること

協定書 参加機関の署名欄より抜粋

“NUMO shall not implement any on-site work in the URL facilities in order to ensure Article 2(b). NUMO shall only enter the URL facilities for on-site confirmation and technical discussions to execute the experimental plan. NUMO shall not engage in any work other than developing the experimental plan, assembling and interpreting the experimental data, performing the associated model simulation and evaluating the experimental results in each task in cooperation with other participating organisations”

原子力機構による仮訳

「NUMOは、第2条(b)を担保するため、深地層の研究所でのいかなる現場作業も実施しないものとする。NUMOは、試験計画を実行するための現場確認および技術的な打ち合わせの目的のみで深地層の研究所に立ち入るものとする。NUMOは、他の参加機関と協力して行う、各タスクの試験計画の立案、試験データの集約および解釈、関連するモデル解析の実施、試験結果の評価以外のいかなる業務にも従事しないものとする。」

< 確認項目 >

④ プロジェクトの研究内容

協定書 第2条より抜粋

(a) To implement the Project, the Parties have identified three Tasks described in further detail in Appendix B:

Task A: Solute transport experiment with model testing

Assessing predictable capability of 3D solute transport models through in situ experiments to develop more realistic 3D solute transport models that can be applied to repository safety assessments for fractured porous sedimentary rocks.

Task B: Systematic integration of repository technology options

Demonstrating systematic integration of technologies for locating the disposal tunnels and pits / holes through developing technology options that could contribute to the operation of disposal sites and establishing criteria for locating the disposal pits / holes in suitable rock domains.

Task C: Full-scale EBS dismantling experiment

Testing and updating the T-H-M-C coupled simulation codes by understanding the near-field T-H-M-C coupled processes in more detail through dismantling the previously installed EBS setup.

< 確認項目 >

④ プロジェクトの研究内容

原子力機構による仮訳

(a) プロジェクトを実施するために、参加機関は三つの課題を設定した。これらの詳細は付属書Bで記述されている。

タスク A：物質移行試験

亀裂性の多孔質堆積岩における処分場の安全評価に適用可能な、より現実的な三次元物質移行モデルを開発するために、原位置試験を通じて三次元物質移行モデルが試験結果を適切に予測できる能力を評価する。

タスク B：処分技術の実証と体系化

処分場の操業に貢献しうる技術オプションの開発、および好ましい適性を有する岩盤領域に処分孔を配置するための基準の確立を通じて、処分坑道や処分孔を配置するための技術の体系的な統合を実証する。

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) 既設の人工バリアシステムの解体を通じて、ニアフィールドにおける熱-水理-力学-化学連成プロセスをより詳細に理解し、熱-水理-力学-化学連成解析コードの妥当性確認とその更新を行う。

【参考】タスクと「令和2年度以降の幌延深地層研究計画」の対応

タスク A：物質移行試験（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 B：処分技術の実証と体系化（処分概念オプションの実証）

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）

確認項目とプロジェクト協定書の対応 (5/7)



< 確認項目 >

- ⑤ プロジェクトの期間（3年間の実施期間と4年間延長した場合の期間の終了時期（令和10年度まで）について）
- ⑥ プロジェクト期間を4年間延長する場合の手続き

協定書 第13条より抜粋

This Agreement shall remain in force until 31 March 2025 and may be extended for an additional period not to exceed 31 March 2029, with the Unanimous Approval of the Management Board.

原子力機構による仮訳

本協定は、2025年3月31日まで有効であり、管理委員会の全会一致の承認を得て、2029年3月31日を限度として追加延長することができるものとする。

< 確認項目 >

⑦参加機関ごとの役割・実施内容

実施内容は、④への回答のとおり、協定書の第2条に研究の項目と内容が示されています。各参加機関が取り組む、詳細な内容については、これまでにそれぞれの課題（タスクA～C）ごとに参加を希望する機関が議論を行い、内容を協議してきました。参加機関は、この内容に取り組むこととなります。

NUMOが参加する場合のNUMOの役割とNUMOが行う作業内容に関しては、確認項目③のとおり、協定書の参加機関の署名欄のところに

「NUMOは、第2条(b)を担保するため、深地層の研究所でのいかなる現場作業も実施しないものとする。NUMOは、試験計画を実行するための現場確認および技術的な打ち合わせの目的のみで深地層の研究所に立ち入るものとする。NUMOは、他の参加機関と協力して行う、各タスクの試験計画の立案、試験データの集約および解釈、関連するモデル解析の実施、試験結果の評価以外のいかなる業務にも従事しないものとする。」

と記載があります。

確認項目とプロジェクト協定書の対応 (7/7)



< 確認項目 >

⑧ プロジェクトにおける原子力機構の地位（運営機関としての位置づけ）

⑧について、第3回確認会議資料2-2では、仮訳として「管理機関」で説明をしていましたが、「運営機関」が正しい訳となりますので、本資料では「運営機関」と訂正しています。

協定書 第5条より抜粋

The Programme of Work shall be carried out by the Japan Atomic Energy Agency (JAEA), as the Operating Agent for the Project. The Operating Agent shall be responsible for executing the Project in accordance with this Agreement and the decisions of the Management Board, including performing all legal acts required to carry out the Project.

原子力機構による仮訳

研究業務計画は、日本原子力研究開発機構（JAEA）が本プロジェクトの運営機関として実施する。運営機関は、本協定および管理委員会の決定に従って本プロジェクトを実施する責任を負うものとし、これには本プロジェクトの実施に必要な全ての法的行為の履行が含まれる。

3 北海道からの要請事項(令和4年度分)への対応(2/3)

5. 共同プロジェクトの実施にあたっては、「令和2年度以降の幌延深地層研究計画」の範囲内において進めるとともに、三者協定に関する内容が遵守されるよう、適切に運営していくこと。

○協定書に、プロジェクトで実施する課題および三者協定に関わる以下の記載があります(原子力機構による仮訳)。

「プロジェクトを実施するために、参加機関は三つの課題を設定した。これらの詳細は付属書Bで記述されている。

タスク A：物質移行試験

亀裂性の多孔質堆積岩における処分場の安全評価に適用可能な、より現実的な三次元物質移行モデルを開発するために、原位置試験を通じて三次元物質移行モデルが試験結果を適切に予測できる能力を評価する。

タスク B：処分技術の実証と体系化

処分場の操業に貢献しうる技術オプションの開発、および好ましい適性を有する岩盤領域に処分孔を配置するための基準の確立を通じて、処分坑道や処分孔を配置するための技術の体系的な統合を実証する。

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) 既設の人工バリアシステムの解体を通じて、ニアフィールドにおける熱-水理-力学-化学連成プロセスをより詳細に理解し、熱-水理-力学-化学連成解析コードの妥当性確認とその更新を行う。」

「本プロジェクトの実施にあたり、運営機関および参加機関は、放射性廃棄物を決して持ち込まず、使用せず、運営機関は、深地層の研究所を放射性廃棄物の最終処分の実施主体に決して貸与または譲渡しないものとする。」

3 北海道からの要請事項(令和4年度分)への対応(3/3)

6. NUMOが共同プロジェクトに参加する場合は、幌延深地層研究センターで、共同プロジェクトに必要な技術的議論のための現場確認や打合せ等を行うことができるが、現場作業は行わせないこと。

- 協定書の参加機関の署名欄に、以下の記載があります（原子力機構による仮訳）。
- 「NUMOは、第2条(b)を担保するため、深地層の研究所でのいかなる現場作業も実施しないものとする。NUMOは、試験計画を実行するための現場確認および技術的な打ち合わせの目的のみで深地層の研究所に立ち入るものとする。NUMOは、他の参加機関と協力して行う、各タスクの試験計画の立案、試験データの集約および解釈、関連するモデル解析の実施、試験結果の評価以外のいかなる業務にも従事しないものとする。」
- 今後は、この記載のとおり、対応していきます。

7. 研究内容に関し、道民の皆様から質問等が多く寄せられている事項については、より丁寧な説明を行うこと。

- 幌延深地層研究センターは、処分場とはしない場所で、地層処分を実施するために必要な技術を実際の地質環境に適用し、その有効性を確認するための研究施設であること。また、研究を行うに際して放射性廃棄物や放射性物質は用いないこと。これらを住民説明会や施設見学会などを通じ、より丁寧に説明するよう引き続き心がけます。

参考資料

北海道からの要請事項 (令和3年度まで)

令和3年度の要請事項への対応

北海道からの要請事項(令和3年度分)への対応(1/5)

1. 深度500メートルにおける研究は、「令和2年度以降の幌延深地層研究計画」の範囲を超える研究はしないこと。

○深度500mにおける研究は、「令和2年度以降の幌延深地層研究計画」の範囲で行います。

2. 工事の進捗については、毎年度提出の調査研究計画や成果報告はもとより、機構のホームページに公開するなど、透明性を担保して、情報発信を行うこと。

○工事の進捗については、毎年度提出する調査研究計画や調査研究成果報告で示すとともに、ホームページで進捗を公開します。

(https://www.jaea.go.jp/04/horonobe/status/kouji/shisetsuseibi_kouji.html)

3. 工期に影響が生じ得る事象が発生した場合は、機構は速やかに北海道及び幌延町へ報告し、ホームページで公表するとともに、必要に応じて工程への影響を最小限とする方策などについて説明すること。

○工期に影響が生じ得る事象が発生した場合は、速やかに北海道及び幌延町へ報告し、ホームページで公表するとともに、必要に応じて工程への影響を最小限とする方策などについて説明します。

北海道からの要請事項(令和3年度分)への対応(2/5)

4. 仮に、研究期間の調整が必要とされる状況が生じた場合は、機構は速やかに北海道や幌延町に報告するとともに、調整後の研究工程や研究内容を報告すること。

○仮に、研究期間の調整が必要とされる状況が生じた場合は、速やかに北海道や幌延町に報告するとともに、調整後の研究工程や研究内容を報告します。

5. 坑道整備工事及び研究開始に伴う具体的なスケジュールや計画については、「令和2年度以降の研究工程」及び各年度の研究計画において記載すること。

○坑道整備工事及び深度500mでの研究開始に伴う具体的なスケジュールや計画については、「令和2年度以降の研究工程」及び各年度の研究計画において記載します。

6. 「埋め戻し」という用語については、「研究終了後に幌延深地層研究センターの地下施設全体を埋め戻すこと」と「人工バリア性能確認試験において試験坑道部分を埋め戻すこと」が混同されることのないよう今後の資料作成においては、明確に区別がつくよう工夫すること。

○「埋め戻し」という用語については、「研究終了後に幌延深地層研究センターの地下施設全体を埋め戻すこと」を「地下施設の埋め戻し」、「人工バリア性能確認試験において試験坑道部分を埋め戻すこと」を「坑道の埋め戻し」と記載することとしました。

北海道からの要請事項(令和3年度分)への対応(3/5)

7. 報道機関を対象とした説明会等の開催を検討するほか、施設公開やホームページ等による情報発信を通じ、幌延の研究施設が最終処分場になる等の不安や懸念の解消に努めること。また、情報の受け手の「分かりやすさ」に配慮したうえで、研究に対する理解の醸成につなげるため、今後も丁寧かつ積極的な情報発信に透明性を持ち取り組むこと。

- 報道機関を対象とした施設見学会を企画し、令和3年12月6日、令和4年6月6日に開催しました。また、プレス発表においては、記者へのレクチャー方式として、参加促進を図る観点から、対面とオンラインを組み合わせたハイブリッド形式を設定し、説明を行いました。
- 施設見学の受け入れやホームページなどによる情報発信を通じて、幌延の研究施設が最終処分場にならないことを三者協定を引用して説明し、不安や懸念の解消に努めています。
- 一般の方や小・中学生向けに幌延深地層研究センターの研究についてわかりやすく解説した資料や動画を集めた資料集のページをホームページに新設しました。
- 資料集のページには、地下施設の見学を疑似体験できる3Dバーチャルコンテンツも掲載しています。（経済産業省資源エネルギー庁委託事業：令和3年度放射性廃棄物広聴・広報等事業（地層処分研究理解促進事業））

北海道からの要請事項(令和3年度分)への対応(4/5)

情報公開の取り組み (1/2)

幌延センターHP新規コンテンツ (<https://www.jaea.go.jp/04/horonobe/>)

施設を訪問できない方向けの、地下施設およびゆめ地創館見学を疑似体験できる3Dコンテンツを掲載

一般の方向けの幌延センター紹介動画の公開



<https://my.matterport.com/show/?m=yiX6s67b75C&q=1>



<https://my.matterport.com/show/?m=Uvs5LHJ9qAt>



北海道からの要請事項(令和3年度分)への対応(5/5)

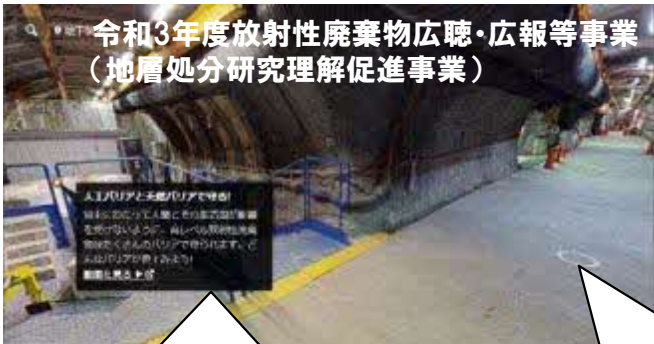


情報公開の取り組み (2/2)

幌延センターHP新規コンテンツ (<https://www.jaea.go.jp/04/horonobe/research/general.html>)

一般の方・小中学生向け資料集の掲載

バーチャル地下施設見学

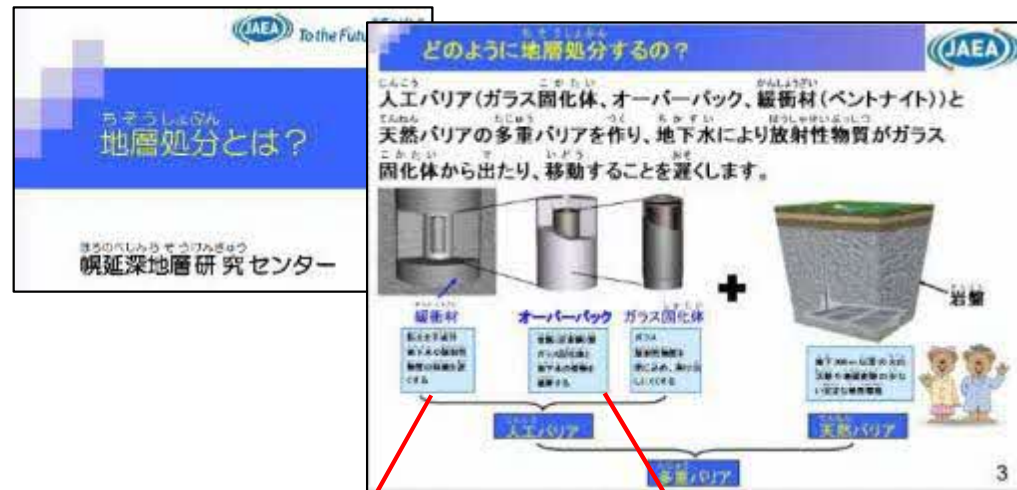


ここをクリックして動画を見る

ここをクリックして地下施設を歩く



地層処分とは？



一般の方や小中学生にご理解いただけるよう、動画を用いたり、分かりやすい説明に努めています。 52/65

令和2年度の要請事項への対応

北海道からの要請事項(令和2年度分)への対応(1/6)

1. 外部評価の意見とその対応を公開する際には、評価の状況を北海道及び幌延町へ報告すること。

○機構の外部委員会（「深地層の研究施設計画検討委員会」、「地層処分研究開発・評価委員会」）にて受けた評価の状況を適宜、北海道及び幌延町へ報告しています。

令和4年度の開催状況

深地層の研究施設計画検討委員会：令和4年12月、令和5年3月

地層処分研究開発・評価委員会：令和5年3月

2. 研究計画に対する研究課題の進捗状況がわかるよう、研究課題毎にどのような成果を出しているのか、また、研究課題間の関連性はどうかなど、計画書の策定等にあたっては、より分かりやすい資料の作成に努めること。

○研究課題毎の成果については、工程表に各課題の最終的な成果と、各年度で得られた成果を示すことで進捗状況が分かるようにしました。また、研究課題間に関連があるものについては関連性を示していきます。

北海道からの要請事項(令和2年度分)への対応(2/6)

課題の全体の内容のつながりについて

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

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

③地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証

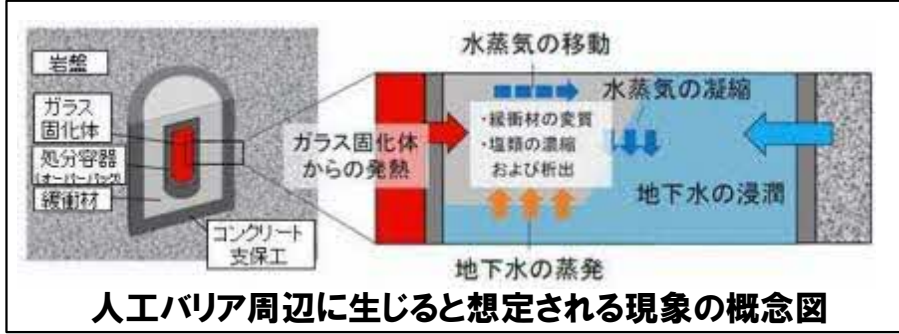
- 水圧擾乱試験などによる緩衝能力の検証・定量化
 - ・ 地殻変動が地層の透水性に与える影響の把握
 - ・ 地下水の流れが非常に遅い領域を調査・評価する技術の高度化
- 地殻変動による人工バリアへの影響・回復挙動試験

坑道を埋め戻す技術は、どのような品質なのか？



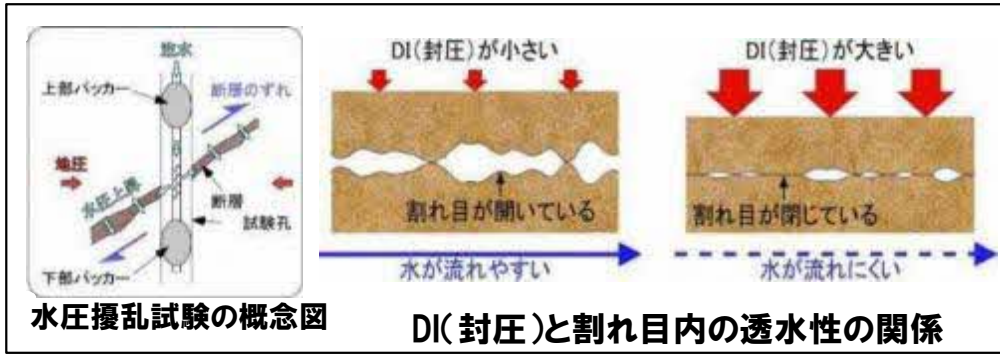
坑道を埋め戻す複数の施工方法を確認します

人工バリアでは、どのような現象が起こるのか？



人工バリアで起こる現象を把握します

割れ目や断層の中での、水や物の動きやすさは、どうなるのか？



断層や割れ目内での水や物の動きやすさを把握します

北海道からの要請事項(令和2年度分)への対応(3/6)

3. 研究終了後の埋め戻しの考え方については、瑞浪超深地層研究所の例とともに、埋め戻し方法や工事期間、周辺環境モニタリングなどの一般的な事例を整理し、来年度の確認会議で示すことを検討すること。

○瑞浪超深地層研究所の埋め戻しの例や、鉱山の一般的な埋め戻しの例（金属鉱山の例）などについて、令和3年度の確認会議、住民説明会で紹介しました。

4. 埋め戻しは、地下研究施設の建設時に発生した掘削土（ズリ）で行うこととしているが、土の性状は経年変化する可能性があることから、今後、埋め戻しの検討において考慮すること。

○今後の埋め戻しの検討の際に考慮します。

5. 地域における報告会の説明資料作成にあたっては、道民がイメージしやすい表現を用いるなど受け手側を考慮した資料作りに務めること。

○受け手側を考慮して、分かりやすい、イメージしやすい表現を用いて資料を作成いたします。分かりやすい表現であっても解釈が分かれるような用語は注釈をつけるなど工夫します。

北海道からの要請事項(令和2年度分)への対応(4/6)

6. 確認会議において、前年度の研究成果をより早期に確認するため、例年、新年度計画の提出より後になっている前年度の研究成果については、来年度以降、一部見込みになる部分もあるが、新年度の研究計画の際に提出すること。

○令和3年度以降の計画書においては、前年度の研究成果については見込みになる部分も含めて概要を計画書のなかで示すこととしました。

7. 来年度以降の計画書の作成にあたっては、当該年度の研究内容と前年度の研究とのつながりを意識するよう努めること。

○令和3年度以降の計画書においては、課題の全体の内容、前年度の研究成果、当該年度の研究計画を示すことで、つながりが分かるようにしています。

8. 幌延深地層研究センターの研究の目的と得られる成果を施設見学会や地域の説明会等において具体的に示す工夫をすること。

○研究目的と想定している成果について、見学会や地域の説明会において示すこととしました。

北海道からの要請事項(令和2年度分)への対応(5/6)

9. 地域の説明会等において、機構の外部委員会の評価や、研究の推進に関することとして地層処分を取り巻く国等の活動状況について報告すること。

○地域の説明会において、外部委員会の評価や、地層処分を取り巻く国やNUMOの活動状況について報告することとしました。

10. 地域の説明会において処分場の選定プロセスとの違いなども紹介していくこと。

○地域の説明会において処分場の選定プロセスや、北海道及び幌延町と締結している「幌延町における深地層の研究に関する協定書」を紹介し、幌延深地層研究センターとの違いを説明することとしました。

11. 分かりやすい広報資料の作成に向け、外注や広報部署との連携を検討していくこと。

○広報部署と連携して、分かりやすい資料の作成のための研修を行いました。説明資料は、広報部署の広報専門監の指導に基づき作成することとしました。

北海道からの要請事項(令和2年度分)への対応(6/6)

12. 機構の情報公開の取組について、リスクコミュニケーションの専門家や科学ジャーナリストの方などとも相談し、常に改善し、実行していくこと。

○広報部署が企画したリスクコミュニケーション専門家との意見交換会に参加しました。また、幌延深地層研究センターの紹介動画の制作に当たり、科学コミュニケーションの専門家にご意見を伺い、いただいたコメントを動画制作に反映しました。

13. 500mでの研究等を実施するかどうかについて判断した場合は、その内容、理由等について、北海道及び幌延町が開催する確認会議において説明すること。

○稚内層深部(500m)に坑道を展開して研究を行う方針については、令和3年度の確認会議で判断の内容と理由などを説明しました。

令和元年度の要請事項への対応

北海道からの要請事項(令和元年度分)への対応(1/5)

1. 今後とも「三者協定」に則り研究に当たること。

○北海道および幌延町との三者協定は、幌延深地層研究センターが深地層研究計画を進めるにあたって大前提と認識しており、最終処分場としないことや研究終了後は埋め戻すことなどを遵守します。

2. 9年間の研究期間を通じて必要な成果を得て研究を終了できるよう取り組むこと。

3. 研究の実施主体として責任をもって計画に即して研究を進めること。

○今後は9年間の研究期間を通じて必要な成果を得て研究を終了できるよう、毎年度、PDCA（P：計画・D：実行・C：評価・A：改善）サイクルを着実に回していきます。

北海道からの要請事項(令和元年度分)への対応(2/5)

4. 安全管理に関する情報や埋め戻しの考え方など、道民の皆様の不安や懸念の解消につながる情報について、あらゆる機会を通じ、分かりやすくかつ丁寧に提供すること。

- 安全管理に関する情報や埋め戻しの考え方など、道民の皆様の不安や懸念の解消につながる情報を、地域での説明会などにおいて、分かりやすく丁寧に提供していきます。
- 情報公開やコミュニケーションに関する有識者の方々ともご相談し、機構の取り組みについて常に改善し、実行していきます。
- 令和2年度以降の幌延深地層研究計画において「国内外の動向を踏まえて、地層処分の技術基盤の整備の完了が確認できれば、埋め戻しを行うことを具体的工程として示します」としています。埋め戻しの考え方については、令和3年度の住民説明会で、一般的な事例として、瑞浪超深地層研究所や金属鉱山の例を紹介しました。
- 「幌延が将来処分場になるのではないか」という不安や懸念の解消のため、地層処分に関する法律や、国などが全国で説明している関連内容を、地域での説明会などにおいて、引き続き紹介していきます。

北海道からの要請事項(令和元年度分)への対応(3/5)

5. 研究の進捗状況を分かりやすく説明できるよう、今後の研究の工程表を整理し公表すること。

○今後の研究の9年間の工程表を整理し、令和2年度調査研究計画にて公表しました。また、工程表に年度ごとの成果を追記し、進捗状況が分かるようにしました。

6. 道及び幌延町が三者協定に基づき毎年度開催する確認会議において、毎年度の計画や実績のみならず、研究に対する評価やその他研究の推進に関することについても報告するとともに、地域での説明会等で積極的に情報発信すること。

○確認会議や地域での説明会などにおいて、毎年度の計画や実績に加えて、機構の外部委員会（「深地層の研究施設計画検討委員会」、「地層処分研究開発・評価委員会」）の評価や、研究の推進に関することとして地層処分を取り巻く国などの活動状況についても報告します。

○プレス発表を通じて、多くの研究成果などの情報を発信するとともに、インターネットなどをより活用し、迅速に幅広く情報発信していきます。機構のTwitterをより積極的に活用した情報発信も行っています（令和2年11月～）。

○近隣市町村の自治体や住民の方々がこれまで以上に幌延深地層研究センターの地下施設をご覧いただけるような機会を設けます。令和2年10月より近隣市町村を対象とした見学会を開始し、令和4年度も継続しました。（令和2年度：16名、令和3年度：13名、令和4年度：4名）

北海道からの要請事項(令和元年度分)への対応(4/5)

地下施設の安全管理について

- 安全教育の実施
- 定期的な安全パトロールの実施
- 訓練の実施 など

地下施設では、安全に関する様々な情報を中央管理室において常時監視しており、異常値が検出されたら直ちに対応できるよう備えています。

【主な監視項目】

- 地下の環境（温度・湿度、一酸化炭素、酸素、メタンガスなど）
- 各種警報（火災報知器、一酸化炭素、メタンガスなど）
- 設備の稼働状況（換気設備、排水設備、電気設備など）
- 入出坑者
- 現場に設置されたカメラの映像



安全パトロールの様子



地下の環境を監視するセンサー

北海道からの要請事項(令和元年度分)への対応(5/5)

令和2年度以降の研究工程表の例

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

目的・背景・必要性・意義	課題	R2以降の課題	R2以降の実施内容	R5の実施内容	研究期間								
					前半								
					R2	R3	R4	R5	R6	R7			
<p>① 処分場の操業（廃棄体の搬送・回収、処分場の閉鎖を含む）に関わる人工バリアの搬送・定置方式などの工学技術の実証を目的として、模擬の地下施設を事例に、原位置試験を実施し、人工バリアの搬送定置・回収技術及び閉鎖技術を実証する</p> <p>② 個別の要素技術の実証試験</p> <p>③ 埋め戻し材、プラグに関する設計手法、製作・施工及び品質管理手法の確立</p>	<p>① 処分場の操業（廃棄体の搬送・回収、処分場の閉鎖を含む）に関わる人工バリアの搬送・定置方式などの工学技術の実証</p> <p>② 個別の要素技術の実証試験</p> <p>③ 埋め戻し材、プラグに関する設計手法、製作・施工及び品質管理手法の確立</p>	<p>①②③ 操業・回収技術などの技術オプションの実証</p>	<p>注入する地下水の圧力や量を増加させ、緩衝材に十分に水を浸透させた状態を確保して施工方法（新設、ブロック方式等）の違いによる緩衝材の品質の違いを把握する。また、埋め戻し方法（プラグの有無等）・回収方法による埋め戻し材の品質の違いを把握する。</p> <p>① 搬送定置・回収技術の実証（緩衝材や埋め戻し材の状態に応じた除去技術の技術オプションの整理、回収容易性を考慮した概念オプション提示、回収維持の影響に関する品質評価手法の提示）</p> <p>② 閉鎖技術（埋め戻し方法：プラグ等）の実証</p>	<p>① 地下環境におけるコンクリートの劣化に関する試験、分析の継続。実際の地下施設に施工されているコンクリート支持工の劣化状況等の評価</p> <p>② 閉鎖システム（埋め戻し材やプラグなど）に関する基礎情報の整備を目的とした解析検討、室内試験および原位置試験の継続</p> <p>③ 人工バリアの緩衝材と坑道の埋め戻し材の施工方法の違いに係る品質保証体系の構築</p>	前半の5年程度で実施							体系化して取り実証のうち人工に関する実証試験	<p>各課題の最終的な成果を記載</p>
					<p>① 搬送定置・回収技術の実証</p>	<p>② 閉鎖技術（埋め戻し方法：プラグ等）の実証</p>	<p>③ 人工バリアの緩衝材と坑道の埋め戻し材の施工方法の違いに係る品質保証体系の構築</p>	<p>令和6年度までに得られる成果</p> <ul style="list-style-type: none"> ○実際の地下環境における支保部材の経年変化に係るデータ取得 ○坑道閉鎖・閉鎖後の地質環境変化に関する事象の把握 	<p>体系化の中で、情報の不足等があった場合に追加で試験、解析を実施</p>	<p>令和6年度までに得られる成果</p> <ul style="list-style-type: none"> ○シーリングシステムの長期性能評価に関する考え方の整理 ○緩衝材の膨張挙動に影響を与える事象の整理 ○止水プラグの施工に関する重要技術の抽出 ○EDZ調査技術の評価・高度化 ○坑道内からのボーリング孔に対するシーリング技術の整備・実証 	<p>体系化の中で、情報の不足等があった場合に追加で試験、解析を実施</p>	<p>令和6年度までに得られる成果</p> <ul style="list-style-type: none"> ○緩衝材の施工方法に関する技術オプションの実証 ○坑道閉鎖に関する技術オプションの実証 	
					<p>① 地下環境におけるコンクリートの劣化に関する試験、分析の継続。実際の地下施設に施工されているコンクリート支持工の劣化状況等の評価</p>	<p>② 閉鎖システム（埋め戻し材やプラグなど）に関する基礎情報の整備を目的とした解析検討、室内試験および原位置試験の継続</p>	<p>③ 人工バリアの緩衝材と坑道の埋め戻し材の施工方法の違いに係る品質保証体系の構築</p>	<p>令和6年度までに得られる成果</p> <ul style="list-style-type: none"> ○実際の地下環境における支保部材の経年変化に係るデータ取得 ○坑道閉鎖・閉鎖後の地質環境変化に関する事象の把握 	<p>体系化の中で、情報の不足等があった場合に追加で試験、解析を実施</p>	<p>令和6年度までに得られる成果</p> <ul style="list-style-type: none"> ○シーリングシステムの長期性能評価に関する考え方の整理 ○緩衝材の膨張挙動に影響を与える事象の整理 ○止水プラグの施工に関する重要技術の抽出 ○EDZ調査技術の評価・高度化 ○坑道内からのボーリング孔に対するシーリング技術の整備・実証 	<p>体系化の中で、情報の不足等があった場合に追加で試験、解析を実施</p>	<p>令和6年度までに得られる成果</p> <ul style="list-style-type: none"> ○緩衝材の施工方法に関する技術オプションの実証 ○坑道閉鎖に関する技術オプションの実証 	

各年度で得られた成果を記載

※1 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していく。
※2 研究の進捗管理として、各年度の成果を各年度の欄に追記する。

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 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」）に統合して実施する。
「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」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。