

**幌延深地層研究計画
令和 7 年度調査研究成果報告
(概要版)**

令和 8 年 7 月

**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**

目次

1. はじめに.....	1
2. 令和2年度以降の幌延深地層研究計画に示した研究課題.....	2
3. 令和7年度の主な調査研究の成果.....	6
4. 実際の地質環境における人工バリアの適用性確認.....	8
4.1 人工バリア性能確認試験.....	8
5. 処分概念オプションの実証.....	9
5.1 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.....	9
5.1.1 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.....	9
(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.....	10
(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.....	10
(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.....	11
(4) 廃棄体設置の判断や間隔の設定に必要な情報の整理.....	12
6. 令和2年度以降の必須の課題への対応に必要なデータ取得.....	14
7. 地下施設の建設・維持管理.....	15
8. 環境調査.....	18
9. 安全確保の取り組み.....	19
10. 開かれた研究.....	20
11. 用語集.....	21

1. はじめに

幌延深地層研究計画は、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が、北海道幌延町において実施している、堆積岩を対象とした深地層の研究施設計画です。地層処分に関わる地下研究施設には、最終処分場として使用しない施設で技術を磨く地下研究施設（ジェネリックな地下研究施設）と最終処分施設建設地としての適性を見定める地下研究施設（サイトスペシフィックな地下研究施設）の2つの種類があります。このうち、幌延深地層研究センターの地下施設は、ジェネリックな地下研究施設に該当します。

幌延深地層研究センターでは、北海道および幌延町により受け入れられた、「令和2年度以降の幌延深地層研究計画」で示した研究課題について、令和2年度以降、第3期および第4期中長期目標期間を目途に取り組むこととしました。令和7年度は、「令和2年度以降の幌延深地層研究計画」に示した研究課題に対して、第4期中長期計画（令和4年4月1日～令和11年3月31日）に掲げた課題を達成していくための調査研究を実施しました。

なお、「令和2年度以降の幌延深地層研究計画」では、これまでと同様に、放射性廃棄物を持ち込むことや使用することなく、また最終処分場とはしないことを約束した「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、安全を最優先として研究を進めます。研究開発を進めるに当たっては、当初の計画の研究対象の範囲内において、国内外の関係機関の資金や人材を活用していきます。

2. 令和2年度以降の幌延深地層研究計画に示した研究課題

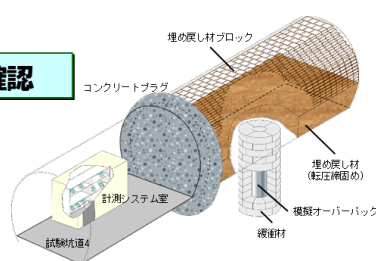
「令和2年度以降の幌延深地層研究計画」では、必須の課題のうち、引き続き研究開発が必要と考えられる以下の課題（令和2年度以降の必須の課題※）に取り組んでいます。

令和6年度までに多くの課題において、所期の目標を達成することができたため、令和7年度からは、令和2年度以降の必須の課題のうち、主に「人工バリア※性能確認試験」および「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」に取り組んでいます。

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

〔概要〕実際の地質環境において、人工バリアや周辺岩盤中での特に減熱時における熱－水－応力－化学連成挙動や、物質移行現象などを計測・評価する技術の高度化を行う。



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

- 人工バリアの設置・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

〔概要〕設置・回収技術や閉鎖技術も含めた、種々の処分概念オプションの工学的実現性を実証し、多様な地質環境条件に対して柔軟な処分場設計を行うことを支援する技術オプションを提供する。廃棄体設置の判断や間隔の設定に必要となる情報を整理する。

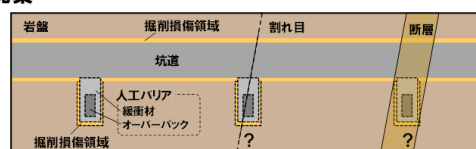


閉鎖技術オプションの整理

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

〔概要〕地震・断層活動等の地殻変動に対する堆積岩の力学的・水理学的な緩衝能力を定量的に検証するとともに、化石海水※の三次元分布に係る調査・評価手法を高度化し、堆積岩地域における立地選定や処分場の設計を、より科学的・合理的に行える技術と知見を整備する。



廃棄体位置決定や間隔設定の考え方の整理

令和2年度以降に取り組むべき研究課題（令和2年度以降の必須の課題）

※このマークの付いた用語は、本概要版の「11. 用語集」（p. 21～p. 23）をご参照ください。

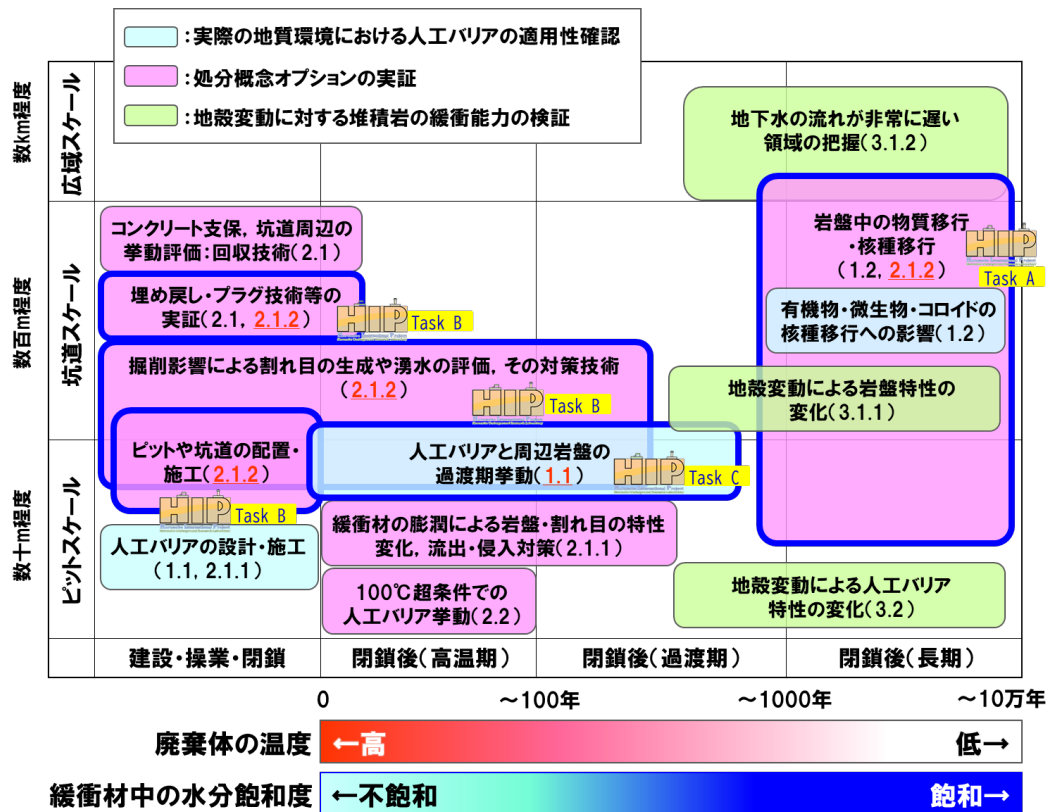
幌延深地層研究計画の令和2年度以降のスケジュール

		第3期中長期目標期間				第4期中長期目標期間				
		R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
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	浸潤時・減熱時のデータ取得、達成モデルの適用性確認 国際プロジェクトにおける解析コード間の比較検証、改良・高度化					解体試験のデータ取得、達成モデルの適用性確認			
	1.2 物質移行試験	掘削影響領域での物質移行に関するデータ取得 有機物、微生物、コロイドの影響を考慮した物質移行試験、等								
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	搬送定置・回収技術、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									
	(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				
	(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				
	(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					・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				
	(4)廃棄体設置の判断や間隔の設定に必要なとなる情報の整理					・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				
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		100℃超の際にニアフィールドにおいて発生する現象の整理 国際プロジェクト情報の収集・整理、等								
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	数十cmの幅の断層を対象とした水圧擾乱試験 断層の活動性評価手法の整備、等								
	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	地下水の流れが非常に遅い領域(化石海水領域)の調査・評価技術の検証、等								
3.2 地殻変動による人工バリアへの影響・回復挙動試験		人工バリアの緩衝材や坑道埋め戻し材が掘削影響領域の力学的・水理学的な緩衝能力に与える影響を把握する解析手法の開発								
【施設計画】										
	坑道掘削	掘削準備	350m調査坑道	換気立坑	東立坑	西立坑	500m調査坑道			
【維持管理】										

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。

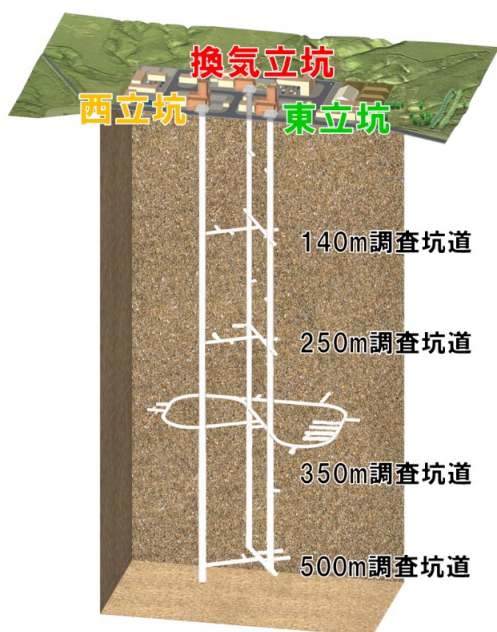
個別の要素技術の課題については、期間の前半で実施し、後半は体系化して取り組む課題(2.1.2)に統合して実施する。

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。実施する場合には年度当初に示す計画書にて記載する。

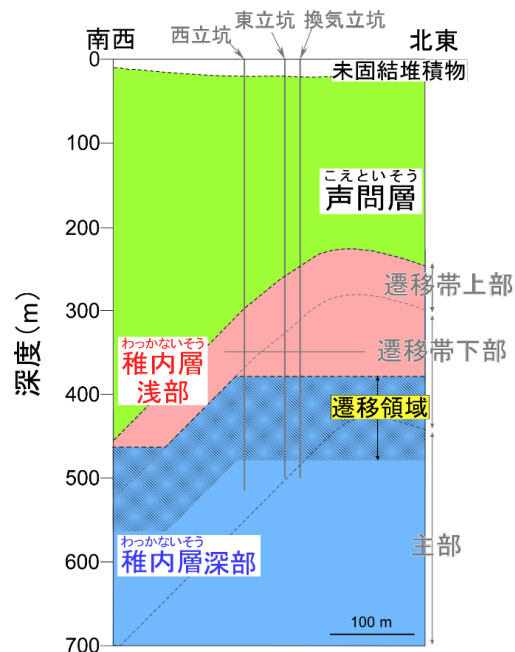


令和2年度以降の幌延深地層研究計画における研究課題の全体像

幌延深地層研究センターの地下施設で研究対象としている地層は、^{こえといそう}声問層と稚内層であり、声問層は稚内市声問付近、稚内層は稚内市の市街によく認められたことから、それぞれの地名が地層名として古くから与えられています。声問層（珪藻質泥岩）は、主に海底に降り積もった珪藻と呼ばれる植物プランクトンの遺骸から構成され、地下施設周辺の堆積年代は、約400万年前～200万年前と推定されます。一方、稚内層（珪質泥岩）は、声問層と同様の珪藻の遺骸が堆積の進行に伴ってより深くに埋没することで地温の影響などを受けて溶解し、再沈殿してできた鉱物を主成分としており、声問層より硬いことが特徴です。地下施設周辺の稚内層の堆積年代は、約700万年前～400万年前と推定されます。



(a) 地下施設イメージ図



(b) 地質断面図

地下施設イメージ図および地下施設周辺の地質断面図

稚内層は、地質環境の特徴から浅部と深部に分けられます。稚内層深部である深度 500 m の地質環境については、稚内層浅部である深度 350 m と比べて土圧や地下水圧が高く、地下水や物質の動きが極めて緩慢であるという特徴があります。

深度 500 m と深度 350 m の地質環境の特徴

	深度 500 m (稚内層深部)	深度 350 m (稚内層浅部)
分布する割れ目の特徴	断層沿いに割れ目の発達が乏しく、断層内を水が流れにくい	断層沿いに多数の割れ目が発達し、断層内を水が流れやすい
割れ目の開口状況	土圧が大きく、岩石が軟らかい 割れ目が閉じており、水が流れにくい ----> 水の動き(遅い)	土圧が小さく、岩石が硬い 割れ目が開いており、水が流れやすい ——> 水の動き(速い)
土圧 地下水圧	土圧が大きく、岩石が軟らかい 地下水圧が高い	土圧が小さく、岩石が硬い 地下水圧が低い

3. 令和 7 年度の主な調査研究の成果

令和 7 年度は、「幌延深地層研究計画 令和 7 年度調査研究計画」にしたがって、令和 2 年度以降の必須の課題および地下施設の建設・維持管理などを実施しました。

(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
 - 既設の自動計測機器でのデータ取得を継続
 - 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

(2) 処分概念オプション※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

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

- 断層の代表的な透水性※と亀裂ネットワークモデル※を組み合わせ、て閉じ込め性能に係る岩盤の有効透水係数※を推定
- 多様な水理・力学条件の影響を受ける場合でも既存の装置を用いてトレーサー※試験を成立させることが可能であることを示唆

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

- 先行ボーリング調査によって、坑道に出現する断層を事前に捉えられることや、断層の走向・傾斜や分布頻度の傾向を把握できる可能性があることを示唆
- 500m 試験坑道 9 の掘削損傷領域※（以下、EDZ）は、側壁面で坑道壁面から最大 3.1 m 程度の範囲まで広がっており、その領域では割れ目のない領域と比較して透水性が高いことを確認
- 坑道の埋め戻しと止水プラグ※の施工について、原位置施工試験計画を具体化

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

- 近接する複数の湧水箇所間の水圧干渉を考慮することで、湧水量の長期的な減少速度を予測できることを実証

- 試験ピットを掘削すると、坑道底盤部付近で EDZ の広がりが大きく、深度が深くなるにつれて小さくなることを予測
- 350m 調査坑道において破砕物を伴わないせん断[※]性の割れ目を対象とした水圧擾乱試験[※]を実施し、既存モデルにより割れ目の開きにくさを定量的に評価

④ 廃棄体設置の判断や間隔の設定に必要な情報の整理

- 割れ目のせん断変位量の推定の信頼性の向上を目的として、原位置試験[※]により近い条件で実施できる室内試験手法を構築
- 水みちのつながり方の次元[※]が低く、割れ目内の水みち同士の連結が少ない岩盤でも地層の代表的な透水性を適切に求めることができる計算手法を構築
- 他の岩盤に対しても適用可能な EDZ の調査・評価のフローチャートを作成

(3) 地下施設の建設・維持管理、環境調査

- ・ 西立坑の掘削が令和 7 年 6 月に、500m 調査坑道の掘削が令和 7 年 9 月にそれぞれ完了し、当初予定より 2 か月半早く、令和 8 年 1 月に施設整備業務が完了
- ・ 維持管理として、櫓設備や電気設備などの運転・点検保守および排水処理設備の運転・監視などを実施
- ・ 地下施設からの排水などの水質調査および研究所用地周辺の環境影響調査を行い、排水基準や協定値を超える排水がないことを確認

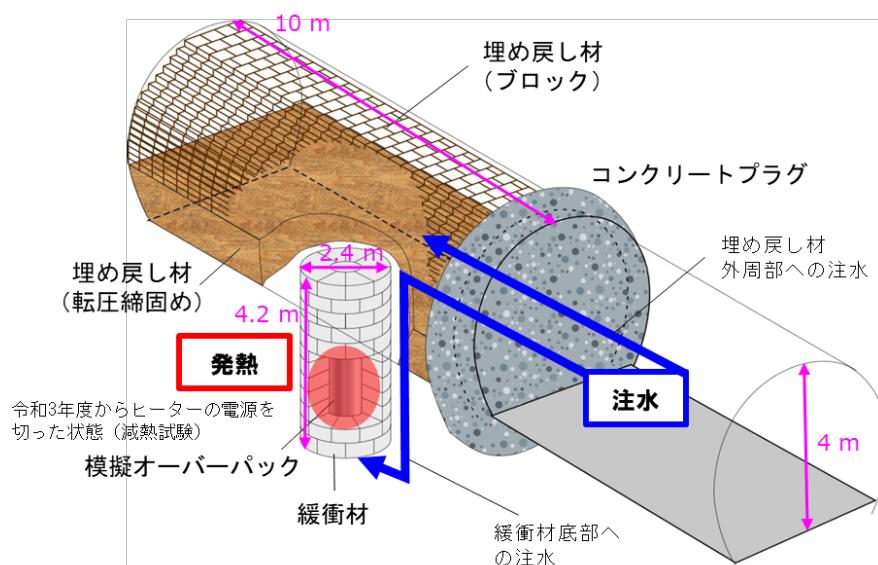
(4) 開かれた研究・成果の発信

- ・ 国内機関との研究協力として、北海道科学大学や東京大学などの大学、幌延地圏環境研究所や電力中央研究所などの研究機関との共同研究を実施
- ・ 国外機関との研究協力として、幌延国際共同プロジェクト[※]を継続
 - 実施計画や進捗状況、結果について、管理委員会などで議論
 - 令和 7 年 12 月に合同タスク会合を幌延深地層研究センターで開催し、原位置試験の準備状況について確認
 - 令和 4 年度後半から令和 6 年度までのフェーズ 1 の研究成果報告書を公開
- ・ 研究成果を国内外の学会や学術誌などを通じて広く公開

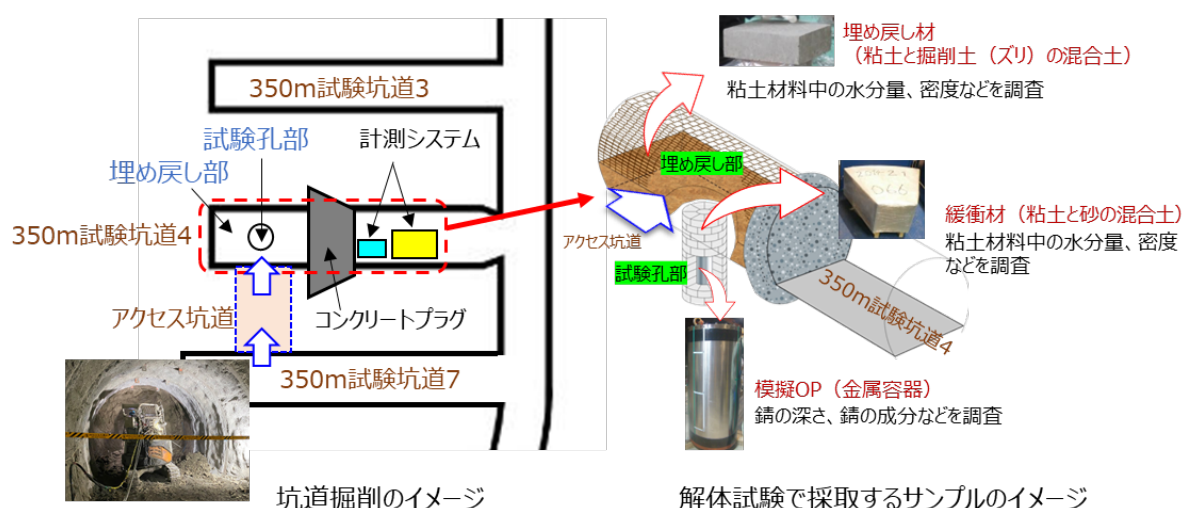
4. 実際の地質環境における人工バリアの適用性確認

4.1 人工バリア性能確認試験 (p. 17～p. 21)

- ・ 解体試験までの状態を把握するために既設の自動計測機器でのデータ取得を継続し、減熱過程※のデータ取得を継続
- ・ 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、原位置試験における埋め戻し材※や緩衝材※中の水分量や密度などを解析するための準備を実施



人工バリア性能確認試験の概念図



解体試験のイメージ図

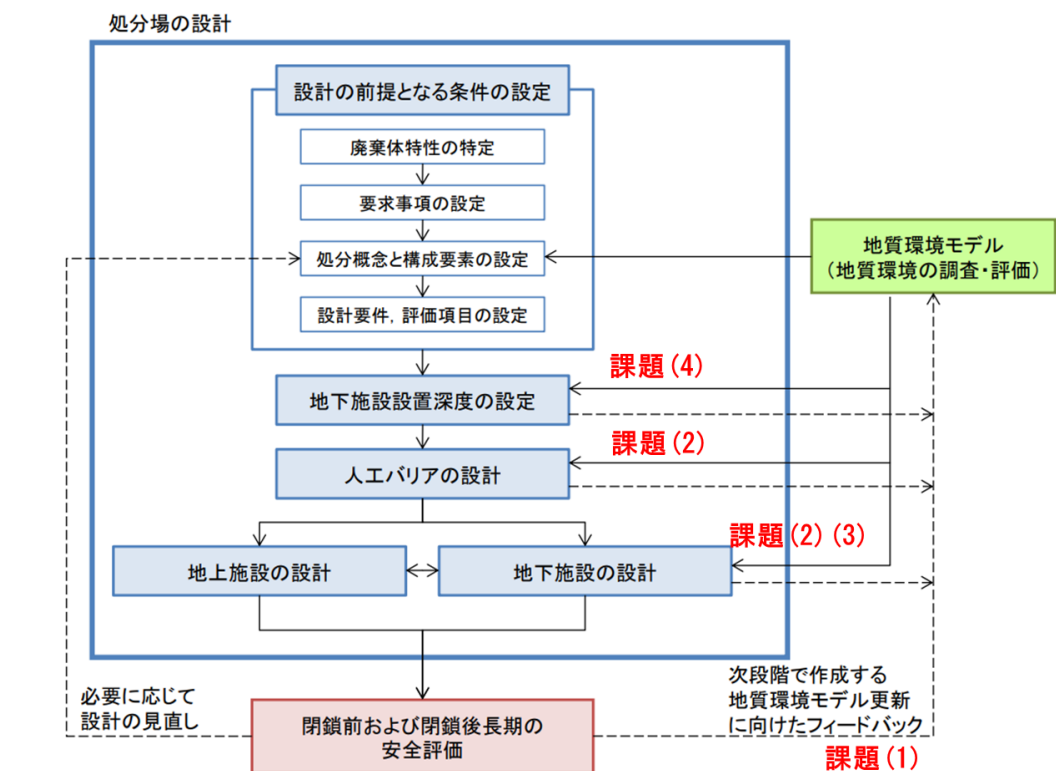
5. 処分概念オプションの実証

5.1 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

5.1.1 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 (p. 22～p. 62)

処分場の設計では、廃棄体特性、地質環境モデルおよび要求事項に基づいて処分概念および処分施設（人工バリア・地下施設・地上施設）の仕様や操作方法、安全対策なども含めて段階的に設定されます。設計後には、閉鎖前および閉鎖後長期の安全評価が実施され、その結果に基づき必要に応じて設定・設計内容が再検討されます。あわせて、設計で顕在化した不確実性が次段階で低減されるよう、地質環境調査・評価計画へ情報がフィードバックされます。

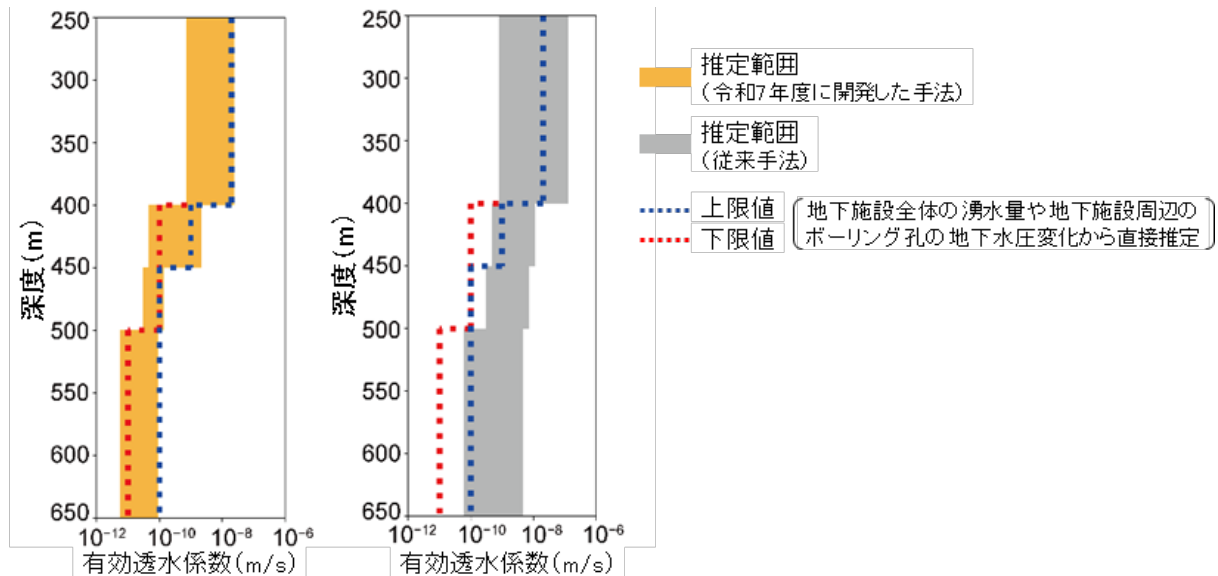
設計フローの中で、体系化の研究で実施する4つの課題がどこに対応するかを、下図に示しています。これら4つの課題では、将来、処分事業で想定されている調査・設計・評価を、幌延の地質環境を事例として試行します。その過程で得られた結果や知見を踏まえ、各段階で必要となる情報やその取得方法を整理するとともに、調査・設計・評価の方法論を、より実用的かつ効率的なものとして構築することを目指しています。



処分場の設計フローと体系化の研究で実施する課題の関係

(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

- ・ 既存の研究結果に基づき、断層の代表的な透水性と亀裂ネットワークモデルを組み合わせ、閉じ込め性能に関係する岩盤の有効透水係数を推定
- ・ 250m 調査坑道の声問層を対象にトレーサー試験を実施し、多様な水理・力学条件の影響を受ける場合でも既存の装置を用いてトレーサー試験を成立させることが可能であることを確認



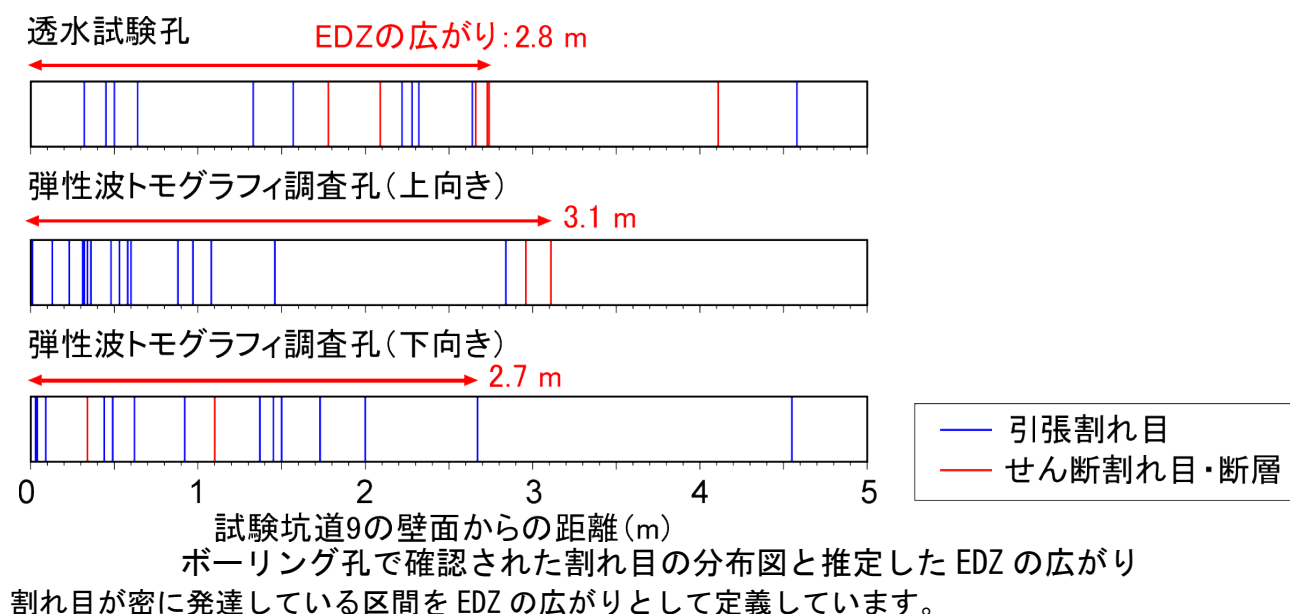
推定した有効透水係数の比較

本手法および従来手法のいずれにおいても、原位置の亀裂分布を適切に反映していると考えられる平均半径 20 m の DFN モデルを用いた推定結果を示しています。

(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

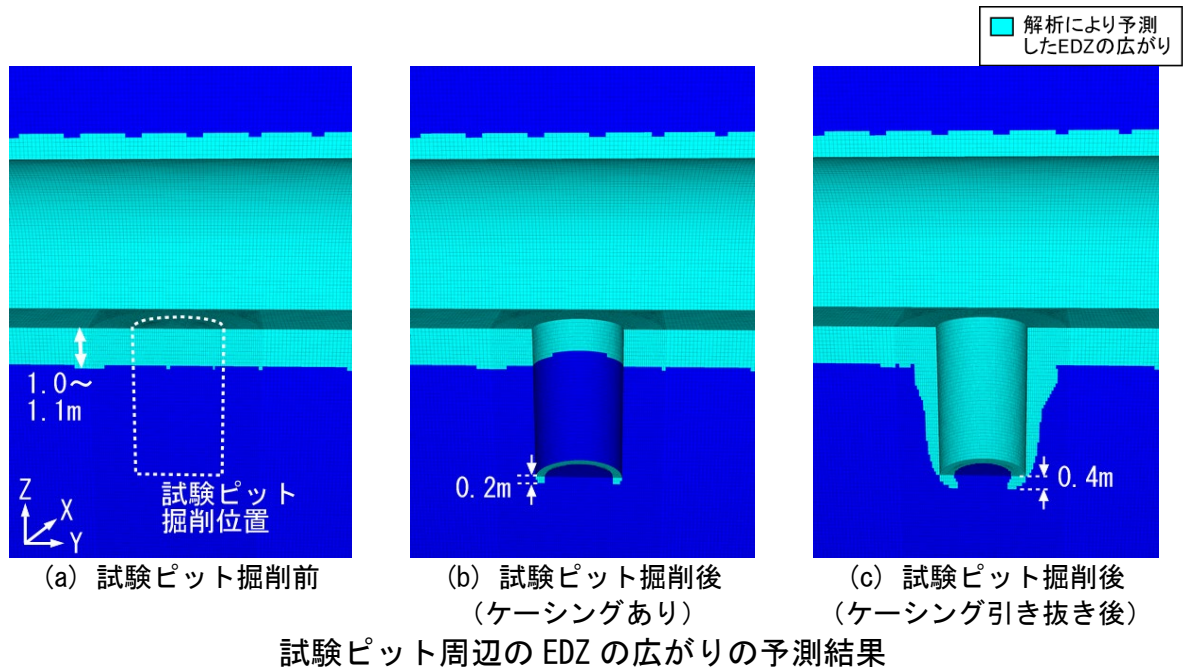
- ・ 500m 調査坑道で実施した先行ボーリングのコア試料などの観察および底盤観察を比較した結果、先行ボーリング調査によって、坑道に出現する断層を事前に捉えられることや、断層の走向・傾斜や分布頻度の傾向を把握できる可能性を提示
- ・ 500m 試験坑道 8 および 500m 試験坑道 9 の掘削時の湧水量は少なく、先行ボーリング調査に基づく予測と整合することを確認
- ・ 500m 試験坑道 9 を掘削した後に、EDZを確認した結果、側壁面で坑道壁面から最大 3.1 m 程度まで広がっており、350m 調査坑道で確認された 1.0 m 程度と比較して掘削の影響が大きいことを確認

- ・ 坑道の埋め戻しと止水プラグの施工について、原位置施工試験計画の具体化



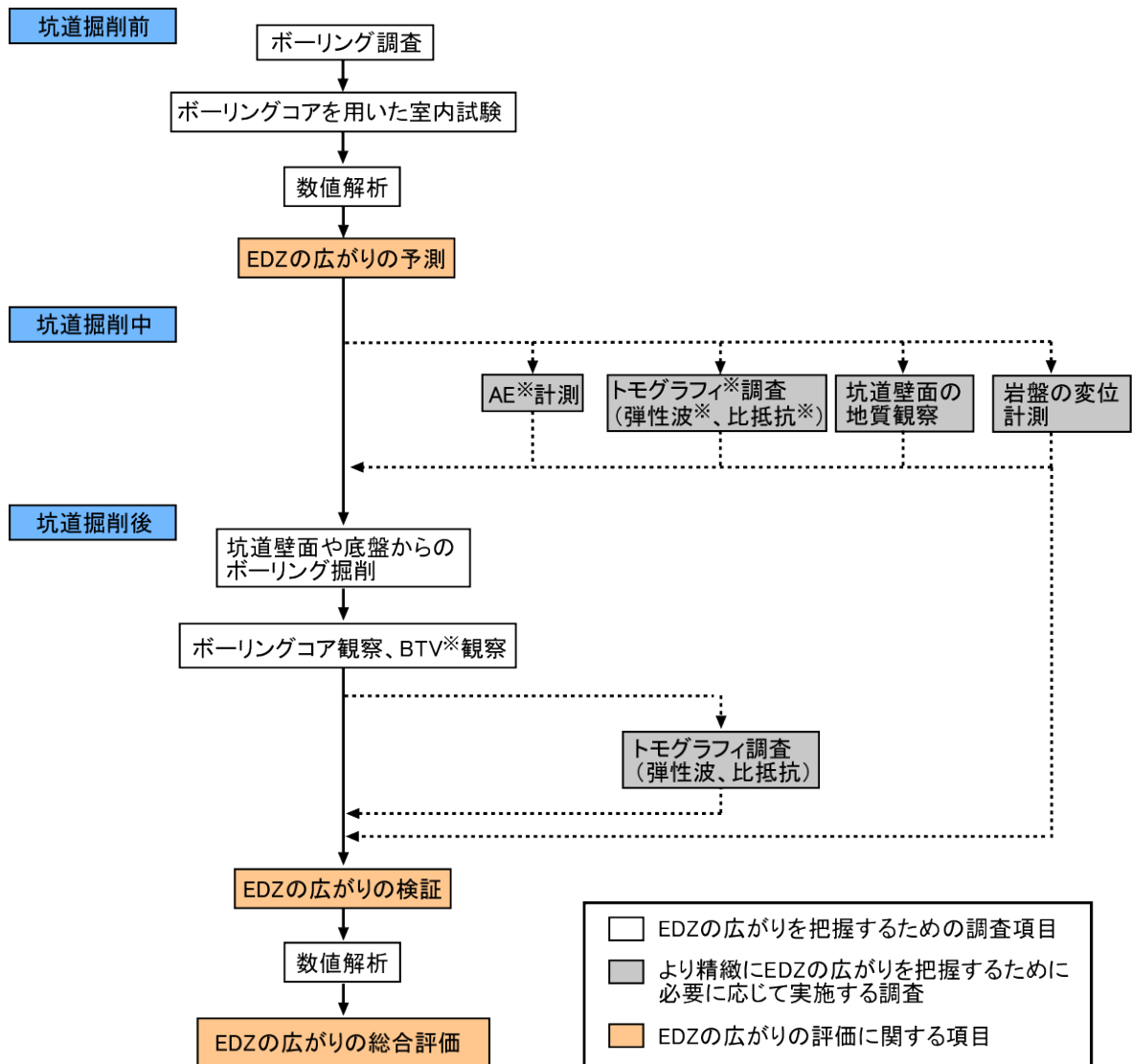
(3) 多連接坑道を考慮した湧水抑制対策技術および処分孔支保技術の整備、緩衝材流出・侵入現象評価手法および抑制対策技術の整備

- ・ 350m 調査坑道における坑道からの湧水について、近接する複数の湧水箇所間の水圧干渉を考慮することで、湧水量の長期的な減少速度を予測できることを実証
- ・ 500m 調査坑道で試験ピットを掘削すると、坑道底盤部付近で EDZ の広がり大きく、深度が深くなるにつれて小さくなることを予測
- ・ 350m 調査坑道において破砕物を伴わないせん断性の割れ目と断層を対象として水圧擾乱試験を実施し、既存モデルにより割れ目の開きにくさを定量的に評価



(4) 廃棄体設置の判断や間隔の設定に必要な情報の整理

- ・ 割れ目のせん断変位量の推定の信頼性を向上させるために、原位置試験により近い条件で実施できる室内試験手法を新たに構築
- ・ 坑道やピット周辺の地下水の流れにくさ（物質の動きにくさ）の評価に関して、水みちのつながり方の次元が低く、割れ目内の水みち同士の連結が少ない岩盤でも地層の代表的な透水性を適切に求めることができる計算手法を構築
- ・ 坑道やピット周辺の EDZ の広がり と坑道壁面の安定性の指標となる地山強度比※に相関性があることを確認した結果を踏まえ、他の岩盤に対しても適用可能な EDZ の調査・評価のフローチャートを作成

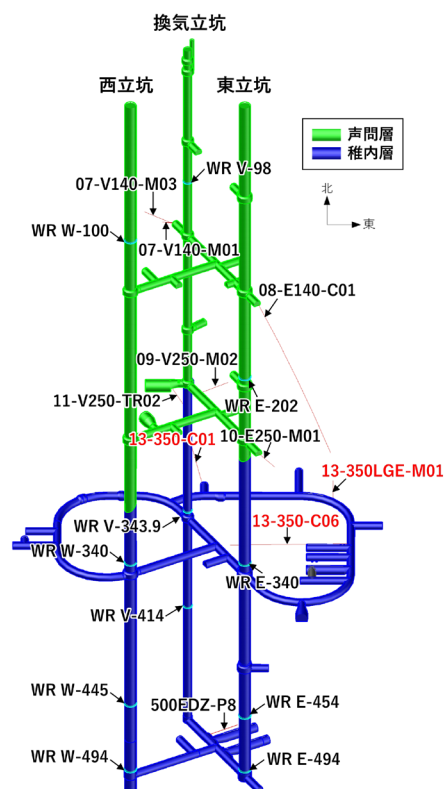


坑道周辺の EDZ の広がり を調査・評価するためのフローチャート

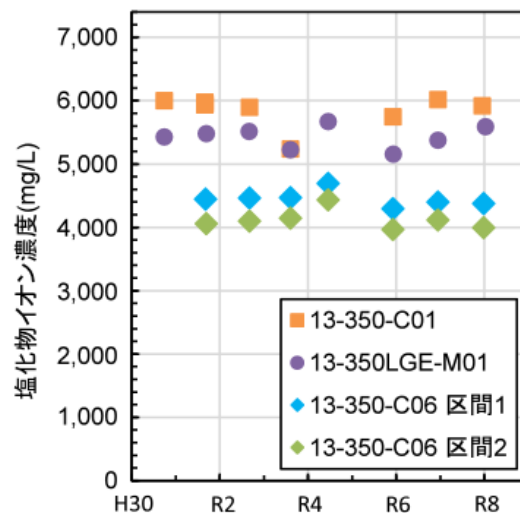
6. 令和 2 年度以降の必須の課題への対応に必要なデータ取得

(2) 地下水と岩石の地球化学 (p. 64～p. 67)

- ・ 地下施設の 3 本の立坑に設置した集水リング※や、各深度の調査坑道から掘削したボーリング孔などで採取した地下水の溶存成分を分析
- ・ 350m 調査坑道に設置した水圧・水質モニタリング装置によるモニタリングを継続、大きな水圧・水質の変動は認められない



(a) 集水リングとボーリング孔の位置



(b) 350m 調査坑道から掘削したボーリング孔における地下水の塩化物イオン濃度の経時変化

令和 7 年度の地下水の採取位置と水質分析結果の例

7. 地下施設の建設・維持管理

(1) 地下施設の整備

- ・ 令和 6 年度の工事实績を反映した施設整備業務の計画工程のもと、令和 7 年 6 月に西立坑の深度 510 m の掘削が完了し、令和 7 年 9 月には 500m 調査坑道の掘削が完了
- ・ 掘削完了後、500m 調査坑道の路盤整備などの仕上げ作業を行い、令和 8 年 1 月に完成検査・セレモニーを実施し、施設整備業務が完了

地下施設整備の実績工程表（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
西立坑	掘削			
500m調査坑道	掘削			仕上

■ 令和 7 年度施設整備業務計画工程（令和 7 年 3 月公表） ■ 令和 7 年度実績

(2) 地下施設整備（令和 5 年度～令和 7 年度）の総括

- ・ 350m 調査坑道の拡張工事として、350m 試験坑道 6 から掘削を開始し、350m 試験坑道 7、350m 東立坑側第 1 ボーリング横坑と順次掘削を実施
- ・ 立坑について、換気立坑の掘削前の湧水抑制対策に伴う先行ボーリング結果により、湧水抑制対策の改良範囲を拡充したことから、先行して湧水抑制対策が終了した東立坑より掘削を開始
- ・ 東立坑および換気立坑について、覆工コンクリートの打設長の変更や情報化施工として導入した覆工コンクリートにかかる応力などの計測結果に基づく覆工厚さの合理化、掘削作業員の増強による工程回復策により、施工サイクルが向上したことで、掘削完了時期の前倒しを実現
- ・ 西立坑について、東立坑の早期の掘削完了、東立坑および換気立坑と同様に情報化施工を導入したことから、計画より早く掘削が完了
- ・ 500m 調査坑道について、西立坑同様に掘削開始を前倒しできたことから、計画より早く、仕上げ作業を含め、全ての施設整備業務が完了

- ・ 施設整備期間中の掘削実績と湧水量の推移について、湧水抑制対策により、若干湧水量が増加する傾向にあったが、全体的に掘削に伴う湧水の増加は見られず、掘削前とほぼ同等な湧水量で推移

地下施設整備の実績工程表（令和5年度から令和7年度）

	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年度当初工程 ■ 令和5年度～令和7年度実績

※本工程には、掘削以外の段取りや仕上げ作業を含みます

(3) 地下施設の維持管理、掘削土（ズリ）・排水の管理

- ・ 維持管理として、櫓設備や電気設備などの運転・点検保守および排水処理設備の運転・監視などを実施
- ・ 掘削土（ズリ）の搬入終了後、斜面保護のためのコンクリート吹付けを実施
- ・ 地下施設からの排出水と掘削土（ズリ）置場に設置している浸出水調整池の浸出水について、排水処理設備で処理を行い、排水基準値を超過していないことを確認した後、排水管路を通じて天塩川へ放流



掘削土（ズリ）置場の吹付け作業完了後の様子

8. 環境調査

- ・ 排水処理設備から天塩川へ放流している排水量の監視を行うとともに、処理前後の排水の水質、天塩川の水質、浄化槽排水の水質調査を実施
- ・ 掘削土（ズリ）置場の周辺への影響を監視するため、掘削土（ズリ）置場周辺の地下水の水質調査を実施
 - 分析結果の詳細は、幌延深地層研究センターのホームページ^{*1}で公開しており、環境への影響はないことを確認
- ・ 地下施設整備の再開に伴い、掘削土（ズリ）の土壌溶出量試験を実施
 - 分析の結果、すべての項目において、土壌汚染対策法の第2溶出量基準値以下であることを確認^{*2}
- ・ 研究所用地周辺の環境影響調査として、清水川の水質および魚類を対象に調査を実施
 - 各調査結果は、これまでと比較して大きな変化なし



環境調査実施場所

*1 : <https://www.jaea.go.jp/04/horonobe/disclosure/suishitsu.html>

*2 : <https://www.jaea.go.jp/04/horonobe/disclosure/dojyou.html>

9. 安全確保の取り組み

- ・ 直営作業、請負作業、共同研究作業では、作業の計画段階からリスクアセスメントを実施し、安全対策の妥当性の確認を実施
- ・ 所長や保安・建設課などによる定期的な安全パトロールを実施し、現場の安全確認や改善などを実施
- ・ 新規配属者や請負作業・共同研究作業の責任者などに対して安全教育を実施
- ・ 全国安全週間などの機会に、従業員のみならず請負企業も含めた安全行事を実施し安全意識を向上



安全パトロールの状況（令和7年5月20日）

10. 開かれた研究

幌延深地層研究計画で実施する地下深部を対象とした研究は、国内外の大学・研究機関との共同研究や研究協力をはじめ、広く関連する専門家の参加を得て進めています。

○国内機関との研究協力

- ・ 北海道科学大学
人工知能を用いた画像処理により坑道壁面の地質情報を取得する方法に関する研究
- ・ 東京大学
微生物を指標とした堆積岩中の水みち調査手法の開発
- ・ 名古屋大学
コンクリーション化※充填剤を利用した地下空洞掘削影響領域および水みち割れ目の自己シーリングに関する研究
- ・ 幌延地圏環境研究所
堆積岩を対象とした岩盤力学や微生物などに関する研究
- ・ 電力中央研究所
地下微生物とニアフィールド構成材料の相互作用に関する研究
堆積軟岩を対象とした掘削影響評価技術に関する基礎的研究
など

○国外機関との研究協力

- ・ 幌延国際共同プロジェクト（Horonobe International Project : HIP）
 - 実施計画や進捗状況、結果について、管理委員会やタスク会合などにおいて議論
 - 令和7年12月に合同タスク会合を幌延深地層研究センターで開催し、原位置試験の準備状況について確認
 - 令和4年度後半から令和6年度までのフェーズ1の研究成果報告書を公開
- など

11. 用語集

(五十音順)

AE

Acoustic Emission (アコースティックエミッション) の略で、岩盤の内部で微小破壊が生じる際に出る音を意味しており、この破壊音の測定が、構造物や岩盤の破壊現象の監視や岩盤にかかっている力の測定に応用されています。

BTV

BTV (ボアホールテレビューアー) は、ボーリング孔内にテレビカメラを内装した装置を挿入し、連続的に撮影することで、孔内の状況を視覚的に確認する方法です。

埋め戻し材

処分場において、廃棄体を定置した後の処分坑道、アクセス坑道や連絡坑道を埋め戻す際に使用する材料です。埋め戻した後の坑道内が選択的な水みちとならないように、埋め戻し材に要求される性能のひとつとして、透水性が低いことが挙げられます。

化石海水

地層の堆積時に地層中に取り込まれた海水が地質学的な長い時間をかけて変質した古海水のことです。化石海水が存在する場所は、地下水の流れや物質の移動が非常に遅いと考えられます。

緩衝材

人工バリアの構成要素のひとつです。オーバーパックを包み込むように設置され、地下水の浸入と放射性物質の溶出・移動を抑制する機能が期待されています。さらに岩盤の変形を物理的に緩衝するクッションのはたらきや、地下水の水質の変化を化学的に緩衝して抑制するはたらきを持ちます。候補材料はベントナイトなどの粘土材料です。

緩衝材流出・侵入現象

緩衝材が地下水の流れによって流される現象を流出現象、緩衝材に含まれる粘土が膨潤することで割れ目などの隙間に侵入する現象を侵入現象と呼びます。

亀裂ネットワークモデル

岩盤中の地下水の流れや物質の移動現象を評価するために、対象とする領域に亀裂を統計的に配置したモデルです。

掘削損傷領域

岩盤が掘削により損傷し、初期の性質から変化する領域のことです。具体的には、地下空洞掘削時の周辺岩盤に生じる応力集中の影響で坑道周辺岩盤に割れ目が発達することにより、岩盤の変形特性の変化や透水性の増大が予想されます。また、空気の侵入により地下水の酸化還元電位などの化学的な変化が生じることが想定されます。

原位置試験

本報告書では、実際の地下環境下で行う試験のことを指します。

減熱過程

人工バリアを構成するガラス固化体は、ピットに設置した当初は発熱しており、時間の経過とともに発熱量が低下し、温度が下がっていきます。このような温度が下がっていく段階を、本報告書では減熱過程と言います。

坑道スケール

実際の処分場では、地下深くに多数の坑道が掘削されます。これらの坑道の配置を検討するために必要な評価範囲（数百 m 程度）のことを指します。

コンクリーション化

地層中の砂や泥の粒子の間に鉱物が急速に析出・沈殿して隙間を充填し、コンクリートのような硬い状態になることです。

支保

地下空間の安定を保つために設ける、ロックボルト、鉄骨、コンクリートの壁などの構造物です。

地山強度比

トンネルの設計に当たって、トンネル周辺岩盤のゆるみ（EDZ）の広がりや、吹付けコンクリートなどの支保にかかる力、トンネルの変形のしやすさを事前に評価するための指標です。この値が小さいほど、掘削に伴う岩盤のゆるみ（EDZ）が広がりやすくなり、トンネルの安定性を確保するための支保の重要性が高まる傾向があります。

集水リング

立坑内に湧水する地下水を回収・採取するために、立坑壁面に 30 m～40 m ごとに設置されている設備です。

処分概念オプション

幌延深地層研究計画における処分概念オプションとは、地下深くの岩盤中に高レベル放射性廃棄物を埋設するという、地層処分の概念を実現するための色々な方法のことです。

人工バリア

ガラス固化体、オーバーパックおよび緩衝材からなる地層処分システムの構成要素のことで、高レベル放射性廃棄物が人間の生活環境に影響を及ぼさないようにする障壁として、人工的に形成するものです。

水圧擾乱試験

注水により断層内の水圧を上昇させ、断層の剛性（変形しにくさ）や強度（破壊しにくさ）を低下させることにより、断層をずらす試験のことを指します。

せん断

岩盤などの内部の任意の面に対して平行方向に力が作用してずれが生じることを言います。

多連接坑道

互いに近接して平行に掘削される複数の坑道のことです。処分場では廃棄体を設置するための多数の坑道を平行に掘削する坑道配置が考えられています。

弾性波

岩盤の中を伝わる振動のことを指します。地震など自然に発生する振動や岩盤を叩くなどして人工的に与えた振動が伝わる速度を弾性波速度と呼び、これは岩盤の状態によって変化します。

透水性

岩盤の水の通しやすさのことです。透水性を表す指標として、透水係数が用いられます。透水係数は、以下の式で定義され、単位は長さ/時間（m/s）となります。

$$Q = kAh / l$$

ここで、 Q : 流量（ m^3/s ）、 k : 透水係数（ m/s ）、 A : 断面積（ m^2 ）、 h : 水圧差（ m ）、 l : 長さ（ m ）を表します。

トモグラフィ

トモグラフィ調査は、調査対象の範囲内の物性値（速度、比抵抗など）の分布を断面として可視化する物理探査手法です。

トレーサー

本報告書では、地下水中に溶存する物質が地層中を移行する際の経路や収着・拡散といった挙動を調査するために、地下水に添加する物質をトレーサーと呼びます。なお、幌延深地層研究計画では放射性のトレーサーを用いた試験を行うことはありません。

ピットスケール

廃棄体および人工バリアを垂直に設置する竖置き方式の場合には、処分坑道に多数のピット（処分孔）が掘削されます。これらのピットの配置を検討するために必要な評価範囲（数十 m 程度）のことを指します。

比抵抗

岩石の電気の流れにくさを表すもので、一般的には、粘土やシルト岩などは比抵抗が低く（電気が流れやすく）、頁岩や泥岩などは特に低い比抵抗を示す傾向があります。また、砂・礫混じりの地層は比抵抗が高い（電気が流れにくい）傾向があります。

プラグ

ベントナイトやコンクリートなどが材料となって構成される、緩衝材や埋め戻し材が移動・膨出するのを防ぐため、あるいは掘削損傷領域の地下水の移動を抑制するために、処分坑道の両端やその周辺に設けられる構造物です。なお、本報告書で記載のある「止水プラグ」は、掘削損傷領域の地下水の移動を抑制するためにベントナイトを混ぜた材料で構築するものを指します。

幌延国際共同プロジェクト

幌延国際共同プロジェクト（Horonobe International Project : HIP）は、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研究開発を国内外の機関で協力しながら推進し、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開発の成果を最大化することを目的としています。（https://www.jaea.go.jp/04/horonobe/status/hip/project_hip2.html）

水みちのつながり方の次元

地下水の通り道となる隙間同士のつながり具合を表す指標です。隙間同士が互いによくつながり、三次元的なネットワークを形成する場合は三次元、隙間同士のつながりが限定的で、一次元的なチャネルを形成する場合は一次元となります。

有効透水係数

岩盤の透水性は亀裂の有無により局所的に大きく変化しますが、有効透水係数はある着目する領域における平均的な透水性を表す指標です。

令和 2 年度以降の必須の課題

「令和 2 年度以降の幌延深地層研究計画」では、実際の地質環境における人工バリアの適用性確認、処分概念オプションの実証、地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証の 3 つを研究課題として取り組むこととしており、これらを「令和 2 年度以降の必須の課題」と呼んでいます。