

令和元年度における個別研究課題の現状および今後の予定

① 深地層の研究施設計画

b) 幌延深地層研究計画

令和2年3月11日

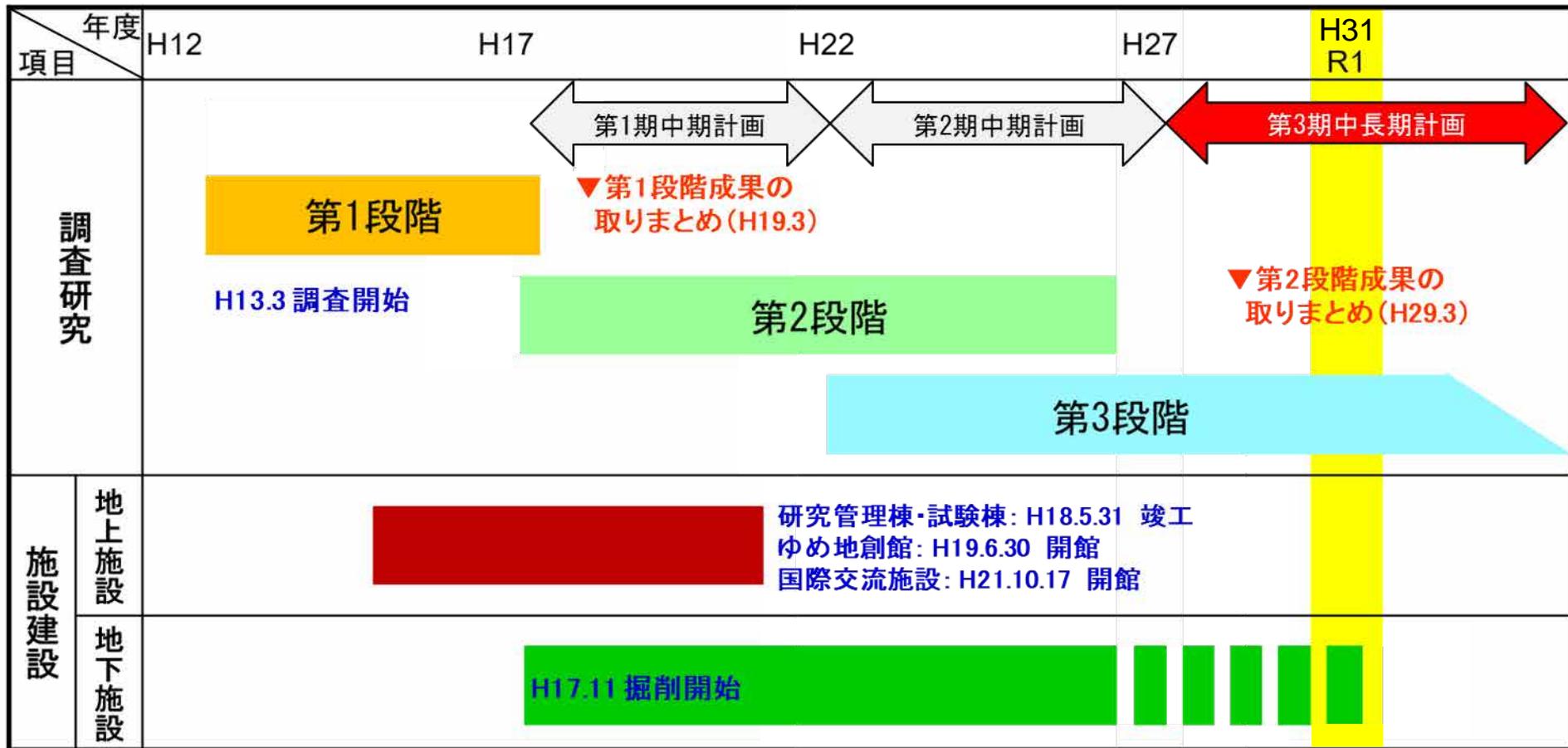
日本原子力研究開発機構
核燃料・バックエンド研究開発部門
幌延深地層研究センター

本日の内容

1. これまでの経緯
2. 令和元年度における個別研究課題の現状
3. 今後の予定

参考資料

幌延深地層研究計画スケジュール



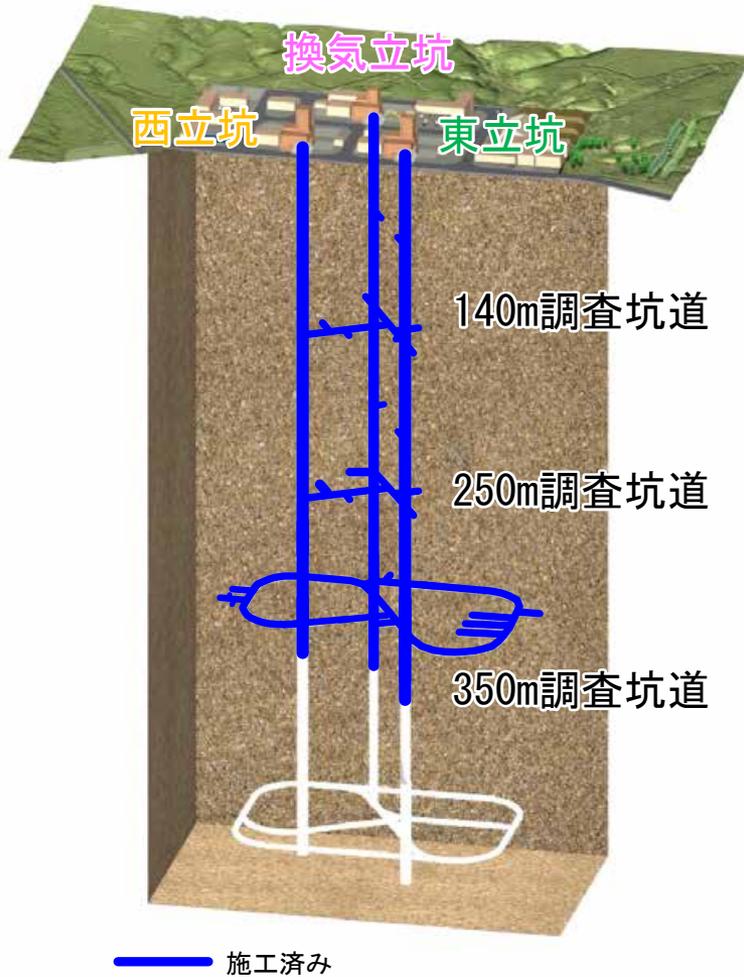
第1段階：地上からの調査研究段階

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

※平成31年度末までに研究終了までの工程やその後の埋め戻しについて決定する。

地下施設の状況



※このイメージ図は、
今後の調査研究の結果次第で変わることがあります。

【立坑掘削状況】

東立坑 : 掘削深度 380 m
換気立坑 : 掘削深度 380 m
西立坑 : 掘削深度 365 m

【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

※深度350m調査坑道の整備は平成26年6月に完了。



350m東周回坑道
(平成29年4月19日撮影)



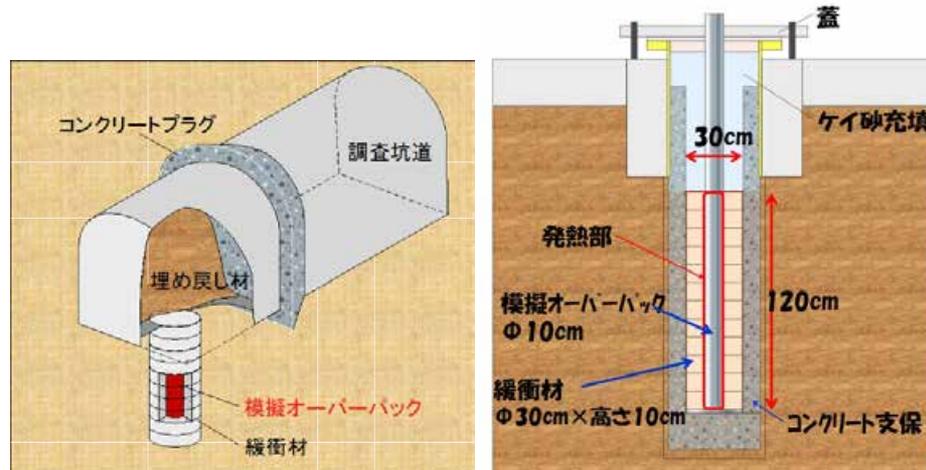
350m試験坑道3
(平成29年8月8日撮影)

必須の課題(令和元年度まで)

①実際の地質環境における人工バリアの適用性確認

平成26年度から深度350m調査坑道で実施している人工バリア性能確認試験、オーバーパック腐食試験、物質移行試験を通して、実際の地質環境において、人工バリアや周辺岩盤中での熱-水-応力-化学連成挙動や物質移行現象などを計測・評価する技術の適用性を確認し、「精密調査後半」に必要な実証試験の技術基盤を確立する。

- 人工バリア性能確認試験
- オーバーパック腐食試験
- 物質移行試験



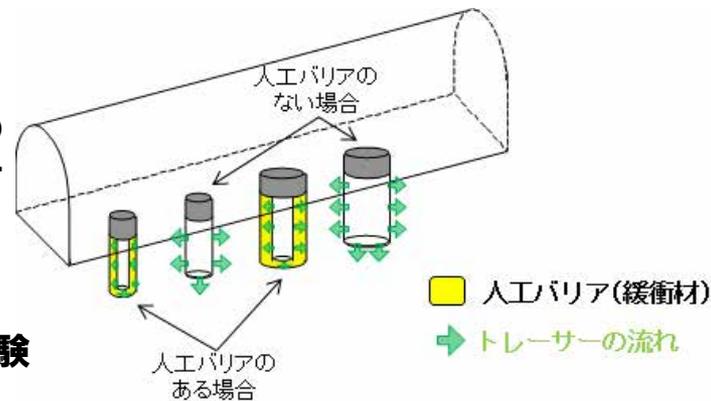
人工バリア性能確認試験

オーバーパック腐食試験

②処分概念オプションの実証

人工バリア設置環境の深度依存性を考慮し、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。

- 処分孔等の湧水対策・支保技術などの実証試験
- 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
- 高温(100℃以上)などの限界的条件下での人工バリア性能確認試験



物質移行試験

③地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証

地震・断層活動等の地殻変動に対する力学的・水理学的な緩衝能力を定量的に検証し、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。

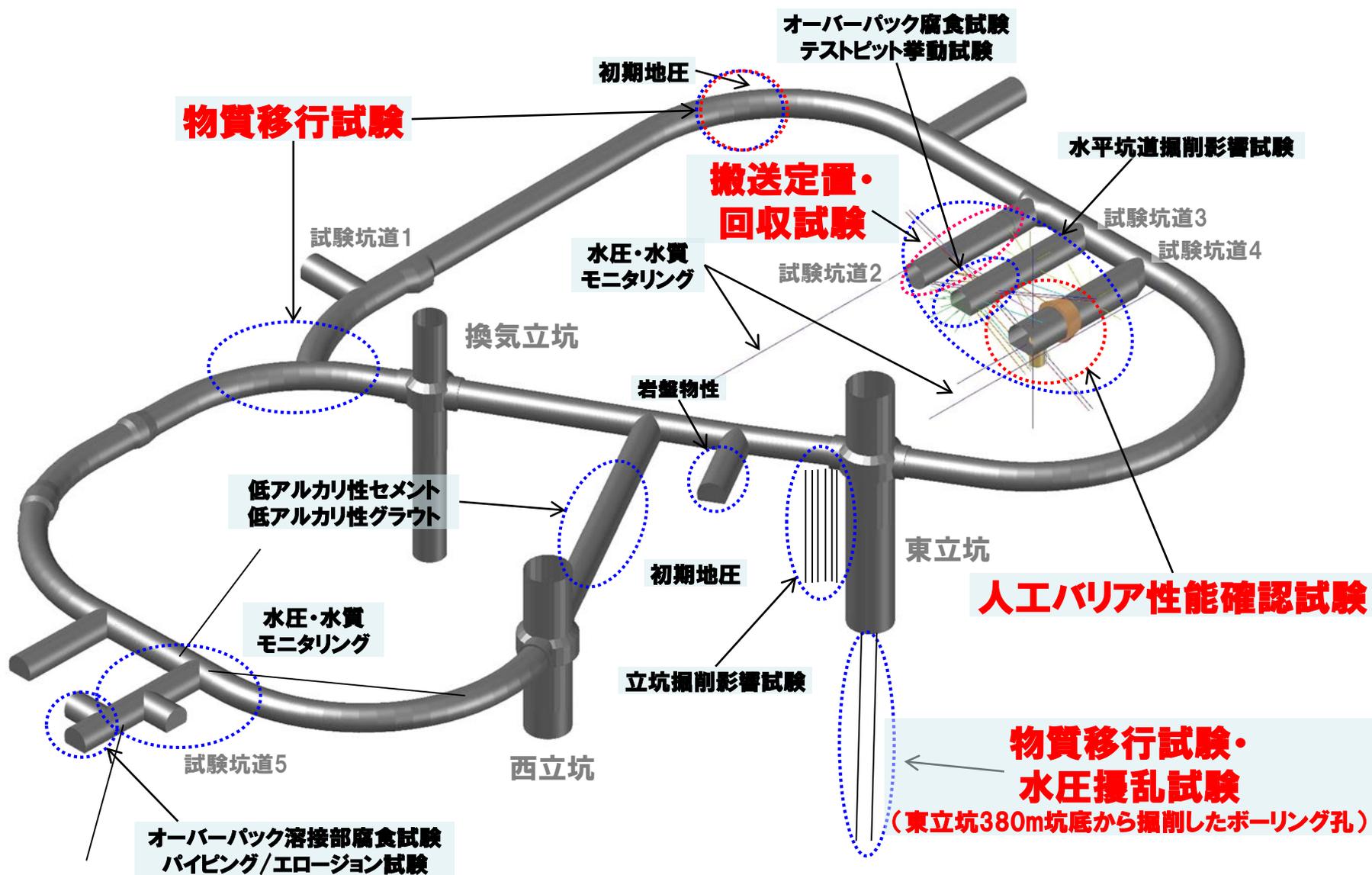
- 水圧擾乱試験などによる緩衝能力の検証・定量化
- 地殻変動による人工バリアへの影響・回復挙動試験

令和元年度の成果のまとめ

- **人工バリア性能確認試験**
 - 熱－水－応力－化学連成データを取得
 - 逸水対策のグラウト施工と給水用ボーリング孔を掘削し、注水量・圧を増加中
 - 室内試験による物性データの拡充等を行い連成解析に反映したことにより、解析結果とデータの整合性が向上
- **オーバーパック腐食試験**
 - 解体した試験体の分析・評価を実施
- **物質移行試験**
 - 断層を対象としたトレーサー試験の結果を評価
- **搬送定置・回収技術の実証試験**
 - PEMを対象とした回収技術(埋め戻し材の除去技術、PEM回収技術)を実証
- **断層を対象とした水圧擾乱試験**
 - 断層の透水性は力学で定義されるパラメータ(DI)の経験式の範囲を超えないことを確認し、同パラメータの有効性を実証

令和元年度における個別研究課題の現状

深度350m調査坑道における原位置試験



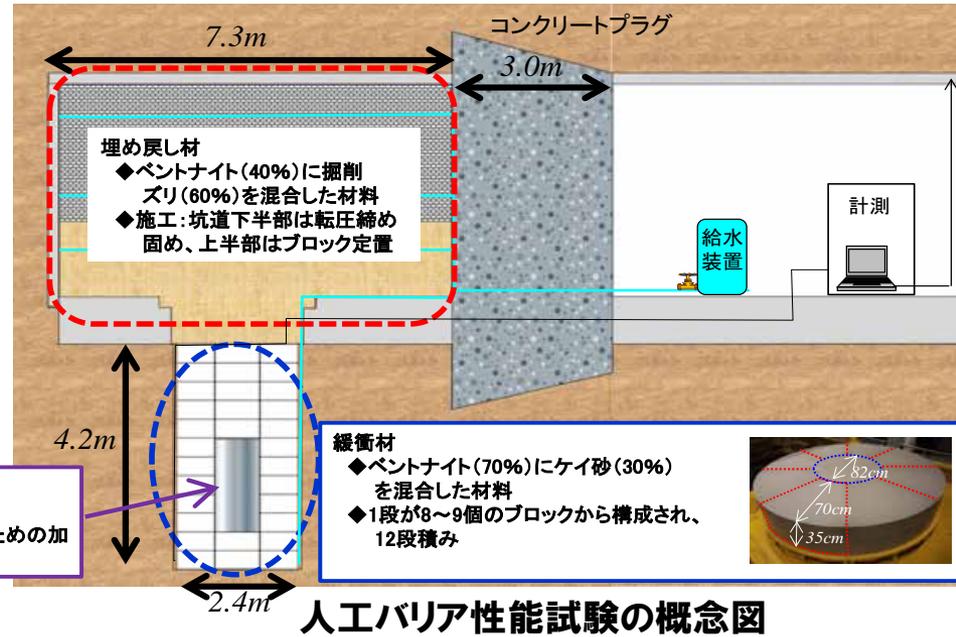
※このイメージ図は、今後の調査研究の結果次第で見直すことがあります。

実際の地質環境における人工バリアの適用性確認

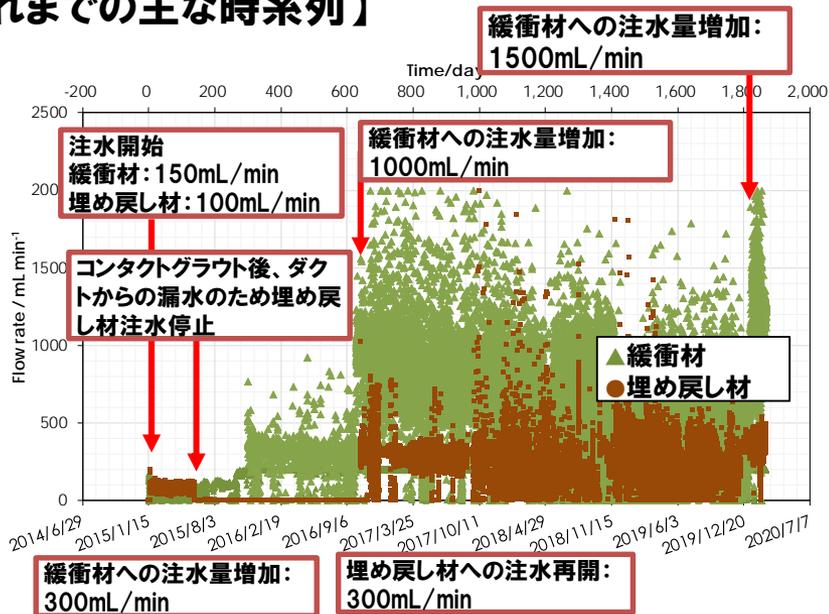
－人工バリア性能確認試験－

【目的】

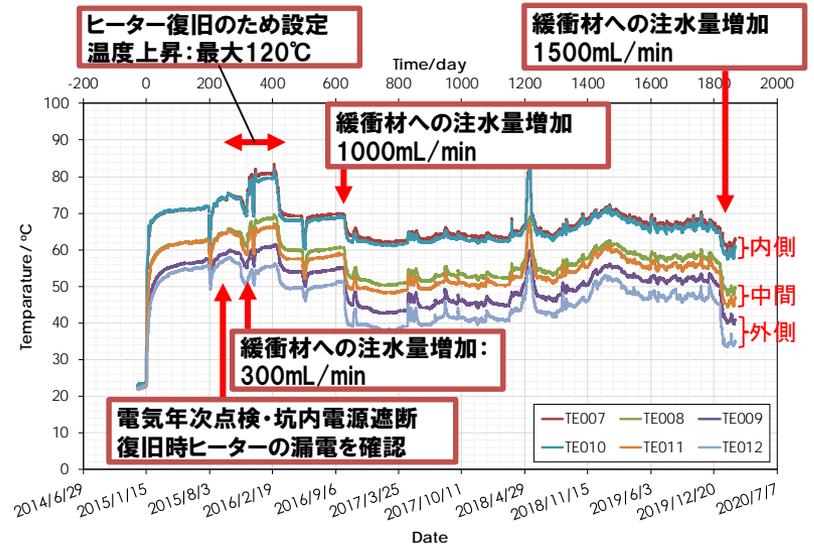
- 「第2次取りまとめ」で示した処分概念が**実際の地下環境で構築できることの実証**
- 幌延を事例とした**設計手法の提示**
- 熱－水－応力－化学連成現象を評価するための**検証データの取得**(再冠水までの過渡期を対象)



【これまでの主な時系列】



注水状況



緩衝材中の温度の経時変化(断面5)

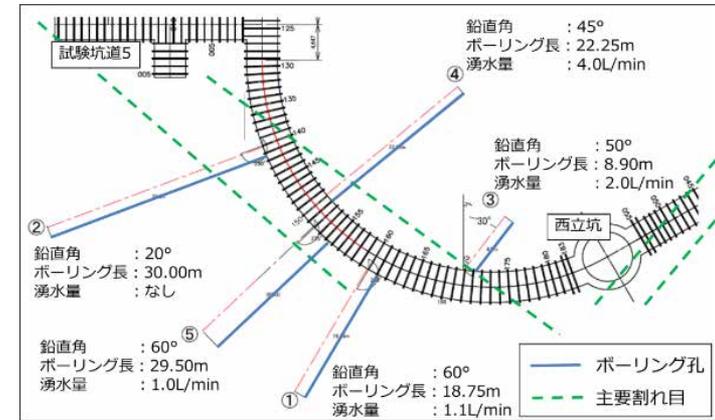
実際の地質環境における人工バリアの適用性確認

－人工バリア性能確認試験－

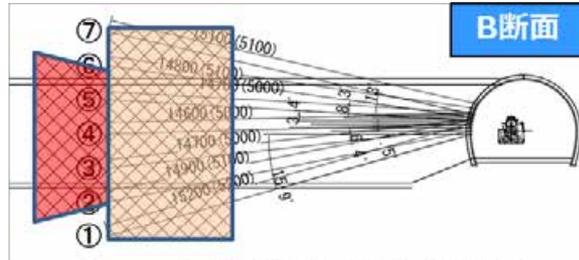
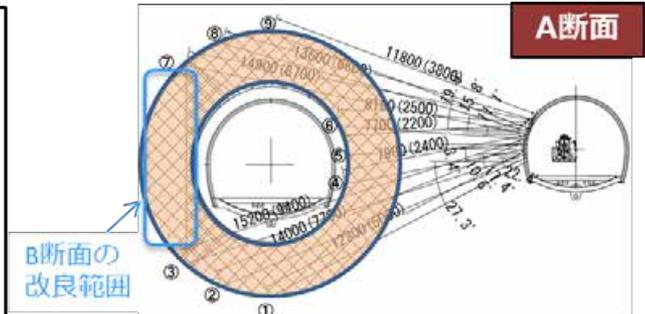
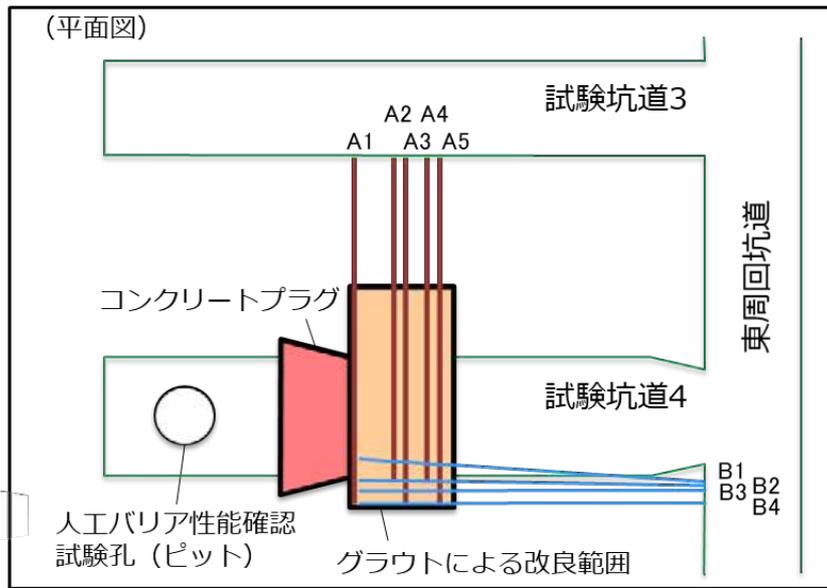
➤ 掘削影響領域を介した逸水を抑制するため、令和元年6月上旬から9月上旬にかけてグラウト施工を実施

- 東周回坑道側からB断面(12区間)
- 試験坑道3側からA断面(56区間)

➤ 人工バリア性能確認試験に必要な水を確保するための給水用ボーリング孔(5孔)の掘削を実施



給水用ボーリング孔

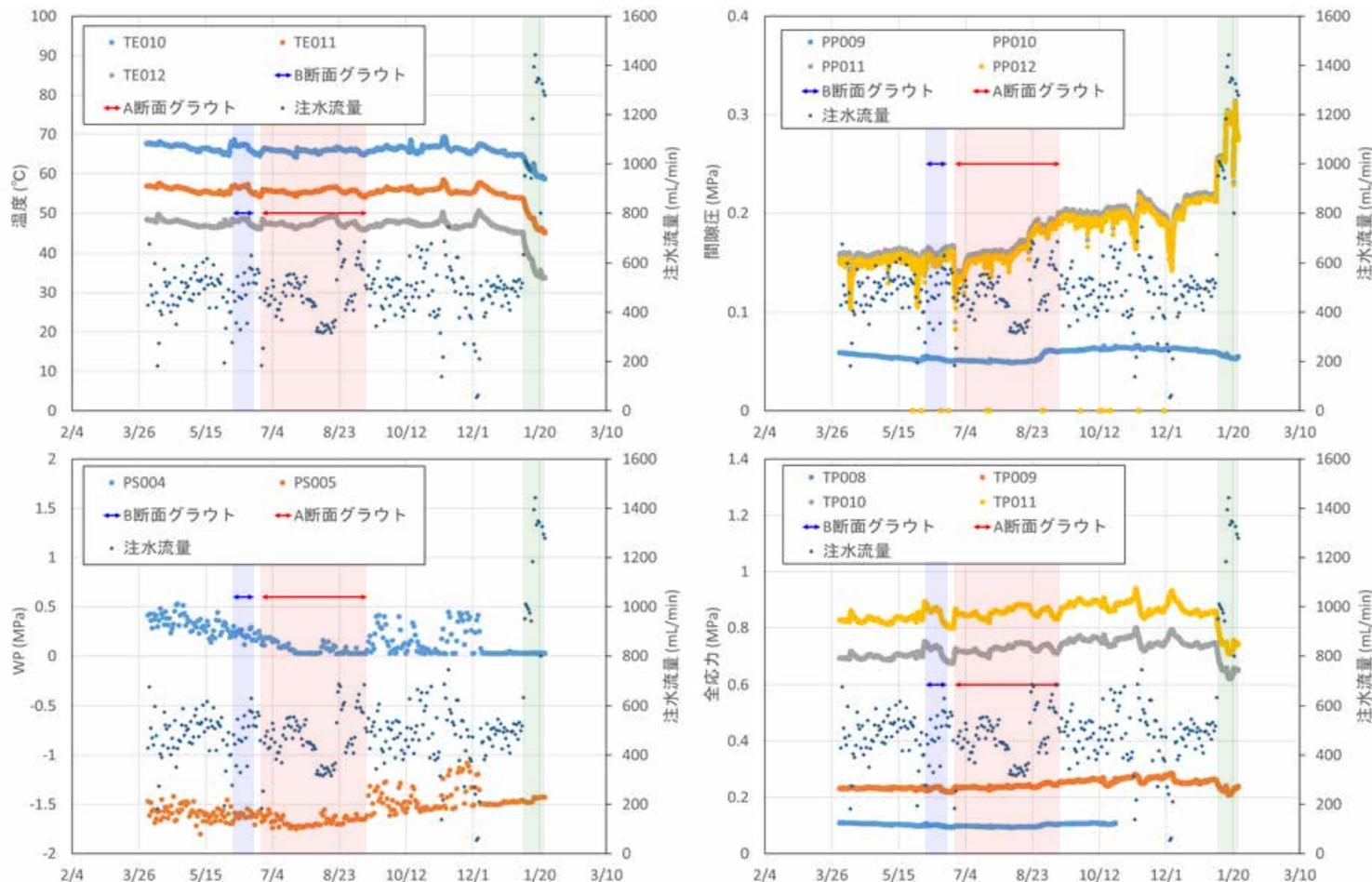


グラウト施工箇所

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－

注水流量を増加させ(500→1000→1500 mL/min)、設置したセンサーによりデータ取得を継続

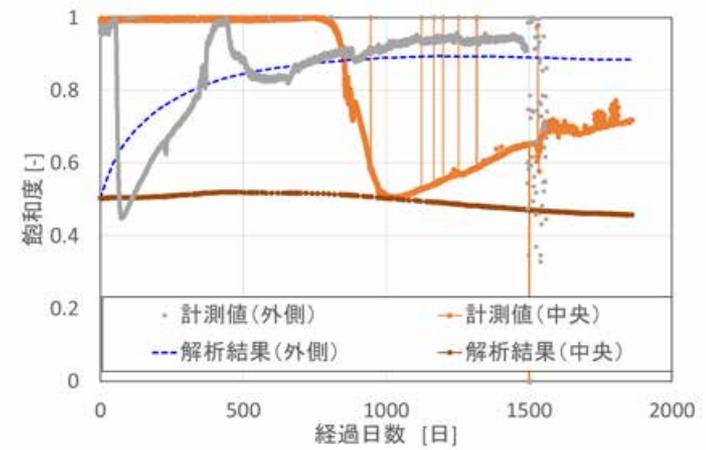
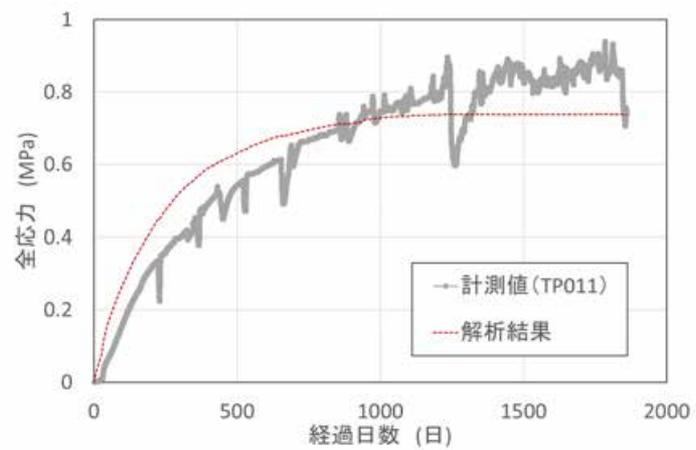
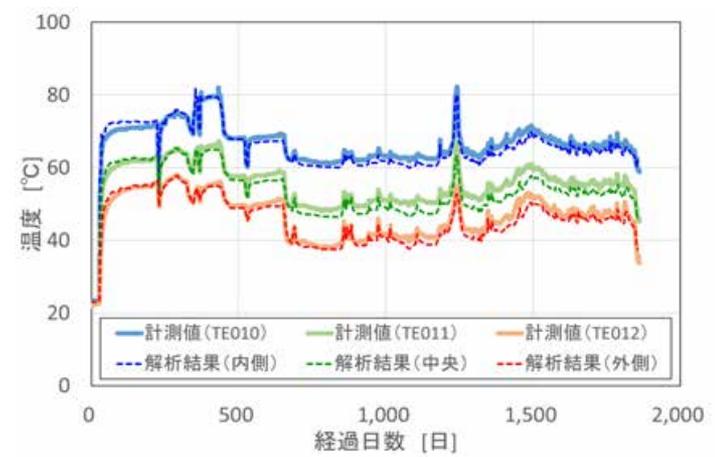


平成31年度/令和1年度取得データ

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－

室内試験による物性データの拡充等を行い、実現象に即した解析を実施し、THAMESによるTHM連成評価手法の適用性を検討(水分、力学パラメータを取得予定・取得中)



THM連成解析結果

実際の地質環境における人工バリアの適用性確認

－オーバーパック腐食試験－

【目的】

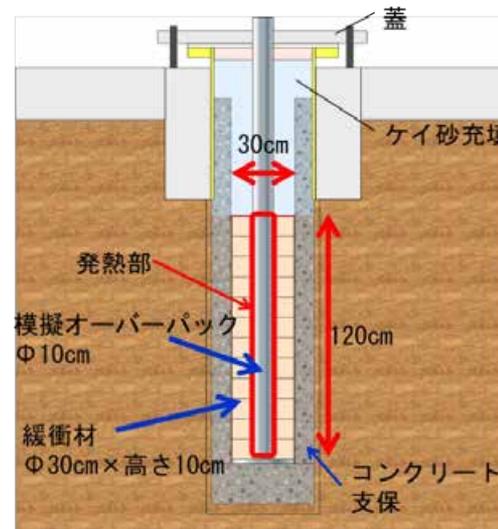
- 工学的スケールでの試験データの拡充
- 緩衝材の再冠水～飽和の過程を工学規模で再現し、既往の腐食量評価手法の妥当性、適用性の確認

【実施内容】

- 取り出した試験体の分析を実施

【成果】

- 模擬オーバーパックには不均一な腐食が観察されたものの、腐食局在化の程度は天然水環境等で観察される範囲内であることを確認
- 主な腐食生成物は、炭酸鉄、オキシ水酸化鉄、酸化鉄
- 酸化性環境における既往のオーバーパックの腐食量評価手法は実際の地下環境における工学的規模での腐食現象に対しても十分保守的であることを確認
- 緩衝材中における各種センサーの適用性を確認。特に、開発した腐食センサーにより室内試験と概ね整合する結果が得られ、数年間以上のモニタリングが可能であることを確認



オーバーパック腐食試験の概要



オーバーパック腐食試験後の試験体取り出し

実際の地質環境における人工バリアの適用性確認

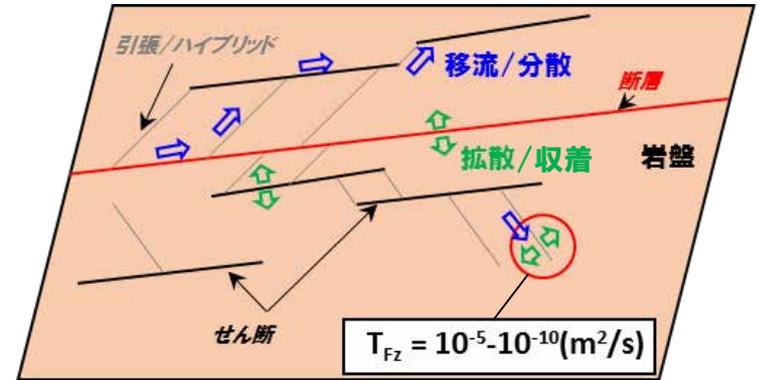
－割れ目帯を対象とした物質移行試験－

【目的】

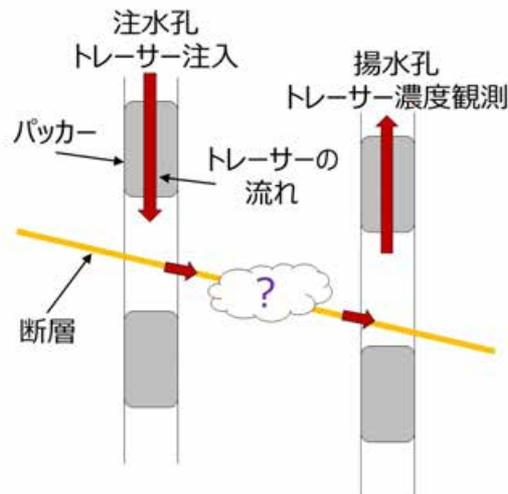
- 割れ目帯の物質移行特性の把握
- 原位置試験, 室内試験の整合性の評価
- 既存の解析モデルの適用性の評価

【実施内容】

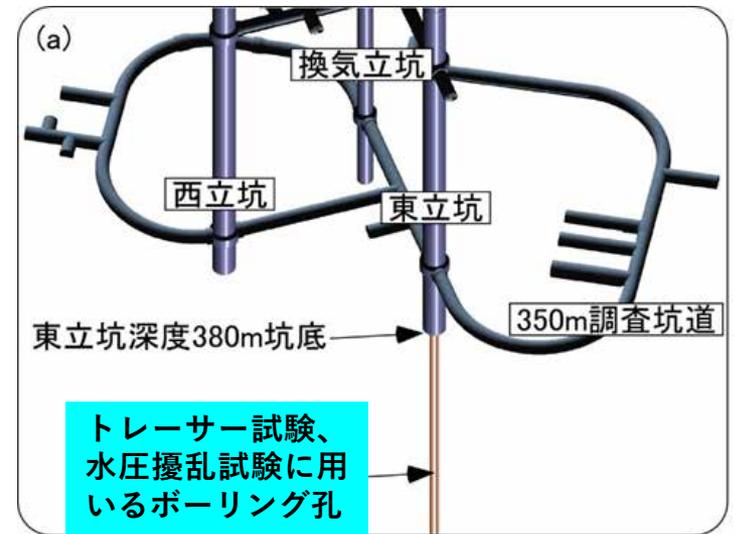
- 断層に不可逆的なせん断破壊を起こした前後で原位置トレーサー試験(ダイポール試験)を実施
- トレーサー試験結果から、稚内層深部に分布する断層の水理学的連結性や、地殻変動が物質移行特性に与える影響を評価



断層帯中における物質移行のイメージ



トレーサー試験 (ダイポール試験)の概念

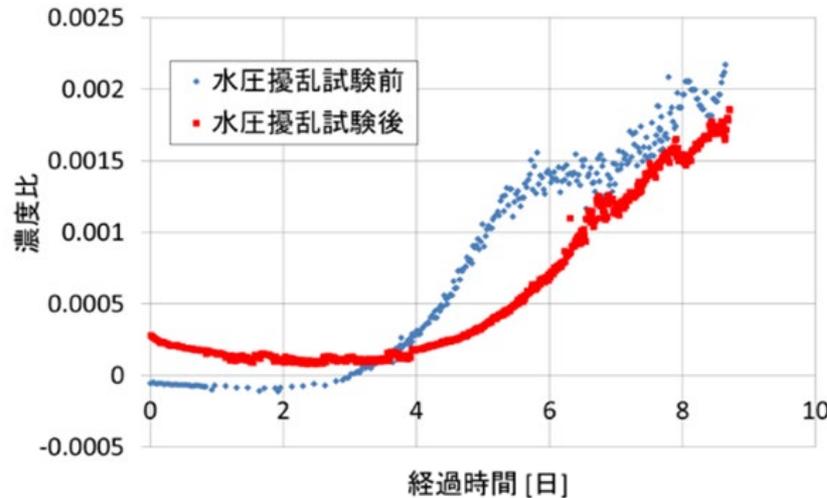


トレーサー試験 (ダイポール試験)の実施場所

実際の地質環境における人工バリアの適用性確認

－割れ目帯を対象とした物質移行試験－

注入濃度：5ppm（連続注入）



揚水孔で観測されたウラニンの濃度比

試験条件とトレーサー濃度立ち上がりまでの時間

既存の試験	試験対象構造	孔間距離 (m)	間隙水圧差 (MPa)	トレーサー濃度立ち上がりまでの時間
	単一割れ目 (稚内層浅部)	0.421~1.179	約 0.01~0.03	約 30~90 分
本試験	断層 (稚内層浅部)	1.366	約 0.01~0.19	約 40~60 分
	断層 (稚内層深部)	4.5	約 0.15~0.45	約 3 日

- 対象とした断層は、水理学的連結性が乏しく、一部の区間において健岩部(多孔質媒体)を介してトレーサーが移行している可能性を示唆。
- 不可逆的なせん断破壊が生じた場合でも、トレーサーの立ち上がり時間(トレーサーの到達時間)が有意に変化しないことを確認

処分概念オプションの実証

－搬送定置・回収技術の実証試験－

【目的】

- 搬送・定置技術、回収技術の実証

【実施内容】

- 回収技術: PEM-坑道間の狭隘な隙間に対する、充填材の除去技術(ウォータージェット、オーガ掘削)を適用
- 搬送・定置技術: 隙間充填材除去後の模擬PEMに対し、エアベアリング方式を用いた搬送・定置装置(重量物の搬送技術)の地下環境へ適用

【成果】

・操業技術整備:

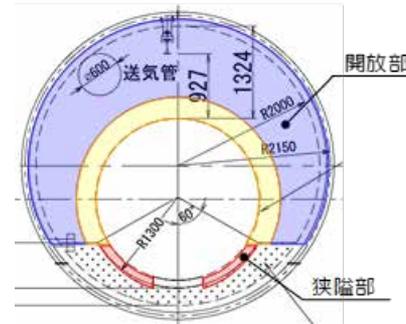
処分坑道横置き・PEM方式に対して、定置から回収までの一連の操業技術の実現性の見通しを得た。

・定置・品質確認などの方法論:

地上試験での実績を地下で再現する形で地下環境での実証試験を実施する手順は、操業技術の技術開発の方法論として有効である。

【課題】

- 搬送・定置、回収技術の代替オプションを含め、高速化や遠隔化の技術の実証



- 機械式除去対象
- ウォータージェット除去対象
- ウォータージェット除去対象



オーガ掘削(左)とウォータージェット(右)による充填材の除去状況



模擬PEMの回収試験状況

処分概念オプションの実証

— 搬送定置・回収技術の実証試験 —

オーガー掘削による充填材の除去状況（ビデオ）



処分概念オプションの実証 — 搬送定置・回収技術の実証試験 —

模擬PEMの回収試験（ビデオ:8倍速）

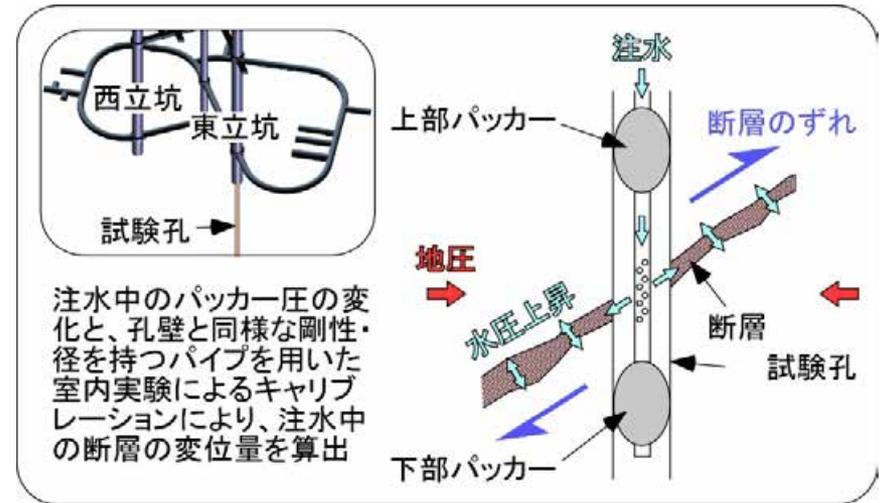


地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証

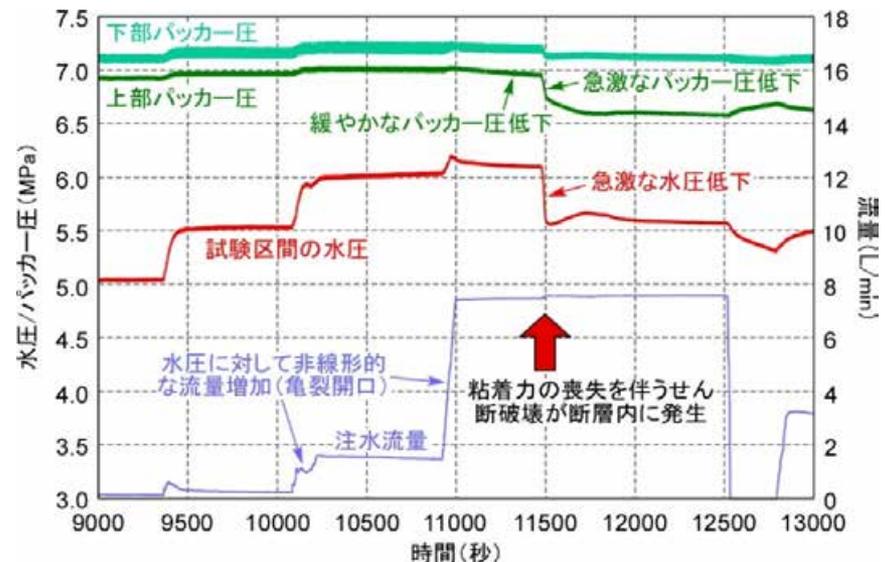
－断層を対象とした水圧擾乱試験－

【目的】

- 断層が再活動した場合に、その透水性がどの程度まで上昇し得るかを検討しておく必要がある
- 断層の変形様式を支配する強度・応力状態を指標化する
- 処分場閉鎖後の断層の透水性について現実的な状態設定が可能となるようなパラメータを提案し、その有効性を検証する



水圧擾乱試験の概念



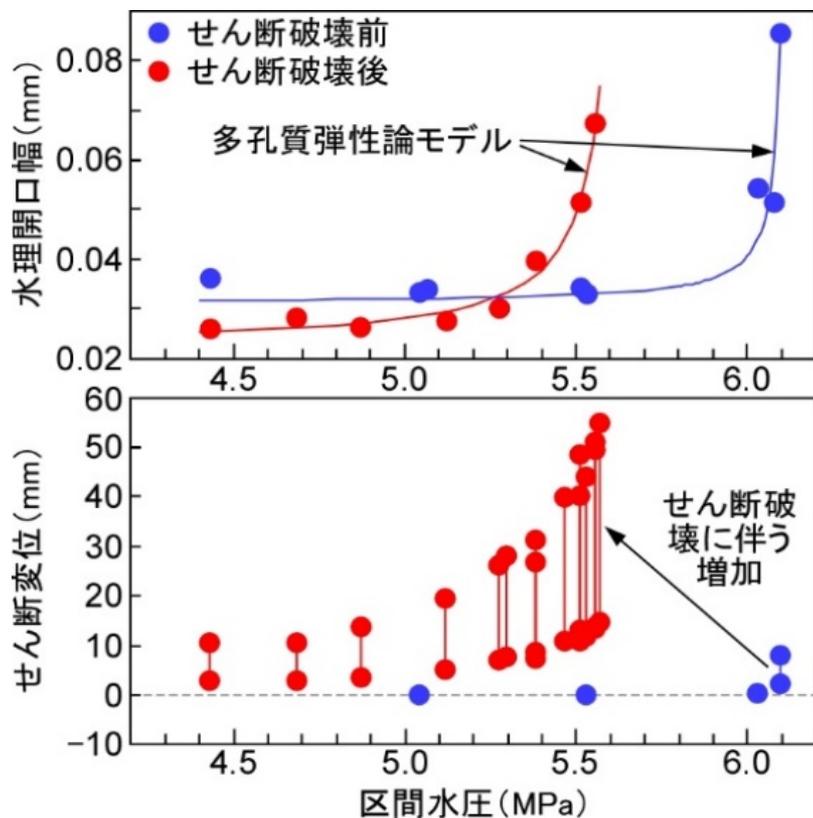
【実施内容】

- 東立坑の坑底(深度380m)から掘削したボーリング孔と交差した断層を対象に、水圧擾乱試験(通常の水圧試験より高い水圧をかけて断層をずらす試験)を実施し、試験中の断層の透水性・変位量を計測した。

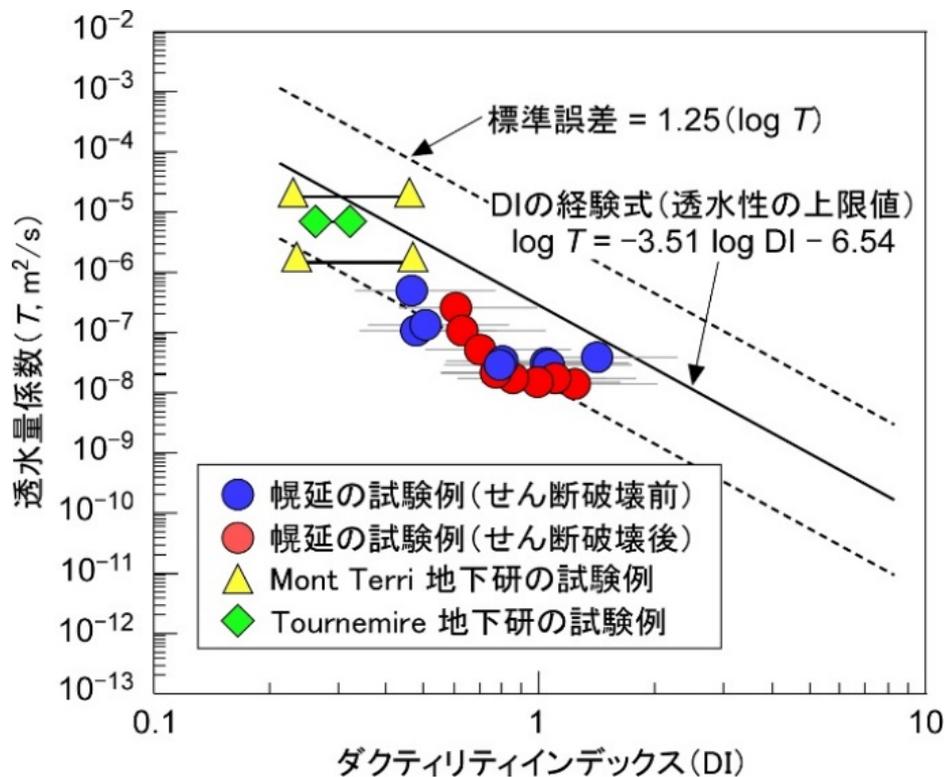
試験中の水圧・注水流量・パッカー圧(段階的に水圧を上昇させ、6.1MPaでせん断破壊が発生)

地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証

－断層を対象とした水圧擾乱試験－



試験中の断層の水理開口幅とせん断変位



DIの経験式と今回の試験結果や他の既報データとの比較

- 断層の透水性は力学で定義されるパラメータ(DI)の経験式の範囲を超えないことを確認
- DIは将来の断層運動に伴う透水性の変化を考慮する際の設定根拠となり得る

情報発信と理解醸成に向けた取り組み

ホームページでの情報発信

JAEA 独立行政法人日本原子力研究開発機構
幌延深地層研究センター

深地層研究計画の状況

地下施設整備の状況

令和2年2月20日（木）の地下施設坑道掘削長

【立坑掘削作業】	
東立坑（掘削管理）	掘削深度 385.0m
西立坑（掘削管理）	掘削深度 380.0m
南立坑（掘削管理）	掘削深度 365.0m

【調査坑道掘削作業】	
坑道140m調査坑道（掘削管理）	掘削長 185.3m
坑道230m調査坑道（掘削管理）	掘削長 170.6m
坑道350m調査坑道（掘削管理）	掘削長 757.1m

- 地下施設整備や調査研究の状況を毎週更新
- メタンガス濃度、排水量等の地下施設の管理状況を毎日更新

計画説明会・成果報告会、地下施設見学会などの開催



「平成31年度計画説明」
（国際交流施設 平成31年4月24日）



「平成30年度成果報告」
（国際交流施設 令和元年7月12日）



「札幌報告会2019」
（札幌市教育文化会館 令和元年8月29日）



地下施設見学会
（350m調査坑道での見学の様子）

平成27年度：1,021名（ゆめ地創館7,657名）
 平成28年度：1,347名（ゆめ地創館7,635名）
 平成29年度：1,460名（ゆめ地創館7,891名）
 平成30年度：922名（ゆめ地創館7,433名）
 令和元年度：1,341名（ゆめ地創館8,089名）
 （令和2年2月末現在）

今後の予定

令和2年度以降の幌延深地層研究計画(令和2年1月28日)

1. はじめに

- 国の政策における位置づけ
- 機構の第3期中長期計画の記載
- 研究開発の経緯、外部評価、今後の計画立案
- 当初計画「深地層研究所(仮称)計画」との関係

2. 必須の課題と研究成果に対する評価について

- 設定した必須の課題
- 研究成果
- 「地層処分研究開発・評価委員会」の評価結果

3. 今後の進め方について

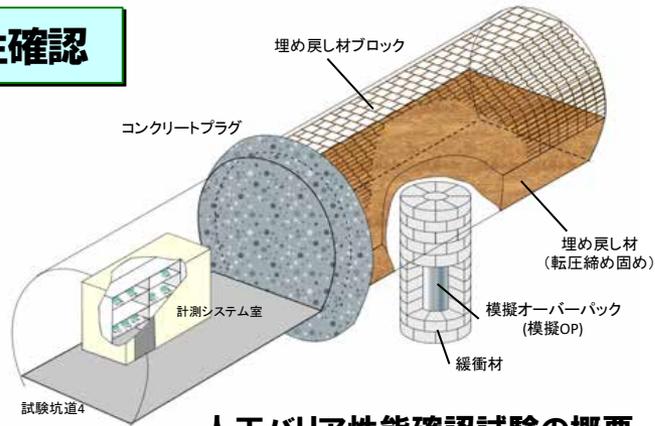
- 研究課題と研究期間
- 研究終了後の扱い
- 研究協力・人材育成・資金
- 北海道および幌延町との協定

令和2年度以降の幌延深地層研究計画 — 計画内容 —

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

【概要】 定置・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なとなる情報を整理する。

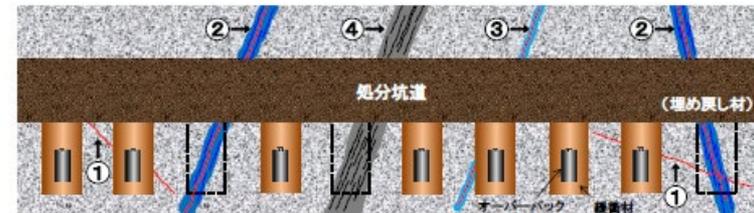


閉鎖技術オプションの整理

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、地下水の流れが非常に遅い領域（化石海水領域）の三次元分布に係る調査・評価手法の高度化し、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。



廃棄体定置決定や間隔設定の考え方の整理

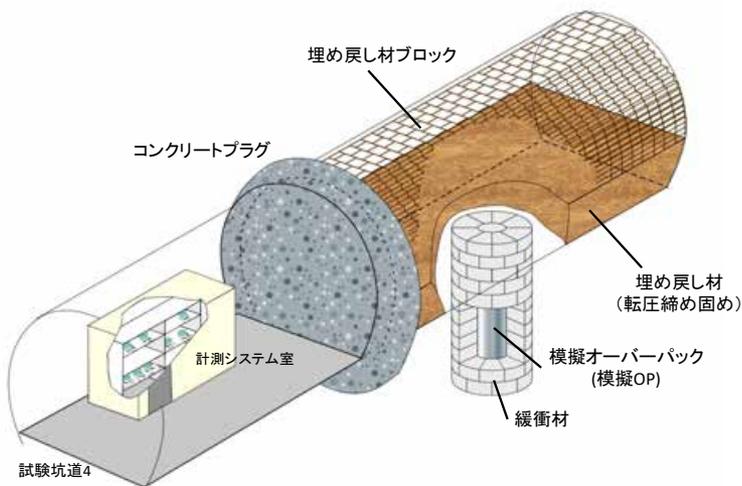
令和2年度以降の幌延深地層研究計画 — 計画内容 —

【研究課題】 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

【実施概要】

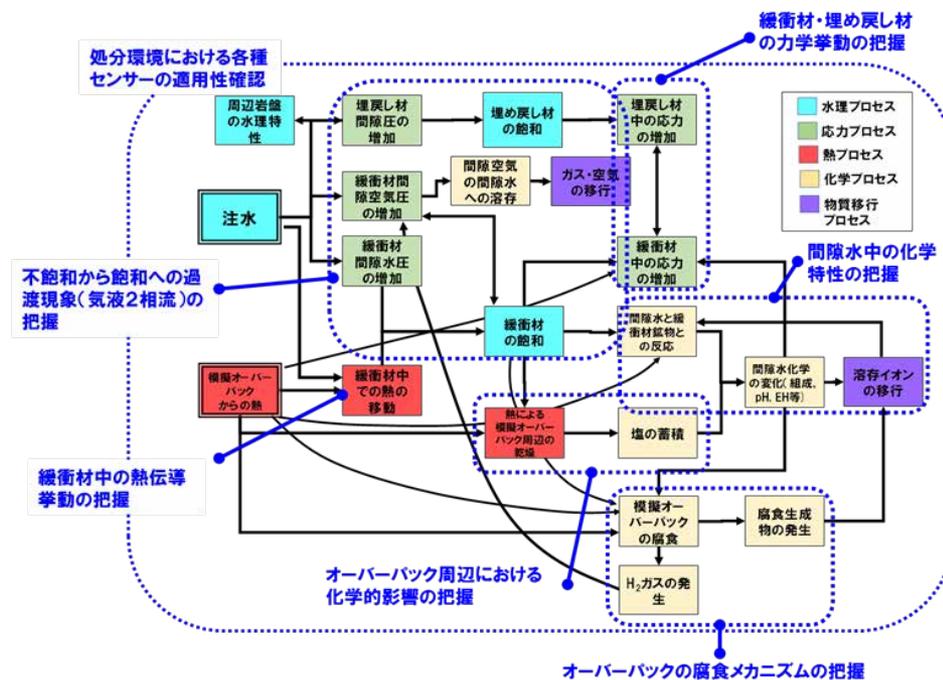
- 減熱試験及び解体調査による飽和度等の検証データ取得、連成モデルの適用性確認
- 国際プロジェクトにおける解析コード間の比較検証、改良・高度化



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



人工バリア性能確認試験で考慮する複合現象

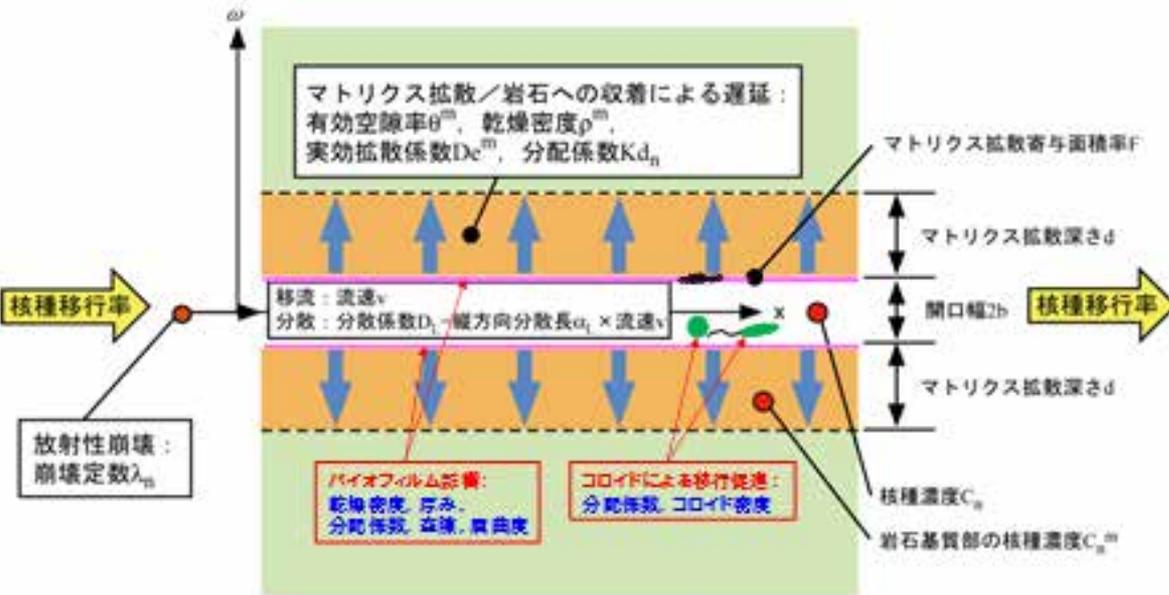
令和2年度以降の幌延深地層研究計画 — 計画内容 —

【研究課題】 1. 実際の地質環境における人工バリアの適用性確認

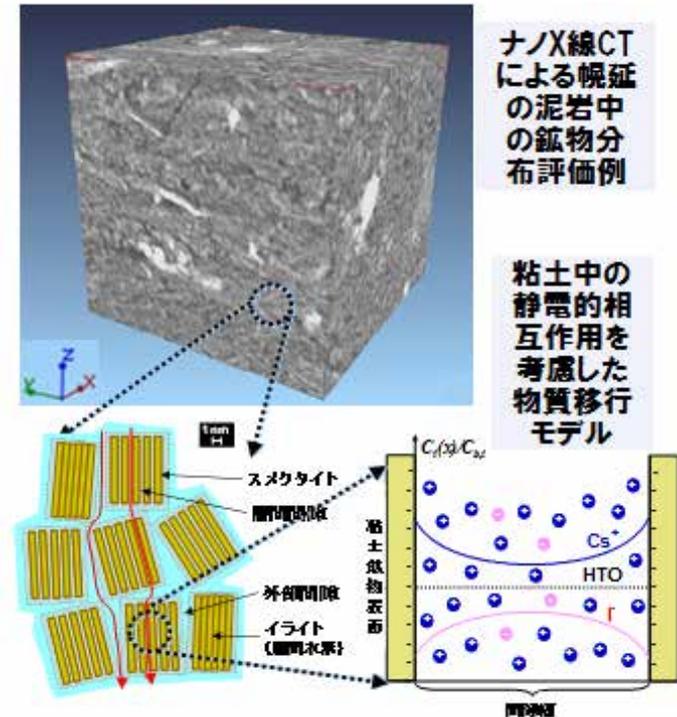
1.2 物質移行試験

【実施概要】

- 割れ目を有する堆積岩を対象とした掘削影響領域を含むブロックスケール(数m~100規模)における遅延性能評価手法の整備
- 有機物、微生物、コロイドの影響を考慮した物質移行モデル化手法の高度化



コロイド及びバイオフィーム影響を考慮した
一次元平行平板モデルの概念図



室内試験による拡散データ取得とモデル化

令和2年度以降の幌延深地層研究計画 ー計画内容ー

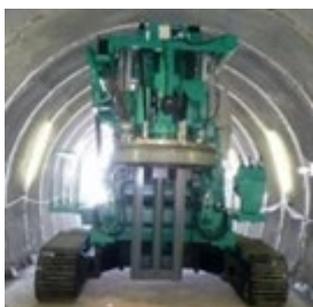
【研究課題】 2. 処分概念オプションの実証

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

- 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

【実施概要】

- 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
- 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)
- 閉鎖技術(埋め戻し方法:プラグ等)の実証



緩衝材の除去技術



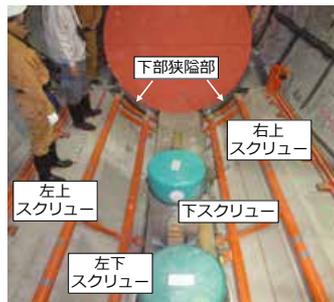
オーガー掘削による隙間充填材の除去
除去技術オプション



ウォータージェットによる除去試験



スクリー方式による埋め戻し材の施工



閉鎖技術オプション



切り欠きの掘削とプラグの施工例



令和2年度以降の幌延深地層研究計画 ー計画内容ー

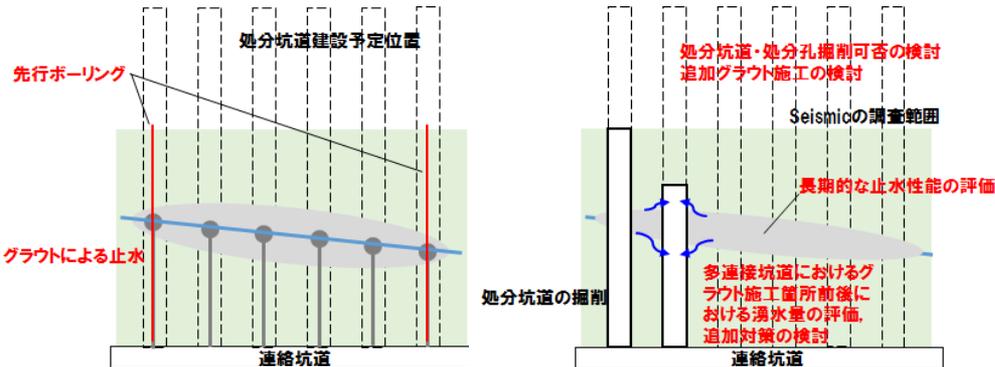
【研究課題】 2. 処分概念オプションの実証

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

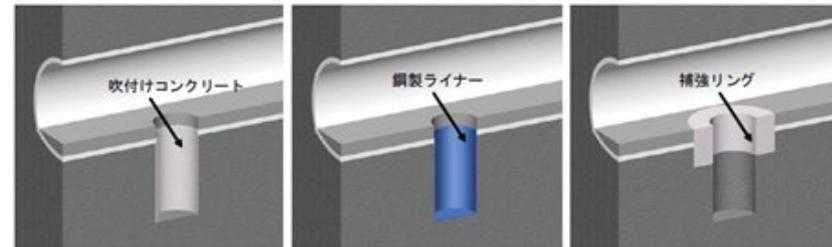
● 坑道スケール～ピットスケールでの調査・設計・評価技術の体系化

【実施概要】

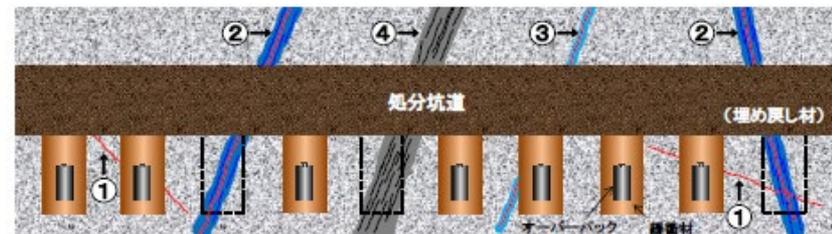
- 先行ボーリングによる地質環境特性調査ならびに工学的対策技術を考慮した、地下施設及び人工バリアの設計評価技術の体系化
- 多接続坑道を考慮した湧水抑制対策技術及び処分孔支保技術の適用事例の提示、緩衝材流出・侵入現象評価手法及び抑制対策技術の提示
- 廃棄体設置の判断や間隔の設定に必要な情報の整理



設計評価、工学的対策の検討イメージ



支保工設計と適用事例



定置位置決定特性の考え方の整理

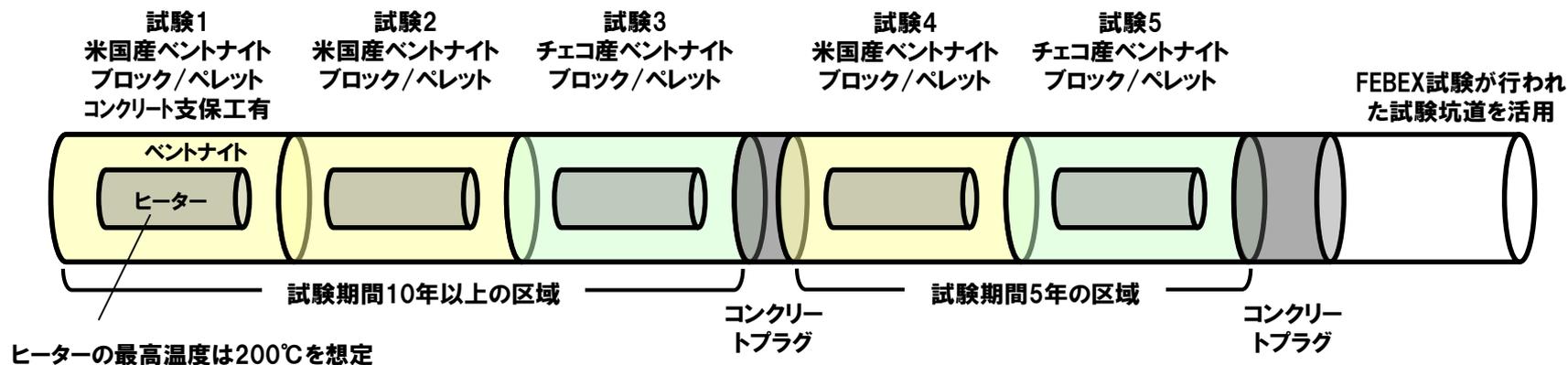
令和2年度以降の幌延深地層研究計画 ー計画内容ー

【研究課題】 2. 処分概念オプションの実証

2.2 高温(100℃以上)などの限界的条件下での人工バリア性能確認試験

【実施概要】

- 減熱100℃超時のニアフィールドにおいて発生する現象の整理
- ニアフィールドにおける上限温度設定の考え方を提示
(国際プロジェクト情報を収集し、発生する現象の整理に反映)



国際プロジェクトHotBENT試験の概要

令和2年度以降の幌延深地層研究計画 — 計画内容 —

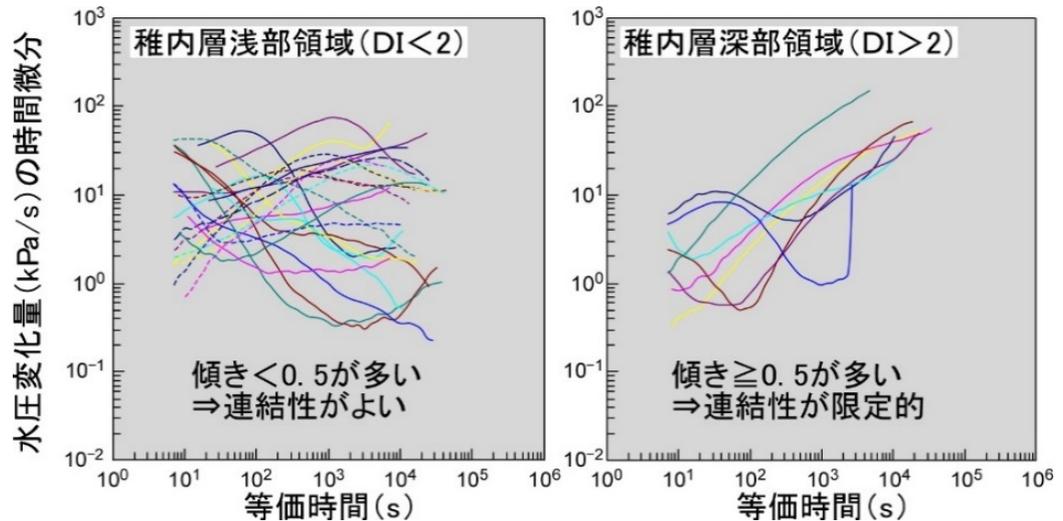
【研究課題】 3. 地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証

3.1 水圧擾乱試験などによる緩衝能力の検証・定量化

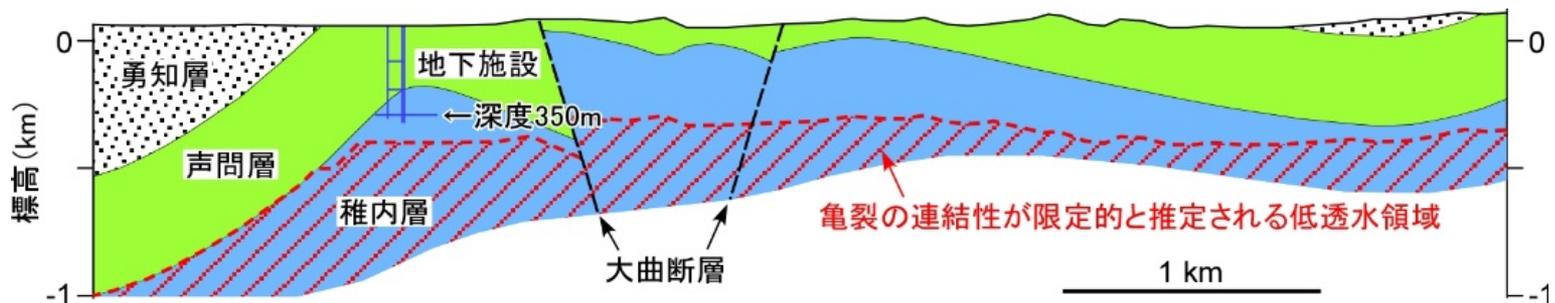
- 地殻変動が地層の透水性に与える影響の把握

【実施概要】

- DIを用いた透水性評価の信頼性向上・隆起侵食の影響評価手法の構築
- 水圧擾乱試験による断層の活動性評価手法の構築



透水試験の詳細解析⇒DI>2で連結性限定的



亀裂の不連結性の評価⇒稚内層のDI>2が連結性限定的

亀裂の不連結性のDI依存性

令和2年度以降の幌延深地層研究計画 — 計画内容 —

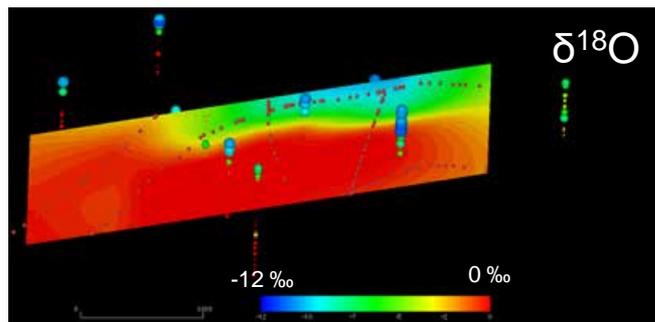
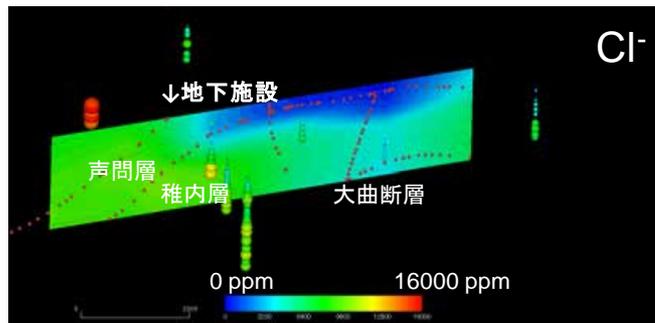
【研究課題】 3. 地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証

3.1 水圧擾乱試験などによる緩衝能力の検証・定量化

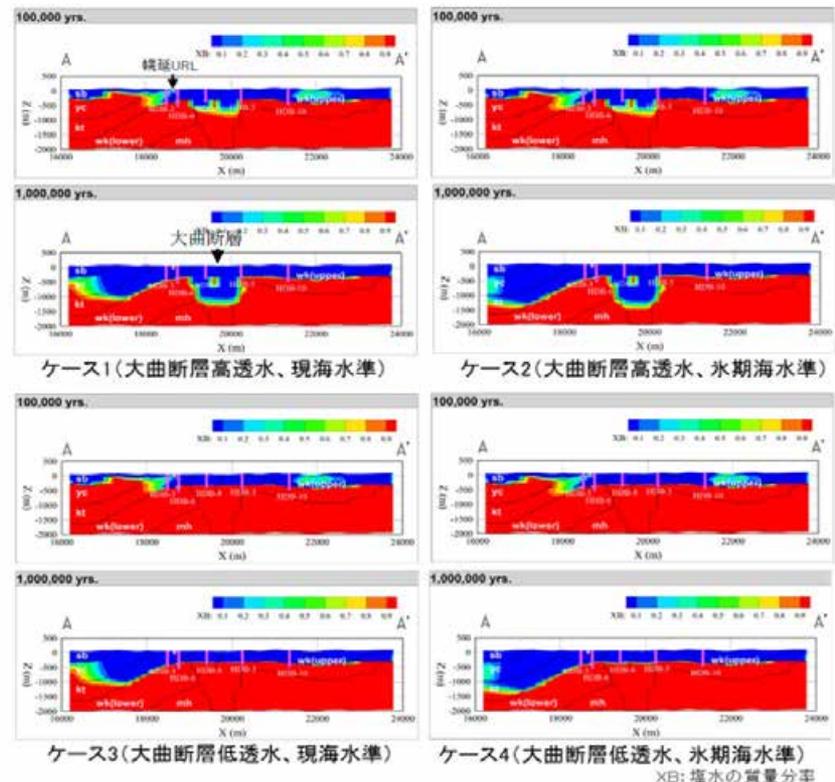
- 地下水の流れが非常に遅い領域を調査・評価する技術の高度化

【実施概要】

- 化石海水の三次元分布に係る調査・評価手法の高度化
- 広域スケールを対象とした水理・物質移動評価手法の高度化(地下水滞留時間評価のための水理解析、塩分濃度分布評価のための水理・物質移動解析)



地下水のCl⁻及びδ¹⁸O分布の推定例



塩分濃度分布評価のための水理・物質移動解析の例

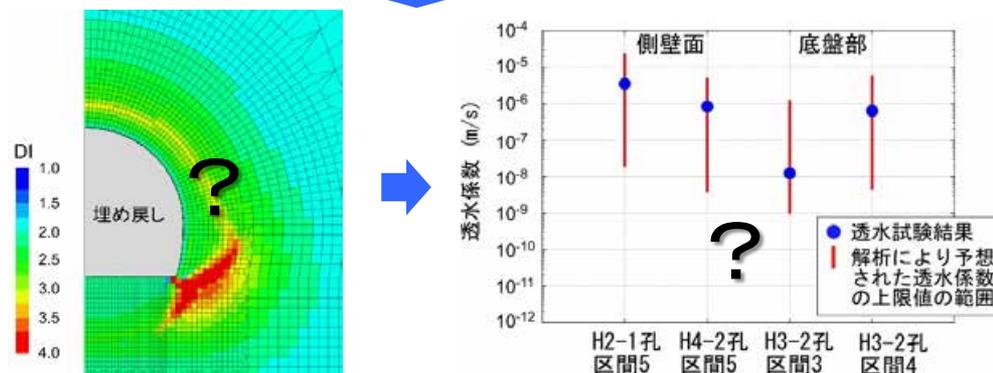
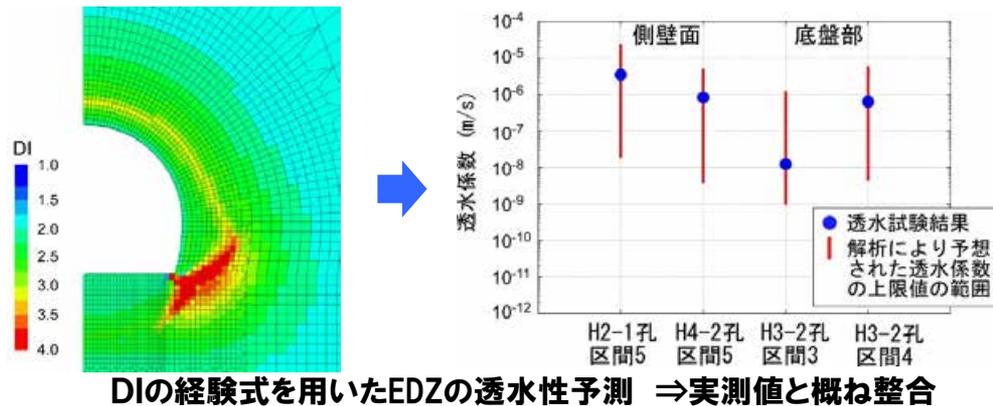
令和2年度以降の幌延深地層研究計画 ー計画内容ー

【研究課題】 3. 地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証

3.2 地殻変動による人工バリアへの影響・回復挙動試験

【実施概要】

- 緩衝材膨潤や埋め戻しに伴う掘削影響領域(EDZ)の緩衝能力を解析する手法の開発
 - ・DIを用いたEDZの透水性を予測する既存モデルの再検証
 - ・坑道埋め戻し後のEDZの透水性を予測するモデルの構築



令和2年度以降の幌延深地層研究計画 ー計画内容ー

【研究期間、研究終了の扱い】

これらの研究課題については、令和2年度以降、第3期及び第4期中長期目標期間を目的に研究開発に取り組みます。

※第3期中長期目標期間：平成27年度～令和3年度

第4期中長期目標期間：令和4年度～令和10年度

※※令和2年度以降の研究期間は9年間です。

※※その期間を通じて必要な成果を得て研究を終了できるようしっかり取り組みます。

➤ 前半の取り組み：

必須の課題のうち、継続的な課題への対応に3～5年程度を想定

➤ 後半の取り組み：

必須の課題のうち、継続的な課題の成果をふまえて体系化して取り組む課題で5年程度を想定

国内外の技術動向を踏まえて、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。

令和2年度以降の幌延深地層研究計画 ー計画内容ー

【研究協力・人材育成・資金】

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することを検討します。

※当初の計画：深地層研究所(仮称)計画(平成10年10月)

研究対象の範囲内：地層科学研究・地層処分研究開発

【北海道および幌延町との協定】

研究計画の遂行に当たっては、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定めた北海道および幌延町との協定を遵守するとともに、安全確保を第一に調査研究を進めていきます。

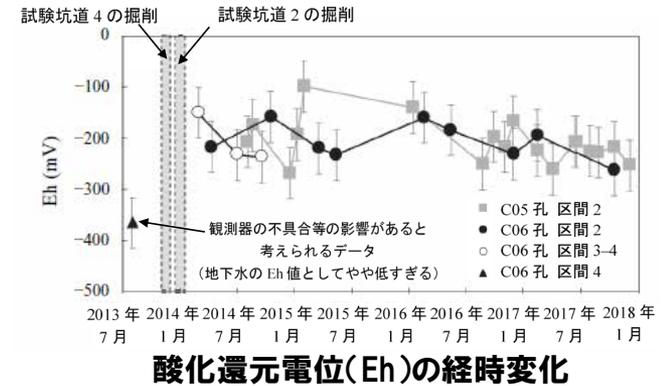
※下線部は、12/6の北海道知事、幌延町長、理事長との面談時に提出した計画(案)改訂版で追記した部分。

参考資料

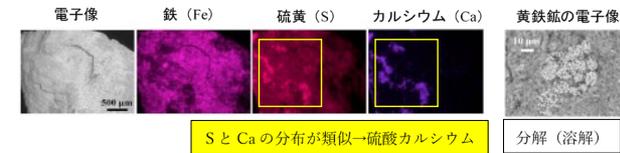
地下水から遊離したメタンガスが大気の侵入を抑制 —坑道周辺の岩盤が掘削後も還元状態にあるメカニズムを解明—

【発表のポイント】

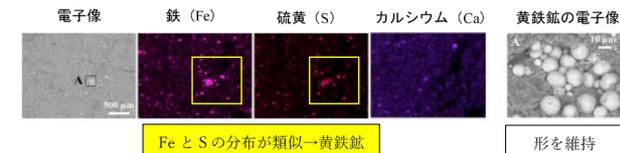
- 地下深部に坑道を掘削すると、坑道周辺の岩盤内部に亀裂が生じる。一般的にはその亀裂を通じて大気が侵入することで、坑道周辺に酸化環境が形成されると考えられている。
- しかし、幌延深地層研究センターの地下施設において坑道周辺の地下水・ガス・岩石を対象とした調査を行ったところ、坑道周辺の亀裂が発達する領域においても、酸化環境の兆候は認められなかった。
- この理由として、地下水に溶解していたメタンなどのガスが遊離し、岩盤周辺の亀裂を満たしたり、岩盤から坑道へと流動したりして、岩盤への大気の侵入が抑制されたと考えられた。
- 坑道周辺の酸化還元の進展に関して、溶存ガスの遊離の影響を考慮し、酸化の抑制メカニズムを解明したのは、今回が初めての事例である。
- 今回実施した一連の調査方法は、地下施設において坑道周辺の酸化還元状態を包括的に評価するための方法として利用可能と考えられる。また、本研究の成果は、地層処分における処分場閉鎖後の安全評価において重要な知見になりうると期待される。
- 本研究の成果は2020年1月に国際学術誌「Engineering Geology」オンライン版に掲載。



(a) 大気中で約3年保管された岩石



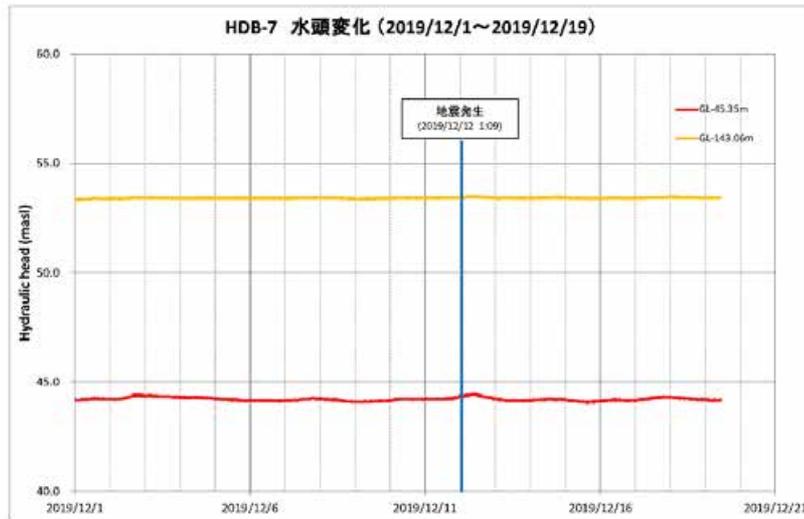
(b) 大気との接触を極力抑えて処理・分析した、岩盤内部約2 cmの岩石



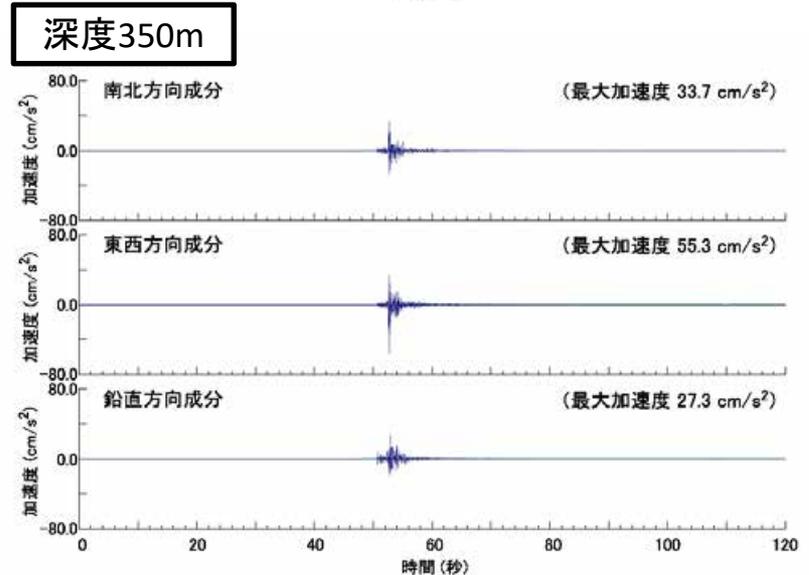
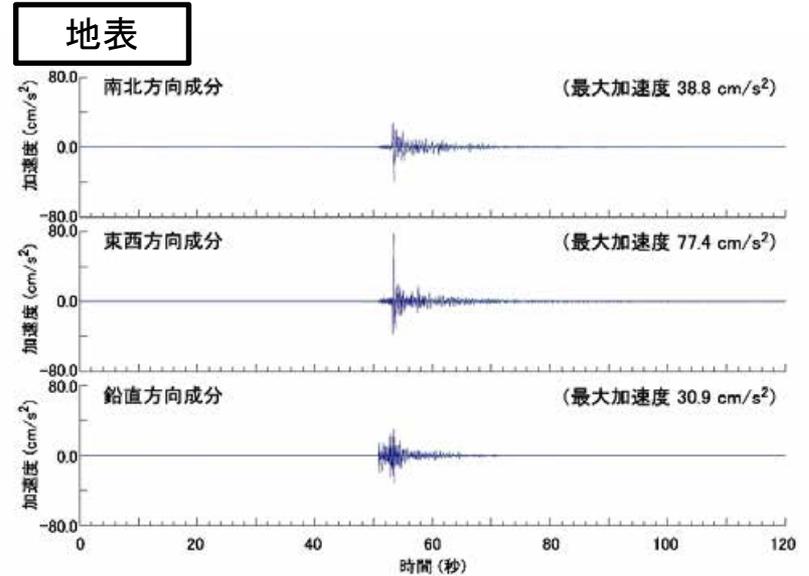
走査型電子顕微鏡での観察結果

(参考) 令和1年12月12日に発生した地震

宗谷管内で震度5弱を観測するのは、
稚内地方気象台が1938年(昭和13
年)に震度の観測を始めて以来初め
て。
(北海道新聞)



地表から掘削したボーリング孔の水圧観測



加速度計の記録

成果のまとめ

【幌延深地層研究計画】

以下のような成果が得られている。

1. 実際の地質環境における人工バリアの適用性確認

(必須の課題達成目標)

- ・人工バリアの設計、製作・施工、品質管理手法の適用性確認および熱、水、応力、化学連成評価手法とモニタリング手法の適用性確認
- ・オーバーパック腐食評価手法の妥当性確認と原位置でのモニタリング手法の適用性確認
- ・実際の地質環境における物質移行特性評価手法の整備

(成果のまとめ)

- ・処分孔縦置き方式の実規模の人工バリアについて、緩衝材、オーバーパック、坑道埋め戻し材、力学プラグの実際の設計・製作・施工を通じて、既存の設計フローや品質管理手法の有効性を確認。
- ・加熱・注水による人工バリアの過渡的時期における、熱－水－応力－化学連成現象に関するデータを取得し、整備したTHM/THMC連成解析コード(THAMES/COUPLYS)により、連成現象の再現性を向上。

成果のまとめ

【前頁からの続き】

- ・既往のオーバーパックの腐食評価手法の保守性、妥当性を確認するとともに、腐食センサーを用いた腐食挙動のモニタリングが可能であることを確認。
- ・実際の地質環境において、室内試験と原位置試験を組み合わせたモデル化により物質移行挙動を適切に評価することが可能。

(地層処分事業や他分野への貢献)

- ⇒この技術開発成果は、地層処分の安全性の向上に寄与する重要な成果の一つと考えられる。
- ⇒連成評価手法や物質挙動評価手法などの成果は、石油分野、地熱開発、CO₂地下貯留の分野に適用が期待される。

成果のまとめ

【幌延深地層研究計画】

2. 処分概念オプションの実証

(必須の課題達成目標)

- ・実際の地質環境における湧水抑制対策・支保技術の実証
- ・人工バリアの搬送定置・回収技術の実証

(成果のまとめ)

- ・突発湧水の発生の原因となりうる粘土質せん断帯の事前予測手法として、[メルトインクルージョンに着目した事前予測手法が有効](#)であることを提示。また、海水条件下において処分孔の湧水抑制対策に適用可能な溶液型グラウト配合を提案。
- ・大深度における立坑崩落への対策を考慮した情報化施工技術を適用し、その有効性を実証。支保工や岩盤の長期安定性を把握するためのモニタリング技術の有効性を提示。
- ・実際の地下環境において、処分坑道横置き方式のうち、PEM方式に対する搬送定置・回収試験を行い、エアベアリングを用いた搬送定置方式や、隙間充填材の除去およびPEMの回収技術の適用性を提示。

(地層処分事業や他分野への貢献)

- ⇒この技術開発成果は、処分事業の作業時の安全に寄与する重要な成果の一つと考えられる。
- ⇒本成果は土木分野等の地下開発に適用が期待される。

成果のまとめ

【幌延深地層研究計画】

3. 地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の実証

(必須の課題達成目標)

- ・断層の変形様式を支配する強度・応力状態の指標化
- ・断層の透水性の潜在的な上限と指標との関係性の整理とモデル(経験則)の構築
- ・原位置試験によるモデルの検証

(成果のまとめ)

- ・引張強度で標準化したモール円の中心位置(DI)と断層のダメージゾーンの変形様式との定量的な対応付けが可能。
- ・ボーリング調査でフローアノマリーとして検出される断層帯亀裂の透水性とDIの関係性を検討した結果、両者には十分な相関性が認められ、断層帯亀裂の潜在的な透水性の上限は、DIを用いた経験式によりある一定の幅を持って予測できる可能性が高い。
- ・ボーリング孔を用いた断層を対象とした水圧擾乱試験の結果、新たにせん断変形が起こったり有効応力が低下しても、断層帯亀裂の透水性はDIの経験式の範囲を超えないことを確認。

(地層処分事業や他分野への貢献)

- ⇒この技術開発成果は、地層処分の長期安全性に寄与する重要な成果の一つと考えられる。
- ⇒本成果は石油分野、地熱開発、CO₂地下貯留の分野に適用が期待される。

評価結果

平成31年3月6日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
理事長 児玉 敏雄 殿

地層処分研究開発・評価委員会
委員長 小島 圭二

研究開発課題の中間評価について（答申）

平成30年11月8日付貴発「30原機（地）020」において、当委員会に諮問のあった「地層処分技術に関する研究開発」に関する中間評価について、その評価結果を別紙のとおり答申します。

（答申内容）

研究開発課題「地層処分技術に関する研究開発」中間評価 報告書

以 上

深地層の研究施設計画については、研究開発の実施状況の報告に加え、「深地層の研究施設計画検討委員会」において審議された「深地層の研究施設計画における必須の課題成果とりまとめの評価結果について」を聴取し、「深地層の研究施設計画検討委員会」としての以下の総合評価結果が妥当なものであると判断した。

超深地層研究所計画（瑞浪）における必須の課題成果取りまとめについては、全体として概ね適切に研究が遂行され、所期の目標を達成できたと評価します。今後は、得られたデータや知見が地層処分研究開発全体の枠組みの中にフィードバック・継承されるとともに、関連分野の研究開発・人材育成に最大限有効に活用されるよう、国内外に広く提供・展開されることを期待します。

幌延深地層研究計画における必須の課題成果取りまとめについては、全体として概ね適切に研究が遂行され、当期5カ年の目標を達成できたと評価します。今後は、技術の確立が可能な水準に達するまで、人工バリア性能確認試験および処分概念オプションの実証に関する試験を継続するとともに、本地下研究施設を最先端の地層処分技術を実証するプラットフォーム（共通基盤）として国内外の関係者に広く提供・活用されることを期待します。

- 令和2年度以降の計画(案)を策定
- 3者協定に基づき、自治体に協議を申し入れ