

令和2年度以降の幌延深地層研究計画 について

令和元年7月26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2年度以降の幌延深地層研究計画（案）のポイント

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

はじめに

➤ 国の政策における位置づけ

「特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針」（平成27年5月）

「国及び関係研究機関は、最終処分の安全規制・安全評価のために必要な研究開発、深地層の科学的研究等の基盤的な研究開発及び最終処分技術の信頼性の向上に関する技術開発等を積極的に進めていくものとする」

➤ 機構の第3期中長期計画の記載

- ・ 必須の課題に重点的に取り組む
- ・ 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

➤ 研究開発の経緯、外部評価、今後の計画立案以降、説明

➤ 当初計画「深地層研究所（仮称）計画」との関係

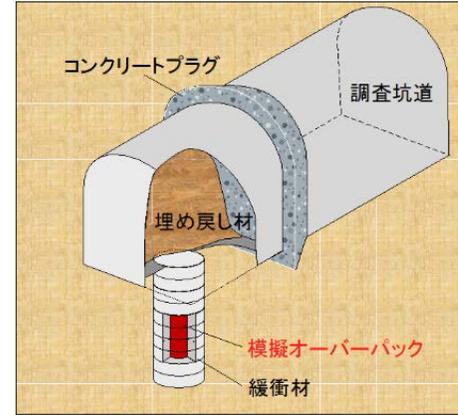
今後の研究課題は、「深地層研究所（仮称）計画」の範囲内において実施

設定した必須の課題

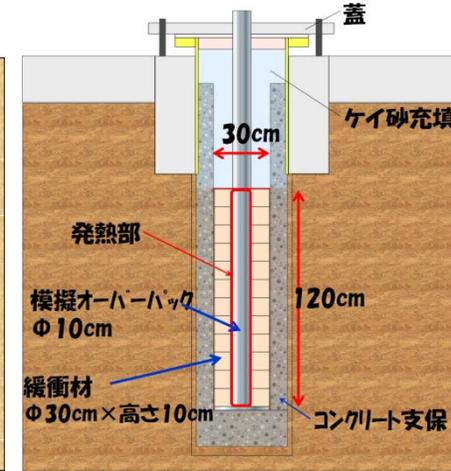
①実際の地質環境における人工バリアの適用性確認

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」に必要となる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

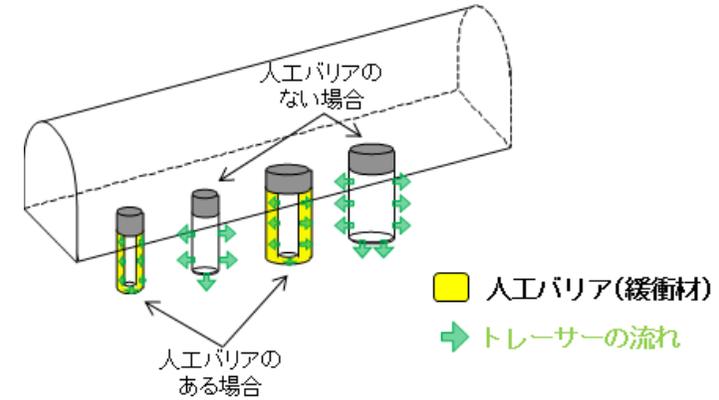


オーバーパック腐食試験

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

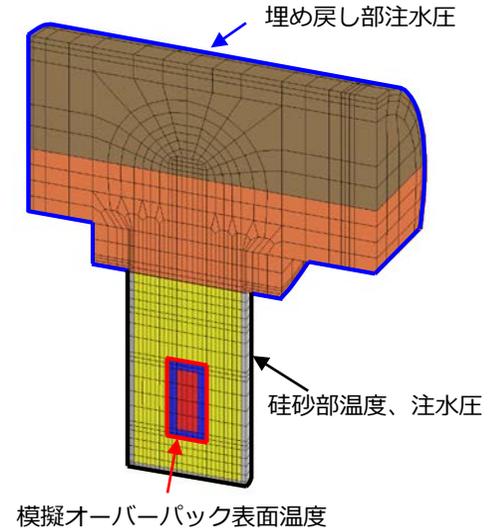
研究成果（前々回委員会の資料から抜粋）

1. 実際の地質環境における人工バリアの適用性確認

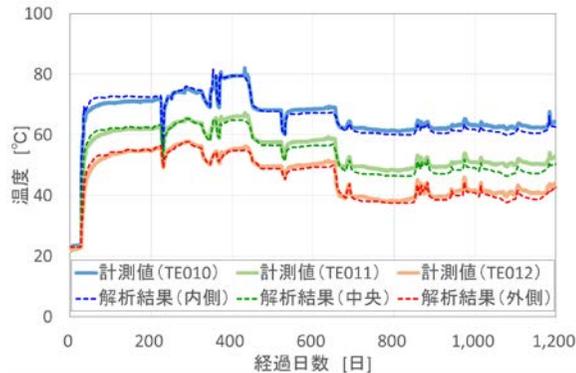
1.1 人工バリア性能確認試験

(成果・地層処分事業や他分野への貢献)

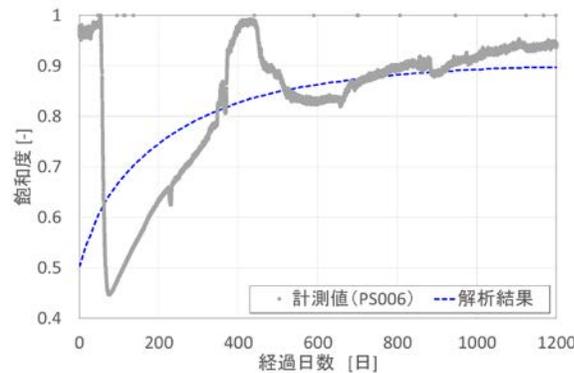
- 人工バリア、埋め戻し材等に関する個別設計フローを構築しその適用性を確認するとともに、新たに処分孔掘削技術の開発を含め、製作・施工技術や品質管理方法の適用性を例示
- THMC連成解析ツール (COUPLYS) のコード不具合の改善、数値演算の高速化、計算中の必要メモリの改善を実施
- THM連成解析ツール (THAMES) の力学モデルを拡張（緩衝材の膨潤に伴う密度低下による剛性の低下を考慮）することにより、緩衝材の膨潤挙動の再現性が向上することを確認。また、緩衝材の膨潤変形による密度変化に伴う熱特性、水理特性及び力学特性の密度依存性を考慮できるようモデルを高度化
- 安全評価における核種移行の初期状態の設定やオーバーパックスの寿命評価に必要な二アフィールド環境条件の設定に活用できる



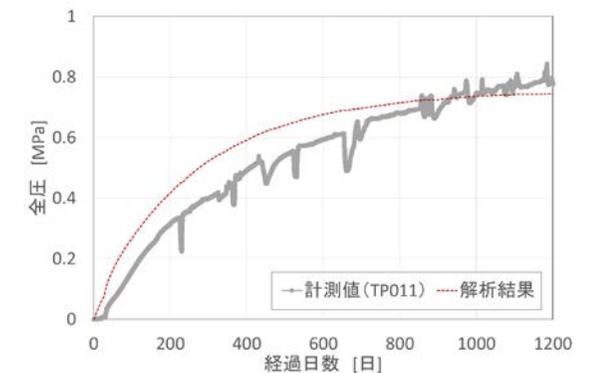
THM連成解析モデルと境界条件



(a) 温度の経時変化



(b) 飽和度の経時変化



(c) 全圧の経時変化

計測結果とTHM連成解析結果の一例（緩衝材5段目に設置したセンサー）

研究成果（前々回委員会の資料から抜粋）

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 オーバーパック腐食試験



図3 緩衝材除去後の模擬オーバーパック外観

（成果・地層処分事業や他分野への貢献）

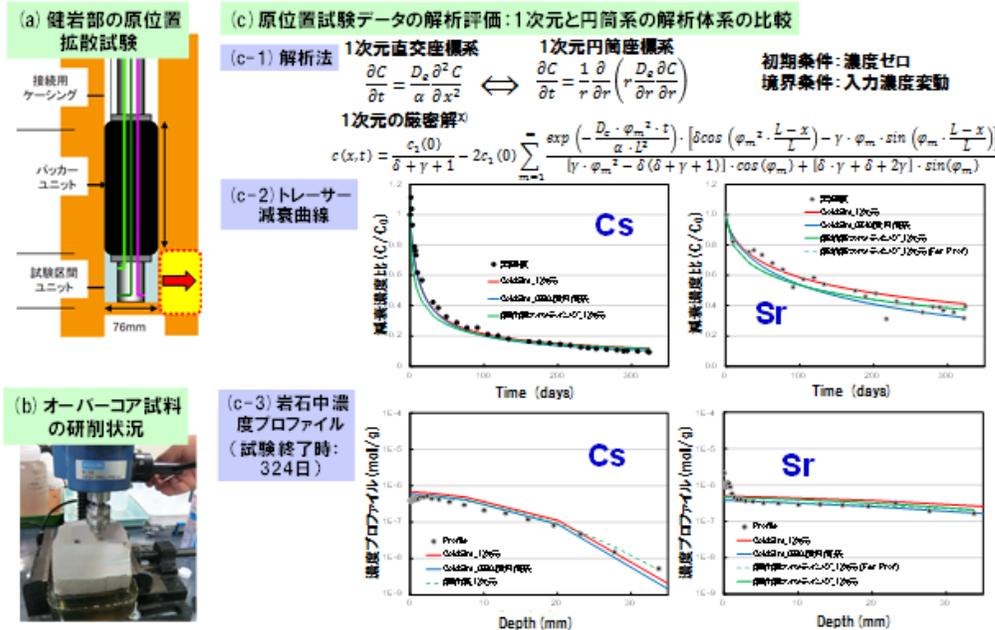
- 実際の地下環境下におけるオーバーパックの腐食挙動評価手法の適用性を確認し、既往の評価手法の保守性、妥当性を確認。
- オーバーパック設計における腐食しろ設定や腐食量評価の保守性、妥当性を示すデータとしての活用が期待される。
- オーバーパック溶接部の健全性や信頼性を示すデータとしての活用が期待される。

研究成果（前々回委員会の資料から抜粋）

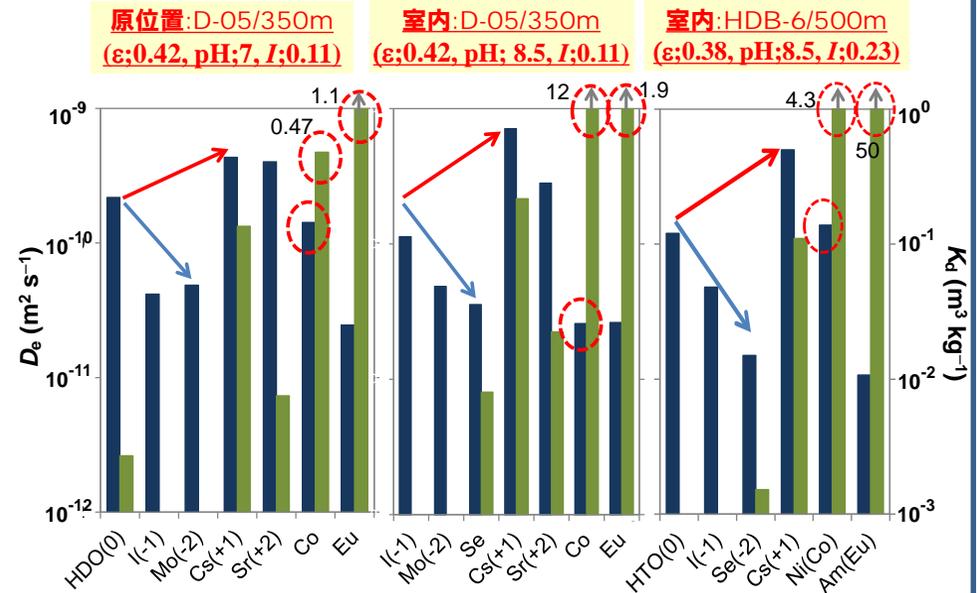
1. 実際の地質環境における人工バリアの適用性確認

1.3 物質移行試験

【岩盤基質部における物質移行挙動の解明】



原位置拡散試験の試験体系(a)、オーバーコア試料の分析状況(b)、解析結果の比較(c)



(成果・地層処分事業や他分野への貢献)

- 粘土鉱物を主体とした収着モデルおよび電気二重層拡散モデルを統合した収着拡散モデルにより、単純イオン(HDO、I、Cs)における原位置試験結果に基づく泥岩中の岩盤基質部における収着/拡散挙動を評価可能。

研究成果（前々回委員会の資料から抜粋）

2. 処分概念オプションの実証

2.1 処分孔等の湧水対策・支保技術

（研究の背景・狙い・目標・意義）

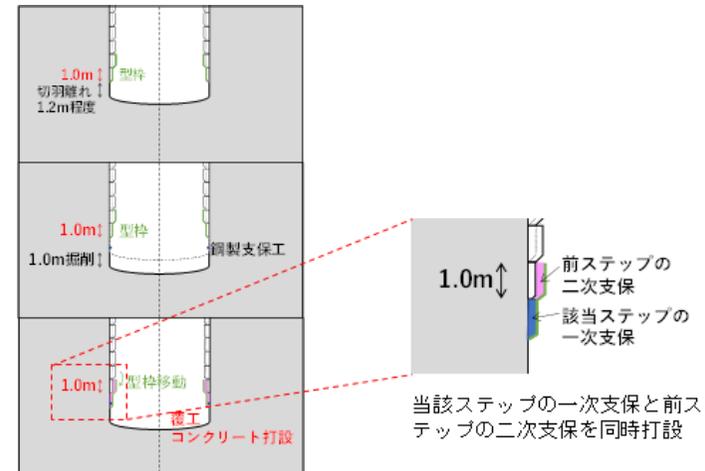
国内外の地下空洞開発事例において、支保設計、情報化施工技術、支保及び岩盤の計測技術が構築されている。このような事例がある中で、地層処分場で想定されるような、広範囲に及び、なおかつ深度300m以深という大深度に展開される大規模地下施設においても、既存の技術が適用可能かどうかを確認し、課題がある場合には技術の整備を行う必要がある。そこで、立坑や水平坑道における支保技術、情報化施工技術、長期的な計測技術を整備することを目標とする。

（実施内容）

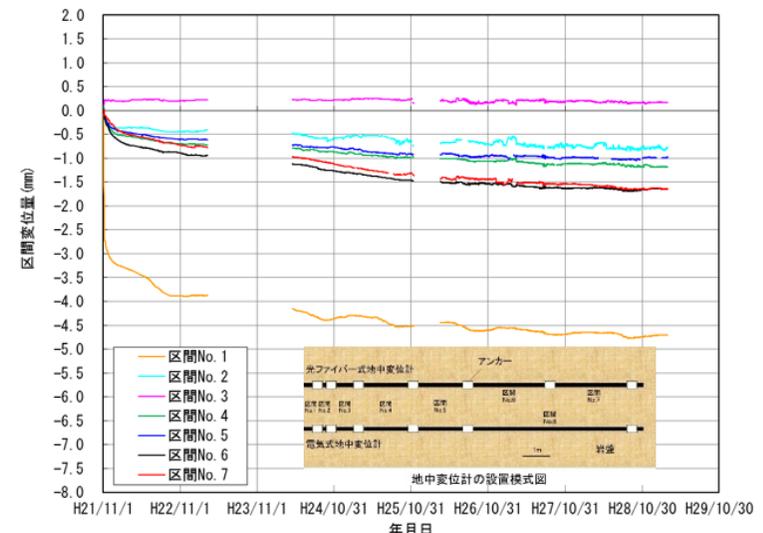
- 立坑掘削時の情報化施工技術の構築
- 低強度・高地圧地山における大深度立坑支保設計手法の開発
- 岩盤および支保工の安定性を長期的に計測する技術の構築（二重支保の適用可能性の検討）

（成果・地層処分事業や他分野への貢献）

- 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することで、支保工に変状を生じさせない施工が可能となった。
- 幌延深地層研究センターの深度380m以深のような、低強度・高地圧状態が想定される堆積岩地山においては、二重支保の適用が有効であることを示した。
- 光ファイバー式変位計により、立坑掘削時および掘削後の岩盤の変形を長期的に計測することが可能であることを示した。
- ここで得られた成果は、トンネル施工等の土木分野においても活用できるものである。



幌延深地層研究センター深度380m以深において適用可能な二重支保の概念



光ファイバ式変位計による約8年間の岩盤変位計測結果

研究成果（前々回委員会の資料から抜粋）

2. 処分概念オプションの実証

2.2 人工バリアの定置・品質確認などの方法論に関する実証研究

（成果・地層処分事業や他分野への貢献）

- 原位置の坑道面に対する装置の走行特性を取得するための要素試験を実施した。試験の結果、現場打設のコンクリート坑道面においてもエアベアリング方式で重量物が搬送可能であることを確認した。また、走行時の牽引力や空気供給量などのデータを取得し、実機の製作・運転方法などに反映した。
- 模擬PEM-坑道間の隙間に対し、下部狭隘部にはペレット方式、上部空間には吹付け方式による隙間充填試験を実施し、適用性を確認した。
（平成30年度実施、吹付けはH31.1月実施）



充填装置および充填状況（下部狭隘部）



PEM相当重量の走行試験（要素試験）



模擬PEMの設置状況

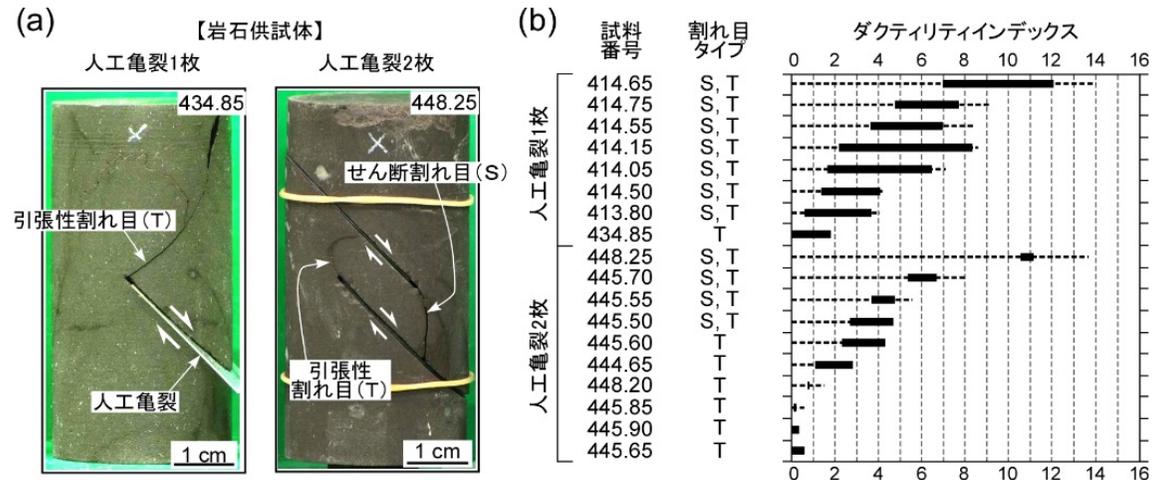
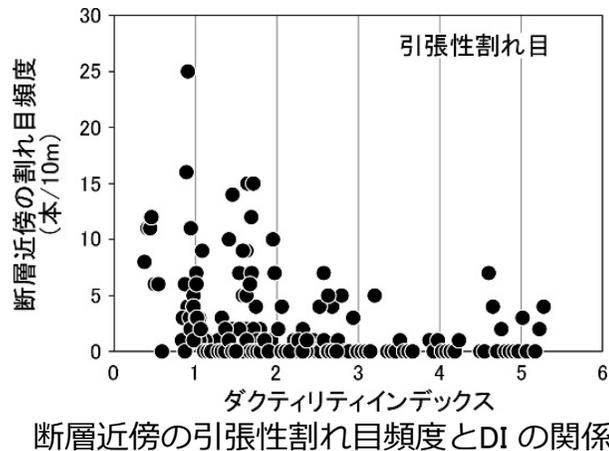
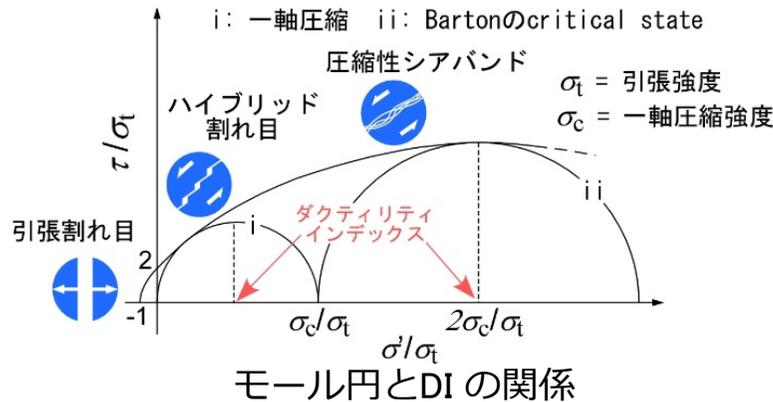
研究成果（前々回委員会の資料から抜粋）

3. 地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証

3.1 断層の変形様式を支配する強度・応力状態の指標化

(実施内容)

- 断層の変形様式（脆性的or延性的）を支配し得る岩石の強度・応力状態を表す指標を考案するために、関連する既存研究のレビューを行うとともに、机上検討やコア観察・室内実験（破壊実験）を行った。



(a) 破壊実験において断層(人工亀裂で模擬)から派生した割れ目のタイプと
(b) DI の関係(割れ目のタイプを変形様式の指標として活用)

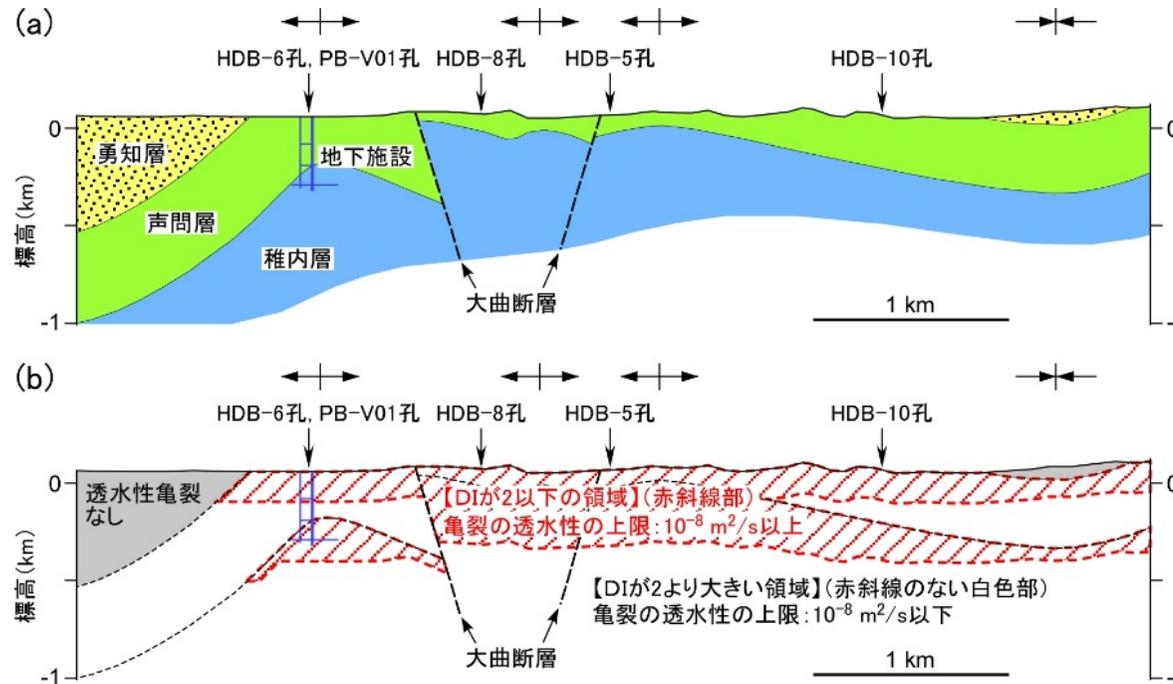
(成果・地層処分事業や他分野への貢献)

- 引張強度で標準化したモーラー円の中心位置(ダクティリティインデックス: DI)が断層のダメージゾーンの変形様式と定量的な対応付けが可能であることが確認でき、DIが断層の変形様式を支配し得る岩石の強度・応力状態を表す指標として有効である見通しを得た。

研究成果（前々回委員会の資料から抜粋）

3. 地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証

3.2 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



地下施設周辺のDIの分布と亀裂の透水性 (a) 地質断面図、(b) DIと亀裂の透水性

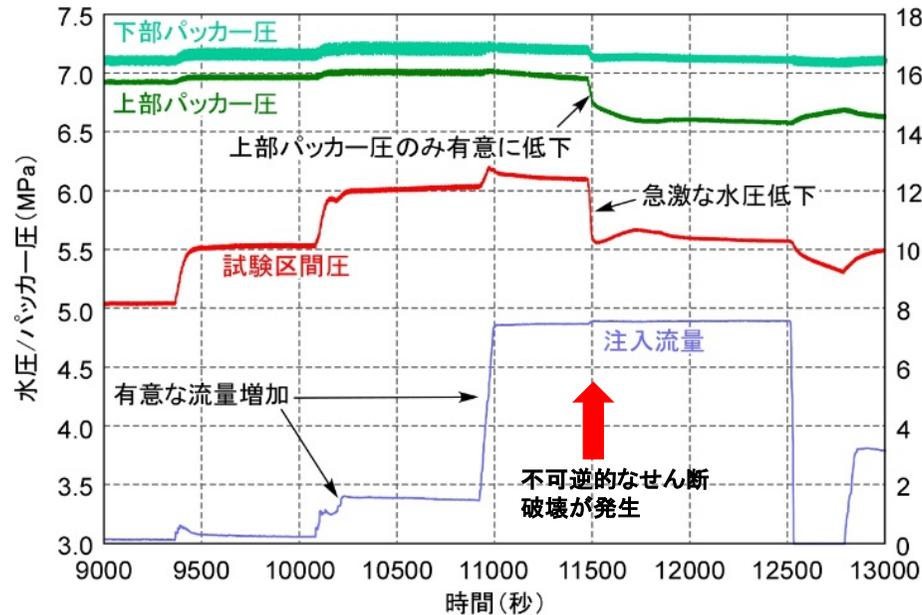
(成果・地層処分事業や他分野への貢献)

- ▶ 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統一的に予測できる可能性が高いことが分かった。このような経験式は、特にサイト固有のデータが多く得られていない段階において、断層の再活動を考慮した処分場閉鎖後の断層の透水性を保守的且つ合理的に設定する際の一つの根拠となり得る。

研究成果（前々回委員会の資料から抜粋）

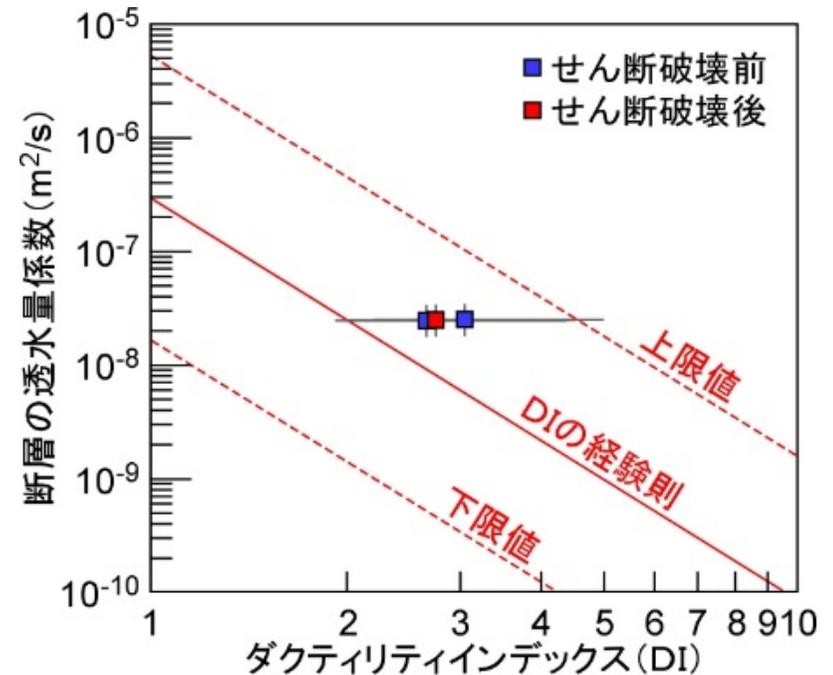
3. 地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証

3.3 原位置試験によるモデルの検証



図：水圧擾乱試験中の水圧、パッカー圧および注入流量

（急激な水圧低下、パッカー圧の不可逆的な変化に基づいてせん断破壊を判断した。）



図：せん断破壊前後における断層の透水性の比較
（両者に変化は認められず）

（成果・地層処分事業や他分野への貢献）

- 注入試験により断層内に不可逆的なせん断破壊を生じさせることに成功し、高圧注水中は一時的に透水係数が上昇するものの、その前後で断層の透水性に変化が認められないことを確認することができた。これは断層が再活動しても、断層中の亀裂の透水量係数がDIの経験式を超えて不可逆的に上昇しないとするDIモデルを支持しており、断層の再活動を考慮した処分場閉鎖後の断層の透水性を保守的且つ合理的に設定する際に、DIの経験式が一つの設定根拠となることを示唆する。

地層処分研究開発・評価委員会」の評価結果（抜粋）

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活用されることを期待します。

【実際の地質環境における人工バリアの適用性確認】

今後は、人工バリア性能確認試験を継続し、人工バリア内の過渡的な現象を再現する予測モデルの妥当性を検証するとともに、得られた研究成果を余す所無く国内外の論文等に公表し、海外の先行URLと比肩しうる先進的な試験サイトとして広く世界にアピールすることを期待する。

【処分概念オプションの実証】

今後は、プレハブ式人工バリアモジュール（PEM：Prefabricated Engineered Barrier System Module）を用いた搬送定置・回収技術で計画されている試験の内、まだ実施されていない隙間充填材やPEMの回収試験を着実に実施することを期待する。また、光ファイバーを用いたモニタリング技術や塩水環境下のグラウト材・工法に関する継続的な検討に加え、地層処分事業等において実用性のある形での知識の蓄積、技術の継承が望まれる。

【地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の実証】

今後は、堆積岩他地域や結晶質岩への展開・比較、地層処分事業における処分場の設計・施工や安全評価とリンクした形での指標活用に向けた具体化を期待する。

最近の国内外の動向 (1/2)

処分場建設許可段階のセーフティケースに関する規制機関 (STUK) のレビュー報告書に示された操業許可申請に向けた課題

幌延深地層研究計画の今後の課題

モニタリング:

- ✓ 処分サイトの水理・地球化学・力学のモニタリングプログラム
- ✓ EBSモニタリングプログラム

- 堆積岩の緩衝能力を考慮した、埋め戻し時の地質環境およびEDZの回復現象(割れ目・透水性)の把握

処分サイトの適切性:

- ✓ EBSに基づく性能目標及び性能目標と設計要件の関係性、基盤岩が維持すべき属性/設計要件と維持すべき岩盤特製の関係性の明確化
- ✓ 建設に伴う擾乱を定められた設計要件の範囲内に維持する方法/建設活動の長期的影響の調査(EDZ、熱により誘発された亀裂)/閉鎖後の擾乱の回復
- ✓ 長期にわたり岩盤が望ましい特性を維持すると予想される理由
- ✓ 深度により変化する基盤岩性能が、処分場の安全性に与える影響の明確化(処分深度の設定)
- ✓ 亀裂ネットワークのモデル化の信頼性
- ✓ 多様な地殻荷重条件下(氷河期など)での地震の影響
- ✓ 地下水流動と地下水化学の整合性

- 地質環境特性と工学的対策のトレードオフ関係の具体化とその品質保証の検討
- 堆積岩の緩衝能力を考慮した、埋め戻し時の地質環境およびEDZの回復現象(割れ目・透水性)の把握
- 堆積岩の緩衝能を踏まえたEDZにおける物質移行挙動の把握
- 異なるダクティリティインデックスを有する(異なる深度の)堆積岩における緩衝能力の実証
- 堆積岩の緩衝能力を考慮した、埋め戻し時の地質環境およびEDZの回復現象(割れ目・透水性)の把握
- 処分場、人工バリア設計手法高度化(特に、処分深度)
- 海外でも事例の少ない堆積岩の割れ目中の物質移行試験・評価手法の確立
- 長期変遷モデル・解析技術の実証

最近の国内外の動向（2/2）

処分場建設許可段階のセーフティケースに関する規制機関（STUK）のレビュー報告書に示された操業許可申請に向けた課題	幌延深地層研究計画の今後の課題
処分施設の位置決定： ✓ 処分場の展開位置の決定手法の明確化と評価（岩盤分類ガイドライン）	<ul style="list-style-type: none"> ・日本版RSCシステムならびに工学的対策に基づく廃棄体定置位置決定基準とその品質確認方法の構築
緩衝材、埋戻し材、閉鎖： ✓ 緩衝材・埋め戻し材の目標性能達成時間の不確実性の影響 ✓ 閉鎖構造物の予想性能 ✓ 緩衝材・埋め戻し材・閉鎖の性能に影響を与える要素とその不確実性	<ul style="list-style-type: none"> ・緩衝材の膨出対策技術の実証 ・パイピング/エロージョン発生メカニズムの把握と抑制対策技術の実証 ・埋め戻し、隙間充填技術の高度化・実証 ・埋め戻し、力学・水理プラグの施工技術の実証及び品質管理手法の整備
実証、製造、設置試験： ✓ 処分概念の実現可能性の実証 ✓ EBSの搬送、再生可能な方法で定置する能力の実証	<ul style="list-style-type: none"> ・多段配置などの他の概念オプションの実証 ・遠隔による人工バリアの定置技術及び回収技術の実証
安全機能と性能目標： ✓ 安全機能と性能目標の決定手法の再考 ✓ バリアの安全機能、性能目標、及び設計要件の関係の明確化	

注)幌延深地層研究計画の今後の課題で空白になっている部分は、地質環境・処分場設計・安全評価の連携課題、かつより実施主体・安全規制と連携を取りながら行う必要がある課題であり、今後検討が必要な部分

今後の研究課題

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

これまでの人工バリア性能確認試験では、実際の地下環境における加熱・注水時のデータを取得してきた。

今後は、減熱時の地下水浸潤状態におけるデータを取得する。加えて、人工バリアの解体作業を行い緩衝材の飽和度の変化など、多種多様な物理・化学特性に関するデータを取得し、連成解析の検証を行う。

1.2 物質移行評価手法の高度化

これまでの物質移行試験により、原位置スケールでのトレーサー試験手法の適用性を確認した。

今後は地質環境条件の不均質性に起因した収着・拡散特性の評価やブロックスケールにおける遅延性能を考慮した評価手法の整備を実施する。また、これまでの室内試験により、幌延の堆積岩において微生物や有機物が放射性物質の岩盤への吸着を妨げ、閉じ込め効果を低下させる可能性が確認されていることから、有機物・微生物等の影響を考慮した物質移行挙動を評価するための手法の整備を実施する。

今後の研究課題

2. 処分概念オプションの実証

2.1 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

これまでの試験では、実際の環境下において坑道の埋め戻し方法の違い（締固め、ブロック方式等）による埋め戻し材の施工品質（密度の均一性など）や隙間充填材の除去技術の適用性などを把握したが、緩衝材等の浸潤状態に応じた回収方法や坑道閉鎖に関する様々なオプションの検討には至っていない。

今後は、緩衝材や埋め戻し材等の状態に応じた回収技術の実証試験を行うとともに、閉鎖技術として求められる安全機能などの考え方やEDZやコンクリートなどの長期変遷を考慮したシーリングシステムの性能評価や設計評価技術を整備する。また、実際の地下環境下における止水プラグなどの施工試験を通して工学的実現性を示す。さらに、これらの試験等を通じてわが国に適用可能な品質保証体系（性能確認プログラム）を構築する。

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

人工バリアシステムの安全裕度の検証に向けて、緩衝材が100℃超になった状態を想定した解析手法を開発する。

2.3 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

人工バリアの品質を踏まえて、廃棄体の設置方法（間隔など）を実証試験で確認する。

今後の研究課題

3. 地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証

3.1 地殻変動が地層の透水性に与える影響の把握

これまでの検討では、まずは小規模な断層（幅数cm）に着目し、試験を行い、断層への地震動の影響などを確認した。これまでの研究開発で手法の妥当性が確認できたため、この手法を使って、処分場の設計・施工や安全評価とリンクした形で研究を進めることが可能となった。

今後は、より大型の断層における地震動や坑道掘削に伴う、割れ目における地下水の流れの変化に関して、堆積岩の緩衝能力の作用に関する実証試験を実施する。

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埋め戻し材等の膨潤によって、EDZ（掘削影響領域）の割れ目が自己治癒する能力を解析する手法を開発する。

3.3 地下水流れが非常に遅い領域を調査・評価する技術の高度化

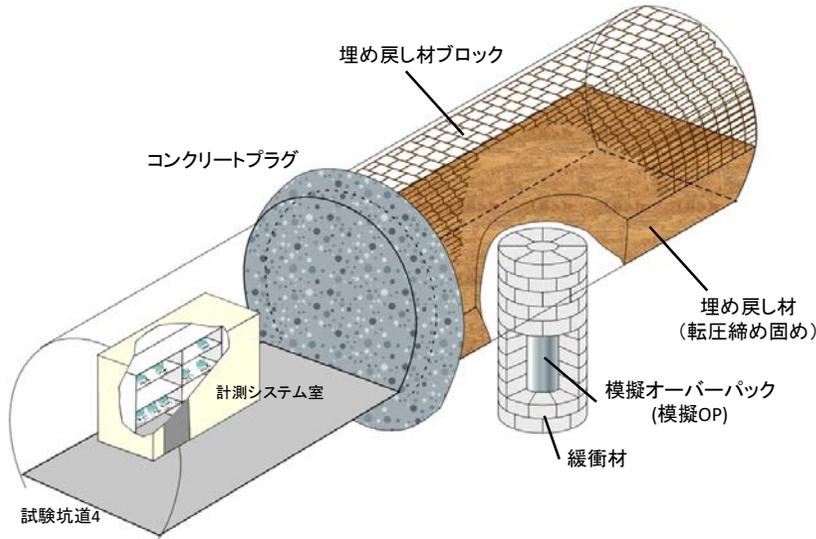
地下水が動いていない環境を調査してモデル化する技術を実証する。

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】

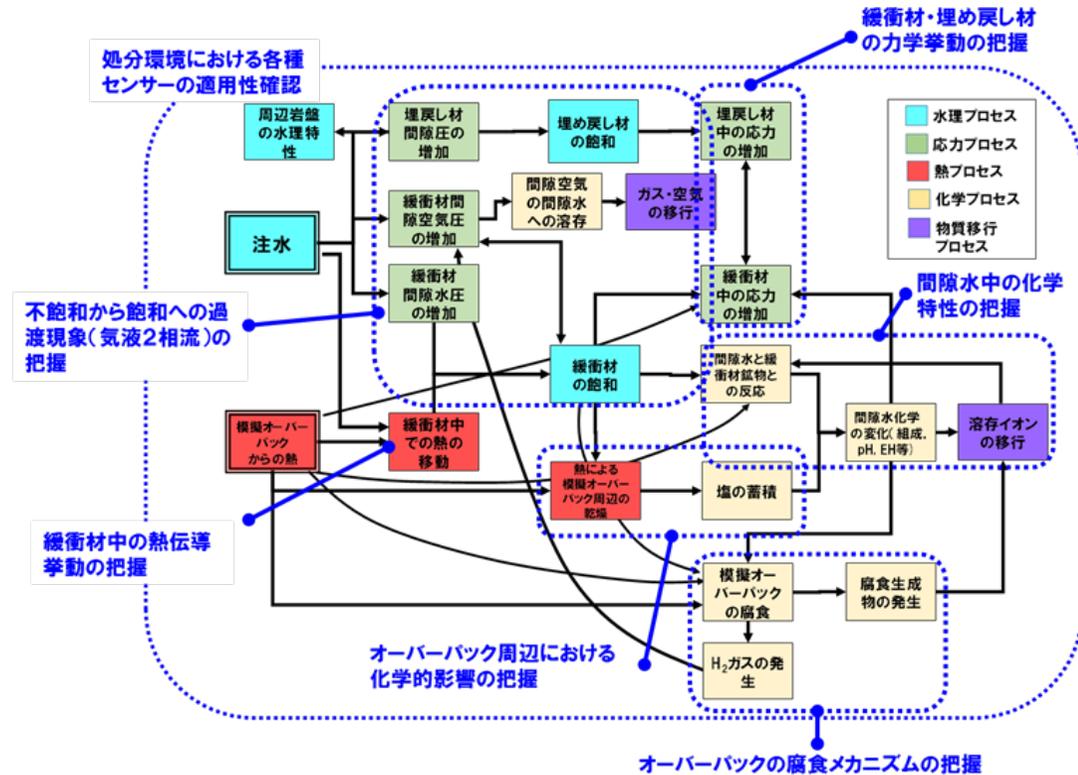
- 減熱試験及び解体調査による検証データ取得、THM、THMCモデルの適用性確認
- DECOVALEXにおける解析コード間の比較検証、改良・高度化



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



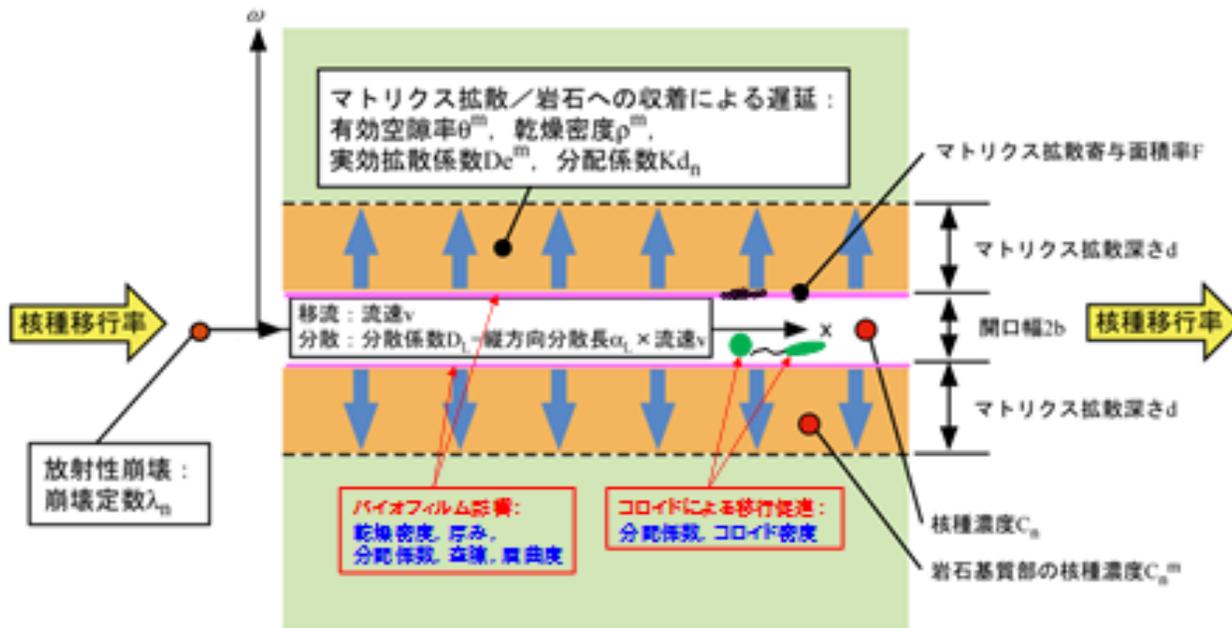
人工バリア性能確認試験で考慮する複合現象

1. 実際の地質環境における人工バリアの適用性確認

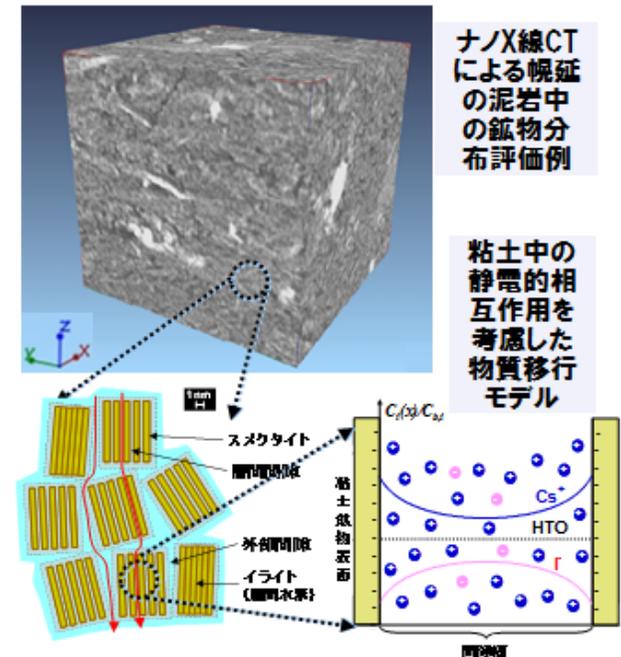
1.2 物質移行評価手法の高度化

【実施概要】

- 割れ目を有する堆積岩を対象としたEDZ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

2. 処分概念オプションの実証

2.1 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

【実施概要】

- 人工バリア及び地下構成要素の製作・施工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評価手法の提示)
- 閉鎖技術の実証



緩衝材の除去技術

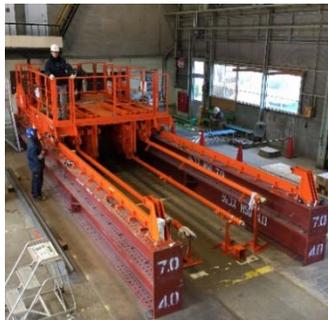


オーガー掘削による隙間充填材の除去

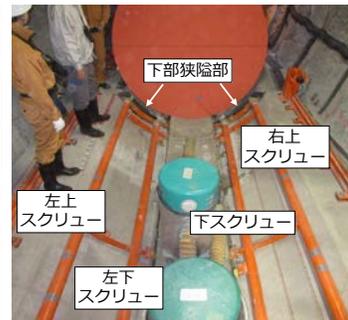


ウォータージェットによる除去試験

除去技術オプションの整理



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の整理

Bock et al., 2010

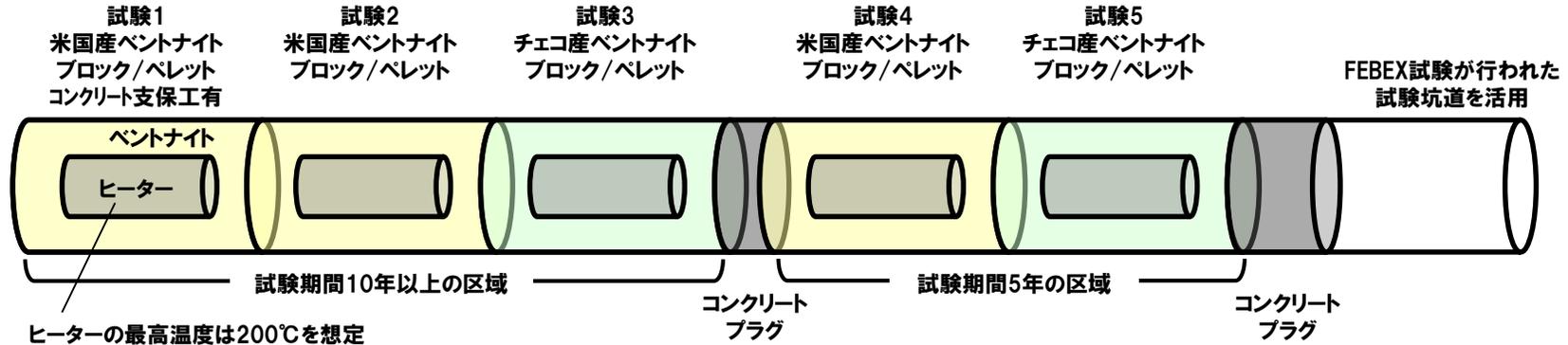
切り欠きの掘削と止水プラグの施工例

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】

- 100℃超時のニアフィールドにおけるストーリーボードの整理
- 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HotBENT試験の情報を収集しストーリーボードの整理に反映)



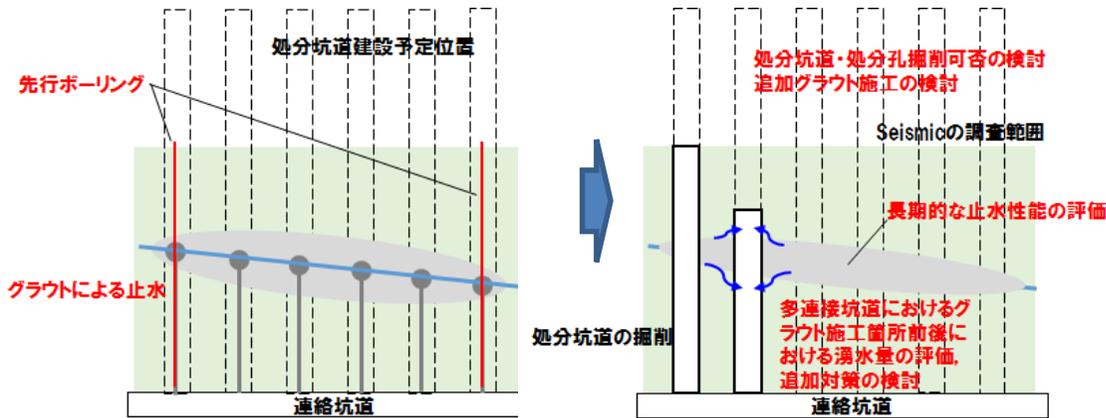
国際プロジェクトHotBENT試験の概要

2. 処分概念オプションの実証

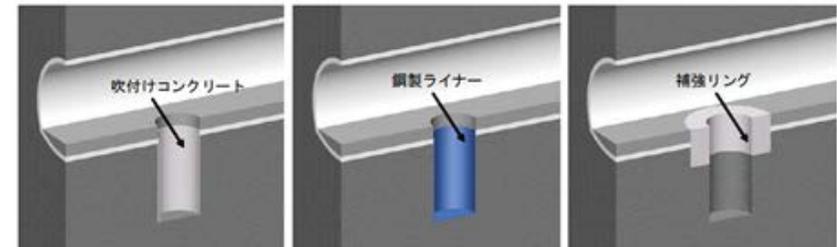
2.3 坑道スケール～ピットスケールでの調査・設計・評価技術の体系化

【実施概要】

- 地質環境特性の把握、処分場・人工バリアの設計及び安全評価上必要なパラメータの整理とその精度及び調査技術、モデル化技術の体系化
- 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



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



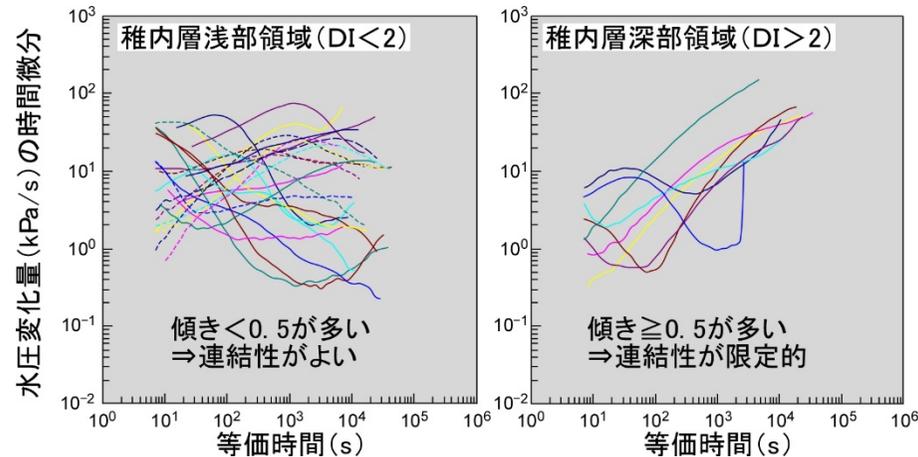
定置位置決定特性の考え方の整理

3. 地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証

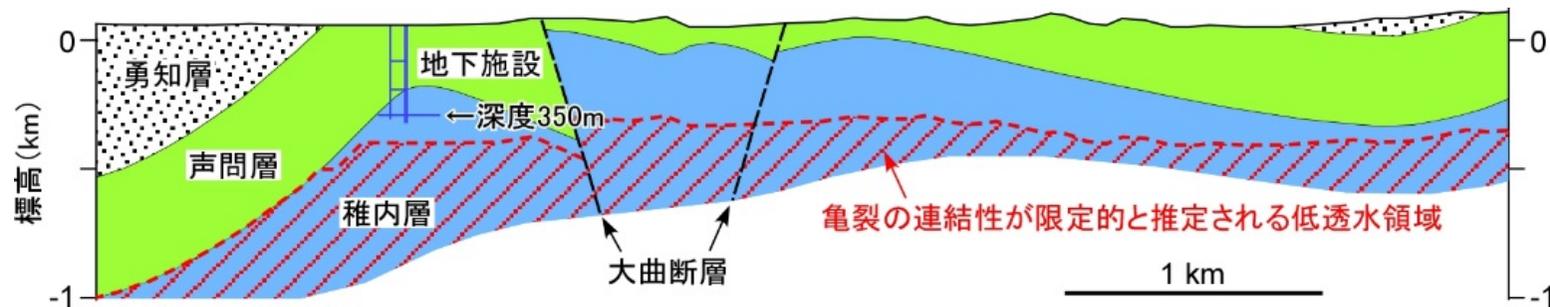
3.1 地殻変動が地層の透水性に与える影響の把握

【実施概要】

- 低透水領域の評価手法の構築
- 亀裂ネットワークの深度依存性の要因の理解
- 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

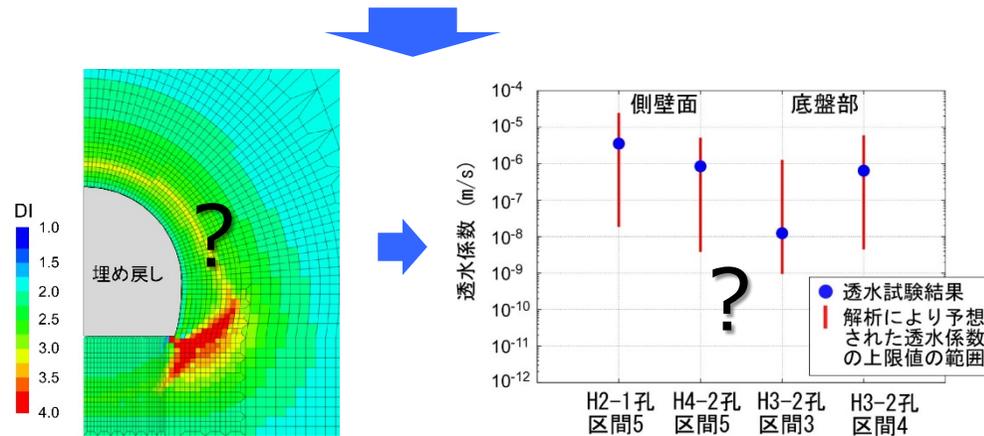
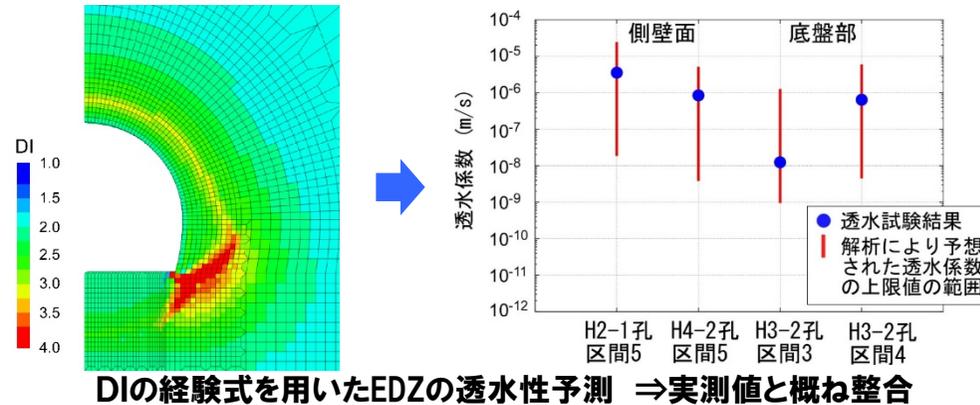
亀裂の不連結性のDI依存性

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

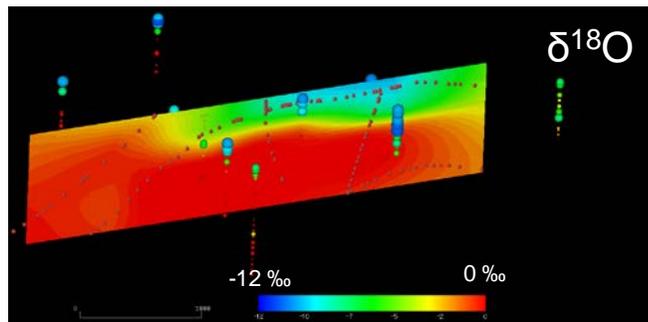
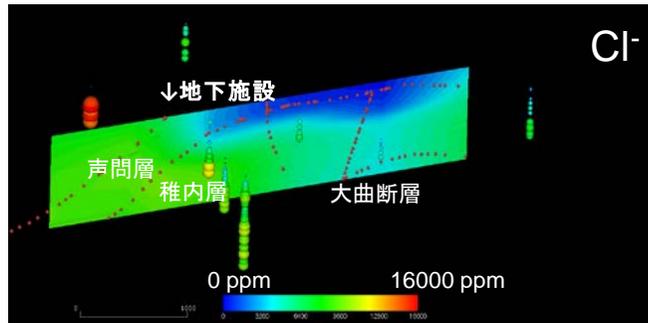


3. 地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証

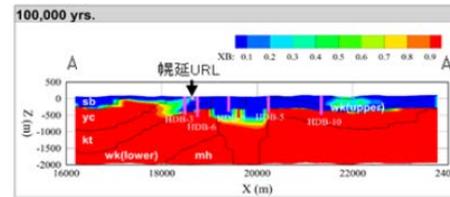
3.3 地下水流れが非常に遅い領域を調査・評価する技術の高度化

【実施概要】

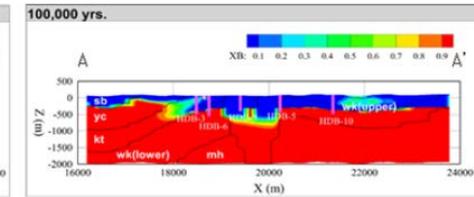
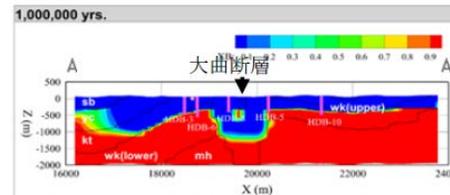
- 化石海水の三次元分布に係る調査・評価手法の高度化
- 広域スケールを対象とした水理・物質移動評価手法の高度化(地下水滞留時間評価のための水理解析、塩分濃度分布評価のための水理・物質移動解析)



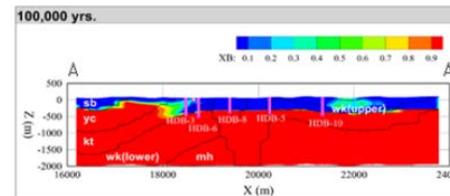
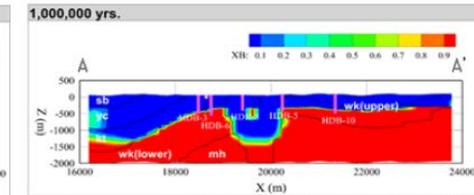
地下水のCl⁻及びδ¹⁸O分布の推定例



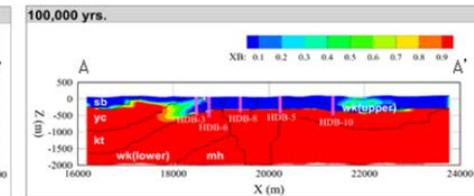
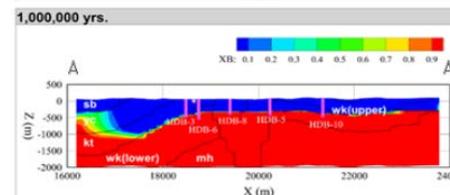
ケース1(大曲断層高透水、現海水準)



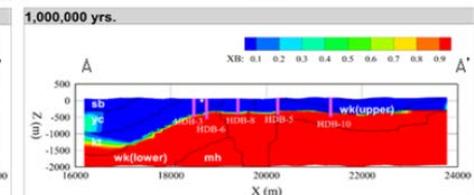
ケース2(大曲断層高透水、氷期海水準)



ケース3(大曲断層低透水、現海水準)



ケース4(大曲断層低透水、氷期海水準)



XB: 塩水の質量分率

塩分濃度分布評価のための水理・物質移動解析の例

A wide-angle photograph of a lush green field. In the foreground, three deer are visible: one on the left with large antlers, one in the center, and one on the right. In the background, a line of utility poles stretches across the horizon, and a large, dark, multi-story windmill stands on the right side. The sky is a clear, pale blue.

ご静聴有難うございました。