幌延深地層研究計画
令和3年度
調査研究成果報告

日本原子力研究開発機構
幌延深地層研究センター

幌延深地層研究計画
令和3年度調査研究成果報告

1 令和3年度の実施内容

2 Topics~こんな研究を行っています
- Topic 1　人工バリア性能確認試験
- Topic 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
- Topic 3　断層中のメタンガス高精度検出に関する研究

3 地下施設の管理
環境調査
安全確保の取り組み

1　令和3年度の実施内容

令和2年度以降に取り組むべき課題（必須の課題）

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

2)物質移行試験

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)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

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)地殻変動による人工バリアへの影響・回復挙動試験

※本研究には、以下の経済産業省資源エネルギー庁委託事業の成果の一部を利用しました。
・高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業［JPJ007597］

1　令和3年度の実施内容

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：

廃棄体の発熱がおさまった状態でのデータ取得

人工バリアの試験体を取り出すための試験施工　など

2)物質移行試験：

掘削損傷領域、有機物・微生物・コロイド、稚内層深部のブロックスケールを対象とした物質移行試験　　など

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：

吹付けコンクリートの経年劣化の把握のための暴露試験

掘削損傷領域を遮断するための施工技術の実証のためのベントナイトの吹付け試験　など

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：

緩衝材の温度が100°Cを超えた状態で発生し得る現象の調査　など

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：

水圧擾乱試験の結果を用いたモデルの検証

推定した化石海水の三次元分布の妥当性確認のためのボーリング調査　など

2)地殻変動による人工バリアへの影響・回復挙動試験：

掘削損傷領域の割れ目試料の観察結果の妥当性の検証　など

幌延深地層研究計画
令和3年度調査研究成果報告

1 令和3年度の実施内容

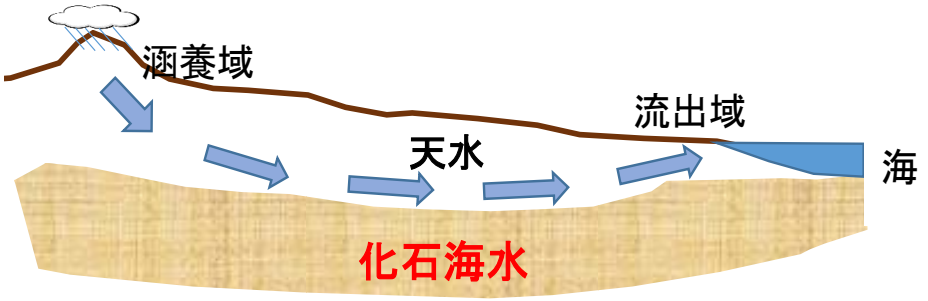
2 Topics~こんな研究を行っています
- Topic 1　人工バリア性能確認試験
- Topic 2　地下水の流れが非常に遅い領域を調査・評価する技術の高度化
- Topic 3　断層中のメタンガス高精度検出に関する研究

3 地下施設の管理
環境調査
安全確保の取り組み

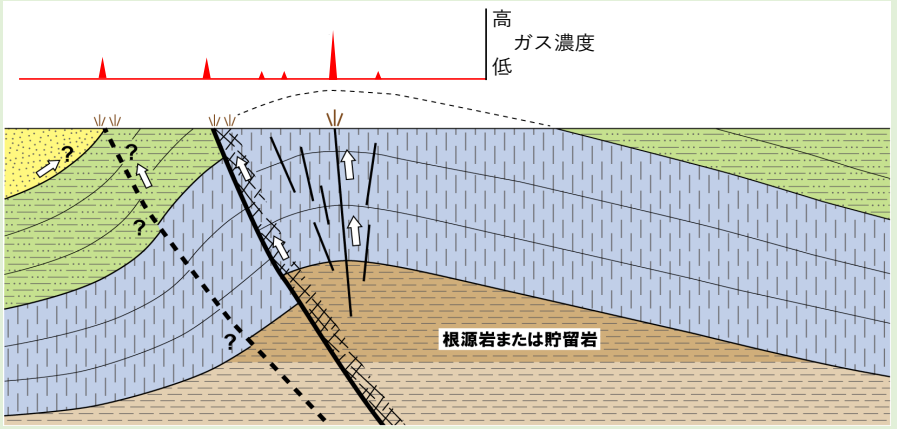
2 Topics

Topic 1
人工バリア性能確認試験

Topic 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



Topic 3
断層中のメタンガス高精度検出に関する研究

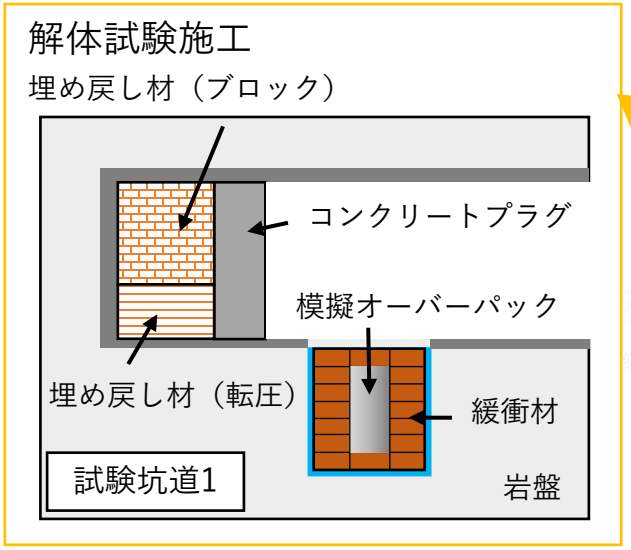


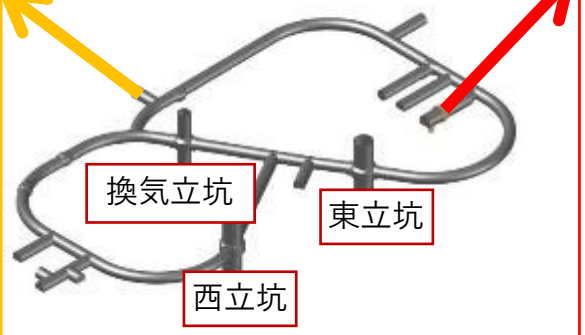
Topic 1 人工バリア性能確認試験

報－P16～30

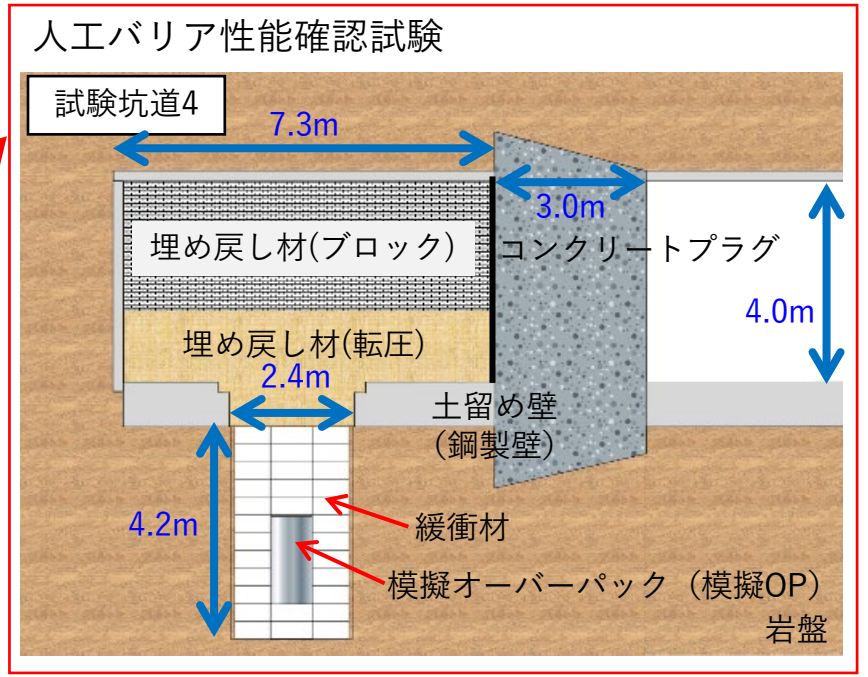
人工バリア性能確認試験の概要

・人工バリア性能確認試験（試験坑道４）
　実物大の模擬人工バリアを設置した上で、試験坑道の一部を埋め戻し、熱(Thermal)、水(Hydro)、応力(Mechanical)、化学(Chemical)の連成現象（THMC連成現象）に関するデータを取得する試験
・解体試験施工（試験坑道１）
　人工バリア性能確認試験の解体調査前に人工バリア性能確認試験の一部を模擬して解体方法を確認



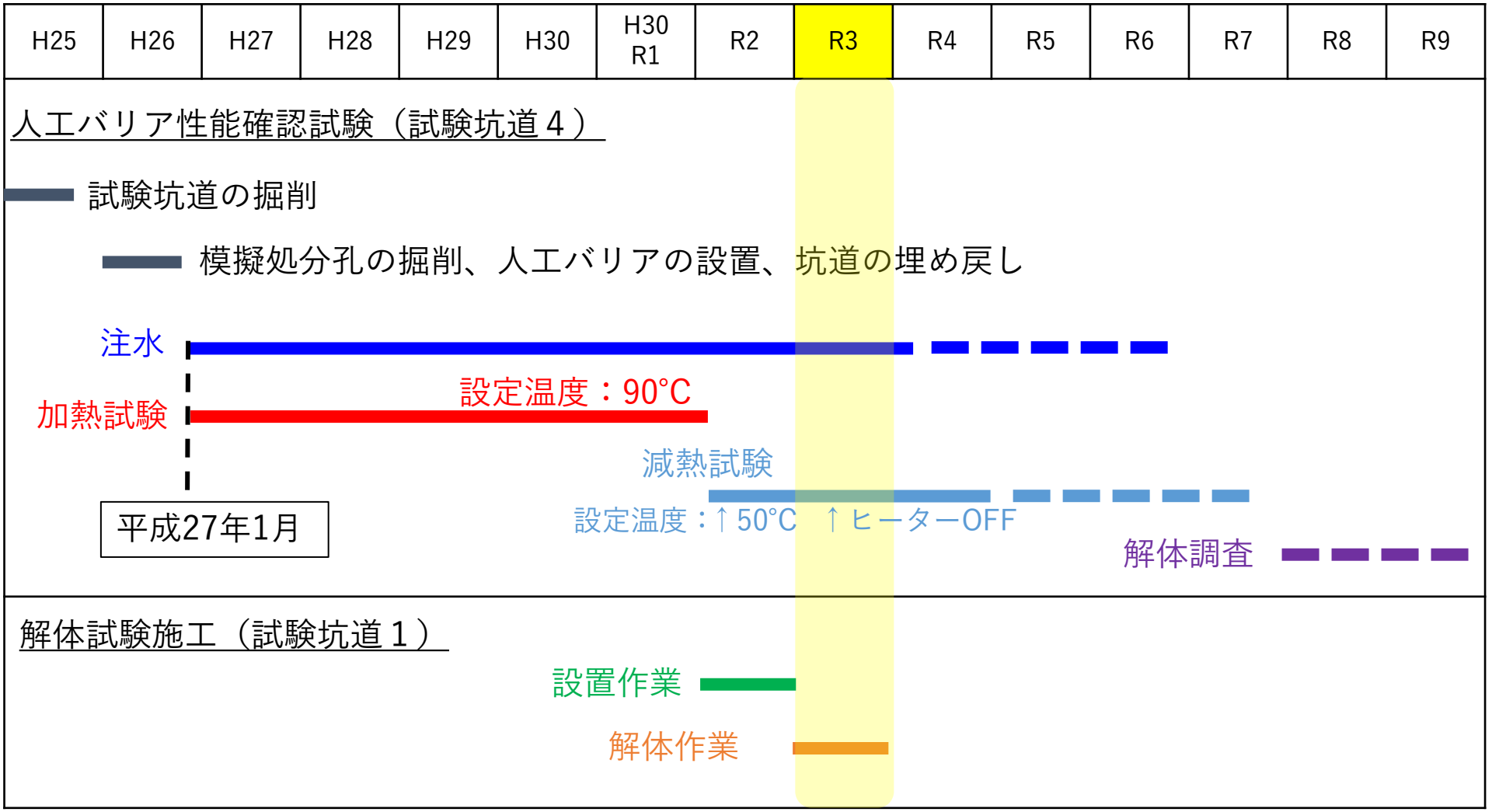


350m調査坑道



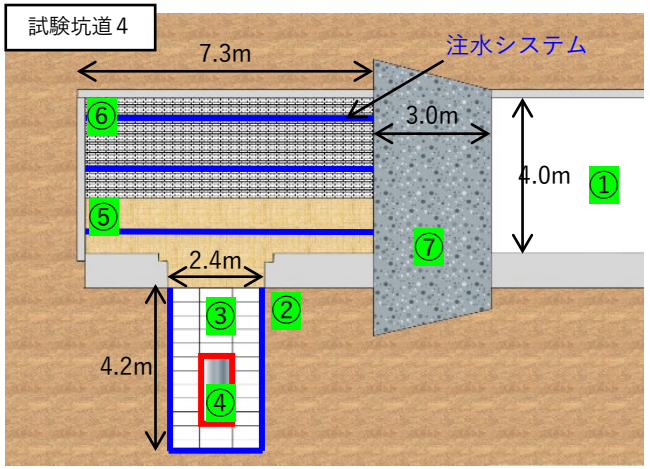
Topic 1　人工バリア性能確認試験

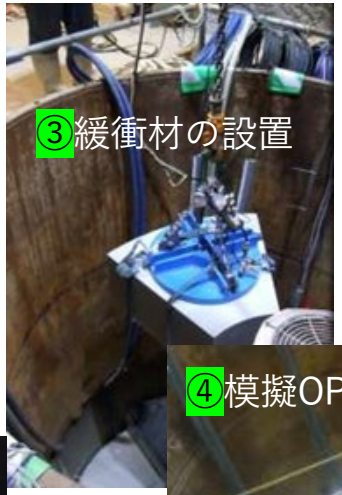
人工バリア性能確認試験と解体試験施工の工程



人工バリア性能確認試験

施工時の様子（施工動画は幌延深地層研究センターのHPにて公開）





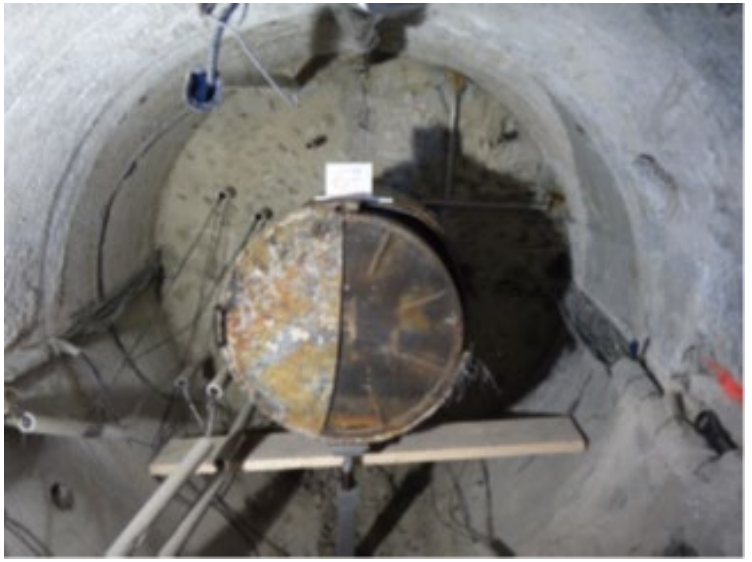
人工バリア性能確認試験

海外事例

- 諸外国においても、THMC連成現象の理解を深めることを目的に人工バリア性能確認試験と類似の試験が実施されている。（スイスのモンテリー、グリムゼル、スウェーデンのエスポなど）
- それらの試験では長期間にわたるセンサーによるデータ取得の後に、センサーでは取得出来ないデータを取得するため、解体調査が行われている

人工バリア性能確認試験（試験坑道４）の解体調査では、模擬OP、緩衝材、埋め戻し材、プラグ、吹付けコンクリート、周辺岩盤やそれらの境界面の各種分析を計画

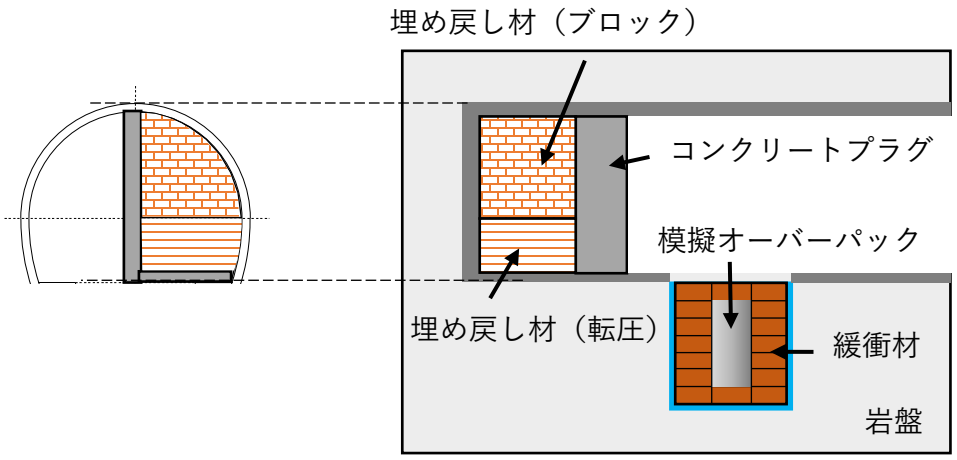
解体試験施工（試験坑道１）による解体方法の事前確認を実施



グリムゼルでの解体調査の様子
(引用：García-Siñeriz et al.(2016): FEBEX DP, Dismantling of Heater 2 at FEBEX 'In Situ' Test; Description of operations. Nagra NAB 16-11, Nagra, Wettingen, Switzerland.)

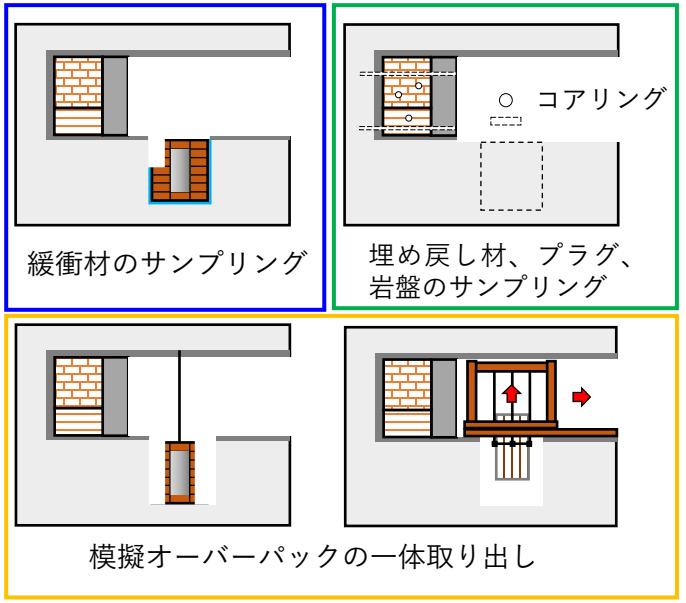
解体試験施工（試験坑道１）

- 人工バリア性能確認試験の解体調査の予備検討として緩衝材、模擬OP、埋め戻し材、コンクリート、岩盤、センサー類などのサンプリング方法を確認
- 分析試料の採取にあたっては、試料を乱すことなく分析可能な状態でサンプリングすることが重要
  - ✓ 緩衝材や埋め戻し材を水を使わずにサンプリングする手法
  - ✓ 埋め戻し材、コンクリート、岩盤境界部の接触状態を維持したままサンプリングする手法
  - ✓ 模擬OPと付近の緩衝材を一体で取り出す手法



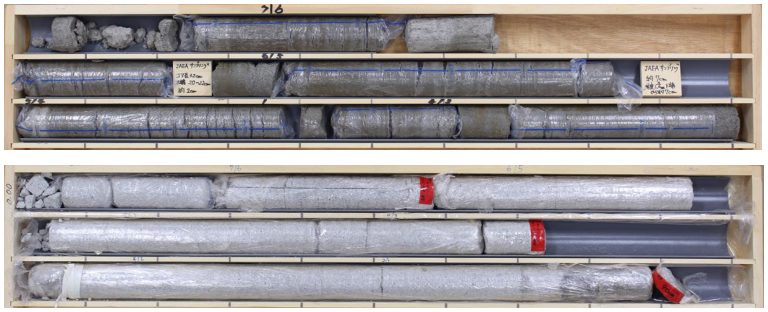
試験施工イメージ図（断面図）

解体調査
（令和3年度）



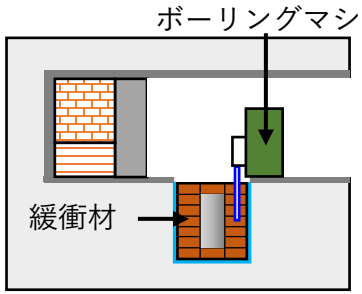
人工バリア性能確認試験

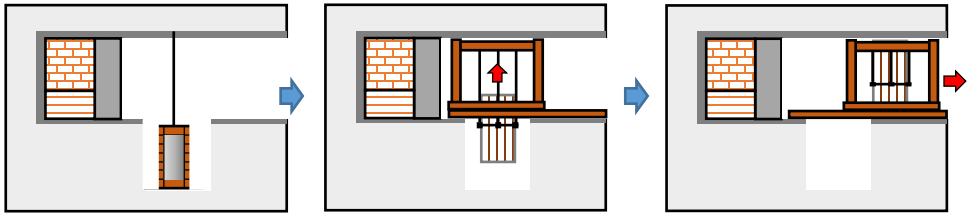
解体試験施工（試験坑道１）

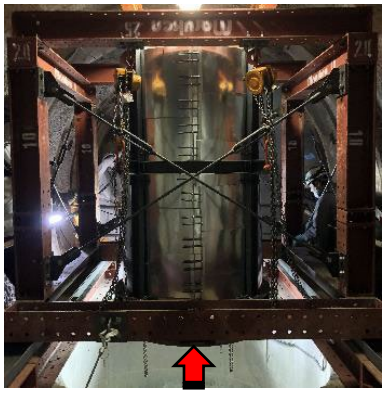


サンプリング後の試料

緩衝材サンプリングの様子



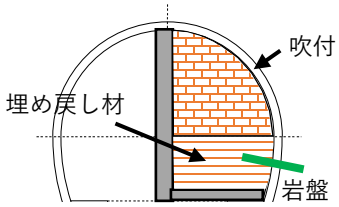




試験孔から試験体を取り出し

門型架台ごと試験体を移動

模擬オーバーパックの一体取り出し

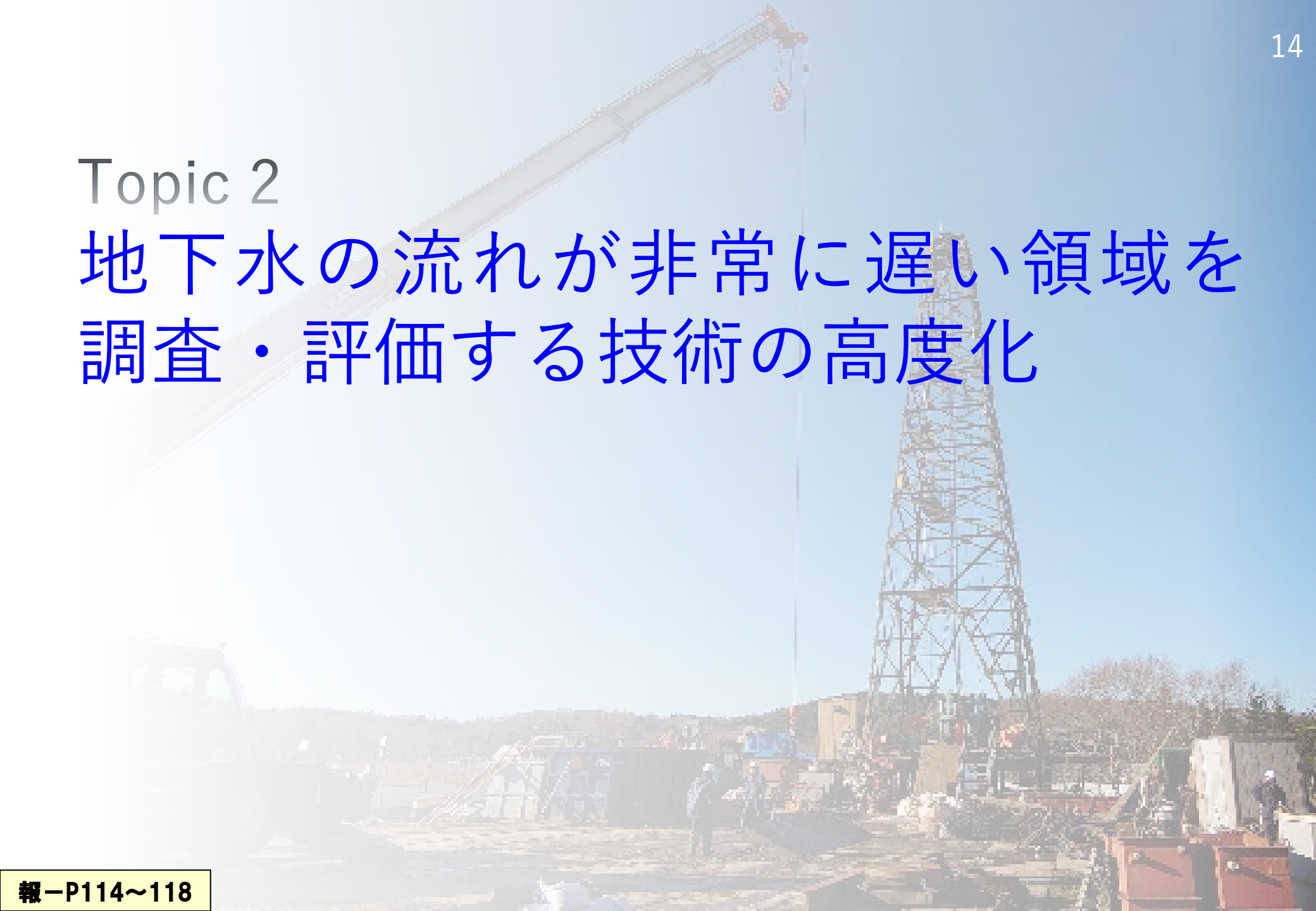


埋め戻し材、吹付けコンクリート、岩盤界面サンプリング後の試料

解体試験施工（試験坑道１）

Topic 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



報－P114～118

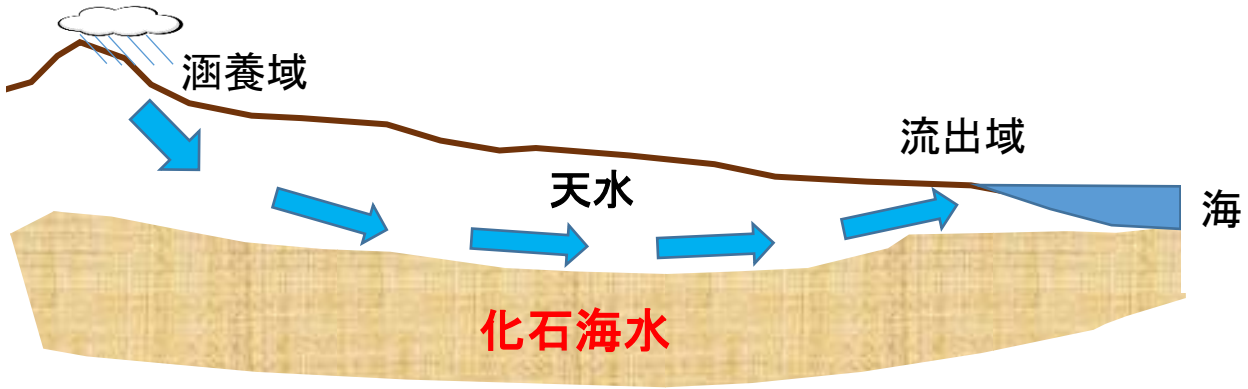
地下水の流れが非常に遅い領域を調査・評価する技術の高度化

研究開発の背景

- 地層処分事業では「地下水流動が緩慢である」領域を調査・評価する技術が必要
- 化石海水は地下水の流れが非常に遅いことを示す証拠
  ⇒　地下水の塩化物イオン濃度と酸素・水素同位体比が具体的な指標
- 物理探査とボーリング調査を組み合わせた調査方法の整備が課題

令和3年度の実施内容

- 電磁探査により推定した地下水の流れが非常に遅い領域の三次元分布の妥当性を確認するためボーリング調査
- 三次元比抵抗分布の解析精度向上を目的とした電磁探査データの再解析
- 地下水の流れが非常に遅い領域に影響する因子を抽出する地下水流動解析



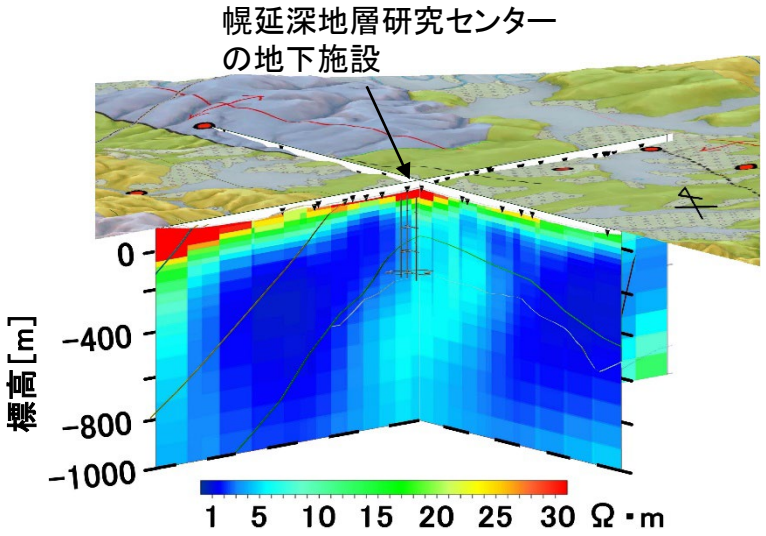
地下水の流れが非常に遅い領域を調査・評価する技術の高度化

地下水の流れが非常に遅い領域の調査方法

化石海水の特徴（塩化物イオン濃度と酸素・水素同位体比）に着目した調査手法を整備

電磁探査

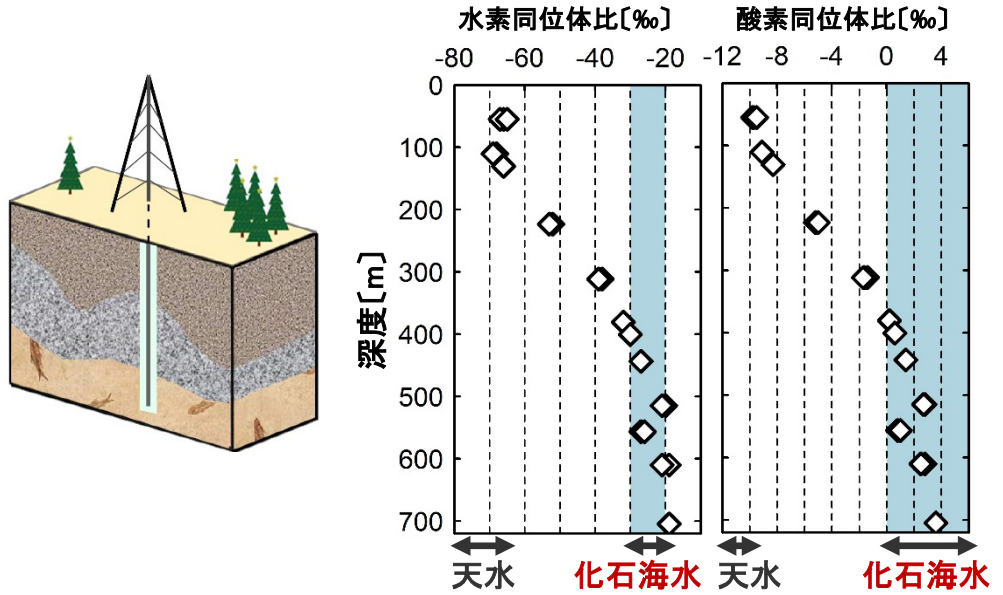
- 地上から地下の電気の流れやすさ（比抵抗）の分布を探査
- 比抵抗は地下水の塩化物イオン濃度と相関
  ⇒間接的に推定可能
- 地下空間での三次元的な推定に効果的



令和2年度の電磁探査により取得した三次元比抵抗分布
（比抵抗の3次元解析結果から2断面を切り出し）

ボーリング調査

- ボーリング孔を掘削し岩石コアや地下水のサンプルを採取し分析
  ⇒塩化物イオン濃度のみならず酸素・水素同位体比を直接的に測定可能
- ボーリング孔に沿った点データ



ボーリング調査のイメージと得られるデータの例
（HDB-1孔で取得した酸素・水素同位体比の深度分布）

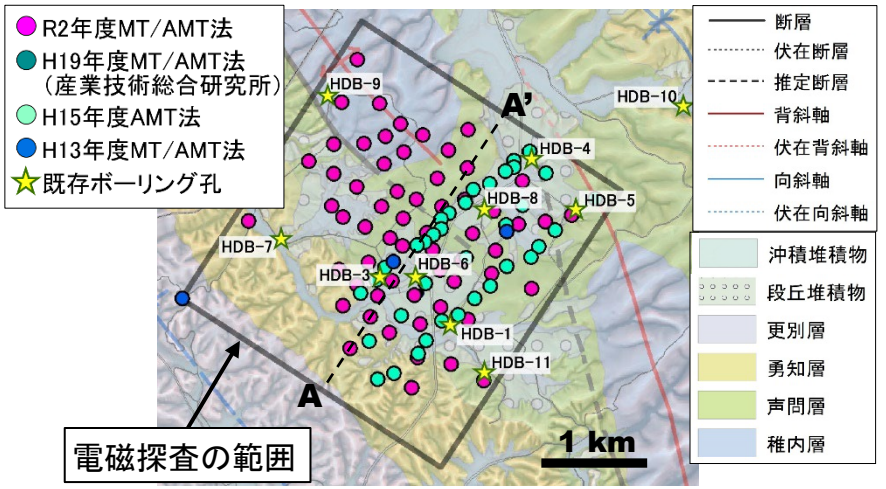
地下水の流れが非常に遅い領域を調査・評価する技術の高度化

令和3年度のボーリング調査の目的と地点

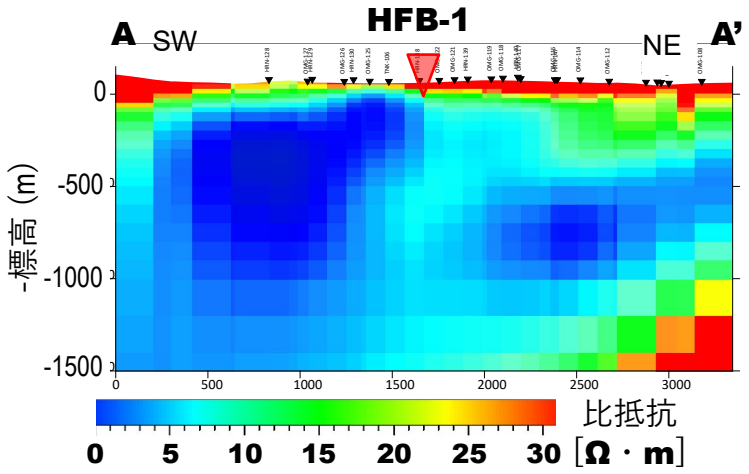
目的

令和2年度の電磁探査により推定した化石海水分布の妥当性の確認

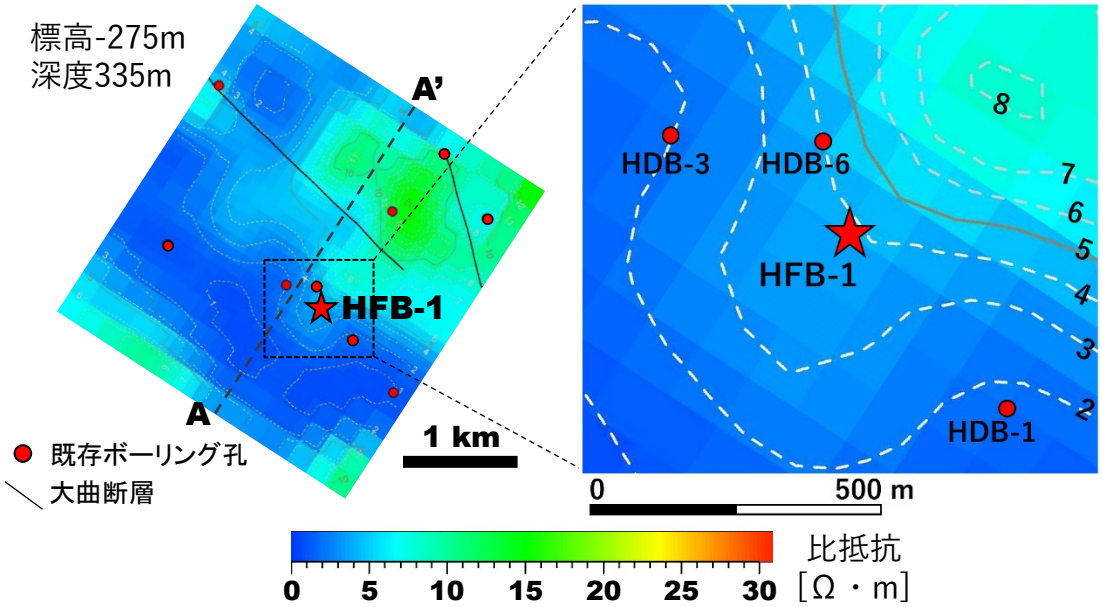
⇒電磁探査より推定した化石海水が存在する領域の境界において、ボーリング調査を実施し、深度200mまで掘削（HFB-1）



令和2年度電磁探査の範囲と測点位置



A-A’断面における比抵抗分布



標高-275mの水平断面における比抵抗分布

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

ボーリング調査現場の全景

作業期間：令和3年11月15日～令和4年2月16日（掘削作業：令和3年12月17日～28日）

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

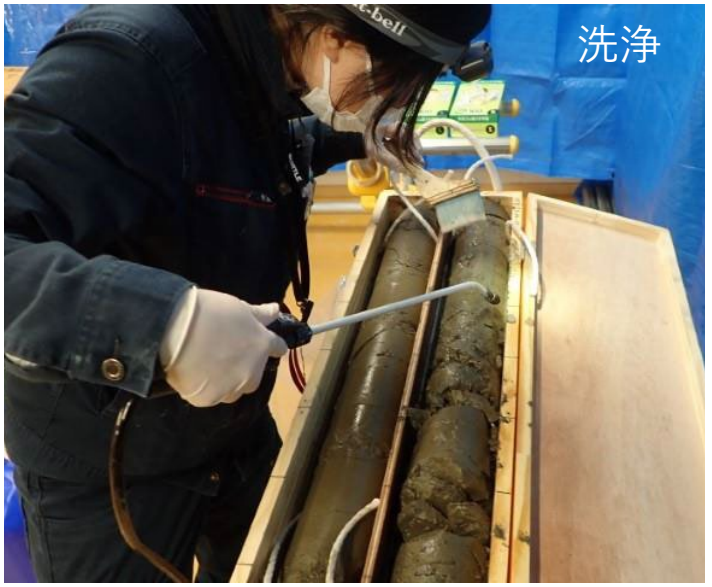
掘削準備（櫓の組み立て）

掘削（コアの採取）

ボーリング調査の様子（コアの採取）

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

コアの処理と観察



- 採取したコアの肉眼観察を行い、岩石や断層などの割れ目の特徴に関するデータを取得
- 化石海水の存在を確認するために、採取したコアの間隙に含まれる地下水の水質（塩化物イオン濃度、酸素・水素同位体比など）を分析

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

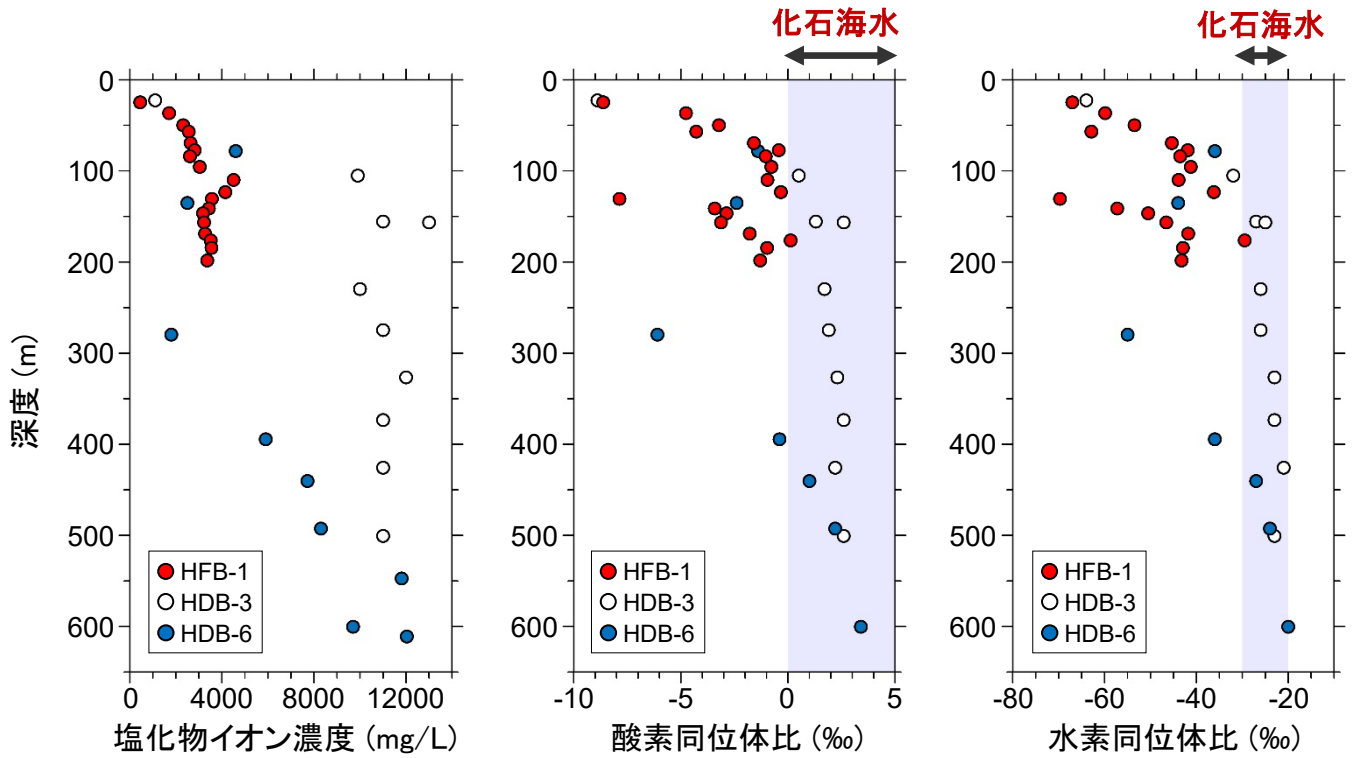
物理検層

- ボーリング孔の中に検層装置を挿入してさまざまな物理的性質を測定
- ここでは割れ目や水みちの状況を調べるために温度や孔壁画像のほかに、比抵抗を測定

- 検層車のウインチを使ってワイヤーラインにつないだ検層装置をボーリング孔に降下
- 得られたデータは検層車内の計測室に送信

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

地下水の水質分析の結果



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

- 塩化物イオン濃度、酸素・水素同位体比は、全体的には深度とともに上昇する傾向がみられ、深度約80mで化石海水の特徴に近づくものの、地表から深度200ｍまでの間では、ほとんどの地下水は化石海水に相当する値には至らず

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

ボーリング調査のこれまでの進捗と令和4年度の計画

令和3年度までの進捗

- ボーリング調査を実施する地点は、電磁探査の結果から境界的な水質を示すと推定
- ボーリング孔（HFB-1）を深度200mまで掘削し、地下水の水質データやボーリング孔周辺の比抵抗などのデータを取得
- 地表から深度200mまでの間では、深度とともに水質が化石海水の特徴に近づくものの、その特徴には至らず

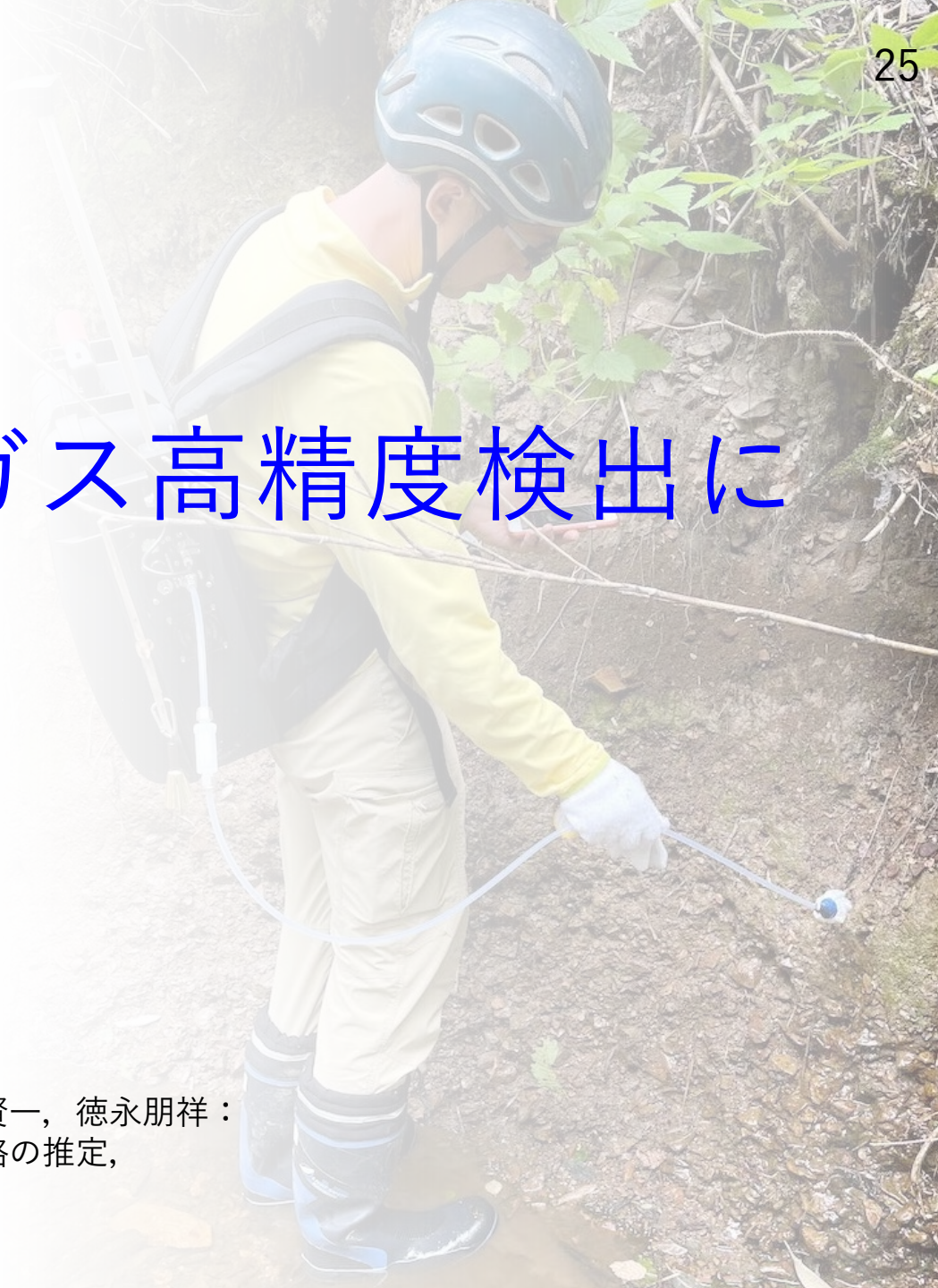
  ⇒電磁探査による推定と整合的

令和4年度の計画

- 令和3年度に掘削したボーリング孔を延長し、化石海水相当の地下水が出現する深度を確認
- 電磁探査の再解析結果も用いて電磁探査から推定される化石海水分布とボーリング孔で確認された深度プロファイルの整合性を確認し推定手法を検証
- ボーリング調査と電磁探査の比抵抗分布を組み合わせて、地球統計学的手法により、地下水の流れが非常に遅い領域の三次元分布を推定する手法を検討

Topic 3

断層中のメタンガス高精度検出に関する研究



※本発表は以下の研究成果に基づきます。

下茂道人，丹羽正和，宮川和也，天野健治，戸野倉賢一，徳永朋祥：
大気中メタンの分布に基づく断層周辺のガス移行経路の推定，
深田地質研究所年報，22，2021，pp.119-137.

報ーP173

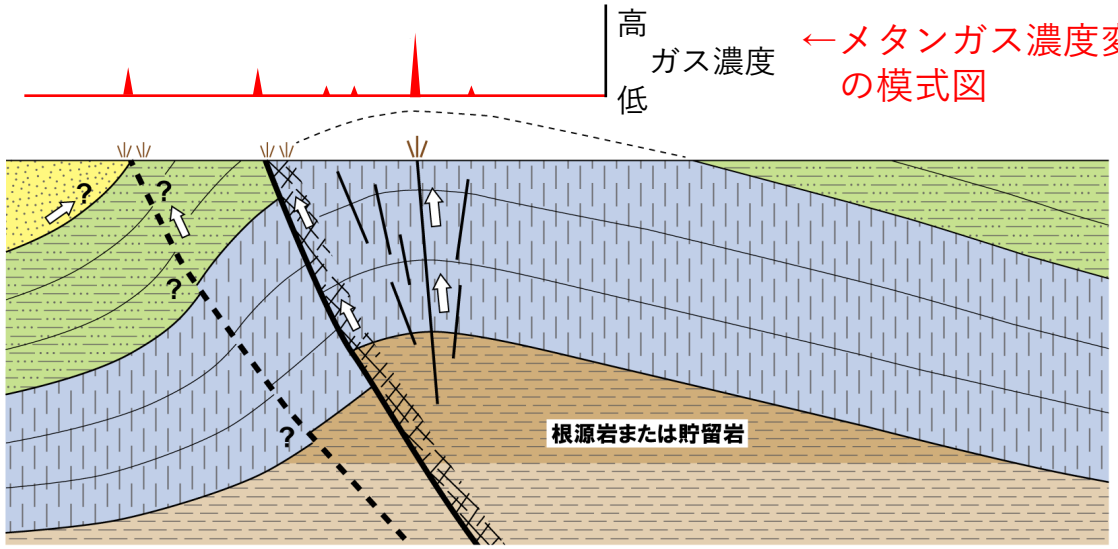
Topic 3 断層中のメタンガス高精度検出に関する研究

原子力機構 東濃地科学センターの実施する深田地質研究所および東京大学との共同研究に、幌延深地層研究センターが協力しています。

【断層ガス調査手法の概要】
断層の地表部において微量なガスの湧出が見られることがあり、この湧出ガスを検出することにより、断層分布に関する情報を得るもの。

【従来の調査手法の課題】
- 検出には高いガス濃度が必要
- 現地でガスを採取し、室内で分析するなど、データの取得に時間を要する
- 広範囲のデータの取得が困難

微量のガスを検出することで断層分布情報を得ることが可能に

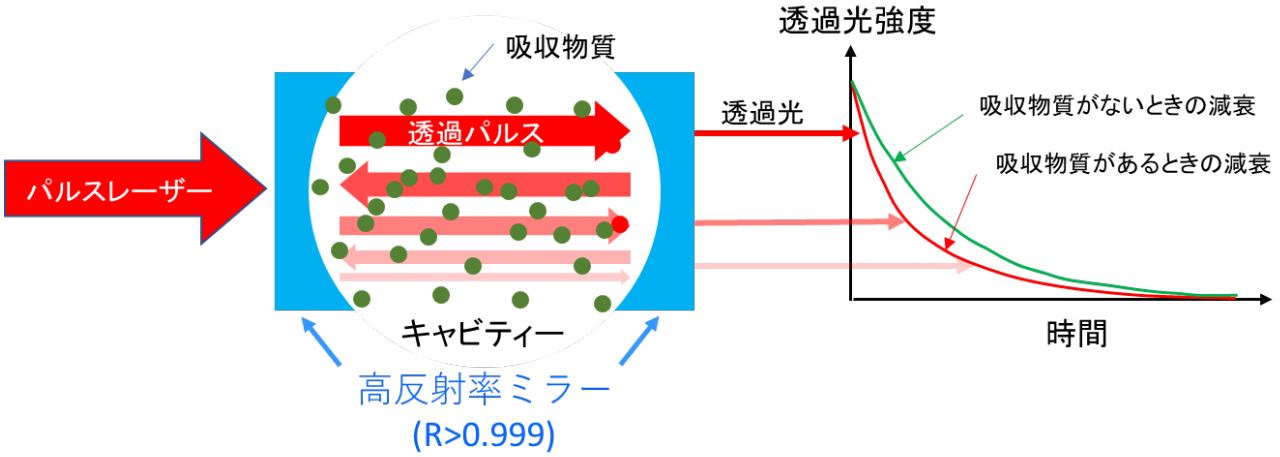


断層や割れ目を通じた地下水やガスの移行模式図

Topic 3 断層中のメタンガス高精度検出に関する研究

近年、ガス濃度測定技術の大幅な向上により、従来の測定技術では検出することができなかった小さな濃度変化まで迅速に検出することが可能になった。

【キャビティリングダウン分光法（CRDS）】
ガス試料にレーザー光を照射し、あるガス成分による吸収量から濃度を求める手法。
・大気中のメタンガス濃度は、約2 ppm（ppmは、百万分の1分率、1%=10,000 ppm）
・CRDS法では、0.003 ppmの変化を5秒で検出可能
・CRDS法を採用した可搬型分析装置が市販されている



キャビティリングダウン分光法（CRDS）の概略図

分析装置を背負いながら測定する様子

Topic 3 断層中のメタンガス高精度検出に関する研究

【調査方法】

メタンガスの起源の判別調査

地下から湧出するメタンガスを人為的な影響によるものと区別する評価方法の検討

牛舎
牛の胃のガスなど

自動車の排ガス

徒歩による測定調査

CRDS分析装置を背負いながら、国有林や河川（沢）の中を歩いて測定

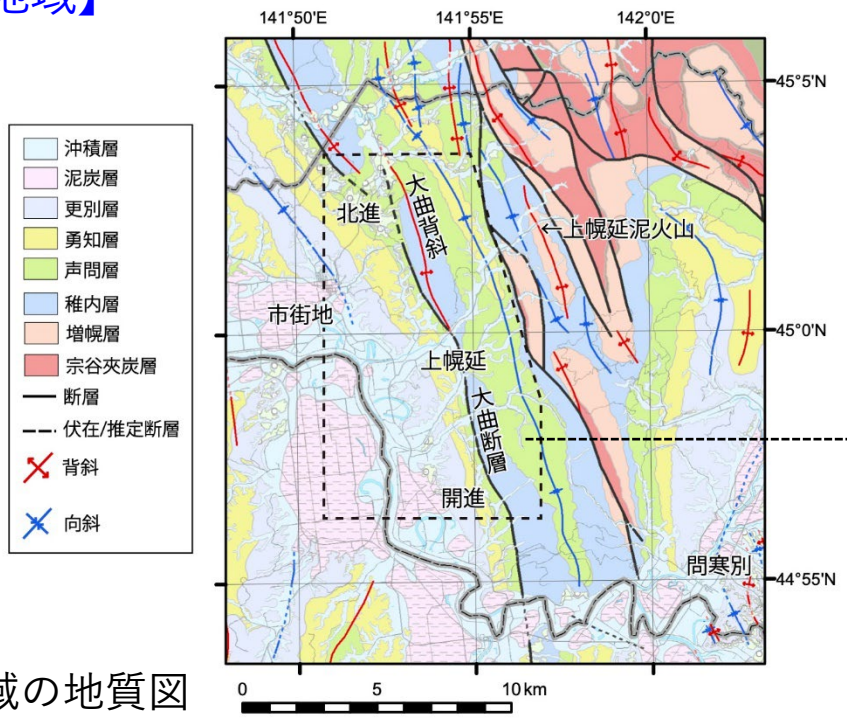
次項へ

車載測定調査

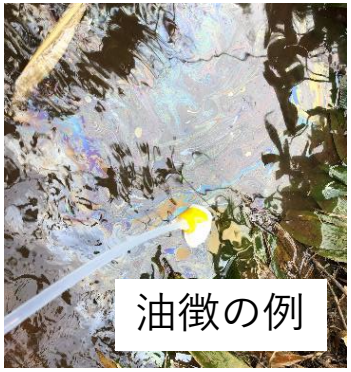
CRDS分析装置を自動車に載せ、道路上を走行しながら、広範囲のデータを取得

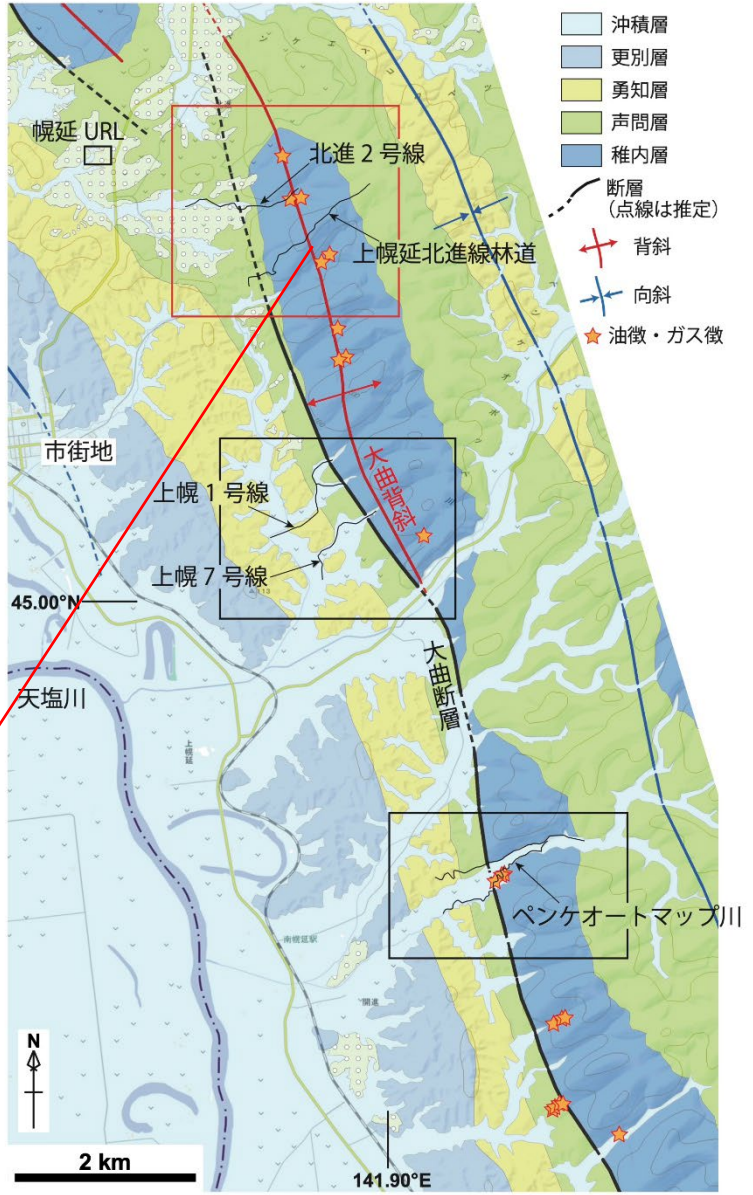
Topic 3 断層中のメタンガス高精度検出に関する研究

【調査地域】



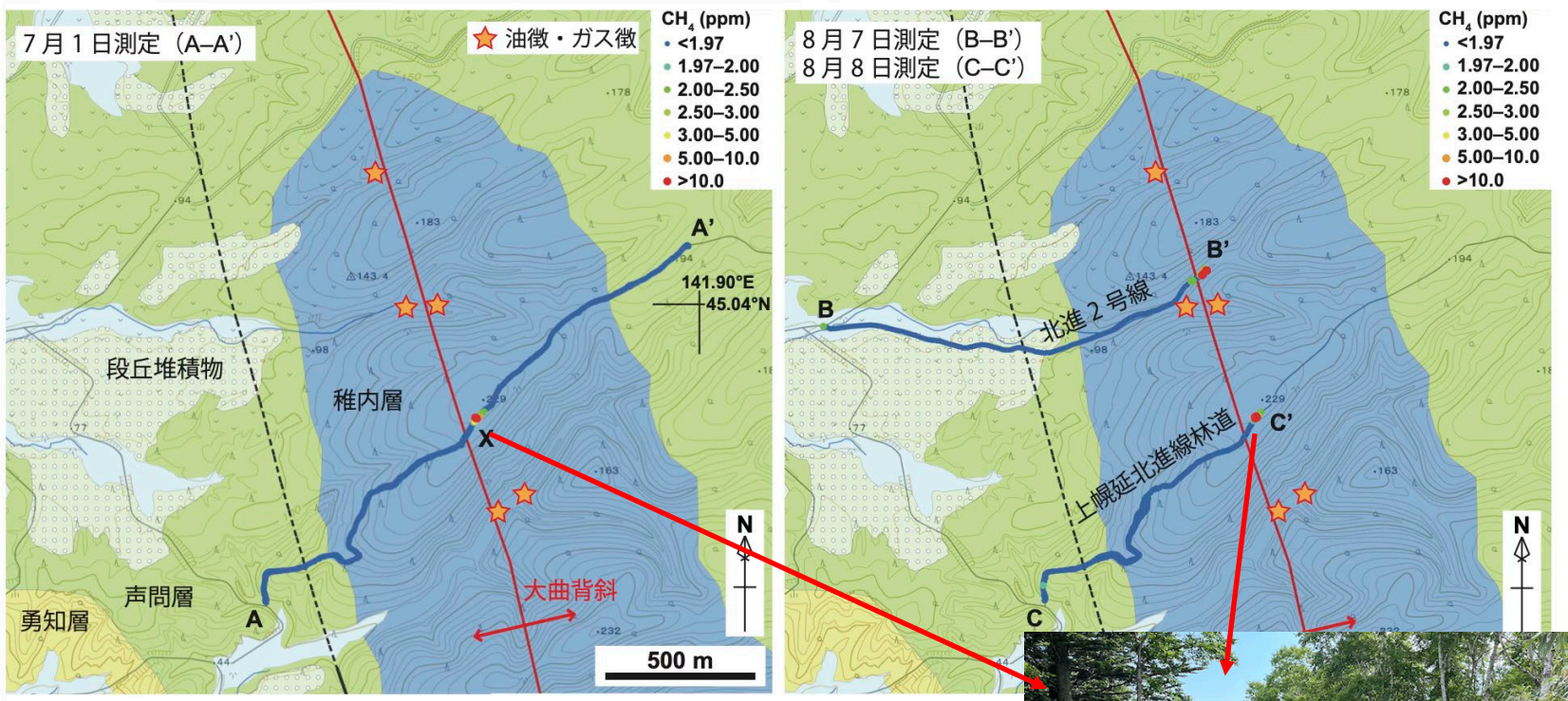
調査地域の地質図





Topic 3 断層中のメタンガス高精度検出に関する研究

【令和3年度の測定結果の例】



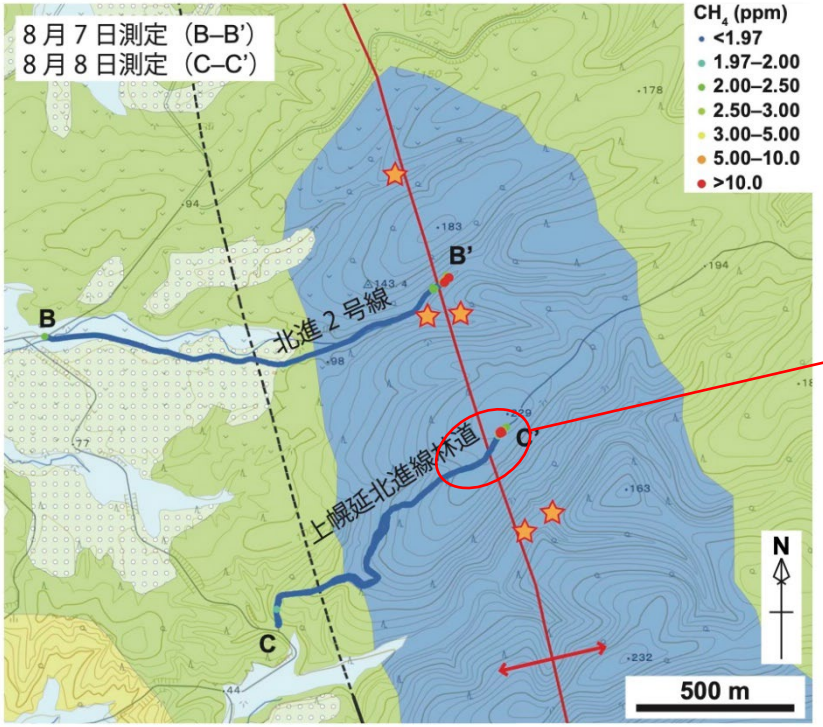
メタンガス濃度分布の測定結果（上）と現地写真（右）

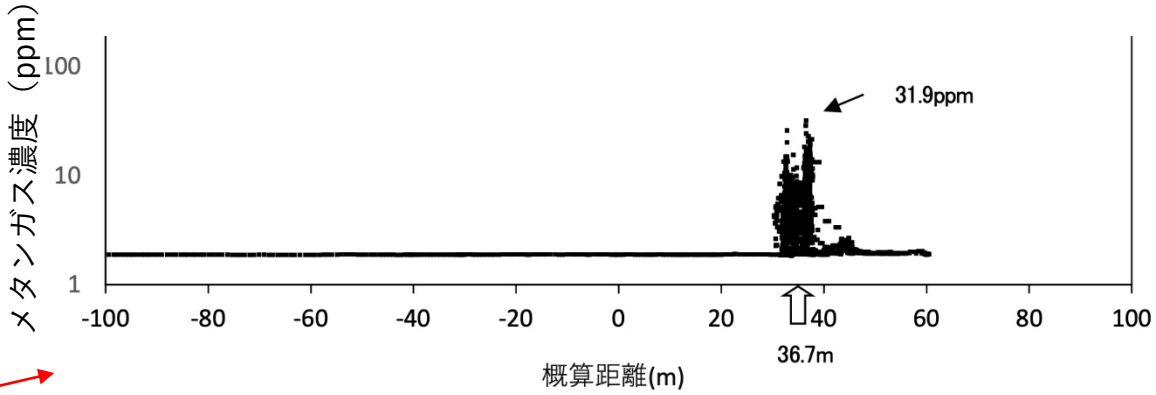
目視では、ガスの湧出は全く分からない

- ガス・油徴の近傍でメタンガス濃度の増加を確認
- ガス湧出の視認不可の状況においても、背斜軸上でメタンガス濃度の増加を確認

Topic 3 断層中のメタンガス高精度検出に関する研究

【令和3年度の測定結果の例】





測定距離とメタンガス濃度分布の関係図

背斜軸上の大気の化学組成と
湧出するメタンガスの炭素同位体比
酸素：21.2%、窒素：78.7%
二酸化炭素：0.1%、メタン：280 ppm
メタンの炭素同位体比（$\delta^{13}C$）：−31.9‰

- 限られた領域でのみ、顕著なメタンガスの湧出が認められた
- 背斜軸上から湧出するメタンガスは、地下深部において有機物の熱分解により生成されたガスであると考えられる
- この湧出メタンは、地下深部の流れの遅い地下水中における微生物活動による変質の影響を受けていないことから、より深部から地表へと連結性の高いガスの移行経路が、背斜軸上に存在することが推察される

【結論と今後の課題】

- 新たな分析手法を用いて、空気中のメタンガス濃度を高精度で連続測定することにより、断層や割れ目を通して地下から湧出するメタンガスを検出することができた
- 断層ガス調査手法として、新たな有効な調査手法となる可能性を示すことができた
- 今後は、異なるルートにおける調査など、事例を蓄積するとともに、観測されたメタンガス濃度変化の情報を物理探査の情報と合わせることにより、ガス濃度変化と地下の断層や割れ目の有無とのより詳細な整合性を確認する予定
- 令和4年度は、一週間程度の調査を、複数回実施予定

幌延深地層研究計画
令和3年度調査研究成果報告

1 令和3年度の実施内容

2 Topics~こんな研究を行っています
- Topic 1　人工バリア性能確認試験
- Topic 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
- Topic 3　断層中のメタンガス高精度検出に関する研究

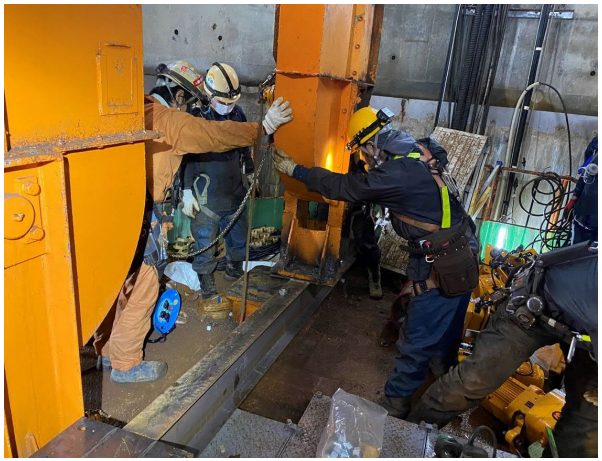
3 地下施設の管理
環境調査
安全確保の取り組み

地下施設の管理

令和2年度に設置した試験体の取り出しおよびプラグの解体、撤去を行いました。
また、維持管理業務として、地下施設の機械設備や電気設備の運転、保守および設備の更新を実施しました。

試験体の取り出し

プラグの解体・撤去

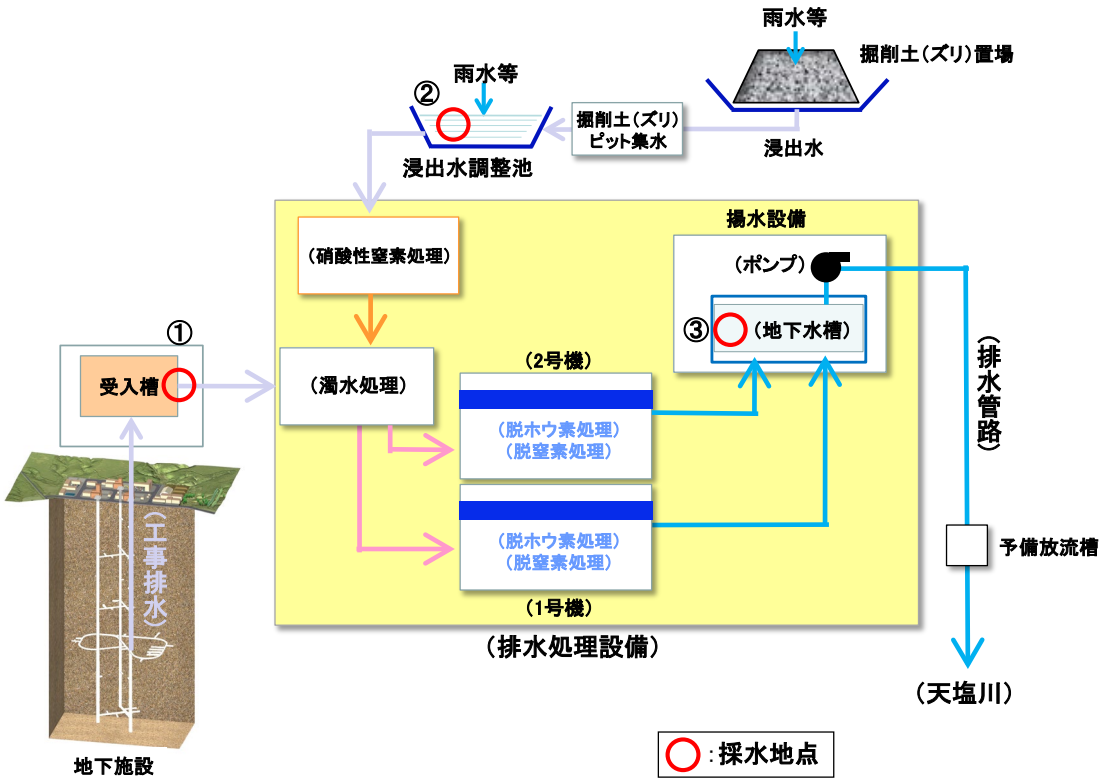

東立坑スカフォードの更新

坑内換気設備の更新

報－P148～150

地下施設から天塩川への排水

地下施設からの排出水および掘削土（ズリ）置場の浸出水は、排水処理設備において処理を行った後、排水管路を通じて天塩川に放流しており、水質および排水量に問題ないことを確認しています。



濁水処理設備

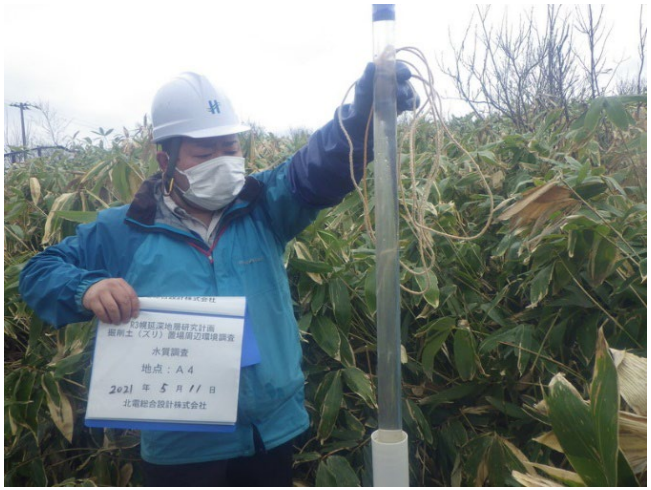
脱ホウ素処理設備

報－P148～150

周辺環境調査

天塩川周辺環境調査、掘削土（ズリ）置場周辺環境調査、センター周辺環境調査の3調査を実施し、周辺環境に影響を与えていないことを確認しました。

天塩川周辺環境調査
採水状況



掘削土（ズリ）置場周辺環境調査
地下水採水状況

センター周辺環境調査
魚類調査状況

報ーP152～164

3 安全確保の取り組み

各種の安全活動に積極的に取り組むとともに、「安全推進協議会」を組織し、センター一丸となって安全活動を推進・実施しました。

安全パトロール

○各種安全行事や事例情報の周知等による意識高揚

○定期的な安全パトロールの実施

○新規配属者・請負業者に対する安全教育の実施

○事故対応訓練（年２回）、通報連絡訓練（毎月）

○安全推進協議会活動

地下施設安全教育

事故対応訓練（地下施設）

安全行事（安全大会）

報ーP165

ご清聴ありがとうございました。

参考資料

参考資料

1

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

2

2-1 環境調査
2-2 開かれた研究

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)

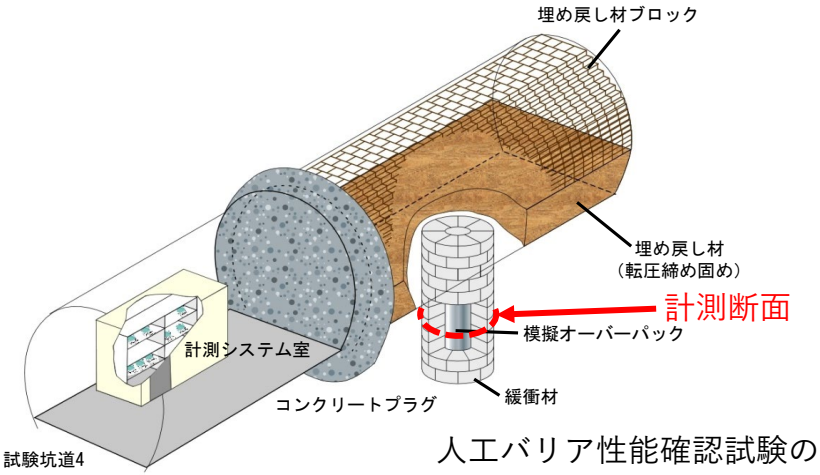
研究開発の目的と令和10年度までの実施内容

人工バリア周辺で起こる現象の理解

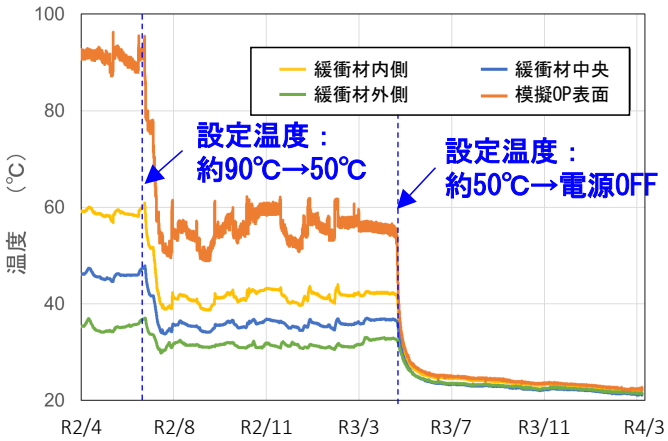
- 緩衝材に地下水を浸潤させた場合のデータ（浸潤時・減熱時）を取得し、熱－水－応力－化学連成評価手法を整備
- 人工バリアの解体作業により緩衝材の飽和度を確認

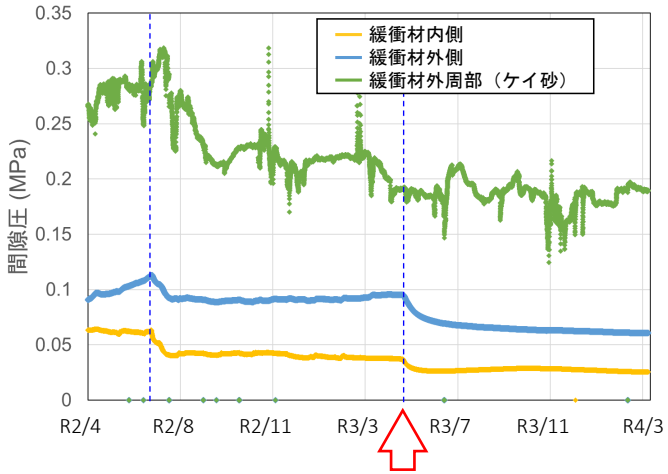
令和3年度の実施内容と成果

- 人工バリア性能確認試験ではヒーター加熱を止め、緩衝材中の温度や間隙圧の変化を観察しました（右図）。
- 緩衝材の浸潤・膨潤・変形試験結果を国際共同研究（DECOVALEX）で共同解析・比較することで、膨潤圧や変形量の解析結果の違いなどの各国の解析方法の課題を確認しました。



人工バリア性能確認試験の概念図





加熱を停止すると、緩衝材中の間隙圧が低下

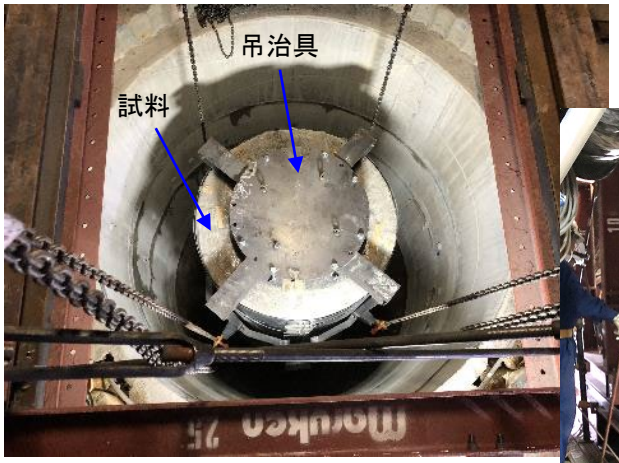
報－P16～30

1)人工バリア性能確認試験(2/2)

令和3年度の実施内容と成果

人工バリア性能確認試験の解体調査に先立ち、別の坑道に人工バリアを設置して緩衝材や埋め戻し材の解体を行いました。その結果、それぞれの材料の解体手法、材料間の境界部を一体的に取り出す手法などの有効性を確認できました。

緩衝材のサンプリング状況



模擬オーバーパックの一体取り出しの状況

埋め戻し材、吹付けコンクリート、岩盤界面サンプリング後の試料

報ーP16～30

2)物質移行試験

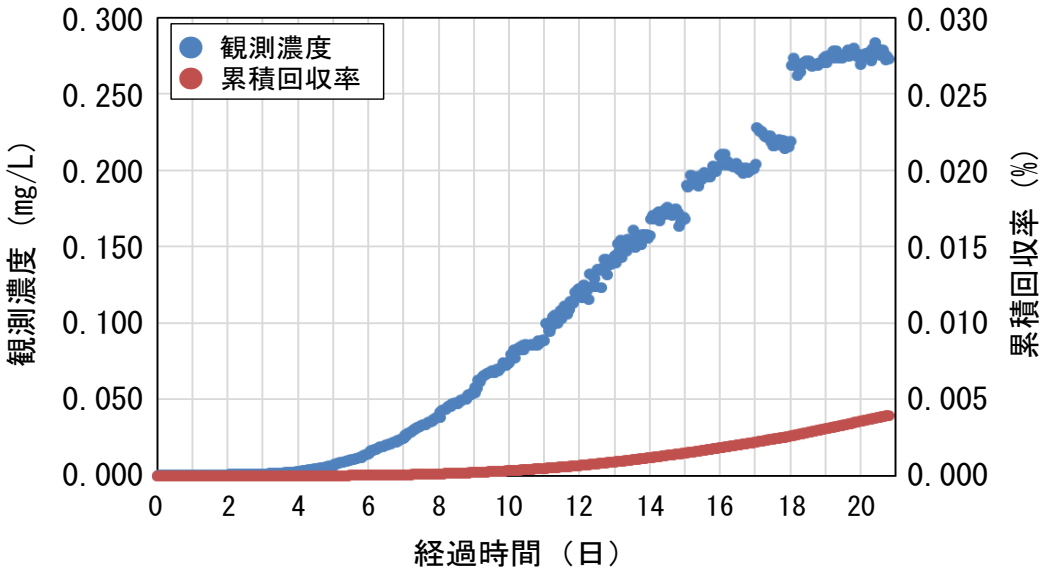
研究開発の目的と令和10年度までの実施内容

堆積岩における物質移行現象の評価手法の整備

- 掘削損傷領域での物質移行試験を行い、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3年度の実施内容と成果

- 掘削損傷領域を対象とした物質移行試験を行い、掘削損傷領域の割れ目よりも岩盤と坑道との境界部の方が選択的に移行経路となり得る可能性が示唆されました。
- 有機物の存在が地下水中の元素の存在状態に与える影響を評価するための室内試験を行い、有機物との結合によるコロイドの形成が物質移行に影響を及ぼし得ることを確認しました。
- ブロックスケールにおける物質移行特性を評価するための物質移行試験を行った結果、稚内層深部は割れ目の連結性が乏しいなど、物質移行概念モデルを検討する上で有益な情報を得ました。



ブロックスケールの物質移行試験結果

報－P30～47

※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

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

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3年度の実施内容と成果

- コンクリート材料を大気や地下水中に定置して、経年劣化を把握する暴露試験を継続した結果、地下水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ごくわずかであることを確認しました。
- 止水プラグ用のベントナイト吹付けの工学規模試験（写真）を実施し、吹付け手順や材料管理方法を確認するとともに、吹付け後のベントナイトの乾燥密度に生じるばらつきを整理し、乾燥密度の平均値が目標値を上回ることを確認しました。

報ーP48～87

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

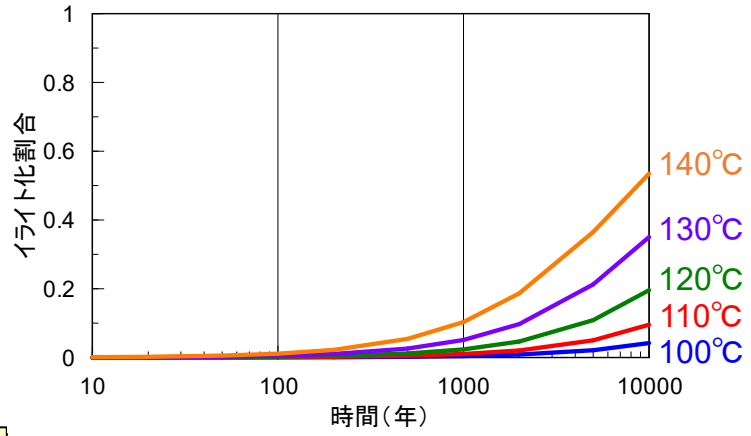
研究開発の目的と令和10年度までの実施内容

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

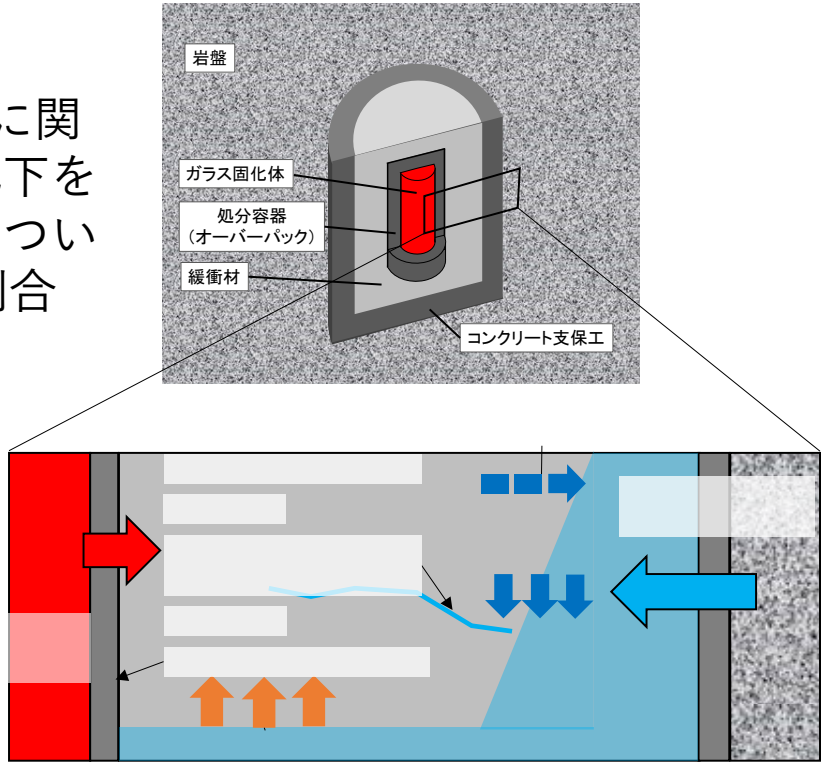
- 100°C超になった際に人工バリアとその周辺岩盤において発生する現象を整理し、人工バリアとその周辺岩盤における上限温度設定の考え方を提示

令和3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うる現象に関する試験などの事例を調査した結果、緩衝材の機能低下を引き起こす可能性のあるスメクタイトのイライト化については、およそ130°Cまでは1,000年後の緩衝材の変質割合が小さいと推定されました。



高温度における緩衝材の変質の経時変化



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

報ーP88～98

1)水圧擾乱試験などによる緩衝能力の検証・定量化(1/2)

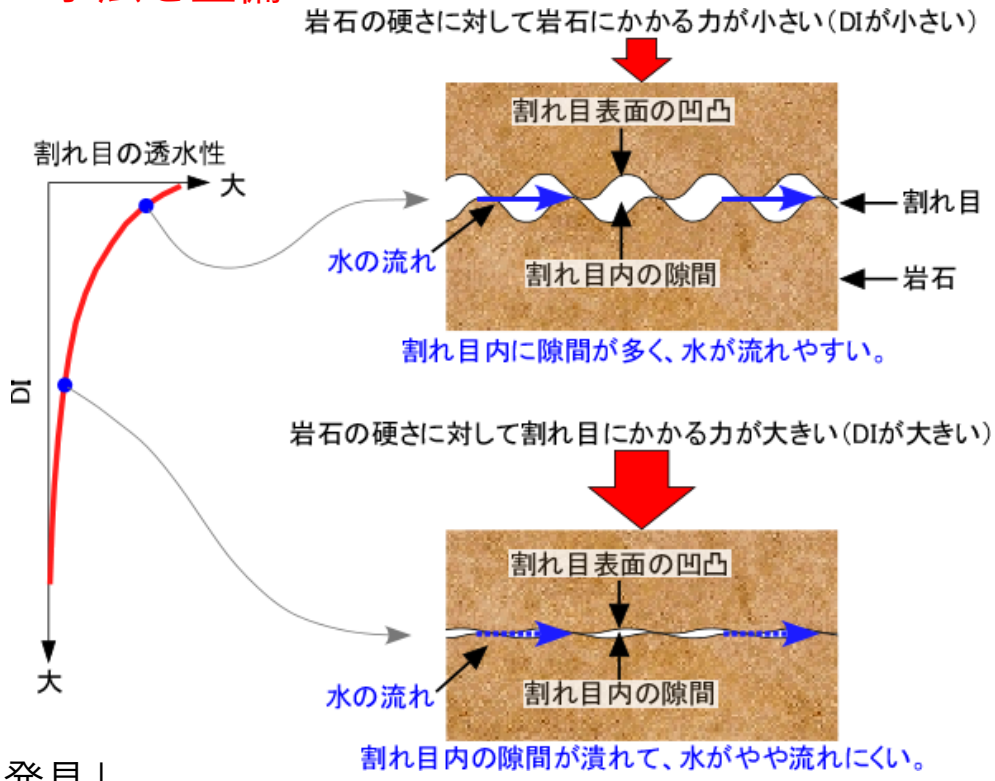
地殻変動が地層の透水性に与える影響の把握

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3年度の実施内容と成果

割れ目の水の流れやすさは
・岩石にかかる力
・岩石の硬さ
・割れ目のかみ合わせ
の３つの要素の組み合わせによって
決まることを明らかにしました。



（令和3年12月6日プレスリリース）
「地下深部の割れ目の水の流れやすさに関わる法則性を発見」
https://www.jaea.go.jp/04/horonobe/press/r3/press_1206.html

報ーP99～122

※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割ったもの

1)水圧擾乱試験などによる緩衝能力の検証・定量化(2/2)

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

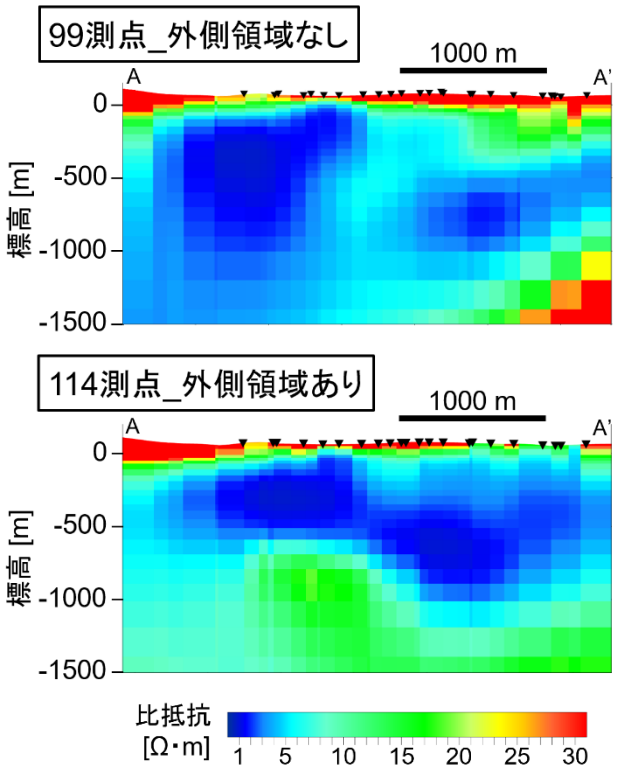
研究開発の目的と令和10年度までの実施内容

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3年度の実施内容と成果

- 令和2年度に推定した化石海水の三次元分布の妥当性を確認するために、声問層を対象にボーリング調査（深度200 mまで）を実施し、岩石コアの間隙に含まれる地下水の水質やボーリング孔周辺の比抵抗などのデータを取得しました。
- 令和2年度とそれ以前に取得した電磁探査データを用いて比抵抗分布の再解析を実施した結果、調査範囲の外側にある測点のデータを加えると、より深い深度での解析精度が向上することを確認し、これを解析の際の留意点として整理しました。



電磁探査解析結果の比較（鉛直断面）

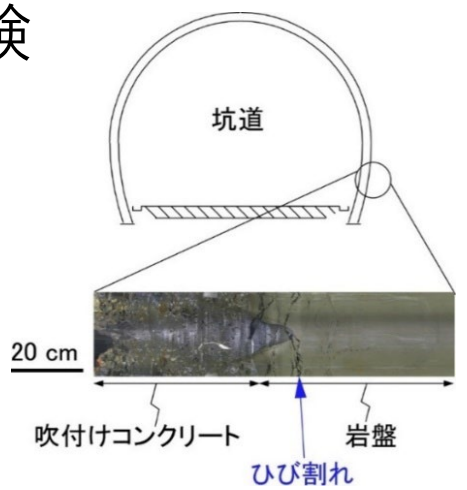
報ーP99～122

2)地殻変動による人工バリアへの影響・回復挙動試験

研究開発の目的と令和10年度までの実施内容

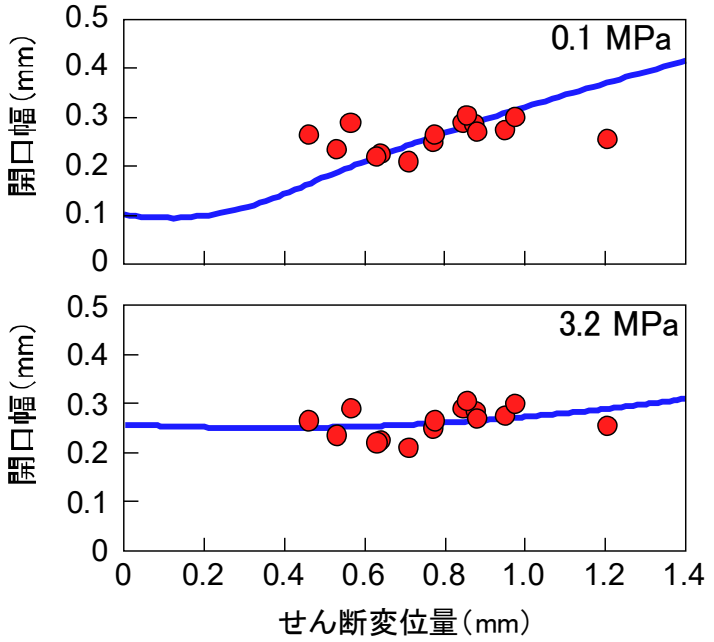
坑道閉鎖後の掘削損傷領域の透水性の推測手法の構築

- 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3年度の実施内容と成果

- 樹脂が注入された掘削損傷領域の割れ目試料の観察結果を検証するシミュレーションを行い、割れ目の開口幅とせん断変位量の間に相関性がないことを確認しました。
- 掘削損傷領域の割れ目を対象とした注水試験データを検討し、緩衝材や埋め戻し材の膨潤圧が掘削損傷領域の透水性に与える影響を検討するための基礎データを取得しました。



割れ目面にかかる力を原位置相当の圧力より極端に小さくした場合

割れ目面にかかる力を原位置相当(3.2MPa)とした場合

樹脂注入後の掘削損傷領域の割れ目試料で観察された開口幅とせん断変位量の関係（赤丸）とシミュレーション結果（青線）

報ーP122～125

必須の課題への対応に必要なデータ取得

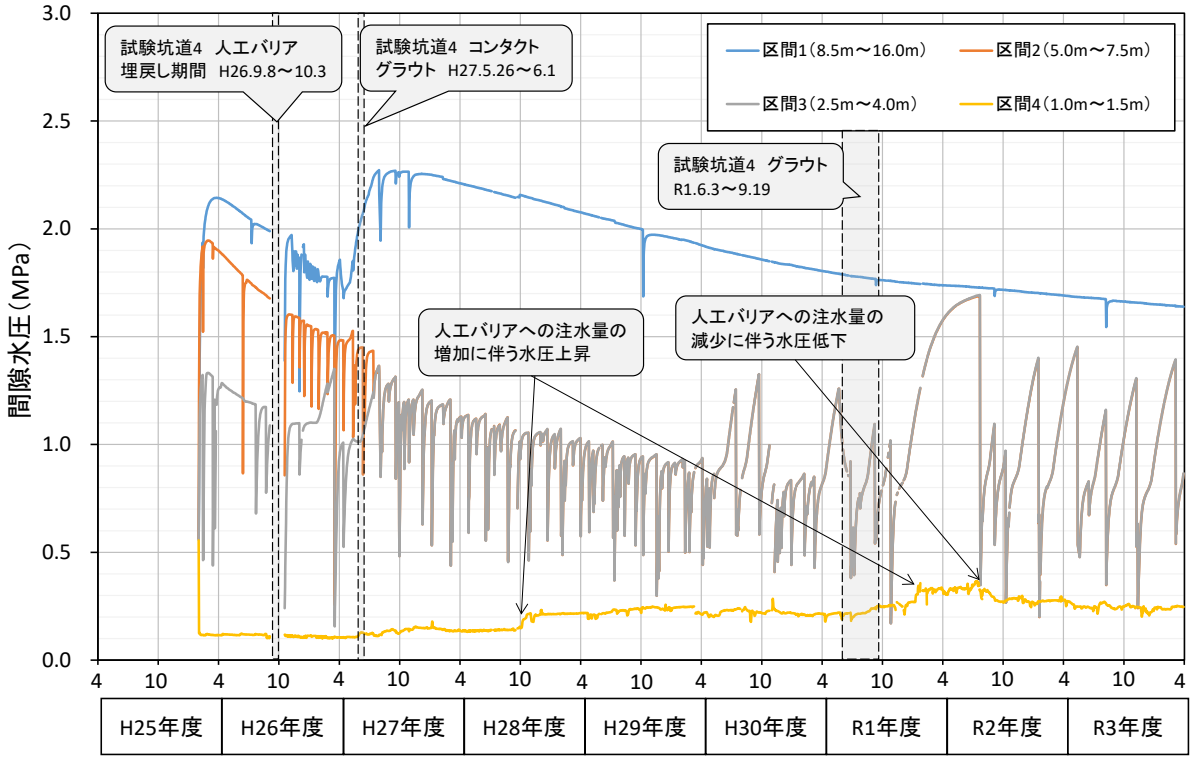
研究開発の目的と令和10年度までの実施内容

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3年度の実施内容と成果

地下水と岩石の地球化学

- 地下施設の建設に伴う坑道周辺の地下水の水質変化を把握するため、既存のボーリング孔を対象に地下水の採水調査を行いました。
- 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は、pHや酸化還元電位について、令和2年度までと同様の結果が得られました。
- 水圧については、人工バリア性能確認試験での注水量が一定であり、緩やかな上昇傾向にあります。



13-350-C08孔における水圧の経時変化

報ーP126～147

参考資料

1

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

2

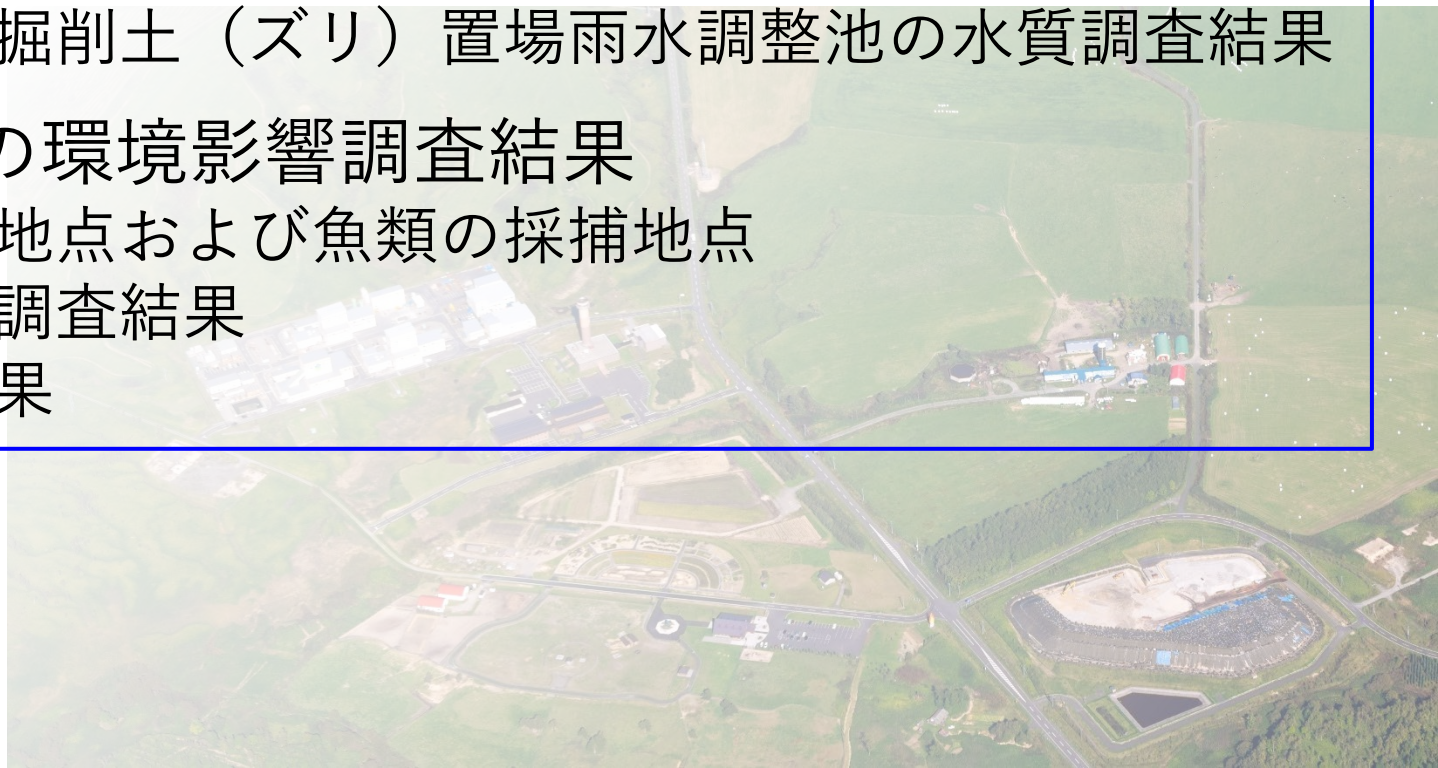
2-1 環境調査
2-2 開かれた研究

排水量および水質調査結果

(1) 排水系統と各水質調査の採水地点
(2) 地下施設からの排水量
(3) 地下施設からの排水の水質調査結果
(4) 天塩川の水質調査結果
(5) 掘削土（ズリ）置場周辺の地下水の水質調査結果
(6) 清水川および掘削土（ズリ）置場雨水調整池の水質調査結果

研究所用地周辺の環境影響調査結果

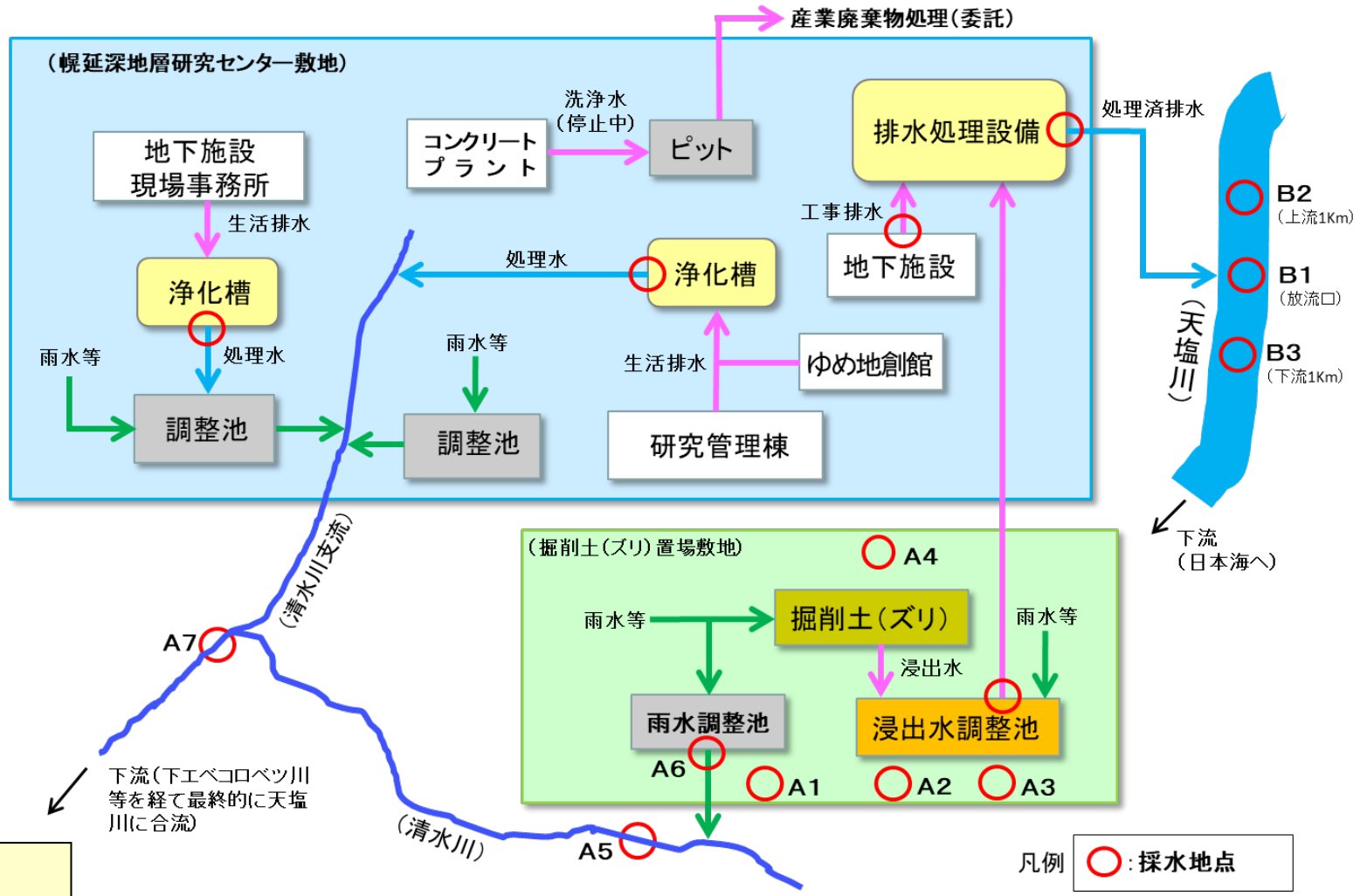
(1) 清水川の採水地点および魚類の採捕地点
(2) 清水川の水質調査結果
(3) 魚類の調査結果



報－P151～164

排水量および水質調査結果
~(1)排水系統と各水質調査の採水地点

当センターにおける排水系統と水質調査の採水地点は以下のとおりです。



報ーP151

排水量および水質調査結果
～(2)地下施設からの排水量

- 天塩川への年間排水量：43,891m³
- 日最大排水量の最大：448m³（4月）⇒融雪の影響で掘削土(ズリ)置場の浸出水を多く処理したため
- 観測期間を通じて北るもい漁業協同組合との協定値である750m3未満を満足しています。

年月	月排水量（㎥）	日最大排水量（㎥）	日平均排水量（㎥）
令和３年４月	5,935	448	197.8
令和３年５月	3,436	282	110.8
令和３年６月	3,184	245	106.1
令和３年７月	2,545	220	82.1
令和３年８月	2,441	244	78.7
令和３年９月	2,865	246	95.5
令和３年１０月	5,107	380	164.7
令和３年１１月	4,315	345	143.8
令和３年１２月	4,849	398	156.4
令和４年１月	2,472	249	79.7
令和４年２月	2,637	291	94.2
令和４年３月	4,105	357	132.4
年間	43,891	－	－

（毎日の排水量は、ホームページで公開しています。）

報－P152

排水量および水質調査結果
～(3)地下施設からの排水の水質調査結果

排水基準を超える処理済排水はありませんでした。

分析項目	単位	採水地点			参考値（水質汚濁防止法排水基準）
		立坑の原水	掘削土（ズリ）置場浸出水調整池の原水	揚水設備における処理済排水	
カドミウム	mg/L	＜0.01	＜0.01	＜0.01	0.03
ヒ素	mg/L	＜0.01	＜0.01	＜0.01	0.1
セレン	mg/L	＜0.01	＜0.01～0.02	＜0.01	0.1
フッ素	mg/L	＜0.8	＜0.8	＜0.8	8
ホウ素	mg/L	71～79	1.5～7.3	＜0.1～0.5	10
全窒素	mg/L	59～79	20～28	9.6～22	120（日間平均：60）
全アンモニア	mg/L	37～59	0.17～1.2	＜0.05～0.28	―
ｐＨ	－	8.1～8.2	7.2～8.6	7.5～8.1	5.8～8.6
浮遊物質量（ＳＳ）	mg/L	8～24	3～9	＜1～3	200（日間平均：150）
塩化物イオン	mg/L	3,300～3,700	37～240	1,300～2,900	―

報－P154

（調査結果の詳細なデータは、ホームページで公開しています。）

排水量および水質調査結果
～(4)天塩川の水質調査

浮遊物質量（ＳＳ）が高い値を示していますが、放流口の上流においても高い値を示しており、同日に採取した処理済排水は低い値であることから、地下施設からの排水の影響ではなく、融雪などに伴う自然的な原因によるものと考えられます。

分析項目	単位	採水地点			北るもい漁協協定値
		Ｂ１：放流口	Ｂ２：放流口上流１ｋｍ	Ｂ３：放流口下流１ｋｍ	
ホウ素	mg/L	0.01～4.9	0.01～4.8	0.01～5.0	5以下
全窒素	mg/L	0.22～0.87	0.23～0.87	0.21～0.87	20以下
全アンモニア	mg/L	＜0.05～0.11	＜0.05～0.14	＜0.05～0.15	2以下（B3地点のみ）
ｐＨ	－	6.8～8.0	6.7～7.9	6.8～8.0	5.8～8.6
浮遊物質量（ＳＳ）	mg/L	＜1～76	＜1～75	＜1～75	20以下

報－P154～156

（調査結果の詳細なデータは、ホームページで公開しています。）

排水量および水質調査結果
～(5)掘削土（ズリ）置場周辺の地下水の水質調査結果

掘削土（ズリ）置場が周辺環境に影響を与えていないことを確認しました。

分析項目	単位	採水地点	掘削土（ズリ）搬入前（H18.6～H19.4）	掘削土（ズリ）搬入後（H19.5～R3.2）	令和3年度
カドミウム	mg/L	A1～A4	＜0.001～0.004	＜0.001～0.009	＜0.001
鉛	mg/L	A1～A4	＜0.005～0.171	＜0.005～0.007	＜0.005
ヒ素	mg/L	A1～A4	＜0.005	＜0.005～0.012	＜0.005
セレン	mg/L	A1～A4	＜0.002	＜0.002～0.005	＜0.002
フッ素	mg/L	A1～A4	＜0.1～0.4	＜0.1～0.4	＜0.1～0.1
ホウ素	mg/L	A1～A4	＜0.02～50.7	＜0.02～63.0	0.03～37
pH	－	A1～A4	4.6～7.3	3.7～7.9	5.1～6.8
塩化物イオン	mg/L	A1～A4	9.7～2,910	8.4～3,400	10～2,200

報－P157～158

（調査結果の詳細なデータは、ホームページで公開しています。）

排水量および水質調査結果
~(6)清水川および掘削土（ズリ）置場雨水調整池の水質調査結果

掘削土（ズリ）置場が周辺環境に影響を与えていないことを確認しました。

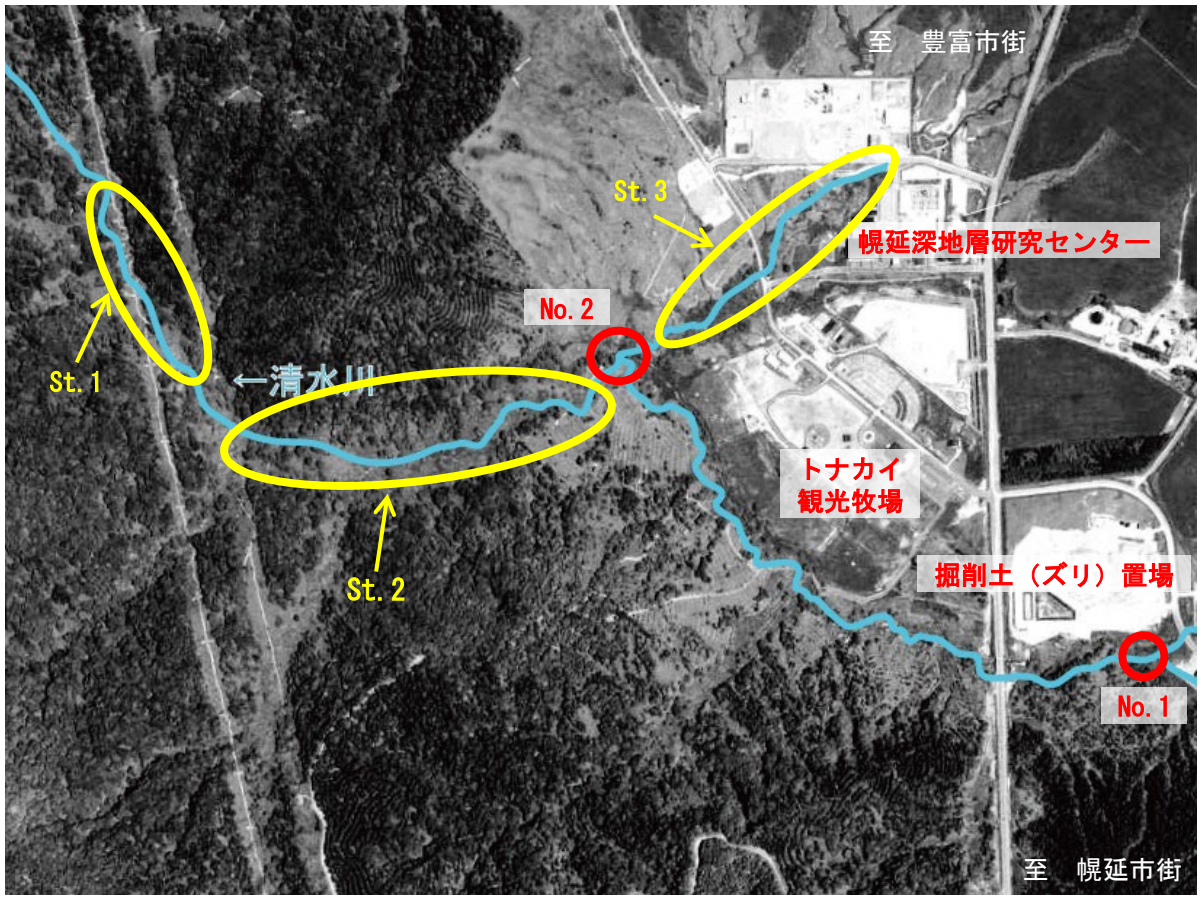
分析項目	単位	採水地点	掘削土（ズリ）搬入前（H18.6～H19.4）	掘削土（ズリ）搬入後（H19.5～R3.3）	令和3年度
カドミウム	mg/L	A5～A7	＜0.001～0.001	＜0.001～0.002	＜0.001
鉛	mg/L	A5～A7	＜0.005	＜0.005～0.008	＜0.005
ヒ素	mg/L	A5～A7	＜0.005～0.011	＜0.005～0.015	＜0.005
セレン	mg/L	A5～A7	＜0.002	＜0.002～0.003	＜0.002
フッ素	mg/L	A5～A7	＜0.1～0.7	＜0.1～1.1	＜0.1～0.1
ホウ素	mg/L	A5～A7	＜0.02～0.30	＜0.02～0.44	0.02～0.44
pH	－	A5～A7	5.8～7.4	5.7～9.1	6.4～8.5
浮遊物質量（SS）	mg/L	A5～A7	1～173	＜1～500	1～65
塩化物イオン	mg/L	A5～A7	5.1～30.5	1.7～269	3.2～65

報－P159～160

（調査結果の詳細なデータは、ホームページで公開しています。）

研究所用地周辺の環境影響調査結果
~(1)清水川の採水地点および魚類の採捕地点

当センター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しています。



○：水質調査地点

○：魚類調査範囲
(ステーション.1～3)

環境調査実施場所

報－P162

研究所用地周辺の環境影響調査結果
～(2)清水川の水質調査結果

令和３年度の調査結果から、これまでと比較して大きな変化がないことを確認しています。

分析項目	単位	採水地点	過年度（H14.8～R3.2）	令和3年度			
				6月	9月	11月	2月
pH	—	No.1	6.3～7.9	6.8	6.9	7.2	7.3
		No.2	6.4～7.7	6.8	6.9	7.1	7.0
生物化学的酸素要求量	mg/L	No.1	<0.5～62	1.0	1.7	0.9	0.5
		No.2	<0.5～10.0	1.1	4.6	1.3	0.7
浮遊物質量	mg/L	No.1	1～70	1	8	2	1
		No.2	<1～69	2	8	1	1
溶存酸素量	mg/L	No.1	6.6～13.9	10.6	7.4	11.1	12.6
		No.2	5.5～12.5	9.8	6.9	10.1	10.7

報－P163

研究所用地周辺の環境影響調査結果
～(3)魚類の調査結果

清水川の魚類（種類）については、これまでに確認された重要種に大きな変化は見られず、工事着手前の環境が維持されているものと判断されます。

調査項目	調　査　結　果
魚類 （3回/年）	重要種については、スナヤツメ北方種、ヤチウグイ、エゾウグイ、エゾホトケドジョウ、サクラマス（ヤマメ）、エゾトミヨ、ハナカジカの7種を確認した。

生息魚類調査（清水川流域、年３回）

報－P164

開かれた研究

・国内機関との研究協力

- 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
- 東海大学：堆積岩を対象としたバリア性能に関する安全評価研究
- 東京工業大学・サンコーコンサルタント：スパースモデリングを用いた弾性波トモグラフィ解析手法の研究
- 名古屋大学：コンクリーション化による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
- 京都大学・東北大学：地下水中の微量元素と有機物を対象とした地球化学研究
- 京都大学：水質形成機構のモデル構築および数値解析に関する共同研究、堆積岩を対象とした掘削損傷領域の透水性変化計測に関する研究
- 幌延地圏環境研究所：堆積岩を対象とした微生物に関する研究など
- 産業技術総合研究所：海陸連続三次元地質環境モデルの妥当性の検証に向けたデータ取得手法の高度化
- 電力中央研究所：地下施設建設時の坑道掘削領域の調査技術に関する研究、実地下水中のコロイドへの核種の収脱着メカニズムに関する研究
- 原子力規制庁（安全研究センターとの共同研究への協力）：坑道閉鎖措置に関わる研究
- 深田地質研究所・東京大学（東濃地科学センターとの共同研究への協力）：断層中のメタンガス高精度検出に関する共同研究
- 安藤・間：ボアホールジャッキ試験による岩盤の初期応力測定手法の適用性に関する研究
- 大林組：光式AE計測を用いた坑道周辺の長期モニタリングに関する研究

・国外機関との研究協力

- DECOVALEX：人工バリア性能確認試験を対象とした共同解析の実施
- モンテリ・プロジェクト（スイス）：オパリナス粘土の摩擦特性に関する室内試験など
- Clay Club：様々な粘土質媒体の特性の比較、粘土の物性や挙動および地下施設での試験に関する情報交換など
- 幌延国際共同プロジェクト：プロジェクトの契約締結に向けて研究内容や役割分担などを議論する準備会合を開催

報ーP166～175