

「幌延深地層研究計画 令和 6 年度調査研究成果報告」に関する質問

確 認 事 項	回 答
■ 有識者（東條准教授①）（成果 P26） 図 22 について。 1)濃度が上昇する理由について御教示ください。 2)実際の地下水は濾過されていないもの（青い線）なので、もっとも濃度低減が起こりにくいと理解して良いですか。 3)La の結果（青い線）で坑道上と岩盤内循環で最終的な濃度に差がほとんどないように見えますが、岩盤への収着はあまり期待できないという理解で良いですか。	■ 有識者（東條准教授①）（成果 P26） 図 22 について。 1)地下水を装置内や試験区間内で循環させていますが、循環の構造上の問題で、装置内や試験区間の地下水の組成が十分に均一になっていないことなどが原因として考えられます。また、1 μm 以下の孔径でろ過した試料については初期濃度の数%未満まで濃度が低下しているため、分析誤差も影響している可能性があります。 2)本実験では未ろ過試料の一部をろ過することにより各孔径でのろ過試料を取得しているので、分析誤差の影響がない限り、青線で示した未ろ過試料の濃度が各ろ過試料の濃度より高くなります。 3)La の未ろ過試料（青線）、1 μm ろ過試料（赤線）ならびに 0.2 μm ろ過試料（緑線）については、調査坑道上で保管した試料（図 22 の左側のグラフ）と岩盤内の試験区間を循環させた試料（同右側のグラフ）とで最終的な濃度にほとんど差が認められませんでした。したがって、>1 μm の懸濁物質および 0.2～1 μm のコロイドは、岩盤への収着があまり期待できないと考えています。しかしながら、10 kDa ろ過試料（黒線）については、調査坑道上で保管した試料よりも岩盤内の試験区間を循環させた試料の方が、濃度が低くなっており、岩盤への収着の影響が示唆されます。

確 認 事 項	回 答
■ 有識者（東條准教授②）（成果 P29） 図 23 について 図 (b) と (c) について。図 (b) では A に向かって矢印がありますが、図 (c) では A から矢印が出ているように見えます。逆ではないですか。 図 (c) 中の水色の部分は地下水のみが存在する空間ですか。岩盤は存在しますか。 図 (c) 中で区間 6 については、A から注入して B で回収ということでしょうか。その場合、トレーサーは区間 6 で示される青矢印部分のみを通過しているということでしょうか。割れ目とはどう関係があるのでしょうか。何故、図 24 のような遅れを伴った結果が得られるのか理解できませんでした。 ■ 有識者（東條准教授③）（成果 P47） 図 38 について。 250-MIG1-1～1-5 はそれぞれボーリング孔でしょうか。管径はどの程度でしょうか。ボーリング孔の途中の区間でどのようにトレーサーを注入し、どのように回収しているのかをご教示ください。またこの領域は地下水で飽和しているのでしょうか。 注水区間でトレーサーを圧入し、飽和した岩盤内をトレーサーが拡散移動して回収区間で検出されているということでしょうか。それとも揚水区間と記載されているので、注水区間から揚水区間迄の移流を起こさせているということでしょうか。 ■ 有識者（渡邊教授①）（成果 P14） 図 6 は 500m 調査坑道での研究に関する計画や予測をしたということでしょうか。ボーリング調査をした位置が示されているということでしょうか。	■ 有識者（東條准教授②）（成果 P29） 図 23 の (b) および (c) の矢印の関係は原図の通りです。(b) は坑道内、(c) は孔内の状態を表しているため、見掛け上、矢印が逆になります。 図 (c) の水色の部分は地下水のみが存在すると考えています。 図 (c) の区間 6 では、(b) に示すポンプを用いて区間 6 の水を循環させることにより、区間内と坑道内のトレーサー濃度が同じになるようにしています。これにより、(b) に示す採水ボトルを用いて区間内のトレーサー濃度を調べることができます。区間 6 に直接、トレーサーの注入を行っておらず、(c) に示すトレーサー注入孔の区間 3 に注入したトレーサーの拡がりを (c) の区間 6 で観測しています。このため、図 24 に示すような遅れが生じます。 ■ 有識者（東條准教授③）（成果 P47） 図 38 の 250-MIG1-1～1-5 はそれぞれボーリング孔を表しています。孔径は 10 cm です。トレーサーの注入や回収の方法は図 23 に示す通りです。孔内の複数箇所に長さ 50 cm のゴム風船（パッカー）を膨らませて試験区間を設け、それらの区間に注水ラインや揚水ラインを使ってトレーサーを注入したり（図 23(c) のトレーサー注入孔区間 3）、回収したりしています（図 23(c) のトレーサー回収孔区間 3）。試験領域は地下水で飽和されています。 試験では、注水区間にトレーサーを圧入し、注水区間と揚水区間をつなぐ岩盤中の割れ目内に移流を発生させています。 ■ 有識者（渡邊教授①）（成果 P14） 原位置試験計画検討や予測解析、ボーリング調査を実施した場所として、図 6 の赤枠で示す試験坑道 8、9 を示しています。 令和 6 年度は、「坑道スケール～ピットスケールでの調査・評価技術の体系化」の研究において、図 6 に示す試験坑道 8 および 9 を対象として、掘削損傷領域の広がりや坑道・ピットへの湧水量の予測を実施しました（報告書の 49～50 ページ）。また、予測結果の妥当性検証の一環として、先行ボーリング調査を、試験坑道 8 および 9 の外側で実施しました（報告書の 50～51 ページ）。

確 認 事 項	回 答
■ 有識者（渡邊教授②）（成果P25） フミン酸やフルボ酸ではなくリン酸であることが明らかですか。 ■ 有識者（渡邊教授③）（成果P27） 目的が微生物による物質移行への影響を明らかにすることであるのに対し、結果は微生物のゲノム解析により微生物の移動がなかったこととなっていますが、これは整合していますか。	■ 有識者（渡邊教授②）（成果P25） 本試験において得られた沈殿物がリン酸塩であるかについて、直接的な同定分析は実施していません。地下施設から得られた地下水中の腐植物質と希土類元素の結合のしやすさに関する過去の研究結果（報告書の参考文献 28）に基づくと、フミン酸やフルボ酸などの腐植物質と希土類元素が結合している可能性もあります。 一方で、これまでに 350m 調査坑道から得られた地下水試料を用いて嫌氣的雰囲気（酸素がない、もしくは少ない状態）における希土類元素の添加試験を実施しており、0.2 μm フィルタで収集した沈殿物の分析結果から、希土類元素のリン酸塩が卓越することが直接的に確認され、希土類元素のリン酸塩の沈殿は、化学反応の熱力学的な計算からも想定されています（報告書の参考文献 21、22）。 このことから、報告書中の記載は、主たる生成物である可能性の高いリン酸塩沈殿物の形成について言及したものになります。 ■ 有識者（渡邊教授③）（成果P27） 微生物は細胞内に放射性物質を取り込んだり、細胞表面に吸着させたりすることにより、物質の運搬役として機能する可能性も考えられます。この観点でみると、微生物の動きがなかったことは、微生物が物質の運搬役として機能しなかったことを意味します。このような結果は微生物が物質移行に及ぼす影響を明らかにする上で重要と考えています。

確 認 事 項	回 答
■ 有識者（渡邊教授④）（成果P42） 10行目から「その結果、核種の閉じ込め性能に及ぼす～」については、この報告書には根拠が説明されていないように思います。 ■ 有識者（渡邊教授⑤）（成果P43） 図35は、人工バリアに関するもの（パラメータの取得が可能）、母岩に関するもの（候補地が決まらなるとパラメータの取得ができず、幌延での研究では手法の確立が可能）を区分して示すとわかりやすいように思いました。	■ 有識者（渡邊教授④）（成果P42） P42の10行目から記載の「その結果、核種の閉じ込め性能に及ぼす～」であると評価できました。」の一文の根拠は、その前文の「埋め戻し材やプラグなど～評価してきました（文献47、48）。」で引用している文献48（資源エネルギー庁委託事業報告書）に記載されています。同委託事業報告書では、NUMOの包括的技術報告書（文献56）で示される深成岩および新第三紀堆積岩の地質環境特性を用いて物質の移行に関する数値解析を行っており、その結果として、仮に坑道や立坑の埋め戻し材やプラグの安全機能が低下（透水係数が増加）したとしても、そこに物質の移行が集中しないことを示しています。 ■ 有識者（渡邊教授⑤）（成果P43） 図35に示す止水プラグの設計フローのうち、「要求性能の設定」に関しては、NUMOの包括的技術報告書に記載されている設計要件に準じて設定するため、候補地によらずに設定可能です。「材料仕様の設定」に関しては、ベントナイト混合土の材料特性を室内試験や地上施設での試験施工等で得ることが可能です。さらに、「施工方法の検討」のうち、ベントナイトを用いた止水プラグの施工については地上での実証が可能です。したがって、これらの内容は、候補地によらずに検討できる内容となります。一方、「移行抑制に最も効果的なプラグ形状・配置場所の検討」に関しては、坑道周辺の掘削損傷領域の発達や坑道の安定性、物質移行特性といった岩盤に関する情報が、止水プラグの形状や配置を決めるにあたって必要となります。「施工方法の検討」のうち、坑道周辺の掘削損傷領域の拡大を抑制する施工方法については、実際の対象岩盤に応じて検討する内容となります。したがって、これらの内容については、候補地が決まった後に具体的に検討することが想定されます。 以上のように、実際の候補地が決まる前に止水プラグの設計に資する内容として検討できるものと、候補地が決まった後に地層処分場への適用に向けて具体的な設計を進めるために実施する内容に区分することができます。今後、同図を用いる場合は、上記の区分が分かるように示します。

確 認 事 項	回 答
■ 有識者（渡邊教授⑥）（成果 P67） 初期含水比が 2 段階あるのはどのような理由によりますか。 ■ 宗谷総合振興局①（成果 P96） 500m 調査坑道の掘削に伴い、掘削土の量が当初の想定よりも増加していると思われますが、掘削土置場の面積は十分に確保されているのでしょうか。掘削土置場及びその周辺への安全性等に問題は生じていないのでしょうか。 また、埋め戻しの際には積み上げている掘削土を使用すると思いますが、埋め戻しに使用することを前提とした保管状況になっているのでしょうか。 ■ 宗谷総合振興局②（成果 P117） 「令和 6 年度調査研究計画」では「11. 開かれた研究」の項目に「地下施設の見学会などによる研究施設の公開を進めていきます。」とありますが、研究成果報告では「見学会などによる研究施設の公開」に対応する記述がありません。見学会を実施していることは承知していますが、その実績についてご教示願います。 また、見学会への申し込みがあったが定員に達したため見学を断ったケースもあると思いますが、見学を希望したができなかった人数がどの程度あったのか把握していればご教示願います。 一方で、見学を受け入れることで掘削工事や研究活動に影響があった事例等があれば教えていただければと思います。	■ 有識者（渡邊教授⑥）（成果 P67） 緩衝材の初期含水比 10.5%は、「4.1 人工バリア性能確認試験」において実物大の緩衝材ブロックを製作する際に、圧縮成型に最適な含水比として設定した値となります。一方、本検討で着目した高温影響による緩衝材のひび割れは、初期含水比が高いほど発生しやすいことが室内試験から判明しており、あえてひび割れが発生しやすい条件として圧縮成型が可能な初期含水比の上限値である 15%の条件でも試験を実施しています。 ■ 宗谷総合振興局①（成果 P96） 現在の掘削土（ズリ）置場には、地上施設の建設で発生した残土も保管されていますが、保管総量は当初 500mを計画した盛土量とほぼ同等になるものと思われます。掘削土量が増加していない要因としては、500m調査坑道のレイアウトが、当初計画のレイアウト（350m同様に周回坑道あり）より小さな T 字のレイアウトとなっているためと考えています。盛り立てについては、法面の安定解析などを行い、安全に留意して行っております。また、地下施設の埋め戻しの際には保管した掘削土（ズリ）を使用することを前提とし、構内仮置き の位置付で保管を行っています。埋め戻し時には粒度や締固め密度などの各種試験を行う予定です。 ■ 宗谷総合振興局②（成果 P117） 令和 6 年度の地下施設の見学者数は 590 人となります。 定員に達したため見学をお断りしたケースについては、正確な情報は把握できておりませんが、見学会の「キャンセル待ち」として受け付けた人数は延べ 180 人程度となります。 また、地下施設坑口までとゆめ地創館等をご案内する地上施設見学会の見学者数は 324 人となります。 見学受け入れは、地下施設整備工事および地下施設内での作業に大きな影響を及ぼさないよう計画・実施しており、特段の影響があった事例等はありません。

確 認 事 項	回 答
■ 宗谷総合振興局③（成果 P120） 幌延地圏環境研究所との研究協力（新規微生物の単離や特徴付けなど）について、「地下施設を活用した両機関の研究協力を進めていくことについて議論しました」とありますが、今後の進め方等について具体的にはどのような議論があったのでしょうか。	■ 宗谷総合振興局③（成果 P120） これまで両機関で得られた研究成果の紹介、研究内容に関する議論、深度 500 mでの微生物研究のための地下水採取の計画などについての議論を行っています。