

第 37 回 地層処分研究開発・評価委員会 議事録

【日時】 令和 7 年 3 月 28 日（木） 13:00～17:30

【開催場所】 富国生命ビル 20 階第 1 会議室（Web 会議併用）

（東京都千代田区内幸町 2-2-2 日本原子力研究開発機構 東京事務所内）

【出席者】

委員）吉田委員長、竹内委員、長谷部委員、横小路委員*

機構）核燃料サイクル工学研究所：高田所長、北村次長、前川主席、弥富 GL、杉田主幹、
宮川副主幹 他

東濃地科学センター : 濱副所長、浅森 GL 他

幌延深地層研究センター : 館副所長、早野副主幹 他

* Web 会議による参加

【配布資料】

資料 37-1 原子力機構における地層処分研究開発の全体概要

資料 37-2-1 令和 6 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 a) 幌延深地層研究計画

資料 37-2-2 令和 6 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) 超深地層研究所計画

資料 37-2-3 第 38 回深地層の研究施設計画検討委員会における審議検討結果の総括

資料 37-2-4 令和 6 年度における個別研究課題の現状および今後の予定

② 地質環境の長期安定性に関する研究

資料 37-2-5 令和 6 年度における個別研究課題の現状および今後の予定

③ 高レベル放射性廃棄物等の地層処分システムに関する研究開発及び代替処分
オプションの研究開発

参考資料 1 高レベル放射性廃棄物等の地層処分研究開発令和 6 年度における成果リスト

【議事概要】（○：委員による質問/コメント、→：原子力機構による回答）

1. 委員長の互選について

吉田委員が委員長に選任された。

2. 全体概要（資料 37 -1）

○評価基準にある「特に顕著な成果」「顕著な成果」の基準については、自ら設定し、クオリ
フィケーションを高めていくことが必要。

○地層処分研究開発の公開 HP については、アクセスのし易さとコンテンツの内容について常
に管理すべきである。また、スマートフォンサイトの用意など、若年層に閲覧してもらうた
めの工夫や努力をすべきである。

3. 令和 6 年度における個別課題の現状および今後の予定（資料 37-2-1～資料 37-2-5）

(1) 深地層の研究施設計画（瑞浪、幌延）

【幌延深地層研究計画】

- KPI などの具体的な達成基準は設けているのか。「顕著な」成果であるなどの評価をする上で判断しやすい数値基準があると良い。地下研究施設は唯一無二の存在であり、原子力機構が中心となって卓越した成果が上がっている状況と思えるが、例えば論文に関して KPI の達成状況や他の機関との比較を示すなど、成果を強調してほしい。社会実装については、主たる成果の反映先である地層処分事業に対して具体的な社会実装の件数と内容を強調することも必要ではないか。
- 中長期目標を達成するための中間指標として年度ごとに KPI を活用している。KPI の活用方法についてはこれまでも議論してきており、論文については、課題ごとにある程度の論文数を設定するなどの運用となっているが、その数の妥当性の判断は難しいと考えている。例えば、原子力機構が共著となる論文の扱いや、また、インパクトファクターなど学術誌の質の扱いなどである。その他には、課題ごとに設定された作業等を工程通りに完了することなどである。また、研究成果の社会実装も重要な点であるが、地層処分事業に貢献することは当然であり、他分野への波及効果も求められている中で、ご提案の示し方も検討したい。
- 一方で、地層処分事業を支えることを考えると、既存の技術力を維持しつつ、新たな技術開発も実施することが必要であり、これは原子力機構にしかできない役割であると認識しているが、技術力の維持に関しては、説明の仕方に工夫が必要であると認識している。
- 体系化の取組みについて、幌延の地質環境に限定された技術であるのか（サイトスペシフィック）、一般化できる技術であるのか（ジェネリック）を明確にしてもらえると、評価の助けになる。鉱物組合せや化学組成なども含めた地質学で一般的な分類や具体的な観測数値などの観点からの整理も検討されると良い。
- 幌延の堆積岩を対象とした調査研究において抽出された地質学的情報を基に、体系化に関する一連の技術の適用範囲について同質の他の堆積岩を含めた整理を行っている。一方で、より多様な岩種への適用性を含め成果の一般化については、岩盤の不均質性の取り扱いやより広い空間スケールを対象とした評価など、現状の整理を超える挑戦的な試みであると認識している。これらの取組みの際には、我が国に分布する幌延とは異なる岩種への適用性についても整理する必要があると認識している。なお、幌延と同質の堆積岩を対象とした情報整理は評価対象項目ごとに行うことを考えており、34 ページの整理表は割れ目の開口幅に関連する指標について堆積岩を分類した一例である。
- 地層処分のための技術開発と体系化であり、過度な精緻化にならないことなど、地層処分のフレームワークから逸脱しないように留意して、海外の先行事例なども参照しつつ質の高い体系化を進めてほしい。
- 本日議論のあった事項のうち、深地層の研究施設計画検討委員会（URL 委員会）の場において議論されなかった点については、今後の URL 委員会において議論するようにしたい。
- KPI について、大学と原子力機構が論文数という同じ基準で評価されることには違和感がある。原子力機構には地層処分事業に貢献する使命があり、この点についても評価されるべきである。この観点から、今回の資料からは、成果の地層処分事業における位置付けなど、示された成果が何の役に立つのか伝わらなかった。分野の異なる人にも分かりやすく説明することで、高い評価に繋がると思う。34 ページの整理表についても、タイトルにあるように「廃棄体設置の判断や間隔の設定に必要な情報の整理」という目標に対する進捗が示さ

れると分かりやすい。

→拝承。ご指摘いただいた点についても強調するように説明していきたい。

○幌延国際共同プロジェクト（HIP）に参加する国には HIP でしか得られない知見などを期待して参加しているはずであり、その魅力（強み）を全面的に説明することが成果の強調に繋がる。

→国際協力については、HIP の他にも韓国の学生を対象とした技術研修、国際原子力人材育成イニシアティブ事業への協力や、韓国での地下施設の新規建設に関連した KORAD の幌延地下施設の見学や情報交換なども実施してきており、そのような点についても強調できるようにしたい。

【超深地層研究所計画（瑞浪）】

○埋め戻し面の沈下現象が許容される事象なのか、あるいは許容できない事象であるのかの判断に関して、地下水圧や水質などの環境指標への影響の有無も重要な知見になるため、今後ともモニタリングの継続をお願いしたい。

→環境調査とモニタリングは超深地層研究所計画において継続していく。環境への影響が確認された場合に工事が中断された事例が国内でも発生している。

【全体】

○深地層の研究施設検討委員会による審議検討結果については承知した。

(2) 地質環境の長期安定性に関する研究

○限られた人員の中で、最先端の技術開発や充実した成果をあげており素晴らしいと感じた。

今後、概要調査に進んだ際に、東濃の持っている技術・人材をどう活用していくつもりか。

→既に NUMO とは出向という形で協力している。年代測定技術開発については、資源エネルギー庁からの受託や科研費などの外部資金も取りながら、引き続き進めていきたい。また、機構内でも今まで協力していなかった部署同士の協力も視野に入れている。

○人材が不足しているとのことだが、その原因は何か。

→地層処分は機構のコアプロジェクトでないため、他部署に人材の配置替えが起こることがあるためである。また、役所や NUMO に出向する人材も確保する必要がある。新入職員を教育することで人材を確保しようと考えている。

○年代測定技術の維持のために、将来的に NUMO の試料を分析することは考えているか。

→社会的な配慮をしつつ幅広く技術継承の方法を模索していく必要があると考えている。

○能登半島の S 波プリッティング解析は、地層処分のサイト選定や長期予測に対してどのように適用できそうか。

→サイト選定という点では、文献調査の段階では深部流体についての要件が定まっていないため、現段階でお答えすることはできない。安全評価を行う際には、深部流体の移動経路等の情報が必要であると思うが、例えばその解析条件設定に反映できると考えている。

○15 ページに書かれている年代測定法は全て専門性が必要であり、夏期休暇実習生や学生実習生制度は次世代育成の場として素晴らしいと感じた。これらの実習生はどのような学生を対象に募集しているのか。専門性を持つ学生を対象にした教育は行っているのか。

→夏期休暇実習生は、機構が設定したテーマに対して学生が応募するもので、HPを通じて募集するため、高専の学生が参加することもある。学生実習生は、大学の先生方を通じて学生を受け入れるものである。どちらも分析実習等を通じた簡単な教育を行うものである。

○実習制度を利用した学生が機構に就職した例はあるのか。

→夏期休暇実習を利用した学生が機構に就職した例がある。また、機構のイベントに参加した学生がポスドクとして採用された例もある。

○能登半島地震の前後の S 波偏向異方性の変動から深部流体の流入が認められたとのことだが、これは、地震前後の変動がないとわからないものなのか。また、地下に伏在する活構造を検出する手法について、どの程度の信頼性がある手法なのか。

→能登の深部流体の事例については、変動があったため捉えられたものである。今後は、他の適用事例も踏まえて、適用性についても検討する。伏在断層の推定法については、信頼性の数値化はできていない。今後、処分事業で使えるように適用性や適用限界といったことについて検討する。

○15 ページに書かれている年代測定技術が東濃に整備されていることはどの程度の研究者に認知されていると考えているか。

→認知度は低いと思う。学会発表や論文発表を通して対外的にアピールしているが、今後も積極的な情報発信が必要だと考えている。

○東濃が保有している年代測定技術に関して、成果の発表はあるがアピールが足りないと感じる。研究者間での認知度を上げるためには、分析の精度や速さが重要であるので、その部分に注力してアピールをしてほしい。

○地層処分事業では、広域から調査を開始し段階的に調査範囲を絞り込んでいく。成果の取りまとめについて、各調査が対象とするスケールを明示して並べると、地層処分事業に対する機構の技術の整備状況が分かりやすくなると感じた。

(3) 高レベル放射性廃棄物等の地層処分システムに関する研究開発及び代替処分オプションの研究開発

○10 ページの付加体中の物質移行特性の理解で、コアの深度が 100m 程度と浅く、地表の水が入ってきているようだが、地層処分にどのように反映できそうか。位置づけを明確にしたほうが良い。

→メカニズム解明を目的としている。

○10 ページの研究は、地表からの酸化還元フロントに関する取り組みとして、母岩自体が酸化還元に対する緩衝機能を持っているかを調べるためと理解している。酸化した地下水が浸入すると、水みちを広げてしまうことになるが、割れ目の表面には鉄酸化物の沈殿によるシーリング効果もある。また酸化物ができると吸着剤として機能してくれる。サイト評価で、付加体の存在が核種移行にプラスに影響するのかマイナスに作用するのかを総合的に勘案して評価するための試験研究を行っていると考えている。

○100°Cを超える環境下での試験は非常に重要と考えているが、処分後に温度環境が変わることに対する検討を行うことが大事と考えている。

○14 ページのように、処分に係る時間スケール毎に各課題を設定して研究していることは素晴らしいことと考えている。一方、中長期計画でも研究は「処分事業の進展に応じ」実施する

と記載されているが、常に基盤的な研究を実施しているようで、将来地層処分にもどのように活用されていくのかが若干見えにくく感じる。例えば核種移行のメカニズムについてモニタリングにつなげていくなど、地層処分につなげる何かが見えると良いと感じた。

→研究機関として査読付き論文の件数を増やす点での基盤研究の実施の一方で、処分実施主体からのニーズへの対応という、両面を睨んで研究開発を進めていく必要があると認識している。

○代替処分オプションについて、深孔処分に必要な面積と社会的受容性とを関係づけて成立性を検討した他国の事例もあるようなので、調査検討を進めて頂きたい。

→拝承。我が国での深孔処分の成立性という観点で、受託元である資源エネルギー庁とも連携しつつ、今後諸外国の事例について調査や評価を継続して実施していく。

4. 総合討論（令和6年度の評価について）

○技術力の存在を学会発表や論文発表などの場を活用して継続的にアピールし、認知度を高めていく取組みが必要である。

○今年度の評価として、研究成果の取り組みについて総合的に検討した結果、適正で効果的かつ効率的に進められていると認識している。研究施設を効果的に活用し、卓越した技術を有しており、顕著な成果の創出が認められた。

5. その他

次年度の委員会開催の内容や時期等は、別途ご相談し決定する。

以 上

補 遺

令和7年3月28日に開催した地層処分研究開発・評価委員会を欠席した各委員について、別途Web会議を行い、令和6年度の地層処分研究開発の現状と今後の予定について概要を説明し、ご意見を伺った。

○新堀雄一委員、小崎完委員（令和7年3月24日（月）15:00～17:00に実施）

[主なご意見]

研究開発全体について

1. 全体概要

○研究業績の件数を提示する際は、研究開発に携わる人員数も併せて提示してほしい。

2. 令和6年度における個別課題の現状および今後の予定

(1) 深地層の研究施設計画（瑞浪、幌延）

【幌延深地層研究計画】

○体系化については、豎置きに対して進められるようだが、得られた成果は横置きについても展開されることを期待する。

○高温での人工バリア性能確認試験において、100℃超の室内試験の条件や結果について、核サ研側の試験結果（資料37-2-5_16p.）と整合を取りつつ明確にしてほしい。

○廃棄体周辺や坑道・ピットの図で、人工バリア周辺のEDZの幅が非常に短いように感じるので、誤解のないようにしてほしい。

○坑道の掘削が深度500mへ到達していることもあり、学生らが地下施設見学できるようにして頂きたい。

【超深地層研究所計画（瑞浪）】

○坑道の沈下はある程度想定された事象であり、埋め戻しは適切な対応を行っている。

○モニタリングでウラン濃度が高くなっている理由は何か。

→深度500m水平坑道の埋め戻し部分から採取した試料水で観測されたものである。この部分は、立坑掘削時に地上で保管していたウランを若干含む堆積岩により埋め戻しを行っている。立坑の埋め戻しに伴い地下水位が回復し、地下水と埋め戻しに使用した堆積岩が反応した結果、ウラン濃度が上昇したと考えられる。

○沈下に関する情報等については、処分事業等についても役立つ内容であり、記録として残しておくことが必要である。

(2) 地質環境の長期安定性に関する研究

○成果のまとめ（19ページ）のところで、「各種年代測定技術の信頼性の向上を図った」とあるが、どの程度信頼性が向上したのか定量的に示すべきである。

(3) 高レベル放射性廃棄物等の地層処分システムに関する研究開発及び代替処分オプションの研究開発

○プレス発表した地下の未知微生物の研究（5ページ）について、箇条書き3項目目の記述と右下図との関係が分かりにくいので説明等を加えてほしい。

→約1万年前までは微生物が移動しやすかった（すなわち、米国微生物とも一部のゲノムが重

複することは自然である) こと、その後は地下水の流れが非常に遅い環境下となり、長期にわたって微生物の移動が制限された可能性を提示した旨、当日の委員会資料に記載した。

○使用済燃料の核種溶出挙動評価は、海外でも多く研究が取り組まれており、それらと今回の成果をもう少し明確に示してほしい。

→海外データは炭酸濃度が低いものが多く、また雰囲気制御を行っていないデータが多いことなどから、本研究の意義について資料や説明で補足を行う。

○直接処分第1次取りまとめ以降、次の取りまとめに向けての動きはあるのか。

→現在は、重要と思われる研究課題に継続的に取り組んでいるところである。

3. 研究開発全体について

○令和6年度の当初計画に従って、着実にデータが得られ、着実な成果が得られていると感じた。なお、成果についてはより分かりやすい形で示し、積極的に公表してほしい。

○WEBB, Erik K. 委員（米国）（令和7年4月16日（水）6:00～7:30（現地時間）に実施）

[主なご意見]

1. 全体概要

- 原子力機構のビジョンである『『ニュークリア × リニューアブル』で拓く新しい未来』は、原子力と再生可能エネルギーの相乗効果を期待させる。
- そのうち水素ガスを分析することは、地熱、地下水素貯蔵、圧縮空気貯蔵、炭素隔離など地中利用との関係が強い。研究を共有することは重要であり、できるだけ多くのパートナーシップを奨励する。

2. 令和6年度における個別課題の現状および今後の予定

(1) 深地層の研究施設計画（瑞浪、幌延）

【幌延深地層研究計画】

- 幌延では、より深い深度への深地層の研究施設の建設が進んでおり、それに伴う大きな成果が期待出来る。
- （TaskA）坑道スケール～ピットスケールでの孔間トレーサー試験は、処分場スケールでの岩石中での不均質な状態での物質移行モデリングに影響を与えるために、重要な試験である。
- （TaskB）人工バリアの設計評価技術の体系化のために、今後行う検証解析による予測と現地での試験結果を一致させることが重要である。
- （TaskC）人工バリア性能確認試験では、HIP 参加機関による連成解析コードの検証のためには、基本的な仮定とソフトウェアコード（計算モジュール）の違いについても押さえておく必要がある。

【超深地層研究所計画（瑞浪）】

- 立坑の長期的なモニタリングは、将来の処分場の長期的な閉鎖段階を理解する点で重要である。
- 立坑の沈下や地下水のU濃度の変化の把握は重要であり、今後も注意深く観測を継続すべきと考える。

(2) 地質環境の長期安定性に関する研究

- 地質調査により岩盤に隠れた活断層を検出するための取り組みで、岩石の種類や断層の条件によって結果が異なる可能性があるが、何種類の岩石を対象に事例研究を行っているか。
→岩種による解析結果の違いは考慮していない。今後、様々な断層タイプや岩種の異なる断層についての事例研究を通じて、調査技術の適用性を検討する。
- 深部流体の地表付近への流入経路としての破碎帯の存在を調べるための研究で、自然に生成された水素は測定されているか。
→自然に生成された水素の測定は実施していない。流体の起源を推定するためには、ヘリウム同位体比の測定などが有効である。

(3) 高レベル放射性廃棄物等の地層処分システムに関する研究開発及び代替処分オプションの研究開発

- 人工バリアの基本的特性のデータベースの拡充は重要であり、継続的に取り組む必要がある。
- 深部微生物に関する研究は非常に重要であり、不均一性/一貫性は、地下施設の建設に起因

する場の変化を理解することと同様に重要である。これは、機構の最も重要な仕事の一つかもしれない。国際社会への貢献として、本研究に重点を置くことを強く勧める。この発表成果は、JAEA のスタッフと海外スタッフとのパートナーシップが成熟し、非常に成功した研究を行っていることを如実に示している。これには、IAEA と ICGR (NEA) によるアウトリーチ、および国内会議が含まれている。

○超深孔処分に関して、日本の地質環境への適用に係る情報を継続して入手する必要がある。

3. 研究開発全体について

○地層処分研究開発における各研究開発課題の項目は、代替処分オプションへの展開を含め、適切である。

○第 4 期中長期目標期間に係る地層処分研究開発について、R6 年度は、着実にかつ効果的に進められている。

○R7 年度には中間評価が予定されているが、機構の研究は、NUMO による処分事業に必要なデータ収集と分析を特定するのにどのように役立っているかという点で評価される必要がある。大半の研究は NUMO のニーズに対応しているが、今後も、NUMO との情報交換を継続して行い、地層処分システムの安全評価ならびに、安全評価を理解するための、各現象のメカニズムの理解やモデルの改善に貢献していくべきである。

以上