

地層処分研究開発調整会議（第3回） -議事要旨

日時：平成29年12月1日（金曜日）15時30分～17時30分

場所：経済産業省本館17階国際会議室

出席者

経済産業省

吉村放射性廃棄物対策技術室長

藤田放射性廃棄物対策技術室課長補佐

文部科学省

嶋崎原子力課廃炉技術開発企画官

原子力発電環境整備機構

梅木理事

川野技術部長

太田グループマネージャー

窪田グループマネージャー

藤崎グループマネージャー

日本原子力研究開発機構

山本理事

清水地層処分研究開発推進部長

産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門

丸井総括研究主幹

電力中央研究所 地球工学研究所バックエンド研究センター

幡谷上席研究員（代理出席）

量子科学技術研究開発機構 廃棄物技術開発研究チーム

田上主任研究員（代理出席）

原子力環境整備促進・資金管理センター

田中常務理事

電気事業連合会 環境部会

熊崎副部会長（代理出席）

日本原燃 埋設事業部開発設計部

重光埋設事業部長

外部有識者

朽山修 原子力安全研究協会技術顧問（主査）

出光一哉 九州大学大学院工学研究院エネルギー量子工学部門教授

大西有三 京都大学名誉教授／京都大学総長特別補佐（非常勤）

小峯秀雄 早稲田大学理工学術院創造理工学部社会環境工学科教授
田中和広 山口大学理事・副学長／山口大学名誉教授
松島潤 東京大学大学院工学系研究科エネルギー・資源フロンティア
センター准教授
山崎晴雄 首都大学東京名誉教授

議題

1. 次期研究開発の進め方について

議事概要

吉村室長より、資料 1 に基づき、本日の会合について説明。

以降、朽山主査による議事進行。

川野技術部長より、資料 2 ～ 4 に基づき、次期全体計画の枠組み（案）と研究開発の進め方（案）について説明。

資料について自由討議を実施

（1. 地層処分に適した地質環境の選定およびモデル化に関する質疑応答）

松島准教授

・スライド p3「(1) 自然現象の影響③地震・断層活動の活動性および影響の調査・評価技術の高度化」の説明で、地下構造等の地下の情報をある程度詳細に把握したいということであれば、やはりキーテクノロジーは反射法地震探査になると思う。

山崎名誉教授

・現在実施中の科学的特性マップに関する意見交換会にも参加しており、好ましくない範囲の基準の 1 つである「第四紀火山中心から 15km 以内のエリア」について、その理由や他にいろいろな側火山が出てくる可能性は無いのかという質問を受けるが、これは原理的にはマグマ溜まりの大きさを外したということの説明できる。地下のかなりの深い領域を研究対象とすることは大事だが、それよりも浅い地殻を対象に高分解能で把握する技術を確立することも重要であり、地域への説明の観点からも留意いただきたい。

・上載層が無く破砕帯だけがあった場合に、これを年代測定等で活断層か否かを評価していくことは重要である。堆積物の年代測定で、いくら古い断層がずれて

いるのが分かったとしても、それが現在まで動いているかどうかは分からない。むしろ新しい時代に確かに動いたかどうかを把握できるかどうかが一番の問題であり、是非その辺りを付け加えていただきたい。

出光教授

- ・高度化という言葉が多く見受けられるが、どこまで内容が分かっていて、それをどの位まで高度化しなければならないのか等をもう少し定量的に示した方がよい。

- ・技術の高度化は、地質環境に係る分野と処分場の設計との関係で、どちらかが良くなればどちらかは悪くても良いという関係も有るかもしれないので、各項目間の関係やつながりが分かる形でまとめられるとよい。

田中副学長

- ・事前に説明を受けており、その際の意見がかなり取り込まれているという印象である。

- ・スライド p2「(1) 自然現象の影響②深部流体の移動・流入に係る現象理解および影響の評価技術の整備」で、有馬型の熱水流体の上昇と停滞している化石海水の問題は重要な課題である。前者については、堆積物で被覆された断層に沿って流体が上昇してくる箇所が地表からでは確認できないため、物理探査技術の開発が重要であり、比抵抗の違いを使う手法が有効である。後者については、背弧側で泥火山のような形で地下深部から上昇した流体が地表に出てくることがあるため、是非議論していただきたい。特に、堆積岩の中の異常間隙水圧に伴う広域的地下水流動の範囲を把握することが非常に重要と考える。

- ・スライド p3「(1) 自然現象の影響③地震・断層活動の活動性および影響の調査・評価技術の高度化」で、破碎帯を対象に年代測定する場合、断層運動に伴い形成される粘土層の幅や理論的に解析されている摩擦熱の影響の範囲などを参考に、サンプリングの方法を検討していただきたい。

- ・スライド p6～7「(2) 地質環境の特性」にある地下水流動の図では同じ水質組成の地下水が一様に流れているように示されている。一般的に地下水は大きな断層や破碎帯に沿って流動するが、地層処分場はそのようなところは避けて選定されるため、断層などに囲まれたマトリクスや小さな割れ目に賦存する地下水についても評価を行い概念図を示す事が重要と考える。

小峯教授

- ・スライド p3「(1) 自然現象の影響③地震・断層活動の活動性および影響の調査・評価技術の高度化」の説明で、ベントナイトの温度制限の 100℃と活断層の熱影

響との関係について確認したい。

- ・スライド p9 にある調査で得られるデータには、人工バリアの設計に資するための基礎データや環境データも含まれるのではないかと思います。人工バリアや処分場の設計の観点での整理も念頭においていただきたい。

大西名誉教授

- ・事前に説明を受けており、その際の意見を取り入れていただいている。
- ・スライド p6 で使用している水みちという言葉は、専門家の間ではずいぶん使われているが、一般の人から見るとその場所が常に水が流れていて非常に危険な状態ではないかということを感じさせる。何らかの形で工学的用語として説明をしておく必要がある。

川野部長

- ・小峯先生と出光先生からの各分野・項目間の関係に係るご意見については、サイト調査で得られたデータが最終的には処分場の建設・操業や閉鎖後の安全評価にどうつながり関連し合うか、これから研究を進めていく中で 3 分野の関連を頭に入れながら、考えていきたい。
- ・松島先生からの反射法地震探査に係るご意見については、我々も反射法地震探査は依然としてキーテクノロジーであると認識しており、より精度を上げていくためのサポートとして測地学的な手法を用いることを考えている。
- ・山崎先生からの火山・火成活動に係る調査と破碎帯の評価に係るご意見については、今後しっかり取り組んでいきたい。

太田グループマネージャー

- ・田中先生からの深部流体に係るご意見については、有馬型だけではなくて、長期停滞水についても、例えば泥火山なども対象に、特に水理学的な影響についてきちんと取り組んでいきたい。そのためには、先生からご指摘いただいたような物理探査、特に MT 法等を活用しながら調査技術の精度を高めていくことにつなげていきたいと考えている。

川野部長

- ・小峯先生からの活断層の熱影響に係るご質問については、ベントナイトの話ではなく、正しくは断層粘土の中にあるスメクタイトが摩擦熱でイライト化することから、このような熱影響を活用して活断層を把握していくという意味である。

吉村室長

・大西先生からの水みちという用語の使い方や、田中先生からの地下水の流れの表現の仕方に係るご意見については、今後に活かしていきたい。

松島准教授

・事業全体でいろいろな不確実性をマネジメントしていく際には、出口戦略を考えておく必要がある。例えば、判断が難しいものについては、著名な学術雑誌に投稿してコンセンサスを得ていくとか、データを公開して多種多様な方法でいろいろな方に検討していただくとか等が考えられる。ただし、それによって逆に不確実性を増やすことになってしまうと良くないため、その辺を注意してやっていただきたい。

田中副学長

・火山活動、断層活動、隆起・侵食について、それぞれがどのくらいの将来を担保するのかによって、どこまで過去にさかのぼって検討を行うかが決まってくる。隆起・侵食では百万年オーダーを視野に入れていることが分かったが、活断層についても同様に過去どこまで遡るのか教えてほしい。

太田グループマネージャー

・断層活動については、測地学、地形学、地質学的な手法を用いて活動性を評価する。測地学的手法では百年程度、地質学的な手法を用いれば百万年程度まで年代を測定することができることから、広い年代の領域に対応できるように技術を整備していこうと考えている。

（２．処分場の設計と工学技術に関する質疑応答）

小峯教授

・幅広い設計オプションと沿岸部というキーワードが示されたが、人工バリア、特に緩衝材で、沿岸部を想定した設計についても、今の段階から念頭においた方がいいのではないかと思う。土木の分野だと、基本設計、詳細設計をして施工し、品質管理、モニタリングというプロセスに進むことから、処分場の設計も、いずれこういう区分を考えていかなければいけない。そういう意味においては、今ある技術をどう組み立てていくかというのをまず、しっかり考えていく必要があり、そのための情報整理の考え方を今一度、整理しておいていただいた方がいい。

出光教授

・緩衝材に Ca 型ベントナイトを使うという話はいろいろな国が検討を始めている。非常に重要な項目であり、コスト面や別のパフォーマンスも出てくると思うので、研究を進めたほうがいい。

・TRU 廃棄物について、最近諸外国もいろいろ問題を抱えており、日本の知見を使いたいとも言われているので、非常に重要な項目だと感じた。

・回収技術の所で、人工バリアを縦置き・横置き方式で整理しているが、回収機器の開発という意味では、縦と横では全然違うので、そのあたりは検討が必要である。

・TRU 廃棄物の一部にあるアスファルトについて、将来、何か良い処理法や別の取扱い方ができた場合等も考えられるので、TRU 廃棄物の回収技術についての検討も重要だと思う。

大西名誉教授

・説明いただいた処分場の設計と工学技術分野の中身については大体よく検討されていると思う。

・掘削技術の高度化という項目にある坑道掘削技術については、基本的に一般のトンネル工事技術が利用可能であると書かれているが、実際にトンネルを掘るときには、応力解析は行わず、通常は標準的な支保パターンを準備して進め、状況が悪ければ、その場で支保パターンを変更する等で対応する。そうすると、掘削損傷領域の評価と実際の工事とをどう組み合わせていくのか検討が必要である。

窪田グループマネージャー

・大西先生からの掘削技術の高度化に係るご意見については、標準支保パターンや支保パターンを変更する際の根拠や信頼性を示すために解析的な評価も含めた設計が必要だと考えている。掘削影響領域の評価については、主に水理的な変化を重要視しており、加えて力学的な影響と水理学的な影響との関係についてきちんと詰めていくことが必要だと考えている。

・出光先生からの人工バリアの縦置きと横置きの検討に係るご意見については、それぞれメリットとデメリットがあるので、横置きについても、これまでの縦置きと同等以上に検討を進めていくべきと考えている。TRU 廃棄物の回収技術については、まず回収のし易さを考慮した概念の検討とその方向性を見定めていきたいと考えている。

・小峯先生からの沿岸部を想定した人工バリアの設計に係るご意見については、設計の中でしっかり考えていきたい。

(3. 閉鎖後長期の安全性の評価に関する質疑応答)

小峯教授

・スライド p19、20 「(1)シナリオ構築①地層処分システムの状態設定のための現象解析モデルの高度化」で、超長期的な安全性の評価に際しては、数学的な解析だけではなく、加速試験的なもの、模型実験、モニタリング等を総動員して、整理した方がいい。

出光教授

・スライド p21 「(1)シナリオ構築②リスク論的考え方に則したシナリオの構築手法の高度化」で、ストーリーボードは安全評価を行っている人だけではなく、地質環境や処分場の設計を行っている人に安全評価上やらなければならないことを理解してもらうという意味で非常に重要である。p21 の表は、情報が盛り込まれすぎていて見にくいので、階層化を進めて見やすくしていただきたい。モデルも、将来は安全評価や許認可がらみで使うこともあると思うので、どのようにシナリオにつながるかということを念頭に置いて開発してほしい。

田中副学長

・スライド p23 「(2)核種移行解析モデル開発②施設設計等を反映した核種移行解析モデルの高度化」の右下の図面について、見方を教えてほしい。

川野部長

・田中先生からのスライド p23 の右下の図面に係るご質問について、左側の図は海水準の変化により地下水流の流出点が変わることを、右側の図は隆起の進展にともない各ポイントが海面下である期間の変化を表しており、時間変化に伴い GBI が変わること示している。

田中副学長

・侵食は考慮されていないのか。

川野部長

・考えている。

朽山主査

・説明いただいた安全評価分野の中身については大体よく検討されていると思う。

- ・安全評価には、それぞれの置かれた状況に応じて、持っている情報を最大限に使って概括的に評価をしながら、その結果を設計やサイト調査にフィードバックをかけるという意味もあるので、そういう視点についても、留意いただきたい。

川野部長

- ・小峯先生の模型実験に係るご意見や、朽山先生の安全評価のフィードバックに係るご意見については、当方も同様に認識しており、実施の段階で参考にしていきたい。

藤崎グループマネージャー

- ・出光先生からのストーリーボードに係るご意見については、現状、ストーリーボードは紙媒体なので、必要な情報が一元管理され全てそこから引き出せるようにストーリーボードの電子化を進めている。

出光教授

- ・ストーリーボードの電子化を進めるのであれば、例えば HTML 形式などの活用ができる使いやすいアプリケーションでお願いする。

（全体を通しての質疑応答）

出光教授

- ・それぞれの分野や項目間で連携することが必要である。

梅木理事

- ・資料 1、p2 の 4. に技術マネジメントがある。個々に研究開発を行っても他の分野に直接フィードバックするのは非常に難しい。例えば一つのやり方としてはセーフティケースのようなものをある周期で作成し、その作業の中でそれぞれの分野や項目にフィードバックするという仕組みを 4. の技術マネジメントの中で示す必要があると思う。

朽山主査

- ・ここで議論している安定な地質環境の選定、処分場の建設・操業・閉鎖、安全評価は、自然科学としてやっているが、この事業そのものは、社会環境に対して適用しないといけない問題であり、自然科学でなく人文科学の問題に相当する。我々の地層処分も全体を考えたら、ここで自然科学のことばかりではなく、人文科学のことをきちっと考えながらセーフティケースを整理したり、コミュニケ

ーションをとらないといけないので、人材育成も含めて課題設定する必要がある。

梅木理事

・これもマネジメントの問題として扱おうと思っており、例えば、回収可能性への要求というのは、以前はそれほど強くなかったが、今や各国でも積極的に取り入れるようになってきている。これは回収可能性を入れたから安全性が増すということではなく、こういう問題に対処するときに回収可能性というものを取り入れたシステムを考えてくださいという社会からの要求だと思う。技術マネジメントでは、社会からの要求を常に柔軟に取り入れられるような技術開発体系にしておくことにも配慮することが必要であり、次回、議論したいと思う。

松島准教授

・地質環境に係る分野では非常に網羅的になっていると思うが、地域性に特化した個別調査に移行するための出口戦略というか落とし込むところを早めに絞り込んだほうがいいのではないかなと思う。

朽山主査

・もう地層処分を実施しようかという段階にあるのだから、研究開発は必要ないというような話が出てくるが、実際はそうではなく、遠い将来を見て、サイト選定、処分場の設計、安全評価を行いながら、新たに出てきた課題に対して研究開発を進めることが重要である。世の中の人にとっては、実際に設計ができるかを確認したり、地質環境の調査方法を確認しながら、常に研究開発を行うということが分かりにくくて、もう研究開発は必要ないのではないかなとか、逆にまだわかってないのなら安全ではないのではないかなと言われたりする。地層処分技術 WG のときもそういう話があり、現在ある情報から考えると好ましい範囲、好ましくない範囲はこうであるということを、社会にわかってもらわないといけない。調整会議の中の研究開発項目の中でも、そういう意図をきちんとわかっていたかどうかというのは大事になるので、うまく整理する必要がある。

田中副学長

・地質環境に関する部分で今回新しいいろいろチャレンジなことを聞いた。それぞれ対象とする年代によって手法や精度も違うので、どのくらいの精度でどこまでの将来における評価を求められているのかを意識した技術開発を行っていくことが必要と考える。

朽山主査

・本日の議論を踏まえて、調整会議として対応について検討し、全体計画の取りまとめに向けて進めてほしい。

吉村室長

・しっかり研究開発のターゲットを絞ること、どこまで研究開発を行うのか、あるいは社会の要請に対応してどうするのか、さらにそれを世の中にどうやっていくかということについてしっかり注意してやっていく必要があると感じた。

・本日のご意見を踏まえて、引き続き、調整会議全体でも整理を進めていくことにしたい。併せて、4つ目の項目として中長期的に研究開発を進めていく上での重要事項について次回は議論したい。次回に向けて引き続き、NUMO に整理していただくことにしたい。次回も先生方のご意見いただく形で開催させていただきたい。

梅木理事

・本日いただいたご意見を踏まえて、調整会議メンバーの協力をいただきながら、NUMO のほうで全体計画の取りまとめに向けた作業を進めさせていただきたい。次回も引き続き外部有識者の先生方には参加していただいて、様々なご意見をいただきたい。

以上

お問合せ先

資源エネルギー庁 電力・ガス事業部 放射性廃棄物対策課 放射性廃棄物対策
技術室

電話：03-3501-1992

FAX：03-3501-1840