

## 第 15 回深地層の研究施設計画検討委員会 議事録（案）

【日時】 平成 25 年 11 月 29 日（金） 13:30～17:45

【場所】 航空会館 201 会議室（東京都港区新橋 1-18-1）

## 【出席者】

委員）西垣委員長，亀村委員，進士委員，宮川委員，吉村委員，渡邊委員

（欠席：嶋田委員，徳永委員，千木良委員，登坂委員，丸井委員）

機構）梅木部門長，石川囑託，杉原ユニット長，伊藤ユニット長，山口室長，瀬尾課長，藤田 GL，野原 GL，大澤 GL，小出 GL，岩月主幹，園部室代，仙波課代，佐藤 SGL，濱副主幹，笹尾副主幹，杉田副主幹，三枝副主幹，水野副主幹ほか

## 【配布資料】

資料 15-1 第 14 回深地層の研究施設計画検討委員会議事録（案）

資料 15-2 研究開発に関連する最近の状況

資料 15-3-1 超深地層研究所計画の現状

資料 15-3-2 幌延深地層研究計画の現状

資料 15-4-1 第 2 期中期計画の骨格について

資料 15-4-2a 深地層の研究施設計画成果の取りまとめの考え方について 地質・地質構造

資料 15-4-2b （同上）岩盤中の水理

資料 15-4-2c （同上）地下水の地球化学

資料 15-4-2d （同上）岩盤力学

資料 15-4-2e （同上）物質の移動

資料 15-4-2f （同上）深地層における工学技術の基盤の整備

資料 15-4-2g （同上）幌延における地層処分研究開発

資料 15-4-3 研究成果の知識統合のためのツールの整備

参考資料 地質環境の長期安定性に関する研究

【議事概要】（委員からの主な意見を「○」、機構からの回答を「→」で示す）

## (1) 研究開発に関連する最近の状況

・研究開発に関連する最近の状況について紹介した。

## (2) 深地層の研究施設計画の現状

## ① 超深地層研究計画

○再冠水試験のモニタリング孔レイアウトは、非常に良く検討されている。天盤でのモニタリングができると更に良いと思うが、技術的に難しいのか。

→技術的には可能だが、工期の問題により断念した。また、試験エリア周辺では湧水が

ほとんどなく、地下水の観測が成立しない可能性もあり、安全策として水平と下向き方向からなるレイアウトとした。

## ② 幌延深地層研究計画

○平成 25 年 3 月 12 日頃に湧水量が大きく低下している理由は何か。

→湧水対策の最終段階として実施した水抜き孔の掘削後に、湧水量が 7m<sup>3</sup>/h 程度とほぼ事象発生前のレベルまで低下した。カバーコンクリートの打設やポストグラウチング等を実施した結果、最終的にその効果が表れたものと考えている。

## (3) 第 2 期中期計画取りまとめ方針

### ① 取りまとめの骨格について

○現状の地質モデルや水理モデルなどは、多くの成果をあげておりその信頼性も高い。

一方、長期変動に関しては、これまで評価項目としてきた火山や活断層などに加え、震災後に重視されている評価項目（変動地形など）を検討する必要があるのではないか。また、工学的対処の可能性（例えば、活断層が動いたとしても数十万年で数 cm 以下であれば工学的に対処可能など）を含め、方向性を再検討すべきと思うが如何か。

→地層処分の基本的な考え方は変わっていないと考えているが、長期変動に関する研究については、サイト選定に資する技術開発から地下水の長期変化など天然現象が地質環境に与える影響を評価する技術開発へとシフトしていく方向で計画している。工学技術に関しても、断層変位による影響評価等を行っており、関連する受託事業も含め、閉鎖後長期の安全評価にその成果を反映させていく。

○最終的なステートメントを発信することは、大変重要なことと考えるが、その対象は誰になるのか。

→とりまとめ自体は、専門家に向けたものであるが、最終的なステートメントは国民の皆さんに伝わるものとしたい。その場合、内容が専門家でない方々にもわかるように工夫する必要があると考えている。

○安全と安心の内、安心に対する答え、もしくは答えに代わる表現（例えば、既存の技術でここまで分かってきた等）を分かりやすく伝えることが重要である。「最終的に良く分からなかった」というメッセージでは安心を得ることはできないと考える。

### ② 深地層の研究施設計画成果の取りまとめの考え方について

#### a. 地質・地質構造

○達成目標が抽象的である他、地上からの調査関連の達成度の多くが○（完了）や△（一部に課題）とされているのは、過小評価ではないか。地上からの調査で割れ目の分布を完全に把握するのは不可能であり、地層処分の観点から十分とされるレベルに到達しているかどうかを検証すべきである。ほとんどの項目は目標を十分にクリアして

いるはずであり、課題が残されているとすれば、一般的な岩盤への適用可能性ぐらいではないか。

→達成目標、達成度ともに検討途中の段階であり、本委員会で頂いた意見を参考に再度整理を行い、次回以降の委員会で説明したい。

○事業者の視点からは、概要調査や精密調査前半を想定した段階での地質構造の取り扱い基準や類型化案（例えば、地上からの調査で識別可能・不能な地質構造の規模等）、影響範囲の検討結果があると大変役立つ。また、物理探査では、適用した手法の限界を示してほしい。

→瑞浪では、主立坑で観察される断層が、地上からの調査でその存在は予測できていたものの、推定を超える数十 m に及ぶダメージゾーンの幅を有していたことがあった。このような経験を含め、ご指摘の点を踏まえた検討を進めていきたい。

#### b. 岩盤力学

○要求される精度と提示可能な成果について数量的な具体性が欲しい。必要な調査の精緻さと調査手法の限界を踏まえた上で、数値目標が必要ではないか。

→地上からの調査で必要な試験点数や岩盤に応じて必要なデータ項目などを整理する等、可能な限り定量的な基準を提示していきたい。

→ご指摘のとおり、定量的な説明が最も理解しやすく、手法の限界を示すことにも繋がる。今回の説明の中でも、そのような成果が散在しているので、整理の上、改めて提示したい。

#### c. 物質の移動

○課題において重要度が全て◎（非常に重要）になっているのはなぜか。

→いずれも優先度が高く、課題間の優劣がつけられないことによる。あえて最優先の課題をあげるならば、A1 群におけるハードウェア・ソフトウェアの整備がそれに該当する。A2 群の課題については、他分野の試験と連携することにより成果を提示できると考えている。

○達成への見込みや達成できない場合の対応が不明確である。課題は、達成できたものに対して、プラスアルファの項目として設定されるべきではないか。全て◎（非常に重要）では、課題が達成されることなく継続されている印象を与える。技術を体系化する上では、完成もしくは完成に近づいたものに対しての高度化の余地等を論じるべきである。

→本研究は、3 年前から本格的に開始されたため、現状の達成度は途上段階のものである。今後、更に加速する必要があると考えているが、必要性・重要性に関しては、日本の地質条件を考慮した上で十分な議論を重ねて検討したい。

○課題を全て◎（非常に重要）とした判断もあり得る。一方、海外で実績のある装置の

導入等により、効果的に研究が進められるのではないかと。

→一部の試験装置に関しては、独自の技術開発（例えば、トレーサー試験装置の孔内トレーサー濃度計測等）を実施しており、日本の得意な技術分野を活かすことも視野に入れていきたい。

○日本の岩盤の収着性能が、海外とそれと比べて高い可能性があることに留意したテーマ設定が重要である。また、単一割れ目を主な対象に開発してきた研究手法を如何に割れ目ネットワークに応用していくかについては、世界的な課題と考えられる。

→重要な指摘である。本研究に関しては、原位置試験やそれに要する機器開発の必要性や意義が厳しく問われており、機構関係者はその問いに明確に答えられなければならない。割れ目ネットワークに関する課題については、日本特有の地質条件の一つと考えられる他、モデリング手法の適用性など未検証の部分も多く、今後の重要なテーマの一つと考えられる。

○調査の出発点として、移流、拡散のどちらの場であるのかを見極めることが特に重要である。拡散場の場合は比較的単純な評価の流れが想定されるが、移流場では、調査の続行や中止など様々のケースが想定され、あるゆる状況に応じた判断や対応策の検討が必要ではないかと。

→今後の課題の一つとして検討していきたい。

#### d. 幌延における地層処分研究開発

○人工バリア関連の研究開発は事業者も実施しており、重複している部分があるのではないかと。

→本研究は、機構が2000年レポートで提示した設計・施工技術を実際の地下環境で確認するものであり、処分事業（特に、精密調査後半段階に想定される人工バリア試験等）にその成果を反映させることを目的としている。事業者とも適宜情報交換を行いながら、進めていく計画である。

○埋め戻し材ブロックにはどのような効果を期待しているのか。

→元の岩盤に近い状態に戻す効果を期待しているが、ズリのみでは止水性能が劣る可能性があるため、ズリにベントナイトを混合した材料構成となっている。

○埋め戻し材ブロック間の隙間はどのようにするのか。

→坑道下部のブロックは締め固めを行うほか、坑道上部のブロックの隙間部分には吹き付けを行う。最終的には、地下水によるベントナイトの膨潤に伴って隙間は閉塞される。

○坑道と近接する上部は、隙間ができるのではないかと。

→大きい隙間については、形が合うような小型ブロックを設置する予定である。

○施工方法については、動画等を用いたわかりやすい説明を望みたい。

→了解した。

・全体についての討論

- 自己評価のため、達成度や重要度は、担当者の考え方に依存している面がある。
- 岩盤力学で課題とされた地震時の EDZ 挙動の理解など、長期の地下モニタリングは地震の多い日本では特に重要なテーマである。他方、全国規模の観測網が構築できない現状では、瑞浪・幌延のみの観測結果から、課題を評価することは困難ではないか。
  - 瑞浪の地震計や動ひずみ計は地上、深度 100m、300m、500m で観測しているものの、いずれも覆工部に設置されており、EDZ の特性を厳密に評価することは難しい。また、瑞浪では過去 20 年間で深度 3 の地震が 3~4 回程度と少なく、大規模な地震ほど観測の機会等も限定されるため、解析による間接的な評価が妥当と考えている。
- 実際のサイトを使った人工バリア試験は、事業者がまだ十分に検討できていない分野であり、反映効果が大きい。ロボットの研究開発等は、必ずしも堅硬な岩盤ばかりとは限らない日本では特有の課題になるのではないか。
  - ご教示のとおりである。現在、定置技術等の開発を行っており、その内の重要となる技術の地下での適用を考えている。機会があれば、その他の技術に関しても挑戦していきたい。
- 湧水がある条件下での、ベントナイトブロックの設置は可能か。
  - 試験対象の坑道は湧水がほとんど観察されないので、設置可能と考えている。湧水が多い環境下では、グラウチングなどの止水対策も必要とされる。
- グラウチングにより、再冠水時に地下水が供給されないといった問題点が生じうるので、その点も検討課題の一つに加えて欲しい。
- 事業者にとっては、調査を進めていく際にどのリスクを受け入れて、どのリスクを避けるかという点が重要であり、今回の整理はその観点で有用と考えられる。今後は、判断の基準に定量性を加えて欲しい。
- いくつかの分野の中での課題として挙げられている閉鎖後の挙動モニタリングは、数十年という期間、遠隔操作によるデータ取得が可能なような技術を目指すのか。地震時の EDZ 挙動のモニタリングでも指摘したとおり、解析による間接的な評価ではモニタリングの意味をなさない可能性がある。重要な研究テーマであることは間違いないが、従来の技術の延長線にあるかどうかを含め、その実現可能性と必要性を十分に考慮して、絞り込んだ形での課題とする必要がある。
  - 国外では、スイスにおいて処分場の一部をモニタリング施設にすることが法律に定められる等、十分条件として位置付けられてきた従来の考え方からの変化の兆しがある。国内でも、社会的受容の観点から、モニタリングの重要度が増してくる可能性もあり、技術開発等を課題として取り上げるべきと考える。
- 他の地下空間利用の現場では、十分なモニタリングができるまでに至っていないが現状である。モニタリングにより、周辺岩盤の性質が変化してしまうといった矛盾もあり、多くの課題を抱えている。

○モニタリングに関しては、土木学会で検討されている。他の地下空間利用においては、間隙水圧計測の手法や装置の耐久性、回収等が大きな課題となっている。また、東日本大震災では、地震や津波に対する地下深部での変化に関する情報が乏しいことが明らかとなった。理想的には、対象とする深度までアクセス可能な空洞（通常は埋め戻した状態を維持）を設置し、地震等、有事の際に実際に地下に入りデータを直接取得することができれば良い。大地震後に、地下で何が起きているかがわからないのは非常に不安である。

→地層処分におけるモニタリングも同様な発想である。有事の際に、人間が地下深部にアクセスし、データを取得・観測できるシステムの構築が重要と考えている。

### ③ 研究成果の知識統合のためのツールの整備

○本システムの役割は、情報のデータベースが中心となるのではない。モデル化・解析や設計などの評価に際しては、無数の条件設定があり得る他、コストや利用可能な技術などの制約条件を加味した上で最終判断がなされるので、単純な話ではない。利用者は、常に最善のものを求める傾向があり、責任問題等に波及する可能性もある。

→主な調査や解析項目の流れを示す例として、活用できる場面があると考えている。

→ご教示のとおり、上位に至る意思決定を自動的に行うことは困難である。本システムは、下位の作業に必要な知識や経験をデータベース化して、素早い意思決定を促すことを目的としている。

○トンネル工事など他の現場でも活用できるように講習会等の開催を検討して頂きたい。

→最初のステップとして、年明けにシステムを公開する予定である。

○海外において同様な取り組みはあるのか。

→地層処分における知識マネジメントの重要性は認識されてきているが、日本以外で体系化やシステム開発を進めている国は無いと思われる。特に、ノウハウを始めとする経験知の集約や活用に特化した試みはなく、おそらく JAEA が初めてである。

○データベース等は、外部に公開するのか。

→その予定である。公開に際しては、できるだけ構造化する等して、事業者や規制機関が利用しやすい形態を目指していきたい。

### (4) その他

次回委員会を2月後半もしくは3月初旬に開催する。

(以 上)