

## 第 16 回深地層の研究施設計画検討委員会 議事録 (案)

- 【日時】 平成 26 年 2 月 27 日 (木) 10:00~15:30
- 【場所】 八重洲ホール 201 会議室 (東京都中央区日本橋 3 丁目 4-13)
- 【出席者】 委 員) 西垣委員長, 亀村委員, 吉村委員, 渡邊委員, 登坂委員, 丸井委員, 嶋田委員, 徳永委員, 進士委員  
機 構) 梅木部門長, 石川囑託, 山崎囑託, 亀井ユニット長, 杉原ユニット長, 伊藤ユニット長, 山口室長, 瀬尾 GL, 小出 GL, 大澤 GL, 藤田 GL, 笹尾主幹, 岩月主幹, 園部室長代理, 仙波 SL, 棚井 SL, 佐藤 SL, 濱副主幹, 三枝副主幹, 水野副主幹, ほか

## 【配布資料】

- 資料 16-1 第 15 回深地層の研究施設計画検討委員会議事録 (案)
- 資料 16-2-1 超深地層研究所計画の進捗状況
- 資料 16-2-2 幌延深地層研究計画の進捗状況
- 資料 16-3-1 成果取りまとめの全体概要について
- 資料 16-3-2a 個別の成果の取りまとめ案について 地質・地質構造
- 資料 16-3-2b (同上) 岩盤中の水理
- 資料 16-3-2c (同上) 地下水の地球化学
- 資料 16-3-2d (同上) 岩盤力学
- 資料 16-3-2e (同上) 物質移動
- 資料 16-3-2f (同上) 深地層における工学技術の基盤の整備
- 資料 16-3-2g (同上) 幌延における処分場の工学技術
- 資料 16-3-2h (同上) 研究成果の知識統合のためのツールの整備
- 資料 16-4-1 超深地層研究所計画の必須の課題 (案) の検討
- 資料 16-4-2 幌延深地層研究計画の必須の課題 (案) の検討
- 参考 16-1 研究開発に関連する最近の状況
- 参考 16-2 コメント対応表

【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) 深地層の研究施設計画の現状 (超深地層研究計画, 幌延深地層研究計画)

○工学技術によって対処しうる事象・対処できない事象に関して、それらを確認するような試験は計画されているのか。

→例えば、想定を超える高温条件下の人工バリア試験等を検討している。どの程度までシステムの健全性が機能するかという点に加え、外乱に対するロバスト設計を行うためのデータを取得すること等を考えている。

○プラグ施工の目標性能と性能確認のための方法はどのようなものか。

→瑞浪では、地下備蓄等の事例を参考に設計している。土圧計、ひずみ計、コンクリートと岩盤の隙間を測る継ぎ目計、温度計等を設置し、性能確認を行うための観測を行う予定である。

幌延では、低アルカリコンクリートを使う予定にしており、止水効果に着目している。

○プラグ施工の性能確認のためには、より詳細な検討が必要である。地下備蓄の事例等を更に調査し、参考にすると良いのではないか。

→拝承

○東濃の再冠水試験では、止水壁の奥と手前で大きな圧力水頭ができるため、地下水の回り込みや岩盤中の水圧低下等が生じ、理想的な試験環境が得られないのではないか。

→止水壁が十分に機能しない場合は、グラウトを併用して止水する考えである。止水壁は継ぎ目ができないようにコンクリートで施工しており、2mの厚さを確保している。

○冠水坑道掘削時に大量の湧水が発生する場合は、止水と掘削を繰り返すことになると思うが、如何か。

→当該坑道は、既に掘削が完了しており、湧水は少なかった。逆に冠水に時間を要するため、別な区間の地下水を導入する必要があると考えている。止水壁の設置位置は、亀裂の状態を見て、止水効果の高そうな区間を選定する予定である。

○日本の堆積岩において、プラグ施工の例はほとんどない。スイスのモンテリトンネルでの出水例もあるため、プラグ部分の透水性などに留意し、慎重に検討すべきである。

→掘削影響領域からの湧水の可能性もあるため、グラウト等による対策も検討していく。

## (2) 深地層の研究施設計画に関する第2期中期計画取りまとめ案について

### ① 成果の取りまとめの全体概要について

○瑞浪の岩盤の特徴をA1群（地質環境の初期状態の理解）の成果の中で、整理すべきではないか。スウェーデンやスイス、カナダなど花崗岩を対象とした海外の地下研究所等と比較して、一般性等を論じてほしい。

→今後、検討していきたい。整理に際しては、いくつかのクライテリアが必要となるが、クライテリアができれば、研究課題の優先付けにも活用できると考えている。

→瑞浪では、日本の特徴の一つと考えられている熱水変質と、これまで水みちとして知られてきた引っ張り割れ目の両方の性格を有している可能性がある。その特徴に該当する区間の湧水量の観測や成因論的な考察があると、大変有益である。

→拝承。現在までに分かっている地質・水理地質構造については、後ほど個別分野で説

明する予定である。

○地質環境特性の分野を含む取りまとめの全体像を知りたい。例えば、処分場の工学技術に関しては、どう整理されるのか。また、回収可能性や可逆性など国内外の最新の動向はどのように取り入れられるのか。

→性能評価研究および処分場の工学技術に関しては、別のカーネルとして準備中であり、地質環境特性の成果と関連する部分は、クロスリンクが図られるようにしている。国際的な動向に関しては、可能な限りそれを踏まえた形で取りまとめたいと考えている。

○2つの地下研究施設を事例として、それらを整理すると良いのではないか。

→拝承。現時点で不十分な点も多いが、今後の課題の中にそのような観点を盛り込んでいきたい。

○両地下研究施設で適用した技術により、花崗岩・堆積岩とも評価できるというメッセージは安直で誤解を生じる。今まで不明だった事が新たに理解されてきたという認識のもと、両地下研究施設が日本全体の中でどう位置づけられるのかという視点で考えるべきである。日本でこれだけ深いところを調べた事例は無く、貴重なデータを今後如何に活用していくかが大事である。

→取りまとめの基本的な方針は、ご意見と同じ考え方で、科学的な成果として取りまとめた上で、技術の有効性を論じることとしている。2つの地下研究施設の成果で全てがカバーできるという訳ではなく、岩種や地質条件の違いも勘案して、一般化できる部分とそうでない部分の見極めを行ったという主旨である。今回の取りまとめでは、今後の計画に如何繋げていくが大事なポイントとなっていることもあり、成果の価値を説明する事を重視している。

○得られたデータと技術の有効性はその位置づけが異なるため、取り扱いには注意が必要である。

→拝承。

## ② 個別の成果の取りまとめ案について

○調査領域の広さに関して、どう考えているか。瑞浪は、研究所用地が狭く、地下水流動など大局的なスケール評価が必要な研究に対して、十分な情報が得られていない可能性もある。

→瑞浪では、計画以前から広域地下水流動研究の一環として、現研究所用地を含む広い領域を対象に、地下水の流動方向や主要な地質構造である月吉断層の水理特性評価に主眼を置いた調査を展開してきた。これらと、研究所用地内やその周辺で実施してきた研究成果を組み合わせ、概要調査で留意すべき点等を抽出できると考えている。幌延でも、研究所の位置を選定するために、広範囲の調査を実施しており、同様な評価が可能である。また、電中研や産総研等と実施した共同研究成果も活用し、反映して

いきたい。

○研究所用地内の調査のみで、全て分るとの誤解を招かないよう、それらの点を記述した方が良い。

○A1 群（地質環境特性の初期状態の理解）は、地表からの調査でここまでやれば、ここまで理解できるというメッセージを表しているという理解で良いか。

→基本的にはその通りであるが、地表からの調査で想定されなかった事も地下で確認されており、研究坑道を使った調査も重要という知見も含まれる。

○想定外の事象も含めて、全てを調べることには無理がある。地上からの情報で把握できる事とそうでないリスクや不確実性を分けて整理する必要があると考えるが、如何か。

→地上からの調査で把握できる事は明確に記述したい。他方、地上からの調査で把握できないような事象等については、それらが発生する可能性やリスクマネジメント上の注意点を挙げるような工夫を考えていく。

○広域地下水流動モデルと地下水の地球化学特性との関連性について、どこまで説明できているのか。特に、深部の塩水系地下水は、長期的な時間変遷の過程で、再現できているのか。

→地下水流動解析と水質の結果から推定される涵養域・流出域、地下水の流動方向といった点は、両方で良く整合している。塩分濃度の高い地下水の分布に関しては、地下水流動解析により傾向として再現されているものの、時間軸の精度に課題を残しており、A3 群（地質環境特性の長期変動・回復挙動の理解）の課題として、取り組む予定である。

○花崗岩深部で化石海水が普遍的に存在しているのか。

→現在のデータからは、判断できない。他に花崗岩の温度が高かった時代の熱水を起源としている可能性もある。断層との関連性も十分に分っていない。

○非常に重要な課題ではないか。化石海水のような動きが極めて緩慢な領域を地下水流動モデルのみで評価することは難しく、時間的な変遷過程や今後どうなっていくかを地球化学データ等と組み合わせて考えていく必要がある。

→不動領域の存在は、一般の方にも訴求力のあるテーマと考えられるため、より深部を対象としたボーリング調査等も検討していきたい。

○二つの地下研究施設を研究して良かった点として、瑞浪と幌延との掘削影響の違いがあげられる。幌延の掘削影響が瑞浪に比べて相当小さいという知見は、大変重要である。瑞浪では、坑道掘削による年代値の若い地下水の引き込みの可能性が指摘されているが、再冠水時の水質変化等を調査する計画はあるのか。

→掘削影響の違いはご指摘のとおりである。予定されている再冠水試験は、試験坑道の長さが 40m 程度と短いので、十分なデータは取得できないと考えている。500m の研究坑道全体を冠水させた状態の予測解析等を行い、次の中期計画の中で試験計画を具

体化していきたい。

○本取りまとめの主な反映先としては、処分事業のどの段階を意図しているのか。

→主として、地上からの調査が実施される概要調査と精密調査（前半）の段階である。

○取りまとめの構造や設計はとても良い。一方、A2群（地質環境特性の短期変遷・回復挙動の理解）が扱う範囲が広いので、例えば坑道掘削のステージや埋め戻し等のタイミングで細分すると良いのではないかと。また、技術的なセールスポイントをはじめ、これまでの調査研究の経緯、地質環境や社会的制約条件等も明示すると良い。

→A2群の範囲は、実際の処分事業における建設や定置、埋め戻しなどのステージに相当している。現在は、詳細に区分していないが、ご指摘のとおり、かなり幅広い項目が含まれるので、工学技術の部分を中心に検討していきたい。

○山岳や鉄道トンネルの技術が活用できるという点について、日本では、深度 500m 以上のトンネルはほとんどなく、概ね 200m 程度である。技術は利用可能と思われるが、坑道が長期的に保持されるかどうかは分からない。深度等の要件は具体的に整理されているのか。

○山岳・鉄道トンネル等、浅い深度では、岩盤物性を主な要因として考慮しなければならないのに対し、処分場等、大深度では初期応力も合わせて評価する必要があると考えている。他の事例を含めて、具体的に検討している訳ではないが、瑞浪の場合、水平応力と鉛直応力が等しくなるような深度が存在しており、その区間では、掘削がより容易になる可能性がある。

○現在までのトンネル掘削が岩盤等級を用いて施工できているのは、最悪の結果と施工の成立性の範囲内で、余裕のある幅を持った設計を行い、その後、現場データによる確認や更新をしているためである。初期応力と変形係数に基づき、施工可能という表現は、再考した方が良いのではないかと。また、初期応力を得るためには、水圧破碎法やオーバークォーリングなど、様々な手法があり、同じ場所でも異なるデータが得られる事が多く注意が必要である。

→ご指摘の点を踏まえて、取りまとめていきたい。

→関連して、単一の技術論ではなく、瑞浪・幌延以外の岩盤にも対応できるように、オーダーメイド的な発想も必要とのコメントも頂いている。

○オーダーメイド的というのは、値の得られていない特性に対して、その取り扱いの方策を具体的に提示できることを意味している。工学技術関連では瑞浪・幌延とも多くの事に取り組まれており、例えば可燃性ガス湧出下でのグラウト施工等、いろいろな課題がこの 10 年の間でクリアにされている。一方、長期挙動については、分っていないことが多く、今後の課題として位置づけられたい。また、物質移行関連については、堆積岩の二重空隙構造下での拡散効果に着目すると良いのではないかと。

→亀裂性媒体が多孔質的挙動を示す事もあり、瑞浪・幌延で共通する課題、差別化すべき課題を見直し、今後の課題を設定していきたい。現時点では、低透水性領域の割れ

- 目ネットワークのモデル化を重要な課題の一つとして挙げている。
- 物質移行に関する研究等は、処分場閉鎖後のセーフティケース構築に際して、どう活用できるのかという観点から、整理することが必要と考えている。
- 処分事業を進める際の段階的意思決定に際して、ノーと言えるような判断基準は整理できているのか。特に、閉鎖後長期の安全性という観点から、何らかの判断が求められると思うが。
- 現時点では、明確に整理できていない。今回、A1を中心とした成果が多く得られたので、今後それらの確認作業を通じて、フィードバックを試みたい。
- 精密調査の後半では、後戻りが難しくなるので、工学的対策で影響を除外する、もしくはレイアウト的に影響を避けるような方策を中心に考えていくことになる。A1群の成果で最も重要な点は、地上からの調査で予測した地質環境が、地下でどこまで把握でき、何が把握できなかったのかという所である。把握できなかった要因や対策についても可能な限り明らかにされたい。
- 拝承。一般的に反映しうる成果と個別の留意事項を分けて記述したい。適用範囲については、誇張がないように注意する。
- 幌延の人工バリア試験に関して、地下水の浸透が把握可能なセンサー類は設置されるのか。
- 水分計や温度計、pH計等を100個程度設置する計画である。
- 海外の試験では、水分計による観測ができていない事例もあるようだが。
- 比抵抗計測の併用等についても検討中である。
- センサー類に関して、最新の動向を調査し、反映したのか。
- スウェーデンやスイス等で実施されている試験結果や経験を参考にしている。100個という個数に関しても、釜石での経験や海外の専門家のアドバイスに基づいて決めている。
- 耐放射能センサーは検討されているか。
- 今回は主たるモニタリングシステムの機能確認が目標となっているため、検討に含まれていないが、処分概念や回収可能性等、今後の検討においては重要な技術的要素になりうる。調査は継続していきたい。
- 2000年レポート以降の進展に基づき新しい課題を提示すべきと考えるが、如何か。
- 現時点での最新の研究成果を取り入れた試験、施工を実施する予定である。ご指摘の点を踏まえて、その主旨を分りやすく説明していく。

### ③ 研究成果の知識統合のためのツールの整備

- 誰を対象としたものか。実用化に向けた現状はどうなっているのか。
- 本システムは、研究者や管理職が作業の進捗や情報・知識を管理・共有化するもので

ある。現在、事業者を始め関係者が利用できるよう公開に向けた準備を行っている。

### (3) 深地層の研究施設計画の必須の課題（案）の検討

#### (4) 全体討論

○必須の課題については、社会的要請と技術的課題の 2 つを上手くバランスさせる必要がある。技術的課題の例として、瑞浪のコンパートメント構造があるが、これは必須の課題に含まれているのか。

→A2、A3 の課題の中に含まれている。

○取り組む課題が具体的に分るような工夫が必要かも知れない。現状では、技術的な必要性が読み取りにくい。

→拝承。

○幌延でコンパートメント構造が形成されている可能性はあるのか。

→存在を示唆するようなデータは十分に得られていない。必須の課題の内、堆積岩の緩衝能力に関するテーマに含める形で、瑞浪とも歩調を合わせ、今後検討していく。

○瑞浪と同様に、幌延に関しても深部の塩分濃度の高い地下水の起源や成因に関する課題を含めた方が良い。その場合、現在の研究所用地内のデータのみでは、把握できる現象等に限られる恐れがある。

→ご指摘のテーマは、必須の課題の内、堆積岩の緩衝能力に含めている。データの取得範囲については、拝承。

○幌延の塩分濃度の高い地下水に関しては、研究坑道等を利用して、圧力挙動に対称性を生じるメカニズムに関する研究を進めて頂きたい。

→拝承。

○幌延の必須の課題に関して、地下水関係のテーマを地質関係の下位として位置付けるのではなく、主要なテーマの一つとして挙げても良いのではないかと。

→拝承。物質移動関係の研究テーマも含めた形で、今後検討していく。

○幌延では、地上からの調査で把握できる特性のスケールと精度を地質、水理、地下水の地球化学の観点から整理されることを期待する。幌延の必須の課題について、処分概念オプションでは横置きも検討されているのか。

→含まれている。様々な概念があるため、どれを選択するか、どう組み合わせていくか等は今後の課題である。

○幌延の必須の課題にある実証試験について、実証という言葉には、完全性を問われる事もあるので注意を要する。段階的かつ達成可能な目標を設定しておく必要があるのではないかと。

→他に性能確認・適用性確認などの用語も用いられており、誤解や誇張を招かないよう、必要に応じて定義していきたい。

○必須の課題に関しては、技術的な観点から、強い意志を表明すべきである。また、海外の先行研究の後追いではなく、アジアのリーダー的存在として、日本独自・アジア独自の視点を更に打ち出してもらいたい。また、最終的なゴールを決め、不退転の決意で臨まれることをより一層期待する。

○地下研究施設で、どのような新しいことが分かったかということが理解できるように、まとめて頂きたい。他の委員の意見とも重複するが、地上から推測したものが、実際の掘削を通じて、どう合っていたのか、あるいは違っていたのかを取りまとめの中に含めて頂きたい。

→拝承。

(以 上)