

第 14 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 3 月 15 日（金） 10:00～15:00

【場所】 航空会館 901 会議室（東京都港区新橋 1-18-1）

【出席者】

委 員）西垣委員長，内田委員，亀村委員，河西委員，進士委員，徳永委員，千木良委員，
登坂委員，丸井委員，吉村委員，渡邊委員（欠席：嶋田委員）

機 構）梅木部門長，清水副部門長，石川上席嘱託，山口室長，杉原ユニット長，
亀井ユニット長，青木研究主席，瀬尾 GL，藤田 GL，小出 GL，佐藤 SGL，濱副主幹，
松井 SGL

【配布資料】

資料 14-1 第 13 回深地層の研究施設計画検討委員会議事録（案）

資料 14-2 研究開発に関連する最近の状況

資料 14-3 超深地層研究所計画 -平成 24 年度の進捗と今後の展開-

資料 14-4 幌延深地層研究計画 -平成 24 年度の進捗と今後の展開-

【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について

・研究開発に関連する最近の状況について説明を行った後、質疑応答と議論を行った。

○3. 11 を踏まえ、深地層の安定性について色々やられるということだが、何か新規にやられるようなことをお考えなのか。

→これまで技術の整備を目標に進めてきたが、今後は、深地層が有している安定的な特長を、もっとアピールしていく研究開発が大事だと考えている。

○スライド 6 ページの原子力委員会の見解に対する対応は、JAEA が対応するものなのか。

→国レベルでの今後の議論を踏まえて対応していくことになると思う。

○URL の存在意義を考えると、地層処分に関する工学技術も重要な課題と認識しているが、この点はどうするのか。

→地層科学研究の中でも、深地層の工学技術として地下施設の設計・施工等に関する技術の開発を重要な課題と位置付けている。また、処分技術に直接関連する工学技術については、幌延で実施していくことになる。

○URL の存在意義を考えると、地層処分に関する工学技術も重要な課題と認識しているが、この点はどうするのか。

→地層科学研究の中でも、深地層の工学技術の開発として地下施設の設計等の技術の確立を重要な課題と位置付けている。また、処分技術に直接関連する工学技術は幌延で実施していくことになる。

○今回の学術会議の議論では、JAEA はどのような役割になっていたのか。いままでの経緯を知らずに議論されているのではないのか。

→JAEA としては、直接的な関与はないが、NUMO からの情報等はインプットされていると聞いてい

る。

○私もこの学術会議の委員であった。人選がなされた経緯は存じ上げないが、最後の報告書については委員長や幹事がまとめている。十分ではないかもしれないが、それなりの報告であると認識している。

2. 超深地層研究所計画 -平成 24 年度の進捗と今後の展開-

・平成 24 年度までの研究成果と第 2 段階としての第 1 段階成果の妥当性評価の現状と今後の展開について説明した後、質疑応答と議論を行った。

○再冠水の研究は重要であり、特に埋め戻した後が重要である。埋め戻し時の材料などを色々検討していただければと思う。

→本試験は再冠水に伴う地質環境の回復の把握等がメインであるが、御指摘の点は今の研究のフレームワークの中で取り込めるものはしていきたい。

○今後、第 1 段階との比較により予測を検証することは、地上からの調査の技術基盤の確立の観点から非常に重要である。第 2 段階のとりまとめはそういう観点からは是非お願いしたい。

→そのような方向で考えている。

○花崗岩中の上部割れ目帯と下部割れ目低密度帯との境界深度の推定結果が合っているとのことだが、概要調査段階で想定されるボーリング本数より多くのボーリング孔を使って推定しても意味はない。概要調査段階で想定されるボーリング本数(間隔)を想定した予測から開始し、次第に予測に使うボーリングの本数を増やして、どの程度ボーリング間隔が狭まれば予測の精度が向上するかと言った検討を行い、不確実性のマネジメント手法に関する検討を行うことも重要と考える。

→第 1 段階の予測に関しては、ご指摘のようにボーリング孔を多数使って研究用地での上部割れ目帯と下部割れ目低密度帯の境界を推定したわけではなく、研究所周辺のボーリング調査から得られた境界深度と新第三紀層の層厚との相関から、深部ボーリング孔が 1 孔しかない研究用地内での複雑な形状の境界面を推定した。ただし、境界深度と新第三紀層の層厚との関係は、チャンネル構造内に限った研究用地特有のものである可能性があるので、チャンネル構造以外の場所でも境界深度が推定できるような手法の一般化に関する検討も進めていきたい。

○水理構造におけるコンパートメントの着目は良い。断層といった大規模構造だけでなく、割れ目ネットワーク構造の違いによるコンパートメントも頭に入れておく必要がある。

→電中研が実施したボーリング調査により、2 本のボーリング孔間では、割れ目がネットワーク状に連結していることが明らかになっている。来年度、その周辺に複数のボーリング孔を追加して掘削し、水理場を把握する計画があるので、ご提案の観点での検討も可能と思う。

○その方向でいいと考えているが、再冠水試験ではブロックスケールレベルでのモデル化は必要になると考えられるので、再冠水試験の場の調査の一環としてブロックスケールのモデル化を行い、ボーリングで予測した結果を坑道で検証すると言ったステップを加えてはどうか。

→御指摘の方向で考えていきたい。

○LPG 備蓄基地等の経験から言えば、サイトスケールとブロックスケールモデルの違いは次元が違いう話である。やった結果を何に反映できるかという視点での調査研究にしないと、外向けの情報発信には耐えられない。例えば、プラグも 4MPa の圧力がかかると水がまわってしまうよ

- うな事例がある。再冠水試験は何の状態を再現したいのかも含め目的を明確にすることが重要である。
- 再冠水試験の目的は、埋め戻し後に初期状態にもどるかどうかを確認するとともに、地質環境の緩衝性能等を把握することである。深度 500m は深地層の環境（割れ目が少ない低透水性の場）であることから、このような場で試験をしたいと考えている。
- これまでの経験から、どこまで初期状態に近づいたら戻ったということにするかについては、あらかじめ見通しをもってやらないといけないと考える。
- 再冠水試験は興味があるが、例えば試験場所に熱源を入れたような試験は考えているのか。
- 今はスコープに入っていないが、坑道規模ではなく小規模なピットレベルではできる可能性はあると考えている。
- スライド 18 ページの地下水流動解析についてだが、山田断層帯はあってもなくても関係ないのか。
- 断層の有無は重要ではなく、2つの広域地下水流動系がぶつかる箇所に地下水の滞留が生じているとの解析結果が重要であり、今後これを確認したいと考えている。
- スライド 7 ページ目については、岩体として見た場合には、主立坑断層の北側が構造的にしっかりしたものと考えられるが、この構造を考えている根拠とその信頼性を簡単に説明してほしい。
- 研究所用地外についてはわからないが、用地内では、地上から掘削したボーリング孔（MIZ-1）の調査や物理探査の結果から主立坑断層の北側には健岩部が広がっていると推定したが、300m アクセス坑道からのボーリング調査、500m の先行ボーリング調査などにより、北側の岩体の構造が相当の信頼度をもって明らかになりつつある。
- 例えばボーリング調査等がない状況で 100m 先のことはわかるのか。
- 今回報告した逆 VSP 探査結果が検証されれば、そのような用途で使える方法の一つと考える。
- そうであれば、その有効性を示しておくことは重要と考える。
- スライド 8 ページには項目表が示されているが、どこまで技術を整備したらエンドなのか。第 1 段階の検証結果を示されているが、あまり細分化されかつ厳密に合っている合っていないの議論をすると、際限がなくなるのでは。より上位の目標を示して、それに対してどうだったかを議論するようにしないといけない。
- 今回は、第 1 段階の検証状況として、各技術の精度を示すため、推定結果が実際と合っている合っていないといった検討結果をお示ししたが、最終的なとりまとめに向けてはご指摘のような観点での評価を検討していきたい。
- 最終的には、天然バリア性能に影響がないものについては、調査をしなくてもいいという考え方もある。何のためかという上位目標について検討された方が、国民を対象とした場合の説得性があるので、外部への示し方についてはご検討願いたい。
- 岩石の強度等は地上からの調査によりだいたい予測できそうな所まで来ているという印象を受けた。状態の変化については、まだ課題が残っているという印象だが、分かっていることとわかっていないことが今一つはっきりしない印象である。
- 再冠水試験について、似たようなもので電中研でも CAES での実験の経験があると思う。LPG 備蓄基地においても、深度 100m 程度でプラグを設置した気密試験をやっている。そのような

情報も参考にするとよい。

○一番必要なのは地上から地下を推定する技術、つまり物理探査のようなものとする。とりまとめにおいては、物理探査により地上からどの程度のことがわかったかや地下に坑道を掘削している時の変化がどのように表れてきたのかに留意して示してほしい。宇宙線ミュオン粒子を利用した物理探査を適用してみるとよい。

→坑道からの調査段階では、予定した領域に実際に坑道が展開できるかを確認することが主要な目的の1つと考えられることから、物理探査のような非破壊調査法の評価が重要であると考えている。そのため、外部専門家の意見も伺い大きな取りこぼしのないような計画にしたいと考えている。

○スライド13ページに示されているような結果は、精密調査の後半段階のものと想像されるが、とりまとめにあたっては、このようなものが地上からの調査ではっきりわからないときモデルでどこまで取り込めるのか、断層の影響領域はどの程度なのかあるいはどの程度離せば安全性を確保できるのかなどの知見が示していただければありがたい。また、反射法は結晶質岩では効果的でないと考えていたが、逆VSPはいい結果が得られているようであり、このような調査技術の適用性についても併せて示していただければ考える。

3. 幌延深地層研究計画 -平成24年度の進捗と今後の展開-

・超深地層研究所計画と同様に、平成24年度までの研究成果と第2段階としての第1段階成果の妥当性評価の現状と今後の展開について説明した後、質疑応答と議論を行った。

○第1段階の方法論については是非瑞浪と同じような分析をして示してほしい。また、2つの異なる岩盤での地下研でやっているの、横並びで見た場合の総合的な評価もお願いしたい。

→今まで以上にシステムティックにやっていきたいと考えている。横並びの評価では共通部分と違う部分を明らかにしつつまとめたい。

○ぜひお願いしたい。技術的な掘り下げも進むと期待される。

○スライド31ページのメタンガス等の湧出であるが、2/6はガスと地下水が両方出て、2/7は地下水のみが出てきたのか。

→2/7の湧水時もガスは出ているが、換気によって濃度が下げられている。

○処分技術関係ではガス移行試験を計画しているようであるが、安全評価に関連した岩盤内のガス移行といった視点での研究計画はないのか。

→まずは、人工バリア関係についてガス移行試験の計画の詳細化をおこなっている。岩盤中のガス移行については、バックグラウンドに多量の溶存ガスが存在していることから、まずは室内試験レベルで検討しつつ、幌延で実施する場合には試験の目的をより明確にできるようにしたい。

○ ^{13}C はかなりばらついていたと思うが、地下水流れの多い少ないで溶存しているガスの起源が変わっている可能性もある。また、坑道内への湧水により変化する可能性もあるので注意深く見ていただきたい。

→第1段階の調査結果から、幌延地域においては、バイオジェニックとサーモジェニック起源の両方のガスが存在していると考えている。ただ、これまでは ^{13}C 等の経時変化を見ていなかったことから、今後注意して評価していきたい。

○脆性度については、それ自体が良くないといったわけでもないないのでご承知置きいただきたい。

ただ、スライド 23 ページのダクティリティは元々破壊までのひずみで表わされるもので、今回の地山強度比とは意味合いが違うのではないかと。また、埋め戻し材についてはベントナイトとズリを混ぜるとアルカリ性になるのではないかと。

→他の先生にもご意見を伺った結果、脆性度は結晶質岩ではよく使われるが堆積岩ではあまり使われないことなどから、ダクティリティの代わりとして地山強度比を用いることとした。

→ベントナイトは水にとかしても pH8 程度にしかない。

○地山強度比が 2 を割ると岩盤は塑性化するが、幌延では逆にそういう状態が想定されているのか。

→幌延の URL 建設という観点というよりは、事業において地山強度比が 2 を割るような所の坑道掘削についてその施工性に関する指標として使うことを考えている。

○ガスと地下水の湧出についてであるが、坑道掘削前に実施していたプレグラウチングが結果として効いていなかったのは、対象とするターゲットを間違えたのか施工管理が悪かったのか。この原因の究明は重要な情報と考えるので徹底的にやっていただきたい。

→グラウチングは坑道沿いをカバーするように行っている。今回の原因は検討中であるが、断層の分布や性状を踏まえた施工方法の改良についても検討していく予定である。

○地山強度比が 2 を切るということは、支保工の内側に何らかのサポートが必要である。処分場の場合は、長期間空洞を安全に維持する必要があると、2 を切らない所がよいのではないかとと思う。

→基本的に埋め戻しした後は問題にならないが、リトリバビリティといった視点からは操業期間は長くなることが想定されるため、そのような場合は検討が必要となる可能性はある。

→別の観点から、例えば期間的に長い長期変遷については、岩盤の変形を想定した場合に、高透水性と関係が深い引張亀裂が生じないような地質環境特性を評価できる可能性が考えられ、そのような検討を実施する予定である。

○このような議論が非常に重要と考える。技術をつくっていくことに加え、実際の場が与えられた時に、その状況を考慮しつつ色々なオプションを検討したらいいと考える。

○断層粘土があるような所にはグラウト材は入らないが、例えば粘土の部分を洗い流してからグラウチングを行うといった新たな方法論も重要な話と考える。

4. 総合討論

○幌延では物理探査等によりもっと広範囲を調べる計画はあるのか。スライド 6 ページの表には、計画として取り入れられるようであれば取り入れた方がよい。

→現状はない。ただ、第 1 段階で実施した反射法探査では、連続的な反射面を捉えきれていないため、現在そのデータの再解析を行っている。

○結晶質岩と比べると、堆積岩は一般的に層構造なので、反射法探査は有効と思っていたが、必ずしもそうではないということか。

→地質構造が複雑な場合は、反射波が散乱して見えない場合がある。解析結果が出たらまたご報告させていただきたい。

○メタンガスと地下水の湧出の関連だが、断層粘土はどのようなものなのか。

→幌延の堆積岩の起源は基本的に珪藻土だが、今回ご紹介した S1 断層の部分は火山灰が起源で

あり、層面滑りに伴い粘土化したものである。

○幌延のスライド 14 ページの実測データでは、塩分濃度の高い所と低い所があるようだがこの違いの理由は。アップコーニングは見られているのか。塩分濃度は深い所で高いのか。

→声間層中は塩分濃度が高く、声間層と稚内層の境界は塩分濃度が低い。アップコーニングは認められていない。

○幌延の掘削影響評価に関しては、3 次元逐次掘削解析を行っているようであるが、今後どのような考え方で解析をすすめるつもりか。

→350m の水平坑道でも掘削対象の岩盤に強度の大小があることから、このような特徴を考慮して解析評価を進めたいと考えている。

○幌延のスライド 18 ページであるが、平板載荷試験は掘削影響を受けた領域も含んだデータと考えると、掘削影響を受けていても十分に良い岩盤という理解になるがそれで良いか。

→一概には言えない。

○瑞浪・幌延の URL も地下深部までの掘削が進み施設も整備されつつあることから、個々の研究についても、委員の皆さまからいろいろご提案をいただけるとありがたい。

○平成 25 年度からはとりまとめに向けてご相談をさせていただきたいと考えているのでよろしくをお願いしたい。

5. その他

○その他のご意見等は、電子メール等で事務局へ連絡いただくこととした。

以 上