

# 深地層の研究施設計画に関する 第3期中長期計画成果取りまとめ(CoolRepR4) に対する評価結果について

令和4年1月31日

深地層の研究施設計画検討委員会

# 深地層の研究施設計画検討委員会の役割

## 「深地層の研究施設計画検討委員会の設置について」

### 第1条(設置目的)\*

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構が北海道幌延町で進めている**深地層研究計画**(以下「**幌延計画**」という。)では、地下に展開した坑道等を利用して地層処分技術に関する研究開発を進めている。**幌延計画における研究開発について審議検討をいただき、客観的な評価を得て計画に反映し、優れた成果を効率的に得て、これを処分事業や安全規制等に時宜よく反映していくために、深地層の研究施設計画検討委員会**(以下「**委員会**」という。)を設置する。  
なお、岐阜県瑞浪市で進めている**超深地層研究所計画**(以下「**瑞浪計画**」という。)ではこれまでの成果の取りまとめとともに、坑道の埋め戻し等の作業と環境モニタリングとして地下水の水圧・水質観測を実施しており、委員会においてこれらの状況を報告し、**成果のとりまとめやモニタリングデータ等に関する助言を得る。**

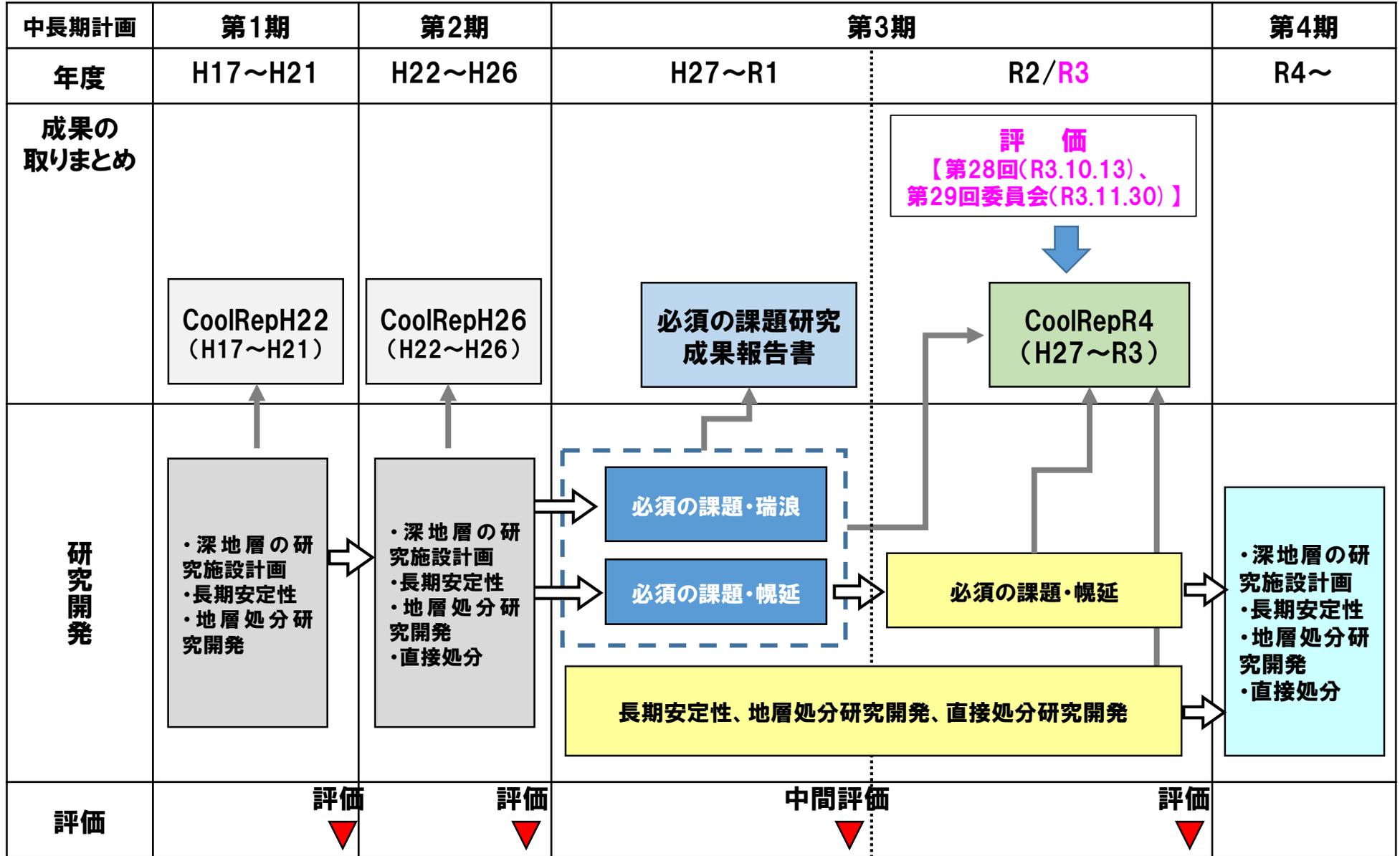
\*設置規程より抜粋

## 第3期中長期計画(深地層の研究施設計画関連抜粋)

**超深地層研究所計画**については、**地下坑道における工学的対策技術の開発、物質移動モデル化技術の開発及び坑道埋め戻し技術の開発**に重点的に取り組む。これらに関する研究については、令和元年度末までの5年間で成果を出すことを前提に取り組む。また、同年度末までに、跡利用を検討するための委員会での議論も踏まえ、土地賃貸借期間の終了(令和4年1月)までに埋め戻しができるようにという前提で考え、坑道埋め戻しなどのその後の進め方について決定する。**令和2年度以降においては、坑道埋め戻しなどのその後の進め方について定めた「令和2年度以降の超深地層研究所計画」に基づき、土地賃貸借期間の終了までに坑道の埋め戻し及び地上施設の撤去を行う。**また、埋め戻し期間中は、埋め戻しに伴う地下水の回復状況を確認するために、**実証研究を兼ねてモニタリングシステムの有効性を確認する。**

**幌延深地層研究計画**については、**実際の地質環境における人工バリアの適用性確認、処分概念オプションの実証及び地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証**に重点的に取り組む。また、令和元年度末までに研究終了までの工程やその後の埋め戻しについて決定する。**令和2年度以降においては、研究終了までの工程やその後の埋め戻しについて定めた「令和2年度以降の幌延深地層研究計画」に基づき、実際の地質環境における人工バリアの適用性確認、処分概念オプションの実証及び地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証を進める。**

# 評価の経緯



# 評価の項目と視点

| 評価の項目        | 評価の視点   |
|--------------|---|
| 取りまとめ内容の妥当性  | <ul style="list-style-type: none"><li>✓ 中長期計画期間における研究開発成果を継続的にCoolRepとして取りまとめることは妥当か</li><li>✓ CoolRepR4の作成方針、およびその構造や構成は妥当か</li><li>✓ 中長期計画期間に得られた研究開発成果が網羅されているか</li><li>✓ 個々の研究開発成果への追跡性が確保されているか</li></ul> <p style="text-align: right;">・・・等</p> |
| 中長期計画に対する達成度 | <ul style="list-style-type: none"><li>✓ 地層処分の事業や安全規制に貢献できる成果が得られているか</li><li>✓ 報告書や国内外の学会、論文等を通じて、適切に成果が発表されているか</li></ul> <p style="text-align: right;">・・・等</p>   |

# 深地層の研究施設計画検討委員会 委員

## 【委員長】

西垣 誠 (統合物性モデル技術研究組合 理事長)

## 【委員】

亀村 勝美 (公益財団法人 深田地質研究所 顧問)

窪田 茂 (原子力発電環境整備機構 部長)

嶋田 純 (熊本大学大学院 特任教授)

進士 正人 (山口大学大学院 教授)

千木良 雅弘 (公益財団法人 深田地質研究所 理事長)

徳永 朋祥 (東京大学大学院 教授)

幡谷 竜太 (一般財団法人 電力中央研究所 部門長)

増本 清 (島根大学大学院 准教授)

丸井 敦尚 (国立研究開発法人 産業技術総合研究所 招聘研究員)

# 評価結果(1/2)

## 「取りまとめ内容の妥当性」について

CoolRepR4において取りまとめられた内容は、これまでに公表された学術論文や報告書等に基づき成果が適切かつ的確に記述されているほか、網羅性・追跡性も確保されており、技術的に妥当と評価します。本取りまとめは、地層処分技術の発展や理解向上に大きく寄与するものであり、今後はより多くの人々が幅広く利活用できるようウェブレポートの特徴を活かした機能の充実など、更なる環境構築や情報発信を期待します。

|             |           |
|-------------|-----------|
| 1. 妥当である    | ★★★★★(5名) |
| 2. 概ね妥当である  | ★★★★(4名)  |
| 3. やや不適切である |           |
| 4. 不適切である   |           |

# 評価結果(2/2)

## 「中長期計画に対する達成度」について

CoolRepR4の中長期計画に対する達成度については、取りまとめられた成果が目標に対して到達しており、かつ結晶質岩および堆積岩を対象とした地層処分技術として有用な成果が事例的に示されていることから、概ね妥当と評価します。本取りまとめで集約されている実際の地質環境下で得られたデータや知識、経験は、地層処分の事業や安全規制を支える上でますます重要となることから、今後はわが国の多様な地質環境を考慮した実用的な視点から、成果の活用を具体化していく取り組みを期待します。

|             |            |
|-------------|------------|
| 1. 妥当である    | ★★★(3名)    |
| 2. 概ね妥当である  | ★★★★★★(6名) |
| 3. やや不適切である |            |
| 4. 不適切である   |            |

# (参考)第3期中長期目標期間における研究成果の概要

| 細目            | 第3期中長期計画   | H27-R3(第3期中長期期間全体)の成果   |
|---------------|--|---|
| 1) 深地層の研究施設計画 | <p>【超深地層研究所計画】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「必須の課題」の着実な実施と令和元年度末までに成果を取りまとめ</li> <li>・令和2年度以降の計画に基づき坑道の埋め戻し及び地上施設の撤去を進めるとともに、モニタリングシステムの有効性を確認</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・大深度の水平地下空間を安全に掘削し維持する技術や、地下空間を活用しながら、大深度の地質環境を調査・評価する技術を確立し、「必須の課題」の成果として取りまとめ、所期の目的を達成した。</li> <li>・令和2年度以降の計画に基づき、坑道の埋め戻しを計画的に進め、令和3年12月2日に坑道の埋め戻しを完了し、当初の予定どおり令和4年1月16日の土地賃貸借期間までに坑道埋め戻し、地上施設の撤去を完了するとともに、モニタリングシステムの有効性を確認した。</li> </ul>  |
|               | <p>【幌延深地層研究計画】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「必須の課題」の着実な実施と令和元年度末までに成果を取りまとめ</li> <li>・令和2年度以降の計画に基づき「必須の課題」のうち残された課題に取り組む</li> </ul>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・令和元年度までに実施した研究の成果を報告書として取りまとめ、その結果も踏まえ、引き続き研究開発が必要と考えられる課題を抽出し、「令和2年度以降の幌延深地層研究計画」を策定した。また、稚内層深部(深度500m)での研究の実施を機関決定した上で、「幌延深地層研究の確認会議」で確認を得た(R3.7)。</li> <li>・人工バリア性能確認試験データを用いたTHMC連成現象の評価手法の信頼性向上・高度化のほか、坑道周辺の酸化抑制メカニズムの解明、断層・割れ目の長期的な透水性の評価手法の開発など、着実に成果を創出し、実際の処分事業においても実用的に活用可能な技術基盤の整備に大きく貢献した。</li> <li>・幌延深地層研究センターを活用した新たなOECD/NEA国際共同プロジェクトに関わる準備会合への参加機関の募集を行った(R3.10.26)。</li> </ul> |

## 資料 33-3-2 参考資料

令和3年12月27日  
深地層の研究施設計画検討委員会  
委員長 西垣 誠

### 深地層の研究施設計画に関する第3期中長期計画期間の成果取りまとめ (CoolRepR4) に対する評価結果

第28回(令和3年10月13日)および第29回(令和3年11月29日, 30日)深地層の研究施設計画検討委員会において審議した第3期中長期計画期間における深地層の研究施設計画の研究開発成果取りまとめ(CoolRepR4)に関する評価結果は以下のとおりです。

#### 評価結果

##### 「取りまとめ内容の妥当性」に関する評価結果について

CoolRepR4において取りまとめられた内容は、これまでに公表された学術論文や報告書等に基づき成果が適切かつ確に記述されているほか、網羅性・追跡性も確保されており、技術的に妥当と評価します。本取りまとめは、地層処分技術の発展や理解向上に大きく寄与するものであり、今後はより多くの人々が幅広く利活用できるようウェブレポートの特徴を活かした機能の充実など、更なる環境構築や情報発信を期待します。

##### 「取りまとめ内容の妥当性」に関する各委員の評価結果

|             |            |
|-------------|------------|
| 1. 妥当である    | ★★★★★ (5名) |
| 2. 概ね妥当である  | ★★★★ (4名)  |
| 3. やや不適切である |            |
| 4. 不適切である   |            |

##### 「中長期計画に対する達成度」に関する評価結果について

CoolRepR4の中長期計画に対する達成度については、取りまとめられた成果が目標に対して到達しており、かつ結晶質岩および堆積岩を対象とした地層処分技術として有用な成果が事例的に示されていることから、概ね妥当と評価します。本取りまとめで集約されている実際の地質環境下で得られたデータや知識、経験は、地層処分の事業や安全規制を支える上でますます重要となることから、今後はわが国の多様な地質環境を考慮した実用的な視点から、成果の活用を具体化していく取り組みを期待します。

##### 「中長期計画に対する達成度」に関する各委員の評価結果

|             |             |
|-------------|-------------|
| 1. 妥当である    | ★★★ (3名)    |
| 2. 概ね妥当である  | ★★★★★★ (6名) |
| 3. やや不適切である |             |
| 4. 不適切である   |             |

※ 各委員からの個別意見は別添資料のとおりです。

以上

## (別添資料：各委員からの個別意見)

### 取りまとめ内容の妥当性について

- 中長期計画に基づく様々な研究開発課題に対する成果が的確にまとめられている。ただ今後とも積み重ねられる膨大な研究成果はどれも貴重であり、それらを様々な利害関係者が各々の立場で利活用しやすいような CoolRep の構造、構成とするようさらに検討をお願いしたい。
- 深地層の研究施設を使った研究は十分な成果を上げていると思う。一方で、処分事業全体を見た場合、ここでの研究成果を他の地質に対してどの程度一般化できるのか、また、一般化するためにはどのような研究がさらに必要であるのか、についてより明確になることが望ましい。
- 幅広い議論を通じて深地層の研究施設で行うべき残された課題を必須の課題と設定し、取り組み内容は適切であると考ええる。結果については、査読付き論文の数が多いことや外部レビューの助言等も踏まえて進められたことから妥当性は概ね担保されていると考える。
- ステップバイステップで逐次その研究段階の成果を取りまとめて公表してゆくことは、地層処分技術の信頼性向上に不可欠であり、CoolRep は意義ある対応。現状の構成や構造で特に違和感はない。限られた文脈の中で、当該研究開発が実施されたことで得られた成果がほぼ網羅されており、それまでの研究成果との繋がりや、残された課題を意識してまとめられているものと認識される。
- 2 か所の深地層研究施設を使った研究成果は、体系的かつ丁寧に取りまとめられていると思う。さらに、引用文献などの追跡性においても満足のいく仕上がりになっている。このレポートが今後の国際拠点化や若手人材の育成などに活用できるように、残り少ない時間だが、少しでもブラッシュアップして取りまとめられることを望む。また、今後の課題であると思うが、デジタル報告書になることを考えると、目次内での連携項目のハイライトや索引からの逆引き、関連項目へのリンクや報告書内でのジャンプ、音声読み上げ機能なども充実させてほしい。
- 読者がまず地質環境や工学技術の基本を理解し、その上で実質的な調査をする際の制限を勘案して概要調査のデザインなどが分かるようにするという意味で、JAEA のレポートが先駆けとなり、主導的な役割を果たしていくことを期待する。
- 多少意見の違いがあるが、個々の研究については、丁寧に実施されていると思われ、一つの結論（作業仮説）としては妥当であると考えます。ただし、与えられた資料だけでは、個々の研究項目の位置づけや関係性が見えにくいところがありました。事業者が成果を拾ってまとめるべきことかもしれないが、長大なレポートのどこかに記載されているものと期待します。

### 中長期計画に対する達成度について

- まとめられた成果は各技術分野において貴重なものであり、高度な安全性を求められる処分事業に寄与するものである。一方で処分事業の推進、安全規制のプロセスにおける各研究成果の位置づけ、前後の工程との関係、課題が生じたときのフィードバック方法など研究成果の集大成としての事業推進、具体的な安全規制手続きとの関連が必ずしも明確ではなく、今後の拡充が望まれる。
- 深地層の研究成果が様々な条件が想定される処分事業に反映できるよう、進めていくことが必要と思う。
- 成果とその反映において、処分事業への反映を具体的に記載する努力が伺えるとともに賛同できる内容が多いと思われ、貢献度は高いと考える。ただし、成果の反映の記載が抽象的なものもいくつか見られた。

- 瑞浪、幌延といった全く異なる地質環境において実施された URL から得られた広域地下水流動の実態と地下施設建設に伴う地下水流動の変化の追跡と検証は、天然バリアとしての地下水流動のとらえ方をどのように把握し評価するかという観点に対して、極めて有益な情報をもたらしたことが評価できる。不確定要素である、地震や地殻変動が地下水流動に及ぼす影響については、継続した調査研究が行われている幌延地区でのさらなる情報の蓄積を可能な限り長期にわたって収集されることが望まれる。
- 極めて長期間の研究を着実に実施している。
- 個々の研究成果は目的を達成する成果を出せていたと考えるが、将来的な網羅性を考慮した課題の抽出も必要かと感じた。欲を言えば、処分施設を作るための 3 段階の調査や NUMO の包括的技術報告書などと対比できる構造や書き方も見えるようになっていて良かった。何気なく使う言葉の空間的範囲や時間的な継続範囲はどれほどのものか（例えば周辺への影響とは NUMO の包括的技術報告書で言うパネルスケールなのか等）がしっかり判別できると良かった。また、想定との乖離やサンプリングスケールの妥当性なども 2 つの施設（地質）で比較できると今後の施設建設において精度がより高くなると感じている。
- 計画に対し、何らかの結論を得ているという意味で、概ね妥当と考えます。至近 2 年間の成果ではありませんが、地質環境の長期変動については異論もありますが、一つの見解として受け入れます。

## その他

### （取りまとめ全体について）

- これまで年 2 回程度の開催で、且つ限られた時間内に多くの調査研究の途中経過報告を伺ってきた URL 委員会での報告内容では追いつけず理解できなかったそれぞれの研究開発の全体の流れとそこから得られた成果およびその公表の実態（学術誌への投稿等）が CoolRep を読むことで、改めて理解でき、JAEA や関連機関との共同研究成果の全体像をつかむことができた。岩盤内の広域地下水流動研究においては、観測井戸によるポテンシャル測定、地下水年代測定、水・岩石反応、広域地下水シミュレーション、URL 掘削に伴う地下水量や質の変遷情報とモデルによるその追跡等々、個別に実施されてきた調査研究結果を咀嚼し、『岩盤内の地下水の流れ』という観点から統一的に連携させた解釈を試みることに成功していると認識された。一連の調査研究によって、深部岩盤中の地下水流動に関する理解は、地層処分研究を始めた頃と比べると格段と高まったものと言える。関係各位の努力を高く評価したい。
- 研究資金と人材に関しては十分でない中、良く成果を出している。
- 2 つの研究施設の成果は、この CoolRep にとどまらず、多くの論文等で発表されていることは大きく評価されるべきである。誇るべきだし、大きく公表していいと感じている。それぞれの研究は計画的に実施され、一定の成果を上げたと思っているが、結晶質岩と堆積岩との比較にもっと注力してほしい。2 つの研究施設を作った目的に立ち返り、さらに瑞浪は今後モニタリングになるので、一区切りの取りまとめとして、今後は地質や地下水環境の比較や工学設計に与える影響、各事業段階において求められるデータと調査解析技術などを、それぞれの分野ごとにわかりやすくまとめて示してほしい。瑞浪については坑道掘削から維持管理、埋設に至るまでの経緯や技術を振り返り、幌延に継承することが重要ではないか。研究には、始めてこそわかる課題や終わってみて気づく課題があることは当然で、2 つの施設があるからこそカバーできた連携の課題、時間のずれを使ったことによる研究精度の向上など他国ではできないことがあったはずなので、これをしかと記録にとどめてほしい。十分に理解されているとは思いますが、国際化・若手育成・一般市民への伝達を着実に進めてほしい。

- 研究開発の最終的な到達点を見据えて深地層の研究施設計画を進めてほしい。ただし、絶対のゴールは無く、ステークホルダーの多くが納得できることが重要であると思う。

(瑞浪について)

- 瑞浪の再冠水に伴う地下水の影響領域のシミュレーションと実際の測定結果の比較について、適宜報告して頂きたい。

(幌延について)

- 例えば、幌延では坑道周辺の岩盤に酸化が認められなかった、とのことであるが、一般的には酸化が進むと思われる。この違いの理由や、酸化が生じた場合にどのような影響が起り得るのか、などについて、どこかで突っ込んだ分析を行う必要がある。必ずしも深地層の研究の中でなくても良いが、総体として十分な検討が行われていることを示してほしい。例えば、不均質な火山岩類の地質は NUMO の包括的技術報告書のセーフティケースに含まれていないし、こうした地質に対して深地層の研究施設での研究成果がどの程度反映できるのかについても、議論がされていないように思う。早い段階で外から見える形の議論と検討をすることが必要と思います。
- 今後 500mまで立坑が延長され、より厳しい土圧および地質条件での調査トンネル建設が計画されています。深度 350mまでの施工経験をどのように生かして今後の施工にチャレンジするかが重要です。加えて、350mまでの地下構造物の健全度を再評価することも、今後地下貯蔵施設を長期に維持管理するにあたり貴重な情報と思われしますので、維持管理情報の ICT 化も進める必要があると思います。