

2018年10月1日

深地層の研究施設計画検討委員会
委員長 殿

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
核燃料・バックエンド研究開発部門 地層処分研究開発推進部
部長 清水 和彦

深地層の研究施設計画における必須の課題成果取りまとめの評価について
(依頼)

当機構の深地層の研究施設計画に関しましては、日頃より格別のご尽力を賜り厚くお礼申し上げます。

この度、当機構では、第3期中長期計画期間の当初5カ年（2015～2019年度）に実施される深地層の研究施設計画における必須の課題成果を取りまとめる運びとなりました。

つきましては、本年度に開催される貴委員会において、下記の成果取りまとめ案について、技術的な観点からのご審議を頂き、評価結果をご報告下さいますようお願い申し上げます。

なお、評価結果は、当機構の「地層処分技術に関する研究開発」に係る評価を実施する、地層処分研究開発・評価委員会に報告いたします。

記

1. 超深地層研究所計画（瑞浪）における必須の課題成果取りまとめ案について
2. 幌延深地層研究計画における必須の課題成果取りまとめ案について

以 上

2019年2月15日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
核燃料・バックエンド研究開発部門 地層処分研究開発推進部
部長 清水 和彦 殿

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おける必須の課題成果取りまとめの評価結果について（報告）

貴機構より深地層の研究施設計画検討委員会に依頼がありました第3期中長期計画期間の当初5カ年（2015～2019年度）に実施される深地層の研究施設計画における必須の課題成果取りまとめの評価について、第23回（2018年10月1日）および第24回（2019年1月15日）委員会において審議した結果を下記のとおり報告いたします。なお、当該期間の最終年度となる2019年度は研究データの蓄積等を継続するとともに、本評価結果を踏まえた報告書の更新・完成を要望します。

記

1. 超深地層研究所計画（瑞浪）における必須の課題成果取りまとめについては、全体として概ね適切に研究が遂行され、所期の目標を達成できたと評価します。今後は、得られたデータや知見が地層処分研究開発全体の枠組みの中にフィードバック・継承されるとともに、関連分野の研究開発・人材育成に最大限有効に活用されるよう、国内外に広く提供・展開されることを期待します。

個々の課題評価結果については、資料(瑞)-1～3に取りまとめましたので、ご参照願います。

2. 幌延深地層研究計画における必須の課題成果取りまとめについては、全体として概ね適切に研究が遂行され、当期5カ年の目標を達成できたと評価します。今後は、技術の確立が可能な水準に達するまで、人工バリア性能確認試験および処分概念オプションの実証に関する試験を継続するとともに、本地下研究施設が最先端の地層処分技術を実証するプラットフォーム（共通基盤）として国内外の関係者に広く提供・活用されることを期待します。

個々の課題評価結果については、資料(幌)-1～3に取りまとめましたので、ご参照願います。

以 上

課題名：地下坑道における工学的対策技術の開発

【総括評価】

研究内容の妥当性については、今回開発された各工学的対策技術が実際の地質環境条件下で適用され、その効果が確認できたことから、概ね適切であったと評価する。

目標の達成度については、グラウトの影響についてより詳細な検討の余地が残るものの、各試験において目標値を満たす実データが得られており、概ね目標を達成できたと評価する。

今後は、既存データの活用やグラウトの長期的な変化・影響を検討するとともに、国内外における他の関連事例も取り入れた形での技術情報の集約や活用に向けた取り組みを期待する。

【指標別評価結果】

研究内容の妥当性	1 適切であった	★★★（3名）
	② 概ね適切であった	★★★★★（5名）
	3 やや適切でなかった	
	4 適切でなかった	
	5 その他	
目標の達成度	1 十分に目標が達成できた	
	② 概ね目標が達成できた	★★★★★★（7名）
	3 あまり目標が達成できなかった	
	4 ほとんど目標が達成できなかった	
	5 その他	★（1名：評価できない）

注)○の付いた項目は最も多かった評価結果を、★の数は集計数を示す

【個別意見】

- 従来の土木技術では不可能と考えられていた深部坑道の止水のためにグラウト工法を実施した。
- 止水による坑道の安全性に関しての評価手法の高度化に期待する。
- 注入効果を湧水量の変化のみで評価しており、今後、注入範囲に対するより詳細なグラウト効果の評価が必要である。
- グラウト材の経時的な安定性とその注入効果への影響についても更なる検討が必要である。
- 石油や液化天然ガスの地下備蓄基地建設に伴う先行技術の延長上に位置付けられると思われるが、深度 500m (3.5MPa) 坑道での実績はユニークである。
- 報告書・論文等の成果も相応にあり妥当。学会誌等に投稿できているということは、それなりの科学的・技術的レベルにあることの傍証である。
- 亀裂性岩盤で高水圧条件下での湧水抑制技術として、理論式、適用した材料とも適切であると考え。一方で、その影響評価技術の解釈に至る論理性がやや弱く思える。
- 地下水排水処理技術については、環境基準に対しては適切な技術が採用されたと考えるが、データの質、解釈等

- については判定できる材料が示されていない。
- 地下水抑制技術の実証という目標に対しては、達成できた内容になっている。
- 地下水排水処理技術については、何が高度化されたのか報告書からは読み取れなかった。基準に応じた処理技術と実績データが整理されると良い。
- 先進孔などによるプレグラウトの評価は本孔掘削の前にできないものでしょうか。
- プレとポストのグラウチングを併用することにより湧水抑制効果を確認できた。
- 目標は達成しているものの長期安定性評価ができていない。
- 止水によって周囲の地山の透水係数が経年的に上昇している現象が計測されている。これは貴重なデータである。なぜそのような結果が生じたのかを探求してほしい。
- 注入による地下水抑制技術については、国内の石油や液化天然ガスの地下備蓄基地等においても様々な取り組みが行われており、膨大かつ貴重なデータと経験が蓄積されている。今回の注入技術に関する研究に、これらの知見は役立つものであり、特に総合的かつ組織的な観点から積極的な活用を考えてはどうか。
- グラウト材の原位置環境下での変遷については、より長期的な時間スケールでの知見の拡充が求められる。
- 高水圧条件下での湧水抑制技術の開発、実証は大変意義深いものだと思うが、単一坑道での評価にとどまっているのが残念である。連接坑道への適用ができなかったことは理解しているが、ここでの技術開発成果をどのように応用していったら良いかの解決の方向性をぜひとも検討してほしい。
- 記述された目標に対しては概ね達成したと考えますが、様々な影響要因が存在する可能性がありますので、今後の課題等で更なる検討の必要性を示して頂ければと思います。
- 新第三紀の堆積岩が分布する空洞では、掘削後約 5 年経過した坑道で、コンクリート吹付箇所から数 cm の深さまで褐色化、硫化物の変化が認められた例もあります。試験箇所の土岐花崗岩は変質が少なく相対的に化学的安定性も高いため、影響が確認できなかった可能性もあるのではないのでしょうか。地下水との接触時間、評価時間の長さだけでなく、母岩の状態によっても異なる可能性も留意して頂ければと思います。
- ポストグラウト後の水の周り込みやダムアップが見える化できると良い。また、時間的な変化を推定できると、なお良いと考える。
- グラウチングの長期安定性に関しては不明な点が多いので、今後も計測できる仕組み作りを要望したい。
- 湧水対策技術として、今までどのような知見があるのか。どこに今回の課題があるのかが明確に示されていないので、達成度の評価はできない。
- ポストグラウチングを行う理由は何か。目標が明確でないために、なぜやるのかがわからない。
- 「まとめ」にある、堆積岩が上に載っている地域では環境への顕著な影響は生じないという結論は、瑞浪の調査の結果だけで一般論として言えるのか。
- 「目標設定」についての記述があるが、具体的にどのようにするのが良いのかというメッセージになっていない。
- グラウト材/岩盤相互作用について、今後の知見の拡充が必要とあるが、今回の成果に基づき、どのような観点からどのように拡充するのが適切かという記述があるべきと考える。

課題名：物質移動モデル化技術の開発

【総括評価】

研究内容の妥当性については、変動帯で着目すべき亀裂を様々な観点で分類する等、坑道内の地質環境データを有効に活用した形でのモデル構築や現象理解への取り組みが図られており、概ね適切であったと評価する。

目標の達成度については、海外の先行事例等と比較してモデルやデータの信頼性の提示方法が十分な水準に達しているかどうか明示されていないものの、報告書や論文発表を通じて、成果の客観性が担保されており、概ね目標を達成できたと評価する。

今後は、取得されたデータを最大限活用し、亀裂性岩盤の評価を行う際に有効なスケールの考え方や安全評価とリンクした統合的な方法論の提案、重要データの不確実性低減に効果のある技術の開発を期待する。また、深度 500m より深部に存在すると考えられる高塩濃度地下水に関する知見や課題を整理し、地層処分にとっての重要性や学術的意義を他の研究者・技術者に引き継がれるようにすることが望まれる。

【指標別評価結果】

研究内容の妥当性	1 適切であった ② 概ね適切であった 3 やや適切でなかった 4 適切でなかった 5 その他	★★ (2名) ★★★★★ (6名)
目標の達成度	1 十分に目標が達成できた ② 概ね目標が達成できた 3 あまり目標が達成できなかった 4 ほとんど目標が達成できなかった 5 その他	★★ (2名) ★★★★★ (5名) ★ (1名：評価できない)

注)○の付いた項目は最も多かった評価結果を、★の数は集計数を示す

【個別意見】

- 亀裂岩盤の地下水流動を把握するためのモデル開発をする上で、ボーリング調査データに基づく結果と坑道レベルでの調査結果に基づく結果及び地下水関連の観測情報による検証は重要なテーマである。
- 報告書・論文等の成果も相当数あり成果の公表の観点としては妥当。
- 情報量の多い坑道スケールでの亀裂ネットワークモデル（DFN：Discrete Fracture Network Model）の有効性については、ある程度検証されたと思われるが、より調査データの希薄な広域スケールでの地下水流動のモデル化の検証については、如何なる手法が有効なのかは本研究開発の対象外でもあるが、未確認である。処分技術の枠組みの中では重要な要素であり、検討の余地あり。
- 冠水坑道閉鎖時の地下水中の微生物による酸化還元反応が速やかな還元場の再生に大きく寄与しているという知見は非常に重要。

- DFN モデルの構築手法の開発について、調査数量、リアライゼーション数、モデル化範囲などの手法の適用性について、検証を踏まえて分かりやすく記述してほしい。
- 物質移動現象の理解、コロイド等の影響因子の評価については、達成目標レベルが示されていないので、判定が難しい。
- コロイドや微生物のことも含めて総合的に考えられている。
- 物質移動モデルとしての DFN モデルの有用性が確認できた。
- 報告書案中の表 3.2-1 と関連する記述を工夫されればと思います。割れ目が不均質にネットワーク状に分布する日本の結晶質岩の特徴が分かるものに変えては如何でしょうか。
- 割れ目が不均質に分布する日本の結晶質岩では、DFN の評価範囲（サイズ）やパラメータセットの選択する方法が重要と考えます。その点について言及があればと思います。
- 広域地下水流動を考える上で、流動場に存在する花崗岩深部に見られる高塩濃度地下水の形成過程（起源）の信頼性を向上させる必要がある。
- 割れ目ネットワークモデルによる物質移動評価を実施している。この手法をより広い領域に拡張することが可能になりつつあるので、そこまで発展してほしい。
- この手法の弱点である割れ目のトレース長をボーリング孔を用いた試験から予測する所まで検討してほしい。
- 結晶質岩では、様々な特性の議論に当たっては不連続面の評価が重要であり、ここでも多くの検討が行われている。一般に、不連続面の幾何情報の調査とその評価には限界があり、統計的手法を用いた評価法によらざるを得ない。この場合、実験等で得られたデータと解析結果を一致させることは困難である。とは言え、「さらに不連続面の詳細な調査を行う」としたのでは際限のない研究になりかねない。不連続面の幾何情報と評価する挙動の代表要素体積（REV：Representative Element Volume）の関係を性能評価の観点から整理し、その上で実験と解析を行う必要があるのではないか。
- 微生物の環境などについては、地質プロファイルや地下水年代との対比も視野にいれて、深部の地下水がどう生成されているかという点を明らかにしてほしい。結果によっては、これまでのシミュレーション（地下水流動解析）の限界などを示す論拠となるかもしれない。
- DFN を用いたアプローチについて、これは、一般的な方法を日本でとられたデータに対して適用すれば評価ができたという話なのか。そうであるとすれば、「日本特有の岩盤」に対しての成果は何なのか。
- 物質移行、長期変遷に関しては、興味深い新しい成果や、適切な技術開発がなされている部分があることを確認した。一方、これらの成果は、「日本特有」な環境に適用されるものや「日本特有」な環境で起こる事象なのだろうか。それとも、日本の環境で行ったものが、今まで他の地域では認識されていなかった重要な「一般的な」現象として考慮すべきものとして提示されたのであろうか。そのあたりを示すことができれば、成果をより積極的に伝えていくことができると思う。

以上

課題名：坑道埋め戻し技術の開発

【総括評価】

研究内容の妥当性については、世界でも類を見ない坑道スケールでの再冠水試験が実施され、掘削後から回復に至る過程を評価可能な地質環境データが得られる等、概ね適切であったと評価する。

目標の達成度については、掘削影響領域（EDZ：Excavation Damaged Zone）の分布範囲や止水壁に期待した性能が一部事前の想定と異なるものとなったが、地質環境の回復を裏付ける貴重な実データを新規に提示した他、一連の試験が成立している観点から、概ね目標を達成できたと評価する。

今後は、更に長期の挙動評価に必要な調査観測技術の開発や処分場で想定されているプラグ施工技術の高度化に本成果が有効に活用されることを期待する。

【指標別評価結果】

研究内容の妥当性	1 適切であった	★★★（3名）
	② 概ね適切であった	★★★★★（5名）
	3 やや適切でなかった	
	4 適切でなかった	
	5 その他	
目標の達成度	1 十分に目標が達成できた	★★（2名）
	② 概ね目標が達成できた	★★★★★（5名）
	3 あまり目標が達成できなかった	
	4 ほとんど目標が達成できなかった	
	5 その他	★（1名：概ね達成したといえる項目もあるが、評価できない項目もある）

注)○の付いた項目は最も多かった評価結果を、★の数は集計数を示す

【個別意見】

- 止水に対して EDZ の領域の推定誤差があり、止水が十分ではなかったと判断できる。
- EDZ を止水するファンカーテン的な周囲のグラウトも検討すべきであったと判断される。
- 原位置深度で実施できる再冠水試験とその影響の把握は、URL でないと実施できない項目であり、多くのユニークな成果が確認できた。
- 報告書・論文等の成果も相応数あり成果公表の観点としては妥当。プラグ性能が当初予想通りに達成できなかった点はマイナス。
- 坑道の再冠水によって EDZ の範囲が異なることが分かった事は意義がある。今後この範囲をどのように推定するか技術開発をしてほしい。
- 再冠水試験は、データの分析を含めて妥当な成果を上げていると思う。地下坑道での止水壁の設計・施工の実績作りは重要であるが、事前の EDZ の評価、施工管理とも不十分であった印象が否めない。

- モニタリングなどのデータ欠損がありましたが、全体としては、多角的に多くのデータを必要な品質で得ており、解釈についても概ね妥当なものと考えます。
- 坑道の一部を埋め戻し、再冠水技術の確立は重要なテーマで、環境回復能力を評価する計測技術の確立もできてきている。
- 再冠水時の止水壁の設計・施工に関するノウハウのさらなる蓄積が必要で概ね達成とした。
- 従来の応力や割れ目分布による力学安定性や湧水量を考慮した空洞のレイアウトの検討に加え、水質分布から空洞掘削による地化学的（水質）影響評価の可能も示して頂きました。今後の研究展開を期待したいと思います。
- 坑道の一部閉鎖に伴って還元場が早急に復元できるという知見は処分にとって重要な情報であるが、一方地下水流動は開放されている坑道に向かう流れが相変わらず存在しており、その低減が求められる。そのための重要な技術としてプラグ施工技術があり、その性能向上（EDZ 部でのさらなる透水性低下（耐久性も含む）技術やプラグ施工場所の選定方法等）の技術開発が不可欠。
- モニタリング技術については、新技術の適用性を含め多くの検討がなされているが、その長期安定性については解決すべき課題が多々あり、挙動の詳細な解析の観点だけではなく、超長期モニタリングの観点から検討すべき課題を整理し、必要に応じ開発等を進める必要があるのではないかと。
- 止水壁の施工での失敗から学んだ教訓をしっかりと残していくことが重要だと思う。
- 今回のプラン、手法、成果（実績）に関しては、高く評価できると考える。ただ、もともと坑道内にあった空気がどこに移っていったかということに関して、考察してほしい。これは移動したのかあるいは地下水に溶け込んだのかでも興味あるし、また、再掘削をすることになった場合の準備にもかかわることであるので、次の課題としていただけるとありがたい。
- 再冠水試験の結果、「再飽和させることができる（報告書案 p.95 iii)や iv)に示されたこと」を断定的に言って良いのだろうか。
- 「日本の結晶質岩の特徴である割れ目が不均質かつネットワーク状に分布する」という表現は、これで良いだろうか。世界中のそれほど少なくない地域の割れ目は不均質かつネットワーク状なのではないだろうか。もっと具体的に、何が日本の岩盤の特徴かを記述することが必要と考える。
- 水理-力学-化学連成解析については、水理の部分のみしか検討がなされていないのだろうか。
- 等価連続多孔質媒体モデル (ECPM: Equivalent Continuous Porous Model) と亀裂ネットワークモデル (DFN: Discrete Fracture Network Model) は、今回の成果の結果、どのように整理され、どのように利用されていくことが必要と考えているのか。個々のグループの研究成果はお互いに共有され、有機的につながっているのだろうか。
- ウラニンが観測孔で検出できなかった（報告書案 p.109）とあるが、これは、事前の検討では検出されるということが想定されていたということに基づき議論されているのか。何がどこまで想定されており、それに対して、結果がどうであったかを言わないと、新しい知見なのか、最初から想定されていたことなのかも理解できない。
- 止水技術が難しいものであったことは理解するが、その結果に基づき何が検討され、今後、「具体的に」どのような改善をすることが必要なのか、それを確認するにはどのような実験をすることが有意義なのか等は検討されているのだろうか。

課題名：実際の地質環境における人工バリアの適用性確認

【総括評価】

研究内容の妥当性については、人工バリア性能確認試験のデータ評価・モデル検証が途上段階にあり、その結果が待たれるものの、用いられた調査解析技術と試験方法は一定の技術水準に達しており、概ね適切であったと評価する。

目標の達成度については、試験観測装置の不備や試験条件を再設定する等の事象が発生している他、十分な研究成果の公表に至っていない状況を真摯に顧みる状況にあるが、適宜外部の専門家に相談する等、状況の改善に努め、一定の品質を有するデータの取得に至っていることから、概ね目標を達成できたと評価する。

今後は、人工バリア性能確認試験を継続し、人工バリア内の過渡的な現象を再現する予測モデルの妥当性を検証するとともに、得られた研究成果を余す所無く国内外の論文等に公表し、海外の先行 URL と比肩しうる先進的な試験サイトとして広く世界にアピールすることを期待する。

【指標別評価結果】

研究内容の妥当性	1 適切であった	★★（2名）
	② 概ね適切であった	★★★★★（5名）
	3 やや適切でなかった	★（1名）
	4 適切でなかった	
	5 その他	
目標の達成度	1 十分に目標が達成できた	★（1名）
	② 概ね目標が達成できた	★★★★★（5名）
	3 あまり目標が達成できなかった	★（1名）
	4 ほとんど目標が達成できなかった	
	5 その他	★（1名：評価できない）

注)○の付いた項目は最も多かった評価結果を、★の数は集計数を示す

【個別意見】

- 実際の地質環境において模擬オーバーパックを設置して人工バリアを施工した所までの技術開発を実施したことは十分になされていない。
- 試験中のモニタリングから得たデータの評価がまだ十分になされていない。
- 人工バリア性能確認試験は、まだ試験途上での取りまとめとなっており、データ未取得に伴うモデルでの検証妥当性が評価できていない部分もある。センサー実測値には不備が散見されており、きつい表現であるが、とりあえず原位置で性能確認試験を行ってそこで見られる現象をモデルで追従することを試みたといった感が否めない。
- もとより学術的な成果が出にくい課題ではあるが、それにしても瑞浪での成果に比べて幌延での成果は大いに見劣りしている。人工バリア性能確認試験での学術論文等の成果はゼロである。学会誌等に投稿できているということは、それなりの科学的・技術的レベルにあることの傍証である。これがないということは、研究開発のマネージメントに見直すべき点があるのではないか。
- 力学プラグの位置が予め決められる場合に掘削段階で順次拡幅する方法を採用したのは大変良いことである。

- 人工バリアの施工において、品質管理手法の有効性をどのように確認したかが報告書からは読み取りづらい。
- オーバーパックの腐食試験については、解釈の補強に期待する。
- 品質管理手法の有効性評価、オーバーパックの腐食評価手法の妥当性確認については目標が達成できたかどうか判定しづらいが、その他は目標を達成できていると考える。
- 報告書を読み切れていないかもしれませんが、人工バリアの箇所物質移行試験が入っていることに違和感があります。将来的に人工バリアから岩盤までの物質移行を検討されるということでしょうか。
- 成果が確定してない箇所が多いため、暫定的な評価として記入いたしました。
- 人工バリアの適用性に関する研究のデザインは良くできていると感じた。とりわけ連成問題に関する取り組みには誰からも評価されるべきところがある。
- センサーの状態確保（性能確保）と連成する項目の測定結果の解釈など（代替できる測定など）についても今後克服していただきたい。
- 人工バリアの設計、製作・施工、品質管理手法の適用性の確認は適切と判断できる。
- 最終的な目標は予測していた挙動がセンサーによって計測され、それが予測に用いた解析手法と比較して整合性が得られるところまでの議論をすべきである。しかし、そこまでの結果までまだ至っていないと判断される。さらなる研究を続ける必要があると判断する。
- 現在実施中の試験が人工バリア性能確認試験の後半部分に散見されており、現時点での評価を困難にしている。時間的制約がある中で、これらの未対応事項の実施と取りまとめをどのようにされるのか懸念される。
- 物質移動に関して様々な課題を設定し、実験、解析を実施している。しかし、実験においては計測できなかった項目や、解析による計測結果の評価においては評価しきれなかった項目などが散見される。
- 物質移動を支配している様々なパラメータの内のいくつかについて解析で評価されても、解析技術の妥当性を言うのは難しいのではないかと。実験、解析の成果を語るのとは勿論だが、残された課題も明確に示すことが重要ではないかと。
- 力学プラグの位置は予め設計で決められることだと考えられるので、幌延で採用した方法は安全面、効率面から大変良い方法だと思う。この方法の有用性をもう少し強調した方が良いと感じた。
- 品質管理手法の有効性は、管理項目、品質管理手順、試験頻度、タイミング、手順、基準値とその根拠などが整理されていて、結果がどうであったかが分からないと、有効性評価とは何なのかがわかりづらい。
- 長期の人工バリアの安定性を調べるには、安定的にデータを収集できるセンサーの開発が不可欠であり、調査・開発の努力が重要である。
- そもそもこの項目に関して、現在評価を行うことは適切でないとする。データの整理・評価等ができていないものが多く、また、今後出てくるデータに基づく評価も必要であろう。解析結果の整理もまだ不十分である。適切な段階に適切な評価を行うということが重要と考える。
- 埋め戻し技術に関して、多くの場面で言われてきたクラウンの部分の埋め戻しについてどのように行ったかの記述がない。全体系を丁寧に記載することが必要ではないだろうか。
- 今回の結果に基づき、実施工に向けて何が課題として残されたのか。
- 報告書案の 3.1.3 は「人工バリアの適用性確認」の範疇で整理されるものであろうか。
- 報告書案 p.65 の直交座標系の一次元解析と円柱座標系（と言ってよいであろうか？）の一次元解析が同等であるという記述は適切ではない。

課題名：処分概念オプションの実証

【総括評価】

研究内容の妥当性については、試験環境として決して容易ではない350m坑道内での実証試験を実際の地質条件に柔軟に対応する形で最適化し、また、各技術の適用性に関する評価結果が導かれていることから、概ね適切であったと評価する。

目標の達成度については、技術全体の中での位置づけや適用範囲、準備から結論に至るまでの過程が十分に示されていないものの、所期の基準値を満足する観測データが得られており、概ね目標を達成できたと評価する。

今後は、プレハブ式人工バリアモジュール（PEM：Prefabricated Engineered Barrier System Module）を用いた搬送定置・回収技術で計画されている試験の内、まだ実施されていない隙間充填材やPEMの回収試験を着実に実施することを期待する。また、光ファイバーを用いたモニタリング技術や塩水環境下のグラウト材・工法に関する継続的な検討に加え、地層処分事業等において実用性のある形での知識の蓄積、技術の継承が望まれる。

【指標別評価結果】

研究内容の妥当性	1 適切であった	★★（2名）
	② 概ね適切であった	★★★★★（5名）
	3 やや適切でなかった	
	4 適切でなかった	
	5 その他	★（1名：評価できない）
目標の達成度	1十分に目標が達成できた	★★（2名）
	②概ね目標が達成できた	★★★★★（5名）
	3あまり目標が達成できなかった	
	4ほとんど目標が達成できなかった	
	5その他	★（1名：評価できない）

注)○の付いた項目は最も多かった評価結果を、★の数は集計数を示す

【個別意見】

- 塩分を含んだ湧水に対して、止水材としてシリカ系の溶液型グラウト材を用いている。この技術はすでにスウェーデン等で実施されている技術であり、新しい研究成果と判断できない。他の部分は適切である。
- 止水はできたが止水によって地山内の応力がどのように変化していったかの議論が何もなされていない。
- 堆積岩坑道を対象としたテーマ設定は妥当。
- 学術成果、学会等プロシーディングスもそれなりにあり、妥当。
- 低濃度・高地圧の堆積岩地山での坑道掘削に対する支保の在り方に対し有用な情報を提示している。
- 光ファイバー変位計の長期（8年）信頼性が確認できたことも良い。
- 人工バリアに関する試験は、一連の作業とそれに関連する課題のごく一部を行っただけである。担当分だけでなく、課題の全容を示した上でそれに基づく研究計画と実施分を示す必要がある。

- 立坑については、これまで土木分野ではあまり注目されることはなく、情報化施工の事例も少ない。したがって立坑独特の施工法と関連付けた支保技術と立坑・岩盤のモニタリング技術については、基本的なところから議論し、今後の研究課題を整理する必要がある。
- 二重支保の現実的な施工方法も示されており、低強度・高地圧地山における支保設計手法としては妥当だと考えるが、地山の变形や塑性領域の広がり許容限界について言及がないのは設計手法の開発としては不十分な印象を受ける。
- 湧水対策技術の成果は目標を十分に達成できていると考える。支保技術の成果は上述の理由により達成できたかどうか微妙。
- ハイレベルなどでの成果に満足する。ただ、中央リニア新幹線工事や過去のJRの対策などが最近論文等で良く見られるようになってきているので、参考事例として積極的に取り込んで頂きたいと考える。
- メルトインクルージョンの存在の発見は貴重な成果として評価できる。今後は、物理的な力学特性を明らかにするように進めて欲しい。
- 多くの既存技術も利用しつつ検討することが必要な課題と思われます。今般、開発～実証した技術と既存技術をどのように組み合わせる適用していくのか、全体像として示して頂くと良いと思います。
- 目標としたことは試験を通して達成されたと考えます。ただし、例えばポストグラウトの手順が事前にどの程度準備され、想定通り施行されたかが読み取れず、実証の程度や達成度が決められないところもあります。
- 海水を含んだ湧水に対しての対策を実施しているが、止水によって地下空洞がどの程度危険になるかの議論をしてほしい。スウェーデンの岩盤と幌延の岩盤とは異なると思う。世の中は超微粒子セメント、極超微粒子セメントの世界に進んでいる。もっと広い視野をもって研究してほしい。
- 光ファイバー式計測器の長期安定性が良くわかった。
- 本研究内容が、本当に「処分概念オプションの実証」になっているのであろうか。そもそも、「処分概念オプション」は明確に定義されているのか。
- 結果が出ていないものが多く、目標の達成度は評価できない。
- ケーススタディ的なまとめになっており、それが「有意義」として、どのように処分技術として整理されるのだろうか。

以上

課題名：地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の実証

【総括評価】

研究内容の妥当性については、DI（Ductility Index）指標を用いたオリジナルな研究手法が提案され、かつそのコンセプトに基づいた原位置試験からは当初の予測を裏付ける結果が得られており、適切であったと評価する。

目標の達成度については、国内外で広く知られている学術論文誌に6本の関連論文が掲載され、当該分野の発展に大いに貢献できたことから、十分に目標を達成できたと評価する。

今後は、堆積岩他地域や結晶質岩への展開・比較、地層処分事業における処分場の設計・施工や安全評価とリンクした形での指標活用に向けた具体化を期待する。

【指標別評価結果】

研究内容の妥当性	① 適切であった 2 概ね適切であった 3 やや適切でなかった 4 適切でなかった 5 その他	★★★★★（4名） ★★★★（3名） ★（1名：より詳細な検討が必要）
目標の達成度	① 十分に目標が達成できた 2 概ね目標が達成できた 3 あまり目標が達成できなかった 4 ほとんど目標が達成できなかった 5 その他	★★★★★★（5名） ★★（2名） ★（1名：評価できない）

注)○の付いた項目は最も多かった評価結果を、★の数は集計数を示す

- 提案された指標の活用方法を具体的に分かりやすく広く説明するように努めていただきたい。
- 成果は学術論文などに発表しており、論理性や解釈等は妥当なものと考えます。そのためか、説明が簡潔すぎる部分もありますので、図等を多く使用してより分かり易く記述されてはどうかと思います。
- 敷地内の断層をリスクとして保有するのか、回避するのかを事業者が判断する指標になりうると考えます。手法を適用しやすいよう評価の流れを示してはどうでしょうか。
- DI指標の考え方と透水性とをつなぐ考え方について、その適用性について疑問が残る。DI指標が2より小さい場合は、脆性的な破壊が卓越し、2（もしくは2B）以上では延性的になるとまとめている。その結果から透水性の議論がなされているわけだが、報告書案 p.108 の右側の図からは、DI指標の変化に対して比較的連続的に（両対数なので評価は難しいが）透水性が変化するように解釈されている。変形のモードが変わることに対して、両対数軸上で連続的に透水性が変化することは妥当なのであろうか。また、同じ図では、オルキルト、セラフィールドと書かれているデータは、DI指標がほとんど変化しないにも関わらず透水性のオーダーが大きく変化している。これらのデータに基づき、全体の傾向線を引くというアプローチは適切なのであろうか。

以上

【個別意見】

- DI指標を用いての評価の研究は期待できる。
- 堆積岩の処分システムの構築に必要な検証事項の一つであり、実施する意義がある。
- 提示されたDI指標の有効性が良く示されており、学術成果としても評価できる。
- 堆積岩系の断層と結晶質岩系の断層の緩衝能力を比較するという観点からも、同様なDI指標による検討を瑞浪花崗岩に対しても検討を行い、更にボーリング孔等を利用した水圧擾乱試験による検討による緩衝能力の比較を行われたら良いかと思う。また、報告書案の図3.3.2-6に見られるDI指標が2以下（相対的に透水性の大きめの領域）の分布状態（深度依存性や地層依存性だけでは説明できない）の検討をされたら如何でしょうか？何か有用な情報が出てくるように思えます。
- 我が国の処分オプションの中で堆積岩は重要であり、幌延の岩盤についてだけでなく、できるだけ一般論としての堆積岩の特性評価を意識したまとめと今後の課題とする必要があるのではないか。
- 従来の研究成果の分析がしっかりなされ、提案されたDI指標とその有効性の検証のアプローチは妥当であると考えます。
- 原位置試験における検証が今後追記される予定なので、目標を十分に達成したかどうか判断しづらい。