

深地層の研究施設計画検討委員会における 必須の課題成果取りまとめの評価結果について

平成31年2月21日

深地層の研究施設計画検討委員会

第3期中長期計画について ① 中長期目標

第3期中長期目標(文部科学省 経済産業省 原子力規制委員会)

(中略)

(3) 高レベル放射性廃棄物の処分技術等に関する研究開発

エネルギー基本計画等を踏まえ、原子力利用に伴い発生する高レベル放射性廃棄物処分に必要とされる技術開発に取り組む。

具体的には、高レベル放射性廃棄物の地層処分の実現に必要な基盤的な研究開発を着実に進めるとともに、実施主体が行う地質環境調査、処分システムの設計・安全評価及び国による安全規制上の施策等のための技術基盤を整備、提供する。また、**超深地層研究所計画と幌延深地層研究計画**については、**改革の基本的方向を踏まえた調査研究を委託などにより重点化しつつ着実に進める**。なお、**超深地層研究所計画**では、**平成34年1月までの土地賃貸借期間も念頭に調査研究に取り組む**。さらに、これらの取組を通じ、実施主体との人材交流等を進め、円滑な技術移転を進める。加えて、代替処分オプションとしての使用済燃料直接処分の調査研究を継続する。

これらの取組により、我が国の将来的な地層処分計画立案に資する研究成果を創出する。

第3期中長期計画について ② 中長期計画

第3期中長期計画(期間:平成27年4月1日～平成34年3月31日)

(中略)

(1) 深地層の研究施設計画

超深地層研究所計画(結晶質岩:岐阜県瑞浪市)と幌延深地層研究計画(堆積岩:北海道幌延町)については、機構が行う業務の効率化を図りつつ、改革の基本的方向を踏まえた調査研究を、委託などにより重点化し、着実に進める。研究開発の進捗状況等については、平成31年度末を目途に、外部専門家による評価等により確認する。なお、超深地層研究所計画では、土地賃貸借期間も念頭に調査研究に取り組む。

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、平成31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(平成34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。

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、平成31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。

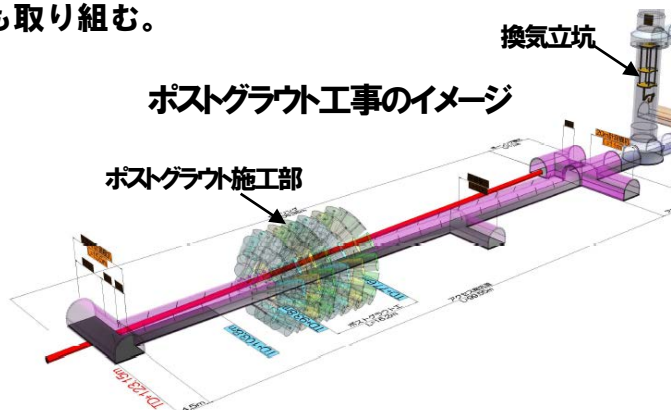
必須の課題について ① 瑞浪超深地層研究所

①地下坑道における工学的対策技術の開発

- ◆大規模湧水に対するウォータータイトグラウト技術
- ◆地下水管理技術

[概要] 深度500mの研究坑道において、坑道への湧水量をプレグラウトとポストグラウトの組合せによって制御可能とするウォータータイトグラウト施工技術を実証する。

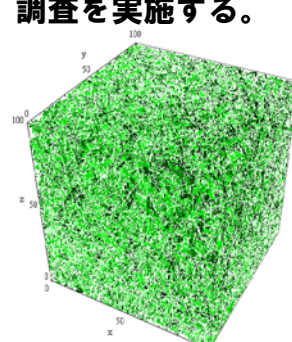
また、地下水排水処理技術等の地下水管理技術の高度化にも取り組む。



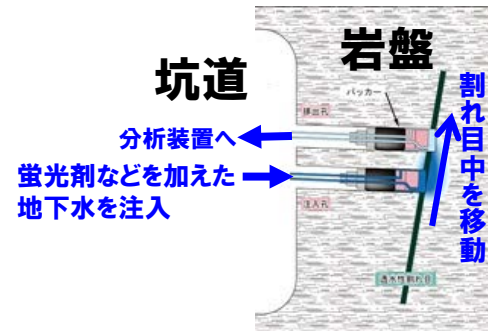
②物質移動モデル化技術の開発

- ◆長期的な変遷を含めた地下深部におけるわが国固有の亀裂ネットワーク中の地下水流動・物質移動に関する試験及びモデル化技術

[概要] 深度500mの研究坑道において、花崗岩中の割れ目での物質の移動現象を理解し、モデル化するための調査解析を実施する。また、割れ目の透水性及び地下水流動・水質の長期的変化や地下水流動の緩慢さを明らかにするための調査を実施する。



割れ目分布モデル

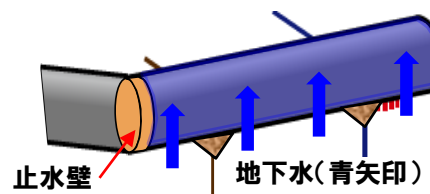


研究坑道内での物質移動試験の例

③坑道埋め戻し技術の開発

- ◆坑道閉鎖に伴う環境回復試験技術
- ◆長期モニタリング技術など

[概要] 深度500mの研究坑道において、坑道の一部を埋め戻し、地下水を自然に冠水させることによって、地下水の水圧・水質及び坑道周辺岩盤の化学的・力学的変化を観察し、地質環境の回復能力等を評価すると共に、地質環境に応じた埋め戻し技術の構築を目指す。また、長期の観測に必要なモニタリング技術の開発も実施する。



再冠水試験のイメージ



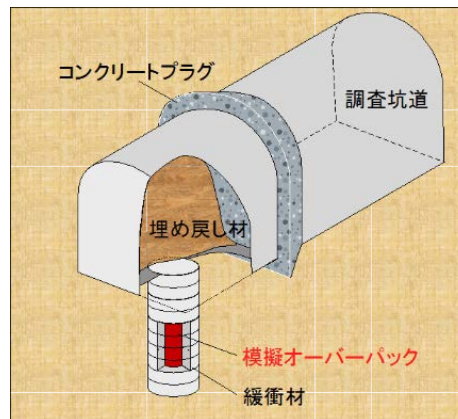
モニタリング装置

必須の課題について ② 幌延深地層研究センター

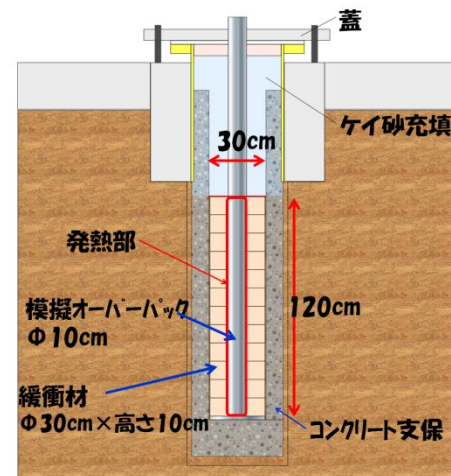
① 実際の地質環境における人工バリアの適用性確認

平成26年度から深度350m調査坑道で実施している人工バリア性能確認試験、オーバーパック腐食試験、物質移行試験を通して、実際の地質環境において、人工バリアや周辺岩盤中での熱-水-応力-化学連成挙動や物質移行現象などを計測・評価する技術の適用性を確認し、「精密調査後半」に必要な実証試験の技術基盤を確立する。

- 人工バリア性能確認試験
- オーバーパック腐食試験
- 物質移行試験



人工バリア性能確認試験

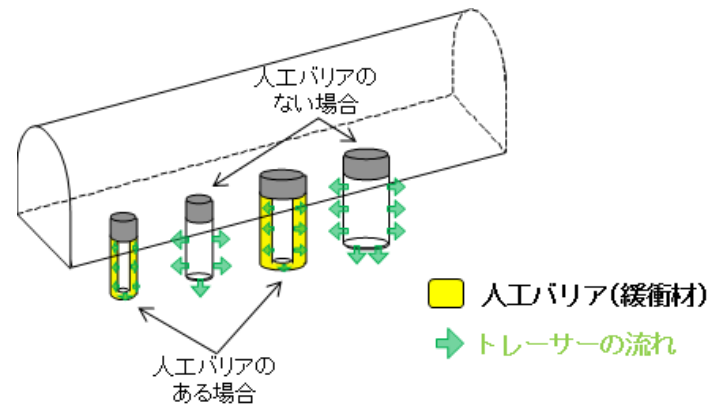


オーバーパック腐食試験

② 処分概念オプションの実証

人工バリア設置環境の深度依存性を考慮し、種々の処分概念オプションの工学的実現性を実証し、多様な地質環境条件に対して柔軟な処分場設計を行うことを支援する技術オプションを提供する。

- 処分孔等の湧水対策・支保技術などの実証試験
- 人工バリアの定置・品質確認などの方法論に関する実証試験
- 高温(100℃以上)などの限界的条件下での人工バリア性能確認試験




物質移行試験

③ 地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証

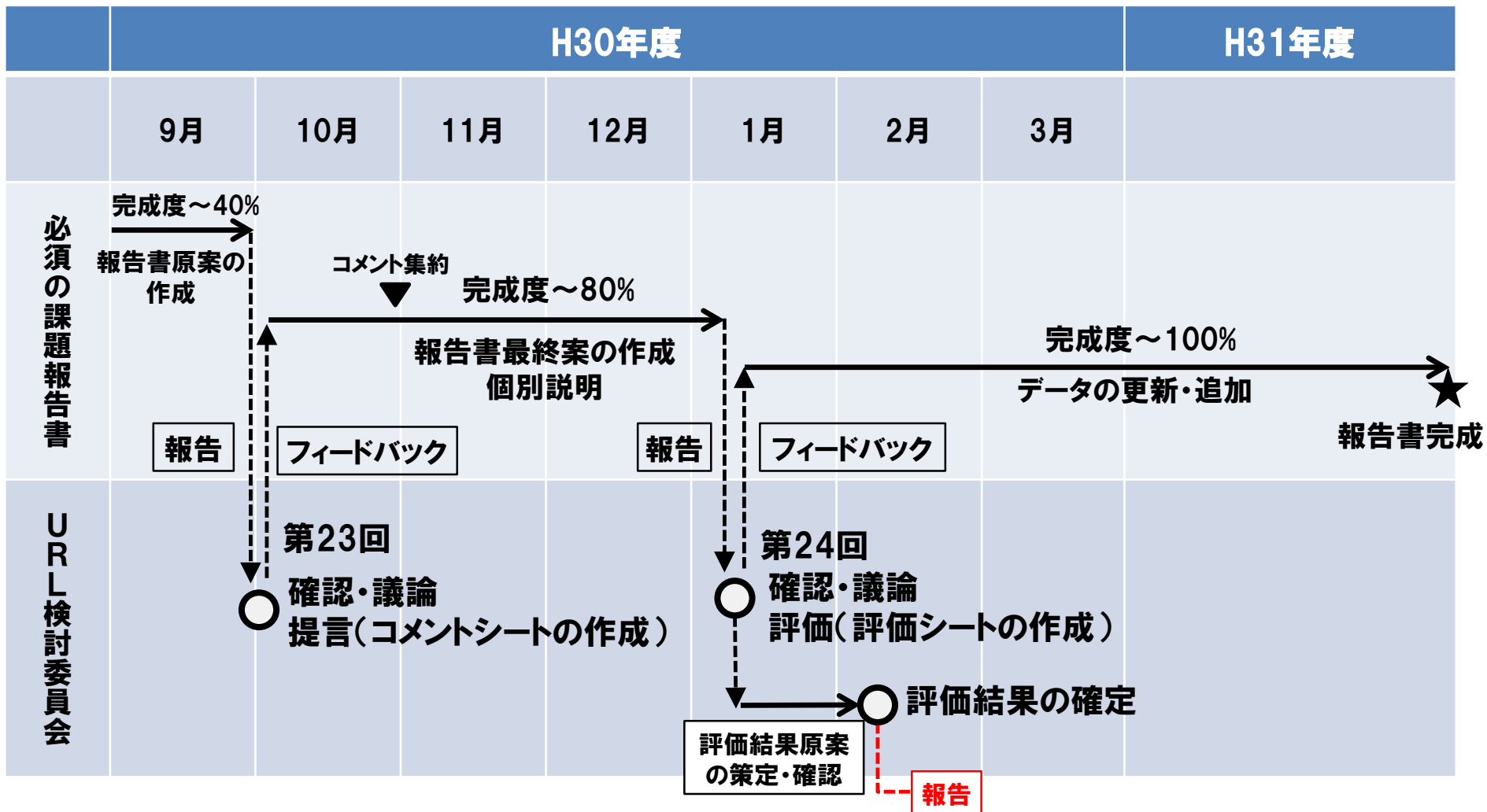
地震・断層活動等の地殻変動に対する力学的・水理学的な緩衝能力を定量的に検証し、堆積岩地域における立地選定や処分場の設計を、より科学的・合理的に行える技術と知見を整備する。

- 水圧擾乱試験などによる緩衝能力の検証・定量化
- 地殻変動による人工バリアへの影響・回復挙動試験

評価作業の概況

	説明事項(JAEA)	審議検討事項／アウトプット(委員会)
第23回 (H30.10.1)	方針説明 取りまとめ報告書原案の説明	✓ 成果の確認・議論 ✓ 取りまとめ報告書原案への意見 ⇒コメントシートの作成
第24回 (H31.1.15)	取りまとめ報告書最終案の説明	✓ 成果の確認・議論 ✓ 取りまとめ報告書最終案の評価 ⇒ 評価シートの作成
第24回後	評価シートの集約・評価結果原案の作成、確認⇒評価結果の確定  第27回地層処分研究開発評価委員会における報告(今回)	

評価作業の全体スケジュール



第27回 地層処分研究開発・評価委員会
(H31.2.21)

評価の方法について

【各委員用】

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
評価シート

評価者	○○ ○○委員
評価日	2019年1月○日

課題名：地下坑道における工学的対策技術の開発

<評価の項目と視点>

「研究方法の妥当性」および「目標の達成度」についての技術的な評価を行う。各項目における評価の視点は、以下のとおりである。

【研究内容の妥当性】適用した技術の適切性、取得データの質・量、結果・解釈に至るまでの論理性等

【目標の達成度】アウトプットの技術レベル、公表済み成果の質・量、科学的・技術的意義（処分事業・安全規制への貢献見込み、他分野への波及の可能性）等

<評価の結果>

評価の項目	評価指標 (いずれかに○を記載願います)	コメント
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	
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	

その他、ご意見等ございましたら、ご記入願います。

※評価にあたっては、<評価の結果>の評価指標欄のいずれかに○を付けていただき、その補足としてコメントをご記入願います。また、必要に応じて「その他ご意見等」の欄にご記入願います。

【総括用】

2019年○月○日
深地層の研究施設計画検討委員会
委員長 西垣 誠

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評価結果①
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、○○○～

～○○○と評価する。

目標の達成度については、○○○～

～○○○と評価する。

今後は、○○○～

～○○○を期待する。

最も人数の多かった結果を○で表示

【評価指標別評価結果】

研究内容の妥当性	1 適切であった	(各指標毎の結果人数を★印で表示)
	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	
目標の達成度	1 十分に目標が達成できた	(各指標毎の結果人数を★印で表示)
	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	

【委員からのご意見等】

(評価シートに記入頂いた各委員の評価結果の補足および関連事項(提案・期待)を記載)



第24回委員会後、各課題毎に項目(研究内容の妥当性/目標の達成度)についての評価と個別意見の記入を各委員に依頼

集約後、各課題毎に項目(研究内容の妥当性/目標の達成度)の評価結果を集計するとともに、評価結果を総括的に取りまとめ

評価の項目について

研究内容の 妥当性	<ul style="list-style-type: none">➤ 国内外の先行事例などを参考に適切な技術や知見が導入されているか➤ 適切な質・量のデータが取得されているか➤ 結果や考察の導出に際して矛盾や飛躍はないか …等
目標の 達成度	<ul style="list-style-type: none">➤ 目標に対する成果は、科学的・技術的な観点から適切なレベルに達しているか➤ 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➤ 地層処分の事業や安全規制にとって、新規性・有用性のある成果が得られているか➤ 他分野にも波及効果のある成果が得られているか …等

深地層研究施設計画検討委員会 委員

【委員長】

西垣 誠 （岡山大学大学院 特任教授）

【委員】

亀村 勝美 （深田地質研究所 副理事長）

窪田 茂 （原子力発電環境整備機構 部長）

嶋田 純 （熊本大学大学院先導機構 特任教授）

進士 正人 （山口大学大学院 教授）

千木良 雅弘 （京都大学 防災研究所 教授）

徳永 朋祥 （東京大学大学院 教授）

増本 清 （島根大学大学院 准教授）

丸井 敦尚 （産業技術総合研究所 地質調査総合センター 総括研究主幹）

宮川 公雄 （電力中央研究所 バックエンド研究センター センター長）

個別評価結果(瑞浪)

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個別評価結果(1)

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 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	★★★(3名) ★★★★★(5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	★★★★★★(7名) ★(1名)

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個別評価結果(2)

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)

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個別評価結果(3)

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 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	★★★(3名) ★★★★★(5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)

個別評価結果(幌延)

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個別評価結果(1)

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、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 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) ★★★★★(5名) ★(1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	★(1名) ★★★★★(5名) ★(1名) ★(1名)

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個別評価結果(2)

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 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) ★★★★★(5名) ★(1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)

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個別評価結果(3)

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)
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)

総合評価結果

必須の課題成果取りまとめ 総合評価結果

- 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。**
- 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。**