

第3期中長期計画の 成果取りまとめと評価について

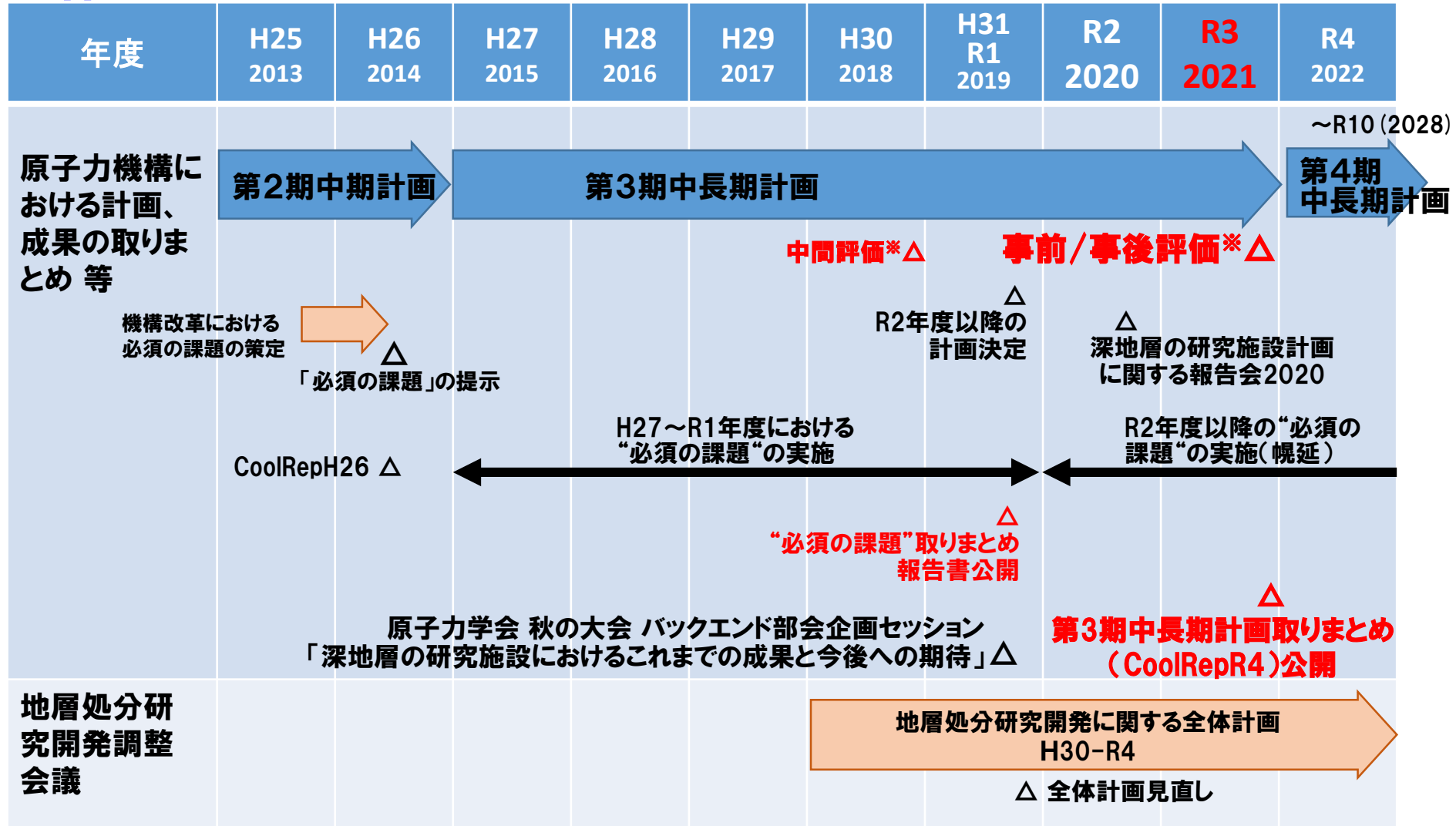
令和3年10月13日
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
核燃料・バックエンド研究開発部門
地層処分研究開発推進部

本日の説明内容

- 1. 第3期中長期計画における成果の取りまとめと評価**
- 2. CoolRepR4の作成方針と概要**
- 3. 第4期中長期計画の策定状況**
- 4. 深地層の研究施設計画の現状と今後の予定**

第3期中長期計画における成果の取りまとめと評価

全体スケジュール



※ 機構が設置する「深地層の研究施設計画検討委員会」及び「地層処分研究開発・評価委員会」により実施

第3期中長期計画における成果の取りまとめと評価

成果取りまとめの経緯

- 研究開発で得られた成果については、わが国の地層処分計画を支える技術基盤として反映するため、処分事業や安全規制のニーズ・進展を踏まえ、段階的・定期的に取りまとめを実施している。
- 「第2次取りまとめ」以降、これまでに平成17年取りまとめ「地層処分技術に関する知識基盤の構築」、第1期中期計画期間（H17.10～H22.3）成果取りまとめ「CoolRepH22」、第2期中期計画期間（H22.4～H27.3）成果取りまとめ「CoolRepH26」を実施・公表してきた。
- 取りまとめた成果の発信においては、構造的な文書化や成果の反映先を明示する等、ユーザーが活用しやすい形態での情報の提供を目指す。



CoolRep(クールレブ)

第2期中期計画期間成果取りまとめから新たに導入したウェブサイト上に研究開発成果に関する情報を発信・共有するレポートシステム

<https://kms1.jaea.go.jp/CoolRep/>

（深地層の研究施設計画に関する研究開発成果の反映先）

- | | | | |
|------|------------|---|-----------------------|
| 第1期 | CoolRepH22 | ⇒ | 概要調査の段階を中心とした技術基盤 |
| 第2期 | CoolRepH26 | ⇒ | 精密調査の段階（前半）を中心とした技術基盤 |
| 第3期 | CoolRepR4 | ⇒ | 精密調査の段階（後半）を中心とした技術基盤 |
| (今期) | | | |

第3期中長期計画における成果の取りまとめと評価

必須の課題成果取りまとめ以降の動向

～令和元年度

令和2年～3年度

超深地層研究所計画(瑞浪)

必須の課題成果取りまとめ

- ・大深度の水平地下空間を安全に掘削し維持する技術確立
- ・その地下空間を活用しながら、大深度の地質環境を調査・評価する技術も確立

法律で定められた最終処分場の深度(300m以深)までの地下空間を調査・評価し、そこに地下施設を建設・維持できることを実証

深地層の科学的研究(地層科学研究)に関する課題について、当初目的を達成し、研究開発を終了

- ・地層科学研究に関する課題について、当初の目的をほぼ達成
 - ・これまでの成果を精査し国内外の地層処分を巡る状況の変化も踏まえて、以下の研究開発課題を継続
1. 実際の地質環境における人工バリアの適用性確認
 2. 処分概念オプションの実証
 3. 地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証

埋め戻しに着手(R2.2.4～)

第3期中長期計画成果取りまとめ

研究開発を継続

地元自治体による令和2年度以降の計画案の受け入れ(幌延町:R2.1.23)(北海道:R2.1.24)

外部有識者

地層処分研究開発評価委員会
深地層の研究施設計画検討委員会
によるレビュー

必須の課題成果報告書と令和2年度以降の計画

瑞浪

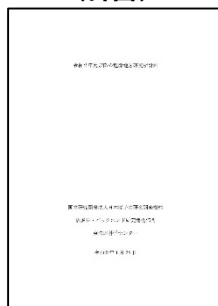
幌延

(報告書)

(計画)

(報告書)

(計画)



<https://jopss.jaea.go.jp/pdfdata/JAEA-Research-2019-012.pdf>

<https://www.jaea.go.jp/02/press2019/p20012701/b01.pdf>

<https://jopss.jaea.go.jp/pdfdata/JAEA-Research-2019-013.pdf>

<https://www.jaea.go.jp/04/horonobe/press/31/pdf/200129.pdf>

第3期中長期計画における成果の取りまとめと評価

令和元年度における中間評価結果（瑞浪）

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チング技術
- 地下水管理技術

- 研究内容の妥当性
概ね適切であった
- 目標の達成度
概ね目標が達成できた

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

- 研究内容の妥当性
概ね適切であった
- 目標の達成度
概ね目標が達成できた

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

- 研究内容の妥当性
概ね適切であった
- 目標の達成度
概ね目標が達成できた

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。

⇒第3期中長期計画の成果に対する技術的な評価は実施済み

第3期中長期計画における成果の取りまとめと評価

令和元年度における中間評価結果（幌延）

①実際の地質環境における人工バリアの適用性確認

- 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

- 研究内容の妥当性
概ね適切であった
- 目標の達成度
概ね目標が達成できた

②処分概念オプションの実証

- 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

- 研究内容の妥当性
概ね適切であった
- 目標の達成度
概ね目標が達成できた

③地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の実証

- 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

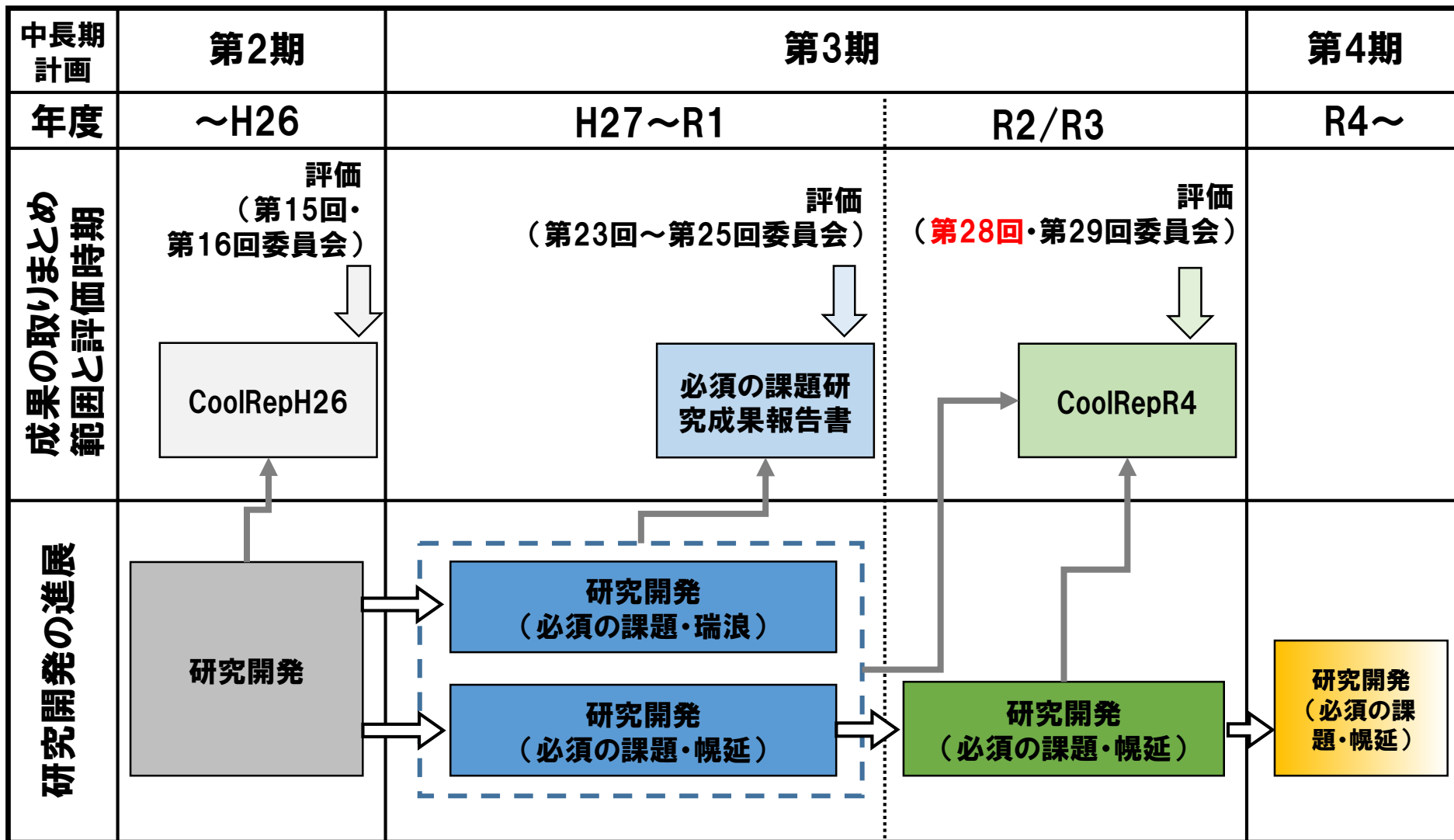
- 研究内容の妥当性
適切であった
- 目標の達成度
十分に目標が達成できた

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。

⇒第3期中長期計画の成果に対する技術的な評価は概ね実施済み

第3期中長期計画における成果の取りまとめと評価

研究開発成果に対する評価の経緯



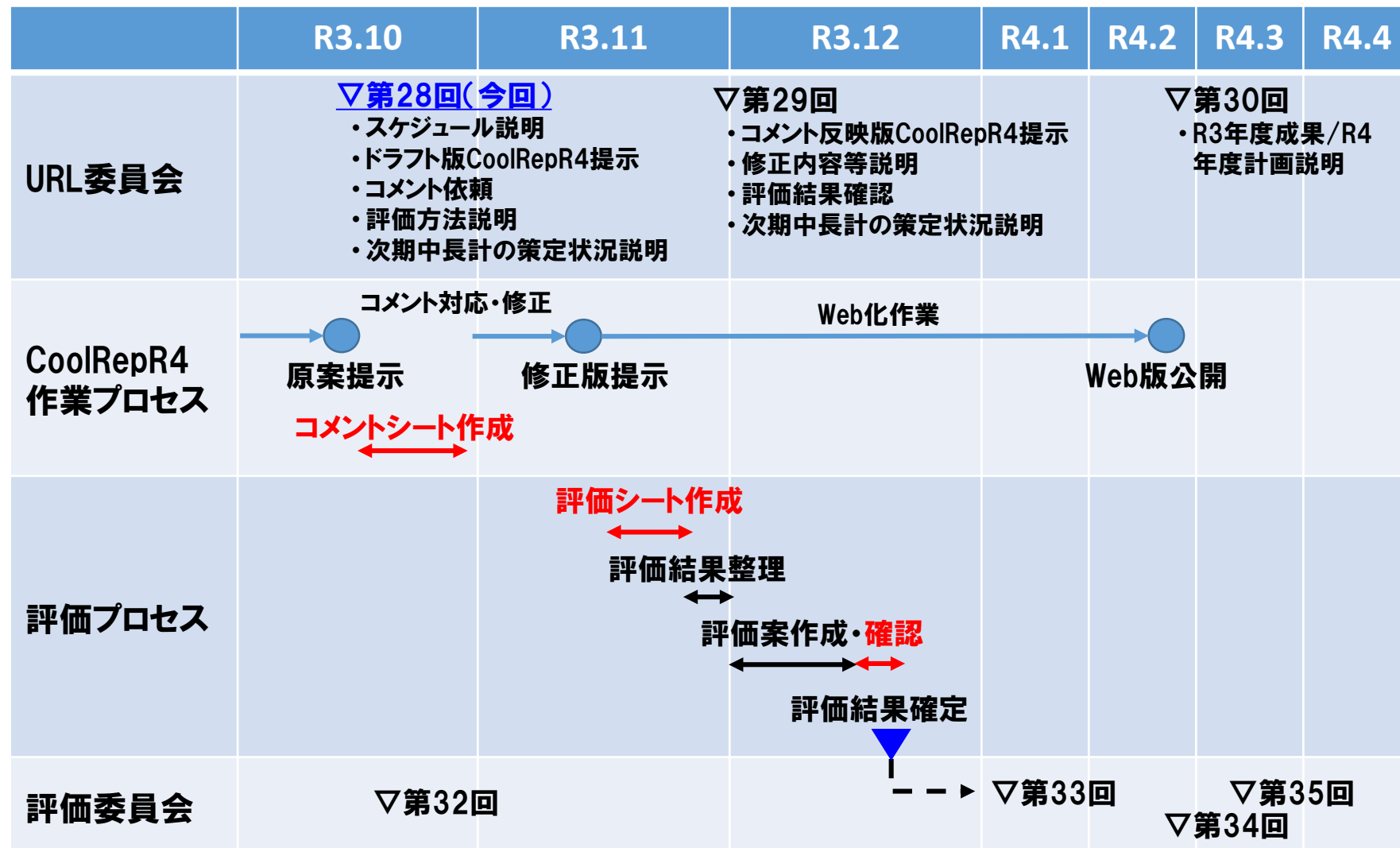
第3期中長期計画における成果の取りまとめと評価

評価項目と評価の視点

評価の項目	評価の視点
取りまとめ内容の妥当性	✓ 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 ✓ CoolRepR4の作成方針、およびその構造や構成は妥当か ✓ 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 ✓ 個々の研究開発成果への追跡性が確保されているか ．．．等
中長期計画に対する達成度	✓ 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 ✓ 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 ．．．等

第3期中長期計画における成果の取りまとめと評価

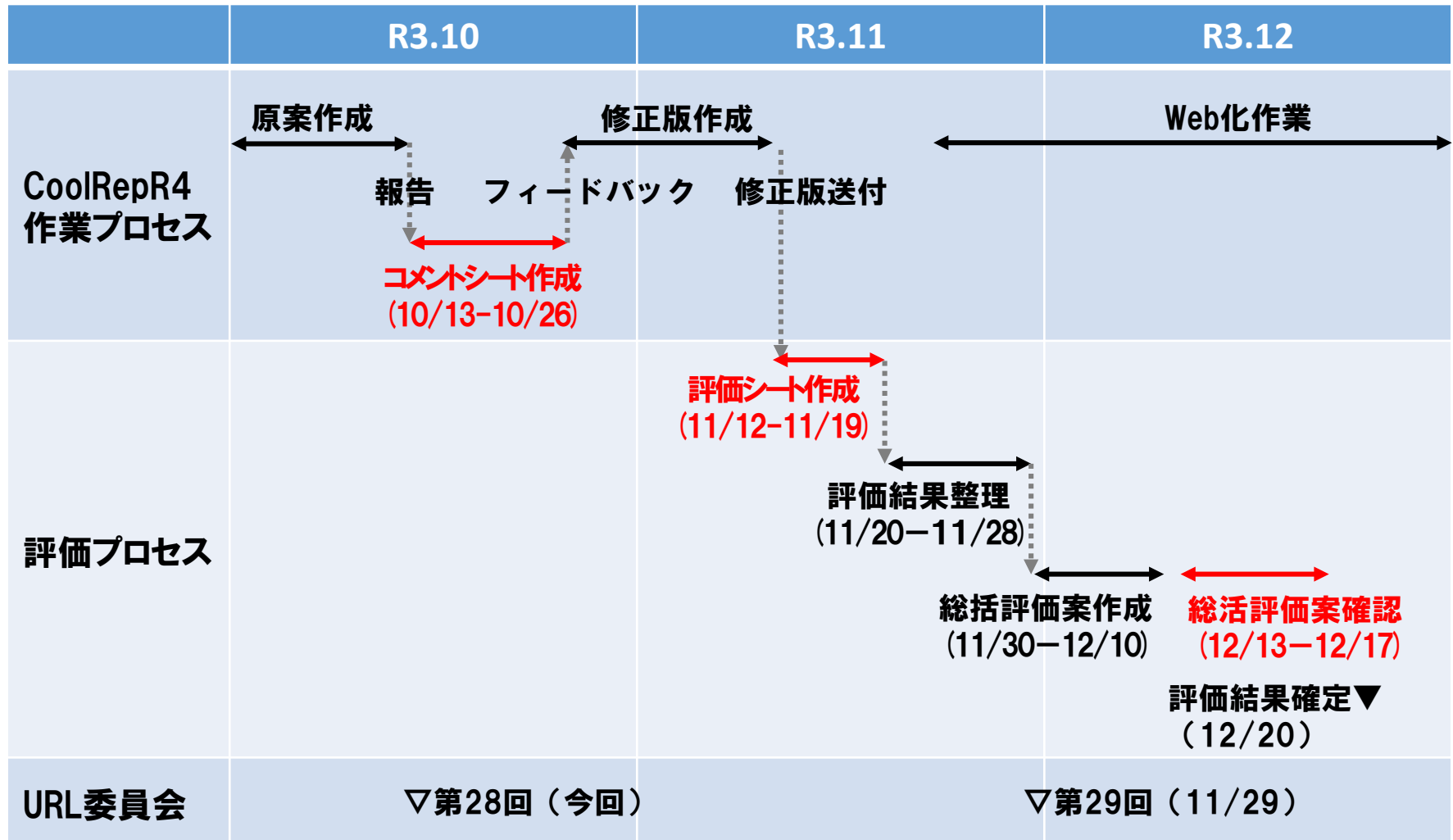
評価の流れ（概略）



⇄ 委員の方々にお願いする項目

第3期中長期計画における成果の取りまとめと評価

評価の流れ（詳細）



←→ 委員の方々にお願いする項目

第3期中長期計画における成果の取りまとめと評価

今後の委員会スケジュールと評価プロセス

URL委員会	説明事項(JAEA)	審議検討事項／ アウトプット(委員会)
第28回 (今回)	・ 取りまとめ方針 ・ 評価の視点とプロセス ・ CoolRepR4原案の提示	・ 取りまとめ方針の確認・議論 ⇒コメントシート作成 ⇒評価シート提示
第28回後	コメントシート集約⇒CoolRepR4修正版配信(電子メール) ⇒評価シート作成・集約 ※必要に応じて修正内容等について個別説明	
第29回	・ CoolRepR4ドラフト版への コメントと対応内容	・ コメントへの対応内容の確認 ・ 評価内容の確認 ⇒評価内容集約
第29回後	評価案の作成⇒評価案の確認(電子メール)⇒評価結果確定 ⇒評価委員会へ報告	

第3期中長期計画における成果の取りまとめと評価

コメントシートについて

- 本日以降に配信するCoolRepR4ドラフト版に対して、評価の視点を踏まえたコメントをお願いします。
- 各委員、ご自身の専門分野を中心にご一読頂き、コメントをお願いします。（担当分野について特に指定するものではありません）
- コメントはお送りするフォーマットもしくはPDFファイルに直接記入して頂き、10月26日(火)までに事務局に送付をお願いします。
- 現状の記載内容以外へのコメントも、ありましたらお願いします。

第3期中長期計画における成果の取りまとめと評価

コメントシートについて

評価の視点を踏まえ、各委員の専門分野を中心にコメントをお願いします。

⇒コメントシートの作成

※コメントシートの記載例

該当箇所	コメント内容
3.1.1 大規模湧水に対するウォータータイトグラウト技術	➤ (xx頁) 成果の反映先について、〇〇というような記載をすることでより多く方に成果を分かりやすく伝えることができるのではないかな。
3.4.1 人工バリア性能確認試験	➤ (xx頁) □□の試験結果については、〇〇に関する知見についても成果として記載できるのではないかな。
.....	➤

CoolRepR4へのコメントシートは**10月26日(火)までに電子メールにて事務局宛てにお送り下さい。**

第3期中長期計画における成果の取りまとめと評価

評価シートについて

- CoolRepR4の修正版を各委員へ配信します(～11月12日)。
- 配信された修正案をご確認頂き、評価シートの作成をお願い致します。**評価シートは11月19日(金)までに事務局へ送付**をお願いします。
- 頂いた評価は事務局にて整理し次回の第29回委員会においてご報告致します。
- 整理した評価結果に基づき、委員長と事務局にて総括評価(案)を作成し(～12月10日)、委員の方々にご確認頂いた後(～12月17日)、総括評価として確定する予定です。

第3期中長期計画における成果の取りまとめと評価

評価シートについて

第3期中長期計画における研究開発成果に対する評価
(深地層の研究施設計画)

評価者	委員
評価日	令和3年11月 日

評価の項目と視点

「取りまとめ内容の妥当性」および「中長期計画に対する達成度」について総合的な評価を行う。各項目における評価の視点は以下のとおりである。

「取りまとめ内容の妥当性」

- ・ 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方針、およびその構造や構成について
- ・ 中長期計画期間に得られた研究開発成果に対する記載内容の網羅性や追跡性について

「中長期計画に対する達成度」

- ・ 得られた研究開発成果の技術的な意義、およびそれらの処分事業や安全規制、および各個別課題への貢献について

評価結果

【取りまとめ内容の妥当性】

段階評価	☐ 妥当である ☐ 概ね妥当である ☐ やや不適切である ☐ 不適切である
コメント等	

【中長期計画に対する達成度】

段階評価	☐ 妥当である ☐ 概ね妥当である ☐ やや不適切である ☐ 不適切である
コメント等	

その他コメント等

自由記述

以上

1. 評価内容

- ✓ 各委員1枚の評価書を記載

2. 評価項目

- ✓ 取りまとめ内容の妥当性
- ✓ 中長期計画に対する達成度

3. 評価方法

- ✓ 4段階での評価(該当する欄にチェック)
- ✓ コメント等

4. その他コメント等

- ✓ 上記評価結果以外の関連事項(改善に向けた提案、今後の研究開発に期待すること等)を記入

- ※ 電子ファイル(e-mail)でのご提出をお願い致します。
- ※ ご提出は、**11月19日(金)**までに事務局宛にお願い致します。

第3期中長期計画における成果の取りまとめと評価

総括評価の作成について

令和3年12月X日 深地層の研究施設計画検討委員会 委員長 西垣誠								
第3期中長期計画における研究開発成果に対する評価結果 (深地層の研究施設計画)								
評価結果								
総括								
➤ ○○○・・・・								
➤ △△・・・・								
段階評価結果								
<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">取りまとめ内容の妥当性</th></tr></thead><tbody><tr><td>☐妥当である</td><td rowspan="4"></td></tr><tr><td>☐概ね妥当である</td></tr><tr><td>☐やや不適切である</td></tr><tr><td>☐不適切である</td></tr></tbody></table>		取りまとめ内容の妥当性		☐ 妥当である		☐ 概ね妥当である	☐ やや不適切である	☐ 不適切である
取りまとめ内容の妥当性								
☐ 妥当である								
☐ 概ね妥当である								
☐ やや不適切である								
☐ 不適切である								
【中長期計画に対する達成度】								
<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">中長期計画に対する達成度</th></tr></thead><tbody><tr><td>☐妥当である</td><td rowspan="4"></td></tr><tr><td>☐概ね妥当である</td></tr><tr><td>☐やや不適切である</td></tr><tr><td>☐不適切である</td></tr></tbody></table>		中長期計画に対する達成度		☐ 妥当である		☐ 概ね妥当である	☐ やや不適切である	☐ 不適切である
中長期計画に対する達成度								
☐ 妥当である								
☐ 概ね妥当である								
☐ やや不適切である								
☐ 不適切である								
委員からのご意見等								
以上								

各委員から頂いた評価シートの内容を集約し、第3期中長期計画における総括評価として取りまとめる。(集約:事務局、原案策定:委員長)

【総括】

各委員から頂いたコメントを基に、第3期中長期計画について総括する。

【段階評価】

頂いた段階評価を星の数として表し、評価結果を示す。

【委員からのご意見等】

中長期計画の評価以外の内容について頂いたコメントを整理し、記載する。



西垣委員長より令和4年1月の**評価委員会にて報告**して頂く予定

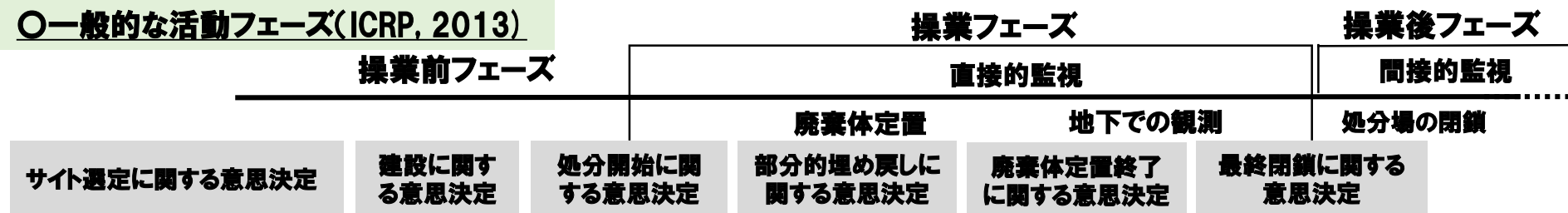
本日の説明内容

1. 第3期中長期計画における成果の取りまとめと評価
2. CoolRepR4の作成方針と概要
3. 第4期中長期計画の策定状況
4. 深地層の研究施設計画の現状と今後の予定

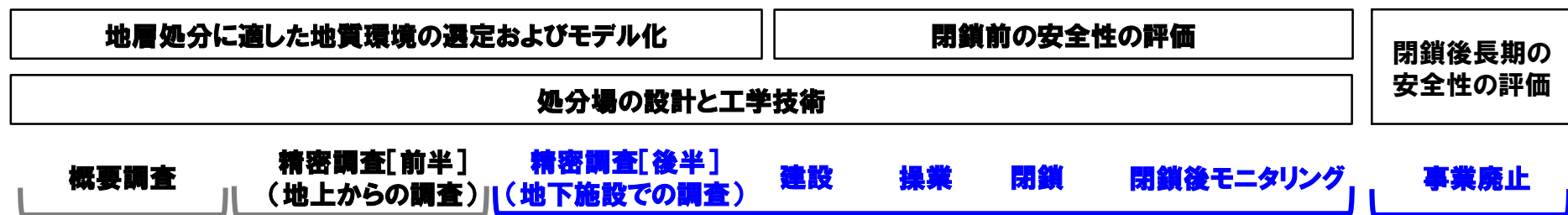
CoolRepR4の作成方針と概要

CoolRepR4の位置付け

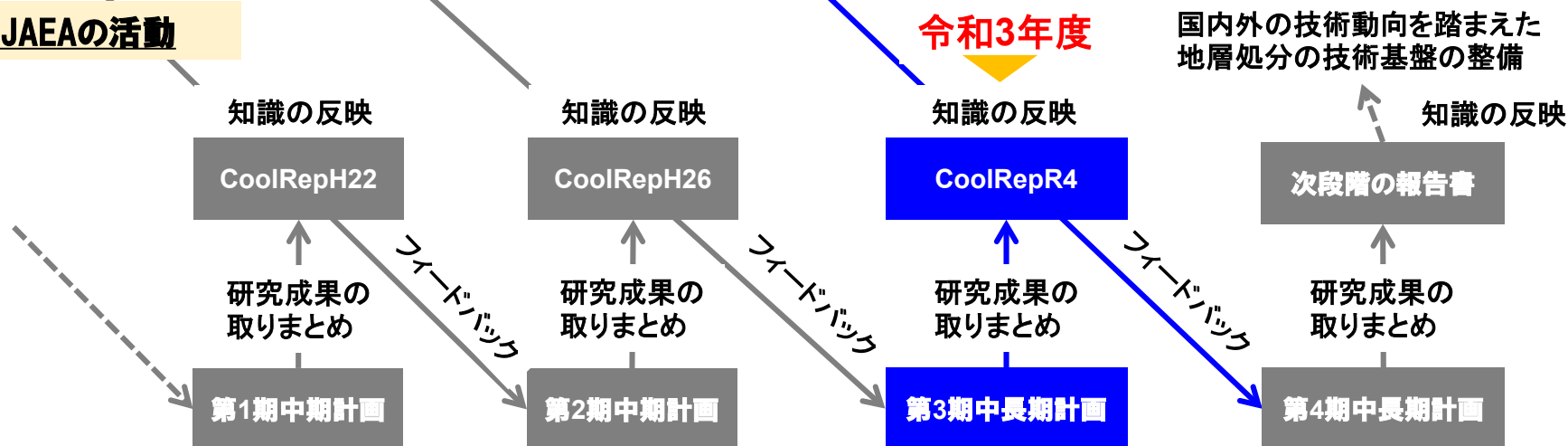
○一般的な活動フェーズ(ICRP, 2013)



○処分事業の進展と必要となる技術基盤



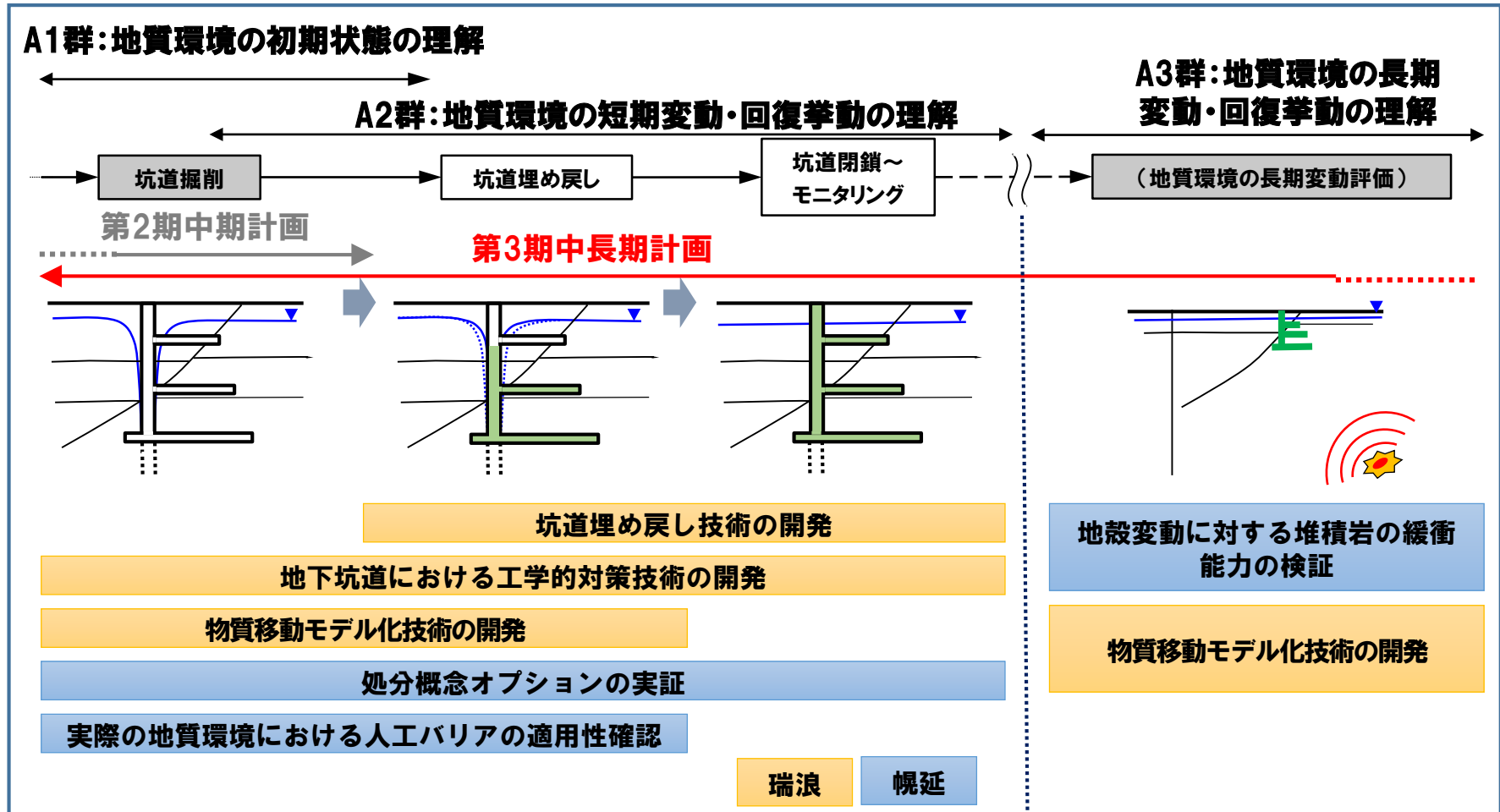
○JAEAの活動



CoolRepR4の作成方針と概要

第3期中長期計画における研究開発の範囲と反映先

○URLにおける研究開発(必須の課題)の進展



CoolRepR4の作成方針と概要

CoolRepR4の内容

必須の課題

瑞浪

幌延

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

坑道埋め戻し技術 の開発

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

物質移動モデル化 技術の開発

地殻変動に対する 堆積岩の緩衝能力 の検証

実施項目

- 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

- ## ● 不均質な割れ目ネットワークのモデル化手法の開発

- 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

- 人工バリア性能確認試験
- オーバーパック腐食に関わる原位置試験
- 物質移行試験

- 処分孔の湧水対策・支保技術
- 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）等の限界的条件下での人工バリア性能確認試験

- ## ● 物質移動モデル化技術の開発

- 水圧擾乱試験などによる緩衝能力の検証・定量化
- 地下水の流れが非常に遅い領域を調査・評価する技術の高度化
- 地殻変動による人工バリアへの影響・回復挙動試験

【CoolRepR4】

**必須の課題を通して得られた知見を地層処分
事業・安全規制への反映という視点で体系化**

▶ 成果ダイジェスト

(主な成果+事業等への反映)

成果ダイジェスト

(主な成果+事業等への反映)

**A2群
(地質環境の短期変動・回復挙動の理解)
コアメッセージ**

成果ダイジェスト

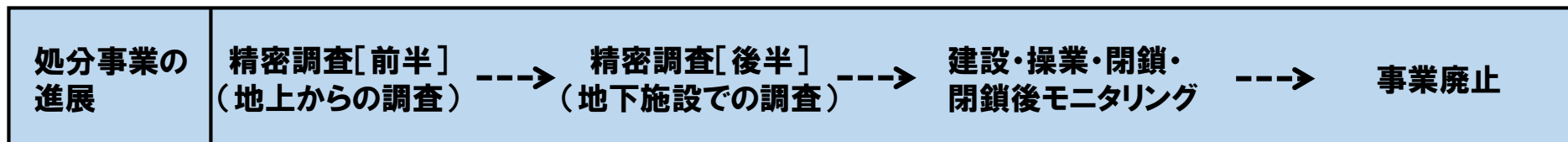
(主な成果+事業等への反映)

**A3群
(地質環境の長期変動・回復挙動の理解)
コアメッセージ**

CoolRepR4の作成方針と概要

CoolRepR4における成果の概要

	A1群) 地質環境の初期状態の理解(～CoolRepH26)	A2群) 地質環境の短期変動・回復挙動の理解	A3群) 地質環境の長期変動・回復挙動の理解
コアメッセージ (案)	● 安定な母岩領域をより確実に評価するための技術体系を構築した。 ● 坑道掘削前の母岩の地質環境状態(ベースラインコンディション)のサイト記述モデルを構築するための方法論を調査量と不確実性との関連性に着目して体系化した。 ● 異なる調査分野との連携、データの相互活用により地質環境モデルの信頼性が向上した。 (現在は幌延において必須の課題に対応するため、地質構造や岩盤の水理等に関するデータ取得を実施している。)	● 法律で定められた最終処分場の深度(300m以深)までの地下空間を調査・評価し、そこに地下施設を建設・維持できることを実証した。 ● 廃棄体の定置および坑道閉鎖に必要な工学技術の実際の地質環境への適用性を例示した。 ● 処分場の建設から坑道埋め戻しに伴う地質環境の変化および人工バリアの状態に関するモニタリング技術の実際の環境への適用性を例示した。 ● 人工バリアにおける熱－水－応力－化学(THMC)連成現象を評価するための解析コードを改善した。	● 長期的な地質環境の変化に伴う地下水流動状態および物質移行場の変化を推定するための方法論を整備するとともに、解析手法を構築した。 ● 断層活動などの地質環境の変化が人工バリアの性能に与える影響を把握するための手法を構築した。
技術基盤への貢献 (案)	● 構築した技術や蓄積された技術的ノウハウにより、複雑な地質環境条件や制約条件を有する環境にも対応できることを示した。 ● 重要な調査項目や組み合わせ、調査の限界などを例示した。	● 地下施設の建設・操業・閉鎖の各段階に対して適用可能な基本的な技術の成立性を例示した。	● 長期的な地質環境特性の変化およびその変化が地層処分システムに与える影響を推定するための基本的な技術の成立性を例示した。



➤ 精密調査の段階(後半)を中心とした技術基盤を概ね整備することができた

CoolRepR4の作成方針と概要

成果ダイジェスト(案)

成果—課題マップ(A2群:地質環境の短期変動・回復挙動の理解)

コアメッセージ

- 法律で定められた最終処分場の深度(300m以深)までの地下空間を調査・評価し、そこに地下施設を建設・維持できることを実証した。
- 廃棄体の定置および坑道閉鎖に必要な工学技術の実際の地質環境への適用性を例示した。
- 処分場の建設から坑道埋め戻しに伴う地質環境の変化および人工バリアの状態に関するモニタリング技術の実際の環境への適用性を例示した。
- 人工バリアにおける熱・水・応力・化学(THMC)連成現象を評価するための解析コードを改善した。

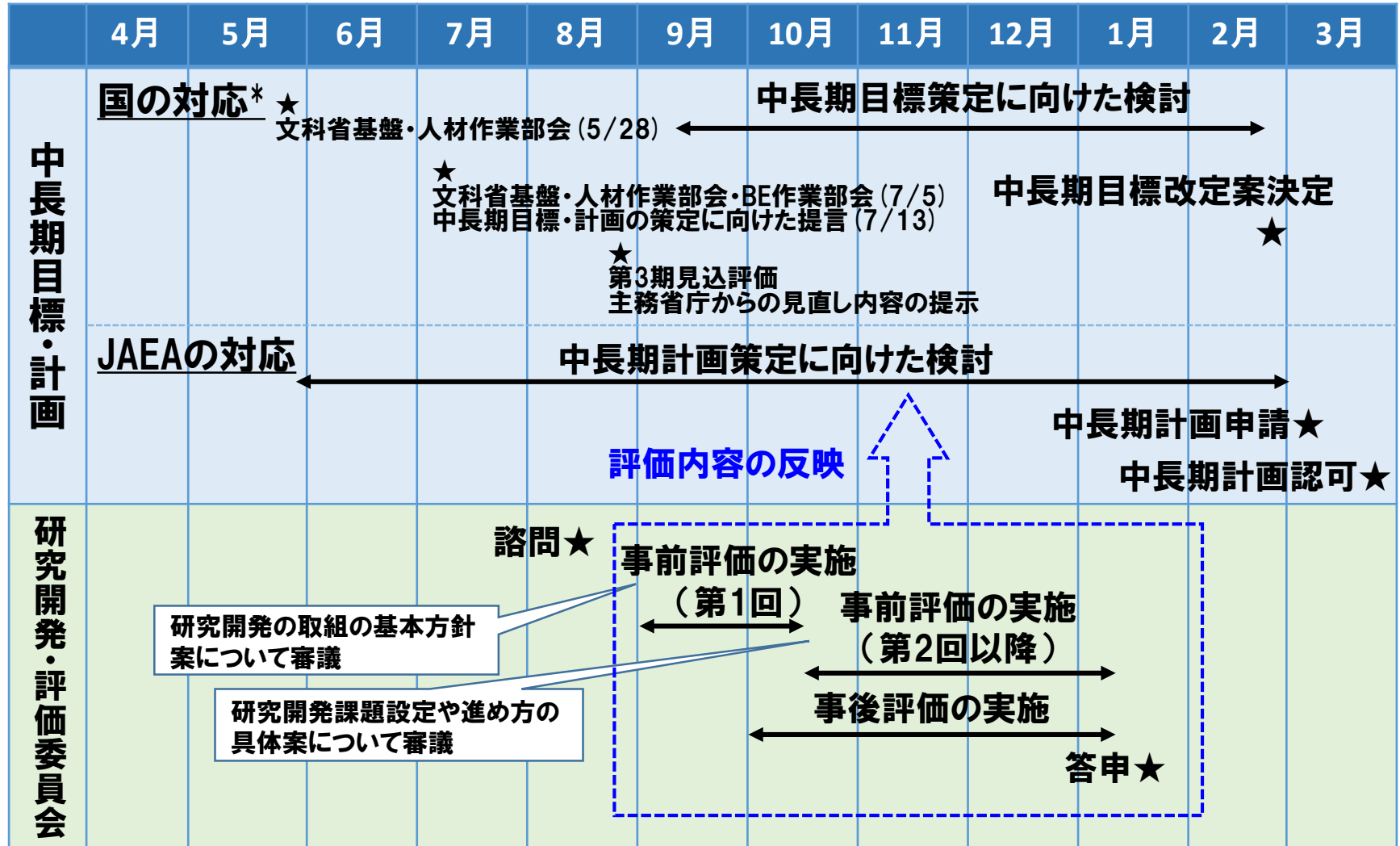
成果ダイジェストH26	課題ダイジェストH26	必須の課題・実施項目	成果ダイジェストR4
物質の挙動 ● 岩盤の収縮・拡張特性の把握 ✓ 原位置試験を実施して地質環境中の物質移動特性に関する各種パラメータを取得する技術として、多様な地下環境(例えば、溶存ガス環境下)に対応可能な原位置試験装置および試験手法を構築し、その適用性を確認した。(端流と経延の相違点・溶存ガス対策の有無) ✓ 地質環境中の物質移動特性に関する各種パラメータの取得技術として、トレーサ—物質の原位置分析技術を開発した。 ✓ 調査手法の構築により、本格的な原位置試験の開始に必要な調査技術が整備された。 ● 物質移動挙動の把握 ✓ 岩盤中に認められる割れ目などを地質学的な観点からタイプ分けし、原位置物質移動試験を実施する対象を明確化した。(端流と経延の相違点:実質の有無、割れ目充填鉱物) ● コロイド/有機物/微生物の影響の把握 ✓ 地下水中のコロイド/有機物/微生物が地質環境中の物質移動現象に及ぼす影響を原位置でより精度よく把握する調査技術を整備し、その適用性を確認した。 ● 物質の移動特性の解析評価技術の構築 ✓ 割れ目の透水不均質性を考慮した物質移動解析や経延URLの250m調査坑道で得られた原位置試験データに基づく割れ目内物質移動不均質性をモデル化した。 工学技術 ● 地下施設建設時の施工対策技術 ✓ 端流および経延の地質状況に応じて適用した立坑掘削工法(ショートステップ工法、機械掘削)の事例を提示する。 ✓ 立坑掘削対策をショートステップ工法のサイクルタイムに収め込んだ事例から同工法の柔軟性を確認した。 ✓ 湧水抑制対策としてグラウト技術の有効性を確認した。 ● 地下施設の安全性を確保する技術 ✓ 溶存ガス対策の適用事例を提示した。 ✓ 過負荷解析に基づく過負荷システム・防災設備の設計、火災時対応を検討した事例を提示した。 人工バリアの設置環境と性能(構築) ● 処分場の設計・施工技術 ✓ 環境超深地層研究センターでの深度350mまでの坑道掘削段階において得られる地質環境情報をもとに、これまで開発してきた緩衝材、埋め戻し材、プラグ、支保、グラウトの設計手法の適用性を確認した。また、試験坑道を利用して、これらの施工技術を実証した。 ● 地下研建設時の計測・解析評価の経験を活かした処分場の地下施設の設計・施工管理 ✓ 設計(立坑、水平坑道、耐震設計及び管理)を取りまとめた。 ● 長期健全性評価技術 ✓ 環境超深地層研究センターでの深度350mの試験坑道において、人工バリア及び周辺岩盤の廃棄体定置初期の熱・水・応力・化学連成モデル、オーバーパック腐食評価モデル、ベントナイト—セメント相互作用モデル、ベントナイト—鉄相互作用モデルの検証を目的とした人工バリア性能確認試験、オーバーパック腐食試験を開始した。	✓ URLを用いた原位置物質移動試験とその結果の解析評価の実施 ✓ 地下施設近傍領域の物質移動に寄与する構造や物質移動特性及びその短期的変化を把握可能な調査評価技術の構築 ✓ 地下施設近傍領域の物質移動特性の三次元的な不均質性分布やその短期的変化を把握可能な調査評価技術の構築 ● 対策技術 ✓ ポストグラウトを含むウォータータイトトンネル技術開発 ✓ 人工材料の周辺岩盤、地下水への影響評価(プラグ・埋め戻し材) ✓ 適用性確認試験 ✓ セメント材料の地質環境への影響評価モデル作成に資する原位置データの取得 ✓ 人工バリア及びシールリング性能に関わる長期評価手法の開発及び地上で性能が確認された施工技術の地下環境での実証 ✓ 地下環境における処分場概念オプションの成否に関する基礎技術の実証	地下坑道における工学的対策技術の開発(増進) 物質移動モデル化技術の開発(増進) 実際の地質環境における人工バリアの適用性確認(構築) 処分場概念オプションの実証(検証)	大規模湧水に対するウォータータイトグラウト技術 ● 深度500mの研究坑道において、坑道への湧水量を既存技術のプレグラウティングとポストグラウティングの組合せによりウォータータイトグラウト施工技術を実証し、環状超深地層研究センター内でも高水圧条件(約4MPa)での湧水抑制効果を確認した。 ● 超深地層センターを基本としたプレグラウティングにより、湧水量はグラウティング実施の場合の予測値の4%に抑えることができた。さらに、このプレグラウティング領域の一部において、より微細な割れ目への浸透が期待できる活性シリカコロイドを用いたポストグラウティングを実施することで、プレグラウティング領域の区域湧水量をさらに70%低減することができ、プレグラウティングとポストグラウティングの併用により未実施の場合の予測値の99%の湧水抑制効果が確認できた。 ★成果の反映 ● 処分場が想定される深度における高い地下水圧下でのグラウティング技術の適用性を提示することができた。 ● 精密調査における地下施設や処分施設の設計、施工、閉鎖時の湧水対策技術、排水処理量の低減対策として適用できる(包括的技術報告書 第4章 処分場の設計と工学技術)。 施工品質評価技術 ● グラウト材の経延への影響の経時変化を把握するための手法を確立するとともに、CT-XRDが非破壊で三次元的な鉱物分布を推定するための分析手法として有用であることを確認した。 ● これらの分析により、施工後約6年経過した岩盤でもグラウト材との接触による新たな鉱物の形成や鉱物の溶解などの変化は認められず、少なくともグラウティング後、数年でグラウト材により岩盤に浸透が促される可能性はほとんどないことを確認した。 ★成果の反映 ● 環状超深地層研究センターのように、約90%の除去率が求められるふっ素処理や、低濃度から極低濃度までの除去が求められるほう素処理とともに処理量が大量である排水処理については、現行の処理方法(ふっ素は凝集沈殿処理、ほう素は凝集吸着処理)が現時点で適切であることを提示した。 地下水管理技術 ● 環状超深地層研究センターのように、約90%の除去率が求められるふっ素処理や、低濃度から極低濃度までの除去が求められるほう素処理とともに処理量が大量である排水処理については、現行の処理方法(ふっ素は凝集沈殿処理、ほう素は凝集吸着処理)が現時点で適切であることを提示した。 ● 環状超深地層研究センターに限らず、一般の大規模地下施設の建設および維持管理における坑内湧水の処理については、水質が均質な工業排水と異なり、その場所の地質や地下水の由来起源、地下施設の建設による周辺地下水の富み、施工等の要因により、排水の水質が変動することが想定されるため、それらに応じた排水処理方法を選択することが環境負荷やコストの低減に有効であることを提示した。 ★成果の反映 ● これらの成果は処分事業における処分施設の設計、施工、閉鎖時の排水処理施設の運用において、施設計画時点で求められる基準値に応じて最適な手法を適用することが可能であることを提示した。 不均質な割れ目ネットワークのモデル化手法の開発 ● 環状超深地層研究センターで取得した原位置データを用いてDFNモデルを構築するとともに、DFNモデルによる地下水流動解析や粒子追跡解析を実施し、それらの結果に基づく岩盤特性の評価方法や地下施設設計などへの反映方法を提示した。 坑道掘削中の物質挙動予測の進展 ● 収容性トレーサ—物質を用いた原位置トレーサ—試験技術を開発した。本試験の結果は、割れ目の表面への吸着と岩石基質部への拡散に伴う収縮に加え、割れ目充填鉱物への元素の吸着・脱着などの現象を考慮する必要があることが明らかとなった。日本の結晶質岩の割れ目は、充填鉱物をしばしば介在していることから、放射性核種の移行を遅延させる機能を有することを示唆する。 ● 上記のデータを室内試験で取得し、原位置試験の結果と組み合わせることは、試験結果の評価解析で破過曲線を良好に再現し得る物質移行パラメータを得るために重要である。 物質挙動におけるコロイド、有機物、微生物の影響因子の解明 ● 花崗岩体の地下水中のコロイド粒子は、ケイ酸塩鉱物、有機物、鉄鉱物、硫化物、炭酸塩鉱物などから構成されるが、放射性元素と同様の化学性質を示す希土類元素を輸送し得るコロイド粒子は、主に炭酸塩コロイドであり、鉄コロイドもわずかに関与する。これらの粒子の生成・沈殿は、飽和指数に基づき熱力学的に解析が可能であり、飽和指数とコロイド希希土類元素の濃度の相関に基づいて、コロイドによる元素輸送量を評価できる可能性がある。 ★成果の反映

本日の説明内容

1. 第3期中長期計画における成果の取りまとめと評価
2. CoolRepR4の作成方針と概要
3. 第4期中長期計画の策定状況
4. 深地層の研究施設計画の現状と今後の予定

第4期中長期計画の策定状況

第4期中長期計画策定までのスケジュール



*文部科学省国立研究開発法人審議会(第20回)資料2-7を参考に作成

https://www.mext.go.jp/content/20210423-mxt_chousei02-000014469_8.pdf

第4期中長期計画の策定状況

第4期中長期計画における機構の研究開発方針(地層処分分野)

地下の研究施設等を活用して、高レベル放射性廃棄物処分に向けた技術基盤の整備を通じて、地層処分の信頼性向上に資する研究開発を推進する

- ❑ 幌延の地下の研究施設を活用した国際連携を強化し、先進的な技術開発を推進
- ❑ 東海での地層処分研究開発、東濃の長期安定性研究による技術基盤の整備を継続
- ❑ これらの研究を通じてNUMOの事業ニーズに応じた研究成果を発出
- ❑ 地層処分技術に関する研究開発でのビッグデータ活用によるデジタルツイン技術開発

20

参考(第4期中長期計画案)

第4期中長期計画素案

高レベル放射性廃棄物の処分技術等に関する研究開発

高レベル放射性廃棄物等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、国による安全規制上の施策等のための**技術基盤を最先端のデジタル技術を取り入れつつ整備し、提供**する。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など**社会実装を図る**。

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などを継続する。

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とともに、地層処分計画に基づいた地層処分事業に貢献する。

研究開発の実施に当たっては、最新の科学的知見を踏まえることとし、実施主体、国内外の研究開発機関、大学等との技術協力や共同研究等を通じて、最先端の技術や知見を取得・提供し、**我が国における地層処分に関する技術力の強化・人材育成に貢献**する。

また、幌延の深地層の研究施設などの施設見学、ウェブサイトの活用による研究開発成果に関する情報の公開を通じ、**地層処分に関する国民との相互理解促進**に努める。

参考(第4期中長期計画案)

第4期中長期計画素案

深地層の研究施設計画

幌延深地層研究計画(堆積岩:北海道幌延町)と超深地層研究所計画(結晶質岩:岐阜県瑞浪市)については、機構が行う業務の効率化を図りつつ、調査研究および坑道埋め戻し後のモニタリング調査を着実に進める。

幌延深地層研究計画については、「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。研究の実施にあたり、**稚内層深部(深度500m)に坑道を展開して研究に取り組むとともに、さらなる国際連携による幌延深地層研究センターの国際拠点化を進め、研究開発成果の最大化を図る。**その上で、国内外の技術動向を踏まえて、地層処分の技術基盤の整備の完了が確認できれば、埋め戻しを行うことを具体的工程として示す。

超深地層研究所計画については、「令和2年度以降の超深地層研究所計画」に基づき、埋め戻し後は有効性を確認した**モニタリングシステムを用いた地下水の調査と地上観測孔による地下水調査を環境モニタリング調査として5年程度継続して実施する。**地下水の環境モニタリング調査終了後は速やかに、**地上施設の基礎コンクリート等の撤去及び地上から掘削したボーリング孔の埋め戻し、閉塞を行う。**その後、用地の整地を行い、全ての作業を完了する。

本日の説明内容

1. 第3期中長期計画における成果の取りまとめと評価
2. CoolRepR4の作成方針と概要
3. 第4期中長期計画の策定状況
4. 深地層の研究施設計画の現状と今後の予定

幌延深地層研究計画の現状と今後の予定

稚内層深部領域(深度500m)における研究について

令和2年6月 外部委員会(第26回深地層の研究施設計画検討委員会)

- ・ 稚内層深部領域(深度 500m)の地質環境特性は人工バリアや天然バリアの評価の研究に適していること、および、地層処分システムの有効性や信頼性に対する理解を一層深めることが期待できるため、**深度500mにおける研究の実施を推奨するとの提言を受けた。**

令和3年3月 外部委員会(第27回深地層の研究施設計画検討委員会)

- ・ 稚内層深部領域(深度 500m)を対象とした研究では地層処分の技術基盤の整備に対してより多くの技術的貢献が期待できるため、**坑道を展開した一連の技術の確認を推奨するとの提言を受けた。**

令和3年4月 令和3年度調査研究計画 自治体/地域の皆様方への説明

- ・ 稚内層深部(深度500m)で研究する方針を自治体および地域の方々に説明した。

令和3年7月 幌延深地層研究の確認会議

- ・ 研究の必要性、研究課題の範囲、および研究工程の観点から、稚内層深部(深度 500m)における研究が、三者協定を遵守したものであることが確認された。



深度500mにおける研究を準備中

幌延深地層研究計画の現状と今後の予定

幌延深地層研究センターの国際化に向けて

平成31年3月 外部委員会(地層処分研究開発評価委員会および第25回深地層の研究施設計画検討委員会)

- **地下研究施設の共通基盤(プラットフォーム)化**についての提言を受けた。

令和2年1月 令和2年度以降の幌延深地層研究計画の公表

- 令和2年度以降の研究計画において、国内外の関係機関との協力を進めることを示した。

令和2年6月 外部委員会(第26回深地層の研究施設計画検討委員会)

- 幌延を活用した国際的な研究協力を一層推進するために、**国内外の関係者とさらなる議論を行うことが重要**であるとの提言を受けた。

令和2年8月 最終処分国際ラウンドテーブル報告書の公表

- OECD/NEA が「ハイレベル政府代表からの国際協力に関するメッセージ」として報告書を取りまとめ、専門家間で議論するためのワークショップをOECD/NEA と共に開催する意向が示された。

令和3年9月 METI-NEA主催 地下研利用に関する国際ワークショップ

- 地下研究施設を国際的に開かれた施設として共有し、幅広い交流と協力を進めることは、地層処分にに関する技術レベルの維持・強化に有効である。



幌延深地層研究センターを活用した国際共同研究を検討中



未来へげんき
To the Future / JAEA

ご清聴ありがとうございました