

原子力機構における 地層処分研究開発の全体概要

令和7年3月28日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
核燃料サイクル工学研究所
BE資源・処分システム開発部

報告内容

- 1. 令和5年度の業務の実績に関する主務大臣評価**
- 2. 地層処分研究開発・評価委員会について**
- 3. 原子力機構のトピックス**
- 4. 地層処分をめぐる動き**

1. 令和5年度の業務の実績に関する主務大臣評価

原子力機構全体： B（前年度A）

項目「高レベル放射性廃棄物の処理処分に関する技術開発の着実な実施」： B（前年度A）

< 評価に至った理由 >（高レベル放射性廃棄物の処分に関する部分を抜粋）

- 坑道掘削時に断層からの湧水量の減少速度を支配するメカニズムを、観測データとシミュレーションにより、実際の掘削現場において世界で初めて解明したことは、トンネル工事現場や放射性廃棄物の地層処分場建設現場等での湧水抑制対策の立案への貢献が期待でき、高く評価できる。
- 研究開発成果の理解促進活動では、HIPの効果により、昨年度比で幌延のHPアクセスが1.5倍になるなど、着実な取組が認められる。

< 今後の課題 >（高レベル放射性廃棄物の処分に関する部分を抜粋）

- 社会の理解向上のための取組の重要性は大きく、研究開発成果の理解推進活動について、着実な取組を進めるとともに、アンケートを実施するなど、成果を定量的に把握する取組に期待する。

2. 地層処分研究開発・評価委員会について 全体スケジュール

第4期中長期目標期間（令和4年度～令和10年度）

年 度		R4 2022	R5 2023	R6 2024	R7 2025	R8 2026	R9 2027	R10 2028
深地層の 研究施設計画	幌延		施設整備	500m調査坑等の掘削	研究計画に沿った研究開発の実施			
	瑞浪		地下水の環境モニタリング調査	研究所周辺の環境影響調査		基礎工割等 整地撤去		
成果の公表		地層処分技術に関する研究開発報告会						研究成果取りまとめ (CoolRep R11)
深地層の 研究施設計画 検討委員会 (URL委員会)		▽評価・助言	▽評価・助言	▽評価・助言	▽評価・助言	▽評価・助言	▽評価・助言	▽評価・助言
地層処分研究開発・ 評価委員会		▽評価	▽評価	▽評価	▽評価 ▽諮問 ▽答申	▽評価	▽評価	▽評価 ▽諮問 ▽答申

中間評価
(計画の進捗や成果取りまとめ状況などの確認)

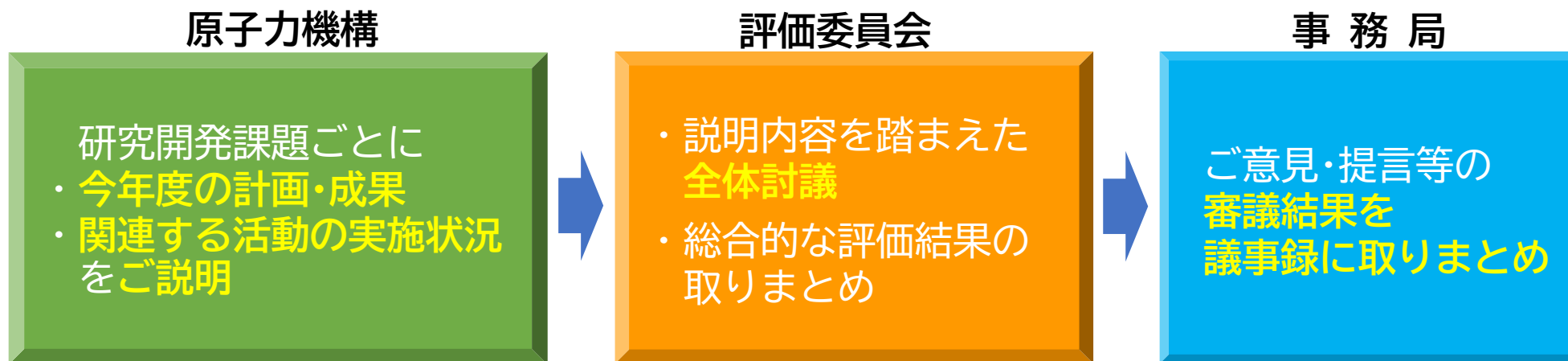
事後評価

2. 地層処分研究開発・評価委員会について 評価の視点と進め方

評価の視点

- ① 原子力機構の高レベル放射性廃棄物等の地層処分研究開発が、計画的かつ効率的に進められ、各研究開発課題が第4期中長期計画および年度計画に沿っているか。
- ② 深地層の研究施設計画については『深地層の研究施設計画検討委員会』での審議結果を反映する。
- ③ 成果の情報発信、社会実装、社会貢献、イノベーション創出などの観点を考慮する。

委員会の進め方



2. 地層処分研究開発・評価委員会について 中長期計画・年度計画

第4期中長期計画

高レベル放射性廃棄物及び地層処分相当低レベル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、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も取り入れつつ整備する。

年度計画（令和6年度）

深地層の研究施設計画等で得られた大規模データを用いた可視化技術について、詳細解析を実施する。さらに、これらの研究成果を活用した国民との相互理解促進への応用に関する検討を継続する。加えて、幌延国際共同プロジェクトを通じて、引き続き我が国における高レベル放射性廃棄物の処分に関する技術力の強化・人材育成を図る。

- 1) 深地層の研究施設計画
 - ・ 幌延深地層研究計画
 - ・ 超深地層研究所計画(瑞浪)
- 2) 地質環境の長期安定性に関する研究
- 3) 高レベル放射性廃棄物等の地層処分システムに関する研究開発
- 4) 代替処分オプションの研究開発

詳細は各項目で紹介

東濃地科学センター

- 深地層の研究施設計画(結晶質岩)
- 地質環境の長期安定性に関する研究
- 深地層の科学的な研究

幌延深地層研究センター

- 深地層の研究施設計画(堆積岩)
- 工学技術の信頼性向上
- 安全評価手法の高度化

核燃料サイクル工学研究所

- 高レベル放射性廃棄物等の地層処分システムに関する研究開発
- 代替処分オプションの研究開発
- 工学技術の信頼性向上
- 安全評価手法の高度化

CoolRep R4 (Webを活用したレポートングシステム)

各研究成果の記述 | 試験の様子を映した動画コンテンツ

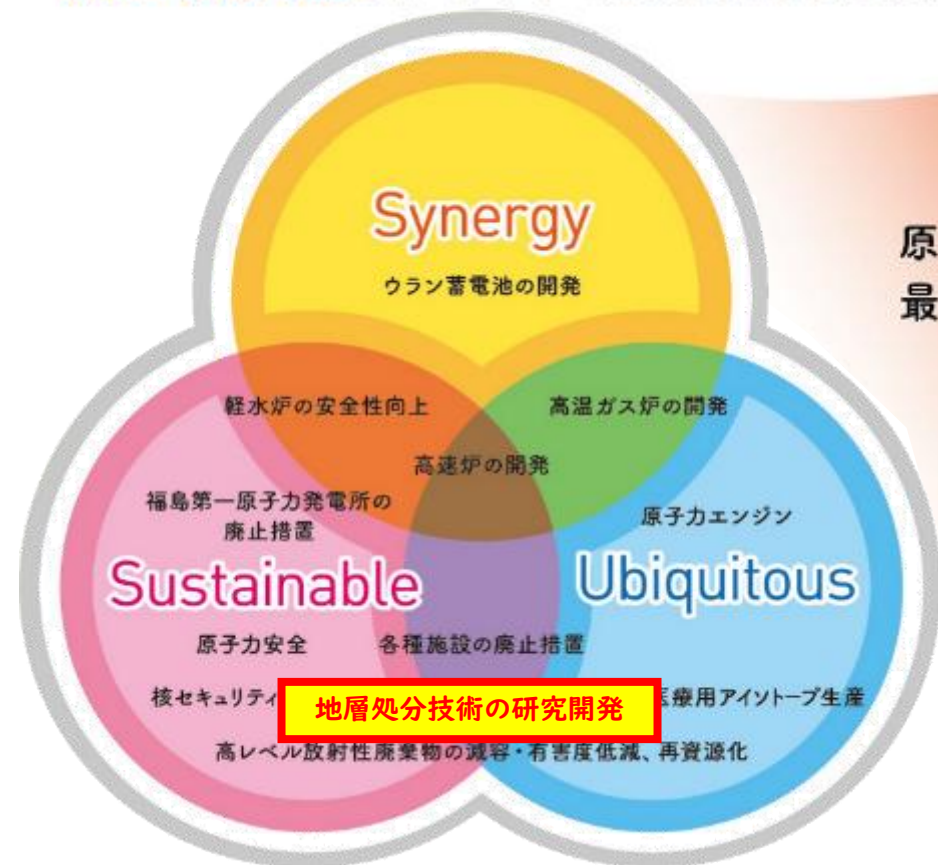
2. 地層処分研究開発・評価委員会について 前回の主なご意見

- 効果的かつ効率的な研究開発運営の下で研究開発の最大化に向けた**顕著な成果の創出や将来的な顕著な成果の創出が期待できる**と認められたことが確認できた。特に**地下研究施設**については、**深地層の研究施設計画検討委員会**で**技術的な評価がなされ着実に進んでいる**ことを確認した。
- 文科省の「国際原子力人材育成イニシアティブ事業」にて採択された未来社会に向けた先進的原子力教育コンソーシアム(ANEC)の取り組みにおいて、幌延地下施設での見学を行った学生が幌延センターでの就職に繋がり、人材育成の一つの成果ということで評価を受けたという実例がある。このような取り組みを通して**今後も人材育成を進めてほしい**。
- **幌延国際共同プロジェクト(HIP)**の活動は、地層処分研究開発に関する**世界的な知識を生み出す可能性**を秘めている。一方、HIPを通して、類のない高度な研究開発を深部地下環境で行い、結果を総合的に解析しており、**各課題の最終目標と、進捗した内容とゴールにどの程度近づいたのか**を提示してほしい。
- **瑞浪の沈下現象**については非常に貴重であり、その**発生メカニズムと沈下への対処方法を理解することが重要**である。
- **長期安定性研究**における**年代測定技術の達成状況や残された課題**が分かれば、調査技術や各種モデル開発への適用状況が判断しやすくなるので、測定技術の開発状況は継続して提示してほしい。
- 直接処分等**代替処分オプション**については、まず**リスクや課題といった全体像**について示してほしい。また、目標とする未来像を描き、その**未来像を実現するために明らかにすべき項目**を提示するといったバックキャスト的なイメージがあると良い。

3. 原子力機構のトピックス 原子力機構のビジョン

「ニュークリア × リニューアブル」
で拓く新しい未来

原子力（ニュークリア）と再生可能（リニューアブル）エネルギーが
二元論を乗り越え、融合することで実現する
新しい持続可能（サステナブル）な未来社会を目指します



原子力科学技術を
最大限に活用

2050年
脱炭素社会



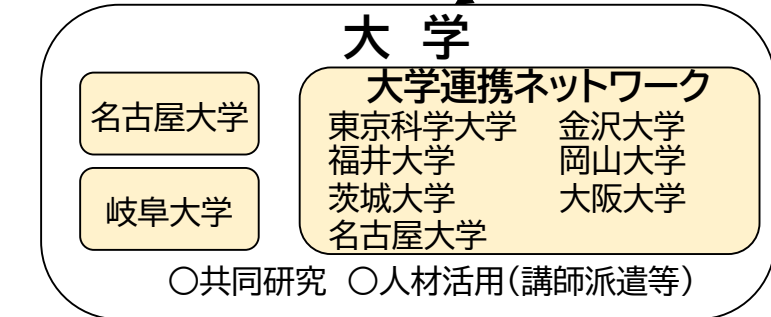
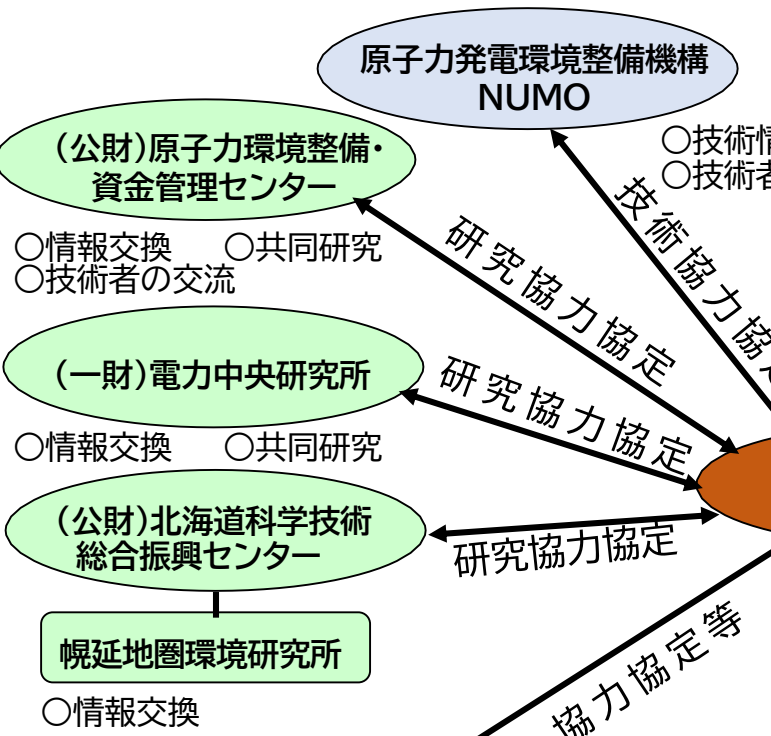
原子力と再生可能エネルギーとの相乗効果の追及

原子力自体を持続可能なエネルギー源とする

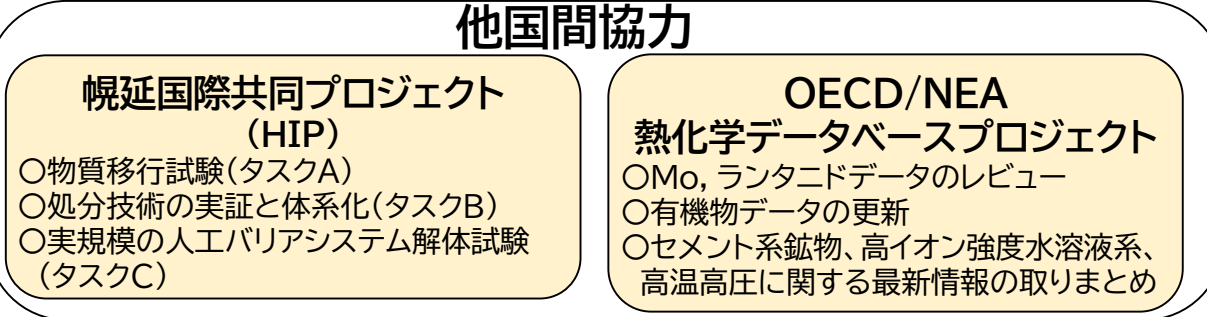
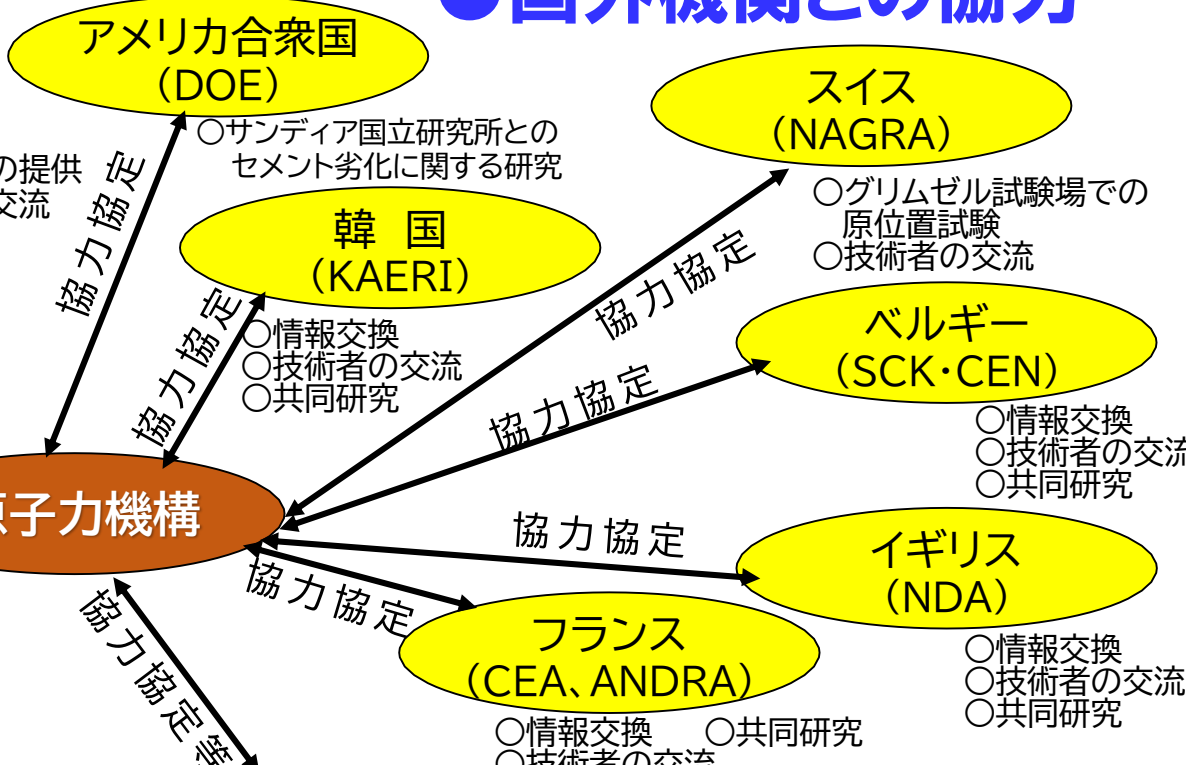
原子力を社会の幅広い分野で活用する

3. 原子力機構のトピックス 他機関との連携 [1/2]

● 国内機関との協力



● 国外機関との協力



DOE: 米国エネルギー省、NAGRA: 放射性廃棄物管理共同組合、KAERI: 韓国原子力研究所、SCK・CEN: ベルギー王立原子力研究センター、NDA: 英国原子力廃止措置機関、CEA: フランス原子力・代替エネルギー庁、ANDRA: 放射性廃棄物管理機関

3. 原子力機構のトピックス 他機関との連携 [2/2]

●受託事業・共同研究

○資源エネルギー庁からの受託事業〔令和5年度～令和9年度(予定)〕

(高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業)

件名	実施機関 (主な拠点)
地層処分施設施工・操業技術確証試験	RWMC, JAEA(幌延)
地質環境長期安定性総合評価技術開発	JAEA(東濃), CRIEPI
直接処分等代替処分総合評価技術開発	JAEA(核サ研)
地層処分安全評価確証技術開発(ニアフィールド長期環境変遷評価技術開発)	JAEA(核サ研, 幌延), RWMC, CRIEPI
地層処分安全評価確証技術開発(核種移行総合評価技術開発)	JAEA(核サ研, 幌延), RWMC, CRIEPI, QST
沿岸部地質環境調査・処分システム評価統合化技術開発	AIST, RWMC, CRIEPI, JAEA(核サ研)

核サ研:核燃料サイクル工学研究所(茨城県東海村), RWMC:原子力環境整備促進・資金管理センター, CRIEPI:電力中央研究所, QST:量子科学技術研究開発機構

- ⇒ 外部資金による研究開発の推進
- ⇒ 各課題に関する調査・試験・解析を実施

○NUMOとの共同研究〔令和5年度～令和6年度〕

ニアフィールドシステムの状態変遷に伴うバリア材及び核種の長期挙動評価のための研究 (核サ研)

- ⇒ 10年以上にわたる緩衝材の長期圧密試験等を実施



JAEAの研究施設で実験作業に従事するNUMO技術者 (核燃料サイクル工学研究所)

3. 原子力機構のトピックス 成果発信・社会実装 [1/6]

●Webサイトの更新

- 研究成果およびデータベースへのアクセスを改善
- 研究成果情報(論文・報告書・学会発表)を最新情報に更新



3. 原子力機構のトピックス 成果発信・社会実装 [2/6]

(1) 施設見学の実施 (R6.4月～R7.2月末) **東濃** 224人, **幌延** 586人, **核サ研** 523人

(2) 相互理解促進に関する主な活動

- 「令和6年度調査研究計画」地域の皆様方への説明会(4/11)、札幌説明会(4/18)
- 土岐市ロータリークラブ 研究内容・成果について講演(6/10)
- 「令和5年度調査研究成果」地域の皆様方への報告会(7/18)、札幌報告会(7/26)
- 北海道経済産業局、幌延町主催「おもしろ科学2024 in ほろのべ」(7/20-21)
- 「青少年のための科学の祭典2024全国大会」に出展(7/27-28)
- サイエンスカフェ(8/3、9/7、10/26、11/30)
- 「瑞浪美濃源氏七夕まつり」(8/10-11)
- 東海村主催「がっちゃんこ祭り実験教室」に出展(9/16)
- 瑞浪市総合防災訓練防災フェア(9/21)
- 土岐市主催「ブック&サイエンスフェス2024」に出展(11/10)
- 工作実験教室さっぽろ(12/8)
- 幌延小学校6年生を対象にした課外授業「幌延地域の岩石・化石と大地の成り立ち」を実施(12/23)
- 恵那市中央図書館 研究内容・成果について講演(1/12)
- 幌延町主催「工作実験教室」(1/18)
- 多治見ビジネスフェア「き」業展に出展(1/31～2/1)
- 東海フォーラム 研究成果について講演(2/19)
- 東濃地科学センターセミナー(3/16)

(3) 人材育成

- 夏期実習生、特別研究生等の受入れ：16名 (幌延、東濃、核サ研の合計)
- 文科省「国際原子力人材育成イニシアティブ事業」(幌延での実習(18名)、東海での核種移行評価実習(9名))
- 東京大学専門職大学院や大学連携ネットワークでの講義・実習
- 2024年度原環センター主催人材育成セミナー講師として3名参加
- 日本原子力学会バックエンド部会主催の週末基礎講座での講演
- 信州大学集中講義「環境学入門」講師派遣(授業動画を撮影)
- 韓国ソウル国立大学の学生を対象とした技術研修
- 富山県立大門高校「化学基礎」出張授業(年代測定)
- 福井大学「はじめての原子力工学」講義

(4) 若手職員への研究開発を通じた育成の取組

萌芽研究制度(機構内の制度。R6)：3件(右参照)

機構の研究開発シーズを生み出せる若手研究者、技術者を育成

- 「プラチナ触媒を用いた二酸化炭素中の炭化水素解離効率の解明」
- 「深部地下微生物のガス生成に及ぼす放射線影響研究」
- 「約3500 万年前の岩石中の物質移動の痕跡を探る」



3. 原子力機構のトピックス 成果発信・社会実装 [3/6]

論文等の件数

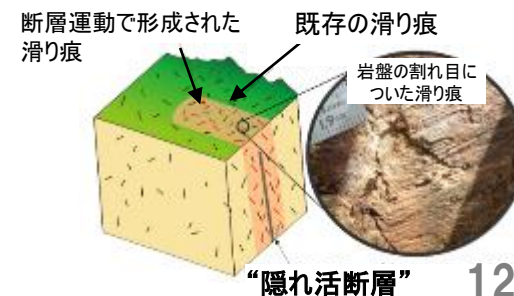
(令和7年2月末現在)

- 査読付論文 39報、研究開発報告書類 10件、学会等発表・紀要等 135件
[カッコ内:前年度] (34報) (12件) (106件)

プレスリリース

(共同発表を含む)

- 地震後の地下岩盤亀裂の急速シーリングに成功！(世界初)
～化石ができる仕組み応用、放射性廃棄物やCO₂の地下貯留も可能に～
名古屋大学・岐阜大学・JAEA・中部電力, Yoshida et al. (2024), Comms. Eng. (2024年5月22日)
- 亀裂内の広い範囲の地下水の流れやすさを簡便に推定する方法を開発
～地下水流動の解析の効率化や精度向上に貢献～
JAEA, Ozaki and Ishii (2024), Geoenergy (2024年6月12日)
- トンネル掘削直後の変形を利用して岩盤に作用する力を推定
～一般的な変形計測を活用してトンネルの維持管理や地層処分場の設計・安全評価に貢献～
JAEA, Aoyagi et al. (2024), Int. J. Rock Mech. Mining Sci. (2024年6月27日)
- 岩盤に記録された“滑り痕”から、“隠れ活断層”検出手がかりを発見
～精緻な地質調査により、地震発生前の“隠れ活断層”の推定が可能に～
JAEA, Nishiyama et al. (2024), Earth and Space Science (2024年7月19日)



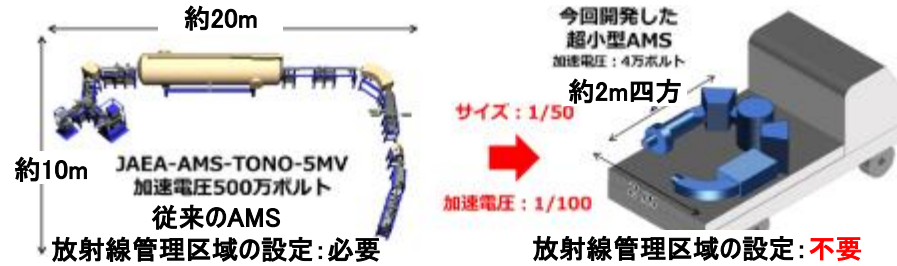
3. 原子力機構のトピックス 成果発信・社会実装 [4/6]

プレスリリース (続き)

● 新しい加速器質量分析技術の開発に成功

～超小型化により学術・産業分野での利用を加速し、カーボンニュートラルの実現に貢献～

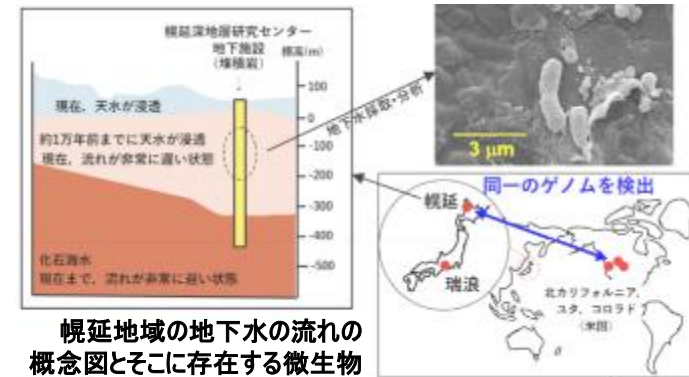
JAEA, Jinno et al. (2024), Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms (2024年11月15日)



● 地下施設を活用して未知微生物の働きを解明する

－微生物コミュニティから地下環境の長期安定性を推定－

JAEA・カリフォルニア大学・ウィスコンシン大学・東京大学, Amano et al. (2024), Environmental Microbiome (2025年2月4日)



日刊工業新聞
「原子力機構の価値
～原子力の社会実装に向けて～」

シリーズ記事掲載

● 地下水の流れ 水質から判別 (2024年8月20日)

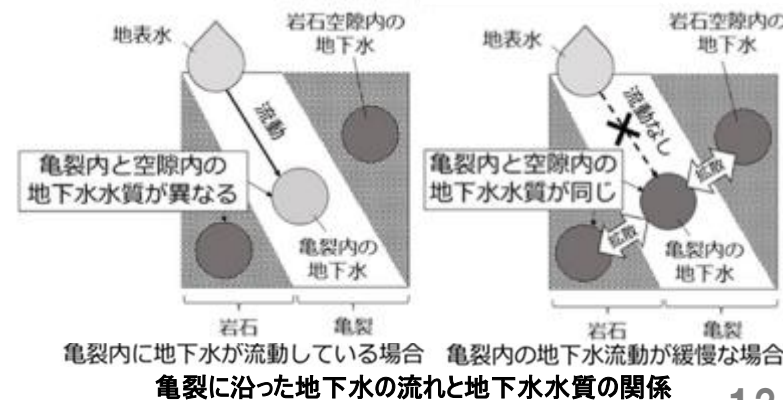
過去数万年間の変遷推定

地下水が岩盤中の亀裂に沿って流れているかどうかを、地上で採取した岩石と地下水の水質から判別する手法を開発。地下深部利用に向けた適地探索の一助になると期待

● 地下深部の未知微生物群 (2024年10月1日)

免疫システムで共生相手確認

地下深部の古細菌が他の微生物と共生するため自己防御用の獲得免疫システムを活用する証拠を発見。微生物が関わる環境影響評価の精度向上に寄与



3. 原子力機構のトピックス 成果発信・社会実装 [5/6]

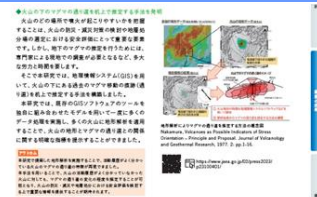
様々な媒体での情報発信

- 事業報告書での研究開発成果の発信

「火山の下のマグマの通り道を机上で推定する手法を発明」(2024年8月)

https://www.jaea.go.jp/study_results/annual_report/

研究成果概要と著者インタビュー
(「2023年度事業報告書」,2024年8月発行)



- 原子力機構の様々な研究開発成果をWebサイトやSNSを通じて発信 (「JAEA R&D Navigator」)

「地層中の割れ目がずれると割れ目内の隙間はつながるか？」(2024年10月10日)

「マントルから湧き上がる流体の通り道の検出に向けて」(2024年10月25日)

「地下水の動きが遅い場所を見分ける」(2025年1月7日)



https://rdreview.jaea.go.jp/review_jp/top/index.html

受賞

- 岩の力学連合会 論文賞 (2024年6月14日)

Evaluation of excavation damaged zones in Horonobe Underground Research Laboratory
Hata, K., Niunoya, S., Aoyagi, K., Miyara, N. (2024), J. Rock Mech. Geotech. Eng.

- 日本原子力学会 バックエンド部会 業績賞 (2025年3月13日)

JAEA幌延深地層研究センター

- 同 論文賞 (2025年3月13日)

亀裂性堆積岩を対象とした地下水流動解析における有効間隙率の与え方：
北海道幌延に分布する声問層と稚内層浅部の事例

宮川和也, 石井英一, 今井久, 平井哲, 大野宏和, 中田弘太郎, 長谷川琢磨, 原子力バックエンド研究, Vol.31, No.2, p82-95, 2024.



業績賞の盾と賞状



論文賞の賞状

テレビ番組 放映

- 「ガリレオX」(BSフジ) 『現地ルポ！世界で進む地層処分取り組み』

幌延深地層研究センターの地下施設等の紹介 (2025年2月23日)

3. 原子力機構のトピックス 成果発信・社会実装 [6/6]

地層処分技術のDX化に向けた取組

(マルチフィジックスシミュレータの開発等)

【目的】

研究成果発信による社会的価値創出を目指し、**デジタル化・AI技術を活用した社会との相互理解促進を図る方策の検討**

【令和6年度の実施内容】

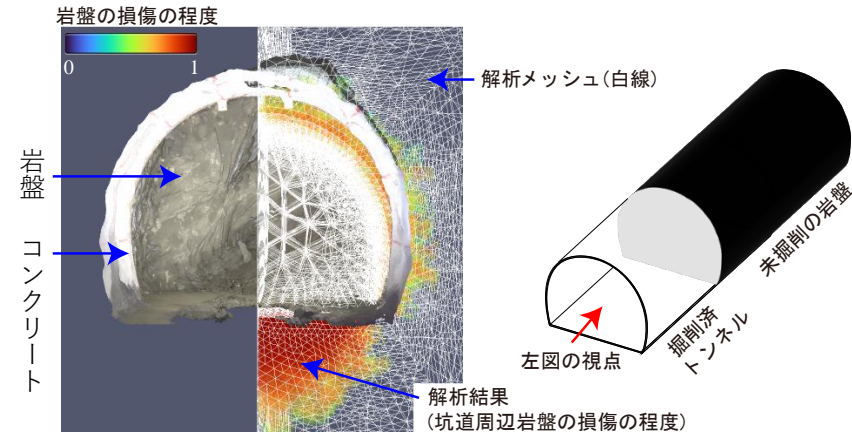
- 地下施設のデジタルツイン化に向けた可視化技術の開発
- マルチフィジックスシミュレーション技術の開発
- 機械学習を用いた割れ目観察の自動化に向けた取組

【成果】

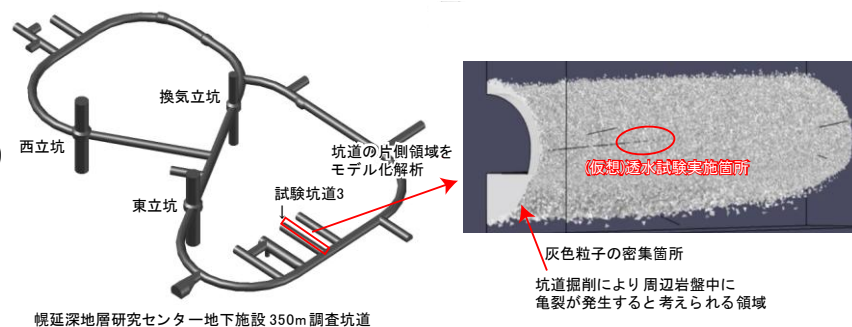
- 実際には目に見えない坑道壁面の奥にある**岩盤中の掘削損傷領域(EDZ)の拡がり**を、シミュレーション技術を活用し、遠隔地から**仮想現実的に把握**できることを確認
- 地下施設の坑道を模擬した仮想透水試験結果と実際の現場での試験結果が一致することを確認

【令和7年度の計画】

スーパーコンピュータを用いたマルチフィジックスシミュレータ技術と遠隔可視化技術とを連携したシミュレーション結果の即時可視化技術の構築



地下坑道内の視覚情報とEDZ進展解析結果の重ね合わせイメージ (坑道内の視覚情報：大成建設提供)



坑道掘削による周辺岩盤におけるEDZ進展解析と仮想透水試験の実施箇所 (末武ほか, 2025)

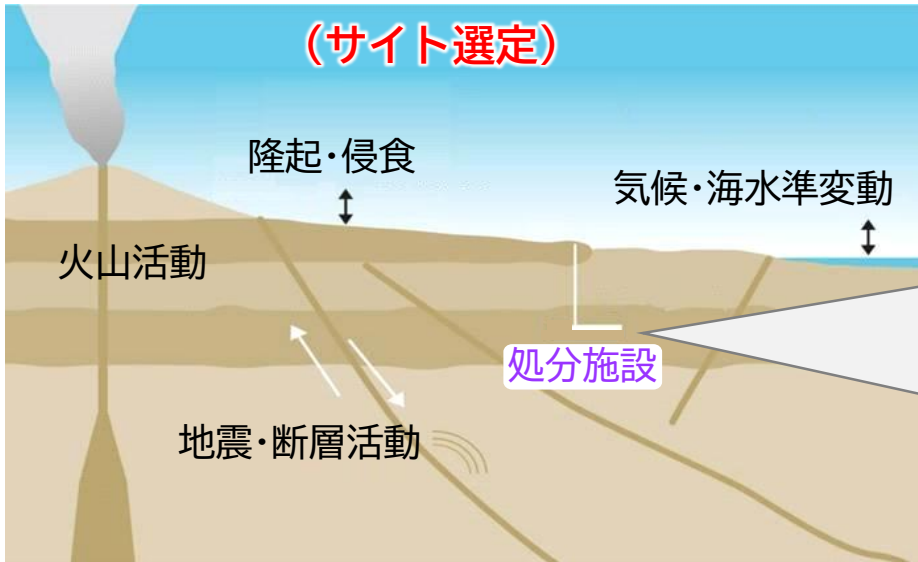
3. 原子力機構のトピックス 安全確保の考え方と研究開発課題

廃棄物自体が人間の生活環境に**直接影響**を及ぼさないようにする
(**隔離**)

廃棄物中の放射性核種が**地下水を介して**人間の生活環境に影響を及ぼさないようにする
(**閉じ込め**)

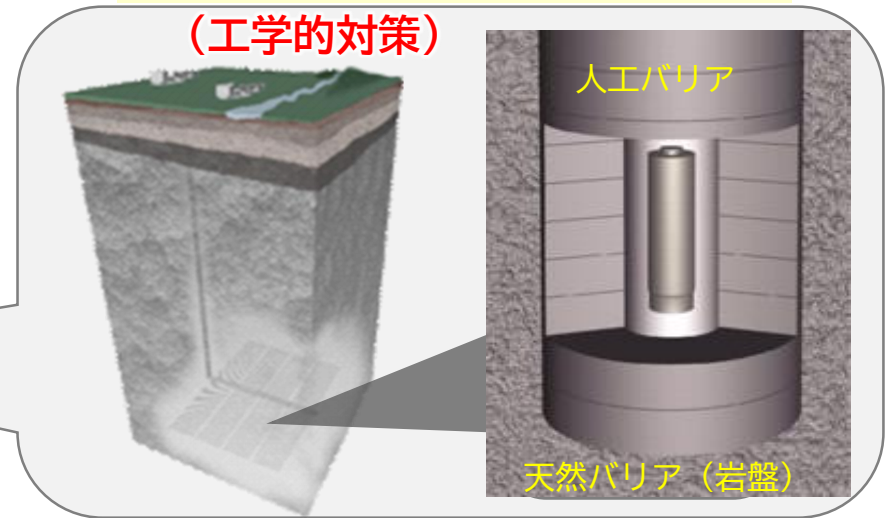
地層処分にとって安定な場所を選定

(**サイト選定**)



適切な多重バリアシステムを構築

(**工学的対策**)



処分場の長期の安全性を予測的に評価
(**安全評価**)

深地層の
科学的研究

● 深地層の研究施設計画

工学技術の
信頼性向上

安全評価手法の
高度化

● 地質環境の長期安定性に関する研究

● 高レベル放射性廃棄物等の
地層処分システムに関する研究開発

3. 原子力機構のトピックス 研究開発課題の成果概要

幌延深地層研究計画

- 地下施設の整備：東・換気立坑が深度500m到達等
- 今年度取りまとめる個別課題：物質移行試験、操業・回収技術の実証等の成果の取りまとめ
- 坑道スケール～ピットスケールでの調査・設計・評価技術の体系化：全体像の整理、各課題の具体化等
- 幌延国際共同プロジェクト(HIP)：フェーズ1(～令和6年度)の成果の取りまとめ、成果情報の発信等

超深地層研究所計画(瑞浪)

- 地下水の水質等の環境モニタリング：継続、調査を終えたボーリング孔の閉塞作業継続
- 立坑の埋め戻し後の沈下観測：継続

●深地層の研究施設計画

深地層の
科学的研究

工学技術の
信頼性向上

安全評価手法の
高度化

●地質環境の長期安定性に関する研究

●高レベル放射性廃棄物等の 地層処分システムに関する研究開発

地質環境の長期安定性に関する研究

- 火山・火成活動：新たな火山の発生可能性の調査・評価手法の事例研究等を実施
- 断層活動：活断層地形が不明瞭な地域での検出手法の適用事例の蓄積、課題の抽出
- 隆起・侵食：隆起・侵食速度の推定手法の適用事例拡充、地形変化シミュレーション手法の高度化等

地層処分システムに関する研究開発

- 緩衝材特性：100℃超の温度条件下での膨潤圧の変化の取得等
- 核種移行評価技術開発：花崗岩中の鉱物の間隙構造が物質移行に寄与する可能性の解明等

代替処分オプションに関する研究開発

- 使用済燃料からの核種溶出挙動：燃料中のU等の溶出挙動確認等
- 超深孔処分：我が国での成立性に係る論点の調査等

➡ 地下環境等での手法の実証、現象理解、解析を進め、地層処分に必要な調査・評価技術の高度化を図った

4. 地層処分をめぐる動き

最近のトピックス(国内) [1/2]

文献調査

■ 北海道 寿都町、神恵内村

- ✓ 国の審議会での文献調査報告書(案)の審議開始*¹ (2024年2月)
国が示した「文献調査段階の評価の考え方」に基づく評価、検討プロセスを通じて、技術的・専門的観点での修正の指摘や概要調査に進む際の考え方を明記すべき等とした評価を取りまとめ
- ✓ 国の審議会での文献調査報告書(案)の審議終了*² (2024年8月)
- ✓ NUMOが文献調査報告書を両自治体へ送付*³ (2024年11月22日)
- ✓ 道内各所での縦覧(2024年11月22日～2025年2月19日、3月5日～4月4日)、説明会の開催



■ 佐賀県 玄海町

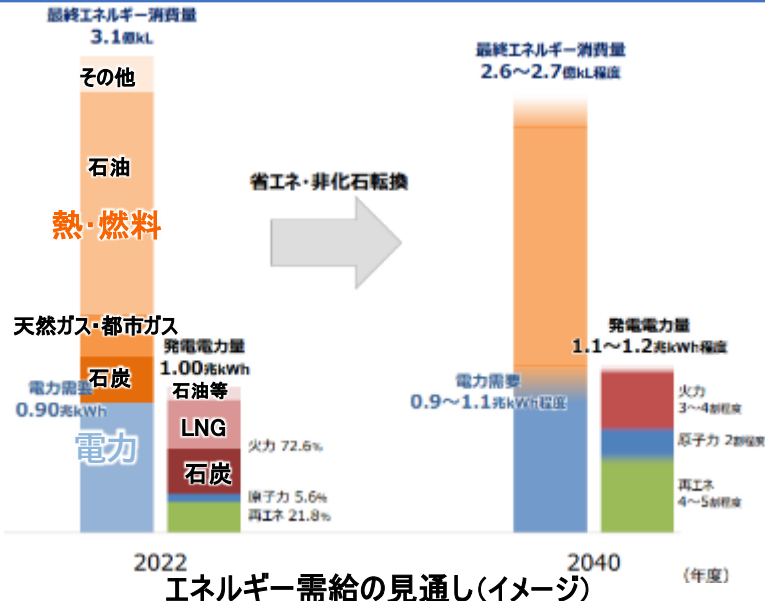
- ✓ 町議会が文献調査の受入れを求める請願書を受理・審議の上、採択 (2024年4月)
- ✓ 国から文献調査の実施を求める申入れ (2024年5月)
- ✓ 文献調査開始 (NUMOの事業計画変更を経産省が認可) (2024年6月)

*1 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 特定放射性廃棄物小委員会 地層処分技術ワーキンググループ, *2 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 特定放射性廃棄物小委員会, *3 NUMOプレスリリース, 出典: 原子力発電環境整備機構, 経済産業省資源エネルギー庁 Webサイト等

4. 地層処分をめぐる動き 最近のトピックス(国内) [2/2]

第7次エネルギー基本計画 (2025年2月18日閣議決定) *1

- ✓ 特定の電源や燃料源に過度に依存しないようバランスのとれた電源構成を目指すこと等記載
- ✓ 原子力については、新たな電力需要ニーズがある中、国民の信頼確保に努め、安全確保を大前提に必要な規模を持続的に拡張していく旨記載
- ✓ 地層処分については以下が記載 (抜粋)
[下線部：第6次エネルギー基本計画からの主な追記点]



地層処分の技術的信頼性の更なる向上に向け、引き続き、国、NUMO、JAEA等の関係機関が、全体を俯瞰して技術開発を着実に進め、最新知見を定期的に反映するとともに、その専門的な評価が国民に十分共有されることが重要である。この際、幌延の深地層研究施設等における研究成果を十分に活用していく。併せて、地層処分を前提に取組を進めつつ、将来に向けた幅広い選択肢を確保する観点から、使用済燃料の直接処分等の代替処分オプションや可逆

性・回収可能性の維持に関する調査研究等を進め、今後より良い処分方法が実用化された場合に将来世代が最良の処分方法を選択できるようにする。

処分事業の実現に必要な知見を拡充するため、研究成果の発展や人材の継承に取り組むほか、地域の理解を得ながら、国内外の関係機関と連携し、共通課題を抱える各国と知見や経験の共有を図り、国内の取組に活用していく。

*1 経済産業省資源エネルギー庁Webサイト https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/

4. 地層処分をめぐる動き 最近のトピックス(国外)



＜カナダ＞使用済燃料処分場の受け入れ地域を選定(2024年11月)



＜仏国＞ 処分場の設置許可申請書の技術審査結果公表(2024年6月、2025年1月)



＜スイス＞ 深地層処分場建設サイトの概要承認を申請 (2024年11月)



＜韓国＞ 地下研究所サイトの立地自治体が決定(2024年12月)



＜フィンランド＞ 使用済燃料の最終処分場の試験操業を開始(2024年12月)



＜スウェーデン＞ 使用済燃料処分場の建設が開始 (2025年01月)



＜英国＞ 地層処分施設のサイト選定における重点エリアを特定 (2025年01月)

以下、参考資料

令和4年度の業務の実績に関する主務大臣評価

原子力機構全体： A

項目「高レベル放射性廃棄物の処理処分に関する技術開発の着実な実施」： A

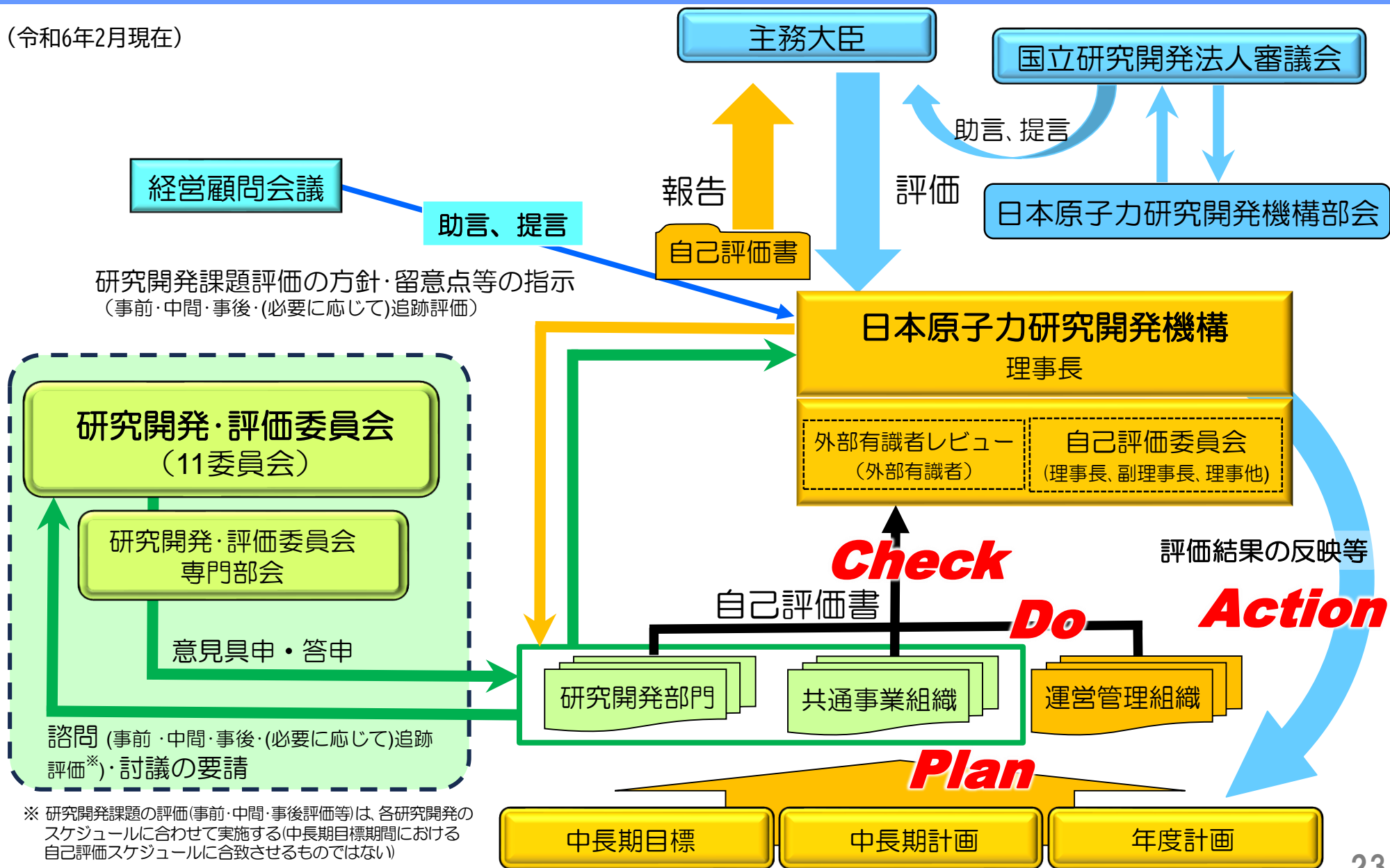
< 評定に至った理由 > (高レベル放射性廃棄物の処分に関する部分を抜粋)

- 地下水の動きを割れ目の水質で判断する技術を開発し、また、HIPを立ち上げるなど、**顕著な成果の創出や将来的な期待等が認められる。**
- 地下水の動きを割れ目の水質で判断する革新的な技術を創出し、これまでの知見を熱海市の土砂災害の原因究明に応用するなど、防災分野への社会実装は評価できる。
- HIPへの参画国拡大に尽力し、見学会の開催や、3D技術を活用した動画情報の充実など、わかりやすい地層処分広報に向けた取組がされ、実際に見学者から高評価を得ている点は、評価できる。

< 今後の課題 > (高レベル放射性廃棄物の処分に関する記載なし)

地層処分研究開発・評価委員会について 研究開発の評価体制

(令和6年2月現在)



地層処分研究開発・評価委員会について 評価基準

- S : 国立研究開発法人の目的・業務、中長期目標等に照らし、当該国立研究開発法人の活動による成果、取組等について諸事情を踏まえて総合的に勘案した結果、適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で「研究開発成果の最大化」に向けて特に顕著な成果の創出や将来的な特別な成果の創出の期待等が認められる。
- A : 国立研究開発法人の目的・業務、中長期目標等に照らし、当該国立研究開発法人の活動による成果、取組等について諸事情を踏まえて総合的に勘案した結果、適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で「研究開発成果の最大化」に向けて顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められる。
- B : 国立研究開発法人の目的・業務、中長期目標等に照らし、当該国立研究開発法人の活動による成果、取組等について諸事情を踏まえて総合的に勘案した結果、「研究開発成果の最大化」に向けて成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められ、着実な業務運営がなされている。
- C : 国立研究開発法人の目的・業務、中長期目標等に照らし、当該国立研究開発法人の活動による成果、取組等について諸事情を踏まえて総合的に勘案した結果、「研究開発成果の最大化」又は「適正、効果的かつ効率的な業務運営」に向けてより一層の工夫、改善等が期待される。
- D : 国立研究開発法人の目的・業務、中長期目標等に照らし、当該国立研究開発法人の活動による成果、取組等について諸事情を踏まえて総合的に勘案した結果、「研究開発成果の最大化」又は「適正、効果的かつ効率的な業務運営」に向けて抜本的な見直しを含め特段の工夫、改善等が求められる。

地層処分研究開発・評価委員会について 第4期中長期計画

高レベル放射性廃棄物等の地層処分研究開発

高レベル放射性廃棄物及び地層処分相当低レベル廃棄物（以下「高レベル放射性廃棄物等」という。）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も取り入れつつ整備し、提供する。さらに、これらを通じ、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等社会実装を図る。

加えて、使用済燃料の直接処分等代替処分オプションに関する調査・研究を着実に推進する。

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。

1) 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）については、調査・研究を委託や共同研究等により重点化しつつ着実に進める。同計画では、「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。研究の実施に当たっては、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、更なる国内外の連携を進め、研究開発成果の最大化を図る。これらの研究課題については、目標期間を目途に取り組み、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、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、坑道の埋め戻し後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。また、坑道埋め戻し及び地上施設の撤去等の作業に伴う研究所周辺の影響の有無を確認するため、研究開始当初より実施している河川水等の水質分析及び騒音・振動測定といった環境影響調査を継続して実施する。

2) 地質環境の長期安定性に関する研究

自然現象に伴う地質環境の変化を予測・評価する技術を、地球年代学に係る最先端の施設・設備も活用しつつ整備する。これらの技術については、地層処分事業における各調査段階に必要な編年技術の構築のみならず、原子力を取り巻く課題解決や社会のニーズへの対応も考慮して整備を行う。また、大学等研究機関との協働を進め、土地球年代学研究所に設置されている施設・設備の利用促進を図るとともに、最先端の地球科学分野の研究成果を創出する。

3) 高レベル放射性廃棄物等の地層処分システムに関する研究開発

深地層の研究施設計画や地質環境の長期安定性に関する研究の成果も活用し、処分事業の進展に応じ、関係機関と一層の連携を図りながら、高レベル放射性廃棄物等の地層処分に係る処分システム構築・評価解析技術の先端化・体系化を更に進める。

4) 代替処分オプションの研究開発

将来に向けて幅広い選択肢を確保し、柔軟な対応を可能とする観点から、海外の直接処分等に関する最新の技術動向を調査するとともに、高レベル放射性廃棄物等の地層処分研究開発の成果を活用しつつ、使用済燃料の直接処分等代替処分オプションに特徴的な現象に着目した研究を着実に進める。

地層処分研究開発・評価委員会について 令和6年度 年度計画

令和6年度は、深地層の研究施設計画等で得られた大規模データを用いた可視化技術について、詳細解析を継続する。さらに、これらの研究成果を活用した国民との相互理解促進への応用に関する検討を継続する。加えて、幌延国際共同プロジェクトを通じて、引き続き我が国における高レベル放射性廃棄物の処分に関する技術力の強化・人材育成を図る。

高レベル放射性廃棄物等の地層処分研究開発

1) 深地層の研究施設計画

幌延深地層研究計画では、「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。

実際の地質環境における人工バリアの適用性確認については、人工バリア性能確認試験データの取得を継続するとともに、掘削損傷領域や断層を対象とした物質移行試験について、これまでの成果の取りまとめを行い、モデル化及び解析手法の整備を実施する。

処分概念オプションの実証については、人工バリアに要求される品質を踏まえて、令和5年度までに構築してきた要素技術を適用した原位置試験を通じて得られた調査・設計・評価技術の成果をとりまとめる。また、坑道スケール～ピットスケールでの調査・設計・評価技術の体系化のための手法の整理等を実施する。また、高温度等の限界的条件下での人工バリア性能確認試験として、令和5年度に開始した原位置試験で使用した試験体を解体して100℃を超える熱履歴を経た緩衝材の特性を確認する。

地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証については、水圧擾乱試験による断層の活動性評価手法等について取りまとめる。

「令和2年度以降の幌延深地層研究計画」を実施するに当たって、令和6年度はPFI事業により深度350～500mの立坑の掘削を継続するとともに、深度500m調査坑道の掘削に着手し、令和7年度までに整

備する。また、国内外の関係機関との連携を進め、研究開発成果の最大化を図るために立ち上げた幌延国際共同プロジェクトによる研究開発を継続する。本プロジェクトにおいて物質移行モデル構築のための原位置試験や数値解析、500m調査坑道を対象とした割れ目からの湧水量や掘削損傷領域に関する予測解析、人工バリア性能確認試験の解体調査に向けた検討を参加機関と連携して行い、これらの成果の取りまとめを進める。

「令和2年度以降の超深地層研究所計画」に基づき、坑道の埋め戻し後の地下水の環境モニタリング調査及び観測の終了したボーリング孔の埋め戻し、閉塞を令和9年度まで着実に進める。また、河川水等の水質分析及び騒音・振動測定等の環境影響調査を継続する。

2) 地質環境の長期安定性に関する研究

地層処分に適した地質環境の選定に係る自然現象の影響把握及びモデル化を目指して、令和6年度は、大学等との共同研究等を通じながら、個別技術の整備を進め、統合化に向けた取組を継続する。個別技術としては、隆起・侵食や断層活動、熱水活動、気候・海水準変動等に関する熱年代学的手法や地球物理学的手法、地形・地質学的手法等を活用した技術を整備しつつ、調査事例を通じて技術適用性を確認する。

統合化は、地層処分事業の各調査段階への具体的な適用や、災害要因となる自然現象の理解への貢献を想定した科学的・技術的知見の創出を目標に進める。具体的には、既存の河床縦断面地形変化シミュレーションの汎用性の拡充を行うとともに、氷期・間氷期の気候変化が山地の削剥速度に与える影響を定量的に評価するための調査・研究に着手し、両者を組み合わせることで地形の長期的な変化の過程を把握する。こうした統合化は、原子力に係る課題解決や防災・減災といった社会のニーズへの対応を考慮しながら、地質環境の大きく異なる検討地域に応じて、適切な個別技術を組み合わせつつ進める。

自然現象の理解と予測等に係る研究開発で重要な放射年代測定技術等の微量の試料に対応可能な測定手法や前処理技術の開発や改良等を継続して図る。

3) 高レベル放射性廃棄物等の地層処分システムに関する研究開発

地層処分に係る処分システムの構築及び構築したシステムの評価を行うための解析技術の先端化・体系化を図るための検討を継続して進める。令和6年度は、緩衝材の温度が100℃を超えることによる緩衝材の特性に与える影響を評価するための室内試験や多重バリアの構成要素間の相互作用等がもたらす場の状態変遷の評価を行う。また、ニアフィールド・天然バリア及び生活圏のそれぞれにおける核種移行に関するモデルの開発・検証・適用性確認やそのためのデータ取得、人工バリア特性や核種移行に関するデータベースの拡充を継続して実施する。その際は、地層処分基盤研究施設及び地層処分放射化学研究施設を活用し、また、深地層の研究施設計画や地質環境の長期安定性に関する研究の成果も用いて、関係機関と一層の連携を図りながら進める。

4) 代替処分オプションの研究開発

使用済燃料の直接処分に特徴的な現象を把握するため、令和6年度は、使用済燃料から炭素-14など一部の放射性核種が処分後速やかに放出される現象等について、条件を拡充しつつデータの取得等を進める。また、海外における最新の技術動向の調査の一環として、超深孔処分を対象として、操業段階で必要な技術の調査等を継続するとともに、閉鎖段階で必要な技術の情報収集に着手する。

5) 研究開発の進捗状況の確認と情報発信

研究開発の進捗状況等について、外部専門家による評価等により確認する。また、研究開発の進捗等に関する情報発信をウェブサイトも活用して進めるとともに、深地層の研究施設等への見学受入れや広報イベントの開催等を通じて、地層処分に関する国民との相互理解の促進に努める。

(令和6年3月29日制定)

地層処分研究開発・評価委員会について 事前評価へのコメント

- ✓ 第4期中長期目標期間における**研究開発課題や取り組みの方向性を設定しており妥当**である。
- ✓ 地層処分の全体を見据えた上での過不足の評価とその根拠を明確にしたうえで、**常に方針、方向性を確認しつつ計画を進めていくことを期待する**。
- ✓ 知識マネジメントについては、**技術基盤のみならずノウハウや経験などの知的資産についても共有できるシステムとして整備が進められることを期待する**。
- ✓ 関連機関とも連携して**安定的な人材確保を可能とする取組も進めるとともに、研究人材の多様性を確保する取組**を行うことが必要である。
- ✓ 通常では触れることがない地下の世界の魅力を、これまで関心のなかった方々に伝えることや、この分野への理解や参画を目指す人材の増加につながるよう、**積極的に魅力ある研究開発分野であることを率先して情報発信していくことを期待する**。
- ✓ **次世代を担う研究者の育成**は、技術的な成果の創出と同様に重要である。野外や地下での研究を含むインターンシップやメンターシップの拡充を検討してもらいたい。



課題評価報告書

<https://jopss.jaea.go.jp/pdfdata/JAEA-Evaluation-2022-007.pdf>

地層処分研究開発・評価委員会について 設置規程

(設置目的)

- 原子力機構における研究開発課題の評価を実施するとともに、研究開発に関する事項について討議

(所掌業務)

- 委員会は、研究開発課題の評価について、理事長の指示に基づく関連する役員、拠点組織等及び関連組織の長の諮問に応じて審議し、関連する役員、拠点組織等及び関連組織の長に答申
- 委員会は、当該研究開発分野における機構が実施すべき研究の方向性等について、関連する役員、拠点組織等及び関連組織の長の諮問に応じて審議し、部門長に答申
- 委員会は、上記の事項について、関連する役員、拠点組織等及び関連組織の長に意見具申

(委員の選任・任期)

- 委員は、機構外部の専門家及び外部有識者で構成
- 委員は関連する役員、拠点組織等及び関連組織の長が選定し、**理事長が委嘱**
- 委員の**任期は、原則2年（再任可）**

(議 決)

- 委任状を含めて委員の過半数が出席しなければ議決することができない

地層処分研究開発・評価委員会について 評価事項

(評価の目的・対象)

研究開発課題の評価は、研究開発を督励するとともに、経営資源を有効に活用して、**研究開発成果の最大化及び業務運営の効率化**を達成するための**効果的な研究開発業務に資することを目的に、機構が行う研究開発課題を対象**とする（課題に関係する施設・設備の整備及び運用を含む）

(評価の実施時期)

機構の研究開発課題は、原則として研究開発の開始前に**事前評価**を、終了後に**事後評価**を実施する。**中間評価**は長期の研究開発期間を有するもの、又は期間の定めがないものについて、**3～4年程度ごとを目安に実施**

(評価の観点)

(1) 事前評価

研究開発課題の選定、方向性・目的・目標等の妥当性、研究開発の進め方の妥当性、研究資金・人材等の資源の配分の妥当性など

(2) 中間評価

研究開発の進捗状況の妥当性、情勢変化に対応した研究開発の目的・目標、進め方などの見直しの必要性、効果・効用の暫定的確認、研究資金・人材等の資源の再配分の妥当性など

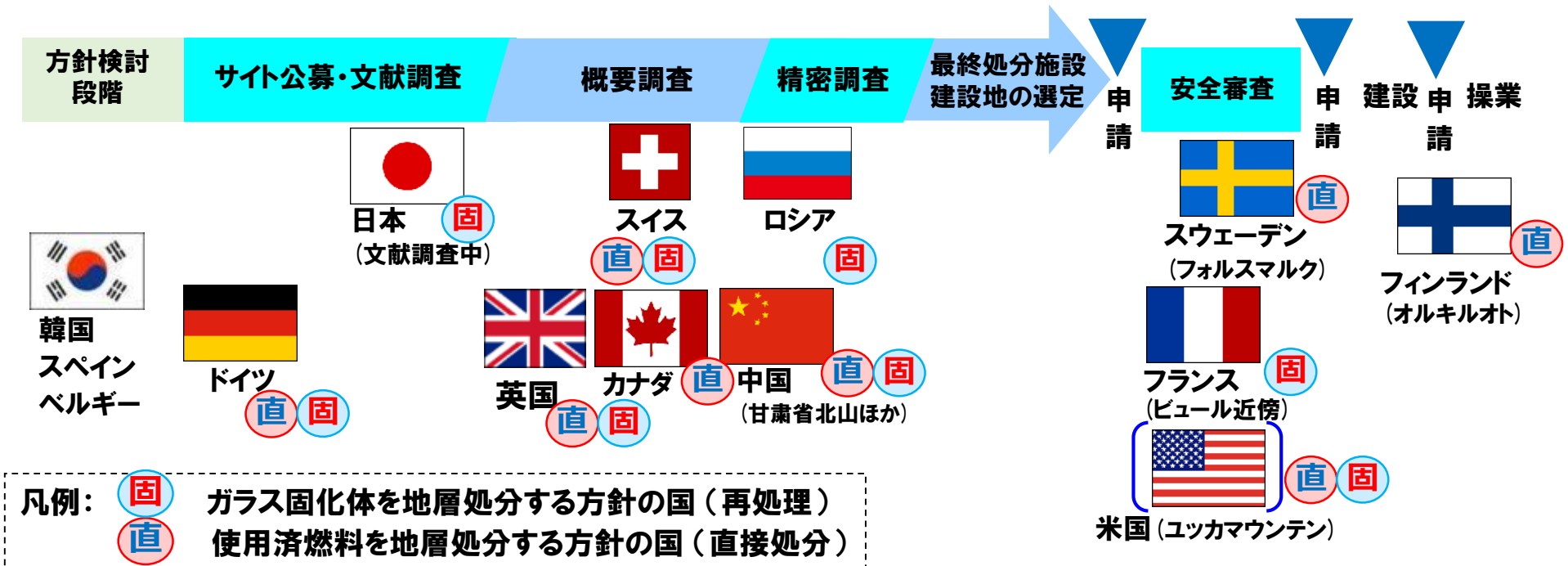
(3) 事後評価

研究開発の達成度、成功・不成功の原因の把握・分析、当初の研究開発計画の妥当性、成果の効果・効用の把握・普及、若手研究者の育成・支援への貢献の程度、将来への研究開発の展開、新たな課題への反映の検討など

(4) 年度評価

研究開発の実績、研究開発成果の効果・効用（アウトカム）を含む達成度、将来への研究開発の展開等の妥当性

地層処分をめぐる動き 各国の進展状況



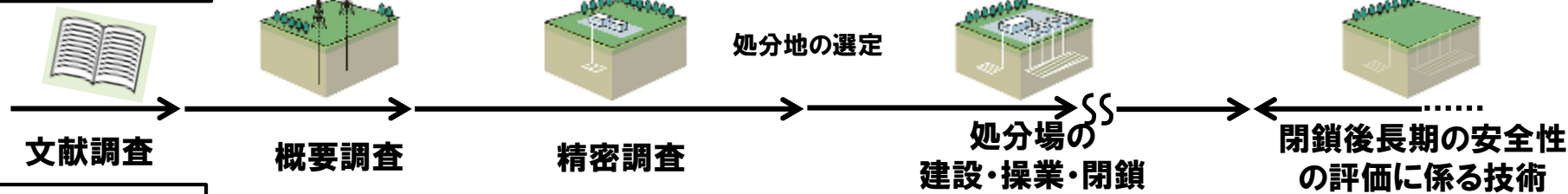
韓国は使用済燃料の管理政策を検討中。スペイン、ベルギーは両方の処分(併置処分)を想定。

(2024年2月現在)

出典：資源エネルギー庁「諸外国における高レベル放射性廃棄物の処分について(2024年版)」

原子力機構のトピックス 処分事業と研究開発の関係

地層処分事業の各段階



JAEAにおける研究開発

地質環境の長期安定性評価

廃棄体定置・閉鎖・閉鎖後長期の評価

地質環境特性把握・評価

東濃地科学センター

幌延深地層研究センター

調査・評価技術開発、年代測定技術開発

小断層に記録される東濃の形状から運動方向を復元

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

人工バリア等の長期複合挙動に関する実証

人工バリア性能確認試験でのデータを対象とした熱-水理-力学連成解析

地層処分システムの工学技術の信頼性向上・安全評価の高度化

代替処分オプションの研究開発

ケーシングのスリム化のための技術例：
エクスパンドブル・チューブラー

人工バリア等の長期複合挙動に関する研究

セメントと層間材を接触させた試験の概観

核燃料サイクル工学研究所

放射性核種の移行に係る現象理解とデータベース開発

鉄との相互作用した繊維材構成鉱物の収着特性の評価

炭酸塩中のウランの化学形態の分析

Fe(III)が存在するモンモリロナイト層間へのH⁺収着MD計算のスナップショット

戻燃焼中のウランのXRF分析結果(左)、ウラン濃度部のXANESスペクトル(右) (戻燃焼中のウランはリン酸塩として存在)