



JAEA-Evaluation

2022-007

DOI:10.11484/jaea-evaluation-2022-007

令和3年度 研究開発・評価報告書
評価課題「地層処分技術に関する研究開発」
(事後評価・事前評価)

Assessment Report of Research and Development Activities in FY2021;
Activity of “Research and Development on Geological Disposal
of High-level Radioactive Waste”
(Post- and Pre-review Report)

地層処分研究開発推進部

Geological Disposal Research and Development Department

核燃料・バックエンド研究開発部門

Sector of Nuclear Fuel, Decommissioning and Waste Management Technology Development

November 2022

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

JAEA-Evaluation

本レポートは国立研究開発法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。本レポートはクリエイティブ・コモンズ表示 4.0 国際 ライセンスの下に提供されています。本レポートの成果（データを含む）に著作権が発生しない場合でも、同ライセンスと同様の条件で利用してください。(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ja>)
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ウェブサイト (<https://www.jaea.go.jp>) より発信されています。本レポートに関しては下記までお問合せください。

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 JAEA イノベーションハブ 研究成果利活用課
〒 319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方 2 番地 4
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en>).
Even if the results of this report (including data) are not copyrighted, they must be used under the same terms and conditions as CC-BY.
For inquiries regarding this report, please contact Institutional Repository and Utilization Section, JAEA Innovation Hub, Japan Atomic Energy Agency.
2-4 Shirakata, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan
Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

令和 3 年度 研究開発・評価報告書
評価課題「地層処分技術に関する研究開発」（事後評価・事前評価）

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

(2022 年 10 月 6 日受理)

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（以下、「原子力機構」という）は、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成 28 年 12 月 21 日内閣総理大臣決定）及び「文部科学省における研究及び開発に関する評価指針」（平成 29 年 4 月 1 日文部科学大臣決定）、並びに原子力機構の「研究開発課題評価実施規程」（平成 17 年 10 月 1 日制定）等に基づき、令和 3 年 8 月 23 日に「地層処分技術に関する研究開発」に関する事後評価及び事前評価について地層処分研究開発・評価委員会に諮問した。

これを受けて、地層処分研究開発・評価委員会は、原子力機構で定められた評価手順に従い、原子力機構から提出された第 3 期中長期目標期間における研究開発の実施状況及び第 4 期中長期目標期間における研究開発の計画について評価を行った。

本報告書は、地層処分研究開発・評価委員会より提出された事後評価及び事前評価結果（答申書）を取りまとめるとともに、本委員会での説明資料、及び評価結果に対する原子力機構の措置を添付したものである。

本報告書は、研究開発・評価委員会（地層処分研究開発・評価委員会）が「国の研究開発評価に関する大綱的指針」等に基づき実施した外部評価の結果を取りまとめたものである。

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研究計画推進課（事務局）

核燃料サイクル工学研究所：〒319-1194 茨城県那珂郡東海村大字村松 4-33

**Assessment Report of Research and Development Activities in FY2021;
Activity of “Research and Development on Geological Disposal
of High-level Radioactive Waste”
(Post- and Pre-review Report)**

Geological Disposal Research and Development Department
Sector of Nuclear Fuel, Decommissioning and Waste Management Technology Development
Japan Atomic Energy Agency
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received October 6, 2022)

Japan Atomic Energy Agency (JAEA) consulted the advisory committee, “Evaluation Committee on Research and Development (R&D) Activities for Geological Disposal of High-Level Radioactive Waste”, for post- and pre-review assessment of R&D activities on high-level radioactive waste disposal in accordance with “General Guideline for the Evaluation of Government Research and Development(R&D)Activities” by the Cabinet Office, Government of Japan, “Guideline for Evaluation of R&D in Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology” and JAEA’s “Regulation on Conduct for Evaluation of R&D Activities”.

In response to JAEA’s request, the Committee reviewed mainly the progress of the R&D project on geological disposal, the relevance of the project outcome and the efficiency of the project implementation during the period of the current and next plan.

This report summarizes the results of the assessment by the Committee with the Committee report attached.

Keywords: Geological Disposal, High-level Radioactive Waste, Evaluation Committee, Post Review, Pre-review

This evaluation report presents the result of third-party evaluation conducted in accordance with the “General Guideline for the Evaluation of Governmental R&D Activities” by Cabinet Office, Government of Japan, etc.

目 次

1. 概要	1
2. 地層処分研究開発・評価委員会の構成	2
3. 審議の経過	3
4. 評価方法	4
5. 評価結果（答申書）	6
付録（日本原子力研究開発機構作成資料）	65

Contents

1. Overview	1
2. Evaluation Committee of R&D Activities for Geological Disposal of High-Level Radioactive Waste	2
3. Status of assessment	3
4. Procedure of assessment	4
5. Results of assessment (Committee report)	6
Appendix (documents owned by Japan Atomic Energy Agency)	65

This is a blank page.

1. 概要

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（以下、「原子力機構」という）は、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成 28 年 12 月 21 日内閣総理大臣決定）及び「文部科学省における研究及び開発に関する評価指針」（平成 29 年 4 月 1 日文部科学大臣決定）、並びに原子力機構の「研究開発課題評価実施規程」（平成 17 年 10 月 1 日制定）等に基づき、令和 3 年 8 月 23 日に「高レベル放射性廃棄物の地層処分技術等に関する研究開発」の第 3 期中長期計画に係る事後評価及び第 4 期中長期計画に係る事前評価について、地層処分研究開発・評価委員会（以下、「本委員会」という）に諮問した。

これを受けて、本委員会は、原子力機構が定めた評価手順に従い、事後評価については第 3 期中長期目標期間（平成 27 年度～令和 3 年度）における、「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」、「研究開発成果の効果・効用（アウトカム）の把握・普及の程度」、「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」、「国内外他機関との連携の妥当性」、「イノベーション創出への取組の妥当性」、「社会実装の達成度、取組の妥当性（技術・知識基盤プラットフォームの構築・提供を含む）」、「科学技術政策、社会的・経済的意義／ニーズへの適合性」、「研究開発課題／成果の社会的受容性（社会へ及ぼす影響度の想定）」、「人材育成に関する取組の妥当性（原子力を担う人材、イノベーション・デジタル化を担う人材等）」の観点から、また、事前評価については第 4 期中長期目標期間（令和 4 年度～令和 10 年度）における、「研究開発課題の選定の妥当性（効果・効用（アウトカム）の観点を含む）」、「方向性・目的・目標等の妥当性（効果・効用（アウトカム）の観点を含む）」、「研究開発の進め方の妥当性」、「研究資金・人材等の研究開発資源の配分の妥当性」、「国内外他機関との連携の妥当性」、「イノベーション創出の可能性と創出に向けた取組計画の妥当性」、「社会実装に向けた取組計画の妥当性（技術・知識基盤プラットフォームの構築・提供を含む）」、「科学技術政策、社会的・経済的意義／ニーズへの適合性」、「研究開発課題／成果の社会的受容性（社会へ及ぼす影響度の想定）」、「人材育成に関する取組の妥当性（原子力を担う人材、イノベーション・デジタル化を担う人材等）」の観点から、それぞれ評価を行った。

なお、深地層の研究施設計画の進捗状況については、地層処分研究開発推進部長通達にて設置されている「深地層の研究施設計画検討委員会」において審議された「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」を事後評価に資するために聴取した。

その結果、地層処分技術に関する研究開発については、本委員会による事後評価として、「我が国の地層処分プログラムに大きく貢献するとともに、研究開発成果の最大化に向けた顕著な成果の創出に加え、国民との相互理解促進活動ならびに人材育成の観点でも広く貢献している」と判断され、総合評価として A 評価を得た。また、事前評価については、全ての評価項目について「妥当」と評価された。

2. 地層処分研究開発・評価委員会の構成

本委員会は、以下の9名で構成されている。

委員長	吉田 英一	名古屋大学 博物館長 教授
委員	小崎 完	北海道大学大学院 工学研究院 応用量子科学部門 教授
	新堀 雄一	東北大学大学院 工学研究科 量子エネルギー工学専攻 教授
	西垣 誠	岡山大学 名誉教授
	長谷部 徳子	金沢大学 環日本海域環境研究センター 教授
	松本 真由美	東京大学 教養学部 環境エネルギー科学特別部門 客員准教授
	横小路 泰義	神戸大学大学院 工学研究科 機械工学専攻 教授
	渡部 隆俊	原子力発電環境整備機構 技術部 技術部長
	WEBB, Erik K.	米国 サンディア国立研究所 地球科学研究応用部長

(委員については五十音順)

3. 審議の経過

- (1) 第 32 回 地層処分研究開発・評価委員会：令和 3 年 10 月 13 日
- 「高レベル放射性廃棄物の地層処分技術等に関する研究開発」に関する課題評価（事後評価、事前評価について諮問）
 - 課題評価の進め方とスケジュールについて
 - 第 4 期中長期目標期間における原子力機構の研究開発の取組の基本方針案
 - 第 4 期中長期目標期間における高レベル放射性廃棄物の処分技術等に関する研究開発の基本方針案
 - 地層処分技術に関する研究開発の課題評価及び全体討論
- (2) 第 33 回 地層処分研究開発・評価委員会：令和 4 年 1 月 31 日
- 課題評価の進め方とスケジュールについて
 - 第 4 期中長期目標期間における研究開発の計画案
 - 第 3 期中長期目標期間における研究開発の成果（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」の聴取を含む）
 - 地層処分技術に関する研究開発の課題評価及び全体討論
- (3) 第 34 回 地層処分研究開発・評価委員会：令和 4 年 2 月 25 日
- 地層処分技術に関する研究開発の課題評価（事後評価、事前評価）結果について
 - 課題評価報告書（案）の検討

4. 評価方法

課題評価にあたっては、評価項目・基準や作業手順などについて原子力機構事務局（以下、「事務局」という）より本委員会にて説明を行い、各委員の了承を得て進めた。

4.1 評価項目及び評価基準

事後評価は、以下の(1)～(12)の観点から行った。また、評定区分と評定基準は、それぞれ表4-1のとおりである。

- (1) 研究開発の達成度（成功・不成功の原因の把握・分析）（下記 1)～4)の全体評価）
 - 1) 深地層の研究施設計画（瑞浪）
 - 深地層の研究施設計画（幌延）
 - 2) 地質環境の長期安定性研究
 - 3) 高レベル放射性廃棄物の地層処分研究開発
 - 4) 使用済燃料の直接処分研究開発
- (2) 当初の研究開発計画の妥当性
- (3) 研究開発成果の効果・効用（アウトカム）の把握・普及の程度
- (4) 若手研究者の育成・支援への貢献の程度
- (5) 将来への研究開発の展開、新たな課題への反映の検討
- (6) 国内外他機関との連携の妥当性
- (7) イノベーション創出への取組の妥当性
- (8) 社会実装の達成度、取組の妥当性（技術・知識基盤プラットフォームの構築・提供を含む）
- (9) 科学技術政策、社会的・経済的意義／ニーズへの適合性
- (10) 研究開発課題／成果の社会的受容性（社会へ及ぼす影響度の想定）
- (11) 人材育成に関する取組の妥当性（原子力を担う人材、イノベーション・デジタル化を担う人材等）
- (12) (1)～(11)の総合評価

表4-1 評価区分と評定基準

評定区分	評定基準
S	特に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。
A	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（標準）	成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められ、着実な研究開発運営がなされている。
C	より一層の工夫・改善等が期待される。
D	抜本的な見直しを含め特段の工夫・改善等が求められる。

また、事前評価は、以下の(1)～(10)の観点から行った。なお、評定区分は妥当と要改善の2種類である。

- (1) 研究開発課題の選定の妥当性（効果・効用（アウトカム）の観点を含む）
- (2) 方向性・目的・目標等の妥当性（効果・効用（アウトカム）の観点を含む）
- (3) 研究開発の進め方の妥当性
- (4) 研究資金・人材等の研究開発資源の配分の妥当性
- (5) 国内外他機関との連携の妥当性
- (6) イノベーション創出の可能性と創出に向けた取組計画の妥当性
- (7) 社会実装に向けた取組計画の妥当性（技術・知識基盤プラットフォームの構築・提供を含む）
- (8) 科学技術政策、社会的・経済的意義／ニーズへの適合性
- (9) 研究開発課題／成果の社会的受容性（社会へ及ぼす影響度の想定）
- (10) 人材育成に関する取組の妥当性（原子力を担う人材、イノベーション・デジタル化を担う人材等）

4.2 評価作業手順

- (1) 第32回、第33回地層処分研究開発・評価委員会
 - ①課題評価（事後評価、事前評価）の進め方とスケジュールについての説明・決定
 - ②第3期中長期目標期間中の研究開発に対する成果の説明・自己評価結果の提示・質疑応答・評価
 - ③第4期中長期目標期間中の研究開発に対する計画の説明・自己評価結果の提示・質疑応答・評価
 - ④評価方法の確認（各委員は評価シートへ評定区分及びコメントを記入し事務局へ提出）
- (2) 第33回地層処分研究開発・評価委員会終了後
 - ①事務局による、評価シートの取りまとめ、取りまとめ結果の委員長への提出
 - ②委員長による答申書（案）の作成
- (3) 第34回地層処分研究開発・評価委員会
 - ①評価シート（評価結果、コメント）について説明・確認
 - ②答申書（案）の審議
- (4) 第34回地層処分研究開発・評価委員会終了後
 - ①答申書（案）の審議結果に基づき、答申書を核燃料・バックエンド研究開発部門長に答申

5. 評価結果（答申書）

令和4年3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
部門長 三浦 信之殿

地層処分研究開発・評価委員会
委員長 吉田 英一

研究開発課題の事後評価及び事前評価結果について（答申）

令和3年8月23日付貴発「03原機（地）017」において、当委員会に諮問のあった「高レベル放射性廃棄物の処分技術等に関する研究開発」の第3期中長期計画に係る事後評価及び第4期中長期計画に係る事前評価について、その評価結果を別添のとおり答申します。

**「高レベル放射性廃棄物の処分技術等に関する研究開発」の
第3期中長期計画に係る事後評価及び第4期中長期計画に係る事前評価**

令和4年3月15日

地層処分研究開発・評価委員会

目次

1. はじめに	- 9 -
2. 地層処分研究開発・評価委員会委員名簿	- 10 -
3. 評価方法	- 11 -
4. 事後評価	- 12 -
4.1 総合評価	- 12 -
4.2 事後評価に係る個別観点ごとの評価	- 15 -
5. 事前評価	- 17 -
5.1 総合評価	- 17 -
5.2 事前評価に係る個別観点ごとの評価	- 19 -
添付資料 1	
第 3 期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）	- 21 -
添付資料 2	
第 4 期中長期目標期間中における研究開発の計画案 評価結果（事前評価）	- 45 -

1. はじめに

地層処分研究開発・評価委員会（以下、「本委員会」という。）では、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成 28 年 12 月 21 日内閣総理大臣決定）、「文部科学省における研究及び開発に関する評価指針」（平成 29 年 4 月 1 日 文部科学大臣決定）を踏まえて策定されている国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（以下、「機構」という。）の「研究開発課題評価実施規程」に基づき、機構が進めている高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する研究開発（研究開発課題名：高レベル放射性廃棄物の処分技術等に関する研究開発）について、令和 3 年 8 月 23 日に機構より諮問を受け、現行の「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構の中長期目標を達成するための計画（中長期計画）」の対象期間（平成 27 年 4 月 1 日～令和 4 年 3 月 31 日）の最終年度に当たる令和 3 年度に第 3 期中長期計画（以下、「第 3 期中長計」という。）（平成 27 年 4 月 1 日～令和 4 年 3 月 31 日）における成果の事後評価及び第 4 期中長期計画（案）（以下、「第 4 期中長計」という。）（令和 4 年 4 月 1 日～令和 11 年 3 月 31 日）における計画についての事前評価を行った。

深地層の研究施設計画の事後評価については、地層処分研究開発推進部長通達にて設置されている深地層の研究施設計画検討委員会において審議された「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」を聴取し、本委員会の事後評価に反映した。

本報告書は、令和 3 年 10 月 13 日及び令和 4 年 1 月 31 日に開催された本委員会での討議結果及び各委員による評価シートへの評価結果記載内容に基づき、令和 4 年 2 月 25 日の本委員会における事後評価及び事前評価の取りまとめの議論等を踏まえ答申書として取りまとめたものである。

令和 4 年 3 月 15 日
地層処分研究開発・評価委員会
委員長 吉田 英一

2. 地層処分研究開発・評価委員会委員名簿

本委員会による評価は、表 2.1 に示す 9 名の委員で実施した。

表 2.1 地層処分研究開発・評価委員会 委員名簿

(委員氏名は、五十音順。ただし、委員長を除く。)

	氏 名	所 属・職 位
委員長	よしだ ひでかず 吉田 英一	名古屋大学 博物館長 教授
委員	こざき たもつ 小崎 完	北海道大学大学院 工学研究院 応用量子科学部門 教授
委員	にいぼり ゆういち 新堀 雄一	東北大学大学院 工学研究科 量子エネルギー工学専攻 教授
委員	にしがき まこと 西垣 誠	岡山大学 名誉教授
委員	はせべ のりこ 長谷部 徳子	金沢大学 環日本海域環境研究センター 教授
委員	まつもと まゆみ 松本 真由美	東京大学 教養学部 環境エネルギー科学特別部門 客員准教授
委員	よここうじ やすよし 横小路 泰義	神戸大学大学院 工学研究科 機械工学専攻 教授
委員	わたなべ たかとし 渡部 隆俊	原子力発電環境整備機構 技術部長
委員 ^{※1}	ウ エ ブ エリック WEBB, Erik K.	米国 サンディア国立研究所 地球科学研究応用部長

※1：WEBB 委員については、令和 4 年 3 月 3 日に機構側から個別に説明が行われ、その評価結果を本報告書に反映した。

事務局：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 研究計画推進課

3. 評価方法

事後評価では、令和4年1月31日に本委員会を開催し、令和3年度末までの研究開発の成果（見込み含む）及び関連する活動についての実施状況及び自己評価について、機構側から説明を受けたのち、質疑応答を行った。それらを踏まえ、研究開発課題の達成度など、表3.1に示す11項目について、各委員による5段階の評定（表3.2参照）、評価理由・意見を集約し、令和4年2月25日の本委員会において取りまとめに関する最終的な議論を行った。

事前評価では、令和3年10月13日及び令和4年1月31日の2回にわたって本委員会を開催し、第4期中長計の研究開発方針案、具体的な実施内容及び自己評価について、機構側から説明を受けたのち、質疑応答を行った。それらを踏まえ、研究開発課題の選定の妥当性など、表3.3に示す10項目について、各委員による「妥当」または「要改善」の評価を付し、評価理由・意見を集約し、令和4年2月25日の本委員会において取りまとめに関する最終的な議論を行った。

なお、WEBB委員については、機構側から令和4年3月3日に事後及び事前評価に関する個別説明が行われ、事後及び事前評価に関し、個別の観点を含めた総合的観点について、WEBB委員による評価及び意見が聴取された。

これらの結果を踏まえ、事後評価及び事前評価に関する答申書として取りまとめた。

表 3.1 事後評価の観点（機構の「研究開発課題評価作業マニュアル」より）

事後評価の観点
①研究開発の達成度（成功・不成功の原因の把握・分析）
②当初の研究開発計画の妥当性
③研究開発成果の効果・効用（アウトカム）の把握・普及の程度
④若手研究者の育成・支援への貢献の程度
⑤将来への研究開発の展開、新たな課題への反映の検討
⑥国内外他機関との連携の妥当性
⑦イノベーション創出への取組の妥当性
⑧社会実装の達成度、取組の妥当性（技術・知識基盤プラットフォームの構築・提供を含む）
⑨科学技術政策、社会的・経済的意義／ニーズへの適合性
⑩研究開発課題／成果の社会的受容性（社会へ及ぼす影響度の想定）
⑪人材育成に関する取組の妥当性（原子力を担う人材、イノベーション・デジタル化を担う人材等）

表 3.2 事後評価の評定区分・基準

評定基準	評定区分
・特に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。	S
・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。	A
・成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められ、着実な研究開発運営がなされている。	B (標準)
・より一層の工夫、改善等が期待される。	C
・抜本的な見直しを含め特段の工夫、改善等が求められる。	D

表 3.3 事前評価の観点（機構の「研究開発課題評価作業マニュアル」より）

事前評価の観点
①研究開発課題の選定の妥当性（効果・効用（アウトカム）の観点を含む）*1
②方向性・目的・目標等の妥当性（効果・効用（アウトカム）の観点を含む）
③研究開発の進め方の妥当性
④研究資金・人材等の研究開発資源の配分の妥当性
⑤国内外他機関との連携の妥当性
⑥イノベーション創出の可能性と創出に向けた取組計画の妥当性
⑦社会実装に向けた取組計画の妥当性（技術・知識基盤プラットフォームの構築・提供を含む）
⑧科学技術政策、社会的・経済的意義／ニーズへの適合性
⑨研究開発課題／成果の社会的受容性（社会へ及ぼす影響度の想定）
⑩人材育成に関する取組の妥当性（原子力を担う人材、イノベーション・デジタル化を担う人材等）

*1 科学的・技術的意義（特に基礎研究においては「知の創造」を重視すること）、社会的・経済的意義、国費を用いた研究開発としての意義（プロジェクトにおいては「緊急性、費用対効果、資源分配のバランス、社会的・経済的ニーズ」についても評価すること）、（見込まれる）直接・間接の成果・効果やその他の波及効果の内容等を記載して評価すること。

4. 事後評価

4.1 総合評価（評定：A）【委員による評定結果：「A」9名】

第3期中長計における研究開発については、国際的にも高い技術レベルで地層処分技術の信頼性向上に寄与する基盤技術の整備を着実に進めている。特に、その達成度や成果の効果・効用という点では、これらの研究成果が、国の「科学的特性マップ」、原子力発電環境整備機構（以下「NUMO」という。）の包括的技術報告書に反映されるなど、地層処分事業の進展に大きく貢献したことは、顕著な実績として認めることができる。また、国内外の学会発表や報告書類の刊行、論文投稿・掲載が多数認められるとともに、世界初となる貴重な成果も創出し、プレス発表も行うなど、積極的な成果の普及に努めていると判断できる。このように

当初の計画に基づいて着実に研究開発が行われた結果、高い成果があげられ、地層処分事業に貢献したことから、当初計画は妥当な内容であったと判断できる。その中の幌延深地層研究センターの稚内層深部（深度 500m）での研究や国際拠点化に向けた取り組みは、更なる技術基盤の強化につながるとともに、将来の研究開発への展開に大きく寄与するものである。瑞浪超深地層研究所における結晶質岩を対象とした研究は、実証的な成果を創出しており、スウェーデンや他のヨーロッパ諸国での研究計画と比肩しうるものとなっている。加えて、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などの代替処分オプションの研究開発も行われている。これらにより、総じて、我が国の地層処分プログラムを支える中心的な研究開発機関としての役割を十分果たしていると評価できる。

国内外の他の研究機関との協力・連携については、共同で複数の受託事業を実施したほか、国際機関との協力、国際共同プロジェクトの実施などにより、研究資源を相互補完的に活用しつつ、多岐にわたる研究開発を積極的に進め、今後の地層処分事業における技術面、研究面の進展、加えて人材育成による事業の継続性の確保にも大きく貢献した。また、一般土木分野などで活用できる新たな技術の開発ならびに新たな知見の創出のほか、幅広い年代域や様々な自然現象に対応可能な年代測定技術の開発が行われており、イノベーション創出、社会実装の観点からも実効的な取り組みが行われた。これらは、科学技術政策上のみならず、社会的・経済的意義は高く、ニーズに適合する成果であったと評価できる。

深地層の研究施設の一般公開をはじめとする研究施設への見学者の受入れや関係自治体、報道機関への施設公開、さらには地層処分の理解活動への研究者・技術者の派遣を積極的に行っている。新型コロナウイルス感染症影響下における新たな取り組みとして、成果報告会などのライブ配信や研究紹介動画の制作・公開など、社会的受容性の向上にも努めている。また、原子力分野で課題のひとつとなっている人材育成については、夏期実習生や特別研究生の受入れやセミナーの開催など、数年間で様々な活動を展開するとともに、大学等との連携研究等を通じて地層処分に係る人材を着実に育成しており、その努力を評価することができる。加えて、若手研究者・技術者育成ファンドなどを通じて、若手の育成に取り組んでおり、その結果、学会奨励賞などの若手の受賞につながっている。以上の取り組みは、現実的かつ着実であり、相当の進展がみられることから高く評価できる。

深地層の研究施設計画については、本委員会として、地上での調査から坑道を利用した研究に至るまで、地層処分事業の各段階で必要となる技術を支える有効な多くの成果が創出されていると認識している。同計画については、平成 27 年度から令和元年度までの 5 ヶ年において 3 つの必須の課題に取り組み、平成 30 年度にはそれらの研究開発成果を取りまとめ、中間評価（平成 31 年 3 月 6 日）を行った。

具体的には、超深地層研究所計画では、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た。これを受けて、機構は令和元年度をもって研究開発を終了し、坑道の埋め戻し及び地上施設の撤去作業を含む計画として「令和 2 年度以降の超深地層研究所計画」を策定した。なお、得られたデータや知見が地層処分技術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・展開されることを提言した。

また、幌延深地層研究計画については、全体として概ね適切に研究が遂行され、当期 5 年の目標を達成できたものと評価した。また、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及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、本地下研究施設を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・活用されることを提言した。これを受けて、機構は引き続き研究開発が必要とされる課題について研究開発を進めることとし、「令和 2 年度以降の幌延深地層研究計画」を策定した。

一方、本委員会では、令和 3 年 11 月 30 日の深地層の研究施設計画検討委員会において審議された「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」を聴取し、深地層の研究施設計画検討委員会としての以下の総合評価結果が妥当なものであると判断した（令和 4 年 1 月 31 日）。

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。

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、かつ結晶質岩及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、我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。

上記で示した本委員会での中間評価結果、ならびに深地層の研究施設計画検討委員会における審議結果に加え、令和 4 年 1 月 31 日の本委員会で聴取した令和 3 年度末までの深地層の研究施設計画の活動状況を踏まえ、幌延及び瑞浪の両計画が着実に進められているものと評価した。

これらのことから、全体として、本研究開発課題においては、我が国の地層処分プログラムに大きく貢献するとともに、研究開発成果の最大化に向けた顕著な成果の創出に加え、国民との相互理解促進活動ならびに人材育成の観点でも広く貢献していると判断できることから、「A」と評価できる。

なお、研究開発の成果については、どの程度のインパクトのある成果なのかも踏まえ、積極的に広く成果の普及に努めるとともに、トピック的な成果や社会への貢献、新規性などにスポットを当てた情報公開の工夫も念頭においた取り組みも必要である。さらに、今後の研

究開発の遂行に当たっては、研究人材の多様性に関する視点をもって行うことにより、より効果的に社会に評価される研究開発成果の発出が可能になると考えられる。社会実装への取り組みという観点では、CoolRep システムにも、さらにビジュアルで直感的に理解しやすい形で成果を公表する機能を持たせることによって、社会への周知が進み社会実装を促進できると期待される。若手研究者の育成の観点からは、オンラインの積極的な活用を含め、関連学会への発表の機会を増やすとともに、発表者以外の参加の機会を増やすことにより、外部との交流を図ることも必要である。将来への研究開発の展開、新たな課題への反映という観点では、更なる研究開発の進展に向け、ビッグデータを活用したデジタルツイン技術の基盤整備を次期中長期計画に反映し取り組んでいくことを期待する。

4.2 事後評価に係る個別観点ごとの評価

(1) 研究開発課題の達成度（評価：A）【委員による評価結果：「A」9名】

いずれの研究開発課題においても中長期計画に従った研究開発が着実に進められており、多くの分野で顕著な成果の創出が認められた。それらの成果に基づく知見が、総合的な観点で地層処分事業の進展に顕著に貢献したと評価できる。

(2) 当初の研究開発計画の妥当性（評価：A）【委員による評価結果：「A」6名、「B」3名】

第3期中長期目標期間中に当初の計画に基づき着実に研究開発が行われた結果、多岐にわたる高い成果が得られたことから、当初の研究開発計画は妥当なものであったと評価できる。今後は、将来の地層処分の実施を見据えて、より具体的なロードマップや目標値の設定を検討していく必要がある。

(3) 研究開発成果の効果・効用の把握・普及の程度（評価：A）

【委員による評価結果：「S」2名、「A」6名、「B」1名】

国内外での学会発表や論文投稿等に加え、プレス発表を通じて研究開発成果の普及が着実に進められている。特に NUMO による「包括的技術報告書」の作成、資源エネルギー庁による「科学的特性マップ」の公開のほか、原子力規制委員会の指示による「もんじゅの破碎帯調査」などの事例において、これまで蓄積された技術開発の成果を提供し、多大な貢献を果たしていることが認められる。今後とも、一般の方々にも、より分かりやすい形で研究開発成果が普及されるように努めてほしい。

(4) 若手研究者の育成・支援への貢献の程度（評価：B）

【委員による評価結果：「A」4名、「B」5名】

積極的に若手研究者による学会発表、論文発表を行っており、研究課題を通じて社会人博士号や学会賞を取得するなど、若手研究者の育成・支援への貢献が認められる。しかしながら、今後は、より主体的に研究開発に若手研究者が携われるような方策を通して、研究基盤の持続的な発展に寄与してほしい。

(5) 将来への研究開発の展開、新たな課題への反映の検討（評定：A）

【委員による評定結果：「A」7名、「B」2名】

第3期中長期目標期間における研究開発を通して課題点を抽出し、次期中長期計画に反映されており、高く評価できる。具体的には、幌延における国際共同プロジェクト立ち上げの準備や、直接処分に関する研究開発、ビッグデータを活用したデジタルツイン技術の基盤整備などが挙げられる。

(6) 国内外他機関との連携の妥当性（評定：A）

【委員による評定結果：「S」2名、「A」6名、「B」1名】

国内については、他研究機関や大学、民間企業との協力についても積極的になされ、学会発表、論文発表などの形で成果が発信されている。また、国外の機関や国際機関（経済協力開発機構／原子力機関（OECD／NEA）等）とも密接に連携しながら研究開発が実施されていることに加え、幌延深地層研究センターを活用した新たな国際共同プロジェクト（国際拠点化）を提案したことは、特に顕著な成果であると評価できる。今後とも他機関との連携を深めつつ、諸外国で行われている地層処分の取り組みについて共有しつつ、それらの得られた成果をわかりやすく発信されたい。

(7) イノベーション創出への取組の妥当性（評定：A）

【委員による評定結果：「A」8名、「B」1名】

大学や他の研究機関、民間企業との協力・連携の下に、多岐にわたる研究開発が行われており、その成果は地層処分のみならず、他の学術分野にも波及効果のある内容であることから、イノベーション創出の観点からも顕著な成果があげられたと評価できる。

一方、今後もイノベーション創出に関するより積極的な情報発信が必要であることや、社会からの信頼の確保のためには、地層処分のための技術開発を着実に推進し、その成果を分かりやすく一般国民に開示していくことが重要であると考えます。

(8) 社会実装の達成度、取組の妥当性（評定：A）

【委員による評定結果：「S」2名、「A」6名、「B」1名】

地層処分事業の進展という社会実装に向けた取り組みとして、顕著な成果の創出がみられるなど高く評価できる。また、第3期中長期計画期間における成果について CoolRepR4 として取りまとめたことは、さらなる技術開発や国民理解の向上に貢献することが期待され、高く評価できる。

(9) 科学技術政策、社会的・経済的意義／ニーズへの適合性（評定：A）

【委員による評定結果：「A」8名、「B」1名】

原子力利用を進める上で大きな課題のひとつとなっている地層処分に関連して、深地層の研究施設等を活用して多くの研究成果をあげたこと、また、「科学的特性マップ」の公表に貢献したことに加え、長期安定性に関する研究成果の派生として国民的関心の高い防災などにも貢献できる成果を得たことも、科学技術政策上のみならず、社会的・経済的意義は高く、

ニーズに適合する成果であったと評価できる。

(10) 研究開発課題／成果の社会的受容性（評定：B）

【委員による評定結果：「A」4名、「B」5名】

深地層の研究施設の一般公開をはじめとする見学会や報告会の開催、科学イベントなどへの参加など、様々な形で地層処分や関連研究開発に関する国民への理解促進活動は評価できる。今後は、発信されている情報が社会にどの程度受容されているかの観点でのさらなる活動を期待する。

(11) 人材育成に関する取組の妥当性（評定：A）【評定結果：「A」7名、「B」2名】

全ての研究開発拠点において、夏期実習生や特別研究生といった学生の受け入れや、大学等への講師派遣、そして他の研究機関と連携して実施したセミナー等の活動を通じて、人材育成に関する活動を積極的に行っていることは高く評価できる。

5. 事前評価

5.1 総合評価（評定：妥当）

我が国の地層処分手業については、国の「科学的特性マップ」（平成29年7月）の公表以降、北海道寿都町と神恵内村での文献調査の開始（令和2年11月）、NUMOの「包括的技術報告書」の公表（令和3年2月）がなされ、事業の進展がみられた。その中で、国の第6次エネルギー基本計画が策定（令和3年10月）され、これまでのエネルギー基本計画での記述に加えて、「国、NUMO、JAEA等の関係機関が、全体を俯瞰して、総合的、計画的かつ効率的に技術開発を着実に進める。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。」ことが明記された。また、国、NUMO、機構等の関係機関で策定した「地層処分研究開発に関する全体計画（平成30年度～令和4年度）」については、地層処分手業及び研究開発の進捗状況等の反映を考慮し、令和5年度以降の計画について令和4年度に見直しが想定されるものの、それ自体の重要性や方向性は変わることはないものと考えられる。

「科学技術・イノベーション基本計画」（令和3年3月26日閣議決定）では、Society 5.0の実現に向け、研究開発におけるデジタル・トランスフォーメーションを通じた科学的・社会的貢献も示されている。あわせて従来の延長線上にない新たな価値創出につなげていくため、分野横断的な研究開発や社会の多様なステークホルダーとの対話・共創を通じた「総合知」の創出・活用に取り組んでいくことの重要性も示された。国が定める第4期中長期目標（案）（令和4年4月1日～令和11年3月31日）については、上記に示した政策等を踏まえ策定が進められている。

第4期中長計の策定に当たっては、上記に示した国の政策や方針等を踏まえ、地層処分の技術基盤の着実な整備として、地層処分技術の信頼性向上に向け、自然現象に伴う地質環境の変化を予測・評価する技術の整備、処分システム構築・評価技術の先端化・体系化を継続することとしている。また、深地層の研究施設計画においては、三者協定の遵守を前提として、令和元年度の「幌延深地層研究の確認会議」において確認され、自治体から受け入れら

れた「令和 2 年度以降の幌延深地層研究計画」（令和 2 年 1 月 28 日策定）に基づく研究への取り組みが示されている。このように第 4 期中長計では、国の方針等に沿って主要な研究開発課題や方向性、目的・目標が設定された計画となっている。加えて、幅広い選択肢を確保する観点から、代替処分オプションについての研究開発も計画されている。研究開発の進め方としては、幌延の地下研究施設を最先端の地層処分技術を実証するプラットフォームとして国内外に広く提供・活用することで、幌延深地層研究計画における研究開発が世界的にも高い技術レベルへ大きく向上・発展し、我が国の地層処分計画に必要な技術基盤の信頼性向上のみならず、国際的にも大きく貢献できると考えられる。以上のように国の方針などに基づいたフレームの中で多角的視点に立ち、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。

イノベーションや社会実装を見据えた取り組みとしては、最先端のデジタル技術を活用した技術基盤の整備、地質環境変化の予測・評価技術を応用した自然災害予測技術の開発、ならびに超小型 AMS の開発や ICP-MS、AMS などを用いた年代測定技術等の更なるコンパクト化・高度化など、大きな成果が期待できる。また、国内外の研究機関・大学等との連携による着実な成果の構築と公表が重要であり、それを如何に分かり易く示すかの課題も強く意識し、国民との相互理解促進を図る取り組みが示されている。

他機関と連携した国のプロジェクトの受託や国際連携の活用による外部資金の獲得も考慮されており、また充実した研究環境をもつ機構が、その資源を有効活用し、学生実習の受入れ等で人材育成に貢献する取り組みとなっている。

これらのことから、総じて、本研究開発課題における第 4 期中長計については、「妥当」と評価する。

なお、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。また、処分事業の進展に応じた技術開発ニーズさらには社会のニーズの変化に対応することが望ましい。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。研究開発資源の観点では、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り組みも進めるとともに、研究人材の多様性を確保する取り組みを行うことによって、よりイノベティブな研究開発を進めることが可能と考えられることから、そのような視点での研究体制の構築も必要と考えられる。また、次世代を担う研究者の育成は、技術的な成果と同様に重要であることから、実際の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。

研究活動を通じた社会との協働と還元については、国民の本研究に関する社会的受容性を高めるためにも、積極的に推進することを期待する。その際は、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。

5.2 事前評価に係る個別観点ごとの評価

(1) 研究開発課題の選定の妥当性（評定：妥当）

【委員による評定結果：「妥当」9名、「要改善」：0名】

研究開発計画は、第3期中長期目標期間における研究開発の実施内容を踏まえるとともに、国の方針等や機構全体の取組方針に基づいた中での研究開発課題となっており、妥当と考える。

(2) 方向性・目的・目標等の妥当性（評定：妥当）

【委員による評定結果：「妥当」8名、「要改善」1名】

研究開発計画は、国の方針や機構全体の取組方針に基づき多角的な視点に立った内容となっており、妥当であると考え。今後は処分事業の進展など、技術開発のニーズが変わった際には方向性、目標、目的等はその都度再検討や具体化を行うなど、常に適切な目標が設定されることを要望する。

(3) 研究開発の進め方の妥当性（評定：妥当）

【委員による評定結果：「妥当」8名、「要改善」1名】

幌延深地層研究センター等の資源を最大限活用しつつ、国内外との連携を深めながら研究開発を進めること、またデジタル技術を取り入れて技術基盤を整備するといった、世界の潮流に沿った活動を行うことを含め、地層処分に係る研究開発の進展が期待できるために、研究開発の進め方は妥当と考える。

(4) 研究資金・人材等の研究開発資源の配分の妥当性（評定：妥当）

【委員による評定結果：「妥当」9名、「要改善」：0名】

外部資金を積極的に導入し、また限られた資金と人材を適切に配置して、顕著な研究成果をあげていく計画については妥当と考える。ただし、地層処分の重要性を鑑みれば、十分かつ継続的な研究資金と人材が供給されるべきであり、そのための取り組みを継続していくべきであろう。

(5) 国内外他機関との連携の妥当性（評定：妥当）

【委員による評定結果：「妥当」8名、「要改善」1名】

幌延深地層研究センターの国際拠点化を念頭に、国内外の他機関との連携の推進や国内外の研究者の育成を図る計画となっており、妥当と考える。なお、年代測定技術開発等においては、原子力以外の分野との連携がさらに強化されることを期待する。

(6) イノベーション創出の可能性と創出に向けた取組計画の妥当性（評定：妥当）

【委員による評定結果：「妥当」9名、「要改善」：0名】

デジタル技術を取り入れた技術基盤整備や地質環境変化の予測・評価技術を応用した自然災害予測技術の開発、超小型 AMS 開発といった計画については妥当と考える。これらの成

果は原子力および地層処分技術開発に関する国民の理解促進にもつながるため、成果については積極的な情報発信を行ってほしい。

(7) 社会実装に向けた取組計画の妥当性（評定：妥当）

【委員による評定結果：「妥当」9名、「要改善」：0名】

NUMO との連携は研究開発成果の社会実装の上で重要であり、CoolRep の整備は社会実装に向けた取り組みの中で必要なものであると考えており、超小型 AMS の開発・実用化に向けた計画を含めて妥当である。今後はこれまでの研究開発で培った技術や品質管理、品質の持続、知識を劣化させない形での継承をどのように進めていくか、持続的な実施を期待する。

(8) 科学技術政策・社会的・経済的意義／ニーズへの適合性（評定：妥当）

【委員による評定結果：「妥当」9名、「要改善」：0名】

原子力利用を進める上で大きな課題のひとつとなっている地層処分に関連した技術開発は、科学技術政策上のみならず、社会的・経済的意義は高く、計画は妥当である。

(9) 研究開発課題／成果の社会的受容性（評定：妥当）

【委員による評定結果：「妥当」9名、「要改善」：0名】

地層処分は原子力利用を進める上で大きな課題のひとつであることを踏まえ、社会実装を確実に進む観点で、計画は妥当である。なお、国民との理解促進活動や研究開発を担う人材育成活動を通して得られる社会的受容性もあるので、継続して実施していくことを期待する。

(10) 人材育成に関する取組の妥当性（評定：妥当）

【委員による評定結果：「妥当」8名、「要改善」1名】

人材育成は研究開発と並ぶ重要な取り組みであり、大学生等の実習生としての受入れや、セミナー、国際共同プロジェクト等を通じて人材育成を図る内容は妥当である。将来の人材に繋がるアウトリーチ活動や、デジタル技術やイノベーション化を担う人材育成活動についても積極的に展開されることを期待する。

以上

添付資料 1

第 3 期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

添付資料 2

第 4 期中長期目標期間中における研究開発の計画案 評価結果（事前評価）

第 3 期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

添付資料 1

総合評価

<評価の結果>

評価結果	S : A :★★★★★★★★★(9名) B(標準): C : D :
------	---

<コメント>

- ・総合評価として、分野ごとに若干の過不足はあるものの、多くの研究成果の蓄積のもとに日本の地層処分事業への成果の貢献からも（今後のさらなる期待も含め）、「A」と判断した。
- ・また、⑦以降に関連するが、トピック的な成果や、社会への貢献、新規制などにスポットを当てた情報公開などを行うのも一つの方法ではないかとも感じる。でない、何が具体的な成果なのかがほとんどわからないのではないかと危惧する（仕事を増やすつもりはないが）。
- ・評価項目として、類似したもの（⑧～⑩）が多い感じがするが、これらの評価項目をマージすることも検討してみてはどうかと感じた。
- ・深地層研究施設を活用した研究開発を着実に進め、それらの成果が国の「科学的特性マップ」および NUMO の「包括的技術報告書」に反映されるなど、地層処分事業への大きな貢献が認められる。一方で、直接処分や超深孔処分に関する検討を進めた他、年代測定に関する技術開発においても高い成果があげられた。若手育成、人材育成にも積極的に取り組み、地層処分に関する国民との相互理解促進にも大きな貢献が認められたことから、総合的に顕著な成果があったと評価できる。
- ・地層処分の技術および科学的知見の創出に向け、国の科学技術政策に則り、社会からのニーズに応えつつ人材育成をも着実に成果を挙げている。特に深地層の研究施設の活用による実施主体のセーフティケース構築への貢献、新たな技術の開発、さらに地下科学の知見の着実な構築は大きな成果であり、国際的な協働のプラットフォーム構築に向けても、顕著な成果を創出している。
- ・研究開発の着実な遂行、成果や社会環境に基づき新たな研究テーマを設定する柔軟性、それぞれの研究分野における成果の高い評価、人材育成への貢献から、第3期における研究開発は総合的に高く評価できる。今後の研究開発の遂行に、研究人材の多様性に関する視点をもって行うことにより、より効果的に社会に評価される研究開発成果の発出が可能になるのではと思う。
- ・総合評価として A と判断する。瑞浪と幌延において、大深度の地下空間を掘削し維持する技術や地下空間を活用しながら地質環境を調査する技術を確立するなど、研究開発の成果が様々な形で発揮されている。機構が培ってきた地層処分技術が将来的な成果の

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

創出につながることを期待し、高く評価したい。また、人材育成や社会的な受容性を高めるための様々な取り組みも評価する。

- ・ 総じて、顕著な成果を上げていることは間違いがないが、今回の事後評価では①から⑪までの11もの項目での評価が求められており、これだけの項目数での評価が果たして必要なのか疑問を感じた。項目同士には一部重複が見られ、また評価項目によってはそもそも中長期計画の目標の中に、その項目に対応した明確な目標設定もなされていないものも見受けられる。
- ・ 今後は、評価項目をスリム化し、次期の第4期中長期目標計画の中では、第4期終了時になされる事後評価の項目に対応した目標設定が明確になされることを期待する。
- ・ NUMOとしても機構とのパートナーシップがより一層厚く、熱くなりますよう取り組んでまいりたい。今後は基盤研究→実用化・高度化という成果の受け渡しの構造から、安全規制対応におけるクロスチェック機能を技術開発サイド内でもどう持つかといったような、より高度な安全確保・信頼性向上の仕組みを可能性のひとつとして検討していく余地はあろうかと考える。
- ・ 現中長期計画から次期計画への移行は非常に重要であり、策定した計画をレビューするための広範なプロセスが確実に行われている。
- ・ 瑞浪超深地層研究所における結晶質岩を対象とした研究は、実証的な成果を創出しており、スウェーデンや他のヨーロッパ諸国での研究計画と比肩しうるものとなっている。

第 3 期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

個別評価項目：

①研究開発の達成度（成功・不成功の原因の把握・分析）

<評価の観点に関する実績・成果及び自己評価結果>

- ・第 3 期中長期計画では、地層処分の実現に必要な基盤研究開発の着実な実施、使用済燃料直接処分の調査研究の継続を通じて、地層処分計画に基づいた地層処分事業に貢献することとしている。また、令和元年度末までの深地層の研究施設計画の成果の取りまとめ、ならびに令和 2 年度以降の計画への取り組みを行うこととしている。
- ・深地層の研究施設計画、地質環境の長期安定性に関する研究、地層処分放射化学研究施設等を活用した研究を着実に進め、それらの成果が、国の「科学的特性マップ」(平成 29 年 7 月公表)、NUMO の「包括的技術報告書」(令和 3 年 2 月公表)などに反映され、国及び NUMO が進める地層処分事業に貢献した。
- ・直接処分では、ガラス固化体での技術や経験を直接処分での設計等に適用できる見通しを得るとともに、代替処分オプションとしての超深孔処分の適用性・成立性の観点から重要となる留意点や課題等を具体化した。これらの成果は、将来に向けての幅広い選択肢の確保に貢献することが期待できる。
- ・令和元年度末までの深地層の研究施設計画における成果の取りまとめを行い、必須の課題報告書として公表(令和 2 年 3 月)するとともに、第 3 期中長期計画期間内の成果については、網羅性・追跡性を確保しつつ、CoolRepR4 として取りまとめた。これらの取りまとめは、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る。

以上のとおり、第 3 期中長期計画に基づき、成果の取りまとめを踏まえつつ、基盤研究開発を着実に進め、これらの成果が、国の「科学的特性マップ」や NUMO の「包括的技術報告書」に反映され、地層処分事業の大きな進展をみたことから、自己評価を「A」とした。

<評価の結果>

評価結果	S : A :★★★★★★★(9名) B(標準) : C : D :
------	--

<コメント>

- ・第 3 期中長期計画において、地下研究所の研究データを初め、非常に多くの研究成果が蓄積され、その知見が「科学的特性マップ」の作成にも活用されるなど、十分な成果があったと評価できる。
- ・研究開発を着実に進め、その結果、多数の学会発表、報告書、論文発表、プレス発表を行うなど、顕著な高い成果が認められる。これらは、国の「科学的特性マップ」および NUMO の「包括的技術報告書」に反映されるなど、大きな貢献があった。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

- ・第3期中長期計画に基づき、着実に成果を取りまとめ、国や実施主体の取り組みに大きく寄与するとともに、直接処分などの代替オプションについても検討を進めており、総合的な観点からも地層処分事業の進展に顕著に貢献したと言える。
- ・科学的特性マップなど、地層処分サイト決定のための第一歩となる情報を、感覚的にもわかりやすく使いやすい形で表すことができたことが高く評価できる。
- ・深地層の研究施設計画が、「科学的特性マップ」や NUMO「包括的技術報告書」に反映されており、深地層での研究開発が地層処分事業の大きな進展につながっている。また、直接処分について、ガラス固化体での技術や経験を直接処分での設計等に適用できる見通しを得ることができたことは、将来的なオプションを広げることになり、有意義であると判断する。
- ・1) 深地層の研究施設計画については、超深地層研究所計画（瑞浪）、幌延深地層研究計画のいずれにおいても、着実な成果を上げている。特に瑞浪では掘削から埋め戻しまでの一連の工程を実証でき、花崗岩質での物質移動のモデル化技術の知見が深められたことは評価できる。幌延では、地層処分の地下環境下での人工バリアの適用性や横置き PEM 方式という処分概念オプションの実証、断層における堆積岩の緩衝能力の検証などが行えたことは評価できる。ただし、いただいた資料の中に機構の「必須の課題」が何であるかの明記がなかったため、それを確認するのに少し手間を要した。
- ・2) 地質環境の長期安定性に関する研究では、長期に安定な地質環境を調査する技術、地質環境の長期的予測に関する技術、対象地質の年代測定のための技術で、着実な成果を上げている。特に、多変量解析による活断層と非活断層の分類は、客観的で信頼のある手法として注目される。
- ・3) 高レベル放射線廃棄物の地層処分研究開発では、人工バリア等の長期挙動の把握や支保工等の坑道の長期安定性に関する知見、各種安全性評価手法や安全性評価に資する各種データベース整備で着実な成果を上げている。ただし成果の一部は、1) 深地層の研究施設計画の成果と重複しているように見受けられ、分かりやすい整理が必要ではないか。
- ・4) 使用済燃料の直接処分研究開発については、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に取り組み、人工バリアの設計等の工学技術の開発や、安全性評価手法の開発で成果を上げつつある。引き続き他国の検討事例の調査を行いつつ着実に研究開発を進められたい。
- ・以上、すべての項目について顕著な成果が出ていると判断できる。
- ・NUMO 包括的技術報告書を公表以来、賛否を越えて地層処分技術への関心を高めていくとともに、文献調査実施地域においても安全性への関心が高まるなか、社会の求めに応える基礎は基盤研究の信頼性に他ならない。
- ・技術開発に係る次期全体計画についても検討の時期を迎え、基盤研究と実用化技術高度化の連携は一層の相補性・一貫性をもたせなければならない。今期の研究開発成果については、この期待に沿うものと判断する。

第 3 期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

評価項目：②当初の研究開発計画の妥当性

＜評価の観点に関する実績・成果及び自己評価結果＞

	<ul style="list-style-type: none"> ・第 3 期中長期計画では、地層処分の実現に必要な基盤研究開発の着実な実施、使用済燃料直接処分の調査研究の継続を通じて、地層処分計画に基づいた地層処分事業に貢献することとしている。また、令和元年度末までの深地層の研究施設計画の成果の取りまとめ、ならびに令和 2 年度以降の計画への取り組みを行うこととしている。 ・当該計画に基づき、基盤研究開発を着実に進め、それらの成果が、国の「科学的特性マップ」（平成 29 年 7 月公表）、NUMO の「包括的技術報告書」（令和 3 年 2 月公表）などに反映され、国及び NUMO が進める地層処分事業に貢献できた。 ・また、令和元年度末に 2 つの深地層の研究施設計画の成果を取りまとめ、必須の課題報告書として公表するとともに、令和 2 年度以降の深地層の研究施設計画に基づき、瑞浪については、賃貸借期間までに坑道の埋め戻し、地上施設の撤去を完了した。また、幌延については、計画に基づいた研究を着実に進めた。 <p style="margin-top: 10px;">上記のように、第 3 期中長期計画に沿って研究開発を進めた結果、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など、当初の計画に基づいた成果が得られたことから、自己評価を「B」とした。</p>
--	--

＜評価の結果＞

評価結果	S : A :★★★★★(6名) B(標準):★★★(3名) C : D :
------	--

＜コメント＞

- ・自己評価では「B」となっているが、期間中の成果は多岐にわたり、これらの成果が基本となって、現在の文献調査に繋がった部分もあると考えられることから、「A」の評価としてもいいのではないかと判断する。
- ・当初の計画に基づいて着実に研究開発が行われた結果、高い成果があげられ、またそれが国や NUMO の事業に貢献したことから、当初計画は妥当な内容であったと考えられる。
- ・現段階での大きな地層処分事業の貢献を鑑み、当初の研究開発計画は適切で、妥当なものであったと言える。
- ・深地層の長期にわたる安定性の評価に、東濃及び幌延の掘削孔を活用することによって、独自のかつ簡単には得られない成果を得て、地層処分という人類未踏の技術開発に

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

不可欠な知見を得たことは高く評価できる。これは初期の計画の方向性が妥当であったことを示すと考えられる。

- 当初の研究開発計画の妥当性については、計画に基づいた研究成果が得られたことから、A評価と判断する。2つの深地層の研究施設計画の成果を取りまとめ、課題報告書として公表を行ったことや、瑞浪は賃貸借期間までに坑道の埋め戻し、地上施設の撤去を完了。また、幌延については、計画に基づいた研究を着実に進めたことを評価する。
- 第3期中長期目標とそれに基づく中長期計画については、①で評価したように顕著な成果が得られたことから、概ね妥当であったと評価できる。ただし第4期以降の中長期目標・計画においては、将来の地層処分の実施を見据えて、より具体的なロードマップや目標値の設定を検討していく必要があるのではないだろうか。
- コストベネフィシアルな基盤研究を追及する難しさのなかで貢献度の高い成果を導いていると判断する。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

評価項目：③研究開発成果の効果・効用（アウトカム）の把握・普及の程度

<評価の観点に関する実績・成果及び自己評価結果>

- ・研究開発成果については、国内外の学会発表(801件)、報告書類の刊行(226件)、論文投稿・掲載(439件)に加え、Webを活用した情報発信や、プレス発表(18件)を行い、積極的な成果の普及に努めることで、地層処分の技術基盤の整備・提供を着実に進めてきた。このうち地質環境情報の整備結果等については、「科学的特性マップ」の作成に資する基盤的な情報として活用され、国における議論の過程、結果に重要な役割、貢献を果たすことができた。また、NUMOが作成した「包括的技術報告書」には、現在までに進めてきた、機構の多くの研究開発成果が活用されており、処分事業に貢献した。
- ・また、新型コロナウイルス感染症の影響下における効果的な理解促進活動の新たな試みとして、幌延深地層研究センターでの研究を紹介する動画や「ゆめ地創館」案内動画の制作・公開を進めるほか、深地層の研究施設計画に関する成果報告会及び住民説明会をライブ配信し、対面での情報発信に限られる中でも確実な情報発信を行った。
- ・地質環境の長期安定性に関する研究においては、高速増殖原型炉「もんじゅ」敷地内破砕帯調査の支援において、上載地層法が適用できない断層調査に対して一つの指針を与える評価事例を示した。これは原子力発電所の再稼働に向けた安全審査など、地層処分以外の分野にも貢献できる特筆すべき成果である。
- ・この他、世界で初めて、「坑道周辺の酸化抑制メカニズムの解明」や「汎用的な装置を活用して人工的に岩盤中の割れ目をずらす原位置試験手法の開発」を行うほか、「深成岩の冷却や隆起過程の調査・評価技術の新たな手法の開発」を行い、天然ガス・石油の地下貯蔵等の地下利用分野の課題解決等に広く貢献した。

以上のように、処分事業等に活用可能な成果を創出するとともに、研究開発成果の提供により国の施策に貢献していることから、本項目についての自己評価を「A」とした。

<評価の結果>

評価結果	S	:★★(2名)
	A	:★★★★★★(6名)
	B(標準)	:★(1名)
	C	:
	D	:

<コメント>

- ・国内外の学会発表件数や報告書類の刊行数、論文投稿・掲載数のほか、プレス発表も行っており、積極的な成果の普及に努めていると判断できる。強いて言えば、さらにプレスリリースを積極的に行い、広く成果の普及に努められることを期待する。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

- ・多数の学会発表、報告書、論文発表、プレス発表を行うなどの顕著な高い成果は、国の「科学的特性マップ」やNUMOの「包括的技術報告書」に貢献している。また、地質環境の長期安定性に関する研究の成果は、「もんじゅ」敷地内破砕帯の地質調査にも適用されるなど、優れたアウトカムが認められる。
- ・限られた人員、予算の中で、貴重な成果を多く挙げ、公表も積極的に行っている。また、COVID-19の蔓延の中、対面での情報発信が限られる中でも、工夫し、確実な情報発信を継続的かつ着実に進めている。さらに、地下利用技術の発展にも大きく寄与し、今後の利用や発展も期待される。これらは総合的な観点から顕著な成果の創出があったと言える。
- ・多くの論文が公表されていることは高く評価できる。より一般の人にもわかりやすい形で成果の普及に努めることにより、社会にとっての真に意味のある研究開発成果として評価させることにつながる。
- ・研究開発成果について、国内外の学会発表や報告書類の刊行、論文投稿・掲載が多く、S評価と判断する。世界初となる研究開発「坑道周辺の酸化抑制メカニズムの解明」や「汎用的な装置を活用して人工的に岩盤中の割れ目をずらす原位置試験手法の開発」を行ったことは高く評価したい。
- ・研究開発の進捗状況の確認と情報発信については、学会誌等での研究成果発表、プレス発表等は積極的に行われており、高く評価できる。ただし、国民との相互理解促進の活動としては、WEBサイトの整備や施設見学などを引き続き精力的に行うとともに、幅広い世代への情報発信のためのより積極的な取り組みが必要ではないか。
- ・コロナ禍の中で、ライブ配信等の情報発信の経験を活かし、リモートからリアルへの誘導など、ポストコロナに向けた情報発信を検討されたい。
- ・研究成果の波及効果のアピールも重要であるが、本来の目的である地層処分の着実な実施に向け、研究開発を推進されたい。
- ・NUMOにおける実用化高度化検討に連続性をもってインプットとすることができる成果や、世界的な課題へのタイムリーな取り組み・参画といった、社会の期待に則した取り組みにより高い価値のアウトカムとなっていると判断した。
- ・439件もの論文発表を行っており、非常に優れている。
- ・現中長期計画期間での研究を着実に進め、国際的にも高い技術レベルの成果を創出している。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

評価項目：④若手研究者の育成・支援への貢献の程度

<評価の観点に関する実績・成果及び自己評価結果>

- ・東京大学大学院工学系研究科原子力専攻(専門職大学院) および連携大学院での講義、夏期実習生の受け入れ(74名)、特別研究生の受け入れ(30名)に加え、文部科学省国際原子力人材育成イニシアティブ事業(オープン教材の作成・活用による実践的バックエンド教育(H26-29))への協力等を行った。平成30年度には、関係する研究開発機関と共同で地層処分に関する「平成30年度人材育成セミナー」を開催した。
- ・NUMOとの共同研究の枠組みでNUMOの若手技術者を東海の研究施設に受け入れる等、実施主体の人材育成にも貢献した。さらに、国際機関が主催するセミナーの開催や国外の大学院の講義・実習の受け入れなど国外の人材の育成にも貢献した。
- ・この他、機構内では、部門内の若手研究者・技術者を対象に、新たな研究開発・技術開発のスタートアップ支援を行い、研究者・技術者の育成・強化を図るとともに、今後の研究・技術開発に向けて、より視野を持ってもらう機会とするため、若手職員を中心とする技術交流会を開催した。

以上のように、機構が有する研究設備、人材、研究開発成果を活用し、次世代の地層処分研究開発を支える人材の育成に貢献していることから、本項目についての自己評価を「B」とした。

<評価の結果>

評価結果	S	:
	A	:★★★★(4名)
	B(標準)	:★★★★★(5名)
	C	:
	D	:

<コメント>

- ・若手研究者育成等に関して、関連学会での発表者のみならず参加なども含めて、未だ機構研究者の出席が少ないようにも見受けられる。コロナでのオンラインが主流になっているところもあると思われるが、積極的な活用等で機構内部のみならず外部での交流もお願いしたい。
- ・社会人博士後期号取得、海外留学、若手研究者・技術者育成ファンドなどを通じて、若手の育成が着実に行われており、その結果、学会奨励賞などの若手の受賞につながっていることは高く評価できる。
- ・若手研究者の育成は、本質的に短期的には達成度が見えにくい性質があるものの、その取り組みは現実的かつ着実であり、相当の進展がみられる。
- ・成果に対して、若い人の顔が見えてこない。
- ・大学等の教育機関や国際機関との連携を活用し、若手人材の育成に手を差し伸べていることは高く評価できる。さらに若手研究者を安定的なポストで受け入れ、教育するこ

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

とにより研究基盤の持続的発展に結びつけて欲しい。また育成に多様な研究人材育成の視点があったらさらに良いと思う。

- ・若手研究者の育成・支援への貢献の程度については、B評価と判断する。大学院での講義や夏期実習生の受け入れ、文部科学省国際原子力人材育成イニシアティブ事業への協力など、積極的に取り組んでいる。
- ・地層処分が非常に長期にわたる事業であるため、次世代を担う若手研究者の育成・支援は重要である。
- ・部門内の若手研究者・技術者の育成・支援については、新たな研究開発・技術開発のスタートアップ支援（育成ファンド）や技術交流会、海外留学などを行い、学会等での受賞などの成果も示されており、活動を行ったことは理解できた。しかし、部門内の若手研究者・技術者の人数、全体からの割合などの基礎データが示されておらず、これら部門内の若手研究者・技術者の育成・支援の具体的な目標が設定されていないので、その貢献の程度も評価が難しいのが正直なところである。例えば育成ファンドについていえば、ファンドを受けた若手職員の割合はどれくらいか、ファンドを受けた成果（例えば、論文数）についても、データがあれば望ましい。
- ・次世代の原子力研究開発を担う学生に対する人材育成についても、夏期実習や特別研究生の形で受け入れを行っており、人材育成セミナーで広く教育をしたことは理解できた。しかし、実習生受け入れの年度ごとの推移、受け入れ学生のアンケート調査による検証と改善がなされているか、機構への就職希望者の推移などのデータとも照らし合わせ、さらに戦略的な取り組みが必要ではないかと感じる。
- ・機構による高度に専門的かつ熟練・熟達の研究姿勢とその成果は、NUMO／事業者として安全性の論証については基盤研究成果の内容から全て自ら説明義務を負うために、若手担当者の向学心維持向上へ強い動機付けとなっている。
- ・一方、どの機関・組織においても人材育成・若年層の拡大は課題であるが、地層処分技術を担う点ではパートナーである我々は魅力的なサイエンスとテクノロジーのフィールドであるという情報を発信しつつ、かつ受け止めてもらえているか真摯に改善しつつけることが求められる。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

評価項目：⑤将来への研究開発の展開、新たな課題への反映の検討

<評価の観点に関する実績・成果及び自己評価結果>

- ・第3期中長期計画期間での中間評価において、「これまでに蓄積された膨大なデータや情報を活用した新たな視点からの研究開発にも挑戦することを期待」、「幌延の地下研究施設を最先端の地層処分技術を実証するプラットフォームとして国内外に広く提供・活用されることを期待」といったご意見をいただいている。前者については、ビッグデータを活用したデジタルツイン技術の基盤整備として、次期中長期計画に反映し取り組んでいく。
- ・一方、後者については、幌延深地層研究センターの国際拠点化という大きな飛躍に向けて、その足掛かりとして国際共同プロジェクトの立上げに向け、準備会合への参加募集を行った。

以上のことから、本項目についての自己評価を「A」とした。

<評価の結果>

評価結果	S	:
	A	:★★★★★★(7名)
	B(標準)	:★★(2名)
	C	:
	D	:

<コメント>

- ・瑞浪超深地層研究所の閉鎖は残念であるが、これまでのこれらの研究活動での成果も含め、今後、幌延深地層研究センターの拠点化へ向け、更なる飛躍を期待する。
- ・直接処分および超深孔処分に関する検討を進めるなど、将来への展開を考慮した研究開発が行われた。また、地層処分に関する研究開発を着実に進めるとともに、その課題点を抽出し、次期中長期計画に反映させていることは高く評価できる。
- ・幌延の地下研究施設を国際拠点化していく準備が整った段階にある。COVID-19の蔓延に伴い、その調整は容易ではなく、着実な成果を挙げたと言える。今後の拠点化が大いに期待できる。また、蓄積したデータや知見を活用していくことも重要であり、成果の創出に向けた着実な進展が認められる。
- ・第4期への研究展開に鑑みるに、第3期における研究からの連続性をみてとれるため、第3期における取り組みは将来への研究開発の基となったことは間違いない。また瑞浪の掘削孔の閉鎖とその後のモニタリングなど、新しい課題の制定にも貢献したとみてとれるため、これらも評価できる。
- ・将来への研究開発の展開、新たな課題への反映の検討については、A評価とする。ビッグデータを活用したデジタルツイン技術の基盤整備として、次期中長期計画に反映し取り組むことは、さらに研究開発が進むことが期待される。また、幌延深地層研究センターの国際拠点化に向けて、準備会合への参加募集を開始したことは動きが早くて良い。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

- ・「将来への研究開発の展開、新たな課題への反映」は、次期中長期計画に盛り込むべき内容であるが、ここでは次期計画につながるような検討がどこまでされたかという観点で評価したい。
- ・まず研究成果に関する情報発信のために CoolRep を開設したことは評価したいが、現状をチェックしたところリンク切れが多々見られ、メンテナンスがされていないようである。また CoolRep 上での「地層処分について」の説明も、必ずしも初心者に分かりやすい内容にはなっておらず、結局のところ詳しくはリンクされた個々の報告書を参照することとなっているので、そのギャップが大きすぎる。CoolRepR4 に関しては、次年度に早急にリリースされるよう期待する。
- ・幌延については、500m における研究の実施が決まり、幌延深地層研究センターの国際拠点化に向けて、その足掛かりとして国際共同プロジェクトの立上げに向けた準備を進めたことは大いに評価したい。
- ・世界水準の技術をベースに日本の安全規制制度化と規制への適用を合理的に体系化していくにはどうしたらいいか、基盤研究の成果こそ安全規制の根拠となるものと考えているが、そういった視点からは研究開発のロードマップを見ることは難しい。安全規制への適合は事業者 NUMO のミッションであり、事業者が一義的に努力せねばならないものではあるが、今後も世界の動向や新たな課題に対処していくなかで安全設計を固めていくからこそ、地層処分の安全確保技術に関わる全機関・組織の皆さまから引き続き規制制度化対応にもご協力を賜りたい。
- ・幌延深地層研究センターにおける稚内層深部（深度 500m）での研究への取り組みは、更なる技術基盤の強化につながるものであり、また将来の研究開発への展開に大きく寄与するものである。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

評価項目：⑥国内外他機関との連携の妥当性

<評価の観点に関する実績・成果及び自己評価結果>

【国外機関との協力】

- ・研究協力については、国際水準の技術力の維持向上、機構の研究機関としての中長期的な視点に立った国際的な人脈形成や機構内の人材育成等の観点を念頭におきつつ、国内で実施中の研究開発との相互補完的な役割を重視して、参加すべきプロジェクトの取捨選択を行ってきた。
- ・具体例として、国際共同プロジェクト(DecoValex)、スイスグリムゼル地下研究施設における国際共同プロジェクトを行い、外部の研究資源も活用しつつ、地下研等の試験研究の結果と統合し、成果の最大化につなげている。さらに、アジアの近隣諸国との関係では、台湾電力作成の「使用済燃料の最終処分のための技術的適用性評価報告書」に関する国際レビューの実施のほか、韓国や台湾との技術検討会や情報交換会、講演等を行ってきた。

【国内機関との協力】

- ・NUMO、電力中央研究所及び原子力環境整備・資金管理センターとは研究協力協定を有し、定期的な会合によりそれぞれの機関での研究開発の状況や協力の状況を確認しながら、「地層処分研究開発に関する全体計画」に基づく適切な役割分担のもと、研究を進めてきている。特に、電力中央研究所とは、瑞浪での原位置トレーサ試験、幌延における掘削影響領域の観測技術の開発等について、原子力環境整備・資金管理センターとは、幌延での搬送・定置試験、地中無線によるモニタリング、東海でのオーバーパックの腐食研究等で多くの成果を創出する一方、平成27年度以降は、資源エネルギー庁の委託事業を共同で受託し、基盤研究全体の最大化に向けた努力をしていっている。NUMOとの共同研究については、平成28年度より東海の研究施設にNUMOの若手技術者を研究協力員として受入れ協働することを通じて、技術の継承と人材育成にも貢献してきている。

上記の通り、国際共同プロジェクトへの参画や、国内外の研究開発機関等との共同研究を積極的に進め、研究資源の相互補完的な活用を進め、全体として効率的かつ効果的な研究開発成果を創出し、研究成果の最大化が図られていることから、本項目についての自己評価を「A」とした。

<評価の結果>

評価結果	S	:★★(2名)
	A	:★★★★★(6名)
	B(標準)	:★(1名)
	C	:
	D	:

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

<コメント>

- ・国内外研究機関との連携を積極的に進めていると判断するが、一方で、どういうところとのどのような研究を展開しているのかについては、あまり関連学会でも成果を含め報告がなされていないようにも感じる。その辺も今後積極的に紹介することを期待する。
- ・他機関と連携し、複数の受託事業を実施した他、国際機関との協力、国際共同プロジェクトの実施などを積極的に進め、さらに幌延深地層研究センターを活用した新たな国際共同プロジェクト（国際拠点化）を立ち上げた点などは、特に顕著な成果であると評価できる。
- ・国内外の連携を常に積極的に行っており、参画する研究者・技術者間の交流も着実に進んでいる。そこでは複数の研究機関に加え、個別テーマについての大学との連携も含まれる。これらの取り組みは、今後の地層処分事業における技術面、研究面の進展、加えて人材育成による事業の継続性の確保にも、大きく貢献するもので、顕著な成果と言える。
- ・地層処分に関わるそれぞれの分野で、国際的にも、国内機関とも連携を行っており、評価できる。
- ・国際共同プロジェクト（DECOVALEX）、スイスグリムゼル地下研究施設における国際共同プロジェクトなど海外機関との協力や、NUMO、電力中央研究所及び原子力環境整備・資金管理センターなどの国内機関との連携を積極的に進めており、A 評価と判断する。
- ・国内他機関との連携については、お互いの強みを活かしながら共同で研究開発を推進することは重要であり、第3中長期においても、国からの研究委託事業等を他機関と連携し推進してきたことは高く評価できる。
- ・一方、国外他機関との連携については、各国で推進されている地層処分の取り組みについて密に情報交換し、地域に依らず共有化できる問題と各地域固有の問題とを切り分けながら、知見として共有できるように推進すべきである。第3中長期においては、いくつかの国際共同プロジェクトが実施され、協力協定を有する国外機関との情報交換もなされたようで、一定の評価ができる。
- ・しかし、国外他機関との連携についての明確なビジョン、具体的な目標設定がなされていないので、その妥当性の評価が難しいのが正直なところである。例えば他国との情報交換についていえば、放射性廃棄物処分に関する協力協定を有する国外機関のリストと今期におけるこれら機関との具体的な協力の実績データの提示が欲しいところである。また、次期の幌延深地層研究センターの国際拠点化に向けての準備については、国外他機関との連携に関する重要事項と考えるが、この評価項目での自己評価で言及されていないのが疑問である。
- ・先に公表された幌延における国際共同プロジェクトは、代表的な連携・協力活動の成果であり、高く評価できる。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

評価項目：⑦イノベーション創出への取組の妥当性

<評価の観点に関する実績・成果及び自己評価結果>

- ・瑞浪、幌延の深地層の研究施設や地層処分基盤研究施設、地層処分放射化学研究施設を活用して、大学や研究機関に加え民間企業との協力・連携を進め、互いの知見、技術、評価手法等を相補的に活用し、効率的な研究開発を推進した。これらの成果は、地層処分技術の信頼性向上に寄与するとともに、地層処分以外の研究分野や工業技術分野等にも貢献している。
- ・具体的には、「高水圧下でも適用可能な湧水抑制技術の開発」、「湧水対策が困難な地質坑道を地上から把握する方法の開発」、「汎用的な装置で地下の岩石の割れ目をずらす原位置試験手法の開発」、「地下深部の割れ目の水の流れやすさに関わる法則性の発見」などの成果は、一般土木分野、石油・天然ガスの地下貯蔵等の地下利用分野への貢献が、また、「光合成由来のエネルギー源に依存しない地底生態系の解明」に関する成果は、地球微生物学への貢献が期待できる。その他、「岩盤が有する遅延機能に関する新たな発見」、「坑道閉鎖環境において物質の移動を抑制する現象の解明」、「坑道周辺の酸化抑制メカニズムの解明」などについては、地層処分の安全評価上重要な知見となるものである。

上述のとおり、大学や研究機関等との協力・連携の観点、他分野への応用・展開の観点においても、実効的な取り組みが行われ、顕著な成果が得られていると判断できることから、自己評価を「A」とした。

<評価の結果>

評価結果	S	:
	A	:★★★★★★★(8名)
	B(標準)	:★(1名)
	C	:
	D	:

<コメント>

- ・委員会でもコメントがあったと思うが、どの程度のインパクトのある成果なのかも踏まえ、積極的に紹介をお願いしたい。このようなイノベーションに関連するようなシンポジウムだけでも開催してもいいのではないかと考える。
- ・幌延および瑞浪の両施設において、一般土木分野などで活用できる新たな技術の開発ならびに新たな知見が見出された他、幅広い年代域や様々な自然現象・試料に対応可能な年代測定技術の開発が行われたことは高く評価できる。
- ・得られた成果は、地球科学（水理学、地球微生物学、地球化学、さらには貯留層工学（reservoir engineering）等）の観点からもイノベーション創出の可能性を持つ。本事業の取り組みがこれら分野を強く牽引している側面がある。
- ・地層処分に関連した基礎研究成果から、国際的に注目される論文の発表や、特許の取得も行っている点が評価できる。

- ・瑞浪、幌延の深地層の研究施設などを活用し、積極的に企業や大学・研究機関などとイノベーション創出に向けた取り組みを進めており、A評価とする。地層処分以外の他分野への応用・展開の観点においても、実効的な取り組みが行われたことも評価したい。
- ・イノベーションとは「新しい切り口」、「新しい活用法」と訳されるが、ここでの「イノベーション」の定義があいまいであり、その妥当性の評価が難しいのが正直なところである。自己評価では、開発した成果の他分野への転用、波及効果を「イノベーション」と捉えているように見受けられるが、本研究開発において「研究開発成果の最大化を図り、成果を広く国民・社会に還元する」のは第一義に「地層処分」であることを忘れてはならないのではないかと考える。
- ・社会からの信頼の確保のためには、地層処分のための技術を着実に推進し、その成果を分かりやすく一般国民に開示していくことが重要と考える。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

評価項目：⑧社会実装の達成度、取組の妥当性(技術・知識基盤プラットフォームの構築・提供を含む)

<評価の観点に関する実績・成果及び自己評価結果>

- ・基盤研究開発を着実に進め、それらの成果が、国の「科学的特性マップ」(平成 29 年 7 月公表)、NUMO の「包括的技術報告書」(令和 3 年 2 月公表)などに反映され、国及び NUMO が進める地層処分事業に貢献した。
- ・深地層の研究施設計画においては、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するという所期の目的を達成し、それらの成果を必須の課題報告書として取りまとめるとともに、NUMO が処分事業においてサイト選定や処分場の設計及び安全評価を進める上で必要な技術基盤としてそれらの研究成果を提供した。
- ・第 3 期中長期計画期間のこれらの成果については、地層処分に関心のある様々なユーザーが Web 上で欲しい情報をスムーズに取り出すことのできる Web 上のレポートシステム(CoolRepR4)として取りまとめることで、地層処分技術の発展や理解向上に大きく寄与する。
- ・また、プレス発表した「高水圧下でも適用可能な湧水抑制技術の開発」、「深成岩の冷却や隆起過程の調査・評価技術手法の開発」、「汎用装置を活用した人工的に岩盤中の割れ目をずらす原位置試験手法の開発」などの成果は、大規模地下構造物の建設やトンネルなどの湧水対策に関わる土木分野への活用、天然ガス・石油の地下貯蔵等の様々な地下利用分野の課題解決等に広く貢献可能な成果と考える。

以上のことから、実施主体は勿論、関連する一般土木分野等に波及効果を及ぼす顕著な研究成果を創出したことから、本項目についての自己評価を「A」とした。

<評価の結果>

評価結果	S	:★★(2名)
	A	:★★★★★★(6名)
	B(標準)	:★(1名)
	C	:
	D	:

<コメント>

- ・前述の⑦「イノベーション創出への取組み」と表裏一体であり、これも含め、積極的にシンポジウムなどでの報告会などを検討してみたいかでしょうか。
- ・幌延および瑞浪の両施設を建設・維持し、さらにそこでの研究開発を着実に実施したことは、地層処分事業に必要な技術基盤の確立だけでなく、今後 NUMO が地層処分事業を安全に実施できることを実証するものであり、社会実装の達成度は極めて高いと評価できる。国の「科学的特性マップ」および NUMO 「包括的技術報告書」への貢献、研究開発成果の WEB 上での公開などの取組みも高く評価できる。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

- ・本事業は、地層処分事業の進展という社会実装に向けた取り組みとなっており、NUMOや国の方針に沿って、顕著な成果の創出がみられる。また、これらの成果は、他分野にも実用が期待でき、その面からも高く評価できる。
- ・科学的特性マップなど、一般の人にわかりやすい形で成果を利用できるよう社会実装できたことは評価できる。CoolRep システムにも、さらにビジュアルで直感的に理解しやすい形で成果を公表することによって、社会での成果の周知が進み社会実装を促進できると期待される。
- ・社会実装の達成度、取り組みの妥当性については、A 評価と判断する。第3期中長期計画期間における成果について CoolRepR4 として取りまとめたことは、さらなる技術開発や国民の理解の向上に貢献することが期待される。
- ・地層処分にとっての真の社会実装とは、地層処分が実際に実施されることに他ならず、第3期中長期の段階でこの社会実装の達成度の評価をするのは難しい。しかしながら①研究開発の達成度でも評価したように、今期は瑞浪、幌延それぞれの施設において、実際の地層処分の環境に近い地下環境下での各種基盤技術の実証、検証が行われており、将来の社会実証に向けた重要なマイルストーンとなったことは高く評価できる。
- ・研究成果の他分野へ技術転移・実用化という意味での「社会実装」は、その成果があれば、相応の評価はできるが、それは地層処分の研究開発の主目的ではないはずである。
- ・CoolRep を地層処分技術の発展や理解向上に寄与する社会実装と捉えるなら、⑤将来への研究開発の展開、新たな課題への反映の検討の項でも指摘したように、リンク切れなどを解消し、内容をより分かりやすく改訂すべきであり、また CoolRepR4 の早期のリリースも望まれる。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

評価項目：⑨科学技術政策、社会的・経済的意義／ニーズへの適合性

<評価の観点に関する実績・成果及び自己評価結果>

・平成29年7月に「科学的特性マップ」が公表され、令和2年11月には文献調査が開始し、さらにエネルギー基本計画では、国、NUMO、機構等の関係機関が全体を俯瞰して、総合的・計画的かつ効率的に技術開発を着実に進めること、その際、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ことが明記された。

このように地層処分事業の大きな進展をみたことから、科学技術政策、社会的意義等については、自己評価を「A」とした。

<評価の結果>

評価結果	S	:
	A	:★★★★★★★(8名)
	B(標準)	:★(1名)
	C	:
	D	:

<コメント>

- ・前述の「社会実装」との評価項目との違いが正直、あまり明確ではなかった。基本、コメントとしては前述と同様である。
- ・原子力利用を進める上で大きな課題の一つとなっている地層処分に関連して、深地層研究施設等を活用して高い成果をあげたことは、科学技術政策上のみならず、社会的・経済的意義は高く、ニーズに適合する成果であったと評価できる。
- ・科学技術政策に従って事業を進め、科学特性マップの公表、文献調査の開始など社会的な意義は大変大きいと言える。社会からのニーズに応えることを念頭に、また、国際的な知見をも踏まえた地層処分という経済的にも利点のある選択に沿って、その技術の開発および科学的な知見の醸成を着実に進め、顕著な成果を挙げている。
- ・原子力環境整備・資金管理センターの報告書によると、処分に可能な地域の地下水が、塩分を含んでいる所が多いことが指摘された。これを踏まえ、塩水環境条件でのベントナイトグラウトなどに対する課題等への取り組みも継続して進めてもらいたい。
- ・確実に実施しなければならない地層処分に必須となる長期安定性の研究を推進していることは科学技術政策や社会的・経済的ニーズに沿っていると考えられる。またその成果の派生として、国民的関心の高い防災などにも貢献できる研究成果を得たことも、社会的・経済的ニーズに合致している。
- ・科学技術政策、社会的・経済的意義、ニーズへの適合性については、科学的特性マップや第6次エネルギー基本計画において、地層処分の研究開発事業の意義が明記された。地層処分事業の政策や社会的・経済的意義の観点から、大きな進展があったと評価し、A評価と判断する。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

- ・「地層処分」の社会的意義は明らかであるが、その意義を経済的な側面にも配慮しながら、如何に国民の理解につなげられるかが大きな課題であり、その意味では「科学的特性マップ」の公表は、その理解に向けた第一歩として大いに評価できる。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

評価項目：⑩研究開発課題／成果の社会的受容性（社会へ及ぼす影響度の想定）

<評価の観点に関する実績・成果及び自己評価結果>

・国民との相互理解の促進の活動として、2つの深地層の研究施設を積極的に活用し、定期施設見学会を開催しており、見学後や説明後に地層処分技術に関する理解が深まったなどの意見をいただいている。関係自治体や報道機関への施設公開などを進めるとともに、NUMOが主催する一般の方々を対象とした見学会に協力した。

・外部機関が主催する科学イベント等に出展し、子どもをはじめとした広い年齢層に科学や地層処分について興味や関心をもってもらう活動を展開した。国やNUMOが主催するシンポジウム及び意見交換会等に研究者・技術者を派遣し、一般の方々や専門家、報道関係者等の参加者と意見交換を行い、地層処分に関する相互理解促進のための活動に協力している。

以上のように、当初計画に沿って国民との相互理解促進を進めてきていることから、自己評価を「B」とした。

<評価の結果>

評価結果	S	:
	A	:★★★★(4名)
	B(標準)	:★★★★★(5名)
	C	:
	D	:

<コメント>

- ・機構の自己評価に異議はないが、⑧～⑨までは「A」であるものの、⑩については「B」とする理由が明瞭でない感じがするが、総合評価にも記載したが⑧～⑩は評価項目としてマージしても良かったのではないかとも思われる。
- ・コロナ禍の影響があるなか、施設見学だけでも約6万人を受け入れ、地層処分に関する国民との相互理解を進めた点は高く評価できる。さらに、施設の地元への説明のみならず、科学イベントや地層処分に関するシンポジウムに多数の講師を派遣するなど、広報活動に積極的に取り組んでおり、これらは顕著な成果と認められる。
- ・文献調査対象地域にお住まいの方を含め、関心のある多くの方々に実際に深地層の研究施設を見学していただく取り組みを着実に進めている。また、多くの科学イベントや関連するシンポジウムや意見交換会等に機構の研究者・技術者および関連の職員を送り、社会的受容性の向上に努めている。
- ・地下研究施設の建設の可能なことと、その重要性を社会に証明した。
- ・さまざまな取り組みがなされ、大変な努力をしていることが認められるが、社会にどれほど受け入れられているかについてはやや心許なく感じられる。さらに一步前へ進められるのではないかと思われる。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

- ・ 研究開発課題および成果の社会的受容性については、当初計画案に沿って行われており、B 評価と判断する。特に社会的受容性の取り組みとしては、子どもや一般の人々、報道関係者など幅広い層に訴求する活動を行っており、地道な努力を続けている。地層処分に関する理解活動は、ターゲットごとの地道な活動の積み重ねでもあることから、評価する。
- ・ 国民との相互理解の促進の活動は大変重要であり、研究施設の見学会や報告会、説明会、または様々なイベントを通して、広報活動を推進した点は高く評価できる。
- ・ しかし今の時代、情報発信のプラットフォームとして一番重要な WEB サイトの整備には改善の余地があるのではないか。既述の通り、CoolRep でもいくつかのリンク切れがあり、その上位の機構の地層処分のページ
(<https://www.jaea.go.jp/04/tisou/toppage/top.html>) においてもリンク切れがある。
(例えば、https://www.jaea.go.jp/04/tisou/houkokusyo/dai2jitorimatome_be.html の PDF 資料)
- ・ また最近では、YouTube 等での動画配信が広く受け入れられていることから、広報活動として積極的に動画の配信等も行っていくべきではないだろうか。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

評価項目：⑪人材育成に関する取組の妥当性(原子力を担う人材、イノベーション・デジタル化を担う人材等)

<評価の観点に関する実績・成果及び自己評価結果>

- ・人材育成への貢献として、スーパーサイエンスハイスクールへの講師派遣、東京大学大学院工学系研究科原子力専攻(専門職大学院) および連携大学院での講義、夏期実習生の受け入れ(74名)、特別研究生の受け入れ(30名)に加え、文部科学省国際原子力人材育成イニシアティブ事業(オープン教材の作成・活用による実践的バックエンド教育(H26-29))への協力等を行った。平成30年度には、関係する研究開発機関と共同で地層処分に関する「平成30年度人材育成セミナー」を開催した。
- ・NUMOとの共同研究の枠組みでNUMOの若手技術者を東海の研究施設に受け入れる等、実施主体の人材育成にも貢献した。さらに、国際機関が主催するセミナーの開催や国外の大学院の講義・実習の受け入れなど国外の人材の育成にも貢献した。

以上のように、機構が有する研究設備、人材、研究開発成果を活用し、次世代の地層処分研究開発を支える人材の育成にも積極的に貢献が行えていることから、本項目についての自己評価を「A」とした。

<評価の結果>

評価結果	S	:
	A	:★★★★★★(7名)
	B(標準)	:★★(2名)
	C	:
	D	:

<コメント>

- ・率直に、これまで機構は、人材育成は得意とする分野ではなかったと認識しているが、この数年間でさまざまな活動を展開してきており、少なくともその努力を評価することができる。今後、次期計画期間に向けて、どのように展開していくかが期待される。
- ・夏期実習生、特別研究生の受け入れ等をはじめ、講師の派遣も積極的に行っており、原子力を担う人材の育成において高い成果があげられたと評価できる。
- ・原子力分野の人材育成は課題の一つとなっている。その中で、実習やセミナー、さらには実施主体、研究機関および大学等との連携研究等を通じて、地層処分に係る人材を着実に育成している。これらの一連の着実な取り組みは、将来の地層処分事業の継続性とその発展に向けて、人材育成の観点からも大きく貢献しており、特に顕著な成果と言える。
- ・日本中の大学での放射能関係に志願する若者が、少なくなっていると言われている。
- ・大学との連携や、省庁が主導するプログラムの積極的な活用により、若手人材育成に貢献していることは高く評価できる。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

- ・人材育成については NUMO 等他機関と協力して積極的に取り組んでおり、A 評価とする。国内の人材育成に留まらず、地層処分分野におけるグローバルな人材育成に貢献している。研究機関への出張講座も積極的に行っている。
- ・この⑪人材育成に関する取組の妥当性の評価と、④若手研究者の育成・支援への貢献の程度の評価との違いが明確でない。次世代を担う人材育成につながるアウトリーチ活動を意味するのか、世代を問わずイノベーション・デジタル化に対応すべくリカレント教育的な取り組みを意味するのかが分からないため、評価が難しいというのが正直なところである。
- ・この項目を評価するには、デジタル化なのかイノベーション推進なのか、または別の目標なのか分からないが、どのような人材を育成したいのかの目標設定がされていないと、評価のしようがないのではないかと。よって、第4期中長期の目標設定に当たっては、どのような人材を育成したいのかの目標設定を明確にされることを期待する。

第 4 期中長期目標期間中における研究開発の計画案 評価結果（事前評価）

添付資料 2

評価項目：

①研究開発課題の選定の妥当性(効果・効用(アウトカム)の観点を含む)

<自己評価>

・第 3 期中長期目標期間における中間評価及び全体の成果を踏まえ、エネルギー基本計画や第 4 期中長期目標策定に関する国の方針や議論等に基づいたフレームの中での研究開発課題となっている。また、機構全体の取組方針とも整合した課題としている。

<評価の結果>

評 価	妥当 :★★★★★★★★(9名) 要改善:
-----	--------------------------

<コメント>

- ・基本、国の原子力政策の中で、機構自らのこれまでの実施内容の評価を踏まえて設定した研究開発課題として妥当と判断するが、我が国の地層処分（事業&研究開発）の全体を見据えた上での、過不足の評価（課題の洗い出し）とその根拠を明確にした上での設定であることを、さらに具体的に提示することによって、方針、方向性をより明確にされることを期待する。
- ・選定されている研究開発課題は、いずれも地層処分手業の実施に向けて必要かつ重要な内容となっており、これらは国および機構の方針とも合致する。
- ・これまでの成果を基盤に、国の方針およびその議論に沿った研究開発課題が設定され、それは機構全体の取り組みとも矛盾がない。
- ・地層処分の研究開発は、機構の仕事であり、処分のために何が必要かを整理して、その中で解決した課題と、これからも続ける課題とに分類してほしい。
- ・この種の整理は、機構でも以前実施していたが、実際に世界で処分を実施しようとしている 2 つの国がでてきた今日、この 2 国ではすべての課題が解決しているのかも確認してほしい。
- ・課題を選定するにあたり、第 6 次エネルギー基本計画、第 4 期中長期目標（案）、地層処分研究開発に関する全体計画、幌延深地層研究の確認会議、および機構の取組の基本方針の、高レベル放射性廃棄物等の地層処分研究開発に関連する内容をよく吟味した点が高く評価できる。
- ・とくに、研究開発だけでなく、社会実装や人材育成に力を注ぐことは、将来の地層処分実施にとって長期的な視野に立って重要なことであるため、この点も高く評価できる。
- ・研究開発課題の選定については、政府の第 6 次エネルギー基本計画や第 4 期中長期目標策定における議論を踏まえ、地元自治体との約束に基づいたフレームの中での課題設定となっており、妥当と判断される。

第4期中長期目標期間中における研究開発の計画案 評価結果（事前評価）

- 研究開発課題は国の方針等を踏まえたものとなっており妥当であると判断したところではあるが、「方向性」、「目標」、「目的」などの類似用語が使い分けられているなかで「研究開発課題」とは具体的に何を指すのかが明示されておらず、評価が難しいのが正直なところである。
- 次期全体計画への検討が始まる局面で、ことさら切り目を意識する必要はないものの、国際的なライセンスの動静や日本における段階的な調査フェーズ進展への備えをベースに、基盤研究と実用化技術高度化の連携はより一層、一貫性を持たせることがコストベネフィシャルにもつながり、そのような論点からの精査を継続していく必要がある。
- 第4期中長期計画(案)は、主要な技術課題に対応していることから、研究テーマの設定は妥当である。

第 4 期中長期目標期間中における研究開発の計画案 評価結果（事前評価）

評価項目：②方向性・目的・目標等の妥当性(効果・効用(アウトカム)の観点を含む)

＜自己評価＞

・計画については、エネルギー基本計画及び第 4 期中長期目標策定に関する国の方針等や議論などに基づき、多角的視点に立ち、目的(①地層処分の技術基盤の整備、②新たな研究システムとして将来を見据えた研究開発による成果の他分野への展開、③幅広い選択肢を確保する観点での代替処分技術に関する研究開発、④研究活動を通じた社会との協働・還元)、目標等を定めた。

＜評価の結果＞

評 価	妥当 :★★★★★★★★(8名) 要改善:★(1名)
-----	-------------------------------

＜コメント＞

- ・概ね妥当と判断するものの、以下の観点についてさらに具体化されることが望ましい。
 - ①地層処分の技術基盤の整備
基盤技術として整備すべき課題の選出根拠の明確化
 - ②新たな研究システムとして将来を見据えた～成果の他分野への展開
展開する他分野の的確性の明示
 - ③幅広い選択肢を確保する観点での代替処分技術に関する研究開発
代替処分技術（直接処分）の選択根拠と、超深孔による処分の不選択の根拠の明示
- ・研究開発計画は多角的視点に立った内容となっており、設定された方向性、目的、目標は現時点で妥当である。ただし、今後、NUMO による地層処分事業が文献調査から概要調査に移行するなど、技術開発へのニーズが大きく変わる可能性があることから、方向性、目的、目標等はその都度再検討するなど、柔軟に対応することが望ましい。
- ・事業の方向性および目的・目標が、地層処分の技術基盤の更なる整備となっており、地下利用を目的とした他分野にも適用が期待される展開を計画している。加えて、代替処分技術への展開をも考慮され、社会のニーズに応える柔軟な計画が構築されている。
- ・⑤番目の課題として、処分技術の安全性を国民に説明するために、どんな技術的な証拠があるかも整理してほしい。これがあると、対話グループはよりいっそう説明しやすくなるので、それも目標にしてほしい。そのような確実な証拠がないのなら、自然現象を探求して、説明できないかを研究してほしい。
- ・深地層に関する研究目標は各施設のこれまでの取り組みおよび現状に則し適切に設定されている。また他の課題については第 3 期までの取り組みを継続し推進することが目標としてあげられており、やや抽象的な記述が主体だが、資料としては出されなかったものの、第 4 期中長期計画実施期間は年度計画を策定し、KPI を設定し取り組むとのことであったため、適切に目標が設定されることが期待できる。

第4期中長期目標期間中における研究開発の計画案 評価結果（事前評価）

- ・第4期中長期目標期間における研究開発の計画案については、その方向性・目的・目標など効果や効用を考慮した内容となっており、妥当であると判断する。
- ・基本的に第3期中長期計画での目的・目標が継続されているが、研究開発目標の本質は、「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」に尽きるので、課題の継続自体は問題ない。
- ・ただし、将来的な処分事業の本格実施の時期を踏まえつつ、具体的なロードマップを制定するなど、「着実な実施」よりさらに踏み込んだ長期計画とそれに向けた目標設定を検討することも近い将来には必要ではないだろうか。
- ・そのためには、他の委員からも指摘があったように、「何が技術としてまだ欠けているのか？」を明確にし、着実に地層処分が実施できる基盤技術の確立・整備を目指すことを最重要目標とし、その上で代替オプションなどの検討を進めるべきではないだろうか。
- ・我が国の地層処分計画の次の段階を準備する上で、年代測定技術を組み合わせた地表からの断層特性調査は非常に重要である。

第 4 期中長期目標期間中における研究開発の計画案 評価結果（事前評価）

評価項目：③研究開発の進め方の妥当性

<自己評価>

・研究成果の最大化を図るため、実施主体、国内外の研究開発機関等の技術協力や共同研究等の活用、特に幌延深地層研究センターの国際拠点化を進め、効率的・効果的に研究開発を進める計画となっている。また、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、提供することとしている。

<評価の結果>

評 価	妥当 :★★★★★★★(8名) 要改善:★(1名)
-----	------------------------------

<コメント>

- ・ 瑞浪超深地層研究所が閉鎖となったことはマイナスではあるが、自己評価にもあるように幌延深地層研究センターの資源を最大に活かして、日本の地層処分技術の研究開発を引き続き進めていかれることを期待する。
- ・ 幌延深地層研究センターの国際拠点化をはじめとした、技術協力や共同研究は極めて重要であり、同施設を有効に活用した効果的な研究開発から優れた成果が得られるものと期待できる。また得られた成果を最先端のデジタル技術で提供するシステムの整備は国際拠点化を支援するものと思われる。知識マネジメントに基づき、基盤技術のみならず、個人が有する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。
- ・ 計画は、これまでの取り組みを基盤に、国内外との連携を深めるものであり、幌延の研究センターを最大限に活用し、研究開発を進める。そこでは、新たな技術の取り込みも念頭にしており、地層処分に係る研究開発の進展が期待できる。
- ・ 特に日本の場合は、火山活動についても、安全であるかを評価してほしい。また、具体的な課題であるが、地盤掘削によって生じる EDZ（掘削損傷領域）の存在の確認と、もしそれが生じた場合の危険度の評価とその対策までを研究してほしい。
- ・ 課題ごとに具体的な実施項目の記載があるため、着実に研究開発を進めることができると期待できる。特に調査対象地の長期安定性評価法の体系化や長期予測モデルの開発は、喫緊に必要となる項目であり、遅れなく進めてほしい。
- ・ 研究開発の進め方については、国内外の研究開発機関等の技術協力や共同研究を行い、さらに幌延深地層研究センターの国際拠点化を進める構想はぜひ進めるべきである。国際拠点化により最先端の研究開発を日本で進めることができる期待がある。また、最先端のデジタル技術を取り入れ、技術基盤を整備することは世界の潮流であり、これまで

第4期中長期目標期間中における研究開発の計画案 評価結果（事前評価）

の研究開発における膨大な資料を整理・管理する上でも積極的に推進していくべきである。本研究開発の進め方は妥当と考える。

- ・ 1) 深地層の研究施設計画（幌延）については、第3期までの地質環境を調査・評価する技術や工学技術の開発の成果を踏まえ、必要な課題に対して着実に研究開発を進める計画となっており、評価できる。さらに第4期では新たに深度500mに坑道を展開し、深度350mとは異なる性質の地層での研究を実施することとなっており、これまで整備してきた基盤技術のさらなる一般化・体系化を期待したい。

深地層の研究施設計画（超深地層）については、坑道の埋め戻しに伴う環境への影響のモニタリングを実施し、得られた知見を将来に活用できるよう整理公表されたい。

- ・ 2) 地質環境の長期安定性に関する研究では、地層処分事業の概要調査、精密調査に資する調査・評価技術の確立に向けて着実な研究推進を期待したい。
- ・ 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では、処分システムに関する工学的技術の信頼性向上と安全性評価手法の高度化に向けて、着実な研究開発を推進されたい。
- ・ 4) 代替処分オプションの研究開発では、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ために、使用済燃料の直接処分などの代替処理オプションに関する調査・研究についても着実に推進されたい。
- ・ 5) 社会実装・人材育成・理解促進についても、第4期においてはこれまで以上に強く推進されたい。
- ・ 以上研究開発の進め方については、妥当である。
- ・ 幌延の国際共同プロジェクトは、我が国の地層処分計画のみならず、国際的にも大きく貢献するものである。

第 4 期中長期目標期間中における研究開発の計画案 評価結果（事前評価）

評価項目：④研究資金・人材(体制)等の研究開発資源の配分の妥当性

<自己評価>

・研究開発資金のうち、運営費交付金は減少傾向にあり、非常に厳しい状況にあることから、国際連携の活用とともに、外部資金の獲得などを図りつつ取り組む計画としている。

<評価の結果>

評 価	妥当 :★★★★★★★★(9名) 要改善:
-----	--------------------------

<コメント>

- ・研究資金と人材体制の確保は、研究開発の基礎となるものであることは間違いないが、資金獲得が目的とならないように、また、人材確保も非常に地道な作業であり、長期的な視点での取り組みが重要である。
- ・第 3 期中長期期間中と同様に外部資金の獲得を目指した計画は妥当と評価できる。社会的なニーズや外部資金の獲得状況に応じて、組織・運営体制を柔軟に変更し、効果的に研究開発を展開されることを期待する。
- ・国のプロジェクトを他機関とも連携しつつ、科学研究費補助金・基金の獲得をも目指して、運営費交付金の減少を補っていく。また、国際連携からも着実に資金を確保していく計画になっている。
- ・コロナ禍と日本の経済の脆弱化により、義務教育の万全な体制すら危うくなっているため、世界レベルでの外部資金の獲得も検討してほしい。
- ・また、トンネル掘削と止水技術に対しての特許を取って、その技術を JR 東海等に貸して、研究費を集めてほしい。
- ・社会の中での成功者に、国家でいちばん大切なエネルギー分野の研究に対して寄付をしてもらうようにして、高額寄付者に対しては、機構から特別賞を授与して、地層処分の坑道内にメモリアル殿堂を設けて、名を残すようにしてもいいと考えています。
- ・安定的に研究に取り組む人材が減少していることは憂慮すべきである。特に東濃地区の人員減少が著しいようであった。人材の確保にも外部資金の獲得に頼るしかない現状は色々な研究機関に共通する悩みであるものの、国の基盤となる取り組みを行う組織として、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り組みも進めてもらいたい。また研究人材の多様性を確保する取り組みを行うことによって、よりイノベーティブな研究開発を進めることができると思うので、そのような視点での研究体制の構築も重なって欲しい。

第4期中長期目標期間中における研究開発の計画案 評価結果（事前評価）

- ・ 運営費交付金は減少傾向にあり、非常に厳しい状況にあることを理解した。国際連携の活用を行い、外部資金の獲得を図ることは重要である。研究資金・人材などの研究開発資源の配分について妥当と考える。
- ・ 運営費交付金の削減は大学等の教育機関でも大きな問題となっており、外部資金を獲得して不足分を補おうとする事情は同じであろう。国際連携を推進して海外で既に得られた知見等を積極的に活用し、限られた研究資金や研究人材などの研究リソースの効率的な配分を期待したい。

第 4 期中長期目標期間中における研究開発の計画案 評価結果（事前評価）

評価項目：⑤国内外他機関（原子力以外の分野を含む）との連携の妥当性

<自己評価>

・これまでの国内外の他機関等との連携の他、幌延深地層研究センターをアジア地域の地層処分に関わる国際拠点として、深地層での研究開発を多国間で協力しながら推進するための国際共同プロジェクトに向けた取り組みとそれを軸とした国内外の技術者や研究者の育成を進める計画としている。

<評価の結果>

評 価	妥当 :★★★★★★★★(8名) 要改善:★(1名)
-----	-------------------------------

<コメント>

- ・日本の地下環境に関する唯一の地下研究所となった幌延深地層研究センターの資源を持って、アジア地域の地層処分に関わる国際拠点として展開することはやぶさかではないが、アジアのみならず欧米に対しても常に情報発信を念頭に、国内外との連携を強めていくことが重要と考える。
- ・幌延深地層研究センターの国際拠点化をはじめとして、国内外他機関との連携が多数計画されており、その成果が期待できる。年代測定技術開発等においては、原子力以外の分野との連携がさらに強化されることを期待する。
- ・特に、幌延深地層研究センターを基盤にした国際拠点の形成を念頭に、国内外の他機関との連携を加速させる計画になっている。また、原子力や地層処分関連分野以外の地下研究分野との連携も考慮された計画になっている。
- ・国外機関との連携については予算的な制約があるとは思いますが、第一線の研究者との連携をしてほしい。
- ・保有する貴重な研究環境を広く他機関と連携して当該分野の発展に資する点が高く評価できる。
- ・幌延深地層研究センターを国際拠点として、多国間での研究開発の推進や国内外の技術者や研究者の育成を図る計画となっており、妥当であると考え。原子力以外の分野を含む国内外他機関との連携は、研究開発におけるビジョンを広げ、若い研究者や技術者にとっても良い刺激になると考える。
- ・国内他機関との連携については、第 3 中長期に引き続き、お互いの強みを活かしながら共同で研究開発を推進されたい。
- ・国外他機関との連携についても、各国で推進されている地層処分の取り組みについて密に情報交換し、得られた知見を共有できるように推進されたい。また第 3 中長期に引き続き国際共同プロジェクトを実施し、協力協定を有する国外機関との情報交換を推進

第4期中長期目標期間中における研究開発の計画案 評価結果（事前評価）

されたい。特に、幌延深地層研究センターの国際拠点化と、そこを軸とした国内外の技術者や研究者の育成には大いに期待したい。

- ・海外機関との連携は非常に重要であり、十分検討されたものになっている。このような連携は、地層処分の国際的な理解促進にも貢献する。

第 4 期中長期目標期間中における研究開発の計画案 評価結果（事前評価）

評価項目：⑥イノベーション創出の可能性と創出に向けた取組計画の妥当性

<自己評価>

・最先端のデジタル技術を取り入れた技術基盤整備、地質環境変化の予測・評価技術を応用した自然災害予測技術の開発、超小型 AMS 開発など、「JAEA2050+」の実践と Society5.0 の実現に必要な、イノベーション創出に向けた取り組みを進める計画としている。

<評価の結果>

評 価	妥当 :★★★★★★★★★(9名) 要改善:
-----	---------------------------

<コメント>

- ・特にこれからの環境変化や国土利用などの観点で、自然災害予測技術への応用や貢献は、社会的にも喜ばれる展開であると思われるので、さまざまな形での情報発信を心がけられるようお願いしたい。
- ・地層処分の技術基盤を最先端のデジタル技術を用いて整備することで、地層処分分野以外での活用が容易になり、イノベーション創出につながるものと期待できる。また、地質環境変化の予測・評価技術を応用した自然災害予測技術の開発、超小型 AMS 開発などは、他分野での活用が期待される。これらの活用を進めることで、原子力および地層処分技術への国民の理解や信頼性の向上が図られることを期待する。
- ・自然災害予測技術の開発のみならず、加速器質量分析装置（AMS）や光ルミネッセンス年代測定技術、誘導結合プラズマ質量分析装置（ICP-MS）を用いた年代測定技術等の更なるコンパクト化・高度化など、地球科学分野のイノベーション創出に向けた取り組みとなっている。
- ・第 3 期の研究開発で得られた成果を地層処分に直結する内容だけでなく、広く社会に役立つ技術としてイノベーションの創出に結びつける姿勢が評価できる。デジタル技術を具体的にどのように活用し技術基盤の整備を実現するか、対象となる取り組みは多岐にわたり、かつ技術の進歩の早いと期待できるので、年度計画に何に取り組むかを反映させることを期待する。
- ・イノベーション創出に向けて、デジタル技術を活用した技術基盤整備や自然災害予測技術、超小型 AMS の開発などを進める計画は妥当である。仮想空間を構築するための基盤技術は、Society5.0 の実現に必要な技術である。
- ・「最先端のデジタル技術を取り入れた技術基盤整備」については、具体的な計画が示されておらず評価できない。
- ・超小型 AMS 開発を「イノベーション創出」の一例として取り上げているが、「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」が期待されている地層処分

第4期中長期目標期間中における研究開発の計画案 評価結果（事前評価）

において、「イノベーション創出」という評価軸がどの程度重要なのかは少々疑問である。

- よってこの評価項目の評価は、保留としたいのが正直なところであるが、要改善すべき点はないので、妥当と評価する。

第 4 期中長期目標期間中における研究開発の計画案 評価結果（事前評価）

評価項目：⑦社会実装に向けた取組計画の妥当性（技術・知識基盤プラットフォームの構築・提供を含む）

＜自己評価＞

・NUMO との共同研究の枠組み等を通じ、NUMO との人材交流を進めるとともに、CoolRep（オンラインを活用した、読者の知りたい情報へのアクセスを支援する科学レポートシステム）として適宜成果の取りまとめを行い、円滑な技術移転を進める。また、世界初の「安価」、「放射線管理区域不要」、「前処理フリー」が可能な超小型 AMS の開発・実用化を進め社会実装を図る。

＜評価の結果＞

評 価	妥当 :★★★★★★★★★(9名) 要改善:
-----	---------------------------

＜コメント＞

- ・地層処分事業の具体的な展開は、まさにこれからであり、これまで培ってきた技術のみならず、その品質管理、品質の持続、知識を劣化させない形での継承をどのように進めていくか、持続的な実施を期待する。
- ・超小型 AMS の開発・実用化への取り組みは大きな成果が期待できる。科学レポートシステム（CoolRep）の活用ならびに最先端のデジタル技術を取り入れた技術基盤整備は、技術・知識基盤プラットフォームとしての活用が期待される。
- ・地層処分の実施主体との連携は、事業成果の社会実装の上で重要であり、これまでの取り組みを基盤として、それを発展させる計画となっている。加えて、関心のある方々への情報へのアクセスの容易性を図り、論拠となる既往文献への追跡性の向上にも寄与する計画となっている。また、超小型で利用が容易な加速器質量分析装置の開発と社会への実装も目指し、総合的に妥当な計画となっている。
- ・情報へのアクセスの良さは研究成果の発信や社会における地層処分事業への理解促進に欠かせない。機構が保有する情報を地図に載せた形で発信したのも、CoolRep で簡単に見つかるように取り組んでもらいたい。
- ・NUMO との共同研究の枠組み等を通じて、知識マネジメントシステムとリンクした CoolRep として適宜成果の取りまとめを行い、多くの関係者がアクセスできることは有意義である。また、超小型 AMS の開発・実用化を進めるなど、社会実装に向けた取組計画は、妥当であると判断する。
- ・地層処分にとっての真の社会実装とは、地層処分が実際に実施されることに他ならず、第 3 期中長期での瑞浪、幌延それぞれの施設における実際の地層処分の環境に近い地下環境下での各種基盤技術の実証、検証は将来の社会実証に向けた重要なマイルストーン

第4期中長期目標期間中における研究開発の計画案 評価結果（事前評価）

となったことから、今期も引き続き地層処分の実施に向けた研究開発を着実に推進されたい。

- ・「イノベーションの創出」に引き続き、ここでも超小型 AMS 開発が「社会実装」の一例として挙げられているが、世界初の「安価」、「放射線管理区域不要」、「前処理フリー」が可能な超小型 AMS の実用化が実現すれば大きなインパクトとなり得るので大いに評価したい。
- ・CoolRep を地層処分技術の発展や理解向上、技術移転に寄与するプラットフォームと位置付けているのであれば、ホームページ上でのファイルへのリンク切れなどを解消し、内容やデザインをより分かりやすくリニューアルすべきである。

第 4 期中長期目標期間中における研究開発の計画案 評価結果（事前評価）

評価項目：⑧科学技術政策、社会的・経済的意義／ニーズへの適合性

＜評価の観点に関する実績・成果及び自己評価結果＞

・エネルギー基本計画、第 4 期中長期目標(案)、令和元年度の「幌延深地層研究の確認会議」において確認され、自治体から受け入れられた「令和 2 年度以降の幌延深地層研究計画」、さらには機構の取り組み方針等と整合した計画とした。

＜評価の結果＞

評 価	妥当 :★★★★★★★★★(9 名) 要改善:
-----	----------------------------

＜コメント＞

- ・今後のカーボンニュートラルの進展、動き、世界の動向も含め、日本における原子力への考え方の変化が生じることは十分にあり得ることであり、5 年、10 年、長期的には 20 年程度を見据えた計画との整合性を意識して展開を期待する。
- ・原子力利用を進める上で大きな課題のひとつとなっている地層処分に関連した技術開発は、科学技術政策上のみならず、社会的・経済的意義は高い。計画は自治体との約束に沿った内容であり、機構の方針とも整合しており、社会的なニーズに適合する内容となっている。
- ・地層処分の実現は社会的、また経済的な意義も大きく、それらを踏まえ、国の政策・方針および地元との約束に従って、機構の取り組みとして妥当な計画となっている。
- ・原子力発電と、地層処分を分離して、国民に、処分の重要性を説明してください。
- ・我が国の科学技術政策に整合し、自治体との約束など社会的・経済的意義などニーズに適合しており、妥当であると判断する。また、超深地層研究所計画で得られたデータや知見が多く関係者がアクセスでき、最大限活用できる仕組みを作っているのはユーザーフレンドリーな対応である。
- ・計画案は、科学技術政策、社会的・経済的意義／ニーズに適合したものとなっており、妥当である。

第4期中長期目標期間中における研究開発の計画案 評価結果（事前評価）

評価項目：⑨研究開発課題／成果の社会的受容性（社会へ及ぼす影響度の想定）

<評価の観点に関する実績・成果及び自己評価結果>

・国のエネルギー政策の根幹であるエネルギー基本計画において、「国、NUMO、JAEA 等の関係機関が、全体を俯瞰して、総合的、計画的かつ効率的に技術開発を着実に進める。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。」ことが明記されているなど、本研究開発の社会へ及ぼす影響はますます大きくなっていることから、これらを踏まえ社会実装を確実に計画とした。

<評価の結果>

評 価	妥当 :★★★★★★★★★(9名) 要改善:
-----	---------------------------

<コメント>

- ・今後、文献調査を経て、具体的な概要調査などが展開される段階に入っていく可能性がある中で、どのような技術開発を、どのように実施していくのか、など、常に日本全体の技術バランスを見つつ、技術不在の分野が生じないように機構内にとどまることなく総合的に進めていくことを期待する。
- ・地層処分は原子力利用を進める上で大きな課題のひとつであることを踏まえ、幌延の深地層研究施設を最大限に活用し、効率的に研究開発を進める計画となっている。技術基盤の整備に加えて、国民との相互理解促進を図る取り組みが計画されるなど、社会的受容性を考慮した内容であり、妥当と評価できる。
- ・社会の受容性の観点からも、国内外の研究機関・大学等との連携による着実な成果の構築と公表が重要であり、それらを如何に分かりやすく示すかは継続的な課題でもある。計画はその課題を強く意識したものであり、妥当なものと言える。
- ・自己評価としては、社会実装だけでなく、アウトリーチに関する取り組みについての記述があってもいいと思う。計画では研究施設等見学、イベントへの出展、サイエンスカフェの実施等が挙げられており、これらの確実な実施も重要である。
- ・研究開発課題の取り組み内容、成果の社会的受容性を踏まえた計画となっており、妥当であると判断する。研究活動を通じた社会との協働と還元については、国民の本研究に関する社会的受容性を高めるためにも、積極的に推進することを期待する。コロナ禍の社会情勢が落ち着いたら、施設見学を希望する人々（一般の人々、研究者、学生など）の受け入れを進めてほしい。

第4期中長期目標期間中における研究開発の計画案 評価結果（事前評価）

- 地層処分に関する研究開発課題や成果は、当然ながら最終的に社会に受容されるべきものである。本研究開発の社会へ及ぼす影響は今後ますます大きくなっていくにもかかわらず、それを踏まえ社会実装（転用技術の実用化）を確実に行う計画とした点については、やや理解しかねる。「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」と共に、その成果を分かり易く発信してゆくことこそが最重要であると思われる。
- NUMOとして今後はより一層、地層処分技術の専門分野以外の専門家の方々に安全確保の論証性について多様なご意見をいただいていく必要がある。一方、日本において地層処分自体は可能との基盤研究成果を根拠に最終処分法が制定され20年経過した現在でも、この科学的根拠に対する吟味が足りていないのではないかと伺わせる専門家の反論も耳にする。決して原子力反対や地層処分反対ではなく、科学技術分野の専門家として納得し得ない、成立しえないとの論調が多い。これは当初の基盤研究成果でさえ社会的受容性の観点からは決して十分ではなかったのではと、今後の糧を得るためにも常に謙虚に考えていく必要もあるのではないかと。

第 4 期中長期目標期間中における研究開発の計画案 評価結果（事前評価）

評価項目：⑩人材育成に関する取組の妥当性(原子力を担う人材、イノベーション・デジタル化を担う人材等)

<評価の観点に関する実績・成果及び自己評価結果>

・大学との共同研究や学生実習による受入れ、施設見学やウェブサイトの活用による研究成果情報の公開のほか、幌延の地下施設を活用した国際共同プロジェクトを通じた国内外の技術者や研究者の育成等をとおして、地層処分に関する国民との理解促進などを通じて人材育成を行うこととしている。

<評価の結果>

評 価	妥当 :★★★★★★★★(8名) 要改善:★(1名)
-----	-------------------------------

<コメント>

- ・若い世代の原子力離れが進む中、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、持続的な人材確保、育成に注力していかれることを期待する。
- ・セミナー、国際共同プロジェクト、共同研究等を通じて人材育成を図る内容となっており計画は妥当である。超小型 AMS の開発・実用化等においては、イノベーションを担う人材を、また最先端のデジタル技術を取り入れた技術基盤整備等においては、デジタル化を担う人材の育成を積極的に展開されることを期待する。
- ・これまでの取り組みを基盤とし、それらを着実に発展させていく計画になっている。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、専門を決める前の若い方々に知って頂き、この分野への理解や参画を目指す人材を一層増やしていくことも重要と考える。
- ・気を付けてほしいのは、日本の技術で特許を取られて、逆に機構 や NUMO がその技術が使いにくくならないようにしてほしい。
- ・地層処分事業において、人材育成は研究開発と並ぶ重要な取り組みである。充実した研究分析環境を持つ機構がその資源を有効活用し、学生実習の受け入れ等で人材育成に貢献することは高く評価できる。
- ・原子力を担う人材、イノベーション・デジタル化を担う人材などの人材育成の取り組みについて妥当であると判断する。優秀な原子力領域、イノベーション、デジタル人材を確保するために、イベント出展や SNS、冊子化なども活用し、若い世代～ミドル世代に積極的にアピールしてほしい。機構のウェブサイトで、研究第一線で活躍する人たちの姿やメッセージをシリーズで掲載していくのも人材育成につながるのではないかと。
- ・次世代を担う人材育成に関しては、機構の新規就職者数、希望倍率などより具体的な目標を設定し、より積極的な推進が必要ではないか。また将来の人材に繋がるアウトリーチ活動も積極的に行うべきではないか。

第4期中長期目標期間中における研究開発の計画案 評価結果（事前評価）

- また、次世代人材育成と密接に関連する国民との相互理解促進のためには、ホームページの刷新や動画配信等による広報活動の拡充などの積極的な取り組みの計画が必要ではないか。
- NUMO に関心をもってもらっていただく学生のなかでも基盤研究への魅力を述べる方は多い。技術開発畑全体で豊富な人材を抱えていけるよう、お互いの魅力を高めていければと考える。そのためにも、機構と NUMO お互いが基盤研究と事業者という両方の魅力を一体で語り、若者の両方面の感心を引き上げてもらうような全体底上げの取り組み方も必要であろう。そういった大きなスコープに沿って具体的なプランはこう、といったミッションのあり方を訴求できたらいいのではと考えるところ。
- 次世代を担う研究者の育成は、技術的な成果と同程度に重要である。実際の地下での研究を含むインターンシップとメンターシップの拡充を検討してもらいたい。

This is a blank page.

付 録

日本原子力研究開発機構作成資料

付録 1 研究開発課題の事後／事前評価について (諮問)

付録 2 「地層処分技術に関する研究開発」に係る課題評価の答申を受けての機構の措置

付録 2-1 地層処分技術に関する研究開発における提言と機構の措置 (事後評価)

付録 2-2 地層処分技術に関する研究開発における提言と機構の措置 (事前評価)

付録 3 課題評価に供した資料*

*タイトル目録を掲載するとともに、添付 CD-ROM に電子ファイルを収録する。

なお、付録は地層処分研究開発・評価委員会の資料の抜粋であるが、委員会に供した全ての資料は下記の URL にて公開されている。

https://www.jaea.go.jp/04/tisou/iinkai/hyouka_iinkai_01.html

This is a blank page.

付録 1 研究開発課題の事後／事前評価について (諮問)

This is a blank page.

03原機(地)017
令和3年8月23日

地層処分研究開発・評価委員会
委員長 吉田 英一 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
部門長 三浦 信之
(公印省略)

研究開発課題の事後／事前評価について (諮問)

「研究開発・評価委員会の設置について」(17(達)第42号)第3条第1項に基づき、次の事項について諮問します。

記

〔諮問事項〕

- ・「高レベル放射性廃棄物の処分技術等に関する研究開発」に関する事後評価
- ・「高レベル放射性廃棄物の処分技術等に関する研究開発」に関する事前評価

以上

This is a blank page.

付録 2 「地層処分技術に関する研究開発」に係る課題評価の答申を受けての機構の措置

付録 2-1 地層処分技術に関する研究開発における提言と機構の措置（事後評価）

This is a blank page.

地層処分技術に関する研究開発における提言と機構の措置(事後評価)

提言	措置内容
<ul style="list-style-type: none"> 研究開発の成果については、どの程度のインパクトのある成果なのかも踏まえ、積極的に広く普及に努めるとともに、トピック的な成果や社会への貢献、新規性などにスポットを当てた情報公開の工夫を念頭においた取組も必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> 研究開発成果については、これまで以上にアウトカムを意識した情報発信に努めるとともに、プレス発表やインパクトファクターの高い論文誌への投稿など、社会への貢献や新規性などにスポットを当てた情報公開に取り組んでいきます。
<ul style="list-style-type: none"> 今後の研究開発の遂行に当たっては、研究人材の多様性に関する視点を持って行うことにより、より効果的に社会に評価される研究開発成果の発出が可能になると考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 幅広い専門分野から人材を集め、様々な視点から研究開発を行うことにより、問題解決能力や創造性の向上が期待でき、社会に評価される研究開発成果の発出につながると考えています。今後、このような多様性の観点で研究開発を行うために必要な人材確保に努めます。
<ul style="list-style-type: none"> 社会実装への取組という観点では、CoolRep(ウェブを活用したレポートシステム)にも、さらにビジュアルから直感的に理解しやすい形で成果を公表する機能を持たせることによって、社会への周知が進み社会実装を促進できると期待される。 	<ul style="list-style-type: none"> 今後の CoolRep による取りまとめにおいては、ポータルページでの検索・可視化機能を用いたアクセシビリティの向上や画像・動画コンテンツの充実を図り、社会実装を見据えた成果の広範かつ多様な活用に向けた情報発信(SNS を利用した発信やオンライン報告会など)に取り組んでいきます。
<ul style="list-style-type: none"> 若手研究者の育成の観点からは、オンラインの積極的な活用を含め、関連学会への発表の機会を増やすとともに、発表者以外の参加の機会も増やすことにより、外部との交流を図ることも必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> 関連学会はもちろん、機構報告会やシンポジウム等への若手研究者の発表や参加の実績を常に把握・評価しつつ、機会を増やすことで、外部との交流を図っていきます。
<ul style="list-style-type: none"> 将来への研究開発の展開、新たな課題への反映という観点では、更なる研究開発の進展に向け、ビッグデータを活用したデジタルツイン技術の基盤整備を次期中長期計画に反映し取り組んでいくことを期待する。 	<ul style="list-style-type: none"> 第4期中長期目標期間においては、地層処分技術のデジタルツイン化に向けて、これまでに深地層の研究施設計画等で得られた膨大な地下データ等を活用した大規模かつ統合的な可視化・シミュレーション技術の構築等を進めていくこととしており、それらの成果については、今後の CoolRep での取りまとめを通じて、地層処分の技術基盤の整備や信頼性の向上に反映していきます。これらの取組を第4期

	<p>中長期計画に反映しました。</p>
<p>・ 今後は、将来の地層処分の実施を見据えて、より具体的なロードマップや目標値の設定を検討していく必要がある。</p>	<p>・ 今後の事業の進展を想定しつつ、「地層処分研究開発調整会議」における国、関係機関との協議等を通じて、オールジャパンとして必要となる対応を見極めながら、具体的なロードマップや目標値を国、関係機関と連携して検討し、評価委員会での御意見を伺いながら年度計画として策定していきます。</p>
<p>・ 今後とも、一般の方々にも、より分かりやすい形で研究開発成果が普及されるように努めてほしい。</p>	<p>・ 科学コミュニケーションの専門家などの御意見を頂きつつ、研究開発成果の普及に努めます。既に幌延深地層研究センターでは、グラフィカルユーザーインターフェースを取り込んだバーチャルツアー等の理解促進活動に取り掛かっています。今後は地層処分技術に関する研究開発の意義や研究開発の成果などについても、分かりやすい説明に努めていきます。</p>
<p>・ 今後とも他機関との連携を深め、諸外国で行われている地層処分の取組について共有しつつ、それらの得られた成果を分かりやすく発信していただきたい。</p>	<p>・ これまでの国内外の他機関との連携・協力に加え、新たに進めている幌延深地層研究センターの国際拠点化を通じて更なる連携強化に努めていきます。また、それらで得られた成果については、より分かりやすくタイムリーな情報発信に努めていきます。</p>
<p>・ 今後も、イノベーション創出に関するより積極的な情報発信が必要であることや、社会からの信頼の確保のためには、地層処分のための技術開発を着実に推進し、その成果を分かりやすく一般国民に開示していくことが重要であると考えます。</p>	<p>・ 原子力機構にて策定したイノベーション創出戦略に基づき、イノベーションコーディネータを中心として、技術シーズの把握及び研究成果の社会実装に取り組んでいきます。</p>

以上

付録 2-2 地層処分技術に関する研究開発における提言と機構の措置（事前評価）

This is a blank page.

地層処分技術に関する研究開発における提言と機構の措置(事前評価)

提言	機構の措置
<ul style="list-style-type: none"> ・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上で、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。また、処分事業の進展に応じた技術開発ニーズさらには社会のニーズの変化に対応することが望ましい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・今後の事業の進展を想定しつつ、「地層処分研究開発に関する全体計画」の改訂に向けた国、関係機関との協議等を通じて、ニーズ等を確認するとともに、オールジャパンとして必要となる対応を見据えた上で、評価委員会での御意見を伺いながら方向性等を確認しつつ、毎年度の計画を策定します。
<ul style="list-style-type: none"> ・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。 	<ul style="list-style-type: none"> ・研究開発を通じて得られるノウハウや経験に関しては、CoolRep 等を活用した知識の蓄積を図り、それらが「生きた知識」として共有、継承できるよう、体系的かつ継続的な整備を進めていきます。
<ul style="list-style-type: none"> ・研究開発資源の観点では、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によって、よりイノベーティブな研究開発を進めることが可能と考えられることから、そのような視点での研究体制の構築も必要と考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・「地層処分に関する『人材育成セミナー』」のような組織横断的なオールジャパンでのプログラムに積極的に協力するなど、関係機関とも協力しながら安定的な人材確保に努めていきます。 ・また、幅広い専門分野から人材を集め、様々な視点から研究開発を行うことにより、問題解決能力や創造性の向上が期待できます。このような取組によって、よりイノベーティブな研究開発を進めることが可能となり、多様性の観点で研究開発を行うために必要な人材を確保していきます。
<ul style="list-style-type: none"> ・研究活動を通じた社会との協働と還元については、国民の本研究に関する社会的受容性を高めるためにも、積極的に推進することを期待する。その際は、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。 	<ul style="list-style-type: none"> ・研究開発成果については、マスメディアによる取材を積極的に受けるとともに、ソーシャルメディアを活用した頻繁な情報発信を通じて、社会との協働や還元につなげていきます。既に幌延深地層研究センターでは、グラフィカルユーザーインターフェースを取り込んだバーチャルツアー等の理解促進活動に取り組んでいます。 ・また、最先端の研究開発成果を積極的に公開することや、幌延国際共同プロジェクトへの参画などを通じて、この分野への理

	<p>解や参画を目指す人材の増加につなげていきます。</p>
<p>・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。</p>	<p>・機構は特別研究生や学生実習生といった学生受入制度と、研究者自身が課題・価値・方向性を認識するためのメンター制度を有しており、次世代を担う研究者の育成のために、積極的に活用していくとともに、新たに進めている幌延深地層研究センターの国際拠点化等を通じて、外部とも連携し、我が国全体の人材育成を進めていきます。</p>
<p>・地層処分の重要性を鑑みれば、十分かつ継続的な研究資金と人材が供給されるべきであり、そのための取組を継続していくべきであろう。</p>	<p>・引き続き、受託事業を始めとする外部資金の導入などにより、研究開発を進めるために必要な予算の確保を図っていきます。また、人材については、処分事業が長期にわたることを念頭に計画的かつ継続的な新規・中途採用等を進めます。</p>
<p>・年代測定技術開発等においては、原子力以外の分野との連携がさらに強化されることを期待する。</p>	<p>・今後も、研究開発の実施において、防災分野や地球温暖化対策といった原子力以外の分野を研究している大学等と連携していきます。</p>
<p>・デジタル技術を取り入れた技術基盤整備や地質環境変化の予測・評価技術を応用した自然災害予測技術の開発、超小型 AMS 開発の成果は、原子力及び地層処分技術開発に関する国民の理解促進にもつながるため、成果については積極的な情報発信を行ってほしい。</p>	<p>・研究開発成果については、これまで以上にアウトカムを意識した情報発信に努めるとともに、原子力機構にて策定したイノベーション創出戦略に基づき、イノベーションコーディネータを中心として、技術シーズの把握及び研究成果の社会実装に取り組んでいきます。</p>
<p>・今後はこれまでの研究開発で培った技術や品質管理、品質の持続、知識を劣化させない形での継承をどのように進めていくか、持続的な実施を期待する。</p>	<p>・研究開発を通じて得た品質管理などに関する知見については、知識マネジメントと同様に、CoolRep 等を活用した知識の蓄積、共有、継承に関する取組を進め、貴重な研究資産がより効果的に活用されるよう、努めていきます。</p>
<p>・国民との理解促進活動や研究開発を担う人材育成活動を通して得られる社会的受容性もあるので、継続して実施していくことを期待する。</p>	<p>・「地層処分に関する『人材育成セミナー』」といった人材育成活動や理解促進活動に積極的に取り組むとともに、幅広い専門分野から人材を集め、社会的受容性を含め</p>

	<p>た様々な視点から研究開発を進めていきます。</p>
<p>・将来の人材に繋がるアウトリーチ活動や、デジタル技術やイノベーションを担う人材育成活動についても積極的に展開されることを期待する。</p>	<p>・大学やスーパーサイエンスハイスクール等の校外教育受入れや講師派遣、連携大学院方式への協力など、将来の人材育成に繋がるアウトリーチ活動をこれまで以上に実施していきます。</p> <p>・また、地層処分技術のデジタルツイン化やイノベーションを担う人材についても関連する分野の学生実習生等を受入れ、その後の職員採用につながるように、積極的に展開していきます。</p>

以上

This is a blank page.

付録 3 課題評価に供した資料*

*タイトル目録を掲載するとともに、添付 CD-ROM に電子ファイルを収録する。

(1) 課題評価の進め方とスケジュールについて

付録 3-1 課題評価の進め方とスケジュールについて

(2) 事前評価 (第 1 回)

付録 3-2-1 第 4 期中長期目標期間における原子力機構の研究開発の取組の基本方針案

付録 3-2-2 第 4 期中長期目標期間における高レベル放射性廃棄物の処分技術等に関する研究開発の基本方針案

付録 3-2-3 第 32 回地層処分研究開発・評価委員会における事前評価 (第 1 回) の結果について

(3) 事前評価 (第 2 回)

付録 3-3-1 第 4 期中長期目標期間における研究開発の計画案 (事前評価(第 2 回))

付録 3-3-2 第 4 期中長期目標期間における研究開発の計画案 (事前評価(第 2 回)) 詳細版

付録 3-3-3 第 4 期中長期目標期間における研究開発の計画案 (事前評価(第 2 回)) 評価シート

(4) 事後評価

付録 3-4-1 第 3 期中長期目標期間における研究開発の成果 (事後評価)

付録 3-4-2 第 3 期中長期目標期間における研究開発の成果 (事後評価) 詳細版

付録 3-4-3 第 3 期中長期目標期間における成果リスト

付録 3-4-4 第 3 期中長期目標期間における表彰リスト

付録 3-4-5 第 3 期中長期目標期間における研究開発の成果 (事後評価) 評価シート

This is a blank page.

