JAEA-Evaluation
2019-004
DOI:10.11484/jaea-evaluation-2019-004

平成 30 年度　研究開発・評価報告書
評価課題「高速炉サイクル技術の研究開発」
（中間評価）

Assessment Report on Research and Development Activities in FY2018
Activity "Research and Development on Fast Reactor Cycle Technologies"
(Interim Report)

高速炉・新型炉研究開発部門
Sector of Fast Reactor and Advanced Reactor Research and Development

June 2019
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。
本レポートの入手並びに著作権利用に関するお問い合わせは、下記あてにお問い合わせ下さい。
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ホームページ（https://www.jaea.go.jp）
より発信されています。

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 研究連携成果展開部 研究成果管理課
〒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.
Inquiries about availability and/or copyright of this report should be addressed to
Institutional Repository Section,
Intellectual Resources Management and R&D Collaboration Department,
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

© Japan Atomic Energy Agency, 2019

JAEA-Evaluation 2019-004

平成 30 年度　研究開発・評価報告書
評価課題「高速炉サイクル技術の研究開発」
（中間評価）

日本原子力研究開発機構
高速炉・新型炉研究開発部門

（2019 年 4 月 25 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）及びこの大綱的指針を受けて作成された「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、平成 30 年 3 月 29 日改正）等に基づき、平成 30 年 9 月 21 日に第 3 期中長期計画（平成 27 年 4 月～令和 4 年 3 月）における「高速炉サイクル技術の研究開発」に関する中間評価を、高速炉サイクル研究開発・評価委員会に諮問した。

これを受けて、高速炉サイクル研究開発・評価委員会は、原子力機構の平成 27 年度から平成 30 年度までの 4 年間における「高速炉サイクル技術の研究開発」の進捗状況や成果等に関する聴取・審議を行い、その結果に基づき中間評価を実施した。そして、中間評価の結果は、評価理由及び意見・提言を含めて整理された報告書（答申書）にまとめられた。

本報告書は、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」に基づき、研究開発評価の評価情報の国民への積極的な発信を目的として発行するものであり、高速炉サイクル研究開発・評価委員会の構成、審議経過、評価項目について記載し、同委員会により提出された中間評価の報告書（答申書）を添付した。

本報告書は、高速炉サイクル研究開発・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　高速炉・新型炉研究開発部門　戦略・計画室（事務局）
大洗研究所：〒311-1393　茨城県東茨城郡大洗町成田町 4002 番地

JAEA-Evaluation 2019-004

Assessment Report on Research and Development Activities in FY2018 Activity "Research and Development on Fast Reactor Cycle Technologies" (Interim Report)

Sector of Fast Reactor and Advanced Reactor Research and Development
Japan Atomic Energy Agency
Oarai-machi, Higashiibaraki-gun, Ibaraki-ken

(Received April 25, 2019)

Japan Atomic Energy Agency (hereafter referred to as "JAEA") consulted with the "Evaluation Committee of Research and Development Activities for Fast Reactor Cycle" (hereinafter referred to as "Committee"), which consists of specialists in the fields of the evaluation subjects of fast reactor cycle technologies, for interim assessment of R&D activities of fast reactor cycle in the 3rd Mid- and Long-Term Plan (from April 2015 to March 2022) in accordance with "General Guideline for the Evaluation of Government Research and Development (R&D) Activities" by Cabinet Office, Government of Japan, "Guideline for Evaluation of R&D in Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology" and Regulation on Conduct for Evaluation of R&D Activities" by JAEA.

In response to the JAEA's request, the Committee assessed the R&D program of fast reactor cycle technologies during the period of four years from April 2015 to March 2018. The Committee evaluated the management and R&D activities based on the explanatory documents and oral presentations by JAEA. The results of the evaluation were compiled in assessment report that was organized including the reasons for evaluation and the opinions and recommendations.

This report is issued for the purpose of actively disseminate evaluation information to the people of Japan (based on General Guideline), which lists the members of the Committee and outlines the assessment items and the review process for procedure of the assessment. The assessment report which was issued by the Committee is attached.

Keywords: Evaluation Committee, FR, FR Cycle, Fast Reactor, Monju

---

This work was performed based on "General Guideline for Evaluation of Government R&D Activities" by Cabinet Office, Government of Japan, etc.

目　次

1.　概要 ---------- 1
2.　高速炉サイクル研究開発・評価委員会の構成 ---------- 2
3.　審議経過 ---------- 3
4.　評価対象 ---------- 4
5.　評価方法 ---------- 4
　5.1 評価の観点 ---------- 4
　5.2 評価区分（基準） ---------- 5
　5.3 評価結果の取りまとめ方法 ---------- 5
6.　評価結果 ---------- 5

付録（日本原子力研究開発機構作成資料） ---------- 33

Contents

1.　Outline ---------- 1
2.　Members of Evaluation Committee of Research and Development Activities for Fast Reactor Cycle ---------- 2
3.　Review process of assessment ---------- 3
4.　Activities to be assessed ---------- 4
5.　Assessment method ---------- 4
　5.1 Viewpoints of assessment ---------- 4
　5.2 Grading (criteria) ---------- 5
　5.3 Compilation process of assessment ---------- 5
6.　Result of assessment ---------- 5

Appendix (documents prepared by Japan Atomic Energy Agency) ---------- 33

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。）理事長は、「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）の下に整備された「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）及び原子力機構の「研究開発課題評価実施規程」（平成 17 年 10 月 1 日制定、平成 30 年 3 月 29 日改正）等に基づき、第 3 期中長期計画における「高速炉サイクル技術の研究開発」に関する中間評価を、高速炉サイクル研究開発・評価委員会に諮問した。

これを受けて高速炉サイクル研究開発・評価委員会は、委員会を開催し、「高速炉サイクル技術の研究開発」に関する中間評価を実施した。同委員会は、原子力機構の高速炉・新型炉研究開発部門及び敦賀廃止措置実証部門から提示した資料に基づき、第 3 期中長期計画期間 7 年間のうちの中間までの期間（平成 27～30 年度）における研究開発実績について審議し、評価シートを用いて委員の意見を集約するとともに、これに基づき、「第 3 期中長期計画における研究開発課題「高速炉サイクル技術の研究開発」に関する中間評価（答申書）」（以下「中間評価答申書」という。）を取りまとめた。

本報告書の第 2 章には、高速炉サイクル研究開発・評価委員会の委員構成を示した。第 3 章には、委員会等の開催日時、議題について記載し、諮問から答申に至る審議経過を示した。第 4 章、第 5 章には、中間評価の評価対象と評価方法を各々示した。第 6 章には、高速炉サイクル研究開発・評価委員会から提出された中間評価答申書を掲載した。

なお、原子力機構が作成し提示した文書や資料（諮問書、中間評価に供した資料及び中間評価において委員会から示された提言に対する原子力機構の措置）は、一括して付録にまとめた。

2. 高速炉サイクル研究開発・評価委員会の構成

高速炉サイクル研究開発・評価委員会は平成 26 年度に設置されたものであり、平成 31 年 3 月末現在、以下の 11 名により構成される。

委員会の下に、「放射性廃棄物の減容化・有害度低減の研究開発」について詳細な内容等を討議するための分離変換技術研究専門部会を設置（原子力科学研究部門原子力基礎工学研究センターが所掌する原子力基礎工学研究・評価委員会との間で合同設置）している。

高速炉サイクル研究開発・評価委員会委員（委員については 50 音順）

氏　名	区分	所　属　・　職　位
竹下 健二※	委員長	東京工業大学 科学技術創成研究院 先導原子力研究所 教授
宇埜 正美※	委員	福井大学 附属国際原子力工学研究所 副所長 原子炉燃材料部門 教授
越智 英治	委員	日本原燃株式会社 執行役員 再処理事業部 副事業部長
木倉 宏成	委員	東京工業大学 科学技術創成研究院 先導原子力研究所 准教授
黒崎 健	委員	大阪大学 大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻 准教授
越塚 誠一	委員	東京大学 大学院工学系研究科 システム創成学専攻 教授
鈴木 達也※	委員	長岡技術科学大学 大学院工学研究科 原子力システム安全工学専攻 教授
堂崎 浩二	委員	日本原子力発電株式会社 開発計画室 室長代理
西 義久	委員	一般財団法人 電力中央研究所 原子力リスク研究センター 副研究参事
村上 朋子	委員	日本エネルギー経済研究所 戦略研究ユニット 原子力グループマネージャー
山本 章夫	委員	名古屋大学 大学院工学研究科 総合エネルギー工学専攻 教授

※分離変換技術研究専門部会の専門委員を兼務

3. 審議経過

(1) 諮問：平成30年9月21日

(2) 委員会及び専門部会の開催（各々を2回開催）：

① 第 4 回分離変換技術研究専門部会

平成30年10月19日　　於　航空会館　201会議室

議題：「放射性廃棄物の減容化・有害度低減の研究開発」の詳細に係る中間評価に係る討議

② 第 8 回高速炉サイクル研究開発・評価委員会

平成30年12月27日　　於 大手町ファーストスクエアカンファレンスRoom D

議題：「高速炉サイクル技術の研究開発」に関する中間評価

1) 中間評価の目的と方法

2) 高速炉の実証技術の確立に向けた研究開発と研究開発の成果の最大化を目指した国際的な戦略立案について

3) 使用済燃料の再処理、燃料製造に関する技術開発及び放射性廃棄物の減容化・有害度低減の研究開発について（①の結果報告を含む）

4) 高速炉サイクル技術の研究開発に関するマネジメントについて

5) 「もんじゅ」の研究開発（平成 27、28 年度）及び「もんじゅ」廃止措置に向けた取組（平成 29、30 年度）について

6) 総合討論

7) その他

③ 第 5 回分離変換技術研究専門部会

平成31年2月12日　　於　航空会館　201会議室

議題：「放射性廃棄物の減容化・有害度低減の研究開発」の詳細に係る平成30年度評価

④ 第 9 回高速炉サイクル研究開発・評価委員会

平成31年2月28日　　於 大手町ファーストスクエアカンファレンスRoom C

議題：「高速炉サイクル技術の研究開発」に関する平成30年度評価及び中間評価答申書の確認・決定

(3) 答申：平成 31 年 3 月 12 日

4. 評価対象

高速炉サイクル研究開発・評価委員会における中間評価は、第 3 期中長期計画の研究開発課題「高速炉サイクル技術の研究開発」として以下の各項目を評価の対象とし、平成 27～30 年度の 4 年間を中間評価の対象期間とした。

(1)「高速炉の実証技術の確立に向けた研究開発と研究開発の成果の最大化を目指した国際的な戦略立案」

(2)「核燃料サイクルに係る再処理、燃料製造及び放射性廃棄物の処理処分に関する研究開発等」のうち、「再処理技術開発（ガラス固化技術を除く）」、「MOX 燃料製造技術開発」及び「放射性廃棄物の減容化・有害度低減の研究開発（ADS を除く）」

(3) -① 「もんじゅ」の研究開発（平成 27 及び 28 年度）

-② 「もんじゅ」廃止措置に向けた取組（平成 29 及び 30 年度）

ここで、(3) -①に含まれていたテーマのうち、「もんじゅ」成果の取りまとめ等の平成 29 年度以降も継続して実施されているテーマについては、項目（1）に含めて評価対象とした。

5. 評価方法

5.1 評価の観点

中間評価における評価の観点は、原子力機構の「研究開発課題評価実施規程」に基づき以下の 5 項目とした。

(1) 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を含む）

(2) 効果・効用（アウトカム）の暫定的確認（イノベーション創出への取組みの観点を含む）

(3) 国内外他機関との連携の妥当性

(4) 人材育成（若手研究者の育成・支援への貢献の程度を含む）

(5) マネジメント（研究資金・人材等の研究開発資源の再配分の妥当性を含む）

なお、(5)を評価の観点に含めるにあたり、原子力機構の高速炉・新型炉研究開発部門（平成 30 年 4 月 1 日付け組織改正以前においては高速炉研究開発部門）において一体的な運営がなされている 4.（1）及び（2）の研究開発については、これらに共通するマネジメント（高速炉サイクル技術の研究開発に関するマネジメント）をも評価対象の項目として取り上げることとした。

5.2　評価区分（基準）

中間評価における評価区分（基準）は、国立研究開発法人の評価における評定区分に準じて、以下の通りS、A、B、C、Dの5段階区分とした。

S：目的・目標・計画等に照らし、研究成果、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研究開発運営の下で、「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成果の創出の期待感が認められる。

A：目的・目標・計画等に照らし、研究成果、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研究開発運営の下で、「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感が認められる。

B：目的・目標・計画等に照らし、研究成果、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感が認められ、着実な研究開発運営がなされている。

C：目的・目標・計画等に照らし、研究成果、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研究開発運営」に向けてより一層の工夫、改善等が期待される。

D：目的・目標・計画等に照らし、研究成果、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研究開発運営」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。

5.3　評価結果の取りまとめ方法

中間評価を議題とした第8回高速炉サイクル研究開発・評価委員会を平成30年12月27日に開催し、原子力機構側から中間評価の対象となる研究開発の取組み実績、成果及びそれらについての自己評価等を説明し討議を行って頂いた。同委員会において討議された内容に基づく各委員の評価とその評価理由・ご意見は、各委員に評価シートに記入し提出して頂くことで集約した。

集約された評価シートに基づき、委員会の総意としての中間評価結果が取りまとめられ、これに対する最終的な合意確認は、平成31年2月28日に開催された第9回高速炉サイクル研究開発・評価委員会の場で行われた。

以上により取りまとめられた中間評価結果は、平成31年3月12日、高速炉サイクル研究開発・評価委員会委員長から原子力機構理事長に宛てて答申された。

6.　評価結果

以降に、高速炉サイクル研究開発・評価委員会から提出された中間評価答申書を掲載する。

This is a blank page.

平成 31 年 3 月 12 日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
　理事長　児玉　敏雄　殿

高速炉サイクル研究開発・評価委員会
　委員長　竹下　健二

研究開発課題の評価結果について（答申）

当委員会に諮問（30 原機（炉）004）のあった下記の研究開発課題の中間評価について、その評価結果を別紙のとおり答申します。

記

研究開発課題「高速炉サイクル技術の研究開発」

以上

This is a blank page.

別紙

第３期中長期計画における

研究開発課題「高速炉サイクル技術の研究開発」に関する中間評価

（答申書）

平成 31 年２月

高速炉サイクル研究開発・評価委員会

This is a blank page.

1. はじめに

エネルギー基本計画、「高速炉開発の方針」（平成 28 年 12 月原子力関係閣僚会議決定。）等においては、高速炉は従来のウラン資源の有効利用のみならず、高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減や核不拡散関連技術向上等の新たな役割を期待されている。このため、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。）においては、安全最優先で、国際協力を進めつつ、高速炉の実証技術の確立に向けた研究開発を実施し、今後の我が国のエネルギー政策の策定と実現に貢献するための取組が行われている。また、原子力機構が所有する高速増殖原型炉もんじゅ（以下、「もんじゅ」という。）については、「「もんじゅ」の取扱いに関する政府方針」（平成 28 年 12 月原子力関係閣僚会議決定。）に基づき、安全かつ着実な廃止措置の実施への取組が進められている。

高速炉サイクル研究開発・評価委員会は、第 3 期中長期計画に基づき原子力機構において進められている上記の取組を含む研究開発課題「高速炉サイクル技術の研究開発」について、中間評価を行うようにとの原子力機構理事長からの諮問を受けた。これに対応するため、平成 30 年 12 月 27 日（木）に開催した評価委員会では、7 年間ある第 3 期中長期計画の 4 年が経過した時点での評価として、原子力機構から提出された資料に基づき中間評価を実施した。

評価委員会の開催後、11 名の委員から提出された評価シートに記載された意見を集約し、これに基づいて本答申書を作成した。高速炉の研究開発については、今後 10 年程度の開発作業を特定する「戦略ロードマップ」が昨年 12 月に国レベルで決定されており、このロードマップに沿って原子力機構としての役割を果たしていくことが重要である。それとともに、今般の中間評価の結果を、原子力機構が担う「高速炉サイクル技術の研究開発」を社会のニーズ・情勢に沿って適切な方向に進めるために、役立てて頂けることを期待する。

評価委員会の委員各位には、多忙を極める中で、非常に熱心に評価活動を進めて頂いた。そのご尽力に対して、ここに深甚なる謝意を表する。

平成 31 年 2 月 28 日
高速炉サイクル研究開発・評価委員会
委員長　竹下 健二

2. 高速炉サイクル研究開発・評価委員会委員名簿

	氏　名	所　属　・　職　位
委員長	竹下 健二	東京工業大学 科学技術創成研究院 先導原子力研究所 教授
委員	宇埜 正美	福井大学 附属国際原子力工学研究所 副所長 原子炉燃材料部門 教授
委員	越智 英治	日本原燃株式会社 執行役員 再処理事業部 副事業部長
委員	木倉 宏成	東京工業大学 科学技術創成研究院 先導原子力研究所 准教授
委員	黒崎 健	大阪大学 大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻 准教授
委員	越塚 誠一	東京大学 大学院工学系研究科 システム創成学専攻 教授
委員	鈴木 達也	長岡技術科学大学 大学院工学研究科 原子力システム安全工学専攻 教授
委員	堂崎 浩二	日本原子力発電株式会社 開発計画室 室長代理
委員	西 義久	一般財団法人 電力中央研究所 原子力リスク研究センター 副研究参事
委員	村上 朋子	日本エネルギー経済研究所 戦略研究ユニット 原子力グループマネージャー
委員	山本 章夫	名古屋大学 大学院工学研究科 総合エネルギー工学専攻 教授

3. 評価の対象

高速炉サイクル研究開発・評価委員会における中間評価は、第 3 期中長期計画の研究開発課題「高速炉サイクル技術の研究開発」として以下の各項目を評価の対象とし、平成 27 ～ 30 年度の 4 年間を中間評価の対象期間とした。

(1)「高速炉の実証技術の確立に向けた研究開発と研究開発の成果の最大化を目指した国際的な戦略立案」

(2)「核燃料サイクルに係る再処理、燃料製造及び放射性廃棄物の処理処分に関する研究開発等」のうち、「再処理技術開発（ガラス固化技術を除く）」、「MOX 燃料製造技術開発」及び「放射性廃棄物の減容化・有害度低減の研究開発（ADS を除く）」

(3)　-①　「もんじゅ」の研究開発（平成 27 及び 28 年度）

　　-②　「もんじゅ」廃止措置に向けた取組（平成 29 及び 30 年度）

ここで、　(3) -①に含まれていたテーマのうち、「もんじゅ」成果の取りまとめ等の平成 29 年度以降も継続して実施されているテーマについては、項目（1）に含めて評価対象とした。

4.　評価の方法

4.1　評価の観点

中間評価における評価の観点は、原子力機構の「研究開発課題評価実施規程」に基づき以下の 5 項目とした。

(1) 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を含む）

(2) 効果・効用（アウトカム）の暫定的確認（イノベーション創出への取組みの観点を含む）

(3) 国内外他機関との連携の妥当性

(4) 人材育成（若手研究者の育成・支援への貢献の程度を含む）

(5) マネジメント（研究資金・人材等の研究開発資源の再配分の妥当性を含む）

なお、(5) を評価の観点に含めるにあたり、原子力機構の高速炉・新型炉研究開発部門（旧・高速炉研究開発部門）において一体的な運営がなされている 3.（1）及び（2）の研究開発については、これらに共通するマネジメント（高速炉サイクル技術の研究開発に関するマネジメント）をも評価対象の項目として取り上げることとした。

4.2　評価区分（基準）

中間評価における評価区分（基準）は、国立研究開発法人の評価における評定区分に準じて、以下の通り S、A、B、C、D の 5 段階区分とした。

S：　目的・目標・計画等に照らし、研究成果、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研究開発運営の下で、「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成果の創出の期待感が認められる。

A：　目的・目標・計画等に照らし、研究成果、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研究開発運営の下で、「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感が認められる。

B：　目的・目標・計画等に照らし、研究成果、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感が認められ、着実な研究開発運営がなされている。

C： 目的・目標・計画等に照らし、研究成果、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研究開発運営」に向けてより一層の工夫、改善等が期待される。

D： 目的・目標・計画等に照らし、研究成果、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研究開発運営」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。

4.3 評価の取りまとめ方法

中間評価を議題とした第 8 回高速炉サイクル研究開発・評価委員会を平成 30 年 12 月 27 日に開催し、原子力機構から中間評価の対象となる研究開発の取組み実績、成果及びそれらについての自己評価等を聴取し討議を行った。

同委員会において聴取・討議した内容に基づく各委員の評価とその評価理由・ご意見は、各委員に評価シートに記入し提出して頂くことで集約した。

集約された評価シートに基づき、委員会の総意としての中間評価結果を取りまとめ、これに対する最終的な合意確認は、第 9 回高速炉サイクル研究開発・評価委員会の場で行った。

委員会の総意としての中間評価結果を第 5 章に記載するとともに、別添 1 には評価シートに記された評価の集計と評価理由・ご意見の詳細を掲載する。

5. 中間評価結果

5.1 研究開発項目別評価結果

各項目の評価結果と講評、意見、提言を以下に記す。

(1) 「高速炉の実証技術の確立に向けた研究開発と研究開発の成果の最大化を目指した国際的な戦略立案」

本項目についての評価を「A」とする。

【講評】

全般的に着実な研究開発の取組が実施されていることに加えて、以下に記したように、顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待感が認められる。

- 仏国との間の ASTRID 協力においては、我が国が分担する崩壊熱除去系、受動的炉停止機構、免震システム等を含む 9 つの設計分担分野において、我が国の技術を活用してタンク型炉に適合する設計概念を確立することにより、国内メーカを

含めた高速炉開発技術の維持・発展が図られており、国内に建設する場合にも適用可能な設計オプションの拡充に繋がる成果が得られている。これらは、これまで積み重ねてきた我が国の高い技術水準が国際的に認められた成果であると高く評価できる。

- ナトリウム冷却高速炉の安全要求については、我が国が国際枠組の場に提案し主導的に国際標準化を目指した取組が進められているものであるが、安全アプローチ SDG（Safety Design Guidelines）が多くの国の賛同を得て国際標準化に見通しが得られたことは高く評価できる成果である。これに続いて系統別 SDG についても国際的な合意形成が図られつつあり、安全アプローチ SDG と併せて国際標準となるナトリウム冷却高速炉の安全要求の全体系の整備に向けての期待感が認められる。
- シビアアクシデントの防止と影響緩和に係る試験研究では、大洗研究所の PLANDTL-2 施設を用いた崩壊熱除去系の自然循環に関する試験研究が、仏国側の費用分担による共同試験として開始されており、今後、実機の複雑な流動場を解析するための高精度な実験データが提供されるものと期待される。
- 炉心損傷事故時において原子炉容器内で事象が終息することの根拠データの獲得を目的とした試験研究では、大洗研究所の MELT 施設を用いた試験において、溶融スティールがナトリウム中で分散する挙動の可視化データを世界で初めて獲得する等の優れた成果が得られており、今後、溶融炉心物質の原子炉容器内での効果的な冷却性を裏付ける実験的知見の蓄積が進むものと期待される。
- 規格基準整備の分野においては、米国 ASME において液体金属炉の維持規格の事例規格を提案し発刊に至ったことは、他の炉システムへの波及も期待される特に顕著な成果と認められる。
- 「戦略ロードマップ」決定後の将来を見据えてプラントシミュレーションシステムの構築や「もんじゅ」で得られた知見等のデータベース化などが着実に進められており、原子力機構が将来の民間による高速炉開発をサポートするのに必要な研究開発が実施されている。

【意見、提言】

- 解析技術を高度化し仮想空間と実現象との対応を V&V によって確立していくこと（プラントシミュレーションシステムの構築）は汎用的な方法論であり、一般産業におけるデジタルツインの考え方に沿うものであり、高く評価できる。今後は統合評価手法の整備と安全性向上技術の研究を通じて、多様な高速炉概念の性能評価や開発へ技術提供していくとしており、「戦略ロードマップ」を踏まえていると評価できる。さらに、軽水炉での研究開発とも整合するような、原子力分野で広く一般性のある方向で研究を進めるとよいのではないか。高速炉解析技術については、研究機関として、最先端の計算技術（理論・計算アルゴリズム・ハー

ドウエア含む）の開発に意欲的に取り組むことを期待したい。

- ASTRID 協力にあたっては仏国側とよく協議し、我が国の高速炉開発に必要な知見が効率的に得られるよう細心の注意を払って進めて欲しい。
- 「常陽」の安全審査に長期間を要していることは、一部の燃料関係の研究の進捗に停滞を来たす問題であると認識される。一層の努力を期待する。AtheNa については、早期に実際の実験データが得られるように努力する必要がある。

(2) 「使用済燃料の再処理、燃料製造に関する技術開発」及び「放射性廃棄物の減容化・有害度低減の研究開発（ADS を用いた核変換技術の研究開発を除く）」

本項目についての評価を「A」とする。

【講評】

全般的に着実な研究開発の取組が実施されていることに加えて、以下に記したように、顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待感が認められる。

- 使用済み MOX 燃料の再処理技術、MOX 燃料製造のための分離済 Pu の乾式リサイクル技術、簡素化ペレット法の開発が着実に実施されており、これらの技術は将来のMOX燃料再処理プラントや高速炉用MOX燃料製造プロセスの構築に大きく貢献するものと期待できる。
- 抽出クロマトグラフィー法により「常陽」の使用済燃料からのマイナーアクチニド（MA）約 2 グラムの回収に成功している。これは、燃料サイクルの中核を担う再処理技術で課題として残っている放射性廃棄物の減容化・有害度低減のベースとなる MA の回収実績として世界的にも誇れるものであり、顕著な成果として高く評価される。
- 学術的にも価値の高い MA 含有酸化物燃料の基礎物性のデータベースや機構論的な評価モデルの構築及びMA燃焼効率を高めるODS鋼被覆管の優れた高温長時間強度の実証において顕著な成果が得られつつある。さらに、「常陽」での照射試験に向けて燃料製造の要素技術開発や遠隔製造設備、燃料設計手法の整備が着実に進められている。これらの成果は高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減の実現に大いに貢献するものである。

【意見、提言】

- MOX 燃料製造、再処理など各要素技術の開発は確実に進んでおり、人材育成、共同研究も活発であり大変評価される。ただし、これらの実用化は、高速炉の開発計画が決まった更に後になると考えられるので、人材の維持・向上及び技術伝承のため、これらについての知識のデータベース化とその規格化や規格・基準の作成を開始することが望まれる。

- MA 分離変換のための共通基盤技術のうち、MA 燃料の基礎物性データ取得、「常陽」での照射データ取得に関する研究では、特に優れた成果が得られており期待感が大きい。これらは工学的価値のみならず、科学的価値も非常に高い。是非、影響力の高い場での成果発表を進めて頂きたい。長い目で見ると科学的な研究の高さは、国際的な場での発言力向上に繋がると考えられる。
- 使用済み燃料の再処理、燃料製造に関する技術開発の今後の進め方については、「戦略ロードマップ」なども考慮しつつ、十分な議論に基づく見直しが必要である。MA 含有燃料の基礎物性、照射試験など、基盤研究については、引き続き取り組みを強化すべきである。

(3) 高速炉サイクル技術の研究開発に関するマネジメント

本項目についての評価を「B」とする。

【講評】

以下に記すように、全般的に研究開発のマネジメントが着実に実施されている。

- 高速炉開発を巡る政策・国の方針が変化する中、「もんじゅ」「常陽」等への要員再配置等のマネジメントの面で状況変化に的確に対応してきたと評価できる。
- 限られた予算、人員の中でよくマネジメントをしており、国内外との協力関係の構築も、少ない予算や人員を効率化、最大限の有効化の観点から、よく進めている。
- 状況の変化に対応した組織改革の取組がなされており、平成 30 年度初頭の組織改編により高速炉と新型炉の研究開発が連携して進められている。連携による今後のシナジー効果の発揮が期待される。

【意見、提言】

- 組織としての達成目標が明確化されるべきであり、「戦略ロードマップ」にある「今世紀半ば頃の現実的なスケールの高速炉の運転開始」に向けて、しっかりとした目標を立てるべきである。
- 再生可能エネルギーとの共存は避けて通ることは出来ず、積極的に共存の具体化に向けた課題抽出と具体化計画を早急に進めて頂きたい。
- 「戦略ロードマップ」に沿った原子力機構の研究開発展開としては、統合評価手法のような高速炉開発で培ってきた卓越した技術基盤が、様々な民間のアイデアにも活かされるような広がりを持って発展させるのが良いのではないか。
- 学術論文の生産性を更に高める努力をすべきであるが、一方で、施設の安全確保などの学術的な成果に繋がらない業務が多いことは理解できる。プロジェクト指向の傾向が強い部門の性質上、それに相応しい人材育成ポリシーや学術論文数に

拘らない業績評価指標の設定が必要であると考えられる。

- 成果の発信として各種情報誌やホームページの整備・更新はあるものの積極的に講演会やシンポジウムにおいて人と人とがふれあえる情報発信を進めるためにも、研究者への広報教育やプレゼン能力向上に向けた人材育成なども行って頂きたい。

(4) 「「もんじゅ」の研究開発（平成 27、28 年度）」及び「「もんじゅ」廃止措置に向けた取組（平成 29、30 年度）」

本項目についての評価を「B」とする。

【講評】

「もんじゅ」は政府方針により廃止措置に移行したことから、運転再開という目標は達成できなかったが、以下に記したように、平成 27 年度及び平成 28 年度においては年度計画に従い安全を最優先に取り組んでおり、実質的には着実な業務運営がなされていたものと考える。廃止措置移行後は、各課題を解決しながら安全かつ着実に実施されている。

- 原子力規制委員会からの保安措置命令に対して、改善対策を行うとともに、保安措置命令への対応結果報告書（改訂）を原子力規制委員会に提出するなど、改善への取組を着実に進めた。廃止措置移行後も改善に取り組み、保守管理不備に係る全ての再発防止対策が完了したことは、廃止措置段階の進展に応じた適切な保守管理にも繋がる成果である。
- 敷地内破砕帯調査については、原子力規制委員会において「もんじゅ」の敷地内の破砕帯は活断層ではないとする評価結果が了承されたこと、従来の評価手法では適用ができない地点における断層及び破砕帯の活動性評価に適用した技術的に貴重な成果が得られたことなど、年度計画に基づいて着実な業務運営がなされている。
- 新規制基準対応については、保安措置命令への対応を優先したため、原子力規制委員会に対して具体的な対応にまで至らなかったが、原子炉停止機能喪失事象及び除熱機能喪失事象に関して、適合性審査で求められる根拠データを拡充し、今後の高速炉開発に反映できる成果を得たことは、年度計画に基づいて着実な業務運営がなされている。
- 廃止措置移行決定後は、状況が大きく変わる中、廃止措置等に関する協定締結などによる廃止措置計画申請の遅れを取り戻し、当初計画通りに廃止措置計画を認可できたことは評価できる。その後は、敦賀廃止措置実証本部を新設してプロジェクト管理機能を強化し、燃料取出し作業を安全かつ着実に進めており、着実な業務運営がなされている。

【意見、提言】

- 運転再開に向けて得られた成果・知見を取りまとめ、これらの知見をデータベースとして、次期炉に活用できるように残してほしい。また、社会的には難しいかもしれないが、「もんじゅ」の廃炉は研究と捉え、成果の発信に努めてほしい。
- 「もんじゅ」に対して商業炉と同等の規制が適用される中、廃止措置に移行したことから、少しでも合理的な規制が行われるよう、実績を積み上げながら規制の信頼・理解を得ていく必要がある。また、廃止措置が先行している英仏をはじめとした海外での廃止措置過程で実施した事項・経験の情報交換もさらに進め、合理的な廃止措置となることを期待する。
- 廃止措置は大規模かつ長期のプロジェクトであるため、一貫したプロジェクトマネジメントが必須である。今回の状況が大きく変化する中で適切にマネジメントに取り組んでおり、今後もマネジメント能力を高めるための取組みを行い、「もんじゅ」の廃止措置で発揮されることを期待する。
- 長期間を要する廃止措置を安全かつ着実に進めるためには、中長期的な視点で技術継承や人材育成をいかに行うかが課題であり、簡単なことではないが、人材育成への取り組みを着実に進める必要がある。

5.2 総合的な評価・評定

前項 5.1 に記した（1）～（4）の各項目の評価を勘案すると、研究開発課題「高速炉サイクル技術の研究開発」については、総じて着実な業務運営がなされている。成果の面では、特に項目（1）及び（2）において、国際標準となるナトリウム冷却高速炉の安全要求の体系整備、シビアアクシデントに関する試験研究、維持規格の ASME 規格化、使用済燃料からの世界に誇れる量の MA 回収の成功、MA 含有酸化物燃料基礎物性データベースの構築、ODS 鋼被覆管の優れた高温長時間強度の実証などの世界的に見ても顕著な成果が創出されつつあり、十分に期待できる。さらに、「戦略ロードマップ」決定後の将来を見据えてプラントシミュレーションシステムの構築や「もんじゅ」で得られた知見等のデータベース化、人材育成などに取組まれており、次期炉開発に向けた強い決意と将来的な成果の創出の期待感が認められる。

一方、(4) については、中間評価の対象とする 4 年間のうちの半ばにおいて、政府方針により「もんじゅ」は廃止措置に移行したことから、試運転再開という当初の目標は達成できなかったと評定せざるを得ないが、極めて着実に業務運営がなされていたものと評価する。

従って、総合的な評定は「B」とする。

別添 1

中間評価結果（各委員の評価、意見の詳細）

中間評価を議題とした第 8 回高速炉サイクル研究開発・評価委員会を平成 30 年 12 月 27 日に開催し、原子力機構から中間評価の対象となる研究開発の取組み実績、成果及びそれらについての自己評価等を聴取し討議を行った。同委員会において聴取・討議した内容に基づく各委員の評価とその評価理由・ご意見は、各委員に評価シートに記入し提出して頂くことで集約した。

以下、評価シートに記された各項目に対する評価の集計と評価理由・ご意見の詳細を掲載する。

(1) 「高速炉の実証技術の確立に向けた研究開発と研究開発の成果の最大化を目指した国際的な戦略立案」

（集計結果：評価 S　3 名、評価 A　7 名、評価 B　1 名）

【評価 S とする理由・意見】

- 福島事故以降、国のこれまでの方針転換と新しい方針がまだ明確でないのに加え、「もんじゅ」の廃炉、「常陽」運転再開の遅れなど当初予定していた計画を進められない中、国際的な枠組みを用いた研究やこれまでの知見の DB 化とそこからの規格・基準の作成など、今確実に出来ることと、将来の再開に備えることを良く取捨選択し、実行していると考えられる。世界で数少ない高速炉研究・開発の実績と知識を活かした成果をあげており、次の展開の時期が不明の中、知識の DB 化とそれらの規格化、人材育成など、いずれ来ると思われる「再開」に向けた強い決意が感じられる。
- 研究開発の進捗としては、ASTRID の設計に 9 項目が採用されたこと、「もんじゅ」等での知見が知識 DB として“使える形で”整理されていることが高く評価できる。効果・効用としては、安全アプローチ SDG が多くの国の賛同を得て国際標準化に見通しが得られたことは高く評価できる。特に「知識 DB」への整理は非常に大変と思うが、FBR 技術の維持の為にとても重要であると考える。
- 高速炉の安全設計基準の国際化・標準化に向けて世界をリードした日本主導の貢献度が高く、取り組みは高い評価に値する。特に、高速炉の実証技術の確立に向けた日仏 ASTRID 協力は、日仏の文化の違いがある中、日仏設計共通化のための努力が伺われ高く評価できる。一方、高速炉の実証技術確立に向けて優れた国際的戦略を進めている中、これら優れた国際的戦略を日本の国民に分かりやすく理解出来るような資料作りや日本語プレゼンが出来る人材育成を進めて頂きたい。

【評価 A とする理由・意見】

- 高速炉の開発方針が確定しない状況下で地に足がついた検討がなされ確実に進められている。特に国際的なリーダーとしての自覚を持っての業務遂行がなされており実績も十分と評価できる。今後とも高速炉開発の芽を摘むことなく確実な研究開発の推進を望むと共に、内外に高速炉開発の重要性を訴え続けることを望む。
- ASTRID 協力では日本の提案するシステムが採用されるなど、これまで積み重ねてきた高い技術水準が国際的に認められたと評価できる。水流動試験、ナトリウム試験、炉心損傷試験といった先端的な研究を着実に進めている。ナトリウム冷却高速炉の安全アプローチについて、国際的な場で指導的役割を果たしたことは高く評価できる。こうした活動は、規格基準とすることが望ましい。解析技術を高度化し仮想空間と実現象との対応を V&V によって確立していくことは汎用的な方法論であり、一般産業におけるデジタルツインの考え方に沿うものであり、高く評価できる。今後は、統合評価手法の整備と安全性向上技術の研究を通じて、多様な高速炉概念の性能評価や開発へ技術提供していくとしており、「戦略ロードマップ」を踏まえていると評価できる。さらに、軽水炉での研究開発とも整合するような、原子力分野で広く一般性のある方向で研究を進めるとよいのではないか。
- 米仏カザフスタンとの国際共同研究を通して、様々な成果を挙げており、また、ロシアとも共同研究の契約を提携するなど、研究開発を推進するための国際的な枠組みを構築しており、評価できる。安全標準に関する国際標準の見通しや ASME での液体金属炉の維持規格の採用等の成果を挙げており、この点も評価に値する。
- 高速炉の実証技術開発のために仏国との ASTRID 協力が精力的に進められており、今後の高速炉技術の維持・発展に寄与する成果を得ている。今後の技術進展が期待できる。ただし、ASTRID 協力にあたっては仏国側とよく協議し、我が国の高速炉開発に必要な知見が効率的に得られるよう細心の注意を払って進めて欲しい。AtheNa や PLANDTL-2 を活用した研究、プラントシミュレーションシステム構築、もんじゅで得られた知見・データのデータベース化などが順調に進められており、原子力機構が将来の民間による高速炉開発をサポートするのに十分な開発研究が実施されている。安全アプローチ SDG など国際共同作業においても主導的な活躍がみられ、プラントシミュレーション開発を利用した人材育成や技術伝承なども評価に値する。
- 評価の観点ごとに以下のように評価する。
  - ➢ 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を含む）について：福島第一原子力発電所事故後の原子力発電に対する強い逆風の中、高速炉開発についても、「もんじゅ」の廃止措置が決定し、高速炉の実証技術の確立に向けた研究開発については国際協力を活用して進めることとなった。このように国内外の政治情勢に左右されやすい不安定な情勢にあっても、仏国との ASTRID 協力においては、我が国における高速炉開発

にも共通に使える技術を取り入れるよう働きかけ多くの項目で実現したこと、仏国資金の導入も含め国内の試験施設整備を進めたこと等は顕著な成果として評価できる。

- 効果・効用（アウトカム）の暫定的確認（イノベーション創出への取組みの観点を含む）について：高速炉の安全設計における世界標準となる安全アプローチ SDG について指導的役割を果たしたこと、米国 ASME における液体金属炉の維持規格の事例規格を提案し発刊に至ったことはいずれも特に顕著な成果と認められる。
- 国内外他機関との連携の妥当性について：日仏、日米の二国間協力、GIF、OECD/NEA 等の多国間協力の効果的実施、国際規格作成団体への積極的参加、大学及び研究機関との連携による共同研究の実績は十分に顕著な成果と認められる。
- 人材育成（若手研究者の育成・支援への貢献への程度を含む）について：国際協力、共同研究、施設活用等の活動を通じて国内外の若手研究者、学生等の指導・育成に貢献しており、顕著な成果と認められる。

- 自己評価の視点には概ね同意します。同意に若干ではありますが抵抗がある箇所は、「研究開発成果の最大化を目指した国際的な戦略立案と政策立案等への貢献」において「高速炉開発方針への提言を行う等、今後の高速炉開発方針の策定に大きく貢献」とあるところです。高速炉開発ロードマップに原子力機構の提言が反映されたことは政策策定への貢献であって、研究成果の最大化とは少し異なるのではないかと感じます（評価を下げるほどの違和感ではありません）。また、「インド、中国、ロシア、韓国等も本アプローチの活用を表明する等国際共同作業で主導的な役割を果たし、安全設計要件の国際標準化に見通しを得る」とありますが、「本アプローチ（SDG）の活用を表明する」だけでなく「インド、中国、ロシア、（韓国）等で SDG を設計に採用したプラントが建設」されて初めて、成果といえるのではないかと思います。「SDG の活用を表明」しただけでは本気で活用する気があるかどうか疑わしいですので。
- 評価の観点ごとに以下のように評価する。
  - 研究開発の進捗の妥当性について：計画に沿って全般的に着実に研究が進められている。一方、「常陽」の運転再開が進まないことにより一部の燃料関係の研究の進捗に停滞がみられる。AtheNa については、早期に実際の実験データが得られるように努力する必要がある。「常陽」の安全審査に長時間を要していることは問題であると認識している。
  - 効果・アウトカムについて：崩壊熱除去及び SASS などが ASTRID の設計に採用されている点、仏国との設計協力を通じて、タンク型炉の設計知見が獲得できている点は高く評価できる。燃料開発については、情報交換などが進められているが、「常陽」の運転再開に時間を要していることから、顕著な成果が得られているとは言い難い。また、炉技術、シビアアクシデント分野については、着実に研究が進められているが、国際協力でしか得られない知見は少ないように見受けられ

る。PHEASANT/PLANDTL-2 による試験において、実機の複雑な流動場を解析するための高精度な実験データを得ていることは顕著な成果と言える。MELT 施設における再配置燃料の実験データは、貴重なものであり、顕著な成果と言える。長期間にわたるクリープ破断のデータを得つつある。これは、高経年プラントの安全性確保に関して重要である。日本から提案された安全アプローチ SDG が国際標準に採用されたことは極めて顕著な成果である。さらに系統別SDGについても、国際標準化が図られつつあることは高く評価できる。高速炉解析技術については、研究機関として、最先端の計算技術（理論・計算アルゴリズム・ハードウエア含む）の開発に意欲的に取り組むことを期待したい。「戦略ロードマップ」への取り組みについては、外部からその実態が見えず、貢献度合いが判断できない。

- 国内外他機関との連携について：連携はなされているものの、連携から大きなメリットが得られている状況であるようには見受けられない。学協会の標準及び規格策定に関しては、積極的に取り組みがなされている。
- 人材育成について：高速炉技術に関する人材育成については、着実に取り組まれている。

【評価 B とする理由・意見】

- 着実な日仏 ASTRID 協力が進められてきている。主従の関係ではなく対等な関係であることが重要だと思うが、基本は主従とのこと。ただしそれは折込み済で計画、実行されている。AtheNa 施設（50t-Na）での試験実施については、本当にできるのか疑問がある。計画のみで終わりそうな様子が見受けられた。安全評価手法構築、Na 工学研究施設の活用、材料研究は、うまくいっている様子である。「常陽」の運転再開に向けた着実な取り組みがなされている。国際的な場で強いリーダーシップがとられている点は高評価できる。国際的な場でのリーダーシップ・国際標準化は A 若しくは S と評価する。国内の研究開発全般は B と評価する。日仏 ASTRID は将来的な発展に疑問が残る（AtheNa 施設に象徴されるように）ので B とした。期待感が薄いと言わざるを得ない。

(2) 「使用済燃料の再処理、燃料製造に関する技術開発」及び「放射性廃棄物の減容化・有害度低減の研究開発（ADS を用いた核変換技術の研究開発を除く）」
（集計結果：評価 S　1 名、評価 A　10 名）

【評価 S とする理由・意見】

- 再処理にかかわる技術開発については着実に成果を積み上げており、MA 回収については、大まかではあるが事業費の見積もりを得るなど、将来プラントの具体化に一歩踏み込んでいるところは大変高く評価できる。MA 含有燃料の基礎物性評価については、

日米協力を活用するなど、国際的な協力関係を有効に利用して、成果を挙げていることは高く評価できる。また、MA 含有燃料製造設備･機器開発において新たな方法を検討していることも大変積極的であり、評価できる。

【評価 A とする理由・意見】

- MOX 燃料製造、再処理など各要素技術の開発は確実に進んでおり、人材育成、共同研究も活発であり大変評価される。但し、これらの実用化は、高速炉の開発計画が決まった、さらに後になると考えられるので、人材の維持、向上及び技術伝承のためこれらについても知識の DB 化とそこからの規格化や規格・基準の作成を開始しては如何でしょうか？
- 燃料サイクルの中核を担う再処理技術で課題として残っている放射性廃棄物の減容、有害度低減のベースとなる MA の回収の実績は世界的にも誇れるものである。また MA 分離フローシートの具体化､MA 含有燃料の基礎物性のデータベース構築は期待以上の成果と評価できる。
- 放射性廃棄物の減容化は廃棄物の最終処分上重要であり、原子力機構にてこの成果が着々と上がっており高く評価できる。
- 再処理技術・MOX 燃料製造技術開発は着実になされている。MA 分離変換のための共通基盤技術のうち、MA 燃料の基礎データ取得、「常陽」での照射データ取得に関する研究では、特に優れた成果が得られている。期待感が大きい。これらは工学的価値のみならず、科学的価値も非常に高い。ぜひ影響力の高い場での成果発表を進めて頂きたい。科学的な研究の高さは、国際的な場での発言力向上に長い目でみると繋がると思っています。もし影響力の高い雑誌への論文発表・プレスリリース等による一般誌（新聞等）での取り上げ、原子力学会等での学会賞などがあれば「S」。
- 使用済み燃料の再処理、MOX 燃料製造、マイナーアクチニド含有燃料、長寿命炉心材料について、先端的な研究成果が着実に得られていると評価できる。廃棄物減容化のための高速炉の開発については、イノベーション概念の独自の取り組みとして位置づければ、有意義な成果が得られたと評価できる。
- 使用済み MOX 燃料の再処理技術、MOX 燃料の製造のための分離済 Pu の乾式リサイクル技術、簡素化ペレット法の開発が着実に実施されており、これらの技術は将来の MOX 燃料再処理プラントや高速炉用 MOX 燃料製造プロセスの構築に大きく貢献するものと期待できる。抽出クロマトグラフィー法により「常陽」の使用済み燃料から MA 回収に成功しており、約 2 グラムの MA を回収している。また MA 含有 MOX 燃料の基礎物性評価ツール及び燃料製造の要素技術を開発しており、更に「常陽」での照射試験に向けて燃料の遠隔製造設備、燃料設計手法の整備を着実に進めている。これらの成果は高レベル放射性廃棄物の減容化、有害度低減の実現に大いに貢献するものである。

- 評価の観点ごとに以下のように評価する。
  - 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を含む）について：使用済燃料の再処理及び燃料製造技術開発については、概ね計画通りの着実な進捗があったと認められる。放射性廃棄物の減容化・有害度低減については、試験における当初予定を超える MA 回収率の実現、ODS 鋼被覆管の優れた高温長時間強度の実証等、顕著な成果があったと認められる。
  - 効果・効用（アウトカム）の暫定的確認（イノベーション創出への取組みの観点を含む）について：再処理・燃料製造については、コプロセシング法の適用性の見通しを得たこと、簡素化ペレット法の確立に向けた成果を取得したこと等、着実な成果を挙げたと認められる。廃棄物減容・有害度低減については、グラムオーダーでの MA 分離回収の実証、MA 燃焼効率を高める ODS 鋼被覆管の優れた高温長時間強度の実証等、顕著な成果があったと認められる。
  - 国内外他機関との連携の妥当性について：日米 CNWG における MOX 燃料の基礎物性データベースの基盤構築等、国際機関を含む他機関との連携を有効に活用している。
  - 人材育成（若手研究者の育成・支援への貢献への程度を含む）について：国際協力の枠組みを利用した若手研究者の交流の成果が国際会議や原子力学会での表彰等の形として表れている。
- 評価の観点ごとに以下のように評価する。
  - 研究開発の進捗状況について：「常陽」照射済燃料の処理で得られた高レベル放射性廃液から約 2 グラムの予想を大きく超える MA の回収を達成したこと（ADS の実現にも重要な位置づけとなるのではないかと考えますが）、ODS 鋼被覆管の実用化について貴重な強度データを得たことは評価できると考える。
  - 効果・効用について：MA の分離変換に対し、世界的にも類のない広範な DB を構築していることは高く評価できると考えます。
- 「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」（“情勢変化”とは例えば、第 5 次エネルギー基本計画や高速炉開発「戦略ロードマップ」の策定等を指すものと理解します）を必要とする考え方は理解できますが、政策文書が新たに策定されるその都度、記載を忠実に反映して研究計画・組織体制・予算配分等を細かく見直すことがどれほど必須かは議論があるところかと思います。
- 評価の観点ごとに以下のように評価する。
  - 研究開発の進捗の妥当性について：全般的に、計画通りに進捗している。しかしながら、使用済み燃料の再処理、燃料製造に関する技術開発の今後の進め方については、「戦略ロードマップ」なども考慮しつつ、十分な議論に基づく見直しが必要である。MA 含有燃料の基礎物性、照射試験など、基盤研究については、引き続

き取り組みを強化すべきである。MA 含有燃料の製造技術については、今後どのように研究開発を進めるか十分な議論と見直しが必要。

- 効果・アウトカムについて：再処理技術開発については、個々の技術開発が着実に進められており、燃料サイクル施設の安全性向上・効率化に資する研究成果が得られている。MOX 燃料製造技術開発については、個々の技術開発が着実に進められている。これらの技術は、MOX 燃料の製造技術の実用化に当たり重要な項目である。抽出クロマトグラフィーで、高効率の MA 回収に成功したことは顕著な成果といえる。ただし、実規模での実用化にまだ難があり、この点をさらに検討する必要がある。MA 含有燃料の基礎的な物性のデータベースを構築したことは、顕著な成果である。原子力機構ならではの研究であり、今後もこのような研究を継続していただきたい。長寿命の炉心材料開発を着実に行っており、ODS 鋼についてトップクラスのデータを得ていることは高く評価できる。核特性の予測精度向上技術については、軽水炉を含めた汎用技術であり、基盤技術の一つとして引き続き研究に取り組んで欲しい。
- 国内外他機関のとの連携について：他機関との連携は適正に行われている。
- 人材育成について：大学からの夏期実習生の受け入れなどを継続的に実施していることは評価できる。ただし、説明資料からは、人材育成への取り組みを十分に読み取ることはできない。

(3) 高速炉サイクル技術の研究開発に関するマネジメント
（集計結果：評価 A　2 名、評価 B　9 名）

【評価 A とする理由・意見】

- 大きな組織再編が高速炉研究開発部門を中心になされており今後に大きな期待。国の戦略立案への貢献は高い。国内外機関との連携、特に国際協力に関しては高く評価できる。国際協力はプロジェクトが研究中心となっているが、国際的な場での人材の交流も進めて欲しい。派遣のみならず、受け入れも積極的にすすめて欲しい。論文については数も大事だが質も重要。
- 人材育成（若手研究者の育成・支援への貢献への程度を含む）については、国際協力、共同研究、施設利用等の活動を通じて、国内外の若手研究者・学生等を指導・育成しており、その貢献は顕著な成果と認められる。このような貢献の副次効果として、原子力機構の活動に関する認識が若手に浸透し、原子力機構自身の活動における世代交代や技術継承にも好影響を及ぼすことが期待される。マネジメント（研究資金・人材等の研究開発資源の再配分の妥当性を含む）については、高速炉開発を巡る政策・国の方針が変化する中、「もんじゅ」「常陽」等への要員再配置等、状況変化に的確に対応してきたと評価できる。

【評価 B とする理由・意見】

- 論文数の扱いは別として、論文発表、若手の指導などナトリウム冷却高速炉技術の成熟に向けて、人材の維持、向上につとめているのは評価できる。組織を状況に応じて最適化することは良いと思われるが、その結果としての個人の意欲や能力を測り、それを定量化する指標を考える必要がある。
- 予算削減のなか、組織改革としての部門組織の構成見直しは研究資金・人材等の研究開発資源の有効手段と評価できる。限られた予算・人員を有効的に配分するとともに国内外の関係機関との連帯は評価できるものの、今後は業務の整理（スクラップ&ビルド）も考慮することも必要。
- シナジー効果を狙った新たな組織体制の構築は評価に値するが、例えば高温ガス炉研究者と高速炉研究者が対等に意見を出し合える様な組織作りが望まれる。また、再生可能エネルギーとの共存は避けて通ることは出来ず、積極的に共存の具体化に向けた課題抽出と具体化計画を早急に進めて頂きたい。研究開発成果の発信として、福島事故やもんじゅ廃止が論文・学会発表数に影響があったものの年々減少傾向があるようにも伺える。成果の発信として各種情報誌やホームページの整備・更新はあるものの積極的に講演会やシンポジウムにおいて人と人とがふれあえる情報発信を進めるためにも、研究者への広報教育やプレゼン能力向上に向けた人材育成なども行って頂きたい。
- 情勢の変化に応じた組織改革、国際的な活動、論文発表、受賞、研究成果発信のプレス発表、研修などの人材育成などの実績は、高く評価できる。「戦略ロードマップ」については、前倒し的に取り組んでいるところがあまり見られず、今後の対応についても受身になってしまうことが懸念される。統合評価手法のような高速炉開発で培ってきた卓越した技術基盤が、様々な民間のアイデアにも活かされるような広がりを持って発展させるのがいいのではないか。「もんじゅ」、ASTRID、国におけるロードマップなどにおいて、研究開発の根本的な条件が大きく変わっていくことに対して、対応が後手に回っている。
- 限られた予算、人員の中でよくマネジメントをしていると言えるでしょう。国内外との協力関係の構築も、少ない予算や人員を効率化、最大限の有効化の観点から、よく進めている。平成 30 年に組織の見直しを行っているが、今後、この組織改編の効果が出てくることを期待したい。
- 組織改革を進めており、高速炉と新型炉の研究開発を連携して進めようとしている。特に再生可能エネルギーと共存できる原子力システム開発は、次世代技術として大いに評価できる。「もんじゅ」の廃炉が決まった後も、高速炉研究を推進する体制を維持しており、「常陽」の運転再開への対応を最優先課題として進めている。そのための人員配置を進めている点は評価できる。

- 「高速炉研究開発における原子力機構の役割について」等の考え方をとりまとめ、国の戦略立案に主体的に取り組んでおられること。これを踏まえたFBR人材育成、技術維持の計画（戦略）を立案されていることは、とても重要であると考えます。
- 高速炉サイクルと高温ガス炉の研究開発を同一部門で実施することが本当にシナジーを生み出すこととなるのか、“再生可能エネルギーと共存性の高い原子炉システム概念の具体化”が、高温ガス炉とナトリウム冷却高速炉のそれぞれの研究者を同じ部門に集約したことで本当に効率的に進むのか、今後の進め方次第かと思います。私としてはこれまで協働したことのない研究者を一緒に仕事させるより、それぞれの研究者に自由度の高い環境を与えるほうが、革新的な概念が育ちやすいような気がするのですが。
- 外的状況が激変する中、それに対応するためのマネジメントが実施されている。政策立案過程などへの関与については、結果的に十分ではない場合が見受けられる。（本評価委員会の評価範囲ではないが）今後の開発戦略として取り上げられている課題については、国立研究開発法人が取り組むべき課題かどうか、十分に議論すべきと考える。学術論文の生産性をさらに高める努力をすべきである。一方、安全確保など、学術的な成果を上げることができない業務が多いことは理解できるので、可能であれば、どの程度の時間を「研究から見た場合の間接業務」に投入しているのか、参考情報として示してもらえばと考える。むしろ、部門の性質上、学術論文をパフォーマンスインデックスとすることが不適切なのかもしれない。この点についても、今後の評価において検討すべきであろう。

(4) 「「もんじゅ」の研究開発（平成27、28年度）」及び「「もんじゅ」廃止措置に向けた取組（平成29、30年度）」
（集計結果：評価A　5名、評価B　4名、評価C　2名）

【評価Aとする理由・意見】

- 平成27、28年度は保安措置命令への対応、新規規制基準への対応を実施、平成28年度には対応結果報告書を規制委員会に提出し保安検査で再発防止対策が完了していることが確認されており計画通り業務が確実に進められたことは評価できる。平成29年度からの「もんじゅ」廃止措置の決定は原子力機構の責によるものではないにも係らず、廃止措置のための体制整備、早期に廃止措置計画の申請を提出したことは大きな状況変化への確実な対応として評価できる。本件の的確な方針変更のマネジメント能力を今後の「もんじゅ」の廃炉においても期待する。
- 残念ながら「もんじゅ」研究開発の中半で「もんじゅ」の廃止が決定され、廃止措置に向けた取り組みを急ピッチで行う事になり、短期間での廃止措置の年度内認可を達成出来たことは高く評価したいが、必ずしも原子力機構だけの努力で成し得たとは言

い難いところもあるところは十分認識頂きたい。また、損傷炉心物質の炉容器内保持等、ナトリウム炉の特徴を踏まえた新規制基準に適合する安全対策に対する根拠データや研究結果は、今後の高速炉開発の基礎技術として十分価値のあるものであるが、これを人材育成にどうつなげていくのか示して頂きたい。なお、燃料体の処理作業や燃料取出作業の開始にあたっては、細心の注意とチェック体制を確立し取りかかって頂きたい。

- 平成 27、28 年度の期間は特筆すべき点無し。B 評価。うまくまとめ上げたという印象。平成 29、30 年は、限られた時間の中で適正、効果的、効率的な体制の下で計画変更、実行されている。A 評価。大きな期待感がある。
- 「もんじゅ」の保安措置命令解除を目指した対応については、組織を挙げて懸命に取り組んだと高く評価できる。しかしながら、結果として廃炉が決定されたことでその努力は実らなかった。廃止措置については、計画を早急に作成して規制当局の認可を得るに至り、高く評価できる。廃止措置の実施は国際協力のもとに着実に実施し、全般的には燃料取出し作業を安全に進めており、高く評価できる。
- 研究開発の進捗の状況については、保安措置命令の原因となった法令違反は是正され、対応結果報告書を提出できたこと、新規制基準への適合性をしっかりと示したこと、廃止措置計画の認可をスピード感をもって達成したこと、燃料取出しを着実に進めていることが高く評価できると考えます。効果・効用については、新規制基準への対応経験が次期炉へ反映できることについて高く評価できると考えます。

【評価 B とする理由・意見】

- 廃炉決定後であるものの保安措置命令の原因となった法令違反についての全ての再発防止対策が完了できたことは評価出来る。こちらも得られた経験をまとめるとともに、出来れば新規制基準対応の実績もあれば良かったと思われる。いずれにせよ、これらを次の炉に活かす準備をする必要があると思われる。社会的には難しいかも知れないが、「もんじゅ」の廃炉は研究と捉え、成果の発信に努めて欲しい。
- 平成 27、28 年度の、運転再開に向けて行ったものは、残念ながら実ることはなかったが、その間に行ってきたことは、今後、必ず役に立つことがあるはずであると信じている。これらの知見をデータベースとして、活用出来るようぜひ残してもらいたい。平成 29 年度の計画変更及び廃止措置に向けた取り組みは、着実に進めているようである。
- 平成 28 年 12 月に「もんじゅ」の廃炉が決まるまで、保安措置命令の改善と破砕帯の評価を進めており、平成 27、28 年度の進捗は十分評価できる。廃止措置に関しても高速炉特有の問題を直視しており、規制庁と頻繁に会合を持つことで早期に廃止措置計画が認可された。その結果、燃料取り出しについても、問題点を解決しながら順調に進めている。更に、敦賀廃止措置実証本部を新設して、適切な人員配置で廃止措置を

着実に進めている。

- 評価の観点ごとに以下のように評価する。
  - ➢ 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を含む）について：原型炉として設計・製造された「もんじゅ」に対して商業炉と同等の規制が適用される中、廃止の方針が決まる前には破砕帯評価で新たな手法の開発を達成し、廃止措置に入ってからは、規制当局の前向き姿勢もあり、短期間での計画認可を達成する等、置かれた環境下で的確に対応し着実に成果を挙げたと認められる。
  - ➢ 効果・効用（アウトカム）の暫定的確認（イノベーション創出への取組みの観点を含む）について：上記でも述べた破砕帯評価手法開発に加え、新規制基準対応におけるナトリウム炉の特徴を踏まえた安全評価に関する根拠データを拡充することで技術的成立性を確実としたことは、次期炉の開発に貢献できる成果と評価できる。
  - ➢ 国内外他機関との連携の妥当性について：廃止措置移行後、仏国 CEA との人員派遣等に関する国際協力の締結、NDA との廃止措置分野の「もんじゅ」への拡大改定等を進めており、妥当と評価できる。
  - ➢ 人材育成（若手研究者の育成・支援への貢献への程度を含む）について：「もんじゅ」は設計・建設当初の原型炉の位置付けに対して必ずしも適さない規制が行われる中、自助努力と電力からの出向・支援協力を活用したプラント管理、業務運営に全力を挙げ、廃止措置決定後も、実務と研修により中堅・若手職員に経験を積ませ、人材育成を図っている。
  - ➢ マネジメント（研究資金・人材等の研究開発資源の再配分の妥当性を含む）について：原型炉として設計・製造された「もんじゅ」に対して商業炉と同等の規制が適用される中、廃止措置に入ったからには、少しでも合理的な規制が行われないと、人的、資金的な無駄が生じる恐れがあると考えられるが、実績を積み上げながら信頼を得、規制側の理解を得ていくことを期待する。

【評価 C とする理由・意見】

- 評価の観点ごとに以下のように評価する。平成 27、28 年度に計画されていた性能試験再開への取り組みが不十分と評価し、総合的に C 評価とした。廃止措置が決定された後は、着実な取り組みがなされており、平成 29 年度以降のみを考えると B 評価と判断する。
  - ➢ 研究開発の進捗の妥当性について：当初の中期計画に記載されたもんじゅの性能試験については結果的に達成することができなかった。その結果、実証炉で取得できたはずの種々のデータの取得ができなかった。廃止措置が決定された後の取り組みについては、概ね適正に行われている。

- ➢ 効果・アウトカムについて：性能試験については実施できず、期待されたデータを取得することはできなかった。廃止措置決定後の廃止措置計画認可及び燃料取り出しについては、初期にいくつかトラブルはあったものの、おおむね順調に進んでいることは評価できる。
- ➢ 国内外他機関との連携について：廃止措置について、海外機関と適切に連携している。高速炉廃炉の経験がより多い仏国との情報交換をさらに進め、円滑な廃炉に役立てて欲しい。
- ➢ 人材育成について：現場の力量管理を含め、廃炉に向けた人材育成（マネジメント）への取り組みは適切に行われていると見受けられる。
- ➢ マネジメントについて：中期計画の期間中だけでも、状況が大きく変化したが、その状況に対応するマネジメントに取り組んでいると評価できる。

- 平成 28 年度成果を「これまでの軽水炉実績を上回る早さで廃止措置計画認可を達成した。」と評価するのであれば、平成 26、27 年度の成果についても、「性能試験再開に向けた課題（①保安措置命令対応、②敷地内破砕帯調査対応、③新規制基準対応）」のいずれも達成できなかったことを率直に評価するべきかと思います。①保安措置命令は解除できなかった。②敷地内破砕帯についてもグレー判定を完全に覆すまでには至らなかった。③新規制基準への適合性を原子力規制委員会は認めなかった。廃止措置計画の申請から認可までのリードタイムを研究成果の評価指標と位置づけるのであれば、今後の燃料取出しに要するリードタイム・施設解体や廃棄物の処理処分に要するリードタイム等も全て、研究成果の評価指標と位置づけるべきことになり、どんな言い訳も許されませんが、それで本当に問題ないでしょうか。

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　研究開発課題の中間評価について（諮問）

付録 2　中間評価において委員会から示された提言と原子力機構の措置

付録 3　中間評価に供した資料*

*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。

This is a blank page.

付録１　研究開発課題の中間評価について（諮問）

This is a blank page.

30 原機（炉）004
平成 30 年 9 月 21 日

高速炉サイクル研究開発・評価委員会
委員長　竹下　健二　殿

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
理事長　　児玉　敏雄

研究開発課題の中間評価について　（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〕

・第 3 期中長期計画における「高速炉サイクル技術の研究開発」に関する中間評価

以　上

This is a blank page.

付録２　中間評価において委員会から示された提言と原子力機構の措置

This is a blank page.

付録２　中間評価において委員会から示された提言と原子力機構の措置

(1)　「高速炉の実証技術の確立に向けた研究開発と研究開発の成果の最大化を目指した国際的な戦略立案」

委員会からの提言	措置
・解析技術を高度化し仮想空間と実現象との対応を V&V によって確立していくこと（プラントシミュレーションシステムの構築）は汎用的な方法論であり、一般産業におけるデジタルツインの考え方に沿うものであり、高く評価できる。今後は統合評価手法の整備と安全性向上技術の研究を通じて、多様な高速炉概念の性能評価や開発へ技術提供していくとしており、「戦略ロードマップ」を踏まえていると評価できる。さらに、軽水炉での研究開発とも整合するような、原子力分野で広く一般性のある方向で研究を進めるとよいのではないか。高速炉解析技術については、研究機関として、最先端の計算技術（理論・計算アルゴリズム・ハードウエア含む）の開発に意欲的に取り組むことを期待したい。	・今後、「戦略ロードマップ」を踏まえて研究開発基盤としての統合評価手法の整備等を着実に進めてまいります。この際、リスク情報を活用した新たなプラント設計手法の開発に取り組むなど、ナトリウム炉の知見をベースとした上で原子力分野での一般性を考慮し、多様な炉型における設計支援ニーズを考慮した形で統合評価手法の開発を進めます。また、統合評価手法においては様々な物理現象の連成評価及び解析評価とナレッジベースの連携等の観点で計算技術の高度化も必須と考えており AI 等の最新計算技術についても導入・開発を進めてまいります。
・ASTRID 協力にあたっては仏国側とよく協議し、我が国の高速炉開発に必要な知見が効率的に得られるよう細心の注意を払って進めて欲しい。	・仏国との協力では、日仏間の共通技術に関して共同・分担で合理的に開発を実施しています。さらに、共通技術の摘出に関して、分野ごとに協議体を設けて日仏の技術を比較・評価し、より優れた技術を共通技術と設定し協力範囲を拡大しています。 ・これらの活動を通じて、我が国技術の国際標準化と、分担による研究開発の効率化が期待できます。
・「常陽」の安全審査に長期間を要していることは、一部の燃料関係の研究の進捗に停滞を来たす問題であると認識される。一層の努力	・安全審査が保留となったことの経緯も含めて評価を行った上で、「常陽」の新規制基準対応を部門の最優先事項に位置付けて再開

を期待する。AtheNa については、早期に実際の実験データが得られるように努力する必要がある。	後の審査会合に取り組み、早期の運転再開を目指します。また、照射試験の検討・準備も並行して進め、研究開発ニーズに応えてまいります。 ・AtheNa については、規模の大きな Na 試験が実施可能な世界でも稀有な設備であり、今後の研究開発に活用する所存です。特に、シビアアクシデント対策等の試験を計画し、国際協力を通じて具現化していきたいと考えます。

(2) 「使用済燃料の再処理、燃料製造に関する技術開発」及び「放射性廃棄物の減容化・有害度低減の研究開発（ADS を用いた核変換技術の研究開発を除く）」

委員会からの提言	措置
・MOX 燃料製造、再処理など各要素技術の開発は確実に進んでおり、人材育成、共同研究も活発であり大変評価される。ただし、これらの実用化は、高速炉の開発計画が決まった更に後になると考えられるので、人材の維持・向上及び技術伝承のため、これらについての知識のデータベース化とその規格化や規格・基準の作成を開始することが望まれる。	・燃料製造、再処理等の燃料サイクル技術は資源有効利用、高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減の観点で不可欠であり、今後とも維持・強化すべきものと認識しており、人材を確保しつつ、技術継承に努めていきます。 ・この中で、既に MOX 燃料製造分野、再処理分野において技術情報の集約、データベース化等を進めており、これを継続していくとともに、今後、規格化や規格・基準の整備に繋げていきます。
・MA 分離変換のための共通基盤技術のうち、MA 燃料の基礎物性データ取得、「常陽」での照射データ取得に関する研究では、特に優れた成果が得られており期待感が大きい。これらは工学的価値のみならず、科学的価値も非常に高い。是非、影響力の高い場での成果発表を進めて頂きたい。長い目で見ると科学的な研究の高さは、国際的な場での発言力向	・MA 燃料の基礎物性等に係る研究開発成果については、影響力が大きい（インパクトファクターが高い）専門誌に論文投稿するとともに国際会議での発表を行っており、今後とも、これらを継続して進めていきます。 ・また、この分野の研究者は、国際会議での招待講演や国際機関（OECD/NEA 等）での専門家会合への参画を行っており、これらを通

上に繋がると考えられる。	じ、専門的な発言力を高めてきています。
・使用済燃料の再処理、燃料製造に関する技術開発の今後の進め方については、「戦略ロードマップ」なども考慮しつつ、十分な議論に基づく見直しが必要である。MA 含有燃料の基礎物性、照射試験など、基盤研究については、引き続き取り組みを強化すべきである。	・「戦略ロードマップ」では今後の高速炉開発においてイノベーションの促進が求められています。使用済燃料の再処理、燃料製造についても、軽水炉サイクルとの連携にも配慮しつつ、イノベーションの促進に貢献し得る技術基盤を維持・強化すべく必要な見直しを図っていきます。 ・ここで、MA 含有燃料の基礎物性等の基盤研究は、このイノベーションを支える土台となるものであり、原子力機構に求められる役割として引き続き確実に取り組んでいきます。

(3) 高速炉サイクル技術の研究開発に関するマネジメント

委員会からの提言	措置
・組織としての達成目標が明確化されるべきであり、「戦略ロードマップ」にある「今世紀半ば頃の現実的なスケールの高速炉の運転開始」に向けて、しっかりとした目標を立てるべきである。	・平成 30 年 12 月 21 日に原子力関係閣僚会議で決定された「戦略ロードマップ」に示された原子力機構の役割を踏まえ、国が示す長期的なビジョンの下、開発計画立案・推進に技術的な観点から積極的に参画するとともに、その過程で自らも具体的な目標を定め研究開発活動を進めます。 ・今後 10 年程度の高速炉研究開発では、原子力機構の役割である研究開発基盤の提供と技術評価を目的として「統合評価手法の整備」、「規格基準類の整備」、「安全向上技術の研究」に取り組むとともに研究開発インフラの整備も進めます。
・再生可能エネルギーとの共存は避けて通ることは出来ず、積極的に共存の具体化に向けた課題抽出と具体化計画を早急に進めて頂きたい。	・出力変動が大きい再生可能エネルギーとの共存性が良いエネルギーシステムの開発は急務と認識しています。現在、高速炉だけではなく高温ガス炉等の他のプラントシステ

	ムや水素利用も含めた新たな原子力システム概念創出のための検討を始めたところであり、その具体化を進めます。
・「戦略ロードマップ」に沿った原子力機構の研究開発展開としては、統合評価手法のような高速炉開発で培ってきた卓越した技術基盤が、様々な民間のアイデアにも活かされるような広がりを持って発展させるのが良いのではないか。	・「戦略ロードマップ」で示された原子力機構の役割を踏まえ、原子力機構の持つ研究開発基盤を維持・発展させて広く民間に提供し、民間が取り組む多様な技術開発に対応してまいります。
・学術論文の生産性を更に高める努力をすべきであるが、一方で、施設の安全確保などの学術的な成果に繋がらない業務が多いことは理解できる。プロジェクト指向の傾向が強い部門の性質上、それに相応しい人材育成ポリシーや学術論文数に拘らない業績評価指標の設定が必要であると考えられる。	・論文投稿を促進するための KPI（重要業績評価指標）を設定するなど、これまで以上に精力的に研究開発成果を発信していくための取組を進めます。 ・原子力機構では部門により大きく性質が異なることから、人材ポリシーの下で各組織の業務の特徴に応じた人材育成計画や達成度評価が可能な現行人事評価制度を適切に運用してまいります。 ・高速炉・新型炉研究開発部門のようなプロジェクト指向の傾向が強い部門では、単に学術論文数といった定量的な KPI のみを適用するのではなく、最終的な達成度合いを測るような業績評価指標についても検討することとします。
・成果の発信として各種情報誌やホームページの整備・更新はあるものの積極的に講演会やシンポジウムにおいて人と人とがふれあえる情報発信を進めるためにも、研究者への広報教育やプレゼン能力向上に向けた人材育成なども行って頂きたい。	・原子力機構は「広報に関する基本方針」（平成 31 年 1 月 17 日制定）を掲げており、これに基づく活動施策を展開してまいります。 《広報に関する基本方針》 ➢ 社会との対話を通じた理解促進に努める ➢ 情報公開（透明性の確保）に努める ➢ 研究開発成果の積極的な情報発信と事故･トラブル等の迅速な情報発信に努める ・今後も積極的に機構報告会やシンポジウム

	等を開催し情報発信に努めるとともに、定期的に原子力機構内で成果報告会等を開催し若手研究者の発表の機会を設けるなどプレゼン能力向上に向けた取組を進めていきます。 ・また、広報教育として、研究開発成果の発表・説明能力の向上を目的の一つとする「メディアトレーニング」（広報部が実施）の開催と受講の奨励も図っていきます。

(4) 「「もんじゅ」の研究開発（平成 27、28 年度）」及び「「もんじゅ」廃止措置に向けた取組（平成 29、30 年度）」

委員会からの提言	措置
・運転再開に向けて得られた成果・知見を取りまとめ、これらの知見をデータベースとして、次期炉に活用できるように残してほしい。また、社会的には難しいかもしれないが、「もんじゅ」の廃炉は研究と捉え、成果の発信に努めてほしい。	・運転再開に向けて得られた成果・知見についても、もんじゅで得られた成果・知見として次期炉に活用できるようにデータベースに整備していきます。 ・もんじゅの廃止措置においては、燃料取出し作業を通じて得られる知見と成果を取りまとめるとともに、先行している英仏等の知見や技術も活用し、技術開発を行い、その中で得られた成果については、積極的な発信に努めていきます。
・「もんじゅ」に対して商業炉と同等の規制が適用される中、廃止措置に移行したことから、少しでも合理的な規制が行われるよう、実績を積み上げながら規制の信頼・理解を得ていく必要がある。また、廃止措置が先行している英仏をはじめとした海外での廃止措置過程で実施した事項・経験の情報交換もさらに進め、合理的な廃止措置となることを期待する。	・廃止措置が先行しているフェニックスへ派遣した職員１名に加え、今後、職員１名をドーンレイに派遣する予定としています。派遣している職員とも連携して解体技術等の情報収集を行い、海外先行炉の知見を有効活用して解体計画を策定し、安全かつ合理的な廃止措置完了を目指します。 ・廃止措置に移行したことを踏まえての設備維持管理に関して、規制当局の理解を得ながら、維持管理の簡素化及び適正化、設備の縮

	小及び合理化の検討を行い、設備維持管理の合理化を図っていきます。
・廃止措置は大規模かつ長期のプロジェクトであるため、一貫したプロジェクトマネジメントが必須である。今回の状況が大きく変化する中で適切にマネジメントに取り組んでおり、今後もマネジメント能力を高めるための取組を行い、「もんじゅ」の廃止措置で発揮されることを期待する。	・廃止措置を進めるに当たっては、廃止措置実証本部を設置するとともに、電力事業者の管理職級を配置し、プロジェクト管理機能を強化しました。 ・今後、電力事業者型の仕組みの運用・実践を通じて、知見とスキルを習得し、プロジェクト管理の強化を継続するとともに、解体を実施する組織体制について、現状体制、特定請負会社の採用、さらには特定目的会社による経営参画等幅広なスキームを検討し、合理的な解体体制構築を進めます。
・長期間を要する廃止措置を安全かつ着実に進めるためには、中長期的な視点で技術継承や人材育成をいかに行うかが課題であり、簡単なことではないが、人材育成への取り組みを着実に進める必要がある。	・廃止措置は長期的な事業であり、確実かつ計画的に実施できる技術や経験を培った人材を継続的に育成・確保する必要があります。そのため、継続的に新入職員の確保と配置を行うとともに、廃止措置実証部門に配置した教育担当を中心に人材育成計画の充実を図り、その中でローテーションも活用した人材育成や技術継承を行っていきます。

付録 3　中間評価に供した資料*（タイトル目録）

*添付 CD-ROM に電子ファイルを収録する。

第 8 回高速炉サイクル研究開発・評価委員会（平成 30 年 12 月 27 日）資料

（無番）	第 8 回高速炉サイクル研究開発・評価委員会議事次第
資料 8-1	委員名簿
資料 8-2	研究開発課題の中間評価について（諮問）
資料 8-3	研究開発課題評価（中間評価）の目的と方法について
資料 8-4	評価シート（中間評価）
資料 8-5	5.(2) 高速炉の実証技術の確立に向けた研究開発と研究開発の成果の最大化を目指した国際的な戦略立案
資料 8-6	6.(1) 使用済燃料の再処理、燃料製造に関する技術開発及び(2) 放射性廃棄物の減容化・有害度低減の研究開発
資料 8-7	高速炉サイクル技術の研究開発に関するマネジメントについて
資料 8-8	「もんじゅ」廃止措置に向けた取組、「もんじゅ」の研究開発
参考資料 1	第 3 期中長期計画及び各年度計画（抜粋）の一覧
参考資料 2	第 3 期中長期目標・計画及び平成 30 年度計画（抜粋）
参考資料 3	平成 29 年度　評価・ご意見集約シートのまとめ
参考資料 4	共同研究一覧
参考資料 5	分離変換技術研究専門部会における意見の概要について（報告）

This is a blank page.

国際単位系（SI）

表１．SI 基本単位

基本量	SI 基本単位	
	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質量	モル	mol
光度	カンデラ	cd

表２．基本単位を用いて表されるSI組立単位の例

組立量	SI 組立単位	
	名称	記号
面積	平方メートル	m^2
体積	立方メートル	m^3
速さ，速度	メートル毎秒	m/s
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s^2
波数	毎メートル	m^{-1}
密度，質量密度	キログラム毎立方メートル	kg/m^3
面積密度	キログラム毎平方メートル	kg/m^2
比体積	立方メートル毎キログラム	m^3/kg
電流密度	アンペア毎平方メートル	A/m^2
磁界の強さ	アンペア毎メートル	A/m
量濃度[a]，濃度	モル毎立方メートル	mol/m^3
質量濃度	キログラム毎立方メートル	kg/m^3
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m^2
屈折率[b]	（数字の）　1	1
比透磁率[b]	（数字の）　1	1

(a) 量濃度（amount concentration）は臨床化学の分野では物質濃度（substance concentration）ともよばれる。
(b) これらは無次元量あるいは次元１をもつ量であるが、そのことを表す単位記号である数字の１は通常は表記しない。

表３．固有の名称と記号で表されるSI組立単位

組立量	SI 組立単位			
	名称	記号	他のSI単位による表し方	SI基本単位による表し方
平面角	ラジアン[b]	rad	1 [b]	m/m
立体角	ステラジアン[b]	sr[c]	1 [b]	m^2/m^2
周波数	ヘルツ[d]	Hz		s^{-1}
力	ニュートン	N		$m\ kg\ s^{-2}$
圧力，応力	パスカル	Pa	N/m^2	$m^{-1}\ kg\ s^{-2}$
エネルギー，仕事，熱量	ジュール	J	N m	$m^2\ kg\ s^{-2}$
仕事率，工率，放射束	ワット	W	J/s	$m^2\ kg\ s^{-3}$
電荷，電気量	クーロン	C		s A
電位差（電圧），起電力	ボルト	V	W/A	$m^2\ kg\ s^{-3}\ A^{-1}$
静電容量	ファラド	F	C/V	$m^{-2}\ kg^{-1}\ s^4\ A^2$
電気抵抗	オーム	Ω	V/A	$m^2\ kg\ s^{-3}\ A^{-2}$
コンダクタンス	ジーメンス	S	A/V	$m^{-2}\ kg^{-1}\ s^3\ A^2$
磁束	ウエーバ	Wb	Vs	$m^2\ kg\ s^{-2}\ A^{-1}$
磁束密度	テスラ	T	Wb/m^2	$kg\ s^{-2}\ A^{-1}$
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A	$m^2\ kg\ s^{-2}\ A^{-2}$
セルシウス温度	セルシウス度[e]	℃		K
光束	ルーメン	lm	cd sr[c]	cd
照度	ルクス	lx	lm/m^2	$m^{-2}\ cd$
放射性核種の放射能[f]	ベクレル[d]	Bq		s^{-1}
吸収線量, 比エネルギー分与, カーマ	グレイ	Gy	J/kg	$m^2\ s^{-2}$
線量当量, 周辺線量当量, 方向性線量当量, 個人線量当量	シーベルト[g]	Sv	J/kg	$m^2\ s^{-2}$
酸素活性	カタール	kat		$s^{-1}\ mol$

(a)SI接頭語は固有の名称と記号を持つ組立単位と組み合わせても使用できる。しかし接頭語を付した単位はもはやコヒーレントではない。
(b)ラジアンとステラジアンは数字の１に対する単位の特別な名称で、量についての情報をつたえるために使われる。実際には、使用する時には記号rad及びsrが用いられるが、習慣として組立単位としての記号である数字の１は明示されない。
(c)測光学ではステラジアンという名称と記号srを単位の表し方の中に、そのまま維持している。
(d)ヘルツは周期現象についてのみ、ベクレルは放射性核種の統計的過程についてのみ使用される。
(e)セルシウス度はケルビンの特別な名称で、セルシウス温度を表すために使用される。セルシウス度とケルビンの単位の大きさは同一である。したがって、温度差や温度間隔を表す数値はどちらの単位で表しても同じである。
(f)放射性核種の放射能（activity referred to a radionuclide）は、しばしば誤った用語で"radioactivity"と記される。
(g)単位シーベルト（PV,2002,70,205）についてはCIPM勧告2（CI-2002）を参照。

表４．単位の中に固有の名称と記号を含むSI組立単位の例

組立量	SI 組立単位		
	名称	記号	SI 基本単位による表し方
粘度	パスカル秒	Pa s	$m^{-1}\ kg\ s^{-1}$
力のモーメント	ニュートンメートル	N m	$m^2\ kg\ s^{-2}$
表面張力	ニュートン毎メートル	N/m	$kg\ s^{-2}$
角速度	ラジアン毎秒	rad/s	$m\ m^{-1}\ s^{-1}=s^{-1}$
角加速度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s^2	$m\ m^{-1}\ s^{-2}=s^{-2}$
熱流密度，放射照度	ワット毎平方メートル	W/m^2	$kg\ s^{-3}$
熱容量，エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	$m^2\ kg\ s^{-2}\ K^{-1}$
比熱容量，比エントロピー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)	$m^2\ s^{-2}\ K^{-1}$
比エネルギー	ジュール毎キログラム	J/kg	$m^2\ s^{-2}$
熱伝導率	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m K)	$m\ kg\ s^{-3}\ K^{-1}$
体積エネルギー	ジュール毎立方メートル	J/m^3	$m^{-1}\ kg\ s^{-2}$
電界の強さ	ボルト毎メートル	V/m	$m\ kg\ s^{-3}\ A^{-1}$
電荷密度	クーロン毎立方メートル	C/m^3	$m^{-3}\ s\ A$
表面電荷	クーロン毎平方メートル	C/m^2	$m^{-2}\ s\ A$
電束密度，電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m^2	$m^{-2}\ s\ A$
誘電率	ファラド毎メートル	F/m	$m^{-3}\ kg^{-1}\ s^4\ A^2$
透磁率	ヘンリー毎メートル	H/m	$m\ kg\ s^{-2}\ A^{-2}$
モルエネルギー	ジュール毎モル	J/mol	$m^2\ kg\ s^{-2}\ mol^{-1}$
モルエントロピー, モル熱容量	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol K)	$m^2\ kg\ s^{-2}\ K^{-1}\ mol^{-1}$
照射線量（X 線及びγ線）	クーロン毎キログラム	C/kg	$kg^{-1}\ s\ A$
吸収線量率	グレイ毎秒	Gy/s	$m^2\ s^{-3}$
放射強度	ワット毎ステラジアン	W/sr	$m^4\ m^{-2}\ kg\ s^{-3}=m^2\ kg\ s^{-3}$
放射輝度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン	$W/(m^2\ sr)$	$m^2\ m^{-2}\ kg\ s^{-3}=kg\ s^{-3}$
酵素活性濃度	カタール毎立方メートル	kat/m^3	$m^{-3}\ s^{-1}\ mol$

表５．SI 接頭語

乗数	名称	記号	乗数	名称	記号
10^{24}	ヨタ	Y	10^{-1}	デシ	d
10^{21}	ゼタ	Z	10^{-2}	センチ	c
10^{18}	エクサ	E	10^{-3}	ミリ	m
10^{15}	ペタ	P	10^{-6}	マイクロ	μ
10^{12}	テラ	T	10^{-9}	ナノ	n
10^{9}	ギガ	G	10^{-12}	ピコ	p
10^{6}	メガ	M	10^{-15}	フェムト	f
10^{3}	キロ	k	10^{-18}	アト	a
10^{2}	ヘクト	h	10^{-21}	ゼプト	z
10^{1}	デカ	da	10^{-24}	ヨクト	y

表６．SIに属さないが、SIと併用される単位

名称	記号	SI 単位による値
分	min	1 min=60 s
時	h	1 h =60 min=3600 s
日	d	1 d=24 h=86 400 s
度	°	1°=(π/180) rad
分	’	1’=(1/60)°=(π/10 800) rad
秒	”	1”=(1/60)’=(π/648 000) rad
ヘクタール	ha	1 ha=1 $hm^2=10^4m^2$
リットル	L, l	1 L=1 l=1 $dm^3=10^3cm^3=10^{-3}m^3$
トン	t	1 t=10^3 kg

表７．SIに属さないが、SIと併用される単位で、SI単位で表される数値が実験的に得られるもの

名称	記号	SI 単位で表される数値
電子ボルト	eV	1 eV=1.602 176 53(14)×10^{-19}J
ダルトン	Da	1 Da=1.660 538 86(28)×10^{-27}kg
統一原子質量単位	u	1 u=1 Da
天文単位	ua	1 ua=1.495 978 706 91(6)×10^{11}m

表８．SIに属さないが、SIと併用されるその他の単位

名称	記号	SI 単位で表される数値
バール	bar	1 bar=0.1MPa=100 kPa=10^5Pa
水銀柱ミリメートル	mmHg	1 mmHg≈133.322Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1nm=100pm=10^{-10}m
海里	M	1 M=1852m
バーン	b	1 b=100fm^2=$(10^{-12}cm)^2$=$10^{-28}m^2$
ノット	kn	1 kn=(1852/3600)m/s
ネーパ	Np	SI単位との数値的な関係は、対数量の定義に依存。
ベル	B	
デシベル	dB	

表９．固有の名称をもつCGS組立単位

名称	記号	SI 単位で表される数値
エルグ	erg	1 erg=10^{-7} J
ダイン	dyn	1 dyn=10^{-5}N
ポアズ	P	1 P=1 dyn s cm^{-2}=0.1Pa s
ストークス	St	1 St =$1cm^2\ s^{-1}$=$10^{-4}m^2\ s^{-1}$
スチルブ	sb	1 sb =1cd cm^{-2}=10^4cd m^{-2}
フォト	ph	1 ph=1cd sr cm^{-2} =10^4lx
ガル	Gal	1 Gal =1cm s^{-2}=$10^{-2}ms^{-2}$
マクスウエル	Mx	1 Mx = 1G cm^2=10^{-8}Wb
ガウス	G	1 G =1Mx cm^{-2} =10^{-4}T
エルステッド[a]	Oe	1 Oe ≙ $(10^3/4\pi)$A m^{-1}

(a) ３元系のCGS単位系とSIでは直接比較できないため、等号「 ≙ 」は対応関係を示すものである。

表10．SIに属さないその他の単位の例

名称	記号	SI 単位で表される数値
キュリー	Ci	1 Ci=3.7×10^{10}Bq
レントゲン	R	1 R = 2.58×10^{-4}C/kg
ラド	rad	1 rad=1cGy=10^{-2}Gy
レム	rem	1 rem=1 cSv=10^{-2}Sv
ガンマ	γ	1 γ=1 nT=10^{-9}T
フェルミ		1 フェルミ=1 fm=10^{-15}m
メートル系カラット		1 メートル系カラット= 0.2 g = 2×10^{-4}kg
トル	Torr	1 Torr = (101 325/760) Pa
標準大気圧	atm	1 atm = 101 325 Pa
カロリー	cal	1 cal=4.1858J（「15℃」カロリー），4.1868J（「IT」カロリー），4.184J（「熱化学」カロリー）
ミクロン	μ	1 μ =1μm=10^{-6}m

（第8版，2006年）