



平成 21 年度 研究開発・評価報告書 評価課題「先端基礎研究」(事後評価)

Assessment Report of Research and Development Activities
Activity: "Advanced Science Research" (Post-Review Report)

先端基礎研究センター

Advanced Science Research Center

November 2010

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

JAEA-Evaluation

本レポートは独立行政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 (<http://www.jaea.go.jp>)
より発信されています。

独立行政法人日本原子力研究開発機構 研究技術情報部 研究技術情報課
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 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
Intellectual Resources Section, Intellectual Resources Department,
Japan Atomic Energy Agency
2-4 Shirakata Shirane, 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, 2010

平成 21 年度 研究開発・評価報告書
評価課題「先端基礎研究」(事後評価)

日本原子力研究開発機構
先端基礎研究センター

(2010 年 9 月 17 日 受理)

独立行政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 17 年 3 月 29 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 17 年 9 月 26 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 18 年 1 月 1 日改正)等に基づき、平成 22 年 1 月 15 日に先端基礎研究センターに関する事後評価を先端基礎研究・評価委員会に諮問した。(23 ページ「研究開発課題の事後評価について(諮問)」参照)

これを受けて、先端基礎研究・評価委員会は、本委員会によって定められた評価方法に従い、原子力機構から提出された平成 17 年 10 月から平成 22 年 2 月までの先端基礎研究センターの運営及び先端基礎研究の実施に関する説明資料の検討及び先端基礎研究センター長並びに研究グループリーダーによる口頭発表と質疑応答を実施した。

本報告書は、先端基礎研究・評価委員会より提出された事後評価の内容をまとめるとともに、7 ページ以降に「評価結果(答申書)」を添付したものである。

本報告書は、研究開発・評価委員会(先端基礎研究・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 先端基礎研究センター(事務局)

原子力科学研究所(駐在): 〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2-4

Assessment Report of Research and Development Activities
Activity: “Advanced Science Research” (Post-Review Report)

Advanced Science Research Center

Japan Atomic Energy Agency
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received September 17, 2010)

Japan Atomic Energy Agency (hereinafter referred to as “JAEA”) consulted an assessment committee, “Evaluation Committee of Research Activities for Advanced Science Research” (hereinafter referred to as “Committee”) for the ex-post assessment of “Advanced Science Research,” 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 research program and activities of the Advanced Science Research Center (hereinafter referred to as “ASRC”) during the period of four and a half years from October 2005 to February 2010. The Committee evaluated the management and research activities of the ASRC based on the explanatory documents prepared by the ASRC and the oral presentations with questions-and-answers by the Director and the research group leaders.

This report summarizes the result of the assessment by the Committee with the Committee report attached from page 7.

Keywords: Advanced Science Research

目次

1. 概要	1
2. 先端基礎研究・評価委員会の構成	2
3. 審議経過	3
4. 評価方法	4
5. 評価結果（答申書）	7
参考資料（日本原子力研究開発機構）	21

Contents

1. Summary	1
2. Evaluation Committee of Research Activities for Advanced Science Research	2
3. Status of assessment	3
4. Procedure of assessment	4
5. Results of assessment (Committee Report)	7
References (documents owned by Japan Atomic Energy Agency)	21

This is a blank page.

1. 概要

独立行政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 17 年 3 月 29 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 17 年 9 月 26 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 18 年 1 月 1 日改訂）等に基づき、先端基礎研究センターに関する事後評価を先端基礎研究・評価委員会に諮問した。

これを受けて、先端基礎研究・評価委員会は、本委員会によって定められた評価方法に従い、原子力機構から提出された平成 17 年 10 月から平成 22 年 2 月までの先端基礎研究センターの運営及び先端基礎研究の実施に関する説明資料の検討及び先端基礎研究センター長並びに研究グループリーダーによる口頭発表と質疑応答を実施した。

その結果、本委員会は中期計画の目標「将来の原子力科学の萌芽となる未踏分野の開拓を進め、新原理、新現象の発見、新物質の創生、新技術の創出を目指した先端基礎研究を行う」が達成されたと評価した。特に、超重原子核生成の機構の解明、超重元素の化学的研究、アクチノイド物質の物性の解明、などで世界的にトップレベルの成果が得られている。また、中性子超小角散乱装置や高性能陽電子マイクロビームなど世界最先端の実験装置が完成した。ただこれらの萌芽的な成果を今後どのように外へ向かって発展させるかは今後の課題である。センターの運営については、中間評価において様々な問題点が指摘された。その後それらのほとんどで問題解決の努力がなされ、実際改善のきざしがみえてきている。これは、研究環境が改善されたということで喜ばしいことである。ただまだ機構内外との交流、特に国際交流が不十分であるとの指摘があった。センターが真に国際的評価を得るためには、科学的成果を挙げるとともに、積極的な国際交流が必要であろう。またセンターは人材育成の面でもインキュベーターの役割を期待されている。本中期計画では若手研究者の育成について一定の成果が得られた。ただその育った人材をどう外へ出してゆくかについてはあまりはっきりしていない。これも今後の課題である。

2. 先端基礎研究・評価委員会の構成

本委員会は平成 18 年 1 月 1 日に設置され、以下の 12 名の委員により構成されている。(平成 21 年 7 月 1 日より故井口道生氏を除く 11 名)

委員長	市川 行和	独立行政法人宇宙航空研究開発機構 名誉教授
	井口 道生	米国アルゴンヌ国立研究所 名誉主任研究員 (平成 21 年 3 月 31 日まで)
委員 (五十音順)	安斎 昭夫	株式会社古賀総研 嘱託
	榎 敏明	東京工業大学大学院理工学研究科 教授
	菊池 龍三郎	茨城大学 名誉教授
	北原 和夫	国際基督教大学教養学部 教授
	小林 克己	高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所 准教授
	後藤 俊夫	中部大学 副学長
	田川 精一	大阪大学産業科学研究所 特任教授
	福山 秀敏	東京理科大学理学部応用物理学科 教授
	村井 眞二	国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学 理事・副学長
	本林 透	独立行政法人理化学研究所 仁科加速器研究センター 主任研究員

(所属、職位は平成 22 年 3 月 31 日現在)

3. 審議経過

- (1) 第1回委員会開催：平成18年2月17日
 - ・先端基礎研究・評価委員会の役割と本機構における位置付けについての説明
 - ・評価方法についての議論と評価方法の決定
 - ・研究課題内容の説明と意見交換
- (2) 先端基礎研究・評価委員会井口委員長と面談：平成18年9月13日
 - ・本機構（新センター）発足後1年間の研究成果及び課題についての説明と意見交換
- (3) 第2回委員会開催（中間評価）：平成19年11月12日～11月14日
 - ・先端基礎研究センターにおける運営及び研究成果の報告と意見交換
 - ・各委員による研究現場訪問・個別質疑
 - ・評価内容の検討
 - ・中間評価結果の答申（平成20年3月4日）
- (4) 第3回委員会開催（事前評価）：平成21年2月19日～2月20日
 - ・先端基礎研究センターにおける運営及び研究成果の報告と意見交換
 - ・センター研究員による研究トピックスの報告及び質疑応答
 - ・評価内容の検討
 - ・事前評価結果の答申（平成21年3月31日）
- (5) 第4回委員会開催（事後評価）：平成22年2月17日～2月18日
 - ・先端基礎研究センターにおける運営及び研究成果の報告と意見交換
 - ・グループリーダーによる研究成果の報告及び質疑応答
 - ・評価内容の検討
 - ・事後評価結果の答申（平成22年3月25日）

4. 評価方法

以下の評価作業手順及び評価項目に従い、先端基礎研究センターより提出された平成17年10月から平成22年2月までの先端基礎研究センターの運営及び先端基礎研究の実施に関する説明資料を検討するとともに、先端基礎研究センター長及び各研究グループリーダーに対するヒアリングを行った。

(1) 評価作業手順

- ① 評価方法、評価基準についての議論
- ② 先端基礎研究センターの運営についての質疑・応答
- ③ 各研究グループの研究成果について各研究グループリーダーによる口頭発表と質疑・応答
- ④ 提出資料及び口頭発表に基づき、評価意見の整理
- ⑤ 答申書の取り纏め方針の検討

(2) 評価項目

1) 先端基礎研究センター

センターの運営（組織、運営、人材育成、広報、機構内外との交流、国際交流）について評価。

2) 先端基礎研究の実施（8研究グループ）

以下の8研究テーマに関して、研究成果及び波及効果の評価、さらに総合評価を実施する。総合評価は研究成果及び波及効果の他、人材育成への貢献、外部資金の獲得実績などを総合的に勘案して行う。

- ・ 極限重原子核研究グループ（極限重原子核の殻構造と反応特性の解明）
- ・ 超重元素核化学研究グループ（核化学的手法による超重元素の価電子状態の解明）
- ・ アクチノイド化合物磁性・超伝導研究グループ（アクチノイド化合物における磁性・超伝導の解明）
- ・ 極限環境場物質探索グループ（極限環境下における固体の原子制御と新奇物質の探索）
- ・ 陽電子ビーム物性研究グループ（高輝度陽電子ビームによる最表面超構造の動的過程の解明）
- ・ 強相関超分子研究グループ（強相関超分子系の構築と階層間情報伝達機構の解明）
- ・ 重元素生物地球化学研究グループ（刺激因子との相互作用解析による生命応答ダイナミックスの解明）

- ・放射線作用基礎過程研究グループ（放射線作用基礎過程の研究）

（３）評価の基準

１）先端基礎研究センター

評価される点、改善すべき点、今後への期待について、評価意見をまとめる。

２）先端基礎研究の実施（８研究グループ）

センタービジョンに基づき、将来の原子力科学の萌芽となる未踏分野の開拓を進めたか、世界トップレベルの研究が行われたか、を評価の視点とし、５段階評価を実施する。

５点：極めて優れている。

４点：優れている。

３点：普通である。

２点：やや劣っている。

１点：劣っている。

（４）評価対象期間：

平成 17 年 10 月より平成 22 年 2 月

事後評価スケジュール

第1日目 平成22年2月17日(水)

11:00～11:20 センター長挨拶
諮問事項の説明

事後評価委員会 司会(委員長)

11:20～11:30 委員長挨拶

11:30～12:30 センター運営について
説明(中間評価での指摘事項、措置の現状) 30分
質疑応答 30分

各研究グループの成果報告 (発表20分+質疑30分)

13:30～14:20 極限重原子核研究グループ
14:20～15:10 超重元素核化学研究グループ
15:10～16:00 アクチノイド化合物磁性・超伝導研究グループ
16:15～17:05 極限環境場物質探索グループ
17:05～17:55 強相関超分子研究グループ

第2日目 平成22年2月18日(木)

9:30～10:00 前日の議論のまとめ、質疑等

各研究グループ成果報告 (発表20分+質疑30分)

10:00～10:50 陽電子ビーム物性研究グループ
10:50～11:40 重元素生物地球化学研究グループ
11:40～12:30 放射線作用基礎過程研究グループ

13:30～15:00 議論のまとめ、質疑等

- ・議論のまとめ
- ・報告書の作成について

5. 評価結果（答申書）

平成 22 年 3 月 25 日

独立行政法人 日本原子力研究開発機構
理事長 岡崎 俊雄 殿

研究開発・評価委員会
（先端基礎研究・評価委員会）
委員長 市川 行和

研究開発課題の評価結果について（答申）

当委員会に諮問〔2 1 原機（先）0 4 3〕のあった下記の研究開発課題の事後評価について、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「先端基礎研究」

以上

This is a blank page.

(別紙)

先端基礎研究・評価委員会報告書
「先端基礎研究」の評価結果（事後評価）

This is a blank page.

事後評価報告書

要旨

日本原子力研究開発機構（以下、機構とする）先端基礎研究センター（以下、センターとする）の第1期中期計画（平成17年10月から平成22年3月まで）における活動を評価した結果をここにまとめる。センターの活動については平成19年11月に中間評価がおこなわれたが、本報告はそれを踏まえたものである。

本中期計画では以下の8テーマの研究が実施された。

- 極限重原子核の殻構造と反応特性の解明
- 核化学的手法による超重元素の価電子状態の解明
- アクチノイド化合物における磁性・超伝導の解明
- 極限環境下における固体の原子制御と新奇物質の探索
- 高輝度陽電子ビームによる最表面超構造の動的過程の解明
- 強相関超分子系の構築と階層間情報伝達機構の解明
- 刺激因子との相互作用解析による生命応答ダイナミックスの解明
- 放射線作用基礎過程の研究

これらのうち、超重原子核生成の機構の解明、超重元素の化学的研究、アクチノイド物質の物性の解明、などで世界的にトップレベルの成果が得られている。特にこれらは機構の特徴を生かした機構ならではの研究である。また、中性子超小角散乱装置や高性能陽電子マイクロビームなど世界最先端の実験装置が完成した。これらを含めて上記全てのテーマで原子力科学の先端的基礎研究の「芽」が育った。その意味で本中期計画の目標「将来の原子力科学の萌芽となる未踏分野の開拓を進め、新原理、新現象の発見、新物質の創生、新技術の創出を目指した先端基礎研究を行う」は達成されたと思われる。ただこれらの「芽」を今後どのようにして「花」や「実」に育てるかはかならずしも明確でなく今後の課題である。センターの運営については、中間評価において様々な問題点が指摘された。その後それらのほとんどで問題解決の努力がなされ、実際改善のきざしがみえてきている。これは、研究環境が改善されたということだけでなく、「評価」が正しく機能したという意味でも喜ばしいことである。ただまだ機構内外との交流、特に国際交流が不十分であるとの指摘があった。センターが真に国際的評価を得るためには、科学的成果を挙げるとともに、積極的な国際交流が必要であろう。またセンターは人材育成の面でもインキュベーターの役割を期待されている。本中期計画では若手研究者の育成について一定の成果が得られた。ただその育った人材をどう外へ出してゆくかについてはあまりはつきりしていない。これも今後の課題である。

1. はじめに

日本原子力研究開発機構（以下、「機構」と略記する）の事業のうち、原子力に関連する基礎科学の最先端を開拓することを目的として設置された機関が先端基礎研究センター（以下、「センター」と略記する）である。ここでは、第1期中期計画（平成17年10月から平成22年3月まで）におけるセンターの活動を評価した結果を報告する。センターの活動については平成19年11月に中間評価が行われたが、本報告はそれを踏まえたものである。

評価は、センターが準備した資料および平成22年2月17－18日に開催された委員会における各グループおよびセンター長からの報告に基づき、同委員会での審議を経て行われた。研究が実行された8テーマについては、テーマごとに評価がなされた（第4節）。その際、「研究成果」「波及効果」「総合評価」についてそれぞれ5段階評価で評価点がつけられた。この内「研究成果」については自明であるが、「波及効果」については多少注意を要する。そもそも基礎科学の多くは初めから波及効果を期待しない。また波及効果があっても5年、10年という長期の期間を経て現れることもまれではない。このことを頭において「波及効果」の評点を扱ってほしい。さらに、研究成果や波及効果のほかに研究活動全体について評価し、「総合評価」とした。センターの運営については6項目に分けて評価を行った（第3節）。これは「中間評価」の結果との対比を容易にするためである。最後に研究グループおよびセンターの運営についての個別の評価を踏まえて、センターの事業全体について総合的に評価したものをまとめている（第2節）。

2. 総合評価

まず全体として中期計画の目標（将来の原子力科学の萌芽となる未踏分野の開拓を進め、新原理、新現象の発見、新物質の創生、新技術の創出を目指した先端基礎研究を行う）は達成されたと思われる。詳細は後述の研究評価に譲るが、いくつかのグループで世界的にトップレベルの研究成果が得られた。またトップレベルの先端の実験装置がいくつか完成し、広く応用に供されることが期待されている。ただ得られた研究成果の多くは当初設定した先端的テーマの「芽」であるに過ぎない。その意味で、研究の多くが小粒であるとの印象を多数の委員がもった。問題は「芽」をいかにして「花」や「実」に育てるかであり、その道筋についての具体的な方針があまりはっきりしていない。また開発された技術や装置の活用についても指針ができていないように思われる。これらは今後センターや機構で十分に検討してほしいことの一つである。運営、人材育成、

広報、機構内外との交流、国際交流などについては、「中間評価」で指摘されたさまざまな問題を解決する努力がなされ、実際に改善のきざしがみえてきていることは評価に値する。ただまだ **visibility**（機構の中でも）が少ないという意見があった。特に国際的な役割をセンターが十分に果たしていない。これには研究の質の問題とセンターの運営の問題がある。真に国際レベルの研究成果を出すことが第一であるが、それだけでなくそれを広く宣伝すること、そのために積極的な研究者の交流を行うことが必要である。要は、国外の研究者が競って共同研究を申し込んでくるような環境を作ることである。その方向で今後も一層努力してほしい。センターは人材についてもインキュベーターとなることを目標としている。確かに若い研究者を育てる点では一定の成果を挙げたとおもわれるが、それをどのようにして外へ出すかについてはあまりはっきりした方針がないようである。その意味でインキュベーターとしての機能は十分には発揮されていないと思われる。これも今後の課題である。最後に、本報告書が今後のセンターおよび機構の運営に十分役立てられることが評価委員一同の願いであることを申し添えておきたい。

3. 先端基礎研究センターの運営

（１）組織

評価される点

現在の組織は大枠として妥当と思われる。特に、「中間評価」で指摘された開発拠点（タンデム加速器施設）との調整について問題解決の努力が払われたことは評価できる。

改善を要する点・今後への期待

今後も引き続き、研究手段を擁する施設と研究グループの間に意志の疎通が十分に図られるよう努力してほしい。タンデム加速器施設については、単なる連絡にとどまらず研究戦略についても協議するような場が望まれる。

（２）運営

評価される点

センター長などセンターのトップと研究者の間に十分な議論があって研究が進められているように見受けられる。また「中間評価」で指摘された事務手続きに関する様々な問題が改善に向かっており、その状況が当委員会にきちんと報告された。これは「評価」が形式で終わることなく正しく機能したことを意味し、評価委員として満足している。

改善を要する点・今後への期待

組織の活性化のためには絶えず新しい刺激が必要である。研究上あるいは運営面での問題について、若手研究者の意見を積極的に汲み上げるなど、一層の工夫が望まれる。

(3) 人材育成

評価される点

博士研究員などにより若手研究者を多数受け入れる努力がなされており、人材育成には一定の貢献がみとめられる。特に、茨城大学理学部等との連携は広い意味での人材育成に貢献する。なお、裁量労働制が実現しつつあることは評価できる。

改善を要する点・今後への期待

センターを巣立っていった人たちがどのようなところで役立っているのかあまりはつきりしない。また正規の研究者について外部との人事交流があまりみられない。

(4) 広報

評価される点

「基礎科学ノート」は広報として成果をあげている。

改善を要する点・今後への期待

今後一般の人へ向けてセンターの存在意義をアピールするような広報が是非必要となる。

それも含めて、「基礎科学ノート」の編集体制の一層の充実を望みたい。

(5) 機構内外との交流

評価される点

共同研究はおおむね活発に行われている。研究者が、広く関連する領域へ出て行ける環境が整いつつあり、また実際にそのような例が増えている。

改善を要する点・今後への期待

原子力という特殊性によるのか、まだ全体として閉じた組織との印象をもつ委員も少なくない。今後一層、研究集会への参加や学会活動など、積極的に交流を促進する必要がある。なお、機構内でのセンターの存在意義を高める努力も必要であるとの意見があった。

(6) 国際交流

評価される点

外国人研究者を受け入れやすくする努力がなされ、一定の成果をあげている。

改善を要する点・今後への期待

外国人研究者の長期滞在が少ないように見受けられる。それに関連して、外国人研究者の生活環境の改善を進めてほしい。これは地域の問題でもあるので、機構全体として努力してほしい。

4. 研究グループ

(1) 極限重原子核研究グループ

研究成果 評点 4.4

超重原子核生成の機構（変形核による融合機構など）を実験・理論の両面から明らかにした。その成果のいくつかは世界的レベルにあると評価される。特に中間評価以後、論文数や招待講演数が増えたことは満足すべきことである。

波及効果 評点 4.0

まず、原子核物理、天体物理への基礎データの提供としての貢献があげられる。これらのデータはどこでも得られるというのではなく、貴重な貢献である。また、代理反応の検証へ向けての基礎研究としても重要である。

総合評価 評点 4.2

本グループは極限領域の原子核について基礎的な研究を行っており、機構の特質を生かした、機構における基礎研究の柱ともなるべきものである。人材育成や周辺との交流にも積極的である。

(2) 超重元素核化学研究グループ

研究成果 評点 4.5

超重元素の化学的研究であり、元素の周期表を構築する基本的な研究である。たとえば、 $Z = 104, 105$ 元素の水溶液中でのフッ化物錯体形成を調べ同属元素と比較した。きわめて生成率の少ないしかも短寿命の原子について化学操作をするという挑戦的な研究課題をこなした。本機構でしかできない研究で、世界的にユニークな研究機関としての役割を果たしている。

波及効果 評点 3.4

機構でしかできない特殊な研究であるが、核化学の分野には重要な貢献をしている。

総合評価 評点 4.0

チャレンジングな研究であるだけに、シンプルで分かりやすい。実験技術の水準は高く、信頼性がある。ただ、小さなグループなので、孤立している感がある。原子核の生成は機構でしかできなくても、解析法の開発や理論的サポートは広く協力を求められるのではないか。その方向での努力が必要であろう。

(3) アクチノイド化合物磁性・超伝導研究グループ

研究成果 評点 4.1

アクチノイド物質の特性を理解するために、新物質の合成やいくつかの化合物について磁性や超伝導の解明を行った。5f 電子の特異性について系統的理解への第一歩となる成果が得られた。新物質の創製、先端的解析手段 (NMR, μ SR, 中性子ビームの利用など)、理論的研究の3方向から多面的に研究が進められている。国際的にも関連分野をリードしている。

波及効果 評点 3.6

広くアクチノイド物質の科学に貢献することが期待されている。

総合評価 評点 3.7

物質創製、測定分析、理論の3グループがそれぞれに成果を挙げているが、それらの間の連携が希薄なように見える。また研究の目標が広く漠然としている。3グループが緊密に連携して的確な研究をすれば、一層ユニークな成果を挙げられるのではないだろうか。

(4) 極限環境場物質探索グループ

研究成果 評点 3.6

超重力場により固体中の原子の沈降が生じることを見出した。これは新しい同位体分離の手法につながるものとして興味深い。クラスターイオンと固体の衝突および分子スピントロニクスについても研究が進展した。

波及効果 評点 3.5

重力場を用いた固体中の同位体分離についてはすでに応用の方向で試作が始ま

っている。ただし、現実にはどこまで可能かは未知数である。

総合評価 評点 3.1

三つの独立な研究が平行して進められており、お互いの関連性が認められない。この点は中間評価の際に指摘され、指導者の努力で連携が図られるよう要望されたが、その方向の成果はみとめられなかった。それぞれの研究は新しい領域を開くものであり、一定の成果が得られているが、連携による真に斬新な成果が得られなかったことは残念である。

(5) 強相関超分子研究グループ

研究成果 評点 4.1

研究用原子炉 JRR3 を用いた、ビーム収束とスピン偏極の機能をもつ中性子小角散乱装置を完成させた。これは世界でトップレベルの装置であり高く評価できる。これにより分子（ナノメートル）から生体細胞（マイクロメートル）までを一度に観察できる。

波及効果 評点 4.1

完成した中性子小角散乱装置は今後材料や生体系の研究などに応用され、広い波及効果が期待される。

総合評価 評点 3.9

機構の資源を生かした研究である。ただ装置の建設に重点が置かれたため、科学的成果は十分ではない。特に当初の目標であった生体系そのものの研究はまだ緒についたばかりである。

(6) 重元素生物地球化学研究グループ

研究成果 評点 3.3

地中での重元素の移動・濃集に微生物が関与していることを解明する研究の第一歩として、微生物による重元素の吸着機構について新しい知見（タンパク質によるアクチノイドの化学状態の変化、など）が得られた。

波及効果 評点 2.9

原子力廃棄物の処理や環境科学への貢献が期待されるが、真にその方向へ進むかどうかはまだ不確定である。

総合評価 評点 3.2

独自の研究であり、原子力科学の基礎としてまた地球化学の研究として意義のある研究である。しかし、新しい分野を開拓する意欲は評価できるが、その戦略や学問的な基盤については不明の点が多い。着目した問題についての説明は進んでいるが、そこから先、「重元素生物地球化学」をどのように展開するのかについてしっかりした展望がほしい。

(7) 陽電子ビーム物性研究グループ

研究成果 評点 4.1

陽電子を用いた新しい表面解析手法の開発。応用例としてシリコン表面の超構造の解明等を行った。また、世界トップレベルの高性能陽電子マイクロビーム（直径 1.9 ミクロン）を完成した。

波及効果 評点 4.0

陽電子を用いて高精度の物性研究ができることを実証したことは、物性研究の新しい手法として波及効果が期待される。またマイクロビームは材料研究（たとえば、原子力材料の評価）や半導体界面の研究等に広く応用されるであろう。

総合評価 評点 4.1

技術開発の面では高く評価できるが、科学的な研究についてはそれほど画期的な成果（世界をリードするような研究）があがっていないのではないかと。たとえば国際会議の招待講演数が少ない。

(8) 放射線作用基礎過程研究グループ

研究成果 評点 3.6

超臨界流体の放射線作用（特に、溶媒和電子の振る舞い）、および放射光やイオンビームによるDNA損傷の研究において、新しい知見を得た。前者では、高時間分解能パルスラジオリシス法を開発し、臨界水中の水和電子の時間挙動を詳しく調べた。

波及効果 評点 3.3

広い意味での放射線作用の基礎過程の研究に貢献する。ただし、いずれも広汎な分野であり、得られた知見はその一部に過ぎない。

総合評価 評点 3.4

二つの研究がほぼ独立にしかも異なる場所で行われた。相互の連携は外からみた限りではあまり見受けられない。しかもパルスラジオリシスによる研究は東大で行われ、センターの寄与についてはかならずしも明確でない。しかし、放射線作用の基礎研究は原子力科学の基礎としてはきわめて重要な研究であり、センターで行うにはふさわしいものである。当初の目標をもっと明確にしてしぼった研究を進めるべきではなかったか。

This is a blank page.

参考資料

- 参考資料 1 研究開発課題の事後評価について（諮問）
- 参考資料 2 事後評価資料*
- 参考資料 3 事後評価報告書の概要と原子力機構の措置

*添付 CD-ROM に収録

This is a blank page.

参考資料 1

研究開発課題の事後評価について（諮問）

This is a blank page.

2 1 原 機 (先) 0 4 3
平 成 2 2 年 1 月 1 5 日

研究開発・評価委員会
(先端基礎研究・評価委員会)
委員長 市川 行和 殿

独立行政法人 日本原子力研究開発機構
理事長 岡崎 俊雄

研究開発課題の事後評価について (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いたします。

〔諮問事項〕

「先端基礎研究」に関する事後評価

以 上

This is a blank page.

参考資料 2

事後評価資料

This is a blank page.

先端基礎研究センター事後評価資料目次
(添付 CD-ROM に収録)

事後評価資料

1 : 組織

- 1) 機構組織体制図
- 2) 先端基礎研究センターの組織
- 3) 先端基礎研究センター人員配置表※

2 : 先端基礎研究センターの運営

3 : センター運営予算

- 1) 先端基礎研究センター予算の推移 (概算予算、実施予算)
- 2) 機構内競争的研究資金 (萌芽研究、連携融合研究、マッチング研究)
- 3) 外部競争的研究資金 (科学研究費補助金、その他受託研究)

4 : 研究活動

- 1) 投稿論文数 (年度毎)
- 2) 国際会議招待講演数 (合計)
- 3) 受賞状況 (年度毎所外、所内)
- 4) プレス発表
- 5) 特許
- 6) 共同研究

5 : 人材育成

- 1) 連携大学院、非常勤講師派遣 (年度毎、派遣先、氏名)
- 2) 博士研究員受け入れ (年度毎) ※
- 3) 博士研究員の就職状況 (年度毎)
- 4) 学生実習生、連携大学院方式学生研究生、夏期休暇実習生、特別研究生受け入れ
(項目ごとに年度合計数、受け入れた大学名) ※
- 5) 留学 (原子力留学、私費留学、日本学術振興会)
- 6) 海外からの研究員受け入れ (短期受け入れ含む)
- 7) 海外出張 (年度毎)

6 : 社会への貢献

- 1) 学会活動 (編集委員、評議委員、理事 : 学会名と任期)

- 2) 国際貢献（国際協定、派遣協定）

7：新テーマ育成

- 1) 黎明研究（年度毎）
- 2) 萌芽研究（年度毎）

研究グループの事後評価資料

1. 極限重原子核研究グループ
2. 超重元素核化学研究グループ
3. アクチノイド化合物磁性・超伝導研究グループ
4. 極限環境場物質探索グループ
5. 陽電子ビーム物性研究グループ
6. 強相関超分子研究グループ
7. 重元素生物地球化学研究グループ
8. 放射線作用基礎過程研究グループ

研究成果リスト

1. 極限重原子核研究グループ
2. 超重元素核化学研究グループ
3. アクチノイド化合物磁性・超伝導研究グループ
4. 極限環境場物質探索グループ
5. 陽電子ビーム物性研究グループ
6. 強相関超分子研究グループ
7. 重元素生物地球化学研究グループ
8. 放射線作用基礎過程研究グループ

※個人情報を含む資料であるため、CD-ROM に収録しないこととする。

参考資料 3

事後評価報告書の概要と原子力機構の措置

This is a blank page.

事後評価報告書の概要と日本原子力研究開発機構の措置

第二期中期計画に向けた期待・課題	措 置
第一期中期計画期間における原子力科学の先端的基礎研究の「芽」をどのようにして「花」や「実」に育てるか (p. 11)	第一期中期目標期間にて育まれた優れた研究成果については、当該テーマを推進するに相応しい実施主体を見極め、先端基礎研究センターや量子ビーム応用研究部門等において継続して取組むこととした。
国際的評価を得るためには、さらなるセンターの国際化が必要 (p. 11)	グローバルリーダーへの外国人の登用、黎明研究の国際公募、先端基礎研究・評価委員会委員への外国人の委嘱、外国人を含むアドバイザーの設置、外国人研究者の積極的な招聘、国際ワークショップの開催などにより、国際化を図る。
育成された人材の外部への活用 (p. 11)	育成された人材の国内外でのさらなる発展を目指すため、外部機関との情報交換や研究協力の強化に努め、当該人材の活躍先の開拓に積極的に関与する。

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
物質モル	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 基本単位	
	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
比透磁率 ^(b)	(数字の)	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	ジーメンズ	S	A/V	m ⁻² kg ⁻¹ s ³ A ²
磁束	ウェーバ	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
セルシウス度 ^(e)	セルシウス度 ^(e)	°C		K
光強度	ルーメン	lm		cd sr ^(c)
放射線量の放射能 ^(f)	ルクス	lx	lm/m ²	m ⁻² cd
吸収線量, ビエエネルギー分与, カーマ	ベクレル ^(d)	Bq		s ⁻¹
	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付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, ビエントロピー	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 sA
表面電荷	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² sA
電束密度, 電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² sA
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 sA
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 ³ 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	接頭語	記号	乗数	接頭語	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/10800) rad
秒	″	1″=(1/60)′=(π/648000) rad
ヘクタール	ha	1 ha=1 hm ² =10 ⁴ m ²
リットル	L, l	1 L=1 l=1 dm ³ =10 ³ cm 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=0.1 MPa=100 kPa=10 ⁵ Pa
水銀柱ミリメートル	mmHg	1 mmHg=133.322 Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1 nm=100 pm=10 ⁻¹⁰ m
海里	M	1 M=1852 m
バイン	b	1 b=100 fm 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。
ベベル	B	
デジベル	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
ボアズ	P	1 P=1 dyn s cm ⁻² =0.1 Pa s
ストークス	St	1 St=1 cm ² s ⁻¹ =10 ⁻⁴ m ² s ⁻¹
スチルブ	sb	1 sb=1 cd cm ⁻² =10 ⁻⁴ cd m ⁻²
フォトル	ph	1 ph=1 cd sr cm ⁻² 10 ⁴ lx
ガール	Gal	1 Gal=1 cm s ⁻² =10 ⁻² ms ⁻²
マクスウェル	Mx	1 Mx=1 G cm ² =10 ⁻⁸ Wb
ガウス	G	1 G=1 Mx cm ⁻² =10 ⁻⁴ T
エルステッド ^(c)	Oe	1 Oe ≐ (10 ³ /4π) A m ⁻¹

(c) 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=1 cGy=10 ⁻² Gy
レム	rem	1 rem=1 cSv=10 ⁻² Sv
ガンマ	γ	1 γ=1 nT=10 ⁻⁹ T
フエルミ	f	1 フエルミ=1 fm=10 ⁻¹⁵ m
メートル系カラット		1メートル系カラット = 200 mg = 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	cal	1 cal=4.1858 J (「15°C」カロリー), 4.1868 J (「IT」カロリー) 4.184 J (「熱化学」カロリー)
ミクロン	μ	1 μ =1 μm=10 ⁻⁶ m

