



平成19年度 研究開発・評価報告書
評価課題「先端基礎研究」(中間評価)

Assessment Report of Research and Development Activities
Activity: "Advanced Science Research" (Interim Report)

先端基礎研究センター
Advanced Science Research Center

JAEA-Evaluation

August 2008

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

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, 2008

平成 19 年度 研究開発・評価報告書
評価課題「先端基礎研究」(中間評価)

日本原子力研究開発機構
先端基礎研究センター

(2008 年 7 月 7 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 19 年 6 月 29 日に先端基礎研究センターに関する中間評価を先端基礎研究・評価委員会に諮問した。(45 ページ「研究開発課題の中間評価について(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 19 年 9 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、さらに研究現場訪問による研究員からの聞き取り調査を実施した。

本報告書は、先端基礎研究・評価委員会より提出された中間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” (Interim Report)

Advanced Science Research Center

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

(Received July 7, 2008)

Japan Atomic Energy Agency (hereinafter referred to as “JAEA”) consults an assessment committee, “Evaluation Committee of Research Activities for Advanced Science Research” (hereinafter referred to as “Committee”) for interim 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 of the Advanced Science Research Center (hereinafter referred to as “ASRC”) during the period of two years from October 2005 to September 2007. The Committee evaluated the management and research activities of the ASRC based on the explanatory documents prepared by the ASRC, the oral presentations with questions-and-answers by the Director and the research group leaders, and interviews from group members through on-site visits by the Committee members.

Keywords: Advanced Science Research

This evaluation report presents the result of third-party evaluation conducted based on “General Guideline for Evaluation of Government R&D Activities” by Japanese Cabinet Office, etc.

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）	41

Contents

1. Outline	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)	41

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中間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 19 年 9 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、さらに研究現場訪問による研究員からの聞き取り調査を実施した。

その結果、本委員会は諮問された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ついて、現在特に大きな問題はなく、おおむね順調に進んでいると評価した。センター長は運営の基本方針をセンタービジョンという形で明示し、強い意志と優れた指導力を発揮して、その実現に努力している。組織、管理、および事務手続きの一部で、合理化、効率化、機動化が行われれば、研究成果の拡大に資するであろう。大学や他の研究機関との協力、提携、および外部との人事交流が行われていることは認められるが、今後さらに積極的に進めることが望ましい。研究の内容は、センタービジョンに相応しいものばかりではないが、将来の大きな成果につながる芽が多く見られる。現在の活動の範囲は純粋な基礎科学に留まっておらず、材料工学などへの応用に繋がっているところもある。しかし学会などでの評価あるいは *visibility* の向上のために、これからの努力が期待される。

なお、報告書の冒頭の「要旨」は、英文ならば **Executive Summary** と題されるもので、先端基礎研究センターを事業と見てこれに関する意思決定に当たっての迅速な参照に資するために書かれている。

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 名の委員から構成されている。

委員長	井口 道生	米国アルゴンヌ国立研究所名誉主任研究員
委員	安斎 昭夫	日立情報通信エンジニアリング（株）技師長
（五十音順）	市川 行和	独立行政法人宇宙航空研究開発機構名誉教授
	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	茨城大学学長
	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	独立行政法人科学技術振興機構 イノベーションプラザ大阪館長
	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

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：平成19年11月12日から11月14日まで
 - ・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
- (4) 評価結果（答申書）のまとめ（平成19年11月から平成20年2月末まで）
上記の審議結果に基づき、委員長が評価結果を取り纏め、各委員の了承を得て答申書とした。
- (5) 答申：平成20年3月4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 19 年 9 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。さらに、各グループの研究現場を訪問し、直接研究員から聞き取り調査を行った。

(1) 評価作業手順

- ① 評価方法について議論及び評価委員の主に担当する研究グループの決定
- 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 研究現場訪問による研究者へのヒアリング
- ⑤ 提出資料及びヒアリングに基づき、評価意見の整理
- ⑥ 評価意見に基づいて、先端基礎研究センター長への個別ヒアリング
- ⑦ 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

組織、センターの運営、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)

以下の各研究グループの研究予算、研究活動、機構内外との連携、国際交流について評価。

- ・ 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) 評価対象期間：
平成 17 年 10 月より平成 19 年 9 月末

中間評価スケジュール

第1日目 平成19年11月12日(月)

14:00~16:15 (場所: 先端基礎研究交流棟 第1センター会議室)

- ・先端基礎研究・評価委員会について
- ・先端基礎研究センター全体説明および質疑応答 (30分説明+30分質疑応答)
- ・現場訪問について

16:15~17:45 (場所: 先端基礎研究交流棟 大会議室)

各研究グループの報告 (20分説明+25分質疑応答)

- ・極限環境場物質探索グループ (前田グループリーダー)

16:30~17:15

- ・重元素生物地球化学研究グループ (大貫グループリーダー)

17:15~18:00

第2日目 平成19年11月13日(火)

9:00~12:15 (場所: 先端基礎研究交流棟 大会議室)

各研究グループの報告 (20分説明+25分質疑応答)

- ・極限重原子核研究グループ (宮武グループリーダー)

9:00~9:45

- ・超重元素核化学研究グループ (永目グループリーダー)

9:45~10:30

- ・アクチノイド化合物磁性・超伝導研究グループ (芳賀グループリーダー)

10:45~11:30

- ・放射線作用基礎過程研究グループ (勝村グループリーダー)

11:30~12:15

12:45~13:15 J-PARC 見学

13:30~15:00 (場所: 先端基礎研究交流棟 大会議室)

研究グループの報告 (20分説明+25分質疑)

- ・強相関超分子研究グループ (橋本グループリーダー)

13:15~14:00

- ・陽電子ビーム物性研究グループ (河裾グループリーダー)

14:00~14:45

15:30~18:00 (場所: 各居室、実験室等)

現場訪問 (委員が研究現場に出向いて、聞き取り調査)

18:30~20:30

懇親会 (情報交換会)

(グループリーダー、サブリーダー出席、グループ員は必要に応じて出席)

第3日目 11月14日(水)

9:00~12:00 (場所: 先端基礎研究交流棟 第1センター会議室)

- ・報告書の取りまとめ方針の検討
- ・先端基礎研究センター長に対する個別面談

5. 評価結果（答申書）

平成 20 年 3 月 4 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 井口 道生

研究開発課題の評価結果について（答申）

当委員会に諮問〔19原機（先）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「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（中間評価）

This is a blank page.

先端基礎研究・評価委員会の概要

(委員会の構成)

委員長	井口 道生	米国アルゴンヌ国立研究所名誉主任研究員
委員	安齋 昭夫	日立情報通信エンジニアリング(株) 技師長
(五十音順)	市川 行和	独立行政法人宇宙航空研究開発機構名誉教授
	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	茨城大学学長
	北原 和夫	国際基督教大学教養学部教授
	後藤 俊夫	中部大学副学長
	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
	田川 精一	大阪大学産業科学研究所教授
	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	独立行政法人科学技術振興機構 イノベーションプラザ大阪館長
	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

(審議の経過)

- (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：平成19年11月12日から11月14日まで
 - ・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
- (4) 評価結果（答申書）のまとめ（平成19年11月から平成20年2月末まで）
上記の審議結果に基づき、委員長が評価結果を取り纏め、各委員の了承を得て答申書とした。
- (5) 答申：平成20年3月4日

目次

(0) 要旨	13
(1) 先端基礎研究センターの運営	15
1-1 組織	15
1-2 運営	16
1-3 人材育成	19
1-4 広報	20
1-5 機構内外との交流	21
1-6 国際交流	21
1-7 総合評価	22
(2) 先端基礎研究の実施	24
2-1 極限重原子核研究グループ (宮武グループ)	24
2-2 超重元素核化学研究グループ (永目グループ)	26
2-3 アクチノイド化合物磁性・超伝導研究グループ (芳賀グループ)	28
2-4 極限環境場物質探索グループ (前田グループ)	30
2-5 強相関超分子研究グループ (橋本グループ)	32
2-6 重元素生物地球化学研究グループ (大貫グループ)	34
2-7 陽電子ビーム物性研究グループ (河裾グループ)	36
2-8 放射線作用基礎過程研究グループ (勝村グループ)	38

先端基礎研究・評価委員会 報告書

(0) 要旨

日本原子力研究開発機構（以下「機構」と略記することがある）が担当する広範な事業のうち、原子力に関連する基礎科学の最先端を開拓する目的で設けた機関が、先端基礎研究センター（以下「センター」と略記することがある）である。平成 19 年 11 月 12 日～14 日に行われた、センターの活動状況の中間評価の結果を、ここに取りまとめる。

研究者個人の創意と自由な発想を重んじなければできない科学の研究を、国家的に重要な使命を担う機構の中で推進するには、優れた見識と格別の努力を必要とする。幸いにも、現在の運営、研究とも特に大きな問題はなく、おおむね順調に進んでいると思われる。運営の面では、センター長が基本方針をセンタービジョンという形で明確にして、強い意志と優れた指導力とを発揮してその実現に努力していることは、極めて高く評価できる。組織、管理、および事務手続きには、様々な面で合理化、効率化、機動化が必要である。開かれた組織として人事交流などを積極的に進めることが望ましい。大学および企業の研究機関との連携・協力関係の一層の展開を期待したい。人材育成や広報への努力は認められるが、改善の余地もある。

研究の内容は、歴史的な事情や施設の制約などで必ずしもビジョンに相応しい状態にあるものばかりではないが、将来の大きな成果につながる芽が多く認められる。すでに現在の活動の範囲は純粋基礎科学に留まっておらず、材料工学等の工学に繋がっているところもある。さらに先端基礎科学の応用研究への拡がりを期待したい。しかし、学会など機構外での評価あるいは visibility は、予算規模に見合ったほどには得られていないと思われるので、今後の努力が期待される。センターが文字通り先端的な研究で成功するためには、常に新しい知識と意識を取り込む必要がある。

この際、機構の中でのセンターの位置づけと役割をさらに明確にし、機構内の連携を強化・推進するための方策について広く意見を求めながら、将来計画を立てることを期待する。

センターが八つの課題領域を選び、それらに対応するグループを置いて研究を推進していることは、現時点では妥当であると判断する。ただし、今後各グループの研究の進展状況、科学・技術の発達、および国と社会からの要請に応じて、組織を柔軟に改変していくことも必要である。

極限重原子核研究グループによる、タンデム加速器、超伝導ブースター、短寿命核ビーム実験装置を用いた極限的質量数領域における原子核の構造と反応特性および天体における重元素生成過程に関する実験的、および理論的研究は、高い評価に値する実績を挙げている。近く運転が始まる J-PARC の利用にあたって、適切なテーマの開拓は現在の重要な課題であろう。

超重元素核化学研究グループは、重イオン加速器により合成される超重元素の化学的性質を研究している。特定の元素の生成量が僅少でしかも寿命が短いので、観測す

る対象は単一原子レベルになる。そのために独特の研究方法が使われる。機構でしかできない非常に貴重な仕事をしている。世の中への発信と潜在的な応用分野への波及効果を期待する。

アクチノイド化合物磁性・超伝導研究グループの最近の研究活動には、超高純度単結晶による精度の良い実験があり、一般に 5f 電子系の電子・磁気物性の解明には大きな貢献をしている。国際舞台における visibility はきわめて高く、また国際的な人的交流も活発である。これはわが国では機構においてしか取り扱いのできない物質群の基礎物性に焦点を当てた研究の結果である。J-PARC に関する取り組みとしてミュオン分光器建設が進んでいるのは、時宜にかなっている。

極限環境場物質探索グループは超重力場班、量子ビーム班、分子スピン班の三つのサブグループからなり、研究の内容は独自性が高く、物理としては極めて興味深い。超重力場班は超重力を用いた新物質の作製を目的としている。量子ビーム班の研究は、当面のところ高速クラスターイオン・固体間衝突に伴う近接効果の解明を目指している。分子スピングループは、有機分子—遷移金属複合物質におけるスピン依存電気伝導の解明を中心課題としている。今後、グループリーダーの巧みな指導力のもとに、三つのサブグループの連携と一致した研究目標に向かっての前進が期待される。

強相関超分子研究グループの活動の中心は研究用原子炉からの中性子を利用する、物性の計測・分析の研究である。主な対象は、人工高分子と生体高分子で、専門的には自己組織化した分子集合体、ソフトマターなどと呼ばれる。進んだ構造解析に利用される集光型中性子超小角散乱装置の開発とその利用による研究はセンタービジョンに値する研究として非常に高く評価できる。

重元素生物地球化学研究グループは、微生物による重元素の化学状態変化機構の解明を目的としている。原子力利用と地球環境との関連からみても非常に重要な研究であるが、まだ萌芽的な段階に留まっている。応用面を視野に入れたテーマで豊かな研究費を得ているが、研究実施内容の絞り込みと科学的な内容の強化が必要と思われる。

陽電子ビーム物性研究グループは、陽電子の散乱と消滅という独自の手法を表面の研究に応用し、企業等からも注目される研究成果を出している点は評価できる。陽電子ビームを用いた表面・表層の研究は、従来の技術（たとえば電子ビーム）では不可能であった表面のミクロ構造の観察ができるなど、産業界で現在苦労している表面や界面で起きる諸現象の解明のための強力な手法となる可能性がある。特徴のある装置を開発したことが大きな原動力になっている点も高く評価できる。今後、陽電子の応用研究で常に問題となる本当に定量性のある役立つ成果が系統的に出ることを期待する。

放射線作用基礎過程研究グループの仕事、なかんずく物理化学生物作用に関する基礎研究は機構として重点的に研究すべき重要課題である。センターがこのグループを昨年発足させたのは、賢明な一歩であった。しかし、細胞・分子・電子という異なった階層にまたがるテーマに関して実り多い研究活動を展開するためには、広範な学識と豊かな想像力が必要である。

(1) 先端基礎研究センターの運営

1-1 組織

日本原子力研究開発機構（以下「機構」と略記することがある）は、先端基礎研究センター（以下「センター」と略記することがある）を含む九つの研究開発部門が、研究開発拠点、運営管理部門、事業推進部門による設備管理や総務・資材・財務の支援を受け、軽量で柔軟な組織形態で研究開発を進めるという独自の体制を採用して、平成17年10月から新しい活動を開始した。機構が、原子炉の運転、維持、管理、および研究開発という中心的な役割を担うとともに、先端基礎研究センターを立ち上げ、関連する諸分野の最先端の研究に取り組む組織を造ったことは、旧原研の伝統を部分的に継承しているとはいえ、機構全体に大きな刺激を与えたことは確かである。なかんずく、センターその他の研究部門が研究そのものに専念しやすい環境を整えようという意図は大いに評価できる。

センターが八つの課題領域を選び、それらに対応するグループを設けていることは、現時点では妥当であると判断する。ただし、今後各グループの研究の進展状況、科学・技術の発達、および国と社会からの要請に応じて、組織を柔軟に改変していくことも必要である。

現在の組織は妥当と考えられるけれども、比較的小さな問題点をまず挙げれば、現行のグループ名はいずれも長く、そのなかには分かりにくいものが多い。同じような名前のものであり紛らわしい。グループ名が研究の課題を正確に表現する必要があると決めれば、長いものになることを避けられない。むしろ、グループ名は象徴的ないしは標語的にして、情報伝達の便宜と文書の作成を始め事務の簡素化を図るという立場もある。効率と合理性を重んずれば、この立場になろう。正式名称を変更するのは制度上の困難があるかも知れないが、せめて簡潔なニックネームをつけてほしい。グループリーダー名で呼ぶのも一案であるが、その場合は内容が直ちには把握できない。

機構はマトリックス型の組織を採用しているが、狙い通りに機能しているかどうかは必ずしも明らかでない。（この疑問の一例は、この項（1-1）の最後に論じる、加速器施設に関する問題である。）組織を効果的に機能させるための工夫として、定期的な打合せやセンター会議など、縦軸組織と横軸組織を効果的に組み合わせ機能させる努力がなされており、一応は評価できる。しかし、打ち合わせや会議などが必要以上に頻繁に行われれば、研究者が研究に使うべき時間と労力が浪費されることに注意を払わなければならない。さらに、研究員の一部には事務や管理の業務なども抱えているのできつところもあるという声もあった。しかし、現在のセンターの指導部がこれまでの日常的な業務に新しい刺激を持ち込んだとして評価する声が多かった。

現場訪問と職員との面談で得た印象では、機構の事務組織の活動に合理性、機動性が不十分であって、このことが活発な研究活動の妨げになっているおそれがある。例えば、物品の購入にも融通性がなく、発注から納入まで長時間かかり、これが研究の支障となっている恐れがある。この問題の解決には、センターの事務組織の協力も欠くことができない。（このような問題については、「運営」（1-2）の項でさらに詳しく取り扱う。）また、センターの構成は一様ではなくて、大きなグループ、

小さなグループが混在している。各グループが置かれている管理方式には多少の違いがあって、そのための不便さもあるが、それぞれのグループが部分的に独立した方針で運営できるということを利点として活かすことも一部行われている。さらに、グループの構成に必ずしも合理的でないところもあり、かなり性格の異なる研究を行っている研究者を十分な配慮なしに集めているように見えるところもある。このようなことは歴史的な事情でやむを得ない場合もあるだろうが、将来、発展的に解消してゆく必要がある。

組織に関して、やや個別的ではあるけれどもセンターの指導部の考慮に値すると思われる問題を指摘しよう。それは「加速器施設と研究を総合する機能の必要性」の問題である。極限重原子核および超重元素核化学の両研究グループは、機構のタンデム加速器施設で主な仕事を行っている。この種の活動では、加速器施設の維持、改善、開発と原子核の物理と化学の研究そのものが密接に関係しており、予算投入項目の選択も含めた研究戦略を総合して立てることが重要となる。旧原研では、物理部のもとに両者が統一されていたのに対し、機構の新しい組織体制（マトリックス体制）では、この二つが分離された結果、研究に支障をきたしているとの声が職員からあった。特に、「両者を俯瞰できる“scientific director”がないため、意思決定のメカニズムが曖昧になっている」という指摘は考慮に値する。例えば、研究テーマに応じたビームの開発（強度増強など）については関係者間で議論されているけれども、正式な検討のメカニズムがないとのことである。マトリックス型組織のなかで、加速器を用いた研究の戦略を立てて実行するためのメカニズムを考える必要があるのではないか。また、施設の共用は重要な使命であるが、これを強調し過ぎると加速器施設の目的が単なるサービスのみになってしまう危険性がある。

さらに、同じような研究戦略に関する考慮は、他の加速器施設との関係でも重要である。タンデム加速器とそれに接続された短寿命核ビーム装置は、主に重イオンビームを供給し、不安定な原子核をビームとする能力を持つという点では理化学研究所の施設 RI ビームファクトリーと共通である。しかし、理研では大強度ビームによる研究の使命として、113番元素の生成に代表されるように極限の元素生成に集中する必要がある。理研の不安定核ビーム（RI ビーム）は非常に高速なため、それに適しない核反応は不得意であるなどのことを考えると、機構と理研の加速器施設は相補的であり、異なる研究を展開するために必要なものと考えられる。

もっと広く、巨大施設の維持・運営に関する、上のような問題は物質材料および生物・医学の先端研究でも考えられる。そして、このような問題の考察は機構のなかでのセンターの位置づけに関連することになる。

1-2 運営

センターの運営で際立っているのがセンター長の強い意欲と優れた指導力である。全グループの研究テーマ、進捗状況、人員配置、予算などを詳細に把握し、適切な判断、運営を行っているのは特筆に値する。センター長は運営の基本方針をセンタービジョンとして表現している。その内容を見ると、大筋は慎重であるとともに、「世界で一流のレベルの研究を目指す」などと大胆に書かれているところもあり、全体として素晴らしい。中期計画の概要も妥当だと思われる。基本方針は適切

であり、大筋としてそれに沿った運営が行われて成果が上がりつつあると判断する。

センタービジョンに関して強いて問題を挙げれば、「機構の特徴を生かした原子力に関する基礎研究」という表現の内容がかならずしもはっきりしないと考える委員もあった。センターのホームページには、「原子力の基礎研究」を広い意味での「原子力エネルギー」と「放射線」にかかわる基礎研究とうたっているけれども、これで研究の具体的な企画のために十分な指針といえるかどうかという疑問である。

一般に、ある科学研究機関が特定の使命をもつ場合、研究活動が使命にどれだけ忠実であるか、そして同時に科学の進歩に欠くことのできない研究者の自由と創意をどのようにして確保するか、この二つを調和させることはその機関の運営者の最も重要な仕事である。この問題には簡単な解は知られていない。運営者に必要なのは、第一に健全で広範な見識、第二に新知識を迅速に吸収する能力、第三に機関の構成員の技量を見極めると同時にその人間性を重んじることであろう。ここでいう運営者はセンター長と指導部だけでなくグループリーダーを含む幹部職員を指す。そして、幹部職員は機関の使命について職員の意識と知識を向上させるために、日常の持続的な努力と工夫を惜しんではならない。例えば、センターのコロキウムを設けて、この目的のために適切な講演を行うことが有効かもしれない。

センター長の指導のもと、研究者組織の活性化や研究者の意欲向上は少しずつ進んでおり、センター長のリーダーシップと熱意は高く評価できるというのは、全委員の一致した意見であった。さらに、研究者が十分な時間的な余裕をもって研究できる体制をもっており、十分な研究活動を保障することを可能としていると判断される。センター長は構成員との会議、議論を十分に行っており、これを通して活動の円滑化、活性化を図る努力をしていることは大いに評価できる。

言い換えれば、センタービジョンを達成するために相応しい組織にするためのトップダウンの方向の多大の努力が認められる。今後はトップダウンとボトムアップの両方向の一体化を期待する。具体的に言えば、グループリーダー会議のようなものが無いように思われるが、月に一度くらいは必要ではないか。横の連絡を良くし、共通の問題を解決する手段となる。例えば、東海にある各グループはほぼ同じ研究室の面積を用いているようであるが、活動の状況によって転換あるいは再配置が適切になる場合も出てこよう。このような問題を論じる必要がある。さらに、グループや人員の見直しを含め、ビジョン達成のためのセンター全体の活性化と最適化を行うためにも、グループリーダー会議は一定の役割を担うことができるであろう。さらに、グループの規模に大きなばらつきがあって、規模の均一化を機械的に行う必要はないものの、センター長がリーダー全員とともに、各グループの適切な規模をどのように考えるかを論じることに意義があると思われる。ただし、グループリーダーは研究者としての仕事があり、会議に長い時間を使わせてはならない。資料を前もって電子メールなどで配るなどの準備、そして論議の結論は場合によってはセンター長に一任するなどのやり方によって会議の時間を短くすることができる。会議の頻度を過剰にしないことはもちろんである。

全体としては、組織的かつ効率的な運営が進んでいる印象を受けた。これからは、個々の研究者の能力とやる気を向上させるために、組織として柔軟な運営が望まし

い。そのための具体的な問題点の一部をこの項（1-2）の終わりに触れる。

次に、主に予算に関連する問題を取りあげよう。センターの総研究費が平成 19 年度は減少したとは言え、日本の大学などの現状と比較するとかなり潤沢といえる。したがって、センター長を始めとする指導部の予算獲得の努力を高く評価する。

通常の研究活動を保障する研究費には恵まれているが、このことが逆に競争的外部資金を得て研究を活発に進めてゆくことに逆行する結果となっているところもある。実際、外部資金はあまり多くなく、全体の資金としては人数割では各グループともにほぼ同じ程度である。センタービジョンを達成するような世の中で高い評価を受ける研究グループには、もっと積極的な外部資金の獲得を期待する。

毎年削減を義務づけられた国からの予算の行使に当たっては、弾力的な予算の運用形態をとっていることは高く評価できる。

機構内では、新しい研究テーマの創成のための萌芽研究を募集し、機構外では、原子力科学で革新的な原理や現象の発見、新物質の創成、新技術の創出を目指す黎明研究を募集している。萌芽研究は機構内一般での研究活動の強化に役立っていると思われるが、機構外で募集している黎明研究事業は、最長 2 年間の研究援助では必ずしも目覚ましい成果が出るとは考え難いので、採択にあたってはセンターのテーマとの連携を考慮した方が、より有効であると考えられる。（平成 19 年度の採択テーマを見るとその傾向があるようには見える。）

終わりに、センターの事務、管理などに関する問題を論じよう。センターそのものの運営がセンター長らの管理側と研究者とのあいだの理解を可能な限り確かめながら行われていることは、一応認められる。しかし、センターと機構の関連を考慮する必要があるときに、簡単ではない問題が現れる。センターは機構に属している以上、一般の事務手続きは機構の規定に従うのが原則である。ところが、機構全体は純粋に科学の研究のみを追及する組織ではないので、機構の規定はセンターの運営に必ずしもそぐわないことがあり得る。従って、センターの運営のうち機構との関連がある事項の取り扱いは格別の配慮を必要とする。なかんずく、柔軟で効率的な研究サポート体制を維持し、世界の一流の研究機関と競争するための研究環境を整備するためには、センターおよび機構の事務、管理に関する事項に改善すべき点は少なくない。その点の多くは、予算の執行、研究費の使い方、外部機関との交流、研究成果の発表、研究に関する情報の取得と管理などに関係している。一般的に言えば、研究者組織と事務組織の連携の強化、各種事務処理の迅速化・簡略化などが望ましい。さらに研究者の日常的な視点からは、資材発注事務処理や、外部機関との契約書作成時の支援、パートタイマーの採用による研究の効率化などについて、改善を訴える声も多く聞かれた。

さらに具体的には、次のような話が、研究室訪問や懇親会を通して得られたことをここに記して、今後の参考に供したい。話の個別的な内容や詳細には、委員の誤解などのために正確でない点があるかもしれない。しかし、このような生の声のなかに、研究者の理解と意識の反映を読み取ることは有用であると考えられる。

(a) 発注伝票はセンターの研究推進室経由で機構の資材調達部門に回されるが、伝票の記入不備が見つかり、改訂のためのやり取りのため発注手続き完了まで 1 ヶ月近くかかることが多々ある。

(b) 「11月中旬を過ぎると今年度予算に基づく発注は全面停止となる」と述べた研究者があつて、委員会には意外のことであつた。(センター側の説明によれば、11月中に発注予定一覧を提出することにより、3月末までの納期で発注することが可能であるということである。) この事情は、効率的な研究活動の妨げになる恐れがある。

機構全体の各部門からの発注伝票は膨大な数にもものぼり資材調達部門の現在の能力を越えていることが容易に想像される。人員増強や他部門からの応援、発注の仕組みの変更を含めての改善、簡素化の検討が望ましい。

(c) 若手の要望を取り入れるべく、研究部門のとりまとめで機構の事務部門に改善要求一覧を提出したことがあるという。その結果、長期間の検討を経て、改善可あるいは改善不可の回答を受け取ったということである。研究活動をより円滑に進めるための環境改善の提案であれば、単に改善不可という回答で済む話ではない。なんらかの改善、すなわち一步前進のための施策を積み上げるべきである。また研究者も世界でトップの研究をするための研究環境を作り上げるべく、強い意志を持って改善のためのワーキンググループ活動に参加するなどの積極的姿勢が必要である。

(d) 国内の出張の手続きなどに困難はないかと聞いたところ、単に「旧原研時代よりは楽になりました」という返事があつた。自分の周りの状況を改善したいという意欲が乏しいという印象をもった。

(e) 現場訪問その他の会話で、研究員の一部は自己評価制度を真面目に考えていないという印象を受けた。センター指導部は、制度の説明と徹底のために、かなりの工夫・改善をする必要がある。

(f) これはどこの研究機関でもある程度は見られることであるが、事務部門に対する一般的な不信感があると感じた。

(g) 「SANS-J については、装置の維持・更新にお金がかかりすぎる。維持費のために研究費がどんどん削られている」と述べた研究者があつた。これは信じられない内容であり、センター指導部の職員への説明のときに留意すべき点の一例を示している。

(h) 「所内で停電が多すぎる。生物を育てている場合などでは極めて不都合である」という発言は注目に値する。

(i) 第4研究棟の利用に関して、少量核燃使用施設の警備の都合もあつて夕方5時には仕事を終わらせることと決められていた。ときには、低温状態を作り出すために4~5時間もかかるため極めて不便であつたが、今は改善された。

(j) Computer security と利便性は相反する面があるとはいえ、現在機構が行っているネットワークセキュリティ上の措置は、研究の活性化とセキュリティの確保の両面で再考の余地があるものがあると見受けられる。例えば、指摘のあつた所外からのアクセスの方法などが、それにあたる。また、このような運用上の問題についての所員の疑問や提案に対処するメカニズムが出来ていないという印象を持った。

1-3 人材育成

センターは人材育成を重要な柱と位置づけており、そのための体制作りに努力し

ていることは認められる。また、機構の研究環境でしかできない人材育成には一定の成果を収めている。各研究グループは博士研究員などの若手研究者を含めて研究を推進している。ただし、センターの研究分野あるいは技術がやや特殊であるため、多くの若手研究者を引きつけることに難しさがあり、かなりの努力を必要とする。

現場訪問などで得た印象では、センターの若手研究者の多くは、有力大学の意欲ある若手研究者と比較して研究成果を挙げようとする意欲や研究環境の改善の要求が弱いと見える。

連携大学院や特別研究生制度を用いて学生を多く受け入れている実績は評価できる。今後も積極的に推進すべきである。

センタービジョンの具体化のためには、職員の一部を一時的に留学に出すことがしばしば有効であると思われるが、資料によれば、留学の実績は多くはない。センターの指導部は、職員の留学を支援するため、方策と指針を立てておくことが必要であろう。

博士研究員の任期後の就職では、目覚ましい成功を収めている。その他の外部との研究員の人的交流は比較的少なく、正規職員の外部の機関への昇進、あるいは外部からの中堅研究員の採用等が多くはない。原子力という研究内容の特殊性がこの原因の一つと考えられるが、ある程度人的交流が少ないと長期的な研究活動の活性化に大きな支障をきたすものと思われる。また、研究グループ内部での研究議論等があまり活発でないところも見受けられる。博士研究員、大学院学生を受け入れており、教育的な観点からすると大きな問題である。

研究者に有給の残業時間の制度があるのが適切であるかどうかは、長期的な検討に値する。世界的なレベルの熱心な研究者が、所定の勤務時間を超えて働くのは当然である。何らかの意味での、裁量労働制度に移行すべきであろう。(因みに、アメリカの国立研究所などでは、研究者や管理職には勤務時間も残業もない。何時でも研究所の仕事で働いているのが原則であるから、予算、研究計画など正式の書類に記されていない仕事を行うためには上司の申請に基づく、研究所の承認が必要である。研究補助員、作業員、事務職員などには、勤務時間と残業がある。誰でも通常の所定時間以外に研究所で働くには、単独では実験室を使えないなどの安全管理上の規定を守らなければならない。社会通念と法規の違う日本でアメリカと同じ制度は必ずしも用いられないので、以上は単なる参考の材料と扱って欲しい。)

1-4 広報

センターが毎年2回、3月と9月に発行する「基礎科学ノート」は、一般の科学者・技術者が容易に内容を理解できるように、工夫がなされている。原子力関係機関だけでなく、一般の大学や民間の研究機関にも頒布されて気軽に読まれるようになっていたので、日本人の原子力への感情が大きく改善される助けになるであろう。しかし一方、この広報を造るために、研究者が費やす時間と努力を考えると、広報の制作の効率化を工夫すべきである。無駄な多くの労力を消費しているニュースレターに見えるという意見をもつ委員もあることを、加えておく。

一般国民向けの広報が必要ではないかという意見もあった。webの活用が考えられるが、現在のホームページは一般向けには難しすぎる。これはおそらく機構全体

の課題であろう。

重要な研究成果については新聞報道のための発表を行っている。しかし、科学上の発表の主流はあくまでも論文と学会での正式な発表である。新聞報道のための発表は誇大な宣伝になってしまうことがあるので、事前の慎重かつ迅速な審査が必要である。新聞報道の一部では、グループの活動の積極的な紹介が十分に行われていないこともある。例えば、機構のグループ内で開発した試料を用いた研究成果の新聞報道なのに、他の機関がリーダーシップを発揮して行った研究と受け取られるような書き方をしたものもあった。新聞報道のための発表については、機構全体の指針を示すことが必要である。それと同時に、センター長ならびに機構の指導部が、個々の発表の適切さを迅速に判断すべきであろう。

1-5 機構内外との交流

大学などの研究機関では、研究者の自発的な研究交流は原則として自由に行なうことができる。センターは、機構という目的指向的な組織に属するけれど、独自の先端基礎研究を推進するための機関であるから、研究のレベルアップのために交流を盛んにすることが望ましい。評価資料には、かなり多くの共同研究が行われているというリストが添付されている。このリストに載っている共同研究は公式の契約によるものと説明されている。これとは別に、非公式な協力関係が盛んに行われることが望ましい。この希望は、本項の最後で論じる、学会との提携の強化とも繋がりがあがる。

機構外の研究者をグループリーダーに選んで研究の活性化を図っている点は評価できる。しかし、全体として研究者の機構外との交流は十分とは言えない状況にあり、もっと積極的に外部との連携、交流に努める必要がある。外部の優れた科学者との交流は、若い人の視野を広げるために特に重要である。機構の持つ大型設備と機構でしか使えない研究環境を紹介することによって、もう少し広い分野との交流を実現できるはずである。そして、新しい交流は個々の研究者から自発的に起こることが望ましい。交流のための事務手続きが研究者の過度の負担にならないような運営上の仕組みが必要である。

研究者が学会などの役員になることはその学会におけるその人の活動が多くて学会員に認知されていることを意味する。各種役員など学会活動の一覧をみると、予期したほどは多くない。センターの職員、特にリーダー、サブリーダーなどの学会での認知度が低いのではないかと、あるいは活動・貢献がそれほど大きくないのではないかと危惧される。このような事情の改善は一朝一夕では不可能であるが、職員個人の意識において、またセンターの運営において、学会との提携を重んじることを徐々に徹底してゆけばよい。手始めとして、センターの指導部は研究者である職員がどんな学会の会員になっているかを調査し、その結果を見て対策を考えるとよいであろう。

1-6 国際交流

国際交流は、招聘、出張ともに件数が多く、優れた実績として評価できる。センター主催のシンポジウムに関連した招聘の割合が高いが、通常の研究活動に密着し

た招聘も行うべきである。特に、アメリカ、フランスなどとの国際技術協力協定の活用や、外国人研究者の採用は注目に値する。今後さらにこの種の活動を広げていくことを期待する。

国外からの長期滞在研究者をもっと増やすことが重要である。機構の特徴（具体的には、ここでしかできない種類の研究があること）を生かせば、国外からの優れた研究者を引きつけることが可能であろう。理想としては、外国から共同研究を頼まれるような求心力のある研究の核を造り、幾つかの分野で世界の中心となる開かれたセンターになることを期待する。

他の研究機関との契約締結の手続きが煩雑であるという不満を聞いた。他の研究機関（特に海外の研究機関）との数日間の短期滞在・共同研究にあたっては、両研究所間での契約締結が制度上必要であるが、契約書面作りに不慣れた研究者には大変煩雑であるという。できれば制度の簡素化が望ましい。それができないならば、事務部門が手続きに関する丁寧な手引きを準備する、契約の雛形を提示する、あるいは契約事務を実質的に代行するなどのサービスが必要である。

1-7 総合評価

運営、研究とも特に大きな問題はなく、おおむね順調に進んでいると思われる。運営の面では、センタービジョンを明確にして、センター長が指導力を発揮してその実現に努力していることは、極めて高く評価できる。研究では、歴史的な事情や実験装置の制約などで必ずしもビジョンに相応しい状態にあるものばかりではないが、将来の大きな成果につながる芽が認められる。センターが文字通り先端的な研究を続けていくためには、常に新しい知識と意識を取り込む必要がある。次期の計画の準備、少なくとも予備調査をそろそろ始めるべきであろう。

組織、運営には、様々な面で合理化、効率化、機動化が必要であろう。開かれた組織として人事交流等を積極的に進める必要がある。大学および企業の研究機関との連携・協力関係の一層の展開を期待したい。人材育成や広報への努力は認められるが、改善の余地もある。

目的志向が強い機構内で、先端的な研究を推進して行こうとするセンターの姿勢と努力は高く評価できる。現在の活動の範囲は純粹基礎科学に留まっておらず、材料工学等の工学に繋がっているところもある。さらに先端基礎科学の応用研究への拡がりを期待したい。しかし、学会など機構外での評価あるいは **visibility** は、予算規模に見合ったほどには得られていないと思われるので、今後の努力が期待される。

国内国外を含む学界一般でのセンターの **visibility** を高めるための、一つの提言を示そう。今回の評価のための口頭発表を聴き、文書資料を見て、情報伝達の技術にかなりの改良の余地があることを感じた。まず PowerPoint などの作り方に、最適とはいえないものがあつた。例えば、多すぎる内容を盛り込んだ結果、読みにくいもの、そして口頭発表では論じ尽くせないものがしばしばあつた。用語の不注意な使い方もあつた。ある領域の専門家、もっと極端には仲間内にしか通じない用語は、英語では **jargons** と呼ばれる、一種の方言である。これを正式の場で用いるのは独善的感覚の現れであり、科学全体の健全な発展のために有害である。この方言

を多用する者は、provincial すなわち田舎者であり、良い仕事をしていても高い評価を受けにくいという損をする。このような事情は、良い論文を書き、立派な講演をするための職員全体の意識の向上と訓練の必要性を示している。センター長と指導部は、何らかの対策を長期目標として検討することを勧める。

センター全体の予算は年々減少しており、今後研究を推進していくために必ずしも十分とはいえない。外部資金を獲得する努力は行われているが、今後一層の努力が必要である。

センターの運営の観点から、研究成果を全般的に論じよう。八つのグループのうち、世界的にトップレベルの活動をしているものは、ほぼ半数である。査読付きの学術誌に発表された論文の数でもグループのあいだにかなりの開きがある。業績について国内レベルでの比較が中心で、世界的な観点からの比較は十分になされていないグループもあるという印象をもった。このような認識を、今後の運営にどのように反映させるかを、指導部は慎重に考慮するべきであろう。

機構の使命と所員の意識についても、指導部の熟慮が必要である。センターは原子力開発の役に立つ研究を行うことを期待されているが、原子力研究に触発される科学の健全な発達に寄与することも重要である。所員の意識には、科学的な興味(内在的なもの)と機構の使命を原子力への貢献と捉える観点(外在的なもの)の間で、迷いがあるように見える。研究者各々が機構での自分の研究の方向性について、確信を持てるように指導することが望ましい。

一般に研究機関の健全な活動を図るためには、周辺の地域との連携および地域への貢献を重く考える必要がある。特に茨城県の発展との関係で言えば、県を先端医療分野の技術開発の拠点にすることが今後益々強く期待されると考える。医学と理工学の融合に関して日本原子力研究開発機構の役割はきわめて大きく、その牽引車になりうるのは先端基礎研究センターでしか考えられない。このことを研究目標に含めることは、センターの将来にとって有意義であろう。

最後に、研究者へ高いレベルの活動を要求すると同時に、センターが職場として魅力があるか、どのようにすれば魅力的な職場になり得るかを指導部がおりに触れて考えることを勧める。科学の研究でも人間の事業の例にもれず、最も大切にすべき資源は質の高い人材であることを強調したい。

(2) 先端基礎研究の実施

2-1 極限重原子核研究グループ (宮武グループ)

2-1-1 研究予算・人員

グループリーダー：客員研究員 (高エネルギー加速器研究機構教授)

職員 8 名 (研究主幹 3、研究副主幹 3、研究員 2)、博士研究員 3 名

予算・人員とも現時点では十分に確保されており、それに見合った活発な研究がなされている。

2-1-2 研究活動

核融合反応の機構、深部非弾性散乱による不安定核分光、核分裂や核構造に関する理論研究、短寿命核ビームによる天体核燃焼過程の研究などの課題の多くは、機構の特質、タンデム加速器と高エネルギー加速器研究機構との協力による短寿命核ビーム装置の特質をよく生かした適切なものであると評価される。研究のレベルは十分高い。グループ内の議論も月例定例会などで行われており、総合的な研究展開を図っている。機構の加速器を用いた研究に関する問題点は超重元素核化学研究など他のグループにも共通の事項であるから、センターの運営 (1) のうち組織に関する項 (1-1) で論じる。

少し立ち入って論じれば、大きく分けて次の二つの種類の研究が進行中である。

(a) 極限的質量数領域における原子核の構造、反応特性、合成機構などの系統的研究。確かにここでしか得られない新しい知見が得られている。しかし、核物理の常識を変えるような成果はまだ出ていないのではないか。今後の課題である。

(b) 天体における重元素生成過程の研究。これは上記 (a) とはほぼ独立な研究である。天体物理への寄与は大きい、「原子力科学」とはいえないのではないかという疑問が出る。これに対して、天然のウランの起源を解明するという意味では、原子力に触発された仕事であると答えることもできよう。この問題は、項 (1-2) の初めで触れた、職員の意識に関わることであり、グループで討議を尽くすことが望ましい。

2-1-3 機構内外との連携

国内外との協力も活発である。以前と比べて機構外での活動に対する制約は緩和されたとのことであるので、さらに積極的な対外的アピール、研究協力に取り組んでほしい。

2-1-4 国際交流

国際協力はかなり盛んに行われているけれども、研究者個人のレベルにとどまっている感がある。センターとして協定を結ぶなど、長期的に定着した関係を築くとともに、機構内外での visibility を高めることも考えてよいのではないか。この課題は、項 (1-6) で述べた、他の研究機関との契約の手続きの煩瑣を解消するなど、センターの指導部の努力にも関わる。

2-1-5 総合評価

タンデム加速器、超伝導ブースター、短寿命核ビーム実験装置を用いた極限的質量

数領域における原子核の構造と反応特性および天体における重元素生成過程に関する実験的、および理論的研究は、高い評価に値する実績を挙げている。理研での核物理の仕事との比較、優位点などについて慎重な考察を経た上での展開を期待する。近く運転が始まる、J-PARC の利用にあたって適切なテーマの開拓は現在の重要な課題であろう。

2-2 超重元素核化学研究グループ（永目グループ）

2-2-1 研究予算・人員

グループリーダー：職員

職員 5 名（研究主席 1、研究副主幹 3、任期付研究員 1）、博士研究員 1 名

研究員の数が少ない。そのせいか、外部資金の獲得実績が少ない。

2-2-2 研究活動

超ウラン元素の核化学研究という、機構ならではの特徴を持つ研究を行っていることは高く評価できる。Rf の化学的性質を調べる研究は、世界的によく知られている。Cm、Bk といった放射性同位元素を試料（標的）として使えるのは、国内では現在ここだけである。

共用が強調されるようになって以来、研究に用いられる加速器のビームタイムが減っているということが指摘された。これは資源が限られていることからやむを得ないことかもしれないが、研究戦略の点から検討が加えられるべき点の一つかと思われる。機構の加速器を用いた研究に関する問題点は極限重原子核研究など他のグループにも共通の事項であるから、先端基礎研究センターの運営（1）のうち組織に関する項（1-1）で論じる。

科学的な内容について、少し立ち入って論じよう。大きく分けて次の二つの分野の研究を進めている。

まず (a) 超重元素の化学的性質。確かに日本ではここでしかできない独自の研究である。特にシングルアトム化学の可能性に挑戦している。ここでは二つの側面がある。

(i) 超重元素固有の化学的性質を決定する。周期表におさまるのか、電子構造における相対論的効果は具体的にどのように現れるのかなどを問題にする。量子化学に属するテーマである。

(ii) 通常の反応論で使われる概念はシングルアトム化学に適用できるのか。これは非平衡系の統計物理、なにかんづく確率過程論に属する問題である。

(i)、(ii) のいずれも原理的に興味深い問題である。その解決には、理論家の協力が不可欠であろう。

次に (b) 核分光学を用いた超重核の核構造の研究。これは、明らかに重要ではあるが、マンパワーが少ないので、極限重原子核研究グループとの共同を図るのが望ましい。

2-2-3 機構内外との連携

この分野の研究の国内での中心（COE）の役割を果たしている。実際に、実験の際は機構外の多くの研究者が訪れ共同研究が展開される。

2-2-4 国際交流

アメリカ、ドイツなどとの交流は行われているが、個人的なレベルに留まっているように見える。このグループの研究分野は世界的にみても稀なので、もっと宣伝して

興味をもつ研究者を呼び込む可能性がある。

2-2-5 総合評価

重イオン加速器により合成される超重元素の化学的性質を研究しようとする、特定の元素の生成量が僅少でしかも寿命が短いので、観測する対象は単原子レベルになる。そのために独特の研究方法が使われる。日本では機構でしかできない非常に貴重な仕事をしている。世の中への発信と潜在的な応用分野への波及効果を期待する。

当面の問題点を挙げれば、グループに常駐している研究者は博士研究員、学生を含めて限られており、入れ替わりが少ない。4名の職員もグループの旧原研での成立以来変わっていない。研究テーマの特質からやむを得ない点もあるが、人事配置だけではなく協力を生かして研究領域を拓げるなどの工夫が、研究の将来展望を開く意味でも必要ではないか。

2-3 アクチノイド化合物磁性・超伝導研究グループ（芳賀グループ）

2-3-1 研究予算・人員

グループリーダー：職員（平成 17 年 10 月～平成 19 年 3 月までは外国人客員研究員）

職員 14 名（研究主幹 5、研究副主幹 4、研究員 5）、博士研究員 3 名

研究費は他のグループに比べて豊富であると見える。多くのメンバーが科研費を取得しており、研究の活発さを覗わせる。しかしながら大型予算の取得については必ずしも積極的ではない。

機構内予算は充分にあり、その結果、研究の円滑な遂行が実現していると思われる。

2-3-2 研究活動

研究活動は他の研究グループに比べて格段に盛んである。このことは、発表論文数、招待講演数が他のグループに比べて格段に多いことから明らかである。グループ構成員の数が多く、発表論文数などの多さの理由の一部には違いない。

研究の独自性については、当初はアメリカなどの外国での新しい発見に基づく研究が行われており、後追い研究の印象が強かった。現在ではこの段階を超えて、研究は健全に発展している。アクチノイド系金属間化合物の磁性、超伝導に関する、このグループによる詳細な研究は、諸外国をはるかにリードしており、世界の中心となっている。この様な研究活動により得られた成果は、5f 電子系の物性を体系的に纏めたものとして認められている。

少し立ち入って論じれば、アクチノイド化合物磁性・超伝導研究グループでは、高純度単結晶を作製して、磁性・超伝導性を有する新物質の開発、NMR や中性子散乱等を用いたそれらの物性計測を行い、多くの成果を挙げている点は評価できる。「新しい f 電子系アクチノイド化合物の創成、エキゾチックな現象の発見、最先端の実験手段と微視的理論によりその本質の解明」を目的とする、このグループの活動は、純良単結晶の育成、NMR 実験による多重極秩序の解明などにおいて国際的に極めて高く認知されている。

アクチノイド化合物の総合的研究は、特に 5f 電子の特異な振る舞いに注目して、新物質の発見を目指すと説明される。しかし、その実用的ないしは工業的な目的がはっきりしない。アクチノイドの特殊性を考えれば、新しい物質が見つかって、必ずしも実用になるとは限らない。

2-3-3 機構内外との連携

グループは四つのサブグループの構成となっているが、グループ内での研究交流は十分なものとなっていない。定期的なセミナーなども行われておらず、研究員個人が独立して研究をしている印象が強く、グループ全体としての研究遂行の視点が欠けているように見える。グループ内の情報交換体制がやや弱いようであり、この点は改善すべきである。このことは、研究グループ内にいる若手研究者や大学院生の教育という観点からも好ましいものではない。多数の大学院学生を大学から受け入れているにも拘らず、人材育成の視点があまり感じられない。機構内では、大洗研究開発センタ

一との実質的な連携が推進されている。その他に機構内での連携はあまり多いようには感じられない。

機構外での連携は、東北大学、大阪大学、京都大学、SPring-8 などと進められており、この研究グループが質の高い研究を推進していることを反映しているものと思われる。

2-3-4 国際交流

国際交流は国際会議等への参加を通して活発な交流がおこなわれている。また、国際的には JAEA-ITU-CEA 国際協力協定に基づいて日本、ドイツ、フランスとの共同研究、人的交流、情報交換を行っており、一定の評価のできるものとなっている。

外国人リーダーの採用、ドイツ、フランスとの実質的な国際協力など大変積極的に推進されている。データで見る限り本グループが先端基礎研究センター全体の国際貢献に占める割合は極端に大きい。

2-3-5 総合評価

研究活動は活発に行なわれており、センターの他のグループに比べて高く評価できる。最近の研究活動には、超高純度単結晶による精度の良い実験、他の機関との共同研究により興味ある研究を展開しており、5f 電子系の電子・磁気物性の解明には大きな貢献をしている。

国際舞台における visibility はきわめて高く、また国際的なスケールでの人的交流も活発である。これはわが国においては機構においてしか取り扱いのできない物質群の基礎物性に焦点を当てた研究の結果であり、機構の物質・材料科学研究としての特徴が顕著である。機構理事長表彰 2 件に加えて機構外から数多くの表彰を受けていることは、このグループの研究活動が活発なことの証であろう。J-PARC に関する取り組みとしてミュオン分光器建設が進められているのは、時宜にかなっている。さらに「量子ビーム応用研究部門」との連携を強め、中性子、放射光、および荷電粒子線についても、機構における物質材料の研究全般の戦略の策定に積極的に関与する必要がある。

人材育成の観点では、このグループは十分な研究討論をする場を持っているようには見えない。また、機構外との人的交流、他機関への昇進等が特に盛んとは言えない。機構内でしかできない特殊な研究を行っているために、この事情の解消は簡単ではないけれども、何とか創意を凝らせて、人的交流を積極的に進め開かれた組織を造ることが望ましい。ただし、博士研究員の任期後の就職は成功している。

2-4 極限環境場物質探索グループ（前田グループ）

2-4-1 研究予算・人員

グループリーダー：客員研究員（京都大学大学院准教授）

職員 6 名（研究主幹 1、研究副主幹 3、研究員 2）、博士研究員 1 名

極限環境場物質探索グループは、機構内部の研究費を中心に研究を推進している。科研費などの外部資金もある程度獲得しているが、競争的外部資金の取得状況はあまり活発とは言い難い。このことは激しい競争の少ない研究環境にあることの反映と思われる。一方、受託研究についてかなりの実績がある。今後の一層の努力に期待したい。

2-4-2 研究活動

このグループは超重力場班、量子ビーム班、分子スピン班の三つのサブグループからなり、科学的な内容に関してはお互いの関係は密接ではない。この状況をグループリーダーが上手に取りまとめることにより、連携ができており、グループリーダーの貢献は大きい。今後、グループリーダーの巧みな指導のもとに、三つのサブグループの連携と一致した研究目標に向かっての前進が期待される。

超重力場班は超重力を用いた新物質の作製を目的としている。世界的にみて独自の物質開拓の手法である。しかしながら、現在のところ超重力でしかできない物質の開拓という意味で高く評価できる成果は出ていない。一方、量子ビーム班の研究は、当面のところ高速クラスターイオン・固体間衝突に伴う近接効果の解明を目指しているけれども、そこには物質開拓での観点があまり感じられない。分子スピングループは、有機分子-遷移金属複合物質におけるスピン依存電気伝導の解明を中心課題としている。これは確かに物質開拓を目的としているけれども、真空中の分子線は広い分野で用いられており、極限環境場と呼ぶには当たらない。豊かで興味ある実験的な結果は出ているけれども、電子状態に立ち入った物性論的な考察は将来の課題として残っている。

もう少し立ち入って論じよう。強い重力場による傾斜組成に伴う不定比化合物・バンドギャップ制御が追及されている。このような傾斜組成物質創製については combinatorial method でも追求されているが、そこでは薄膜が主体であるのに対して超重力場では大きな結晶が作成できる点が特徴となると主張されている。しかし、現時点では特筆すべき成果はない。

高エネルギークラスターイオンを構成する原子の空間配置を区別して衝突現象を理解する実験的手法を開発し、衝突直前の近接状態における電荷状態を追求している。C₆₀ と Co の複合物質における興味深い磁気抵抗効果が観測されており、有機物質が元来持つ多彩な可能性と磁性的な遷移金属との組み合わせによる新物性開拓の対象として興味深い。明確な物性理解のためには局所的な形状の特定が必要であり、これは将来の課題である。

グループリーダーの「国際競争力の強いグループのみ残る」という説明は理解できる。メンバー全員との懇談を通してサブグループ間相互の連携を模索する努力、たとえばホウ素をドーピングしたダイヤモンド合成など、新しい手法に基づく物質合成の模索

が見られた。これによって、このグループが国際的にも独自のチームに成長する可能性を秘めていると感じた。過去の経緯からひとつのグループにまとめられた研究者達がそのような状況を生かした新しいタイプの活動の模索に対して、先端基礎研究センター指導部が適切に対応することが望まれる。ここで望ましい機動的な研究活動展開のためには、さまざまな分析装置などを機構全体として整理・統合すること、そして消耗品など日常的な器具・装置の納品を迅速化することが必要であろう。

2-4-3 機構内外との連携

グループ内部での連携は十分取れており、これを基礎に建設的な協力関係ができつつある。機構内部での連携は積極的に行われてはいないと見える。機構外との協力関係は、京都大学、大阪大学、大阪府立大学、熊本大学、東京工業大学、東北大学、分子科学研究所などとの間で実現されている。

2-4-4 国際交流

超重力の研究テーマでは国際シンポジウムを開催する等積極的な国際的活動を行っている。また、NEDO 国際共同研究を通してロシア、ドイツ等との研究交流を行っていることは評価できる。

2-4-5 総合評価

三つの全く独立な研究は、いずれも物理としては極めて面白いけれども、どのような意味で原子力科学と呼べるかは明らかでない。超重力場における物質生成の研究は確かに独自である。しかし、他の二つのサブグループの研究については、類似の仕事が他でも行われている。

全体として研究活動は積極的であるが、世界的に強力なリーダーシップを発揮しているとは言い難い。また、競争的研究資金の獲得には積極性が感じられない。機構の中のセンターの一員としての使命をもっと真剣に考えることが望ましい。

サブグループはそれぞれ優れた個性を持っているので、それを生かしつつグループ全体としての発展を図れば、将来の飛躍が期待できるであろう。

2-5 強相関超分子研究グループ（橋本グループ）

2-5-1 研究予算・人員

グループリーダー：客員研究員（京都大学名誉教授）

職員 4 名（研究主幹 1、研究副主幹 1、研究員 1、任期付研究員 1）、博士研究員 3 名

機構内資金は充分と思われる。科研費その他の競争的外部資金もかなり獲得している。

2-5-2 研究活動

グループ名は一見分かりにくいけれども、活動の中心は研究用原子炉からの中性子を利用する、物性の計測・分析の研究である。主な研究対象が非結晶性の有機物質、いわゆるソフトマターに絞られている点に特色がある。この分野は比較的歴史が浅く、基礎的には分子集合体の力学に始まる。そして、ソフトマターの物質としての性質が、生体の生命活動と機能の理解の基礎になるという意味で、この種の研究は「物質科学と生命科学の橋渡し」を目指しているということができる。研究の対象は人工高分子も生体高分子も含む。野心的な計画であり、研究は発展性が高く、研究実施状況、成果ともに満足すべきレベルである。

研究の性格と独自性について論じよう。主な実験の手段が中性子であることからいって、機構の特色を生かしていることは言うまでもない。さらに、近く起動する J-PARC も中性子源であることから、先端基礎研究センターに相応しい。物性の「基礎」研究であると同時に、それが産業界における材料開発にも繋がるという意味で「先端」研究でもある。

技術的な面に立ち入れば、集光型偏極中性子超小角散乱装置を開発し、さらに中性子散乱用水素核の動的スピン偏極装置を完成させて、この分野におけるパイオニアとしての役割を維持している。さらに、高分子の理論で定量的解析をするための新たな展開に道を拓いたこと、フラクタル幾何学の分野で極めて貴重なデータを提供できたことなど、世界に十分な成果を発信できている。査読付き専門誌の論文が 25 報出されており、国際会議招待講演が 20 回を数えている。さらに、世界トップレベル国際拠点形成促進プログラム、グローバル COE プログラム等の申請に関与している。以上のことは、高い評価に値する。

最近では、解析装置の性能向上を目指し、ハードウェア面での改良工夫で優れた成果が出ている。研究面で良い成果がでており、この成功は、装置とテーマについて、分析ニーズとのマッチングが良いことが最大の理由である。装置の維持、保全にも相当の時間と労力を使っており、共同利用に大きく貢献している。

しかし、このグループの研究員には同門のなかでの気安い対話に慣れ過ぎたためであろうか、広範な聴衆や読者に語るための配慮に欠けるところがある。その結果、発表文書には学術用語について妥当性を欠く使い方が散見される。例えば、強相関、自己組織化などの用語が詳しい説明なしに用いられている。このグループの野心的な目標は物理学、化学、生物学、工学の様々な専門分野の交流を伴うものであるから、多くの聴衆に分かり易い口頭発表と読み易い文書を準備することが特に望ましい。それ

によって、国内、国外における評価が高まることは確かである。

2-5-3 機構内外との連携

平成 17、18、19 年度と、博士研究員の受け入れ、特別研究生の受け入れ、学生実習生の受け入れ、共同研究者としての受け入れ等を積極的に実施している他、外部機関への非常勤講師の派遣等により人材育成にも積極的に貢献していることが評価される。

中性子散乱装置を共同利用に開放する事によって、装置維持や共同利用実験の援助などの負担はあるが、一方で、それらの研究者との交流が進められるので、グループの研究の発展に役立っている。機構外との連携は、いくつかの有力な大学だけでなく、いくつかの有力な企業との間に実現されており、成果を挙げていると思われる。中性子散乱装置の利用に関しては機構内の量子ビーム応用研究部門ともうまく連携がとれている。

2-5-4 国際交流

ドイツ、カナダ、および台湾の科学者との交流など、順調に進んでいる。

2-5-5 総合評価

自己組織化した分子集合体、階層構造等の構造解析に関する種々の中性子小角散乱法による研究は非常に高く評価でき、確かにセンターのビジョンに値する研究といえる。しかし、そこから展開されている構造と機能との相関に関する研究と応用研究の部分は、まだビジョンに値する段階に到達しているとは思えない。また、高分子の作成と中性子散乱による構造解析はこのグループ自身の成果と考えられるけれども、装置開発のすべてをこのグループのみで行ったかのような表現は、違和感を起こさせる。もちろん、このグループに装置開発に対する強い要望と貢献があつてできた装置であることは事実であろう。グループの健全な発展に伴って、論文を含めた研究の実体とグループ名を含めた研究目標とが一体化することを期待する。

中期計画後半では、集光型中性子超小角散乱装置 (SANS-J-II) の開発が掲げられているが、すでに前半で完成しているのではなかったのか。少なくともそう書いてあると思われる。本当の完成までには、さらに段階があるということならば、中期計画の前半部分での完成とはどういう意味なのか、どこまで到達しているのかを明示すべきである。

NEDO を契機に開始した燃料電池への応用は、エネルギーと環境の問題に鑑みとりわけ魅力的に映る。ただ現場の若手との意見交換の場では、それほど大きな関心事ではないという印象を受けた。燃料電池への応用は、現時点での直接的な関心事と言うよりも、どちらかと言えば基礎研究の成果としての将来の可能性を述べたということなのだろうか。

研究をグループ内に閉じないで、積極的に連携・融合を試みようとして努力しているということである。外部機関との連携も意図されているが、特に機構の中の他部門との連携・融合に努力していることが注目に値する。

2-6 重元素生物地球化学研究グループ（大貫グループ）

2-6-1 研究予算・人員

グループリーダー：職員

職員 4 名（研究主席 1、研究副主幹 2、研究員 1）、博士研究員 1 名、特定課題推進員 1 名

機構内資金は比較的潤沢である。競争的外部資金としては、科研費も得ている。

2-6-2 研究活動

研究グループ名も研究テーマ「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」も包括的すぎる。このテーマは範囲が広過ぎるので、研究を実行しようとするとならざるを得ない局面で表面的な結果を並べるだけに終わる可能性がある。具体的な研究内容が計画目標とどのように結びついていくかという展望が掴み難い。研究テーマの絞り込みと資源の集中的な投入が望まれる。制度的に可能であれば、潤沢な研究費を使って研究のマンパワーを増やすことが望ましい。

微生物と重元素の相互作用を調べている。アクチノイドに特化した研究を行っているのは、原子力科学として意味がある。同時に、何がアクチノイドに特徴的かをもっと明確にしてほしい。

このグループは、特に微生物と重元素の相互作用の解明のために官能基まで踏み込んだ研究を展開しており、これは独創的で新規性が高く、なかでも電位に着目して研究を進めているのはこのグループだけであると、資料や発表に説明されている。

目標としては 3 つ掲げられているが、中期計画期間の前半部分の達成状況に関しては、概ね着実な達成状況であると評価できる。例えば、査読付き論文掲載数が 21 報を数えたこと、解説・総説が 3 報、国際会議招待講演が 2 回に及んでいることなどからも確かである。特に成果を発表した専門誌の中には、地球化学や環境化学の分野で世界トップレベルの雑誌が含まれており、世界的な研究水準を確保していると判断される。

このグループの研究を応用面から見ると、何と言っても廃棄物の地層処分の研究への応用が期待される。次世代再処理手法開発事業に応募して採択になったことに、今後の展開への期待が相当に高まっていると感じたが、進捗度はどの程度までなのかは、今回の発表と資料からは明らかでない。さらにそれは再処理に関する技術開発全体の中でどの程度の比重を占める研究になるのか、決め手になるものなのか、多くの併用される技術のうちの一つなのか、よく分からない。

電気化学的には不可能であるのに、微生物が実現しているアクチノイドの化学変化の機構の解明は機構における基礎研究として特徴がある。研究の焦点を少しでも電子状態に近づけることができれば、極めて興味ある展開が期待できる。

2-6-3 機構内外との連携

平成 17、18、19 年度と、博士研究員の受け入れ、特別研究生の受け入れ、夏季実習生の受け入れ等を積極的に実施している。さらに外部機関に対しては非常勤講師や客員教授の派遣等により人材育成にも積極的に貢献していることが評価される。

2-6-4 国際交流

資料に見る記録によれば、国際交流に積極的に取り組んでいる。今後ますます海外の関連研究機関との交流を深めるべきである。

2-6-5 総合評価

微生物による重元素の化学状態変化機構の解明を目的として 7 名の研究者が活動している。原子力利用のバックエンド的な側面からも、また地球環境的にも非常に重要な研究であるが、まだ萌芽的な段階に留まっている。早急に充分な投入が必要である。応用の面を視野に入れたテーマで高額の研究費を得ているが、研究実施内容の絞り込みと科学的な内容の強化が必要と思われる。

言い換えれば、アクチノイドが環境におよぼす影響を解明し、またアクチノイド除去や濃縮にも寄与するという目標は大切である。しかし、実際に行われている研究はやや些末であり、データは時間とともに出る、調査型研究に近く、結果の意義づけが曖昧なまま残っている。もう一度、機構の中のセンターの使命にどのように整合するかを考えて、研究テーマを整理し直すことが望ましい。

機構内の他の組織との連携協力に関しては、いくつか走り出しているプロジェクトもあり研究の広がりが見られることは評価される。特に機構のなかのバイオ研究者の衆知を結集して処分環境下における微生物のバリア性能を明らかにするとの目標は、適切である。さらに、国際協力研究が企画されていることは評価できる。

2-7 陽電子ビーム物性研究グループ（河裾グループ）

2-7-1 研究予算・人員

グループリーダー：職員

職員 3 名（研究主幹 1、研究員 2）、博士研究員 1 名

競争的外部資金をかなり得ている。研究活動を現在の範囲に限れば、予算も人員もほぼ満足という程度である。活動の範囲を広げるためには、グループの規模を大きくする必要があるだろう。

2-7-2 研究活動

陽電子回折を用いた表面構造、表面電子状態の解明に関して、興味ある成果が得られているし、国際的にも一定の評価を受けていることが認められる。陽電子と固体の相互作用に関して、電子物性の視点に立った、深い理解を追及すればより魅力的な活動となろう。

陽電子を用いた表面解析における、新しい技術の確立を目指している。この目標は、明らかに工業などで有用である。しかし、これが機構の使命、なканずく原子力科学にどのように寄与するかは今回の発表と文書からは明らかでない。この点に関する考慮は今後の課題であろう。

将来を考えれば、研究分野をもっと広めて、陽電子を含む体系、例えばポジトロニウムなどの生成、反応、消滅も考慮すれば、豊かな物理と化学の研究に発展する可能性があるし、放射線作用基礎過程研究グループなどとの協力の可能性もある。しかし、そうすれば、研究活動の独自性が弱まるという反論もあり得る。

2-7-3 機構内外との連携

このグループは高崎量子応用研究所に置かれているので、先端基礎研究センター、原子力科学研究所の他のグループとの交流や連携が難しいのではないかと心配が、委員会で論じられた。このグループを東海村に移転することが望ましいだろうか、委員会はこの問題について特に提言をするために十分な情報を持っていない。ただ関係者はこのような問題を検討することを勧める。

国内の大学などとの協力は行われているが、盛んであるとは言えない。

2-7-4 国際交流

主要な研究成果は外国の著名な雑誌に発表しているけれども、どの程度に人的な交流があるのか明らかでない。

2-7-5 総合評価

陽電子の散乱と消滅という独自の手法を表面の研究に応用し、企業等から注目される研究成果を出している点は評価できる。特徴のある装置を開発したことが大きな原動力になっている点も高く評価できる。今後、陽電子の応用研究で常に問題となる本当に定量性のある役立つ成果が系統的に出ることを期待する。

少し立ち入って述べると、陽電子ビームを用いた表面・表層の研究は、従来の技術

(たとえば電子ビーム)では不可能であった表面のマイクロ構造の観察が可能となるなど、産業界で現在苦勞している表面や界面で起きる諸現象の解明のための強力な手法となる可能性がある。SiC/SiO₂界面の研究の大幅な加速を期待する。ただ SiC 半導体を高耐圧・高耐熱デバイスに適用する試みの歴史は長く、多くの失敗やノウハウが積み重なった領域である。大学や産業界を広くに巻き込んだ研究会にこのグループが積極的に参画し、先人の知見を活かしながら実用化に向けての最短距離の研究を期待する。

2-8 放射線作用基礎過程研究グループ（勝村グループ）

2-8-1 研究予算・人員

グループリーダー：客員研究員（東京大学大学院教授）

職員 4 名（研究主幹 2、研究員 1、任期付研究員 1）、博士研究員 1 名

当面は、機構内資金は比較的潤沢であり、科研費などの競争的外部資金も獲得している。長期的にみれば、掲げられている研究領域は極めて広範で総括的であり、これを文字通りにとれば、現在の予算・人員は明らかに不足である。グループの規模をどの程度まで拡大すればよいかは、活動の具体的な企画による。

2-8-2 研究活動

放射線作用基礎過程、とくに物理化学生物作用に関する基礎研究は機構として重点的に研究すべき重要課題である。センターがこのグループを昨年発足させたのは、賢明な一歩であった。しかし、細胞・分子・電子という異なった階層にまたがるテーマに関して実り多い研究活動を展開するためには、広範な学識と豊かな想像力が必要である。

このグループは (a) 高温、超臨界流体の放射線反応の研究、(b) 超高分解能パルスラジオリシス法による高速反応の研究、(c) 放射線照射誘起クラスター DNA 損傷基礎過程の研究、の 3 つのサブグループから成り立っている。(a) および (b) に関しては、グループリーダーの長年の経験と、彼が勤務している、東大大学院の原子力専攻の施設と機材の利用によって、効率のよい活動が期待される。これに対して、(c) では、細胞培養や DNA 解読など生物学や医療研究の手法や実験設備が要求されるので、次に論じるように、研究組織に関する特別な問題が現れる。配布資料によれば、放射線生物学の分野で見べき結果が発表されているけれども、そのことが今回の評価の口頭発表では明らかでなかった。放射線化学と放射線生物学の両者の先端を同時に開拓している研究組織は世界的にも稀であり、現在の 3 つのサブグループの相互交流方法を工夫して創造性の高い仕事を実行するための努力が望ましい。

DNA 放射線損傷の研究 (c) では、二三の特別な問題が注目に値する。第一は、実験補助員（パートタイマー）の雇用の可能性を検討すべきである。一般に生物学の研究では、細胞培養作業など必ずしも専門的な知識を要しないルーチンワークが多くある。派遣会社を通して臨時の実験補助員を雇うという希望があるけれども、前例が無いということで実現していない。研究員の研究効率がはつきり上がることが明らかであれば、なんらかの手段を講ずるべきであろう。

第二は、生物・医学関係の専門誌に関する問題である。おそらく旧原研では

生物、医学関係の部門が限られていたために、現在の図書室を通じての専門誌や電子ジャーナルへのアクセスが不便であり、必要な論文の写しを入手するのに1ヶ月程度かかる。DNA損傷などの生物に関連した研究にとっては大きなハンディであり、早急な対策が必要である。

電子ジャーナルの経費の高騰にはどこの研究機関も苦慮しているところだが、まず先端基礎研究センターの名に恥じないだけの最低限の整備は必要と考える。また今後の対応に関しても、研究機関同士での連携による対応が必要である。

2-8-3 機構内外との連携

機構外では、東大ほか幾つかの機関との提携が行われており、大いに評価できる。機構内には放射線に関連する施設や部門が幾つもあって、連携の可能性が考えられる。機構内での人的交流、施設の相互利用を推進するためには、研究者の創意およびセンターの指導部の協力が必要である。

2-8-4 国際交流

アメリカ、カナダ、中国などの研究者の短期滞在を受け入れるなど、かなりの交流がある。グループリーダーは、国際的に極めて著名であり、東大大学院の原子力国際専攻の長を勤めている。

2-8-5 総合評価

まだできたばかりのグループで、また物理、化学、生物という広い分野の出身の研究者から成り立っていることもあって、グループ内での相互理解が不十分であるという印象を受けた。恐らくはこれに関係しているかと思われるが、今回の評価のための口頭発表は改善の余地が目立った。日本原子力研究開発機構の使命からみて極めて重要な分野を受け持っている以上、性格がかなり異なる三つのサブグループからなるグループとしてのまとまりをうまく出すことに努力して欲しい。そのためには、機構内外の多くの機関との連携プレーが望まれる。

This is a blank page.

参考資料

- 参考資料 1 研究開発課題の中間評価について（諮問）
- 参考資料 2 中間評価資料*
- 参考資料 3 中間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

研究開発課題の中間評価について（諮問）

This is a blank page.

19 原機(先)004
平成19年6月29日

研究開発・評価委員会
(先端基礎研究・評価委員会)
委員長 井口 道生 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いたします。

[諮問事項]

- ・ 「先端基礎研究」に関する中間評価

以 上

This is a blank page.

参考資料 2

中間評価資料

This is a blank page.

先端基礎研究センター中間評価資料目次
(添付 CD-ROM に収録)

中間評価資料

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) 研究経費及び論文数の推移
- 3) 機構内競争的研究資金 (萌芽研究、連携融合研究)
- 4) 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、注目論文数)
- 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、日本学術振興会等)
- 6) 海外からの研究員受け入れ (短期受け入れ含む)
- 7) 外国出張 (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、単発：派遣者名、テーマ名、期間）

7：新テーマ育成

- 1) 黎明研究（年度毎）
- 2) 萌芽研究（年度毎）

8：各研究グループの活動と主な研究設備

- 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) 極限環境場物質探査グループ
- 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

※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

中間評価報告書の概要と原子力機構の措置

This is a blank page.

中間評価報告書の概要と日本原子力研究開発機構の措置

先端基礎研究センターの運営

対象期間:平成17年10月-平成19年9月

項目	高く評価される点	改善を要する点及び今後への期待	措置	
組織	機構のマトリックス型組織	センターその他の「研究開発部門」が研究そのものに専念しやすい環境を整えようという意図は大いに評価(p.15)。	マトリックス組織が狙い通りに機能しているかどうかは必ずしも明らかでない。例として、加速器を利用した研究では、加速器施設の維持、改善、開発と研究そのものが密接に関係しており、予算の投入項目を含めた研究戦略を総合して立てることが重要である(p.16)。特に、「加速器と研究の両者を俯瞰できるscientific directorがいないため、意思決定のメカニズムが曖昧になっている」(p.16)。加速器を用いた研究の戦略を立てて実行するメカニズムが必要である(p.16)。	「研究開発拠点」と「研究開発部門」等の利用者側で研究の推進に役立つタンデム加速器のあり方を検討する。例えば、拠点側と利用者側で協議機関を設け、研究戦略の立案と予算化(外部資金の獲得を含む)方針を決める。
	グループ構成	8つの研究課題の選定は妥当(p.15)。	長く、紛らわしいグループ名(p.15)。研究グループの柔軟な改変(p.15, p.16)。	<ul style="list-style-type: none"> 平成19年度にグループ名を短く改定済み。 自己点検評価を実施し、研究グループの活性化、柔軟な改変を行う。
	事務組織		<ul style="list-style-type: none"> 柔軟で効率的な研究サポート体制を維持し、世界の一流の研究機関と競争するための研究環境を整備するためには、改善すべき点が少なくない。物品購入に長時間かかる、発注伝票の締め切りが早いなど機構の事務組織の合理性、機動性に問題。資材調達部門の人員増、発注の仕組みの変更など改善、簡素化が必要(p.15, p.18, p.19)。 パートタイマーの採用による研究の効率化(p.18) 	<ul style="list-style-type: none"> 先端基礎研究センターとして問題点を業務効率化委員会に提案し、検討を促す。また、原科研究連絡会議でも問題点を提起し、改善要求を取りまとめて同委員会に提案する。消耗品など少額契約のための予算使用票の活用をセンター内で徹底させる(2月より実施中)。 センターでパートタイマーを採用し、研究の効率化を促進する。
運営	<ul style="list-style-type: none"> センター長の強い意欲と優れた指導性(p.16, p.17)とセンタービジョンの設定(p.16)。 研究者との会議、議論をととした研究活動の円滑化、活性化を図る努力(p.17)。 予算獲得の努力と弾力的な予算運用(p.18)。 	<ul style="list-style-type: none"> 機構の使命と研究者の自由と創意の調和をどのように確保するか工夫が必要。例えば、コロキウムを設けて、この目的の講演を行うなど職員の意識と知識を向上させる努力が必要(p.17)。 ボトムアップによる意見の吸い上げ。グループリーダー会議等の開催(p.17)。 外部資金の積極的な獲得(p.18)。 黎明研究採択テーマとセンターテーマとの連携(p.18)。 自己点検評価を真剣に考えていない一部研究員の存在。説明と徹底が必要(p.19)。 機構のネットセキュリティ上の措置は研究の活性化とセキュリティの確保の両面で再考の余地、例えば所外からのアクセス方法や所員の疑問、提案に対処するメカニズム(p.19)。 	<ul style="list-style-type: none"> 平成20年度より、全員参加のコロキウムを設け、定期的に講演会を開催する。 センター会議の開催頻度を従来より多くし、また研究員との直接対話をより一層行い、意見の吸い上げ、情報の共有化を図る。 すべての研究員が外部資金により一層応募するよう指導を徹底する。 研究員に原子力セキュリティ確保の重要性を周知するとともに、OAサポートデスクなどの相談窓口を活用する。 	
人材育成	<ul style="list-style-type: none"> 連携大学院や特別研究生制度を用いた多くの学生の受け入れ(p.20)。 博士研究員の任期後の就職では、目覚ましい成功(p.20)。 	<ul style="list-style-type: none"> 若手研究者の多くは、有力大学の意欲ある若手研究者に比べ研究意欲や研究環境の改善要求が弱い(p.20)。 職員の留学実績が多くない(p.20)。 職員の外部機関への昇進、外部から中堅研究員の採用が多くない(p.20)。 研究者に有給の残業時間制度が適切かどうか。裁量労働制度へ移行すべき(p.20)。 	<ul style="list-style-type: none"> より一層の競争的研究環境の構築。 博士研究員や任期付研究員など活力ある若手研究者の採用を積極的に進めるとともに、外国出張及び外国人研究者受入れのための予算を拡充する。JSPSなど外部資金の獲得を目指す。 先端基礎研究センターの研究員には裁量労働制での管理が適している。現在、労務部で検討中である。 	
広報	センターが毎年2回発行している基礎科学ノートは一般の科学者・技術者が容易に内容を理解できるよう工夫がなされている。日本人の原子力への感情が大きく改善される助けになるであろう(p.20)。	<ul style="list-style-type: none"> 研究者負担を減らすための広報制作の効率化の工夫(p.20)。 一般国民向けの広報を期待。現在のホームページは一般向けには難しすぎる(p.20)。 プレス発表内容に誤解を与える記述。基本は論文発表であり、プレス発表の事前の慎重かつ迅速な審査が必要(p.21)。 	<ul style="list-style-type: none"> 基礎科学ノートの制作では再雇用制度による嘱託の活用を図る。 センターを紹介するホームページを充実する。センターの採用情報なども載せ、学生を意識した情報提供を心がける。 基礎科学ノートに参考文献を載せるなど専門性にも配慮する。また、プレス発表内容のチェック体制を整備する。 	
機構内外との交流	グループリーダーの外部からの採用(p.21)。	<ul style="list-style-type: none"> 研究者の機構外との交流は十分とは言えない。積極的な外部との連携、交流の促進。そのための事務手続きが研究者の過度な負担にならないようにすべき(p.21)。 学会活動や学会への貢献が多くはない。学会との連携を重んじる事を徹底(p.21)。 	研究者が狭い研究領域にとどまらず、広く関連する領域へ進出する努力をするように指導。また、研究会等の開催によりセンターの研究成果を積極的に発信するとともに、黎明研究公募などにより、機構外から先端基礎研究テーマを取り込む。	

項 目	高く評価される点	改善を要する点及び今後への期待	措 置
国際交流	<ul style="list-style-type: none"> ・招聘、出張とも件数多く、優れた実績(p.21)。 ・国際協定の活用、外国人研究者の採用は注目に値する(p.22)。 	<ul style="list-style-type: none"> ・外国からの長期滞在研究者数が少ない。外国から共同研究を頼まれるような研究の核の構築を期待する(p.22)。 ・海外の研究機関との短期滞在・共同研究の際の契約締結制度の簡素化(p.22)。 	<ul style="list-style-type: none"> ・機構の特長を生かした研究を推進するとともに、外国人博士研究員等の採用を進める。また、既存の国際協定、招へい制度等を活用して、共同研究による外国人の受入れを進める。 ・センター研究推進室で国際部との連絡を密にし、的確な情報を研究者にフィードバックする。
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> ・運営、研究ともおおむね順調(p.22)。 ・センター長の指導性とセンタービジョンの実現に向けた努力は極めて高く評価(p.22)。目的志向が強い機構内で、先端的な研究を推進して行こうとするセンターの姿勢と努力は高く評価(p.22)。 ・将来の大きな発展につながる研究の芽が認められる。さらに先端基礎科学の応用研究への広がり期待(p.22)。 	<ul style="list-style-type: none"> ・次期計画の準備をはじめべき(p.22)。 ・組織、運営には様々な面で合理化、効率化、機動化が必要。開かれた組織として人事交流等を積極的に進める必要。大学及び企業の研究機関との連携・協力の一層の展開を期待。さらに、人材育成、広報に改善の余地(p.22)。 ・予算規模に見合った機構外での評価やvisibilityが高いとはいえない。visibilityを高めるため、口頭発表等にわかりやすく伝えるための工夫と意識の向上が必要(p.22, p.23)。 ・センター全体の予算は年々減少しており、今後研究を推進していくためには必ずしも十分とはいえない。外部資金獲得の一層の努力が必要(p.23)。 ・8つのグループの内、世界トップクラスの活動をしているのはほぼ半数(p.23)。 ・研究員の科学的興味と機構のミッションへの貢献との間で迷いが見られる。研究者各人が機構での自分の研究の方向性について確信が持てるよう指導すること(p.23)。 ・周辺地域との連携及び貢献を考慮すべき(p.23)。 	<ul style="list-style-type: none"> ・平成20年度に次期計画のための事前評価を実施予定。 ・研究成果は単に「国際的レベル」にとどまらずに、「世界トップクラス」を目指すよう指導する。 ・外国人を含む博士研究員や任期付研究員等の積極的な採用。センター予算や外部資金による外国人研究者の受入れや国際会議の主催。 ・センター独自の自己点検評価を活用した研究テーマの柔軟な改変による研究の活性化。 ・アルバイトの採用など研究活動を支える推進業務の充実。 ・実施中の先端基礎研究テーマの中で、研究者の自由な発想を奨励し、常に新たな研究領域の開拓を進めるよう指導する。 ・平成20年度より茨城大学との連携「総合原子科学プログラム」を進める。

先端基礎研究の実施:極限重原子核研究グループ

項 目	高く評価される点	改善を要する点及び今後への期待	措 置
・研究予算・人員	予算・人員とも十分確保されており、それに見合った活発な研究がなされている。		
・研究活動	研究課題は機構の特質及びタンデム加速器とKEKとの協力による短寿命核ビーム装置の特徴を活かした適切なものと評価される。研究のレベルは十分高い。グループ内の議論も月例定例会などで行われており、総合的な研究展開を図っている。	<ul style="list-style-type: none"> ・加速器を使った研究に関して、センターの運営の中の「組織」を参照。 ・天体における重元素生成過程の研究は天体核物理への寄与は大きい、「原子力科学」といえるかという問いに関して、議論を尽くすことが望ましい。 ・核物理の常識を変えるような成果を期待。 	<ul style="list-style-type: none"> ・「先端基礎研究センターの運営」の中の組織に関する措置を参照 ・自然界に存在するウランなどの元素の起源や核分裂機構など原子力科学との接点を議論する。 ・超重核領域など未踏の分野を研究し、既存の法則の適応限界を調べる。
・機構内外との連携	国内外との協力は活発である。	さらなる対外アピール、研究協力に取り組むこと。	大型加速器を有する研究拠点であり、また得られた成果を、ワークショップの開催や国際会議の開催などを通してアピールする。
・国際交流		かなり盛んに行われているが、個人レベルにとどまっている感がある。センターとして協定を結ぶなど、長期的に定着した関係の構築と、機構内外でvisibilityを高めること。	核物理日米科学技術協力協定に基づき、米国アルゴンヌ国立研究所、オークリッジ国立研究所、ブルックヘブン国立研究所と研究協力を継続中である。さらに平成20年度は東海において、日本－イタリアシンポジウムを主催する。また、超重元素研究の拠点であるドイツやロシアと共同研究を実施しており、これを一層発展させる。
・総合評価	実施されている実験的及び理論的研究は高い評価に値する業績を挙げている。	<ul style="list-style-type: none"> ・理研との比較、優位点などについて慎重な考察を経た上での研究の展開を期待。 ・J-PARCでの適切なテーマの開拓。 	<ul style="list-style-type: none"> ・核変換技術に関連した原子核研究の展開や低エネルギーRIビーム科学の展開を検討する。 ・ミュオンなどの新たなプローブによる原子核研究の可能性を探る。

先端基礎研究の実施:超重元素核化学研究グループ

項 目	高く評価される点	改善を要する点及び今後への期待	措 置
・研究予算・人員		研究者数が少ない。そのせいか、外部資金の獲得実績が少ない。	成果を広く発信するとともに、グループ員全員が科研費、民間助成金などの外部資金に積極的に応募するよう指導する。
・研究活動	機構ならではの特徴をもつ研究を行っていることは高く評価できる。Rfの化学的性質の研究は世界的に良く知られている。	<ul style="list-style-type: none"> ・加速器を使った研究に関して、センターの運営の中の組織参照。 ・超重元素の化学には量子化学及び非平衡系の統計物理に属する問題を含む。これらの問題の解決には理論家の協力が不可欠である。 ・超重核の核構造の研究は極限重原子核グループとの共同を図ることが望ましい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・「先端基礎研究センターの運営」の中の組織に関する措置を参照 ・量子化学及び統計物理の理論研究者との協力を推進する。 ・日常的に研究交流を行っている。研究テーマに応じて最適な研究者との協力を行う。
・機構内外との連携	国内でCOEの役割を果たしている。		
・国際交流		アメリカ、ドイツなどとの交流は行われているが、個人レベルにとどまっている。一層の宣伝をして研究者を呼び込む必要。	国際会議ASR2006を開催し、会議のプロシーディングスも発行するなど交流を行っている。また、ドイツ重イオン研究所との協定に基づき国際協力を進めている。外部資金も活用して研究者の受け入れを行う。
・総合評価	日本では機構でしか出来ない非常に貴重な研究を行っている。	<ul style="list-style-type: none"> ・世の中への発信と潜在的な応用分野への波及効果を期待。 ・研究者の入れ替わりが少ない。研究領域を広げる工夫が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ・解説や総説記事の執筆を行うとともに、成果のプレス発表を行う。また、得られた研究成果を理論研究者にも伝え、関心を掘り起こす。 ・大学等との交流をさらに深める。分析化学や物理化学分野とも交流を行う。

先端基礎研究の実施:アクチノイド化合物磁性・超伝導研究グループ

項 目	高く評価される点	改善を要する点及び今後への期待	措 置
・研究予算・人員	機構内予算は豊富。科研費取得も多い。	大型の科研費取得に必ずしも積極的でない。	科研費の特別推進研究や若手研究(S)など大型予算に挑戦しており、今後も継続する。
・研究活動	<ul style="list-style-type: none"> 研究活動は諸外国をはるかにリードし、世界の中心を形成。 純良単結晶の育成、NMRや中性子散乱等を用いた実験による5f電子系の物性計測、多重極秩序の解明など国際的に極めて高く評価。 	5f電子の特異な振る舞いに注目して、新物質の発見を目指すとしているが、その実用的又は工業的目的が明確ではない。新物質が見つかったとしても必ずしも実用になるとは限らない。	直接の応用は期待できないが、f電子状態の理解は第1原理による核燃料物性予測にとって重要な知見であり、広い意味で応用につながる。現在、燃料の熱物性を研究している大洗研究開発センターと研究協力を推進している。
・機構内外との連携	質の高い研究を行っていることを反映して、機構外との連携は進んでいる。	<ul style="list-style-type: none"> グループ内での研究交流、情報交換が十分ではない。研究員個人が独立して研究をしている印象が強く、グループ全体としての研究遂行の視点が欠けている。 多数の大学院生を受け入れているが、人材育成の視点があまり感じられない。 機構内との連携は大洗研究開発センター以外あまり多くはない。 	<ul style="list-style-type: none"> セミナーやミーティングによる情報交換を密にする。 研究員が大学客員教授等として指導した2名が平成19年度末に修士学位を取得し、1名が博士学位を取得した。全員研究意欲が高く、人材育成は成功している。また、多くの博士研究員は大学や研究所にポストを得ている。 原子力基礎工学研究部門の他、1部門、3拠点とは連携融合研究を実施し、放射光実験及びJRR-3の実験では量子ビーム応用研究部門と共同研究を強力に推進している。さらに、μSR分光器の建設ではKEKやJ-PARCセンターと連携している。
・国際交流	国際協定に基づく国際交流や外国人リーダーの採用など活発な交流の実施。		
・総合評価	<ul style="list-style-type: none"> 研究活動は活発であり、センターの他のグループに比べ高く評価できる。5f電子系の電子・磁気物性の解明に大きく貢献している。 国際的にvisibilityは極めて高く、国際的な人的交流も活発である。 J-PARCのミュオン分光器建設は時宜にかなっている。 	<ul style="list-style-type: none"> 人材育成が十分とは言えない。また、機構外との人的交流、他機関への昇進等が盛んとは言えない。人的交流を積極的に進め開かれた組織を作ること。 量子ビーム応用研究部門との連携を強め、中性子、放射光及び荷電粒子線についても、機構における物質材料研究全般の戦略策定に積極的に関与する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 大学院生の教育、人材育成は成功している(上述)。また、平成19年度は1名が准教授のポストを獲得し、1名は助教の職を得た。連携大学院での学生の受け入れも継続しており、今後も人的交流に努める。 当グループ員がJRR-3の中性子実験計画及び将来の運営計画の策定に寄与している。この中で、将来のJ-PARCとの関係についても議論の牽引役を担っている。放射光に関しては、光電子分光・X線散乱等を通じた共同研究を行い、現在多くの成果が得られつつある。

先端基礎研究の実施: 極限環境場物質探索グループ

項 目	高く評価される点	改善を要する点及び今後への期待	措 置
・研究予算・人員	受託研究では実績がある。	外部資金の獲得が活発ではない。	科研費、民間助成金、JST関連の外部資金に積極的に応募するよう指導する。
・研究活動	C ₆₀ -Coの複合物質における磁気抵抗効果の研究は成果が出ており、新物質開拓の対象として興味深い。電子状態に立ち入った物性論的考察が将来の課題である。	<ul style="list-style-type: none"> ・サブグループ間相互の連携を模索する努力が見られ、国際的に独自のチームになる可能性がある。センター指導部はこの可能性に適切に対応することが望まれる。グループリーダーの巧みな指導の下に3つのサブグループが連携して一致した研究目標に向かって前進することを期待する。 ・超重力による物質開拓では、まだ特筆すべき成果が出ていない。 ・高速クラスターイオンと固体との衝突に伴う近接効果の解明では、物質開拓の観点が薄い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・高エネルギークラスターイオン照射により作られる3次元ナノ構造を有する欠陥集合体が超重力場でどのように変形・集合し、どのような物性変化を引き起こすか、という観点から超重力場とクラスターイオン照射を関連させた研究を立ち上げつつある。また、超重力場での拡散現象を観測する手段として量子ビームによるラザフォード後方散乱法の研究も開始した。 ・超重力場下で超伝導体InPb合金の連続した傾斜構造を作り、コメットボルテックスの観測に成功するなど成果が出ている。 ・C₆₀-Co系の比較的安定な構造を持つ高エネルギーの高質量分子と固体との衝突も興味深い研究として考えている。
・機構内外との連携	大学との間で協力関係が実現されている。	機構内部での連携は積極的ではない。	機構内の連携可能な部署マップを作成し、連携強化を図る。
・国際交流	<ul style="list-style-type: none"> ・国際シンポジウムを開催するなど超重力の研究で積極的に活動している。 ・NEDO国際共同研究によるロシア、ドイツ等との研究交流は評価できる。 		
・総合評価	超重力場における物質生成の研究は独自である。	<ul style="list-style-type: none"> ・3つの全く独立な研究は、いずれも物理としては極めて面白いが、原子力科学としての意味づけが明確ではない。 ・研究活動は積極的であるが、世界的に強力なリーダーシップを発揮しているとは言い難い。 ・競争的研究資金の獲得に積極性が感じられない。 ・3つのサブグループはそれぞれ優れた個性を持っているので、それを生かしつつグループ全体の発展を図れば、将来の飛躍が期待できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・超重力場物質研究では企業との共同研究により、同位体遠心分離ローターの開発に成功した。これにより固体や液体状態での同位体濃縮が可能になり、原子炉を利用したTc-99の製造プロセスの効率化に適用する可能性が生まれている。 ・超重力研究は黎明期の研究と考えている。応用物理学会での研究班の設置を端緒として超重力利用研究が進むよう外部へ実験環境を提供し、世界的に核となるよう強力なリーダーシップを発揮していく。 ・高エネルギークラスターイオンの加速について、東海タンデム加速器の利用も検討していく。 ・競争的資金は獲得しているが、今後もより一層努力する。 ・新現象、新物質、新物性が発現する「極限」環境場を追及することがグループの使命であり、そのためにサブグループ間の連携を推進する。

先端基礎研究の実施:強相関超分子研究グループ

項 目	高く評価される点	改善を要する点及び今後への期待	措 置
・研究予算・人員	機構内資金は充分。外部資金の獲得も良好。		
・研究活動	<ul style="list-style-type: none"> 研究計画は野心的、発展性が高く、研究実施状況、成果とも満足すべきレベル。装置開発、研究成果とも高い評価に値する。 装置の共同利用にも大きく貢献。 	<p>発論文書に強相関、自己組織化などの学術用語が詳しい説明なしに使用され、広範な聴衆や読者に配慮が足りない。このグループの目標は物理、化学、生物学、工学のさまざまな専門分野の交流を伴うので、多くの聴衆にわかり易い発表、読みやすい文書を準備すること。</p>	<p>学術用語の取扱いに関しては、異分野を意識した丁寧な説明をつけるなど配慮する。また、学術的に確立していない用語を用いる場合は、その意図を明確にするような発表を心がける。</p>
・機構内外との連携	<ul style="list-style-type: none"> 博士研究員、特別研究生、学生実習生、共同研究者の受入れ等に積極的。 外部機関への非常勤講師派遣等人材育成に貢献。 企業との連携や量子ビーム応用研究部門との連携が機能している。 		
・国際交流	ドイツ、カナダ、台湾などとの交流が順調		
・総合評価	<ul style="list-style-type: none"> 自己組織化した分子集合体、階層構造等の構造解析に関する中性子小角散乱法による種々の研究は非常に高く評価でき、センタービジョンに値する。 機構内の他部門との連携・融合に努力している。 	<ul style="list-style-type: none"> 構造と機能との相関に関する研究と応用研究はセンタービジョンに値する段階に達していない。 集光型中性子超小角散乱装置の開発について、中期計画前半での完成とはどういう意味か、どこまで到達しているかを明示すべき。 論文を含めた研究の実態とグループ名を含めた研究目標とが一体化することを期待する。 	<ul style="list-style-type: none"> 構造と機能に関する研究は中期計画後半の研究課題として位置づけ、成果の取りまとめの過程で達成を心がける。 集光型中性子超小角散乱装置の開発については本研究グループの発足(平成15年)以来行ってきたおり、平成17年度の新グループの発足以降も継続し、平成19年度に所期の目標をほぼ達成した。よって本中間評価の評価対象として報告した。 研究の実態とグループ名を含めた研究目標が一体化していると伝わるように成果の取りまとめを加速する。

先端基礎研究の実施:重元素生物地球化学研究グループ

項 目	高く評価される点	改善を要する点及び今後への期待	措 置
・研究予算・人員	機構内資金は比較的潤沢。		
・研究活動	<ul style="list-style-type: none"> 微生物と重元素の相互作用解明のために、官能基まで踏み込んだ研究は独創的で新規性が高い。 中期計画前半部分では、おおむね着実な達成状況である。 	<ul style="list-style-type: none"> アクチノイドに特化した研究であるが、何が特徴的かをもっと明確にすべき。相互作用研究の焦点を少しでも電子状態に近づけること。 廃棄物地層処分への応用研究が期待されるが、現在の進捗度や関連する技術開発全体の中での比重を明確にすること。 研究グループ名、研究テーマ名とも包括的すぎるので、研究テーマの絞込みと資源の集中的な投資が望まれる。 	<ul style="list-style-type: none"> 細胞レベルの研究でU(VI)の還元にはチトクロムCなど呼吸に関与するタンパク質が関わっていることが示唆されている。タンパク質を介したU(VI)のU(IV)への還元機構(電子授受機構)を電気化学的及び分光学的に研究し、生体レベルで解明することが特色である。 地層処分への応用も考慮して基礎研究を進めているが、応用研究は行っていない。 タンパク質を介した電子授受機構の解明に資源の投入を行っている。今後もこの方針で進む。
・機構内外との連携	<ul style="list-style-type: none"> 博士研究員、特別研究生、夏季実習生等の受け入れを積極的に実施。 外部機関への非常勤講師派遣や客員教授の派遣により人材育成に貢献。 		
・国際交流	積極的に取り組んでいる。	今後ますます海外の関連研究機関との交流を深めるべき。	海外の関連研究機関、特に生体分子レベルの研究を展開している研究機関と協力していく。
・総合評価	<ul style="list-style-type: none"> 機構内の他の組織との連携協力で研究の広がりが見られる。特に、機構内のバイオ研究者の衆知を結集して処分環境下における微生物のバリア性能を解明する目標は適切である。 国際協力研究の企画は評価できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 研究は原子力利用のバックエンド的及び地球環境的に非常に重要な研究であるが、まだ萌芽的段階に留まっている。研究内容の絞込みと科学的な内容の強化など早急なこ入れが必要。 機構の中のセンターの使命との整合性を考え、研究テーマを整理しなおすことが望まれる。 	<ul style="list-style-type: none"> タンパク質を介した電子授受の解明に資源を投入して、的を絞った研究を行う。 すでに国際レベルの成果を出しているが、研究内容をよく整理・検討し、機構の中のセンターの使命に沿った、ウランのタンパク質への吸着構造と電子授受に関する先端的な基礎研究を推進する。

先端基礎研究の実施:陽電子ビーム物性研究グループ

項 目	高く評価される点	改善を要する点及び今後への期待	措 置
・研究予算・人員	研究活動を現状の範囲に限れば予算も人員もほぼ満足という程度。		
・研究活動	陽電子回折を用いた表面構造、表面電子状態の解明で、興味ある成果。また、国際的にも一定の評価。	<ul style="list-style-type: none"> ・陽電子を用いた表面解析における新しい技術の確立という目標が機構の使命、特に原子力科学へどのように寄与するか明確でない。この点は今後の課題。 ・研究分野を広めて、例えばポジトロニウムなどの生成、反応、消滅も考慮すれば、豊かな研究に発展する可能性がある。放射線作用基礎過程研究グループなどとの協力の可能性もある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・陽電子マイクロビームを開発して、原子炉材料の劣化解析に新たなデータを提供するなど原子力科学に寄与している。今後一層、独自性とんだ研究課題に挑戦していく。 ・陽電子消滅を用いた材料物性研究において、研究分野間の協力関係を進めるとともに、人材育成にも力を入れる。
・機構内外との連携		<ul style="list-style-type: none"> ・盛んであるとは言えない。 ・グループが高崎量子応用研究所に置かれているため、センター、原子力科学研究所の他のグループとの交流や連携が難しいのではないかと心配が議論された。このグループを東海村に移転することが望ましいかどうか検討を勧める。 	<ul style="list-style-type: none"> ・東京大学や(株)日本製鋼所との共同研究を実施し、成果を得つつある。また、機構内では量子ビーム応用研究部門が主導する三機関連携研究における燃料電池電解質膜の構造解析や原子力基礎工学研究部門と進めている原子力材料の劣化解析の研究で連携を強化する。 ・現状で原子力科学研究所の他のグループとの交流・連携は問題なく行われており、また高崎量子応用研究所のイオンビーム等を利用できる利点もあり、移転は考えていない。
・国際交流		人的交流は不明	国際会議への参加等は既に十分行っている。海外との共同研究や研究者受け入れについても、利用できる制度を活用して積極的に取り組む。
・総合評価	陽電子の散乱と消滅という独自の手法を表面の研究に応用し、企業などから注目される研究成果を出している点は評価できる。特徴ある装置の開発も高く評価できる。	<ul style="list-style-type: none"> ・陽電子の応用研究で本当に定量性のある役立つ成果を系統的に出すことを期待する。 ・産業界で苦勞している表面や界面で起きる諸現象の解明に積極的に参画し、実用化に向けて最短距離の研究を期待する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・反射高速陽電子回折を用いた研究では、原子レベルでの定量的な構造決定が出来ることを実証しているため、今後もこの立場を堅持し、より重要な研究課題に取り組んでいく。 ・陽電子マイクロビーム技術を駆使して、これまで不可能であった微小材料や材料局部の研究を進展させる。

先端基礎研究の実施:放射線作用基礎過程研究グループ

項 目	高く評価される点	改善を要する点今後への期待	措 置
・研究予算・人員	当面は潤沢であり、外部資金もある。	長期的に見れば、掲げられている研究領域は極めて広範で総括的であり、現在の予算・人員は不足。	特別研究生、博士研究員、外国人招へい研究員、リサーチフェローなど利用できるポストを最大限活用するように、積極的に応募している。また、JSPSの招へい制度などにも積極的に申請している。
・研究活動	放射線作用の物理化学生物作用に関する基礎研究は機構として重点的に研究すべき重要課題であり、センターがこのグループを昨年発足させたことは賢明な一歩であった。	<ul style="list-style-type: none"> ・DNAの放射線損傷の研究では、実験補助員の雇用を検討すべき。 ・生物・医学専門誌の整備や電子ジャーナルへのスムーズなアクセスを可能にするよう早急な対策が必要。 ・高温、超臨界流体の放射線反応の研究及び超高分解能パルスラジオリシス法による高速反応の研究はグループリーダーの実績と東大大学院の施設と機材の利用で効率よい活動が期待できる。 ・放射線化学と放射線生物学の両者の先端を同時に開拓している研究組織は世界的に稀であり、グループ内の相互交流を工夫して創造性の高い仕事を期待する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・パートタイマーの実験補助員を役務契約で導入する。 ・センターで独自に雑誌の講読を行う。電子ジャーナルについては、研究技術情報部に要望書を提出する。 ・共同研究の枠組みで東京大学との緊密な連携を行っており、当面、大学の情報網を活用することを考える。 ・二分野を俯瞰できるような研究を実施するためには、グループ員が研究の魅力、発展性、重要性について共通の認識を持つことが急務である。そのために、日常的に議論できる雰囲気作りに努力する。
・機構内外との連携	東大ほか幾つかの機関との連携は高く評価できる。	機構内の人事交流、施設の相互利用を推進するため、研究者の創意とセンター指導部の協力が必要である。	機構内で人事交流、相互支援がレベルの高い研究に結びつくことを認識している。連携を深め、実質的な形で協力関係を実現することが現実的であり、そのような工夫を行っている。
・国際交流	グループリーダーの国際的知名度が極めて高く、研究者の短期滞在受入れなど交流は盛んである。		
・総合評価		出来たばかりのグループで、まだグループ内での相互理解が不十分である。グループとしてのまとまりをうまく出すように努力してほしい。そのためには、機構内外の多くの機関との関係プレーが望まれる。	グループとしてレベルの高い仕事をするには何が必要かをグループ員が認識すること、そのための行動を自然にできるようにもっていくことがリーダーの役割と考えている。機構内の連携として、これまで原子力基礎工学研究部門の放射線影響解析グループとの共同研究を実施し、論文として成果を報告している。今後は他大学との連携も強化する。

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
物質の量	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 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
質量体積 (比体積)	立法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
(物質量の) 濃度	モル毎立方メートル	mol/m ³
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m ²
屈折率	(数の) 1	1

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	エクスト	y

表3. 固有の名称とその独自の記号で表される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 ^(a)	rad		m ² ・m ⁻¹ =1 ^(b)
立体角	ステラジアン ^(a)	sr ^(c)		m ² ・m ⁻² =1 ^(b)
周波数	ヘルツ	Hz		s ⁻¹
力	ニュートン	N		m ² ・kg ⁻¹ ・s ⁻²
圧力, 応力	パスカル	Pa	N/m ²	m ⁻¹ ・kg ⁻¹ ・s ⁻²
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	N・m	m ² ・kg ⁻¹ ・s ⁻²
工率, 放射束	ワット	W	J/s	m ² ・kg ⁻¹ ・s ⁻³
電荷, 電気量	クーロン	C		s ⁻¹ ・A
電位差 (電圧), 起電力	ボルト	V	W/A	m ² ・kg ⁻¹ ・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 ⁻¹ ・s ⁻³ ・A ⁻²
コンダクタンス	ジーメン	S	A/V	m ⁻² ・kg ⁻¹ ・s ³ ・A ²
磁束	ウェーバ	Wb	V・s	m ² ・kg ⁻¹ ・s ⁻² ・A ⁻¹
磁束密度	テスラ	T	Wb/m ²	kg ⁻¹ ・s ⁻² ・A ⁻¹
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A	m ² ・kg ⁻¹ ・s ⁻² ・A ⁻²
セルシウス温度	セルシウス度 ^(d)	°C		K
光照射度	ルーメン	lm	cd・sr ^(c)	m ² ・m ⁻² ・cd=cd
(放射性核種の) 放射能	ベクレル	Bq	1m/m ²	m ² ・m ⁻³ ・cd=m ⁻² ・cd
吸収線量, 質量エネルギー	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, 組織線量当量	シーベルト	Sv	J/kg	m ² ・s ⁻²

- (a) ラジアン及びステラジアンの使用は、同じ次元であっても異なった性質をもった量を区別するときの組立単位の表し方として利点がある。組立単位を形作るときにいくつかの用例は表4に示されている。
- (b) 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“1”は明示されない。
- (c) 測光学では、ステラジアンの名称と記号srを単位の表し方の中にそのまま維持している。
- (d) この単位は、例としてミリセルシウス度m°CのようにSI接頭語を伴って用いても良い。

表4. 単位の中に固有の名称とその独自の記号を含む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
粘着力のモーメント	ニュートンメートル	N・m	m ² ・kg ⁻¹ ・s ⁻²
表面張力	ニュートン毎メートル	N/m	kg ⁻¹ ・s ⁻²
角速度	ラジアン毎秒	rad/s	m ² ・m ⁻¹ ・s ⁻¹ =s ⁻¹
角加速度	ラジアン毎平方秒	rad/s ²	m ² ・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 ⁻¹ ・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 ⁻¹ ・s ⁻² ・K ⁻¹
質量熱容量 (比熱容量), 質量エントロピー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg・K)	m ² ・s ⁻² ・K ⁻¹
質量エネルギー (比エネルギー)	ジュール毎キログラム	J/kg	m ² ・s ⁻² ・K ⁻¹
熱伝導率	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m・K)	m ² ・kg ⁻¹ ・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 ⁻¹ ・s ⁻²
電界の強さ	ボルト毎メートル	V/m	m ² ・kg ⁻¹ ・s ⁻³ ・A ⁻¹
体積電荷	クーロン毎立方メートル	C/m ³	m ⁻³ ・s ⁻¹ ・A
電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² ・s ⁻¹ ・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 ² ・kg ⁻¹ ・s ⁻² ・A ⁻²
モルエネルギー	ジュール毎モル	J/mol	m ² ・kg ⁻¹ ・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 ⁻¹ ・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 ⁻¹ ・A
吸収線量	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 ⁻¹ ・s ⁻³ =m ² ・kg ⁻¹ ・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 ⁻¹ ・s ⁻³ =kg ⁻¹ ・s ⁻³

表6. 国際単位系と併用されるが国際単位系に属さない単位

名称	記号	SI 単位による値
分	min	1 min=60s
時	h	1 h=60 min=3600 s
日	d	1 d=24 h=86400 s
度	°	1°=(π/180) rad
分	'	1'=(1/60)°=(π/10800) rad
秒	''	1''=(1/60)'=(π/648000) rad
リットル	l, L	1 l=1 dm ³ =10 ⁻³ m ³
トン	t	1 t=10 ³ kg
ネーパ	Np	1 Np=1
ベル	B	1 B=(1/2) ln10 (Np)

表7. 国際単位系と併用されこれに属さない単位で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 単位であらわされる数値
電子ボルト	eV	1 eV=1.60217733(49)×10 ⁻¹⁹ J
統一原子質量単位	u	1 u=1.6605402(10)×10 ⁻²⁷ kg
天文単位	ua	1 ua=1.49597870691(30)×10 ¹¹ m

表8. 国際単位系に属さないが国際単位系と併用されるその他の単位

名称	記号	SI 単位であらわされる数値
海里	海里	1 海里=1852m
ノット	ノット	1 ノット=1 海里毎時=(1852/3600)m/s
アール	a	1 a=1 dam ² =10 ² m ²
ヘクタール	ha	1 ha=1 hm ² =10 ⁴ m ²
バール	bar	1 bar=0.1MPa=100kPa=1000hPa=10 ⁵ Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1nm=10 ⁻¹⁰ m
バール	b	1 b=100fm ² =10 ⁻²⁸ m ²

表9. 固有の名称を含むCGS組立単位

名称	記号	SI 単位であらわされる数値
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=10 ⁻⁴ m ² /s
ガウス	G	1 G ≙10 ⁴ T
エルステッド	Oe	1 Oe ≙(1000/4π) A/m
マクスウェル	Mx	1 Mx ≙10 ⁻⁸ Wb
スチルブ	sb	1 sb =1cd/cm ² =10 ⁴ cd/m ²
ホト	ph	1 ph=10 ⁴ lx
ガル	Gal	1 Gal =1cm/s ² =10 ⁻² m/s ²

表10. 国際単位系に属さないその他の単位の例

名称	記号	SI 単位であらわされる数値
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
X線単位	lx	1 lx unit=1.002×10 ⁻⁴ nm
ガンマ	γ	1 γ=1 nT=10 ⁻⁹ T
ジャンスキー	Jy	1 Jy=10 ⁻²⁶ W・m ⁻² ・Hz ⁻¹
フェルミ	fm	1 fermi=1 fm=10 ⁻¹⁵ m
メートル系カラット		1 metric carat = 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	
マイクロン	μ	1 μ = 1μm=10 ⁻⁶ m

