

JAERI-Review
2005-039



JP0550509



公募型研究（原子力基礎研究）総括報告書
（平成10年度～平成15年度）

2005年9月

企画室

日本原子力研究所
Japan Atomic Energy Research Institute

本レポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。
入手の問い合わせは、日本原子力研究所研究情報部研究情報課（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村）あて、お申し越してください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

This report is issued irregularly.

Inquiries about availability of the reports should be addressed to Research Information Division, Department of Intellectual Resources, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, 319-1195, Japan.

© Japan Atomic Energy Research Institute, 2005

編集兼発行 日本原子力研究所

公募型研究(原子力基礎研究)総括報告書
(平成10年度～平成15年度)

日本原子力研究所
企画室

(2005年8月3日受理)

日本原子力研究所では、公募型研究(原子力基礎研究)を平成10年度より開始し、平成15年度をもって終了した。本報告書は、6年間の本公募型研究制度運用についての総括的報告書として、公募型研究の仕組み、応募状況、実施された研究開発課題の実績、評価結果概要、成果、課題、改善点等を取りまとめたものである。

JAERI-Review 2005-039

Summative Report of the Public Competition Research and Development on
Nuclear Science and Technology
in the Fiscal Year 1998 through 2003

Office of Planning

Japan Atomic Energy Research Institute
Suehiro-cho, Kashiwa-shi, Chiba-ken

(Received August 3, 2005)

Japan Atomic Energy Research Institute started the public competition research and development on nuclear science and technology in 1998, and closed it in 2003. This report describes the system of the competition research and development, application situations, R & D subjects adopted, evaluation findings, outputs produced, achievements and problems, as a summative report of practice of the system for six years.

Keywords: Competition Research and Development, Nuclear Science and Engineering, Ex Ante Evaluation, Annual Evaluation and Ex Post Evaluation, Evaluation Findings, Outputs, Special Committee for Evaluation, Evaluation Committee

目次

1. はじめに	1
2. 公募型研究開発の仕組み	4
2.1 研究開発課題の公募から選定、評価、実施の流れ	4
2.2 研究開発課題の公募について	5
2.3 課題の選定及び評価について	5
2.4 研究評価委員会及び理事会審議について	7
2.5 研究開発の実施について	9
3. 研究開発の実施実績	10
4. 研究評価の結果について	12
4.1 各年度の評価における総合所見について	12
4.2 課題別の評価結果	20
5. 公募型研究開発の成果、課題、問題点等のまとめ	58
5.1 本制度としての成果及び意義	58
5.2 本制度による主な成果発表の件数一覧	65
5.3 制度運用の問題点及び課題	67
6. おわりに	68
参考-1 平成12年度「原子力基礎研究」の公募についての御案内	69
参考-2 平成13年度「原子力基礎研究」の公募についての御案内	78
参考-3 原子力基礎研究専門部会の構成 (平成10年度～平成16年度)	89

Contents

1. Introduction	1
2. System of the Competition Research and Development	4
2.1 Flow of the System, from Invitation, Selection, R & D, and to Evaluation	4
2.2 Invitation of Research Subjects to the Public	5
2.3 Evaluation for Selection and Ex Post Research Subjects	5
2.4 Deliberations of the Evaluation Committee and the Executive Board	7
2.5 Implementation of Research Subjects	9
3. Titles of Researches Adopted in the Competition	10
4. Results of Ex Ante and Ex Post Evaluation	12
4.1 Comprehensive Findings of Evaluations for R & D Performances	12
4.2 Evaluation Findings of Research Subject	20
5. Achievements and Problems of the System	58
5.1 Significant Achievements	58
5.2 List of Major Outputs	65
5.3 Problems and Improvements	67
6. Conclusion	68
Reference-1 Announcement of Call for Research Subjects in 2000	69
Reference-2 Announcement of Call for Research Subjects in 2001	78
Reference-3 Successive Members of Special Committee for Evaluation (Since 1998 to 2004)	89

1. はじめに

原子力は科学の基幹をなす学問・技術体系より構成されており、多様な展開と多くの可能性を有している。原子力のより高い信頼性、安全性及び経済性を実現し、原子力開発における種々の可能性を追求するためには、未だ多くの未踏分野が残されている基礎研究をさらに推進し、技術のブレークスルーを目指すことが重要である。日本原子力研究所(以下、原研)では、原子力分野の基礎研究(原子力工学並びに原子力開発を支える機械工学、材料/物質化学、応用化学、物理及び化学)の重要性に鑑み、大学等における原子力関連研究の一層の活性化と人材の育成に寄与するため、平成10年度より新たに公募型原子力基礎研究制度を設けることとした。その後、本制度は種々の状況から平成13年度の公募が最後となり、継続研究課題の平成15年度実施をもって終了した。

本制度の概要は、国公立大学、国や民間等の原子力研究開発機関を対象として広く研究課題を公募し、原研の「研究評価委員会」の下で所内外の専門家から構成する原子力基礎研究専門部会により課題を選考し、その研究を推進するものである。また、原研が特定の公募研究課題を設定することもできる。研究期間は、最大限3年間とし、年度毎の研究評価に基づき1事業年度毎に更新することとする。研究費は、1,000~3,000万円/年/件程度(平成13年度の公募から2,000万円/年/件以下)とし、研究評価による採択後、研究内容、実施体制規模を考慮して定める。研究費の用途は、採択された課題を直接実施するために必要な項目に限る。

平成10年度の初の公募では、全国の大学等の研究開発機関から67件の応募があり、1次及び2次選考を経て8課題を採択した。

平成11年度の新規研究開発課題の公募では、原子力関連基礎研究分野に加えて以下の原研指定分野1及び2についての公募を開始した。合計で42件の応募があり、事前評価により6課題が新規採択となった。この内、指定分野1に1件、指定分野2に2件採択された。また、前年度から開始された8課題の年次評価では、全課題の継続実施を認めた。

指定分野1：小型軽量化を極限まで追及した超安全・超小型原子炉の設計研究

指定分野2：超高熱流束除熱限界への挑戦と限界熱流束予測手法の開発

平成12年度の新規研究開発課題の公募では、38件の応募があり、事前評価の結果、4課題が採択された。この内、指定分野2に1件採択された。また、研究開発が継続中の13課題の年次評価では、全課題の継続を承認した。1件の終了課題について事後評価を実施した。平成12年度の原研指定分野の設定は以下であった。

指定分野1：放射線の効果を利用した画期的材料の研究

指定分野2：原子炉特有のカオス現象に関する研究

平成13年度の新規研究開発課題の公募では、44件の応募があり、事前評価の結果、4課題が採択された。この内、指定分野1に2件、指定分野2に1件が採択された。また、研究開発が継続中の9課題の年次評価では、全課題の継続を承認した。1件の終了課題について事後評価を実施した。平成13年度の原因指定分野の設定は以下であった。

指定分野1：先進的観察・計測技術に関する研究

指定分野2：革新的原子炉に関する基礎的研究

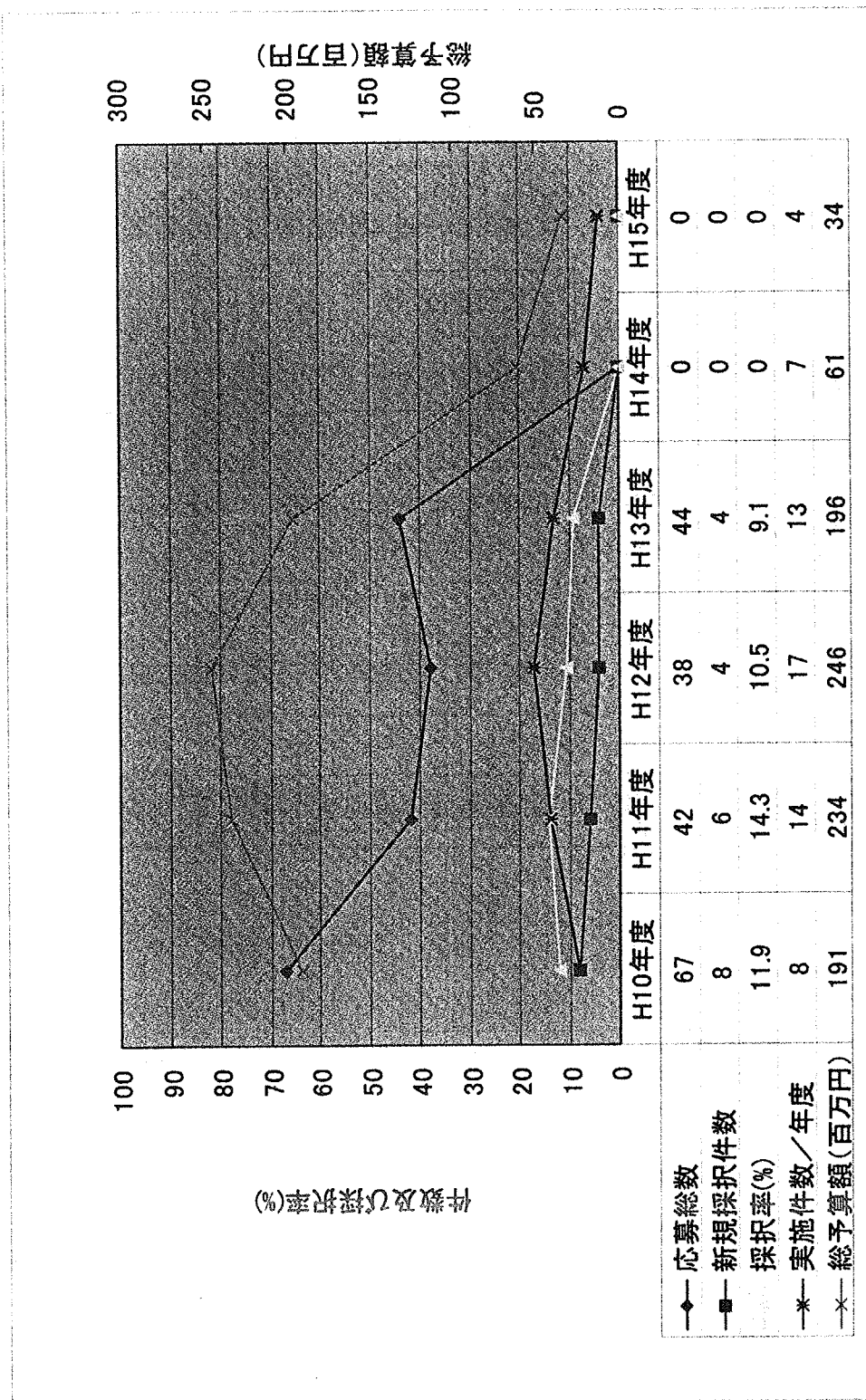
平成14年度には、予算上の制約及び文部省と科学技術庁との省庁統合により、この種の公募型研究は資金配分機関(例：科学技術振興事業団等)に一元化するとの文部科学省の方針も考慮して公募が見送られた。そして、平成15年度の継続テーマ実施終了をもって、本公募研究制度は終了することとなった。

以下の表-1にこれまでの実施推移をまとめて示す。

表-1 公募型研究：原子力基礎研究の実施推移

年度	応募件数	新規採択課題数	実施課題総数	予算(百万円)
平成10年 一般	67 (67)	8 (8)	8 (8)	190
平成11年 一般 指定分野	42 (37) (5)	6 (3) (3)	14 (11) (3)	234
平成12年 一般 指定分野	38 (26) (12)	4 (3) (1)	17 (13) (4)	246
平成13年 一般 指定分野	44 (20) (24)	4 (1) (3)	13 (6) (7)	196
平成14年 一般 指定分野	—	—	7 (4) (3)	61
平成15年 一般 指定分野	—	—	4 (1) (3)	34
総合計 一般 指定分野	191 (150) (41)	22 (15) (7)	63 (43) (20)	962

図-1に原子力基礎研究の年度推移を折れ線グラフにして示す。



図一1 原子力基礎研究の年度推移

以上、平成 10 年度から平成 15 年度にわたって実施してきた本公募型研究の概略の経緯を述べてきた。以下では、本公募型研究開発の仕組み、各年度に実施されてきた各研究開発テーマの概要、評価結果、制度実施上の課題、成果等について記述する。

2. 公募型研究開発の仕組み

2.1 研究開発課題の公募から選定、評価、実施の流れ

課題の公募から選定、評価、実施等の一連の流れを以下の図 2-1 に示す。

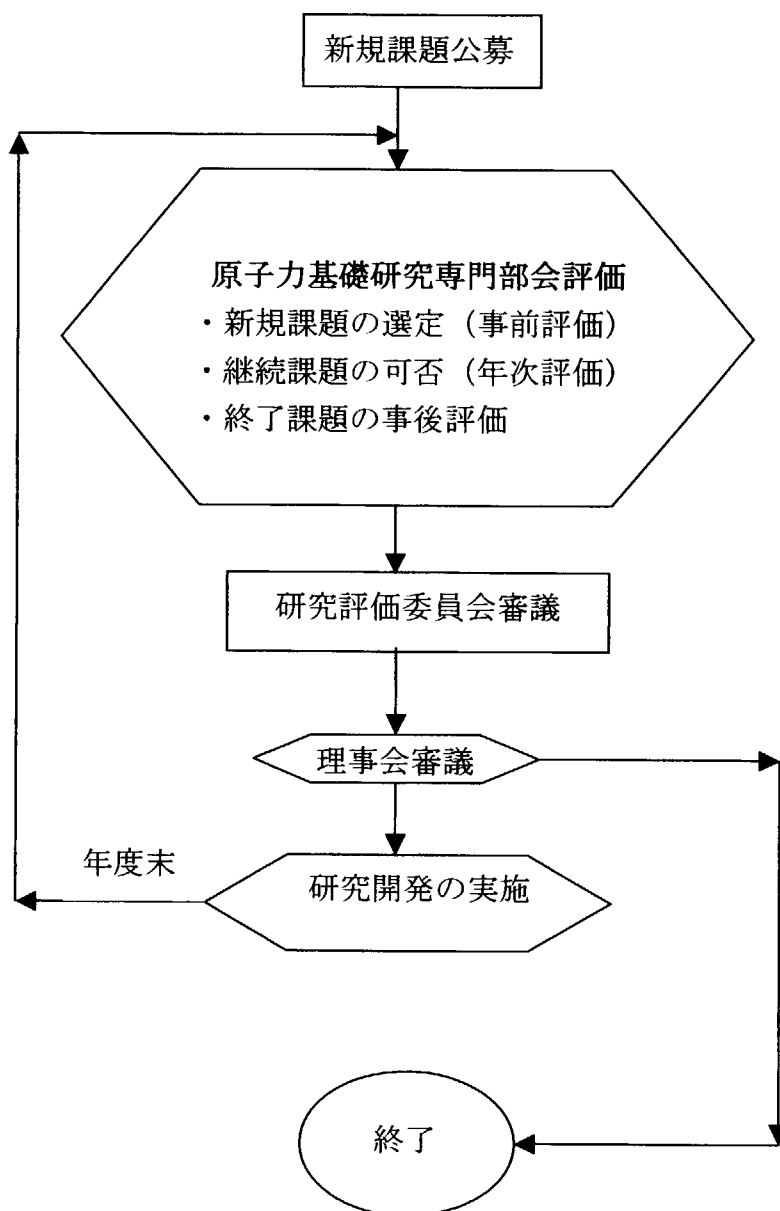


図 2-1 原子力基礎研究の流れ

2.2 研究開発課題の公募について

例えば平成 X 年度実施予定の新規課題の公募については、通常は図 2-1 にあるように平成 X 年の 1 月ないしは前年の 12 月に公募を開始する。平成 X 年度原子力基礎研究応募要領を公示するとともに印刷物として、関連機関や学会に配布する。また、学会誌、関連雑誌、ホームページ等を利用して広報活動に務めている。参考-1 及び参考-2 に平成 12 年度及び 13 年度の応募要領を示す。応募要領には、背景、研究目的、応募資格、対象分野及び領域、選定予定テーマ数、研究の実施方法、成果の取扱い、選考方法、応募方法等を記載している。

2.3 課題の選定及び評価について

2.3.1 課題の選定・評価のための専門部会

(1) 専門部会の目的

原子力基礎研究公募制度に基づいて、平成 X 年度に実施した課題について、終了課題の事後評価及び平成 X+1 年度に継続予定課題の年次評価並びに平成 X+1 年度の公募研究課題の選考（事前評価）を実施する。

(2) 専門部会の構成

専門部会の規模は最大の時外部委員 11 名、原研の内部委員 3 名、部会長を含めて合計 14 名の専門委員で構成している。平成 10 年度から歴代の専門部会の構成を参考-3 に示す。

2.3.2 評価の方法

(1) 新規課題の選定

1) 評価のプロセス

課題の評価においては、まず、全委員が応募者から提出された申請書（研究計画書等）を事前に査読し、下記の評価項目及び評価基準により 1 次評価を行う。その結果を原子力基礎研究専門部会において討議し、評価をまとめ、課題選考を行う。

2) 評価項目及び評価基準

評価項目は以下の通りである。

- ① 研究開発の目的・目標の妥当性
- ② 研究開発の手法の妥当性
- ③ 研究の先進性及び独創性
- ④ 研究実施体制の妥当性（実現可能性）
- ⑤ 研究スケジュールの妥当性
- ⑥ 研究の有用性及び波及効果（期待される成果、発展性）
- ⑦ 総合評価、研究開発課題の採択・不採択

なお、平成 X+1 年度新規公募において「特定公募分野」に対応して応募された研究課題については、その趣旨との整合性を考慮する。

また、評価の基準は以下の通りである。

申請書の事前査読において、上記①～⑦の個別評価項目に対して、3段階評価 [A (極めて良い)、B (普通)、C (不十分)] を行うとともに所見を記す。また、これらを総合して、⑦総合評価においては、2段階評価 [採択、不採択] を行うとともに、所見 (研究計画内容の特徴、実施に当たっての提言等) を記す。なお、参考とする点数換算は A (5点)、B (3点)、C (1点) とする。

専門部会においては、上記の各委員の評価結果を総合的に評議し、採択研究課題を選考する。

(2) 年次評価 (研究開発継続の可否)

1) 評価のプロセス

前記の事後評価と同じ方法とする。

2) 評価項目及び評価基準

評価項目は以下の通りである。

- ① 研究開発の進捗状況の妥当性
- ② 研究開発課題の目的・目標、進め方、資源配分等の見直しの必要性
- ③ 総合評価、研究開発課題の継続の妥当性

また、評価の基準は以下の通りである。

①の評価項目に対して、3段階評価 [A (極めて良い)、B (普通)、C (不十分)]、②の評価項目に対して、2段階評価 [必要なし、必要あり]、③の総合評価に対して、2段階評価 [継続して良い、中止すべき] とともに、所見 (研究及び結果の特徴、継続の可否、条件及び提言等) を記す。なお、参考とする点数換算は A (5点)、B (3点)、C (1点) とする。

(3) 事後評価 (終了課題の評価)

1) 評価のプロセス

研究実施者から提出された報告書 (要約) を評価用資料として事前に査読するとともに、“原子力基礎研究報告会”において、研究実施者による発表を聴取して下記の評価項目及び評価基準により評価を行う。報告会後の原子力基礎研究専門部会で総合的な評価のまとめを行う。

2) 評価項目及び評価基準

評価項目は以下の通りである。

- ① 研究開発課題の目的達成度
- ② 研究手法及び進捗の妥当性

- ③ 研究成果の先進性及び独創性
- ④ 研究成果の有用性及び波及効果
- ⑤ 総合評価、将来への研究開発の展開

また、評価の基準は以下の通りである。

上記①～④の個別評価項目に対して、3段階評価[A(極めて良い)、B(普通)、C(不十分)]を行う。また、これらを総合して、⑤総合評価においても同様の3段階評価を行うとともに、所見(研究及び結果の特徴、将来への研究開発の展開の提言等)を記す。なお、参考とする点数換算はA(5点)、B(3点)、C(1点)とする。

2.4 研究評価委員会及び理事会審議について

2.4.1 研究評価委員会審議について

原研における研究評価では、「国の研究開発全般に共通する評価の実施方法の在り方についての大綱的指針」(平成9年8月 内閣総理大臣決定)及び「国の研究開発評価に関する大綱的指針」(平成13年11月 内閣総理大臣決定)に基づいて、研究所の機関運営及び研究開発課題について自己点検(内部)評価と外部評価を行っている。図2-2に原研における研究評価システム構成の概要を示す。「研究所評価委員会」においては機関評価を行い、「研究評価委員会」においては研究開発課題、研究支援業務課題及び公募型研究開発課題の事前評価、中間評価(年次評価)及び事後評価を行っている。

実際の研究開発評価では、研究評価委員会の下に専門部会を設けて各課題のピアレビューを実施し、評価結果を研究評価委員会が会合を開いて審議することとなっている。公募型研究開発については、専門部会の評価結果報告書を各研究評価委員が査読して意見・コメントを反映させるプロセス(書類審議)を経る。これらの審議を経た評価結果が、研究評価委員会委員長から原研の理事長に答申される。

2.4.2 理事会審議について

研究評価を受けた研究開発課題については、実施計画を含めて理事会審議を行い、承認された課題について実施の諸手続きが開始される。

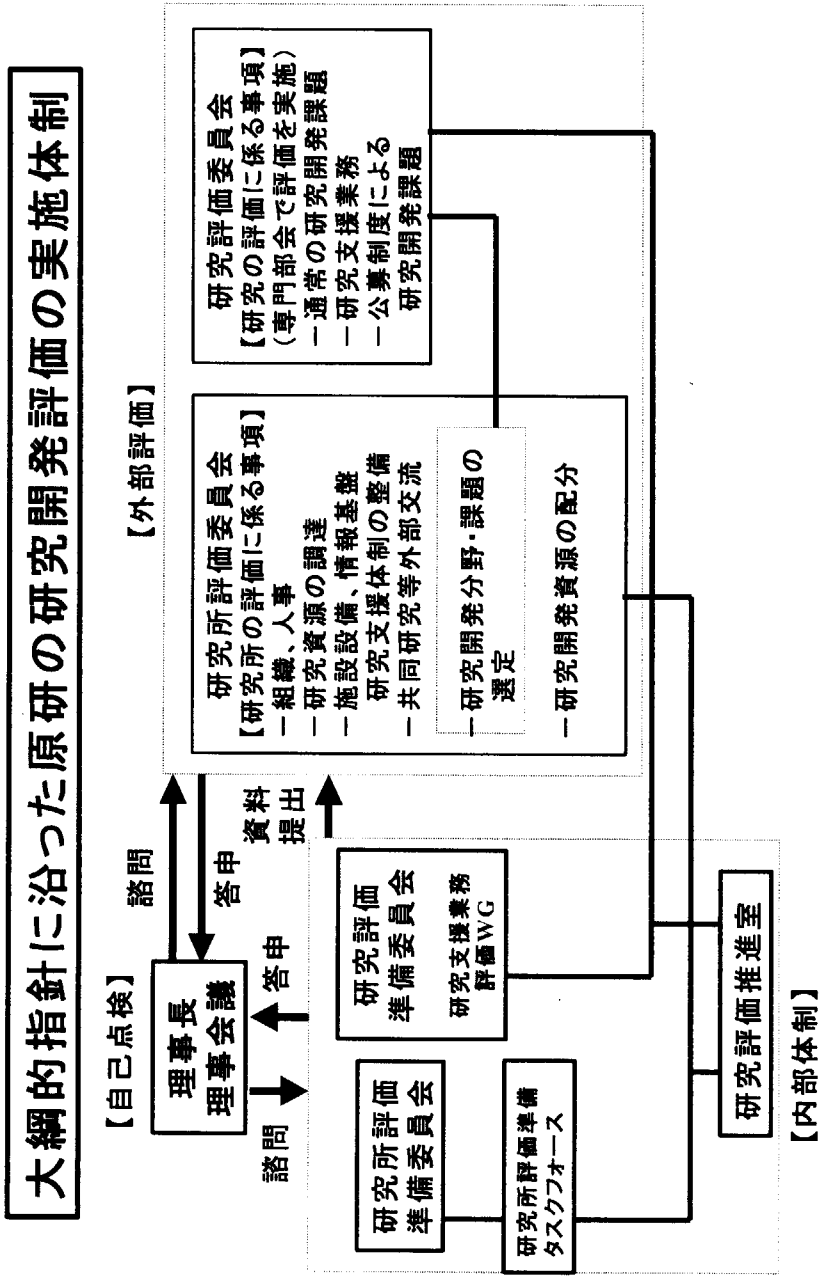


図 2-2 原研における研究評価システムの概要

2.5 研究開発の実施について

原研側メンバーと研究開発課題実施者側が協力して、実施が認められた研究開発課題に対応した研究グループを形成することがまず必要となる。次に原研は、研究開発実施者と委託研究契約を結ぶ。一般向け及び指定分野のテーマ公募研究の実施では、対象が国内の大学、国公立試験研究機関、特殊法人、特別認可法人、公益法人、企業等に所属する原子力関連研究の研究者または研究グループであるので、原研の規定により委託研究契約を締結する。

研究実施期間は、1事業年度毎の更新で最大限3年間としている。研究開発の実施場所は、応募者の所属機関とするが、原研に来て実施することも可としている。

研究開発実施に関する事務手続きの庶務等は企画室研究協力推進室が担当した。また、研究評価に関する庶務等は企画室研究評価推進室が担当した。

3. 研究開発の実施実績

平成10年度から平成15年度までの実施課題数の推移を以下の表3-1に示す。

表3-1 原子力基礎研究実施課題数の年度毎の推移

平成 年度	10年度	11年度	12年度	13年度	14年度	15年度
一般	8	11	13	6	4	1
指定分野	—	3	4	7	3	3

また、研究開発課題は以下のとおりである。

表3-2 公募課題の実施実績一覧

課題名	研究実施者(所属機関)	研究期間
原子炉環境水化学因子による応力腐食割れ制御機構の研究	柴田 俊夫 大阪大学大学院	2年間(平成10～11年度)
レーザーとプラズマによる陽子加速の基礎研究	小方 厚 広島大学	3年間(平成10～12年度)
中性子照射により生成する鉛・ビスマス合金中のポロニウムの挙動に関する研究	関本 博 東京工業大学	3年間(平成10～12年度)
シビアアクシデントの伝熱流動現象における素過程に関する研究	成合 英樹 筑波大学	3年間(平成10～12年度)
原子力固液界面プロジェクト:不均質場吸着理論の体系化と放射性廃棄物処分への適用	田中 知 東京大学	3年間(平成10～12年度)
電池活物質としてのアクチナイドの有効活用	塩川 佳伸 東北大学	3年間(平成10～12年度)
光技術による原子炉計装系の研究	中沢 正治 東京大学	3年間(平成10～12年度)
原子力基礎研究のための球状収束イオンビーム核融合中性子源に関する研究	吉川 潔 京都大学	3年間(平成10～12年度)
指定分野1:小型軽量化を極限まで追及した超安全・超小型原子炉の研究	神戸 満 電力中央研究所	3年間(平成11～13年度)
鉄の酸化還元・元素濃集機能による能動的廃棄物処分および環境保全システムに関する基礎的研究	大橋 弘士 北海道大学	2年間(平成11～12年度)
指定分野2:水を用いた外部冷却による超高限界熱流束の研究 副題「超高熱流束冷却の実現と限界熱流束の予測精度の改善」	門出 政則 佐賀大学	3年間(平成11～13年度)
結晶粒界構造制御による原子炉配管材料の粒界鋭敏化抑制効果	粉川 博之 東北大学	3年間(平成11～13年度)
陽電子親和力による量子ドット内閉じこめを利用した原子炉圧力容器鋼およ	長谷川雅幸 東北大学	3年間(平成11～

びそのモデル合金(Fe-Cu)中の超微小銅析出物の形成過程と構造解明		13年度)
指定分野2:先駆的超高熱除熱技術の開発と限界の実験的解明~高速旋回流・多孔質内沸騰二相流・ミスト衝突噴流の三方向からの挑戦~	戸田 三朗 東北大学	3年間(平成11~13年度)
高感度 γ 線検出のための機能性色素の開発	時田 澄男 埼玉大学	3年間(平成12~14年度)
指定分野2:均圧注入系を模擬した体系に生じるカオスの研究(受動的安全炉の特性解析)	班目 春樹 東京大学	2年間(平成12~13年度)
加速器駆動未臨界炉に関する実験的基礎研究	代谷 誠治 京都大学	3年間(平成12~14年度)
共鳴レーザーアブレーションを用いた超高感度中性子ドシメトリー手法に関する基礎研究	井口 哲夫 名古屋大学	3年間(平成12~14年度)
指定分野2:CANDLE燃焼方式の種々の原子炉への適応に関する研究	関本 博 東京工業大学	3年間(平成13~15年度)
指定分野1:Frischグリッド付きアバランシェダイオードを用いた低被爆量CT開発の基礎研究	今西 信嗣 京都大学	3年間(平成13~15年度)
指定分野1:レーザー誘起蛍光法による空間・時間高分解能電界計測用高効率励起ヘリウム原子線生成に関する研究	吉川 潔 京都大学	3年間(平成13~15年度)
酸化カリウムをドーブしたアルミノケイ酸固体電界質上での水蒸気の不均化分解	長瀬 賢三 東北大学	3年間(平成13~15年度)

4. 研究評価の結果について

以下には、研究評価委員会の原子力基礎研究専門部会による各年度の評価結果を示す。

4.1 各年度の評価における総合所見について

(1) 平成10年度評価における専門部会の総合所見

1) 事前評価(平成10年度実施予定テーマの新規採択)

平成10年度は原子力基礎研究開始の初年度であり、初の課題公募は、平成10年7月末の第1回研究評価委員会において公募制度に係る専門部会の設置が求められた直後から開始し、9月8日に締め切った。しかし、この間に応募された研究課題は67件に上った。これら全てにヒアリングによる審査を実施することは事実上困難であったため、1次選考としての書類審査で15課題を選択し、2次選考でこれらについてヒアリングを実施した。最終的には8課題を採択した。

平成10年度の研究期間を最大限に確保するため(委託研究または共同研究の契約締結の手続きに1ヶ月程度を要するため、10月に採用する研究課題が決定されたとしても、研究開始は11月以降となる。)、当専門部会は応募課題の評価を急がざるを得ない状況にあった。平成11年度以降については、十分な審議時間を確保したいと考えている。

(2) 平成11年度評価における専門部会の総合所見

1) 継続予定課題の年次評価

対象研究課題の全8課題を継続することとした。

平成10年度の原子力基礎研究課題は平成10年11月上旬より研究協力契約の事務手続きを開始している。実質的に約4ヶ月間という短期間ではあったが、全課題とも実施計画での予定をほぼ問題なく終了したことにより、研究評価上、特に問題は無く、専門委員間で若干の見解の相違はあったものの、概ね適切な評価が実施できた。何れの研究課題についても、2年次での大きな進捗が期待されている。

平成10年度応募課題の事前評価の際に、研究評価委員会より、選定された研究課題の実施運営に当たり、原研の研究者(室)側での原子力基礎研究への関与について意見が出された。今回の年次評価における研究発表に際しては、個別的に委託研究元である研究者に参加していただいた。なお、本研究制度における研究プロジェクトは何れも多額の予算を使用しているもので、厳正な研究評価行為が求められている。上記の評価項目等を適切に適用する観点において、今回の各研究代表者による研究報告書の記載内容及び口頭発表の一部が不十分であったので、追加資料を提出させた。次回以降の年次評価においてこの点の改善を図りたい。

2) 事前評価(平成 11 年度実施予定テーマの新規採択)

平成 11 年度新規公募研究課題の選考に当たっては、本制度の予算規模を勘案し、公募要領により 4 件程度の採択を予定した。実際の評価のプロセスでは、1 次選考により選択した 10 候補課題を 2 次選考により順位付けを行った。この結果、評価点数において上位 4 課題は十分高得点であり、5 位、6 位は僅差である。また、評価結果を反映し 1 課題について研究計画の縮小を勧告し、予算縮減となった。これらにより、本専門部会の評価結果を受けて最終的に選定される平成 11 年度の新規研究課題は上記の予定件数を上まわり、上位 6 位までの採択が可能となると考えられる。

今回の公募において全体で 42 件の内、原研指定分野への応募課題が 5 件、2 次選考課題の内 4 件であり、しかも比較的の上位の評価結果となった。このように指定分野への応募研究課題に高い評価が得られた。これは、研究目標、研究のアプローチがかなり明示的であったために、研究課題提案書の記載内容がより充実したものとなっていたことによるものと考えられる。また、今回の応募課題提案の中に、研究グループ構成員が平成 10 年度研究課題の構成員を含むものが一部にあった。今後もこのようなことが予想されるが、本研究制度による研究の効率的推進を図るために、課題の募集及び選考に当たって十分留意する必要がある。

(3) 平成 12 年度評価における専門部会の総合所見

1) 終了課題の事後評価

「原子炉環境水化学因子による応力腐食割れ抑制機構の研究」が終了し、原子力基礎研究制度における最初の事後評価となった。当初計画に沿って、水化学因子の系統的影響の究明が一定程度達成された。基礎研究として着眼点、新しい観察法による事実関係の定量的把握は、この分野の更なる究極的な目標である SCC 進展機構の解明に向けての一步となると考えられる。なお、当初目標の達成度の評価は“極めて良い”“普通”相半ばしているが、先進性、独創性に関し、材料系委員が全て“極めて良い”と評定した。

2) 継続予定課題の年次評価

評価対象研究課題の内、平成 10 年度採択課題(研究実施期間 2 年間) 7 件、平成 11 年度採択課題(研究実施期間 1 年間) 6 件の年次評価を行った。全ての課題が継続と評価されたが、全委員の満場一致が得られなかった課題は両者ともに 1 件であった。今回から、研究内容の全容を記載した「研究報告書(概要)」の提出を求め、研究プロジェクトとしての年次評価の厳正さを高めることができたと考える。なお、進捗状況の妥当性については厳しい評定を受けたものがあつたが、この原因の要素として、報告者が研究代表者でないことによる不備が認められた。今後の課題としたい。

以上に加えて、次年度の研究課題の評価に関し、一言述べる。原子力基礎研究は本年度末において、3年を経過し、終了課題が8件、実施中課題が、4件+6件となる。平成13年度には、これらを含めた公開の研究発表会の開催が企画室、研究協力推進室において検討されている。この機会に、原子力基礎研究の在り方、原研の研究開発課題の展開とも関連した討論も検討に値すると思われる。

3) 事前評価(平成12年度実施予定テーマの新規採択)

平成12年度新規公募研究課題の選考では、本制度の12年度予算規模、及び二次選考の結果の上位課題の予算計画を勘案し、最終的に公募で予定していた4課題の採択が可能と判断した。

平成12年度の原子力基礎研究の公募においては、2つの原研指定分野を設けた(指定分野1:放射線の効果を利用した画期的材料の研究、指定分野2:原子力特有のカオス現象に関する研究)。結果として、全体の38件の応募の内、指定分野1及び指定分野2への応募課題がそれぞれ2件及び10件、2次選考候補課題ではそれぞれ1件及び2件であった。最終的に上位4課題では1件が選択された。

今回の原研指定2分野については応募課題の件数に関する限りにおいては、研究者の関心が高いことが認められた。しかし、募集要領におけるその指定分野の設定と記述において、基礎基盤研究の方向性をかなり明示してあったが、昨年度の場合と比較してやや定性的であった。この点にも関連して、また、公募研究(原則として3年限)としての原子力基礎研究が3年を経過したことも踏まえて、“呼び水”としての研究のあり方について論議を深めることが必要と考えられる。なお、今回の二次選定候補課題の内、「核破碎中性子源用高性能減速材システムの開発に関する実験研究」については、研究ニーズ等の観点から原研の中性子科学研究プロジェクトの一環として、研究協力制度を活用した密接な連携の下に実施することが望ましいと考え、これを提言したい。

(4) 平成13年度評価における専門部会の総合所見

1) 終了課題の事後評価

今回の8課題は、1課題(平成11年度採択)を除いて本研究制度が開始された平成10年度に採択された課題である。平成10年度には、「原子力関連研究の一層の活性化と人材の育成」という比較的一般化した目標を設定して研究課題を公募した。このため原子力の広い分野にわたる基礎的、基盤的研究が進められ、従来の概念や発想を大きく転換したり、最先端の研究課題を努力、工夫、閃き等を組み合わせ、ほぼ目標通り着実に進展させて優れた成果を上げている研究もある。また、大学の若手研究人材の

育成に貢献していることも確認でき、全体的にはこの目的は達成できているとみなせる。なお、1～2の研究においては、実験装置の整備面での問題等により、当初の目標に対して半分程度しか進捗していないものもあったことは課題を残した。ただし、それらについても、研究で得られた知見そのものは、知識、情報、経験等として別の分野にも広く波及、活用できる可能性があるので、それらの成果をきちんと記録として残し、かつ、それを内外に公表することが重要である。

今回の研究により、将来性のある課題も数多く発掘されているので、研究実施者は、今後もそれらを発展させていくことを期待したい。なお、研究実施者から、各年度における研究予算の執行時期を早めてほしいとの希望が表明されていることから、委託元として配慮することを望みたい。

2) 継続予定課題の年次評価

年次評価対象課題のうち、平成11年度から実施している5課題、平成12年度から実施している4課題、合計9課題は、いずれも継続が妥当であると判定された。

今回の年次評価においては、評価プロセスの効率化、研究代表者の負担の軽減化を図る目的で、文書審議による評価を行った。この文書審議に際しては、年次評価の視点からよりの確な評価が行えるよう、研究実施者から提出される評価用資料（研究進捗状況報告書）の記載内容について、年次の実績と次年度実施内容を明記すること、また「各研究参加者の従事率」を明記することなど、昨年度の研究評価委員会審議結果における指摘事項を反映させ、審議用文書の充実を図った。今回の経験で、年次評価は文書審議によって支障無く実施できることが確認でき、好評であったことから、年次評価に関しては今回の方法を定着させるべきと考える。

3) 事前評価(平成13年度実施予定テーマの新規採択)

応募44課題の書類審査による一次選考の結果は、7課題を二次選考対象課題とした。二次選考においては、7課題について、評価点数(10点満点)による順位付けを行うとともに、総合的に評議し、本制度の13年度予算規模、上位課題の予算計画等を勘案して、4課題について採択が妥当であるとの結論に至った。

今回の分野別応募状況は、原研指定分野1(先進的観察・計測技術に関する研究)が19件、指定分野2(革新的原子炉に関する基礎的研究)が5件、材料・物質科学分野が6件、物理と化学分野がそれぞれ4件、原子力工学と核融合分野がそれぞれ2件、機械工学と医学分野がそれぞれ1件であった。また、機関別では、国立大学が37件、国立研究所が6件、私立大学が1件であった。

以上のように、新規応募課題の過半数が指定分野へ集中した。この傾向は昨年度より更に顕著になった。また、評価結果においても上位4課題の内3課題が指定分野の課題となり、相対的にも優れた研究提案が多かったことを示している。一方で、課題選定における判断基準等で指定分野を一般分野に比して優先的に考慮する取り扱いはしていないことなど、公募要領において明確にしておくことが適切と考えられる。また、原子力基礎研究の公募が4年目に入り、応募者にも、既実施している研究者による再応募が見られるようになってきた。今回の課題選考においても二次選考に残った7課題の内、既実施者が2名入っており、結果として2名とも採択されている。今後は、多くの研究者に機会を与えるためにも募集要領において留意すべきと考える。

(5) 平成14年度における専門部会の総合所見

1) 終了課題の事後評価

事後評価対象6課題は、平成11年度に採択された5課題と平成12年度に採択された1課題であり、募集に際しては、以下の重点目標を設定し、一般の課題と併せて公募した。

平成11年度：

「小型軽量化を極限まで追及した超安全・超小型原子炉の設計研究」

「超高熱流束除熱限界への挑戦と限界熱流束予測手法の開発」

平成12年度：

「放射線の効果を利用した画期的材料の研究」

「原子力特有のカオス現象に関する研究」

今回の事後評価の対象となった課題は、ほぼ当初計画が遂行され、独創性のある有用な成果が得られていると評価できる。しかしながら、異なる要素実験を組み合わせて性能の向上を目指す研究計画であったため、研究項目が多くなりすぎ、非常に精力的な研究遂行がなされたにも関わらず、当初計画の50%程度しか目標が達成されなかった研究課題が見られた。また、得られた成果の外部発表が少ない課題や、実用化の観点からの検討が欠けている課題が何件も見られた。これらの研究は、重要性が高く、今後の研究開発の進展が期待できるものである。研究終了後も積極的な成果発表を促す必要がある。なお、研究成果として論文・口頭発表は多くなされているが、今後は特許など知的財産取得の面も重視すべきである。また、どこまでが本基礎研究の範囲かがよくわからない課題もあり、もし、本研究以外のファンドがついて検討しているものであるならば、研究区分（全体の研究のうちどの部分を原子力基礎研究で実施したか）を明確にするように促すべきである。

原子力基礎研究は、研究課題の研究分野、所属機関が広範囲にわたっており、今後これらの研究が更に進展するならば、原子力研究の発展に寄与するものと思われる。日本の原子力研究の基幹研究所である原研が、その独自の見識をもって、基礎研究としてこのような研究に積極的に関わり、支援することは有意義であると考ええる。

2) 継続予定課題の年次評価

年次評価対象 7 課題は、平成 12 年度に採択された 3 課題と平成 13 年度に採択された 4 課題であり、募集に際しては、以下の重点目標を設定し、一般の課題と併せて公募した。

平成 12 年度：

「放射線の効果を利用した画期的材料の研究」

「原子力特有のカオス現象に関する研究」

平成 13 年度：

「先進的観察・計測技術に関する研究」

「革新的原子炉に関する基礎的研究」

研究は、全体的に見ると、研究計画に沿って着実に成果がでており、概ね順調に進捗しているが、2~3 の研究にやや進捗の遅れが見られる。特に過去の研究資産がなく、まったく新しい研究を立ち上げる場合に遅れが大きいようで、大型の装置の購入や改造などの遅れが主な理由であった。ただ、基本的な問題による進捗の遅れは、1 件程度と少なく、これもほぼ解決の見通しが立てられており、今後これらの遅れは取り戻せると考えられる。従って全課題の継続が妥当と判断する。魅力的な研究課題が殆どなので、今後の成果に期待する所が大きい。なお、今後、知的財産の取得も大きな課題であることを認識することが重要と思われる。

(6) 平成 15 年度における専門部会の総合所見

1) 終了課題の事後評価

事後評価の対象課題 3 課題は平成 12 年度に採択された課題であり、募集に際しては以下の重点目標を指定して公募した。

平成 12 年度指定分野：

「放射線の効果を利用した画期的材料の研究」

「原子力特有のカオス現象に関する研究」

評価対象の 3 課題は、原子力分野の拡大に寄与する基礎研究に相応しい研究テーマであった。なかには、当初計画を一部達成できなかった研究も見られたが、いずれの課題も競争的資金による研究として十分な成果を上げたと評価する。特に、「高感度 γ 線検出のための機能性色素の開発」及び「共鳴レーザーアブレーションを用いた超高感度中性子ドシメトリー手

法に関する基礎研究」の2課題については、独創的で有用性の高い研究成果を上げており、今後の研究による基礎データの蓄積と体系化により、それぞれ、 γ 線計測、中性子ドシメトリーの1分野を形成していくことになるものと期待される。また、「加速器駆動未臨界炉に関する実験的基礎研究」については、物質変換、燃料生産、消滅処理、ハイブリッド炉等、未来の原子力基礎分野の問題へ向けた最初の実証的な研究として評価される。

今後は、知的財産の確保を確実にし、終了後の成果の活用（実用化や、次の研究開発への貢献など）を図ることに留意をして欲しい。特に実用化に向けて優れた成果が出ているものは、その具体的な展開を図ることを期待する。

2) 継続予定課題の年次評価

年次評価の対象課題4課題は平成13年度に採択された課題であり、募集に際しては以下の重点目標を指定して公募した。

平成13年度指定分野：

「先進的観察・計測技術に関する研究」

「革新的原子炉に関する基礎的研究」

評価対象の4課題のうち2課題については、ほぼ当初の予定通り研究が進展しており、研究目標に対して成果は着実にあがっている。一部には、実用化に向けた、優れた成果が出されており、今後、その具体的な展開を図っていくことが期待できる。一方、その他の2課題については、研究予算の執行時期の問題もあるが、やや遅れ気味で、解決されるべき問題点を残しており、一部計画の見直しが必要と思われる。しかし、問題点が解決されれば大きな進展が期待される研究である。先進的な基礎研究には常にこのようリスクは避けられないものであり、最終年度の一層の努力による成果達成に期待できることから、全ての課題の継続が妥当であると判断する。ただ、一般的に学術誌への研究成果の公表が少なく、知的財産権の取得への努力にも欠ける傾向にある。原研側が一層の努力を促すことが必要と感じる。

(7) 平成16年度における専門部会の総合所見

1) 終了課題の事後評価

平成13年度に採択した原子力基礎研究は、課題募集に際して指定した重点分野の研究「先進的観察・計測技術に関する研究」に応募された2課題、及び、重点分野の研究「革新的原子炉に関する基礎的研究」に応募された1課題、さらに、一般分野の研究に応募された「固体電解質上での水蒸気の不均化分解反応による水素生成に関する基礎的研究」1課題である。

これらの研究が最終年目を迎え、4課題どれも精力的に研究が行われたこ

とが窺われるが、3年間の期間を通して、当初の研究計画がほぼ予定通りに遂行され目標に達している課題は「CANDLE 燃焼方式の種々の原子炉への適応に関する研究」のみで、「レーザ励起蛍光法による空間・時間高分解能電界計測用高効率誘起ヘリウム原子線生成に関する研究」は、各要素試験では十分な性能を確認しており目標の9割近くは達成しているが、総合試験による初期目標の最終的な達成確認には至っていない状況である。残りの2課題「Frisch グリッド付きアバランシェダイオードを用いた低被曝量CT 開発の基礎研究」と「酸化カリウムをドーブしたアルミノケイ酸固体電解質上での水蒸気の不均化分解」は、主要な困難はほぼ乗り越えている段階で、目標の6~7割の研究なかばにあるが、かなりの確度で達成の見通しは得られており、さらに、当初は予想されていなかった貴重な知見が得られていることから、基礎研究としては成果があったと言える。4課題とも、独創的なアイデアと挑戦的な目標を掲げてスタートした未知の道を進む基礎研究であることを考えると、目標に対する達成度はこの程度であろうと考えられる。なかでも、従来知識では考えられなかった低温領域での水素生成の可能性を明らかにした実験データをもとに、その機構解明と生成効率の向上をめざした課題では、最終年度、年次評価における委員会からの提言も考慮に入れて、種々の実験がなされているとはいえ、研究の手法、或いは取り組むべき課題の優先順位の判断に難点があり、研究が遅れ、普遍的な結論を導くにたる再現性のあるデータが得られていない。このために総合評価としては不十分と判断しているが、この再現性の問題が克服されれば、その研究成果の波及効果は大きなものがあるので、何とか、研究を今後も継続していかれることを期待する。

また、全体として、研究成果の公表と特許申請等知的財産への取り組み方が、まだ不十分である。折角斬新な成果を挙げているにもかかわらず、実用化に向けた観点からは成果を生かきれていないのは残念な結果である。論文発表は、その成果を学術的観点から評価してもらう場でもあり、客観的「成果」として最も重要な指標であることから、積極的な発表を期待する。

4.2 課題別の評価結果

表 4. 2-1 原子炉環境水化学因子による応力腐食割れ制御機構の研究

<p>実施者氏名、所属、実施期間 柴田 俊夫(大阪大学大学院) 2年間(平成10~11年度)</p>	<p>研究開発の概要：高温高压水環境対応 CCD カメラ付き低ひずみ速度応力腐食割れ試験装置を試作し、試験水溶液中における鋭敏化 304 ステンレス鋼の応力腐食割れ挙動に及ぼす試験温度の影響を検討して、微量の SO_4^{2-} がき裂の発生を促進すること、微量の $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ (もしくは $\text{B}(\text{OH})_4^-$) がき裂の発生を抑制する等の制御機構を明らかにする</p>	<p>予算合計額 (千円) 36,000</p>
<p>事前評価(採択理由)</p>	<p>原子炉の長寿命化のためのキーポイントであり、一步でも前進することが求められている。応力腐食割れの指導原理を捜す時機を得た研究である。成果が大いに期待される。</p>	
<p>平成10年度実績の年次評価</p>	<p>継続。短時間で着実に進捗している。新装置の完成により、11年度中に有用な成果が期待できる。</p>	
<p>事後評価</p>	<p>高温高压水環境対応 CCD カメラ付き低ひずみ速度応力腐食割れ試験装置を試作し、試験温度 100、150、200、250°C、圧力 90kg/cm² 下の 10^{-4} kmol/m³ Na₂SO₄ 水溶液及び 5×10^{-5} kmol/m³ Na₂B₄O₇ 水溶液中における鋭敏化 304 ステンレス鋼の応力腐食割れ挙動に及ぼす試験温度の影響を検討して、微量の SO_4^{2-} がき裂の発生を促進すること、微量の $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ (もしくは $\text{B}(\text{OH})_4^-$) がき裂の発生を極めて抑制することなど、今までにない新しい知見を得たことは高く評価できる。但し、2年間でアニオン種 2種類しか検討できず、当初計画の一部の成果を得るにとどまった。今後引き続き研究を継続し、体系的にアニオンの硬さの影響を検討し、目標である一般的法則を確立することを期待する。</p>	

表 4. 2-2 レーザーとプラズマによる陽子加速の基礎研究

<p>実施者氏名、所属、実施期間 小方 厚 (広島大学) 3 年間 (平成 10~12 年度)</p>	<p>研究開発の概要: レーザーとプラズマによる陽子加速を利用して超小型陽子加速器を製作するための基礎研究。</p>	<p>予算合計額 (千円) 44,800</p>
<p>事前評価 (採択理由)</p>	<p>既に実証された 4 つの要素技術を組み合わせて、先端的な小型加速器を実現しようとする独創的な研究であり、大変優れた提案である。</p>	
<p>平成 10 年度実績の年次評価</p>	<p>継続。提案書からの方針変更があり、3 年計画での目標達成に困難性もある。シナリオは優れているので実現への努力を期待する。10 年度は理論面で進捗した。中止とする少数意見があった。</p>	
<p>平成 11 年度実績の年次評価</p>	<p>継続。2 年次の主な成果は 200GW のレーザー装置の整備と実験パラメータの検討である。12 年度は数 10TW のレーザー装置を整備するとともに、当初計画を変更して薄膜衝撃法により MeV 台の陽子ビームを達成するという現実的な提案を支持する多数意見により、継続とする。なお、最終目標の達成に疑問が持たれたため、中止すべしとの評定が複数あった。また、12 年度中に最大限のデータを取得し、目標を達成することを要請する。</p>	
<p>事後評価</p>	<p>当初計画では、陽子加速に、レーザーの後方ラマン散乱に伴う遅い位相速度を持つプラズマ波の利用を提案していた。これを実現するためには、400 mJ 程度のエネルギーを持つレーザー及び数 MeV のエネルギーを持つテストビームが必要であるとのことであったが、平成 11 年度の年次評価において、この研究の査定予算額、研究期間の制約等から当初目標の達成に疑問が持たれたため、当専門部会では、計画を変更して、数 10 TW のレーザー装置を整備するとともに、薄膜衝撃法による MeV オーダーの陽子ビームを生成するという現実的な提案を支持した。</p> <p>本研究では、コンパクト化した 1 TW レーザー装置による薄膜衝撃で、イオン温度約 100 ~200 keV、最高エネルギー約 1.2 MeV の粒子が出ることを実験的に明らかにした。ただし、</p>	

生成した粒子が陽子であることの確証は得られていないと判断せざるをえない。粒子の計測方法として、より直接的な方法が望まれる。また、生成機構等の考察、粒子の電荷とエネルギーの測定、従来の実験との比較がなされるべきである。本来の研究目的が陽子の加速であったのに対し、現状は、まだその前の粒子源の段階にとどまり、目的達成度は不十分と評価せざるを得ない。今後、理論と実験との定量的検証を進めることを期待したい。当初のレーザーを用いた陽子加速という目的は非常に魅力あるものであり、後方ラマン散乱による陽子ビーム加速が実証されていたならば先進性及び独創性は高かったが、主に資金的理由で装置の準備ができずに初歩的な成果にとどまった。これは当初計画に無理があり、綿密性に欠けるためであったと考えざるをえず、課題選定に教訓を残した。しかし、今回の研究課題が博士課程の若い人材が活躍する場や、研究の方法論を学ぶ場を与えたこのことであり、人材育成の面で成果があった。

表 4. 2-3 中性子照射により生成する鉛・ビスマス合金中のポロニウムの挙動に関する研究

実施者氏名、所属、実施期間 関本 博(東京工業大学) 3年間(平成10~12年度)	研究開発の概要：鉛・ビスマス合金の中性子照射によって生成されるポロニウムの生成率(断面積)、合金からの放出率、及び放出されるポロニウムの各種材料中への吸着率を明らかにするものであり、鉛・ビスマス冷却高速炉及び加速器駆動未臨界炉でのポロニウム放出量の定量的評価のための知見を得ることを目的としている。	予算合計額 (千円) 36,300
事前評価(採択理由)	目標が明快であり、高速炉関係で必要な基礎データが得られる。	
平成10年度実績の年次評価	継続。短期間に適切に進捗した。11年度計画の予算案を工夫して研究を継続すべきである。	

平成11年度実績の年次評価	<p>継続。ペレトロン加速器を用いて、入射中性子エネルギー10～90keVの範囲における$^{209}\text{Bi}(n, \gamma)^{210\text{g}}\text{Bi}$断面積及び$^{209}\text{Bi}(n, \gamma)^{210\text{g}}\text{Bi}$断面積が測定されたが、過去の実験結果より小さな値であり、測定精度の再確認等、検討の必要がある。全体に計画の遅れが見られる。当初計画に基づいた吸着率の研究等、研究の加速が望まれる。</p>
事後評価	<p>本研究では、ビスマスの中性子捕獲断面積及びポロニウム生成断面積を測定し、中性子捕獲断面積については核データライブラリーJENDLの値の1/2～1/3、ポロニウム生成断面積についてはJENDLの値の約1/3の値が、それぞれ得られた。ただし、鉛・ビスマス合金中のポロニウムの挙動実験（合金からの放出率及び放出されたポロニウムの各種材料への吸着率の解明）については、実験装置の製作及び特性試験が完了したものの、実験データの取得には至らず、目的達成度は不十分なものとどまった。</p> <p>核断面積の測定は、標準的な方法によるものであり、研究手法は妥当である。本研究により評価されたビスマスの中性子捕獲断面積及びポロニウムの生成断面積は、従来のデータライブラリーにおける値の矛盾点や誤差に関する検討と考察を踏まえて、より信頼性が高いものとしている。この成果は、基礎的なデータとして貴重なものであり、核データセンターに対してデータライブラリーの修正のために実験結果を提示できたことは高く評価できる。</p> <p>鉛・ビスマス合金中のポロニウムの挙動実験については、研究予算の執行が速やかに行われなかったこと、大学における照射済みポロニウムの使用に関する許認可の取得に長期の間を要したことが原因となって、実験が遅れ成果が得られなかったことは課題を残した。今後何らかの形で研究を継続し、ポロニウム放出量及び鉛・ビスマス中の挙動の定量的評価を達成することを期待したい。</p>

表 4. 2-4 シビアアクシデントの伝熱流動現象における素過程に関する研究

<p>実施者氏名、所属、実施期間 成合 英樹(筑波大学) 3年間(平成10~12年度)</p>	<p>研究開発の概要：原子炉のシビアアクシデント事象の評価上、基礎的研究が重要な伝熱流動現象の七つの素過程(①高温溶融物ジェットの分散冷却過程、②狭隘流路での沸騰熱伝達、③溶融炉心プールと冷却材との液・液界面における熱伝達、④液・液界面での急速相変化と界面挙動、⑤高温粒子表面上の膜沸騰の崩壊挙動、⑥粒子法を用いた蒸気爆発過程の数値シミュレーション、⑦微細液滴流の挙動)について、原子力工学と機械工学の7名の研究者が分担し、実験及び詳細解析コードにより研究を進めたもので、シビアアクシデント時の溶融炉心の冷却と凝固、蒸気爆発、格納容器直接加熱、エアロゾルの挙動等の事象の解明に結びつけることを目的としている。</p>	<p>予算合計額 (千円) 42,900</p>
<p>事前評価(採択理由)</p>	<p>地味な研究であり、成果もまともにくいが、重要な素過程のふるまいを明らかにする基礎研究である。ただし、各研究チームの研究成果の総括において、まとまりに留意すること。継続。短期間ではあるがサブテーマ全体に着実に進捗している。しかし、運営が機械的で、研究にアクセントがあるがサブテーマなどにより、中止とする少数意見があった。</p>	
<p>平成10年度実績の年次評価</p>	<p>継続。シビアアクシデント事象評価に係わる伝熱流動現象について、7名の研究者がそれぞれに素過程の研究を進め、日本原子力学会春の年会で7件のシリーズ発表を行うなど、それぞれ下記に示すような成果をあげていることは評価できる。①高温溶融物ジェットの分散冷却過程では、溶融錫を用いたパラメータ実験により本研究で提案するメカニズムを確認した。②狭隘流路での沸騰熱伝達では、可視化実験及び細管内自然循環実験で伝熱現象の特徴を明らかにした。③溶融炉心プールと冷却水との沸騰熱伝達では、低融点合金と水との液液界面での核沸騰から膜沸騰に至る沸騰曲線を得ている。④急速相変化と界面挙動では、各種溶融金属を用いた蒸気爆発実験でトリガリングから細粒化への進展プロセスの要因を把握した。⑤高温粒子表面上の膜沸騰挙動については、気液界面の空間速度ベクトルの変化挙動の測定に成功した。⑥粒子法を用いた蒸気爆発過程の数値シミュレーションでは、高温</p>	
<p>平成11年度実績の年次評価</p>	<p>継続。シビアアクシデント事象評価に係わる伝熱流動現象について、7名の研究者がそれぞれに素過程の研究を進め、日本原子力学会春の年会で7件のシリーズ発表を行うなど、それぞれ下記に示すような成果をあげていることは評価できる。①高温溶融物ジェットの分散冷却過程では、溶融錫を用いたパラメータ実験により本研究で提案するメカニズムを確認した。②狭隘流路での沸騰熱伝達では、可視化実験及び細管内自然循環実験で伝熱現象の特徴を明らかにした。③溶融炉心プールと冷却水との沸騰熱伝達では、低融点合金と水との液液界面での核沸騰から膜沸騰に至る沸騰曲線を得ている。④急速相変化と界面挙動では、各種溶融金属を用いた蒸気爆発実験でトリガリングから細粒化への進展プロセスの要因を把握した。⑤高温粒子表面上の膜沸騰挙動については、気液界面の空間速度ベクトルの変化挙動の測定に成功した。⑥粒子法を用いた蒸気爆発過程の数値シミュレーションでは、高温</p>	

	<p>溶融物の細粒化の過程を3次元解析し、実験観察と同様の結果を得た。⑦微細液滴流の挙動では、環状噴霧流の複雑な乱流二相流挙動のシミュレーションモデルを改良した。今後は各素過程の重要度を評価して相互の関連を明確にし、総合的にとりまとめを期待する。</p>
事後評価	<p>シビアアクシデント時の伝熱流動現象の基本的な素過程を適切に選択して研究し、また、それらを一連のプロセスとしてとらえた全体挙動に関して、多くの貴重な成果を得ており、目的達成度は高い。</p> <p>従来型の手法を踏襲しているとはいえ、素過程に応じた各大学の研究者チームを結集し、分離効果実験及び解析によって基礎的現象を着実に解明し総合し総合化する研究手法は適切であり、学会における討議等により全体評価を深めていく方法も適切である。また、研究の着眼点に先進性が認められ、国内的にも国際的にもレベルの高い研究であると評価できる。本研究により、シビアアクシデント時の諸現象の理解と解析、シビアアクシデント対策を取り込む大型炉設計概念、今後の新型炉開発等に有効な基礎的知見等が得られた。また、その成果が、日本原子力学会の特別専門委員会でのシビアアクシデント評価活動にも反映されたことは、極めて有用な研究成果と評価できる。今後、さらに実験データの蓄積、解析コードの高度化等を実施し、研究の集大成を行うことを期待する。</p>

表 4. 2-5 原子力固体液界面プロジェクト：不均質場吸着理論の体系化と放射性廃棄物処分への適用

<p>実施者氏名、所属、実施期間 田中 知(東京大学) 3年間(平成10～12年度)</p>	<p>研究開発の概要：清浄で均質な表面への物質（イオン）吸着理論はラングミュア等によって体系化されているが、実環境中での地下水との相互作用による変化や欠陥等を含み多成分系で時間的に変質するような不均質表面に対しては、適用に限界がある。このことから本研究では、実験と第一原理的理論に基づき、不均質な固・液界面場における物質の吸着理論の体系化に資するための基礎的な知見を取得するとともに、不均質界面における吸着現象のメカニズムに関して検討を行うことを目的としている。これにより、放射性廃棄物地層処分の安全評価の信頼性向上に資するとしている。</p>	<p>予算合計額 (千円) 33,800</p>
<p>事前評価(採択理由)</p>	<p>実験と第1原理による解析を組み合わせた研究である。ただし、各年度の目標設定を明確にすべきである。</p>	
<p>平成10年度実績の年次評価</p>	<p>継続。特に、量子化学計算シミュレーションで進捗が見られる。研究進捗の自己評価は良いが、最終目標への道筋をもう一步詰める必要がある。中止とすると少数意見があった。</p>	
<p>平成11年度実績の年次評価</p>	<p>継続。吸着媒体として鉄酸化物を、吸着イオンにはネプツニウムとヨウ素を用いて実験し、不均質な固液界面における吸着現象を定量的に検討するための方法論を確立して、議論するための実験データを取得するなど順調に進捗している。今後、具体的な最終目標を絞り込む必要がある。また、最終年のまとめを念頭においた進め方が望まれる。</p>	
<p>事後評価</p>	<p>本研究では、放射性廃棄物の処分に際し被ばく評価上重要な核種について、固・液界面での不均質性に着目し、ミクロな原子レベルでの吸着現象機構を解明しており、当初の基本的な目的はおおむね達成されていると見なせる。ただし、不均質場吸着の理論の体系化と放射性廃棄物処分の安全評価への適用は残されている。 放射性廃棄物処分の安全裕度確保のためには、原子レベルでの吸着現象の理解が不可欠であり、従来の表面錯体モデルにより試みられてきた評価手法とは異なった視点で、極めて困難な課題に果敢に挑戦し、研究の一つの道筋を示した先進性は高く評価したい。X線光電</p>	

子分光法、紫外線光電子分光法、フーリエ変換赤外分光法などの先進表面分析技術、及び量子化学計算の適用により、不均質場吸着のメカニズムを究明する研究手法は斬新であり、かつ、妥当と評価できる。最新の分光学的手法と量子化学計算の適用は、今後、理論的な機構解明や体系化へ向けての強力な手法となる可能性を有し、同種問題の解析や解明に極めて有用な研究である。公開論文の発表も豊富で、安全性解析に際し十分活用できるとされている。今後、本研究をさらに展開し、不均質場吸着の理論の体系化と放射性廃棄物処分への適用に発展させることを期待する。

表 4. 2-6 電池活物質としてのアクチナイドの有効活用

<p>実施者氏名、所属、実施期間 塩川 佳伸(東北大学) 3年間(平成10~12年度)</p>	<p>研究開発の概要：核燃料サイクルで派生する劣化ウランやマイナー・アクチノイドを保管・処分等の対象としてだけとらえるのではなく、可能な限り利用し尽くす方法を考えるべきとの観点から、本研究では、ネプツニウムやウランを電力貯蔵用レドックスフロー電池の活物質として利用するために必要な基礎研究を提案した。すなわちネプツニウム電池については超小型電池を完成させること、ウラン電池については電池の成立する溶液系の探索を行い、最も有望な系を提案することを到達目標としている。また、電池電極材料、電池隔壁となるイオン交換膜についても検討することとしている。</p>	<p>予算合計額 (千円) 62,000</p>
<p>事前評価(採択理由)</p>	<p>使用墨燃料中の空く地内殿有効利用を図る新しい観点からの研究であり、消滅処理に対するものとしてインパクトのあるテーマであり、極めて優れた提案である。成果が大いに期待される。</p>	
<p>平成10年度実績の年次評価</p>	<p>継続。初年度として着実に進捗した。方針が明快であり継続すべきである。大いに、しかも予想を超える成果が期待できそうである。</p>	

平成11年度実績の年次評価	<p>継続。3種の電池の内、水溶液系ネプツニウム電池に関してはレドックスフロー電池の成立性が確認できた。溶融塩系ウラン電池に関しては新たにU(Bi)-Cl₂電池及びU(Bi)-UF₆電池の概念が提案された。有機溶媒系ウラン電池に関しては2種類の錯体が電池活物質として有望であることを明らかにした。これら3種類の電池に関して順調に成果を挙げており目標達成が期待できる。今後は実用化の具体案をたてて研究を進めるべきである。</p>
事後評価	<p>本研究は、遠大な目的に対して、いわば「無」から出発しているが、原理的にアクチノイドの電池への有用性が示され、当初の基本的な目的はおおむね達成されていると見なせる。ただし、実験的にその有用性を証明し実用化への目安を立てるところまでの研究が達成されていないこと、超小型ネプツニウム電池は炭素電極の腐食等の現象が問題化し充電特性が未取得であること、電池隔壁の検討はできなかつたことなど、不十分な点が散見された。</p> <p>本研究は、複数の原子価をとるアクチノイド元素の性質を巧みに利用した新しい研究分野で、先進性は高い。二量化配位子の合成により、大きい錯形成定数の達成と配位子解離の抑制に成功しているなど、新規性のある研究結果が見られる。電気化学測定系を整備し、電極反応等を調べる方法は標準的な手法であり妥当であるが、電極の腐食や長期性能維持など、電池の実用化研究として本来検討しておくべき留意点への配慮が不足して、進捗の障害となった。本研究の基礎部分は、核燃料の乾式再処理（電気化学法、溶融塩電解法）と共通性があり、電池の研究を通じて得られる原理、材料腐食、測定法等に関する知見は、再処理等の分野のデータベースとしても有用なものと考えられる。今後、今回発見された問題点を克服し、電池としての実用化を達成することを期待したい。</p>

表 4. 2-7 光技術による原子炉計装系の研究

<p>実施者氏名、所属、実施期間 中沢 正治(東京大学) 3年間(平成10~12年度)</p>	<p>研究開発の概要：光ファイバーを使用したセンサーは、従来の電気式センサーに比べて軽量性、絶縁性、電磁ノイズの無誘導性、広帯域性、信号伝送の低損失性等の優れた特徴を有しており、耐放射線性光ファイバーの開発によって放射線環境下での利用が可能になりつつあることから、本研究では、従来考えられなかった「光技術による原子炉計装系」の研究を進め、原子力プラントへの光ファイバーセンサーの適用可能性を東京大学の中性子源炉(弥生)を用いて明らかにすることを目的としている。</p>	<p>予算合計額 (千円) 36,300</p>
<p>事前評価(採択理由)</p>	<p>新たなセンシング技術の原子力への応用の先導的研究として意義が高い。ただし、放射線場に対して基礎を詰める努力が望まれる。</p>	
<p>平成10年度実績の年次評価</p>	<p>継続。一応の成果が得られているので今後の進展に期待する。当初のフッ素ドープファイバーの利用について重点的に進めることを希望する。</p>	
<p>平成11年度実績の年次評価</p>	<p>継続。^{60}Co γ線源($1.4 \times 10^{10}\text{R/h}$)及び弥生炉(中性子 $3.4 \times 10^{11}\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$)の照射実験で、フッ素ドープファイバーの可視域における放射線誘起伝送損失が小さいこと、中性子照射ではγ線照射と異なり伝送損失が飽和傾向を示さないことを確認した。弥生炉の温度分布測定に適用するなど、順調に進展しており、所期の目標達成に向けての進捗が期待できる。</p>	
<p>事後評価</p>	<p>本研究では、耐放射線性に優れた2種類のフッ素ドープ光ファイバーセンサー(ラマン散乱型光ファイバー温度分布センサー、光ファイバーブラッググレーティング)を弥生炉の炉心冷却系、実験孔等に設置して計測特性を評価検討し、補正法を用いた温度分布の測定、再現性、利用可能フルエンス、損傷限界、装置化に対する課題等も明確にされており、目的達成度は高い。放射線・計測・材料等のメーカーを含めた専門家・研究者から成る研究検討委員会を作り、光ファイバーの特性について広く知見を集めながら効率的に研究を進めている点は評価される。光ファイバーを用いた温度測定実験は他所でも行われているが、放射線に強いフッ素ドープ光ファイバーの適用性を実際の原子炉で実証したことの意義は大きい。た</p>	

	<p>だし、伝送損失の飽和傾向がγ線と中性子で異なる理由についての理論的な考察が望まれる。</p> <p>新しい光センシング技術の原子炉計測への活用の道を拓くもので、極めて有用性が高い。弥生炉の結果から通常の動力炉に適用出来る汎用的な結論が得られることが望まれ、今後のさらなる研究により、光技術による原子炉計装系が実現することを期待する。</p>
--	---

表 4. 2-8 原子力基礎研究のための球状収束イオンビーム核融合中性子源に関する研究

実施者氏名、所属、実施期間 吉川 深(京都大学) 3年間(平成10~12年度)	研究開発の概要：球状収束イオンビーム核融合(IECF)を用いたコンパクトな可搬型中性子源の高性能化研究開発を目的としており、中性子利用分野の拡大と原子力基礎研究への貢献を目指している。	予算合計額 (千円) 34,300
事前評価(採択理由)	非常に興味深い提案であり推進したい。ただし、大きな目標の内、本研究で実現する範囲を明確にすべきである。	
平成10年度実績の年次評価	継続。短期間に良好な進捗が見られる。研究意義が高く、現状での実施内容が十分迫力があり、今後大いに期待できる。	
平成11年度実績の年次評価	継続。レーザー誘起蛍光法によって核融合中性子源中心付近に電位二重井戸分布が存在することを世界で初めて直接的に実証し、30年に渡る論争に終止符を打つなど、着実に成果をあげている。この展開をさらに進めることにより、可搬型中性子源の高性能化、中性子発生量の増強等、所期の目標達成が期待できる。	
事後評価	本研究では、当初、既設のIECF中性子源装置が定常で達成したD-D反応発生中性子数(6×10 ⁶ 個/秒)を、既設の高圧大電力パルス発生装置の適用の最適化により、最終的には中性子発生数10 ⁹ 個/秒とすることを目指していた。しかし、高性能化のためには、理論で予測されている中空陰極中心に収束するイオンビームが作る空間電位分布の生成機構を実験的に確かめることが重要であることが分かった。そこで、レーザー誘起蛍光法による局所電	

界分布の直接計測を行い、また、理論との比較用粒子シミュレーションコードの整備、中性子発生率増加に有効な低圧力化のためのイオンビーム生成・加速・収束方式の開発試験を行うこととなった。

本研究の重点を高中性子発生率の実現から核融合反応機構の解明に変えているが、従来の1/10程度の電界をも高精度で測定できるレーザー誘起蛍光法及び正確な校正法を確立して、電位二重井戸分布の存在を世界で初めて実証し、また、中性子発生率増加につながる低圧力化に有効な手法を開発するなどし、目的達成度は高い。ただし、本来の目標であった高中性子発生率の実現は残された課題である。

ヘリウム原子励起の選択、誘起光放射干渉の校正などにより、レーザー誘起蛍光法によるシュタルク効果を用いた電位分布測定の高精度化の研究手法は、先進的かつ独創的なもので、高く評価できる。球状収束イオンビーム核融合のプラズマ中で電位二重井戸分布が直接的に確認できた事実は、30年来の国際的な論争に終止符を打つマイルストーンとなるものであり、極めて重要な成果である。また、学術論文の発表も多く、小型核融合中性子発生源の高性能化のための研究の方向性を明らかにしたことも有用な成果である。今後は、これらの成果を踏まえ、高中性子発生率の実現を図ることを期待したい。

表 4. 2-9 指定分野 1 : 小型軽量化を極限まで追及した超安全・超小型原子炉の研究

実施者氏名、所属、実施期間 神戸 満(電力中央研究所) 3年間(平成11~13年度)	研究開発の概要: いかなる故意又は過失に対してもシビアアクシデントフリーで、かつ無人完全自動運転を可能とする、世界で初めての月面用超安全・超小型高速炉 RAPID-L (電気出力 200kW、UN 燃料炉心リチウム冷却高速炉) の研究。	予算合計額 (千円) 64,676
事前評価(採択理由)	指定分野としての目的、目標に合致している。計画内容が広範囲であるが、具体的に面白い結果が期待できる。野心的テーマであり是非推進すべきである。	具体的に面白
平成 11 年度実績の年次評価	継続。関連基礎実験の準備として、試験体及び試験装置等の製作を行い、計画通りに進展している。今後は、低濃縮ウラン利用の検討、要素技術の実現性の難易度比較も必要である。	
平成 12 年度実績の年次評価	<p>継続</p> <p>月面用を想定した超安全・超小型高速炉 RAPID-L (電気出力 200kW、UN 燃料炉心リチウム冷却高速炉) の、完全自動運転の実現、高度な安全特性、小型化及びメンテナンスフリーの達成のための研究。以下の結果を得るなど、着実に進捗している。</p> <p><u>システム設計</u></p> <ul style="list-style-type: none"> LEM (自己作動型反応度制御装置)、LIM (自己作動型原子炉停止装置) などの原子炉内配置を具体化し、これらの機器が原子炉内に配置可能なことを確認した。 FCA 臨界実験のデータ解析の結果、LEM 及び LIM の反応度値はこれまでの計算値よりも約 5% 大きくなることが確認でき、本プラントの完全自動運転が裏付けられた。 機器の信頼性データに基づき本プラントのフォールトツリーを作製し、その故障率を計算した結果、原子炉 shutdown またはプラント放棄となる確率が 10 年間点検修理しない場合は 0.21 / 10 year、1 年毎に点検修理する場合は 0.07 / 10 year となることを確認した。 <p><u>要素技術</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 超高温域用 LIM のフリーズシール試験体 (リチウム無し) の試作及び作動試験を行い、設計通りに 1240°C 近傍で作動することを確認した。 	

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 銀系接合材を多孔質グラファイトに含浸させたコンプライアント・パッドの試作を行い、表面近傍に十分な量の接合材を含浸できることを確認した。 ・ Nb-Al 積層型インテリジェント材料を試作し、高速衝突実験後のサンプルを分析した結果、NbAl 金属間化合物を検出したことで、貫通抑止効果が期待できることを確認した。
<p>事後評価</p>	<p><u>特性検証</u> LEM の機能が設計通りであることを中性子ラジオグラフィにより確認した。</p> <p>原研の FCA や JRR-3M 等の既存装置を利用するなど現実的手法で研究を進め、ほぼ予定の目的を達成した。ただ、熱電変換システムやインテリジェント材料の開発に関しては一部不十分なところがあった。完全自動運転の概念は世界初で、先進性と獨創性は高く評価できる。得られた成果は有用性が高く、地上用原子炉技術への波及効果も大きい。高出力密度熱変換システムは一般的エネルギー関連分野の発展にも寄与する。今後は応用分野との連携を図り、実用化に関して問題点の抽出、その解決に努力が必要である。</p>

表 4. 2-10 鉄の酸化還元・元素濃集機能による能動的廃棄物処分および環境保全システムに関する基礎的研究

<p>実施者氏名、所属、実施期間 大橋 弘士(北海道大学) 2年間(平成11~12年度)</p>	<p>研究開発の概要：土壌環境修復技術として注目される界面動電法において、陽極に鉄材を用いる方法（鉄陽電極界面動電法）により、土壌中に鉄腐食生成物の緻密な層を形成させ、鉄腐食生成物の化学的挙動を明らかにするとともにそのバリア性能を評価し、最終的には鉄陽電極界面動電法による環境保全及び環境修復技術の開発を目指している。</p>	<p>予算合計額 (千円) 25,676</p>
<p>事前評価(採択理由)</p>	<p>鉄腐食生成物によるバリア効果用いた廃棄物処分のアイデアは興味深く、研究意義は高い。2年間の研究計画であり到達目標をより確実にすることを期待する。</p>	
<p>平成11年度実績の年次評価 事後評価</p>	<p>継続。メスバウア一分光法が鉄腐食生成物層の化学形態の同定に有望な手法であること、鉄腐食生成物層に高いバリア性能が期待されること、モンモリロナイト試料中に鉄腐食生成物の層を形成させることに成功するなど、順調に進展しており、処理処分法の基礎データとしての広義の応用が期待される。今後は実機適用のイメージを示す必要がある。</p> <p>本研究は平成11年度の採択課題で、研究期間は2年間と短いですが、鉄陽電極界面動電法によって、代表的な粘土鉱物（カオリナイト、モンモリロナイト）中に鉄腐食生成物が形成できることを実証し、鉄腐食生成物の生成・化学挙動及びバリア性能を評価し、能動的廃棄物処分の可能性を検討しており、目的達成度は高い。ただし、汚染物質回収効率、鉄腐食生成物内の拡散等の研究については、実験を行ったものの、期間内に成果をまとめるに至らなかったのは課題を残した。</p> <p>鉄陽電極界面動電法という新しい発想の手法により、鉄腐食生成物を積極的に生成させて廃棄物に対するバリア性能向上に結びつけた研究は、独創的で先進性が認められる。また、地道な研究を短期間に、着実かつ効果的に進めている。土壌中の鉄腐食生成物層の反応進行度を計測する手法の見通しも得られ、工学的意義も高い。加えて、日本粘土学会から表彰されるなど第3者からの評価も高い。得られた成果は、放射性廃棄物処分の安全性に寄与するのみでなく、土壌の重金属・化学汚染物質の拡散防止など、一般環境分野にも汎用性を持つ</p>	

極めて有用なもので、今後の材料システム研究開発等に応用できる可能性も含んでいる。今後、バリア特性を発揮する廃棄物元素を幅広く同定し、環境保全及び環境修復技術の開発の基盤となる実用化研究を更に展開することを期待したい。

表 4. 2-11 指定分野 2：水を用いた外部冷却による超高温熱流束の研究 副題「超高温熱流束冷却の実現と限界熱流束の予測精度の改善」

実施者氏名、所属、実施期間 門出 政則(佐賀大学) 3年間(平成11～13年度)	研究開発の概要：外部からの衝突噴流による冷却により、熱流束 250 MW/m ² 以上の限界熱流束を実現させ、メカニズムの検討と限界熱流束の予測式の開発を行う研究。	予算合計額 (千円) 16,728
事前評価(採択理由) 平成11年度実績の年次評価	研究の独創性、研究方法等大いに期待できる提案である。但し、研究内容を“外部冷却”に限定し、予算計画を縮小した研究計画として実施すべきである。 継続。熱流束 250MW/m ² 以上の限界熱流束が実現可能な衝突噴流の実験装置を製作し、大気圧下で、加熱面長さ L/2=5mm、噴流径 d=2mm、流速 u=10-50m/s、サブクーラール度 60K と 80K の範囲で限界熱流束を測定して、測定値が予測式のほぼ延長上にあることを確認するなど、一応計画通り進展している。また、研究の進め方が明解であり、所期の目標達成が期待されるが、現在、目標の 1/5 の限界熱流束しか達成されていないので、今後一層、限界熱流束が高い領域を拡大する研究を期待する。	
平成12年度実績の年次評価	継続。今年度は、平成11年度の問題点（ノズルと加熱面位置の関係及び大気圧より高い系圧での測定）を解決し、最高限界熱流束 150 MW/m ² (流速 u=40 m/s、サブクーラール度 $\cdot T_{sub}=130$ K、加熱面長さ L=5 mm) を達成させた。これは、気体分子運動論から決定される最高熱流束の約 1/3 の限界熱流束である。しかし、門出らの限界熱流束の予測式を衝突噴流の影響領域までそのまま外挿することが出来ないこと、また、噴流速度が流速 40 m/s から 60 m/s ま	

	<p>で増加しているにもかかわらず限界熱流束が減少することが明らかになるなど新たな問題も出てきた。</p> <p>最終年度の研究では、目標 250 MW/m² の達成を目指して現象の十分な検討を行うとともに、衝突噴流による伝熱に関する機構の説明、限界熱流束予測式の構築を強く期待する。</p>
事後評価	<p>これまでの研究実績に基づいた適切な実験手法により着実に進捗し、限界熱流束 250MW/m² 以上の目標に対して、212MW/m² を達成した。当初の数値設定が過大ではあったが、ほぼ目標は達成したと高く評価できる。先進性、独創性は余り高くないが、水噴流冷却法で現在想定される高熱負荷機器の熱負荷条件を超える除熱が可能であることが示され、実用面での波及効果が期待される。早急に成果の発表が望まれる。今後、高熱負荷限界熱流束の機構の解明とともに、広い加熱面での限界熱流束の実験的検証が望まれる。</p>

表 4. 2-12 結晶粒界構造制御による原子炉配管材料の粒界鋭敏化抑制効果

<p>実施者氏名、所属、実施期間 粉川 博之(東北大学) 3 年間(平成 11~13 年度)</p>	<p>研究開発の概要: SUS304 オーステナイト系ステンレス鋼を低歪加工後に高温熱処理することによって、鋭敏化抑制ならびに高耐粒界腐食特性が得られることを明らかにする。</p>	<p>予算合計額 (千円) 35,250</p>
事前評価(採択理由)	<p>課題の捉え方、目標設定、手法等が明確であり、成果が期待できる。原子力のみならず金属工学への波及効果も期待したい。</p> <p>平成 11 年度実績の年次評価</p> <p>継続。SUS304 オーステナイト系ステンレス鋼 (800K~1300K、10~10⁵s で恒温熱処理) と炭素量の異なるニッケル合金インコネル・アロイ 600 の鋭敏化過程において、低エネルギー粒界構造ほど、Cr 炭化物析出に要する時間が長く、粒界での Cr 欠乏が小さいことを明らかにし、耐粒界鋭敏化を抑制できる可能性や耐粒界腐食性を向上できることを確認するなど、順調に進展している。今後、抑制の方法の研究、支配的因子の明確化に期待する。</p>	

<p>平成 12 年度実績の年次評価</p>	<p>継続。概ね順調に進展している。加工条件を広範囲に変化させることによって、さらに高耐粒界腐食特性を実現できる可能性がある。但し、平成 12 年度の計画にあった溶接熱サイクルによる鋭敏化や脱鋭敏化挙動の調査及びレーザー表面溶融処理を施した材料表面の粒界構造分布と鋭敏化挙動の実験の実施には至らなかった。また、低炭素材である 304L 鋼の粒界腐食特性に及ぼす加工熱処理による効果が明瞭に検出できなかった。</p> <p>平成 13 年度には実験の遅れを取り戻すこと、実験結果を反映した現象のモデル化などの優先事項の成果を上げることが強く期待する。</p>
<p>事後評価</p>	<p>最適加工熱処理条件を明らかにし粒界構造分布制御による高耐粒界腐食性材料の作製に成功したことは有用な成果であり評価できるが、耐腐食性制御因子である“低エネルギー構造粒界”なる因子が物理量として定義され、定量的に算定できれば、より普遍的で波及効果が広がる。粒界構造を制御することで粒界鋭敏化を抑制しようとする興味ある着眼であるが、そのメカニズム解明には至っていない。実用化のためには、母材の優れた耐粒界腐食特性以上に溶接熱影響部の鋭敏化が重要であり、さらにこの点が明確にされることが望まれる。</p>

表 4.2-13 陽電子親和力による量子ドット内閉じこめを利用した原子炉圧力容器鋼およびそのモデル合金(Fe-Cu)中の超微小銅析出物の形成過程と構造解明

<p>実施者氏名、所属、実施期間 長谷川雅幸(東北大学) 3 年間(平成 11~13 年度)</p>	<p>研究開発の概要：軽水炉型原子炉の高経年化対策の最重要課題である圧力容器鋼(低合金鋼 A533B)の照射脆化の主原因とされる超微小 Cu 析出物の新たな検出手段の確立を目指す研究。</p>	<p>予算合計額 (千円) 53,859</p>
<p>事前評価(採択理由)</p>	<p>研究の着眼点、新規性も優れている。研究方法、実施体制等総合的に計画が適切である。原子力技術へのインパクトも期待できる。是非推進すべきである。</p>	

<p>平成 11 年度実績の年次評価</p>	<p>継続。Fe-0.3、1.0wt%Cu モデル合金中に、825°Cから急冷後の熱時効 (550°C、0~312h)、原子炉高速中性子照射 ($8.3 \times 10^{18} \text{ n/cm}^2$、150°C以下)、その後の焼鈍、によって生ずる Cu 析出物の形成、成長、焼鈍回復過程を陽電子消滅法によって調べる方法を開発し、超微小 Cu 析出物に関して有用な知見を得るなど、独創的な研究で、順調に進展している。位置分解能の高度化、照射脆化診断指標の確立等、将来の発展性が期待される。今後、識別可能な Cu の状態、未知の試料を扱う時の問題点等の明確化が必要である。</p>
<p>平成 12 年度実績の年次評価</p>	<p>継続。Fe-Cu モデル合金中の超微小 Cu 析出物の陽電子量子閉じこめ現象を利用し、従来、他の実験法 (電子顕微鏡など) では検出が困難であった超微小 Cu 析出物の形成過程・構造を明らかにするとともにその解析手法を確立させる。平成 12 年度では、特に、超微小 Cu 析出物の 2D-ACAR 実験 (単結晶) 及び FLAPW 計算に、予期以上の成果を上げるなど、以下の項目で順調に成果が出ている。引き続き成果を期待する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Fe-Cu モデル合金単結晶の電子運動量分布を求めた。 ・ Fe-Cu モデル合金の照射前熱時効処理効果を調べた。 ・ 照射 Fe-Cu モデル合金中の超微小銅析出物、銅—照射欠陥複合体の形成・熱安定性を解明した。 ・ 初期目標の位置敏感型 γ線検出器 (広範囲運動量 1 次元角相関装置) の開発に成功した。
<p>事後評価</p>	<p>実際の圧力容器鋼材料 A533B による検証研究の実施には至らなかったが、陽電子量子閉じこめ現象を利用した超微小 Cu 析出物の検出・解析に成功しており、当初の研究目的はほぼ達成したと評価できる。この研究は、超微小 Cu 析出物の発生、成長、消滅過程の検出を可能にし、また、その検出精度を飛躍的に高めている独創的な研究であり、世界的に見ても先進性がある研究で、Cu 以外の析出物の挙動解明にも利用できる発展性を有している。また、原子炉材料の非破壊検査技術としても注目されており、研究成果は、材料の寿命評価法としての実用化へ反映できるものと期待できる。実際の圧力容器鋼材料の照射脆化研究への発展、新方式装置の完成を期待する。</p>

表 4. 2-14 指定分野 2 : 先駆的超高熱除熱技術の開発と限界の実験的説明～高速旋回流・多孔質内沸騰二相流・ミスト衝突噴流の三方向からの挑戦～

<p>実施者氏名、所属、実施期間 戸田 三朗(東北大学) 3年間(平成11～13年度)</p>	<p>研究開発の概要：本研究は核融合炉への応用を目指し、従来の基本的除熱法もしくはそれらを複合させた革新的除熱法を用いることにより、除熱の基本原理由である相変化と質量交換をどこまで制御できるかその限界を検証し、更に従来の限界熱流束データを突破することを目的としている(定常除熱 100MW/m²、瞬間 250MW/m²)。</p>	<p>予算合計額 (千円) 42,840</p>
<p>事前評価(採択理由)</p>	<p>指定分野としての目的、目標に合致している。従来手法の展開のように見えるが、獨創性がある。実施体制、研究スケジュールが妥当であり、着実な進捗が期待できる。</p>	
<p>平成11年度実績の年次評価</p>	<p>継続。1年次には主に多孔質内沸騰流の実験が進捗し、除熱能力 10MW/m²を確認したが、目標の 50MW/m²に至っていない。高速旋回流による実験装置の製作などを進めたが、ミスト冷却方式の進捗は必ずしも十分とは言えず、若干の委員が中止を評定した。12年度の進展を強く要請する。また、合せて“三方向からの挑戦”に関し、単独および複合除熱実験法の原理的見通しを明らかにすべきである。</p>	
<p>平成12年度実績の年次評価</p>	<p>継続。2年目にあたる平成12年度は、以下の実験項目毎の成果、進展は見られるものの、目標値に比べて達成度は必ずしも十分とは言えない。 最終年度には、単独冷却方式では目標値の達成は困難と予想されるので、複合型の冷却方式については是非検討されたい。また、核融合炉への応用について、一定の知見を提案することとを期待する。 ・加熱源であるプラズマアークジェット熱出力に対する作動ガス流量、陰極、ノズル形状等の作動因子の影響を評価した。外ノズルに関するデータから、熱出力に対しては各因子が複雑に相関していることを明らかにした。 ・多孔質体を用いた除熱実験では、多孔質材をプロンズに変更し、孔径を変化させることで昨年年度の 10MW/m²を超える、30MW/m²以上の定常的な熱除去を確認した。</p>	

	<ul style="list-style-type: none"> ・熱電対と熱赤外線画像装置の複合システムによるプラズマの可視化計測では、今まで皆無に等しかったアークジェットプラズマについて多くの情報を得ることができた。 ・ミスト噴流実験においては簡単な冷却体系であるにも関わらず、10MW/m² 近い限界熱流束値を確認した。
事後評価	<p>多孔質体除熱についてほぼ目標を達成できたことは評価されるが、3つの除熱法を有機的に結合して大きな除熱性能を得るとした計画が2つの実験研究で終り、一部実証に至らず、当初目標に対する達成度は不十分である。各除熱機構を組み合わせたシステムの提示がなく、発表論文等も少ない。但し、目標設定は先進的・独創的であり、各種高熱負荷機器への有用性・波及効果は極めて高いので複合型の革新的除熱法も考慮に入れて限界値の複合システムとしての検証が望まれる。</p>

表 4. 2-15 高感度γ線検出のための機能性色素の開発

<p>実施者氏名、所属、実施期間 時田 澄男 (埼玉大学) 3年間 (平成12~14年度)</p>	<p>研究開発の概要：機能性色素の研究は日本で萌芽したエレクトロニクス材料を中心に、種々の工業に利用されている。しかし、放射線化学の分野では本格的な利用には至っていない。本研究では、将来的に原子力関連施設での適用可能な視覚や光学的な読み取り手段による放射線の可視化・識別・測定への応用展開を前提とし、γ線照射による高感度の着色反応を示す色素材料の開発を目指す。</p>	<p>予算合計額 (千円) 53,800</p>
事前評価 (採択理由)	<p>研究の独創性があり、着眼点が興味深く、成果の応用が有益である。その到達可能性にやや不安がある。ガンマ線照射評価は原研施設を利用し実施できる。</p>	

平成12年度実績の年次評価	<p>継続。原子力関連施設での適用可能な視覚や光学的な読み取り手段による放射線の可視化・識別・測定への応用展開を前提とし、γ線照射により高感度の着色反応を示す色素材料の開発を目指す研究。平成12年度は、分子設計用の新規プログラムのとりまとめ、2 Gy 照射で発色する新規機能性色素材料の探索、揮発性の少ない酸発生剤の探索、センサシステム化の基礎データの取得など、当初の年次目標をすべて達成している。</p>
平成13年度実績の年次評価	<p>フルオラン系色素試料を用いて照射実験を行い、光吸収率については広範囲の線形性と高精度、高感度の検出性能を達成するなど、研究は極めて順調に進捗している。基礎研究から開発研究に至る研究の取り組みが適切に計画されており、かつ、研究成果の発表も活発に行われているので、継続が妥当である。最終年度には、達成可能な線量感度を示すと共に、センサシステム化において、方向性と位置付けを明確にし、識別性能（線質の識別、高LET放射線に対する応答など）・ドジメータとしての性能（線量率依存性、フェーディング特性など）の総合的な評価を行い、実用化への展開を期待する。</p>
事後評価	<p>従来原子力分野では利用が進んでいなかった機能性色素を使用した放射線強度を色で計測する新しい技術手法を確立したことは先進的であり、原子力基礎研究の趣旨に十分適合している。高感度着色反応を示す各種の色素材料の開発に、経験的アプローチに替わる量子化学的手法を導入して基本的ガイドラインとして確立し、材料開発を着実に進め、実用化に向けて装置化の見通しを得るまでに至っており、極めて妥当な研究手法、研究の進捗であったと高く評価する。研究成果の発表も十分されており、また工業所有権を取るなど大きな成果が得られている。機能性色素による計測は、原子力関連施設等での放射線量可視化識別などの手法としては極めて有用性が高く、放射線安全や放射線利用分野へ寄与するところが大きい。また、目に見えない放射線の可視化を可能としたことで、放射線化学、放射線医療診断などへの波及効果が十分に期待される。さらに、分子設計プログラムや分子設計ガイドラインは、放射線感受性以外の新しい機能性色素の開発にも有用である。ただ、センサシステムの感度は高感度であるが、放射線管理、個人被曝評価からは検出下限値の更に低いことが望</p>

ましく、また定量的測定や実用上からは、線量率依存性の解析や温度特性、更に、フェーディング特性に優れていることも必要である。今後は、企業への技術移転などにより、感度が高く、簡便で安定な実用線量計として完成されることを希望する。

表 4. 2-16 指定分野2：均圧注入系を模擬した体系に生じるカオスの研究（受動的安全炉の特性解析）

<p>実施者氏名、所属、実施期間 班目 春樹(東京大学) 2年間(平成12～13年度)</p>	<p>研究開発の概要：加速器駆動未臨界炉(ADSR)の核特性を明らかにする上で不可欠な、①加速器粒子による発生中性子量や中性子スペクトル、中間エネルギー中性子の輸送特性等の測定と計算コードの検証、②D-T中性子源を用いたADSR模擬体系における未臨界度と中性子増倍率や出力分布等に関する実験と核計算コードの検証、③その成果に基づきADSRの設計評価研究を行う。</p>	<p>予算合計額 (千円) 38,000</p>
<p>事前評価(採択理由)</p>	<p>受動安全炉概念に係わる興味ある実験的発見を出発点としている。カオス研究の到達目標が必ずしも明瞭ではない。</p>	
<p>平成12年度実績の年次評価</p>	<p>継続。区分線形系と流体系低次元カオスの一般的な知見を得ることを目標とし、カオス力学の観点から本現象の性質を解明する研究。研究では分岐現象を実験的に出現させる。また現象に影響を及ぼす変数を測定し解析モデルに組み込み、現状の相関次元が実験と解析で異なる理由を分析する。解析モデルでは現有モデルの解の特性を調べるとともに、一般的知見の獲得を目指し、より単純なモデルでのカオスの発生可能性を調べる。 初年度は、解析で2つのモデルを構築し、その解の特性を調べ、カオスに至る経路は周期倍分岐と接線分岐の他、他のアトラクタへのジャンプがあることを確認している。また、実験で2液面を有する透明U字形タンクとカバールガス供給系、液位検出計、カバールガス放出弁からなる装置を製作し、カオスらしき現象を観測している。計画が遅れている分野もある</p>	

	<p>が着実に進捗しており、解析と実験の両方にバランスのとれた成果が得られることを期待する。</p>
<p>事後評価</p>	<p>区分線形系で生じるカオスについて、単純化された実験とその解析モデルによる詳細な検証を試み、現象の解析モデルを開発し、カオスの発生可能性を示していることは評価できる。有用な知見は得られているが、実験によりカオスを確認するという目標は十分に達成されているとは言いがたい。実験的に流体系の低次元カオスの発生を試みようとした点は独創的であり、成果は今後の流体系のカオス研究の基礎データとなるもので、有用性は高い。実際の複雑系への適用の条件、範囲、根拠付けを明確にした上で、安全性の指針を示す等の形で、その成果が再び原子炉工学にフィードバックされることを期待する。</p>

表 4. 2-17 加速器駆動未臨界炉に関する実験的基礎研究

<p>実施者氏名、所属、実施期間 代谷 誠治(京都大学) 3年間(平成12~14年度)</p>	<p>研究開発の概要: 加速器駆動未臨界炉(ADSR)の核特性を明らかにする上で不可欠な、①加速器粒子による発生中性子量や中性子スペクトル、中間エネルギー中性子の輸送特性等の測定と計算コードの検証、②D-T中性子源を用いたADSR模擬体系における未臨界度と中性子増倍率や出力分布等に関する実験と核計算コードの検証、③その成果に基づきADSRの設計評価研究を行う。</p>	<p>予算合計額 (千円) 47,100</p>
<p>事前評価(採択理由) 平成12年度実績の年次評価</p>	<p>3回目の応募で、特有の実験装置(KUCA)を用いる研究計画の内容が具体的である。 継続。加速器駆動未臨界炉(ADSR)の核特性を明らかにする上で不可欠な1) 加速器粒子による発生中性子量や中性子スペクトル、中間エネルギー中性子の輸送特性等の測定と計算コードの検証、2) D-T中性子源を用いたADSR模擬体系における未臨界度と中性子増倍率や出力分布等に関する実験と核計算コードの検証、3) その成果に基づきADSRの設計評価研究を行う。 平成12年度は、本格的な実験的研究が行えるよう、KUCA付設加速器の主要部分を改造整備</p>	

	<p>し、高エネルギー中性子実験に必要な測定機器を整備して、予備的な実験を開始している。特有の実験装置（KUCA）を用いる研究内容が具体的に立案されているので、それに沿って、今後の本格的な実験データ取得を期待する。</p>
<p>平成 13 年度実績の年次評価</p>	<p>KUCA 加速器駆動未臨界炉模擬実験については、前年度の予備実験の再実験に止まっている。また、高エネルギー中性子実験において、当初予定の薄いターゲットから発生する中性子スペクトル測定ができていないなど研究の進捗が遅れが見られる。研究目的、進め方、資源配分も明確でかつ適切であるので研究計画の見直しは必要なく、継続すべきであるが、一般的な進捗の遅れや、成果発表の少なさ等の問題があるので、H13 年度の積み残し作業を早急に終え、H14 年度で所定の実験を完了する明確なスケジュールの検討が望まれる。未解決の問題が残されていると思われ、この型の炉の性能限界、その支配要素を明らかにし、原子力開発における応用・有用性が明らかにされることを期待する。</p>
<p>事後評価</p>	<p>ADSR の概念設計と並行して、ADSR を模擬した体系で未臨界度を系統的に変えながら、中性子増倍率や核パラメータを測定し、未臨界度についての解析と実験データの比較検討を行っており、今後の ADSR 開発に関する問題点などの重要な知見と、ADSR の設計に必要な最低限の成果が得られたと評価する。加速器駆動未臨界炉の構想は新しいものではないが、加速器中性子源と核燃料を用いた中性子増倍体系とを結合した実験は殆ど行われておらず、熱・熱外中性子体系の実験的研究として、核的基礎データを収集できたことは先進的で評価できず研究成果が得られていない。その意味では、本来の目的達成度は高くはないと言わざるを得ない。また、論文等、研究成果の発表も不十分である。個々の有用な成果が得られているのは評価すべきであるが、全体として統一した知見になっておらず、継続した今後の研究の努力が必要であろう。「未臨界炉では核計算の高度化が必要である」との知見を踏まえ、詳細な比較検討を進め ADSR の核特性研究に寄与するような核データライブラリなどの形にまと</p>

められることを期待する。また、研究中性子源としての位置付け、加速器性能に関する要求等、より具体的な提案へとつながることを期待する。研究の成果は、中・高エネルギー領域中性子体系の核パラメータや加速器駆動未臨界炉の核設計計算コードの精度の向上などに役立つものであり、今後何らかの独自の措置で研究を継続できるような努力を期待する。

表 4. 2-18 共鳴レーザーアブレーションを用いた超高感度中性子ドシメトリ手法に関する基礎研究

<p>実施者氏名、所属、実施期間 井口 哲夫(名古屋大学) 3年間(平成12~14年度)</p>	<p>研究開発の概要：本研究は、原理的に高感度かつ高選択性を持つレーザー共鳴イオン化分光法(Resonance Ionization Spectroscopy:RIS)のうち、1波長のレーザーで試料元素のアブレーションと共鳴イオン化を同時に行う「共鳴レーザーアブレーション(Resonant Laser Ablation:RLA)」現象と短パルス多光子イオン化現象を活用することにより、従来の低バックグラウンド放射能測定と同程度のコンパクトな装置規模で、これまで検出が困難であった安定同位体や長半減期核種の測定をベースとする新しい中性子ドシメトリ技術の開発を目的としている。</p>	<p>予算合計額 (千円) 44,500</p>
<p>事前評価(採択理由)</p>	<p>高感度分析法としての独創性に優れ、有効性は認められる。原子力計測システムとの関連性をも少し強化すべきである。</p>	
<p>平成12年度実績の年次評価</p>	<p>継続。原理的に高感度かつ高選択性を持つレーザー共鳴イオン化分光法(Resonance Ionization Spectroscopy:RIS)のうち、1波長のレーザーで試料元素のアブレーションと共鳴イオン化を同時に行う「共鳴レーザーアブレーション(Resonant Laser Ablation:RLA)」現象と短パルス多光子イオン化現象を活用することにより、従来の低バックグラウンド放射能測定と同程度のコンパクトな装置規模で、これまで検出が困難であった安定同位体や長半減期核種の測定をベースとする新しい中性子ドシメトリ技術の開発を目的とする研究。</p>	

	<p>平成12年度は、以下のようにほぼ予定通りの成果を得ているが、一部、新規Ti:Sレーザーと既設色素レーザーの相乗効果の検証に計画の遅れが見られる。2年次以降の研究の加速が必要である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・100psパルス幅、繰り返し率82MHz仕様の波長可変Ti:Sレーザーを導入し、基礎実験に重要な基本特性（パルスエネルギー、パルス幅、発振可能波長域、線幅など）を明らかにした。 ・短パルスレーザー導入時の評価に必要な基準データを取得するため、SUSターゲット中のFe、Cr、Ni、CuについてRLAを実現する諸条件（共鳴イオン化スキーム、波長、スペクトル幅、光強度、電離断面積など）を明らかにした。 ・上記短パルスレーザーアシストRLA特性を解析する理論モデルを検討した。
平成13年度実績の年次評価	<p>新規Ti:Sレーザーシステム全体の整備、調整などに手間取ったためか、若干計画の遅れがあるものの、レーザー再生増幅システムによりステンレス鋼ターゲット中の不純物についてRLA現象を確認するなど着実に研究が進められ、計画全体はほぼ順調に進んでいる。研究計画は具体的かつ明確であり、継続に問題は無い。研究は独創的なアイデアで進められており、今後への期待が大きい。新しい中性子ドシメトリ法としての確立を期待している。最終年度では、部分的に見られる研究進捗の遅れを取り戻すこと、及び、研究成果の活発な発表がなされることを期待する。</p>
事後評価	<p>共鳴レーザーアブレションと高繰り返しパルスレーザーを組みあわせて、従来システムより飛躍的に性能を向上させた中性子ドシメトリ技術を開発し、その適用性を実証して、ほぼ所期の目的を達成したことは高く評価できる。中性子ドシメトリ技術体系の確立までには至らなかったが、研究は、理論的解析とその実験的検証とによる着実な手順によって適切に進められ、研究途中では、アブレション時の非共鳴イオン化成分及びクラスターイオンによる干渉効果がSN比を劣化させる大きな要因であることを明らかにし、その抑制法を</p>

考案・実証するなど重要な成果を得ている。さらに、改良システムにより、14MeV 中性子照射によって核変換生成された長半減期核種 ^{26}Al の微量検出に成功するなど、満足すべき目的達成度にある。本システムは、最新のレーザー技術を中性子ドジメトリ一分野に導入しようとするもので、これまででない手法であり、放射線計測分野の新展開につながるものが期待できるが、実用化のためには、Cu、Al 以外の元素や同位体の検出への適用性を実証し、他の手法との比較などにより優位性、有用性、適用範囲などを示す必要がある。他のファンドの利用や企業への技術移転などを検討し、是非、研究を継続して、技術体系として確立することを期待する。また、研究の斬新さを考えると、論文発表や特許等の出願にも留意しておくべきである。

表 4. 2-19 指定分野 2 : CANDLE 燃焼方式の種々の原子炉への適応に関する研究

実施者氏名、所属、実施期間 関本 博(東京工業大学) 3 年間(平成 13~15 年度)	研究開発の概要 : 種々の原子炉(但し、高中性子経済型高速炉とブロック燃料型高温ガス炉について重点的に検討する)に CANDLE 燃焼方式を適用するとどのような特性を有する原子炉が実現できるか明らかにすることを目的とする。また CANDLE 燃焼方式の安定性及び原理的成立ちについても検討する。	予算合計額 (千円) 12,300
事前評価(採択理由)	種々の原子炉に CANDLE (Constant Axial shape of Neutron flux, nuclide densities and power shape During Life of Energy producing reactor)燃焼方式を適用するとどのような特性を有する原子炉が実現できるか明らかにすることを目的としている。特に高中性子経済型高速炉とブロック燃料型高温ガス炉について重点的に検討するとしている。CANDLE 燃焼方式とは中性子束や核種密度や出力分布等の空間分布が形を変えないまま、燃焼とともに軸方向に一定の速度で動いていく燃焼方式である。	

	<p>制御棒や反射体制御のような可動式燃焼反応度制御は一切行わないなど、新しい概念であり、革新的原子炉の観点から面白い研究で、推進すべきである。但し、核設計に係わる原理的成立性に、より確実な論証も必要であり、工学的課題も含めて、解析の具体的作業計画と目標を明らかにして進めるべきである。</p>
<p>平成 13 年度実績の年次評価</p>	<p>高速炉、熱中性子炉について CANDLE 燃焼の可能性を見いだすなど、計画通り研究が進行している。高温ガス炉系の検討がやや遅れているが、特に計画の変更の必要性は認められず、継続が妥当である。ただ、計画では平衡炉心の核特性検討が主体となっているが、初期炉心の組み方や、実機炉心とした場合に原子炉がどのような構造になるのか等、具体化に際して考慮しておくべき事項について検討を加えるべきである。また、シミュレーションは計画通り進行しているが、その結果の検証は重要である。天然ウラン装荷型高速炉に関しては、今までに得られた結果をまとめるとともに、シミュレーションコードを作成し、実際に CANDLE 燃焼を実証することになっており、その成果を期待したい。また、平衡分布に至るまでの経過、本方式の適用性に関する一般的知見（どのような型の炉に適用可能で、共通的特長等）が明らかにされ、受容性の高い、新しい概念の原子炉の提案になることを期待する。</p>
<p>平成 14 年度実績の年次評価</p>	<p>優れた核的特性を有する CANDLE 燃焼方式の平衡状態については、高速炉、熱中性子炉についてその核的成立性が十分検討されていて、その発展性を示しつつあり、学術的（炉物理的）、産業的観点のみならず、政治的（核不拡散）、国際的視点からも、高く評価できる。CANDLE 燃焼方式が、多数の利点を有していることは推察されるが、実際に実用化を図るには幾つかの工学的課題に関する困難性があると考えられる。最終年度では、昨年度の年次評価において指摘されているとおり、初期炉心の組み方や、実機炉心とした場合の原子炉の構造等、具体化に際して考慮しておくべき事項について検討を加えることを期待する。さらに、燃焼初期の特性に関わるシミュレーション計算や炉の起動停止の検討等を行い、実際の原子炉へ適用する際の問題点、工学的成立性等を明らかにし、終了時点では、実用化の困難性を</p>

	<p>克服するブレークスルーについての展望が得られていることを期待する。そのためにも、成果の全体について、早めに国際会議や学術誌できちんと発表しながらその技術概念を固めていくこと、並びに広く内外にPRしていくことを推奨する。</p>
事後評価	<p>CANDLE 燃焼方式という独創的、かつ、ウラン燃料の有効利用として有用な燃焼方式を提案し、これが高速炉や高温ガス炉体系で定常的に、かつ、安定に燃焼できること、核的なシミュレーション計算を行って初期起動や再起動時には安定に平衡状態となることを確かめたことで、この方式の実現に近づけたことが評価される。ただし、本研究は、原理や基礎特性の研究ではなく、いわゆる設計研究であることから、この燃焼方式の原子炉が実現しなければ、研究成果としての有用性や波及効果は少ない。CANDLE 炉心を紙上の計算だけに終わらせないためには、ハードウェアの概念を提示できるような研究を進めることが肝要である。平衡・シミュレーション解析の二次元計算によるラジアル方向分布の最適化・高精度化や初期最適炉心組成について、系統的な検討とともに、工学的に特に問題である出力ピーキングの緩和などの核的検討が残されているが、本研究の当初の目的は十分達成されていると判断する。研究成果の学会・国際会議での発表も活発で、特許も2件ある。CANDLE 燃焼方式が説得力を増すためには、より詳細な原子炉設計研究が行われ、工学的課題や安全性上の検討まで進める必要がある。天然ウランの40%に至る燃焼という本方式の大きな利点を生かすためには、現在の高燃焼度よりさらに高い燃焼度領域での燃料・材料の健全性を評価するデータの蓄積も必要である。実用化に向けて、研究を継続されることを期待する。</p>

表 4. 2-20 指定分野 1 : Frisch グリッド付きアバランシエダイオードを用いた低被曝量 CT 開発の基礎研究

<p>実施者氏名、所属、実施期間 今西 信嗣(京都大学) 3年間(平成13~15年度)</p>	<p>研究開発の概要:陽子や重イオンを用いた腫瘍治療が放射線の高度利用として脚光を浴びている。しかし、治療のためには悪性腫瘍を早期発見することが原則であり、腫瘍が小さい間に取り除くことが望ましい。このためには毎年の健康診断においてヘリカルCTなどによる精密検査を行うのが良いが、CT検査における被曝量は胸部レントゲン検査の場合よりも2-3桁大きく、個人の積算被曝量が高くなり、許容されがたい。そこで低被曝量でCT検査ができるX線検出器の開発を研究の目的とする。</p>	<p>予算合計額 (千円) 32,600</p>
<p>事前評価(採択理由)</p>	<p>シンチレータを利用している現在のCT用X線検出器よりも10倍敏感な検出器(被曝量として1/10)の開発を目指す研究。低被曝量でCT検査ができるだけでなく、回転中のエンジンや原子炉冷却水配管中の気泡などの高速観察にも利用が期待できる。 必ずしも新規性が高いテーマではないが、目標が明確であり、応用の可能性が高い。計画も具体的であり、指定分野1によく適合している。</p>	
<p>平成13年度実績の年次評価</p>	<p>準単色X線を用い、検出器にエネルギー弁別能力を持たせることで多くの情報を得る可能性を見いだすなど、研究に進捗は見られるものの、金属を介したSiウエハの接合が成功しなかったために、X線検出器の製作ができず、当初の計画から大幅に遅れている。CT検査時の被曝量の低減を図るために、当初計画になかったX線源自体の改良、即ち、準単色X線の利用を検討項目に加えたことは妥当であり評価されるべきで、研究は継続すべきであるが、開発に向けた基本的な幾つかの問題点があるので、これらの解決の手法と見通しについて、詳細な検討が望まれる。半導体の接着方法については既存の技術を活用すべきとの専門部会席上でのコメントについて検討することも必要であろう。医療分野への原子力技術の貢献のためにも、低被曝CT用X線検出器の実現に向けて、より一層の研究努力を期待する。</p>	
<p>平成14年度実績の年次評価</p>	<p>本研究はCT検査時の被曝量低減を目的としたもので、その研究の意義は大きい。今年度</p>	

に Frisch グリッドつき非対称電極 Si 検出器で動作原理の確認を進めたことは正しい方向性であり、さらに、フィルター-X線とエネルギー差分法を用いる方法で、被曝量を 30%程度にまで低減できることを見出した成果は評価できる。しかし、一番重要な技術で、昨年度もその未達成が指摘された金属膜が介在する半導体の貼り合わせ技術に関しては、この一年間の調査不足・努力不足は否めず、見通しも明確にされていない。研究課題のユニークさ、目的の適切さ、開発技術への期待の高さ等を勘案すれば、平成 15 年度も継続すべきであるが、最終年度にあたり、半導体の貼り合わせに関して、提案されている加熱プレス機を用いた Si 接着や Fast Atom Beam による表面励起接着による Si 接着を確かめるとともに、他の接着手法を幅広く調査・検討して、早急に方針を定め、本研究の目的を達成するに必須である半導体貼り合わせの技術確立に全力を注ぐべきである。2 年を過ぎ実現可能性にやや不安があるが、半導体メーカー等との適切な連携を図り、所期の成果を達成することを期待する。

事後評価

低被曝 CT 用検出器として、Frisch グリッド付きの化合物半導体を用いた全く新しい型の高感度放射線検出器を開発するという着眼点とそのため的手法は先進的かつ独創的であったが、研究の進捗が大きく遅れ、有用性（高感度検出）の見通しを得るまでには至らなかった。半導体の貼り合わせという基本的な命題が達成できなかったことが原因であり、調査や、手法開拓が不十分であったと言わざるを得ない。最終年度に表面活性化法により Si 接合が一応出来るようになり、異種半導体間での貼り合わせへの可能性も期待できることから、今後の研究の進展は望めるが、当初の目標であった化合物半導体での確認試験に至るまでには、まだかなりのギャップがある。異種半導体である CdTe と Si との接合には、さらなる技術の飛躍が必要であるし、整流特性の定量評価や 3 次元の画像測定、解析など、さらなる研究の展開を図る必要もある。但し、この研究の過程で、当初の計画にはなかったフィルター-X線とエネルギー差分法の併用により被曝量の 30%低減が可能になったことは基礎研究上有用な成果であり、高く評価したい。実用化できれば X線検査における被曝量低減に効果

が期待できる。また、X線撮像方法の特許が提出され、国内外の学会での発表が年と共に増加してきていることは評価できる。ただ、これらを纏めた学術論文としての公表が少ないのは残念である。医療分野での検出器の開発は今強く望まれている分野であり、今後の研究の発展に期待する。

最後に、研究成果に関することではないが、学会・国際会議報告や論文に本課題の研究代表者が1つも出ておらず、この研究において研究代表者が機能していなかったと断ぜざるを得ない状況にあった点を指摘しておきたい。いわゆる、研究への寄与が皆無に近い方が代表者として申請されたことに問題があり、今後は同様なことが起こらないように配慮することが必要である。

表 4. 2-21 指定分野1：レーザー誘起蛍光法による空間・時間高分解能電界計測用高効率励起ヘリウム原子線生成に関する研究

<p>実施者氏名、所属、実施期間 吉川 潔(京都大学) 3年間(平成13~15年度)</p>	<p>研究開発の概要：現在用いられているヘリウム励起(2^1S)原子線は高速バルブで制御された原子線ビームを円筒状ホローカソード内の放電プラズマ中にとおして生成しているが、プラズマの電子温度が低いため励起効率が10^{-6}と低く、レーザー誘起蛍光法に必要とされる原子線の密度(約$10^{10}n/cm^3$)を得るためには約$10^{16}n/cm^3$もの密度のヘリウム原子線ビームが必要となり、必要なヘリウム原子線の混入で測定対象となる場の物理状態を大きく損なう可能性が高い。本研究では、高性能プラズマ源生成機構を応用して2^1S励起に最適なエネルギー領域にある電子を効率よく生成し、励起効率を千倍高め、10^{-3}とすることを到達目標とする。</p>	<p>予算合計額 (千円) 26,300</p>
--	---	----------------------------------

事前評価 (採択理由)	<p>通常の方法では計測が極めて困難なヘリウムの存在しない場における電界強度を測定するため、空間的・時間的に高い分解能と優れた感受性を有するヘリウム励起原子のシユタルク禁制遷移効果を利用したレーザー誘起蛍光法に用いる入射用ヘリウム2^1S励起原子線の高効率生成法の開発、確立を目指す研究。高性能プラズマ源生成機構を応用して励起に最適なエネルギー領域にある電子を効率よく生成し、励起効率を現状技術の千倍、10^{-3}とすることを達成目標としている。</p> <p>関連技術にインパクトを与える研究で成果が期待できる。計画が具体化されており指定分野1に適合した面白い研究である。</p>
平成13年度実績の年次評価	<p>真空容器やガス入射系の製作の遅れで、様々なパラメータによるヘリウム励起原子線の効率を、レーザー誘起蛍光法を用いて測定評価することが出来ず、部分的には遅れが見られるが、全体的にはほぼ順調に推移している。予備実験とシミュレーション解析から、全体システムとしての検討がなされ、実験場の問題点等の摘出も順調に進んで、目的とする性能が達成できる見通しが得られており、継続に問題は少ない。過去の関連研究の資産が生かされており、研究計画、到達目標は具体的且つ明確であり、目標達成が期待できる。成果が上がり学術誌への論文発表の形で研究成果が活発に公表されることを期待する。</p>
平成14年度実績の年次評価	<p>理論解析と、原子線発生とプラズマ励起部に分離した要素試験により、各部の性能を確認しつつ研究が進められており、10^{-3}オーダーの励起率の実現がより具体的にになったと判断される。今年度にマグネトロン方式によるレストラック形状プラズマの生成に成功し、励起源プラズマとする目処がついた点を評価したい。研究は予定どおり継続すべきであるが、ヘリウムパルスビーム源とマグネトロン方式のプラズマ励起装置を連結した総合性能試験では、これまで試験された両者の大きな圧力差や励起用プラズマの高温化に伴う問題等も考えられるので、早期に総合試験に入り、最適作動条件を見つけ、当初目標の励起効率の達成を目指して欲しい。また、最終的には、本研究(原子力基礎研究)終了後も、他のファンドの取</p>

	<p>得などで研究を継続し、実用化に向けた努力が出来るよう、研究現場で使える装置に仕上げ ることを期待する。また、最終年度に当たっては、有用な研究成果が学術誌への論文発表の 形で活発に公表されることを推奨する。</p>
事後評価	<p>計測が極めて困難な場における電界強度測定のため、ヘリウム励起原子のシミュルク効果を 利用したレーザ誘起蛍光法と言う先人が試みていない方法を用いて、励起効率を一挙に 千倍上げる野心的な研究目標を掲げ、研究リーダーの強いリーダーシップのもとに、着実に 研究を推し進めたことは高く評価できる。当初目標としたビーム密度には達していないが、 マグネトロン方式によるプラズマ生成の研究に見られる通り、理論的予測と実験を組み合わ せた研究方法、ヘリウム原子のパルスビーム生成に関して、実験結果を分析して改善策を考 え、次の実験に反映した手法は適切である。総合試験であるプラズマ励起試験による励起へ リウム原子線生成の確証試験が未だなされていないことが残念であるが、要素試験で得られ た各部性能から、総合試験に近いレベルにまでできていないことが残念であるが、要素試験 あり、ほぼ目標達成に近いレベルにまでできていないことが残念である。本研究の成果は球形静電閉 じ込め核融合プラズマの高分解電界計測を可能にする上で大きな前進であり、これを利用 して核融合プラズマ特性の詳細な解明が可能となる。これは種々の利用が考えられる小型可 搬の強力核融合中性子源の開発への有用な前進でもある。今後も研究を継続し、分析装置と しての完成を目指して頂きたい。また、優れた研究成果を挙げているので是非知的財産の確 保、研究成果の学術雑誌への公表に注力をして頂きたい。</p>

表 4. 2-22 酸化カリウムをドーブしたアルミニウムケイ酸固体電界質上での水蒸気の不均化分解

<p>実施者氏名、所属、実施期間 長瀬 賢三(東北大学) 3年間(平成13~15年度)</p>	<p>研究開発の概要：近い将来、クリーンエネルギーとしての水素の大幅な需要が見込まれているので、環境保全を最優先に大量の水素が安価に得られる技術開発が緊急の課題となっている。このためには、従来の方法とは異なる無限の資源である水から核熱や太陽熱のような汎用性が期待できる熱源を利用して水素を得る革新的技術開発が是非とも必要である。本研究は、熱エネルギーを化学エネルギーへ高効率で変換するための触媒の開発であり、設計の基本は大きな吸熱とそれを補償する大きなエントロピーの増加を伴うアルカリ金属酸化物の不均化反応の利用と、固体電解質を用いた触媒活性サイトを分離することによって熱力学的制約を回避することを研究の目的とする。</p>	<p>予算合計額 (千円) 25,800</p>
<p>事前評価(採択理由)</p>	<p>固体電解質にドーブした K_2O の不均化分解を利用して水蒸気の不均化分解を起こさせ、水から水素を得るという革新的な発想で、原理的実証を目指した基礎研究。予備実験の段階では、800-850°Cで大量の水素と過酸化水素が発生すること、及び、水素発生量は通じた電気量の数十倍に達することを確認している。また、本触媒は、室温において、水蒸気の電気分解を高い効率で行うこと、及び、200°C前後では層間水の転移熱を吸収して、通じた電気量の3倍程度の水素を発生する実験結果も得ており、小型固体燃料電池としても期待される。</p> <p>新規性が見られる面白い研究である。高温ガス炉を利用した水素製造の方法の1つとして熱化学法に代り得る基盤技術となる可能性を秘めている。</p>	
<p>平成13年度実績の年次評価</p>	<p>触媒セルの燃料電池としての機能に関する研究には手が付けられていないが、水素発生に関しては、高温で電解質表面への水分子の吸着が困難となり水素発生速度が小となる問題を、高圧高温用の水蒸気発生装置の考案で回避して、極めて高い水素発生を達成するなど、年度計画以上の研究の進展が見られる。本研究は革新的技術開発につながるもので、継続すべきであるが、今後は、水素製造の理論の確立、小型固体燃料電池の機能評価を重点的に進</p>	

	<p>めて欲しい。原子炉による水素製造、燃料電池開発共に今後の新エネルギー開発に寄与するところが大きいと考えられ、実用化の段階を視野に入れた成果に結実することを期待する。</p>
<p>平成 14 年度実績の年次評価</p>	<p>平成 14 年度においては「水素発生と反応媒体の循環のメカニズムの解明」「燃料電池に関する基礎研究」に有益な成果が得られており、反応機構の理解が進んだ点は評価できるが、計画されていた高温高压での水蒸気の不均化分解（水素製造）の研究は進展が見られず、また、燃料電池に関しても、従来型の KOH 電解質の燃料電池に関する研究が中心で、本来志向すべき「酸化カリウムをドープしたアルミニウム酸固体電解質」を利用した燃料電池の研究は進展がなく、本来の研究の進捗としては必ずしも十分ではない。本年度の研究成果からは、研究項目、研究内容が拡散しつつあり、高温での水素発生法、特に高温ガス炉を熱源とした水素発生法の研究から、やや遅れて来ていると判断せざるを得ない。平成 15 年度は、本来の目的である高温高压状態における触媒機能についての研究を重点的に進めるように研究計画を見直し、当初目的の 400°C 前後での K_2O の不均化分解を実験により確認して最適条件を見出すべきである。本研究の代表者もこの点について認識している。平成 15 年度の研究成果に期待したい。また、最終年度でもあるので、知的財産権を重視し、実用化に向けた取り組みに留意して研究を推進することを期待する。さらには、研究内容や原理等が極めてユニークであるにもかかわらず研究の発表が十分に行われていない。得られた成果は、広く世に知らせると共に外部からの意見や指摘に耐えて、確認される意味からも、積極的に進められることを期待する。</p>
<p>事後評価</p>	<p>新規な固体電解質を用いて不均化分解反応による低温領域 (<500°C) での水素生成への触媒反応スキームがあることを理論的に究明し、かつ、熱力学的に許容される反応であることを示したこと、かつ、この領域で、かなりの水素生成速度が得られることを実験的に示したことは、低温領域で簡便な水素製造への道を開くもので、画期的で、独創的な成果である。本年度は学会や国際会議への発表はなかったが、特許の出願 3 件は評価したい。水の直接分</p>

解による大量の水素製造は、エネルギーセキュリティや地球環境の視点から世界の注目の的であり、また、し烈な開発競争の対象でもある。この研究に成功すれば、国際的評価、有用性は極めて高いものになる可能性がある。しかしながら、水素生成の転換効率の向上や最適条件の決定という目標に対して、実験の再現性が乏しく、高温高压の効果も系統的に確認できず、普遍的結論が得られるところまで達していない。研究内容や原理がユニークな課題提案であり、広く世に認められるには、更に説得力のある実験データの積み重ねが必要である。今後、反応生成物の再生循環メカニズムに関する研究など、実施すべき研究（実験条件を含める）のねらいと得られた成果の因果関係を明確にし、系統的試験による再現性のあるデータに基づいて議論を進めて頂きたい。

なお、「HTRを利用したパイロットプラントの製作」という目標を掲げることとも理解できるが、必ずしも高温ガス炉等の炉型には拘らないで、例えば、低温（軽水炉）～中温（高速炉）～高温（高温ガス炉や超高温ガス炉）、という風に、各炉型の開発の進捗に合わせて、どの炉型にも、また、どの温度領域でも、広く適合できる水素製造技術の実現を目指してほしい。

5. 公募型研究開発の成果、課題、問題点等のまとめ

5.1 本制度としての成果及び意義

本公募型研究開発の目的、趣旨については、1. はじめにに示すように規定して、本制度を開始している。すなわち、「原子力は科学の基幹をなす学問・技術体系より構成されており、多様な展開と多くの可能性を有している。原子力のより高い信頼性、安全性及び経済性を実現し、原子力開発における種々の可能性を追求するためには、未だ多くの未踏分野が残されている基礎研究をさらに推進し、技術のブレークスルーを目指すことが重要である。原研では、原子力分野の基礎研究（原子力工学並びに原子力開発を支える機械工学、材料/物質化学、応用化学、物理及び化学）の重要性に鑑み、大学等における原子力関連研究の一層の活性化と人材の育成に寄与するため、平成10年度より新たに公募型原子力基礎研究制度を設けることとした。」

最初の“大学等における原子力関連研究の一層の活性化と人材の育成に寄与するため”という目的に対しては、図5-1に示す応募の状況から達成を推測できる。前述の「2.2 研究開発課題の公募について」において述べたように、公募は毎年、原子力基礎研究応募要領を公示するとともに印刷物として、関連機関や学会に配布し、また、学会誌、関連雑誌、ホームページ等を利用して広報活動が行われた。その結果、図5-1に示すように、応募総数は初年度には67件あった。このうち、全国の国公立大学からの応募が80%超であり、この傾向は平成13年度における最後の公募に至るまで同様であった。その他の応募は、国立研究開発機関、特殊法人、財団法人及び民間からの順であった。図-1に示したように毎年の応募に対する採択率は、ほぼ一定の10%前後であり、本制度で採択され実施された研究開発課題総数は、22件であった。内訳は、東北大学5件、京都大学4件、東京大学3件、東京工業大学2件、以下北海道大学、筑波大学、埼玉大学、名古屋大学、大阪大学、広島大学、佐賀大学が各1件であった。民間としては、電力中央研究所が1件の課題を実施した。以上の実績のように、本制度における95%超が“大学等における原子力関連研究の一層の活性化と人材の育成に寄与”し、少なからず目標を達成したと言える。

次に掲げた“原子力は科学の基幹をなす学問・技術体系より構成されており、多様な展開と多くの可能性を有している。原子力のより高い信頼性、安全性及び経済性を実現し、原子力開発における種々の可能性を追求するためには、未だ多くの未踏分野が残されている基礎研究をさらに推進し、技術のブレークスルーを目指す”という目的に対しては、図5-2～図5-5に示す分野別応募の状況から達成度を類推できる。平成10年度に応募された研究開発課題を原子力工学、材料・物質科学、物理、化学、加速器、医学等の概略8分野に分類すると、図5-2に示す分布のようになる。以下、図5-3が平成11年度、図5-4が平

成 12 年度、図 5-5 が平成 13 年度における分野別の応募状況である。平成 11 年度から、原子力分野において喫緊に解決すべき課題を含むと考えられる指定分野を毎年度設定して公募が実施されたので、指定分野を 1 分野として数えている。平均的には、材料・物質科学、原子力工学、物理、化学等の分野への応募が多いと言えるが、大変多岐にわたっている。指定分野への応募については、初年度の平成 11 年度には 12%、平成 12 年度には 30%、公募最後の平成 13 年度には 50% 超と年々増加した。以上の分野別応募状況の分析から、本制度は非常に多岐にわたる分野の研究者の原子力基礎研究への関心・理解を深めるとともに、指定分野を設けることによって社会のニーズを反映した公募型研究開発を実施してきたと言える。実際、実施された 22 件の研究開発課題は、原子力工学分野 9 件、材料・物質科学分野 5 件、加速器分野 1 件、指定分野が 7 件である。指定分野の内、明確に原子炉を対象にした研究開発課題は 3 件であり、その他も関連する基礎研究課題が採択され実施された。

以上述べたように、本制度は当初掲げた目的に沿って、大学等における原子力関連研究の一層の活性化と人材の育成に寄与するとともに、多様な展開と多くの可能性を有する原子力のより高い信頼性、安全性及び経済性を実現し、原子力開発における種々の可能性を追求するためには、未だ多くの未踏分野が残されている基礎研究をさらに推進し、技術のブレークスルーを目指す先導役としての役割は果たしてきたと言える。実施された研究開発によって生み出された成果(アウトプット)については、次節 5.2 本制度による主な成果発表の件数一覧に示す。今後これらの成果が、社会・経済的な評価を経て有意義なアウトカムとして認知されることが望まれる。

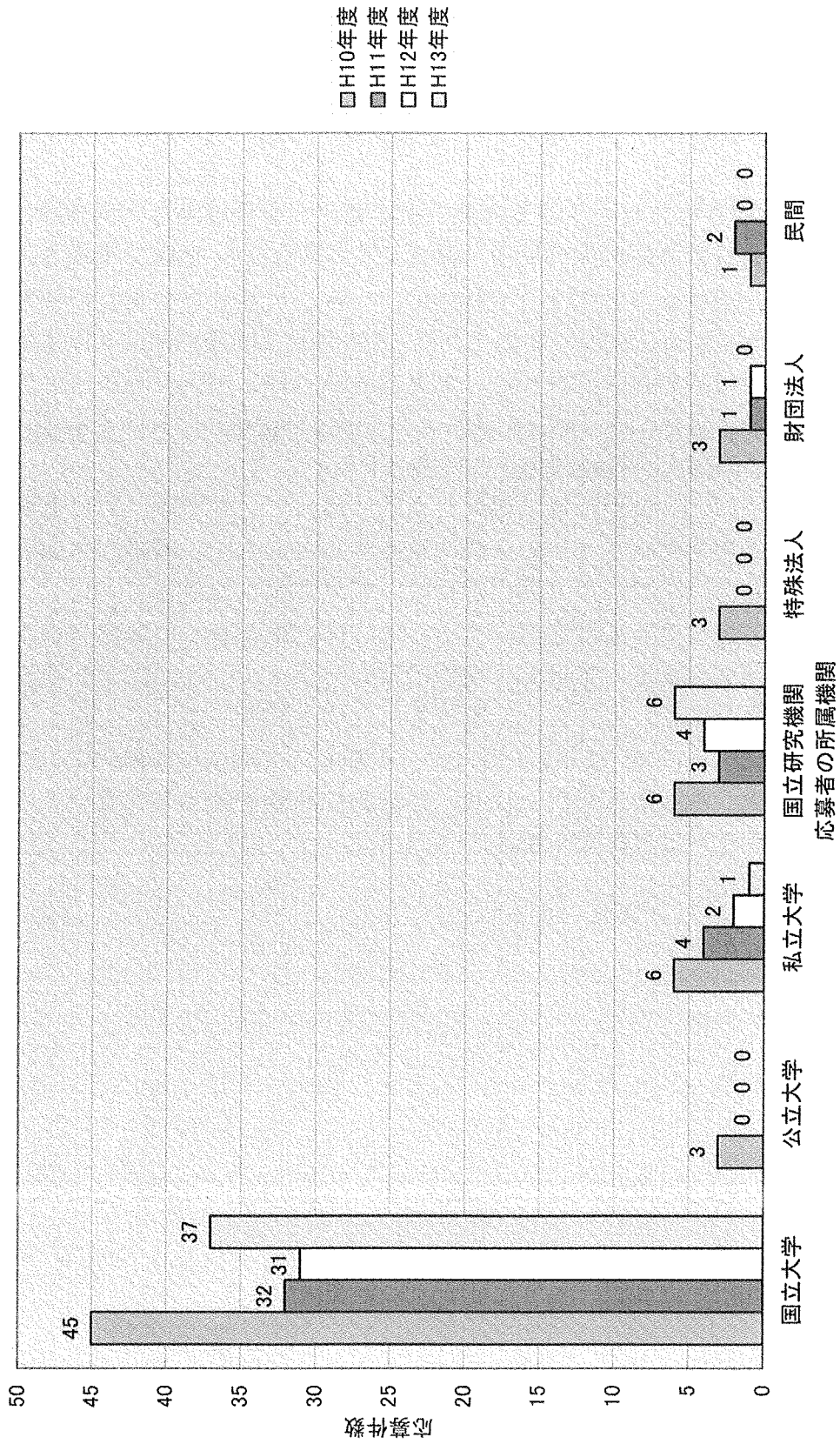


図 5-1 原子力基礎研究の応募状況
 応募総数: H10年度67件、H11年度42件、H12年度38件、H13年度44件

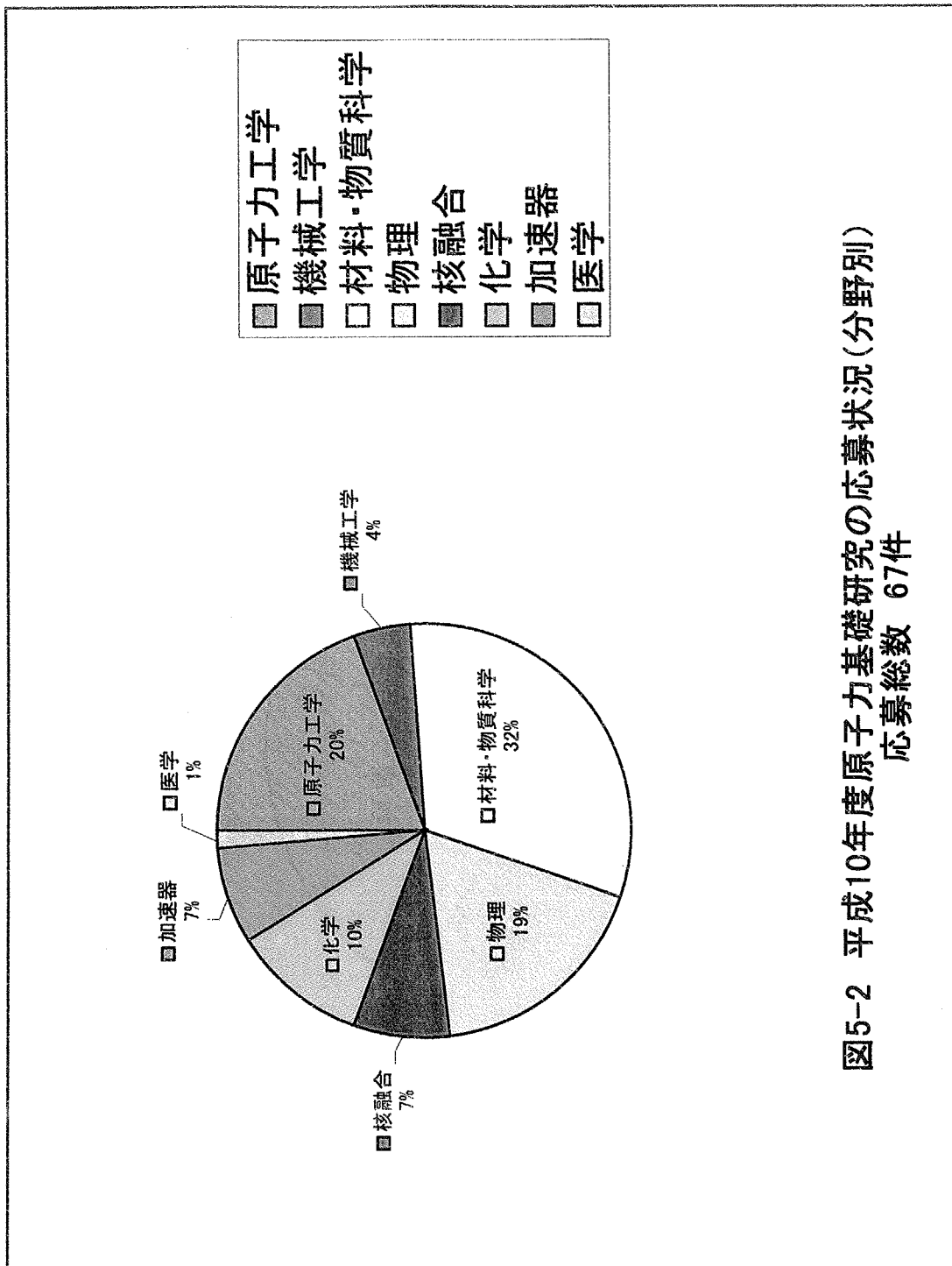


図5-2 平成10年度原子力基礎研究の応募状況(分野別)
応募総数 67件

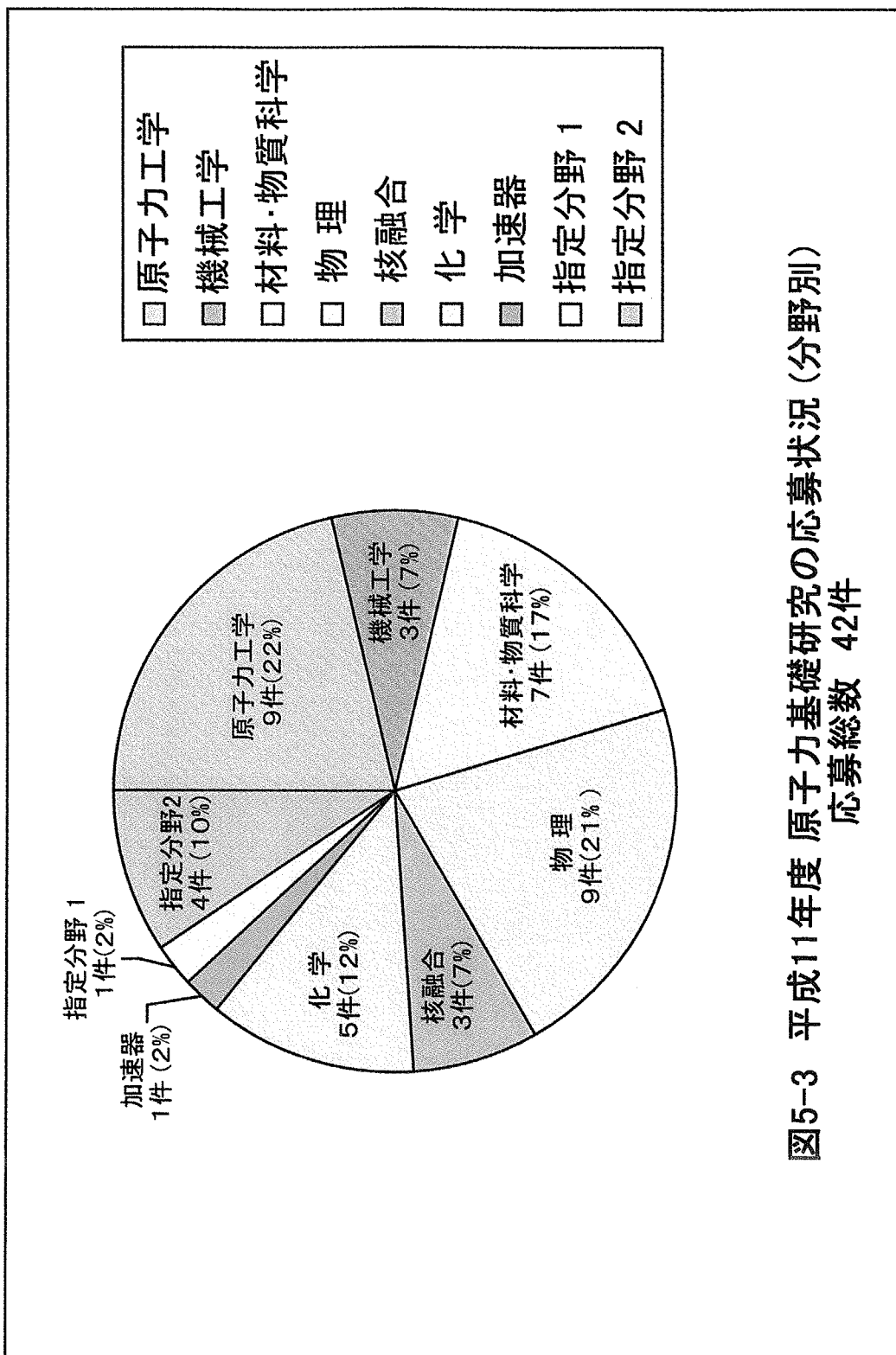


図5-3 平成11年度 原子力基礎研究の応募状況 (分野別)
応募総数 42件

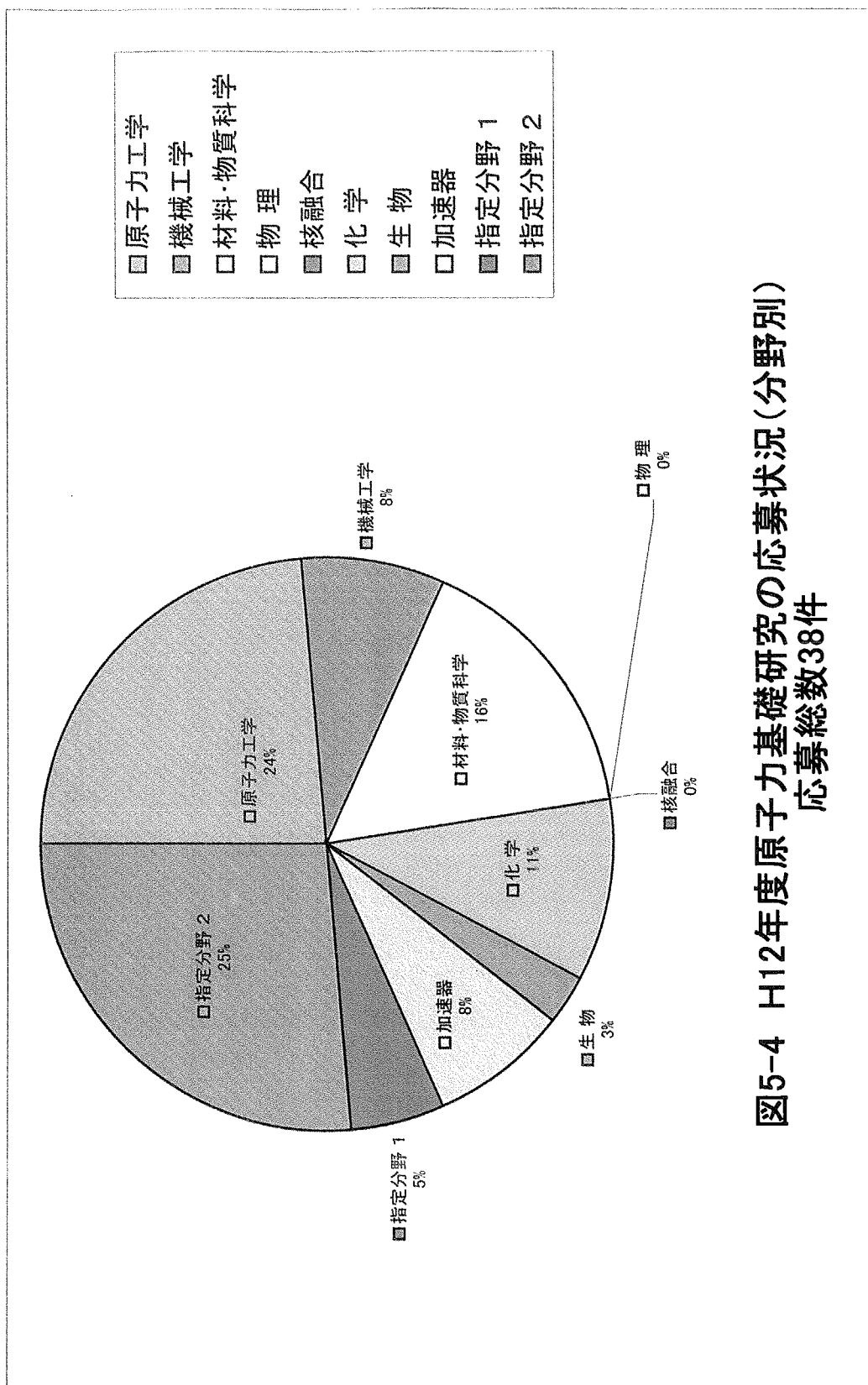


図5-4 H12年度原子力基礎研究の応募状況(分野別)
応募総数38件

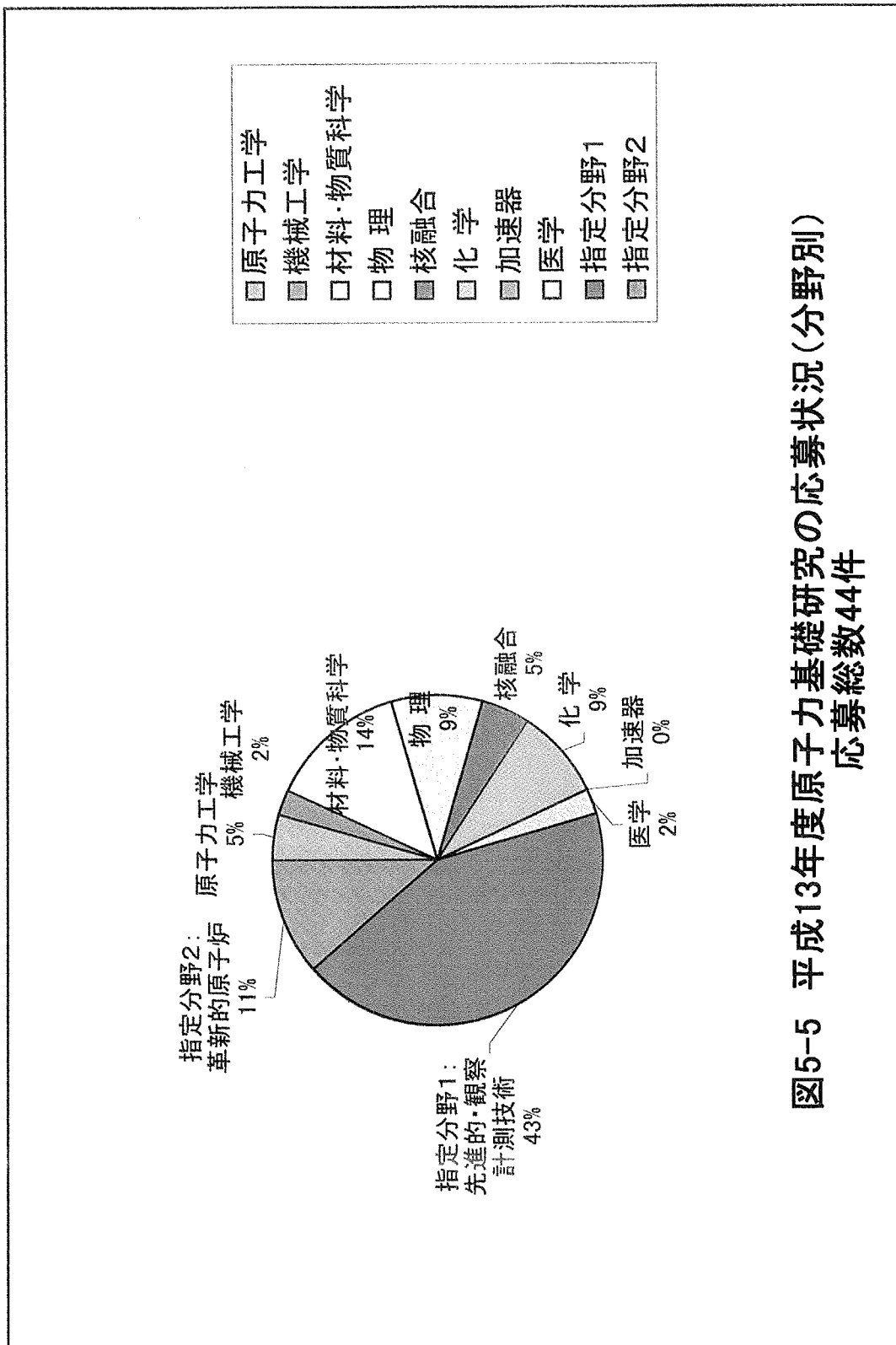


図5-5 平成13年度原子力基礎研究の応募状況(分野別)
応募総数44件

5.2 本制度による主な成果発表の件数一覧

課題番号	研究課題	研究代表者 (所属)	論文	口頭 発表	特許 出願	原研 レポート	著書 解説
H10-004	原子炉環境水化学因子による応力腐食割れ制御機構の研究	柴田 俊夫 (大阪大学)	1	2		1	
H10-008	レーザーとプラズマによる陽子加速の基礎研究	小方 厚 (広島大学)	4	6		1	
H10-026	中性子照射により生成する鉛・ビスマス合金中のポロニウムの挙動に関する研究	関本 博 (東京工業大学)	2	8		1	
H10-027	シビアアクシデントの電熱流動現象における素過程に関する研究	成合 英樹 (筑波大学)	4	35		7	
H10-032	原子力固液界面プロジェクト：不均質場吸着理論の体系化と放射性廃棄物処分への適用	田中 知 (東京大学)	9	11		1	
H10-034	電池活物質としてのアクチノイドの有効利用	塩川 佳伸 (東北大学)	5	11		2	
H10-041	光技術による原子炉計装系の研究	中沢 正治 (東京大学)	1	4		1	
H10-050	原子炉基礎研究のための球状収束イオンビーム核融合中性子源に関する研究	吉川 潔 (京都大学)	6	5		1	
H11-003	鉄の酸化還元・元素濃集機能による能動的廃棄物処分及び環境保全システムに関する基礎的研究	大橋 弘志 (北海道大学)	3	16	1	1	
H11-002	指定分野1：小型軽量化を極限まで追求した超安全・超小型原子炉の研究	神戸 満 (電中研)	6	13		1	
H11-004	指定分野2：水を用いた外部冷却による超高限界熱流速の研究 「超高熱流速冷却の実現と限界熱流速の予測制度の改善」	門出 政則 (佐賀大学)	2	4		1	
H11-023	結晶粒界構造制御による原子炉配管材料の粒界鋭敏化抑制効果	粉川 博之 (東北大学)	12	21		1	

H11 -034	陽電子親和力による量子ドット内閉じ込めを利用した原子炉圧力容器鋼及びそのモデル合金(Fe-Cu)中微小銅析出物の形成過程と構造解明	長谷川雅幸 (東北大学)	11	27		1	
H11 -037	指定分野2:先駆的超光熱除熱技術の開発と限界の実験的解明 「高速旋回流・多孔質内沸騰二相流・ミスト衝突噴流の三方向からの挑戦」	戸田 三朗 (東北大学)	1	7		1	
H12 -007	高感度 γ 線検出のための機能性色素の開発	時田澄男 (埼玉大学)	38	45	3	1	8
H12 -012	指定分野2:加圧注入系を模擬した体系に生じるカオスの研究 (受動的安全炉の特性解析)	班目春樹 (東京大学)	4	21		1	
H12 -031	加速器駆動未臨界炉に関する実験的基礎研究	代谷 誠治 (京都大学)	9	10		1	3
H12 -035	共鳴レーザーアブレーションを用いた超高感度中性子ドシメトリー手法に関する基礎研究	井口哲夫 (名古屋大学)	4	9		1	
H13 -002	指定分野2:CANDLE 燃焼方式の種々の原子炉への適応に関する研究	関本博 (東京工業大学)	4	28	2	1	
H13 -011	指定分野1:Frischグリッド付きアパランシェダイオードを用いた低被爆量CT開発の基礎研究	今西 信嗣 (京都大学)	2	12	2	1	
H13 -013	指定分野1:レーザー誘起蛍光法による空間・時間高分解能電界計測用高効率励起ヘリウム原子線生成に関する研究	吉川 潔 (京都大学)	2	12		1	
H13 -015	酸化カリウムをドーブしたアルミノケイ酸固体電解質上での水蒸気の不均化分解	長瀬 賢三 (東北大学)	1	3	4	1	
合 計			131	310	12	29	11

5.3 制度運用の問題点及び課題

(1) 制度運用の問題点

本制度では通常 3 年間の研究開発計画を想定しているが、新規課題の評価、採択から初年度の研究開発実施の契約し、以後年次評価を経て次年度研究開発計画の実施契約を終了まで繰り返し、単年度毎に委託研究契約を締結する方式を取っている。公募型研究制度を運営する原研側としては、上記のように課題選定のための評価、継続の可否を判定する年次評価等を経て契約を締結するプロセスが必要不可欠である。実際、外部委員による専門部会、研究評価委員会による新規課題及び継続課題の評価、経営判断、契約手続き等に要する時間は、数ヶ月から半年以上にも及ぶことがあり、その分、研究開発に掛かる時間が短くなってしまうと云う現実がある。これは研究開発を実施する側にとっては、大きな問題であり、本制度の開始当初から改善努力の要望が出された事項であった。原研は、この問題を改善すべく、委託契約の迅速化に務めたが、大学側で教授会に諮る必要性等があり、契約締結に遅延が生ずるケースが避けられなかった。今後、本制度と同様の委託研究を行う場合には、大学側の契約手続きの簡素化も必要と考えられる。

(2) 指定分野の設定

原子力基礎研究では平成 11 年度から指定分野を設定した公募を開始しており、年度毎に以下のような設定となっている。

- ・平成 11 年度
 - 指定分野 1 「小型軽量化を極限まで追及した超安全・超小型原子炉の研究」
 - 指定分野 2 「超高熱流束除去限界への挑戦と限界熱流束予測手法の開発」
- ・平成 12 年度
 - 指定分野 1 「放射線の効果を利用した画期的材料の研究」
 - 指定分野 2 「原子力特有のカオス現象に関する研究」
- ・平成 13 年度
 - 指定分野 1 「先進的観察・計測技術に関する研究」
 - 指定分野 2 「革新的原子炉に関する基礎的研究」

これら指定分野の設定プロセスは、原研内の各研究組織に指定分野の提案募集を掛け、集まった提案の中から適当な分野を選択し、時々々の経営方針を反映させて決定したものである。上記 5.1 に述べたように指定分野への応募が年々増加したことは、指定分野の設定が成功したとも言える。しかしながら、研究評価委員会からは、「逆風に置かれている原子力の状況に照らして、もう少し直面する問題解決型の設定をすべきである。」との趣旨のコメントが出されてもいた。すなわち、原研の内外で問題意識に温度差があるため、指定分野の設定についても外部の意見、情勢の十分な見極めが必要となる。一方で、原研

は本来資金配分機関ではなく、自前の研究開発に必要なことを実施することこそが重要である。このように指定分野の設定については、多様な意見、議論があった。

6. おわりに

平成 10 年度から開始され平成 15 年度で終了した公募型研究制度「原子力基礎研究」に投入された研究開発費の総額は 9.6 億円に上り、かなりの大型予算規模の公募型研究であったと言える。これは原子力基礎研究の振興、人材育成、大学支援等の国の大きな政策・施策実施の一翼を本制度が担ってきたことでもある。省庁再編、特殊法人改革が進む中で、原研のこのような役割は一応の終止符となったが、本制度によるアウトプットである成果も相当量出されており、今後の社会・経済的な評価を得て有意義なアウトカムになって行くことが期待される場所である。

原研は平成 17 年 10 月 1 日から核燃料サイクル開発機構と統合して、新たに独立行政法人日本原子力研究開発機構となり、国内唯一最大の総合的原子力研究開発機関として再出発する準備が進められている。新たな機関にとっても原子力の基礎基盤に関する研究開発の進展、振興、技術継承及び人材育成は、最も重要な事業の柱の一つであり、公募型研究「原子力基礎研究」制度の実施を通じて培ってきた知識、経験、改善努力、工夫等が必ず活かされるものと思う。

平成12年度 「原子力基礎研究」の公募についての御案内

平成11年12月22日

日本原子力研究所 企画室 研究協力推進室

1. 本制度の趣旨

原子力は科学の基幹をなす学問・技術体系より構成されており、多様な展開と多くの可能性を有しております。原子力のより高い信頼性、安全性及び経済性を実現し、原子力開発における種々の可能性を追求するためには、基礎研究をさらに推進し、技術のブレークスルーを目指すことが重要であります。

日本原子力研究所（以下「原研」と呼びます。）では、原子力分野の基礎研究の重要性に鑑み、原子力関連研究の一層の活性化と人材の育成を図るため、平成10年度より、新たに原子力基礎研究推進制度を開始しております。

2. 本制度の概要

大学等*から広く研究課題を公募し、原研の「研究評価委員会」の下で課題を選考し、その研究を推進します。

*国立研究所、公設試験研究機関、特殊法人（原研を除く）、公益法人、民間研究機関を含む。

(1) 対象研究課題

対象研究課題は原子力関連基礎研究分野（原子力工学、並びに、原子力開発を支える機械工学、材料・物質科学、応用化学、物理及び化学等）において大学等から提案された課題とします。御参考のため、平成10年度及び平成11年度に採択された研究課題を別紙1及び別紙2に示します。

なお、平成12年度の「原子力基礎研究」には、下記の原研指定分野の研究課題も併せて募集しておりますので、奮って御応募下さい。

- 放射線の効果を利用した画期的材料の研究（別紙3参照）
- 原子力特有のカオス現象に関する研究（別紙3参照）

(2) 研究期間

最大限3事業年度。ただし、年度毎の評価に基づき、1事業年度毎に更新することと致します。

(3) 研究予算

1課題当たり年間1,000～3,000万円程度とします。予算額は、研究評価による課題採択後、研究課題の内容等により決定します。なお、初年度は研究装置の整備等研究の立ち上げに重点を置き、最終年度は研究のとりまとめを考慮する等、適正な予算計画の立案に御配慮下さい。

(4) 採択件数

平成12年度は、予算の関係から4課題程度を新規に採択する予定です。

(5) 研究実施場所

研究実施場所は、主として応募者の所属機関としますが、原研の施設利用も可能です。但し、それぞれの利用に際しては、原研の受入制度に従って頂きます。

(6) 成果の報告及び評価

選定された研究課題についての進捗状況、成果等を毎年度及び全体研究期間終了時に所定の様式による研究成果報告書等で報告して頂きます。また、1事業年度毎及び全体研究期間（最大3事業年度）終了時に原研の「研究評価委員会」の下で評価を受けて頂きます。1事業年度毎の評価によっては、全体研究期間の途中であっても研究課題の継続を認めない場合があります。

(7) 契約方法

主として委託研究契約方式とします。

3. 応募資格

国内の大学等に所属する教授及び助教授又は同等の研究経歴をもつ方を研究代表者として応募して頂きます。研究代表者は提案研究期間全体を通じて研究チームの責任者として研究全体に責務を負って頂ける研究者とします。（原則として、提案研究期間全体を通じて申請時と同一の機関に在籍し、研究に力を注ぐことができることが前提になります。）

研究代表者は国内の単独又は複数の大学等の研究者からなる研究チームを構成することができます。また、研究チームの構成員には、国内の大学等の研究機関に所属する研究者であり、応募して頂いた研究内容を適切に実施する能力を有することが求められます。

4. 研究成果の取り扱い

(1) 研究成果の帰属

研究を実施することにより特許権等の知的所有権が発生した場合、原則として、原研が定める契約条項等に従うこととします。

(2) 研究成果の発表

本制度で実施した研究の成果等は原研が開催する成果報告会に発表して頂きます。原研は、これらの研究成果をとりまとめて公表します。

本制度で得られた成果は関連学会及び学術雑誌等に発表することにより積極的な公開・普及に努めて頂きます。なお、その場合、本制度で実施したことを明示して頂きます。

5. 選考方法

選考は、原研の「研究評価委員会（原子力基礎研究専門部会）」の下で審査を実施します。選考に当たっては、原子力関連科学技術へのインパクト、研究の独創性・新規性、研究計画の妥当性、研究実施体制等といった観点から審査します。具体的には、提出して頂いた応募書類を、1次審査で10件程度に選別した後、研究代表者から課題についての説明を求める2次審査で最終選考を行いません。

6. 応募方法

(1) 応募期間等

課題に応募される方は、下記の提出書類（正本1部、コピー1部）を

日本原子力研究所、企画室研究協力推進室

あてに簡易書留又は宅配便にて御送り下さい。

（東海村は、速達配達地区ではありませんので御注意して下さい。）

応募〆切は、平成12年 2月8日（火） 必着とします。

ワープロソフトとしては、「MS-Word (v. 6～8)」

にて作成した提案書のファイルを収納したフロッピーディスクも送付して下さい
ようお願い致します。

(2) 提出書類

以下の書類を提出して下さい。様式は、原研のホームページ（8. URL 参照）か
らダウンロードし、必要に応じてコメント及び説明文を様式から削除した後、御
使用下さい。

- (a) 平成12年度原子力基礎研究制度研究課題提案書（様式1）
- (b) 応募研究課題の要旨（様式2）
- (c) 応募研究課題の内容（様式3）
- (d) 主な研究者の経歴及び実績（様式4）
- (e) 平成12～14年度研究予算表（様式5）
- (f) 英文要旨：1頁（様式6）
- (g) 提出書類チェックシート

* 提出の際には、上記 (a)～(f) 書類（正本1部、コピー1部）の他、提出書類チ
ェックシート(g)（1部）を提出して下さい。

7. その他

(1) 本制度の研究費を用いて得られた研究成果を論文、講演等の形式で発表する際
又は、その研究内容について新聞や雑誌の記者から取材を受ける際には、原研
の所定の手続きに従って頂きます。

(2) 提出して頂いた書類は審査以外の目的には使用せず、応募内容についての秘密は
厳守致します。なお、提出書類等は返却致しませんので御了承下さい。また、応
募後の提出書類の修正は御遠慮下さい。

8. 問い合わせ先及び応募書類の送付先

本制度に関する問い合わせ先及び応募書類の送付先は次のとおりです。

〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2-4

日本原子力研究所

企画室研究協力推進室 担当：堀口、前川

電話：029-282-6934 /6015

FAX：029-282-6365

E-mail：horigu@jrr3fep2.tokai.jaeri.go.jp

maekawa@fnshp.tokai.jaeri.go.jp

URL：http://www.jaeri.go.jp/

（「研究協力と技術移転 → 新着情報」欄を御覧下さい）

(別紙 1)

平成 11 年度 原子力基礎研究課題 (平成 11 年度採択分)

研究課題	研究代表者	所属
指定分野 1 : 小型軽量化を極限まで追及した超安全・超小型原子炉の研究	カンベ ミツル 神戸 満	(財)電力中央研究所
鉄の酸化還元・元素濃集機能による能動的廃棄物処分および環境保全システムに関する基礎的研究	オオハシ ヒロシ 大橋 弘士	北海道大学大学院 工学研究科
指定分野 2 : 水を用いた外部冷却による超高限界熱流速の研究 副題「超高熱流速冷却の実現と限界熱流速の予測精度の改善」	モンテ マサノリ 門出 政則	佐賀大学 理工学部
結晶粒界構造制御による原子炉配管材料の粒界鋭敏化抑制効果	コカリ ヒロユキ 粉川 博之	東北大学大学院 工学研究科
陽電子親和力による量子ドット内閉じこめを利用した原子炉圧力容器鋼およびそのモデル合金 (Fe-Cu) 中の超微小銅析出物の形成過程と構造解明	ハセガワ マサユキ 長谷川 雅幸	東北大学 金属材料研究所
指定分野 2 : 先駆的超高熱除熱技術の開発と限界の実験的解明 ～高速旋回流・多孔質内沸騰二相流・ミスト衝突噴流の三方向からの挑戦～	トダ サブロー 戸田 三朗	東北大学大学院 工学研究科

(別紙 2)

平成11年度 原子力基礎研究課題 (平成10年度からの継続分)

研究課題	研究代表者	所属
原子炉環境水化学因子による応力腐食割れ抑制機構の研究	シバタ トシオ 柴田 俊夫	大阪大学大学院 工学研究科 マテリアル応用工学専攻
レーザーとプラズマによる陽子加速の基礎研究	オガタ アツシ 小方 厚	広島大学大学院 先端物質科学研究科
中性子照射により生成する鉛・ビスマス合金中のポロニウムの挙動に関する研究	セキモト ヒロシ 関本 博	東京工業大学 原子炉工学研究所
シビアアクシデントの伝熱流動現象における素過程に関する研究	ナリアイ ヒデキ 成合 英樹	筑波大学 構造工学系
原子力固液界面プロジェクト：不均質場吸着理論の体系化と放射性廃棄物処分への適用	タナカ サトル 田中 知	東京大学大学院 工学系研究科
電池活物質としてのアクチナイドの有効活用	シオカリ ヨシノブ 塩川 佳伸	東北大学 金属材料研究所
光技術による原子炉計装系の研究	ナカザワ マサハル 中沢 正治	東京大学 工学系研究科
原子力基礎研究のための球状収束イオンビーム核融合中性子源に関する研究	ヨシカリ キヨシ 吉川 潔	京都大学 エネルギー理工学研究所

原子力基礎研究の「原研指定分野」について

指定分野1：放射線の効果を利用した画期的材料の研究

放射線が物質に与える作用としては、1) 電子励起、2) 核反応による異核種の生成と放射線の発生、3) 原子のはじき出し等である。これらの物質に与える放射線の効果は、高分子における放射線重合やグラフト重合等を利用して材料開発を進めている高分子等の分野や原子炉照射による核変換を利用したシリコン半導体材料製造などは別として、どちらかと言うと、いわゆる「照射損傷」と言われるネガティブな効果が強調されてきた。

ここでは、放射線が物質に与える効果をポジティブな効果ととらえ、これまでにない画期的な機能特性や機械的特性等を有する材料を創製すると言った観点での研究を募集する。以下に、放射線効果のポジティブな利用の考え方の例を示す。

- (1) 放射性同位元素からの β 線などの放射線に起因する電子励起、崩壊熱及びはじき出し等により優れた機能を発揮する画期的な材料
- (2) 中性子環境などで発生、蓄積する特定の核変換生成物や照射欠陥により、いわゆる照射特性劣化をもたらす損傷組織発達を抑制し、極めて厳しい放射線環境において、長期にわたり特性劣化を生じないまたは特性劣化が少ない画期的耐照射性材料

上記例にとらわれることなく、自由な発想による実験的手段または計算シミュレーションを用いる「放射線の効果を利用した画期的材料の研究」の提案を募集する。

指定分野2：原子力特有のカオス現象に関する研究

1980年頃に端を発したカオスに関する研究は、「極めて複雑で予測不可能な運動が、簡単な運動法則から決定論的に出現すること」を明らかにし、我々の自然観を一新してきた。現在では、狭い意味での物理系に限らず、乱流、大気循環、化学反応、制御系や電子回路に発生する非線形振動、地震、脳の記憶認識、心臓の鼓動や生物進化に至るまで、複雑系としての様々な自然現象を力学系の立場から理解しようとする試み

がなされている。また、カオス制御などのようにカオス現象の工学的な応用についても研究がなされている。

本研究では、原子力分野特有のカオス現象について、カオス現象の発見と同定、新シミュレーション手法の開発、ないし工学的応用に関する研究を実施することにより、カオス現象に関する従来の知見を超える深い理解を得ること、及びその応用についても画期的な知見を得ることを目指す。

(1) カオス現象の発見と同定に関する研究

原子力分野特有の複雑な現象について、従来知られていない新しいタイプのカオス現象であることを実験及び解析により同定する。または、カオス現象を通じて、従来見逃されていた現象のメカニズムを実験及び解析により明らかにする。あるいは、原子力に関する実験データを用いて、従来知られていない新しいタイプのカオス現象と関連性があることを解析により明らかにする。

(2) カオス現象の新シミュレーション手法の開発

原子力分野特有のカオス現象をモデル化し、従来にない新しいシミュレーション手法を開発することにより、カオス現象における力学的構造と統計特性の関連などのメカニズムを明らかにする。

(3) カオス現象の工学的応用に関する研究

原子力分野特有の複雑な非線形システムのカオス制御、発生したカオス現象の有効利用法の開発など、カオス現象の従来にない工学的応用に関する研究を実施するとともに、その有効性を明らかにする。

平成13年度 「原子力基礎研究」の公募についての御案内

平成12年12月25日

日本原子力研究所 企画室 研究協力推進室

1. 本制度の趣旨

原子力技術は、科学の基幹をなす学問及び技術体系より構成されており、多様な展開と多くの可能性を有しています。原子力のより高い信頼性、安全性及び経済性を実現し、原子力開発における種々の可能性を追求するためには、基礎研究をさらに推進し、技術のブレークスルーを目指すことが重要であります。

日本原子力研究所（以下「原研」と呼びます。）では、原子力分野の基礎研究の重要性に鑑み、原子力関連研究の一層の活性化と人材の育成を図るため、平成10年度より、新たに原子力基礎研究推進制度を開始しています。

2. 本制度の概要

国内の研究機関に所属する研究者等から広く研究課題を公募し、原研の「研究評価委員会」の下で課題を選考し、その研究を推進します。

(1) 対象研究課題

対象研究課題は、原子力関連基礎研究分野（原子力工学、並びに、原子力開発を支える機械工学、材料・物質科学、応用化学、物理及び化学等）とします。

平成13年度の「原子力基礎研究」では、下記の原研指定分野（別紙1参照）の研究課題も併せて募集しておりますので、奮って御応募下さい。なお、原研指定分野に応募する場合は分野を課題冒頭に明示して下さい（例：指定分野1）。

- ・指定分野1： 先進的観察・計測技術に関する研究
- ・指定分野2： 革新的原子炉に関する基礎的研究

御参考のため、平成10～12年度に採択された研究課題を別紙2～4に示します。

(2) 研究期間

最大限3事業年度とします。ただし、年度毎の評価に基づき、1事業年度毎の更新となります。

(3) 研究予算

1 課題当たり年間 最大 2,000 万円程度とします。研究費の計上に当たっては、既存の施設・設備を十分活用していただくことを前提とします。予算額は、研究評価による課題採択後、研究課題の内容等により、予算の範囲内で決定します。

なお、初年度は研究装置の整備等研究の立ち上げに重点を置き、最終年度は研究のとりまとめを考慮する等、適正な予算計画の立案に御配慮下さい。

(例：初年度 1,800 万円、2 年度 900 万円、3 年度 450 万円)

また、本予算の範囲内で、本研究の目的が達せられるよう充分配慮して下さい。

(4) 採択件数

平成 13 年度は、4 課題程度を新規に採択する予定です。

(5) 研究実施場所

研究実施場所は、主として応募者の所属機関としますが、原研の施設利用も可能です。但し、それぞれの施設利用に際しては、原研の受入制度に従っていただきます。

(6) 成果の報告及び評価

選定された研究課題についての進捗状況、成果等を毎年度及び全体研究期間終了時に所定の様式による研究成果報告書等で報告にまとめていただきます。また、1 事業年度毎及び全体研究期間（最大 3 事業年度）終了時に原研の「研究評価委員会」の下で評価を受けて頂きます。1 事業年度毎の評価によっては、全体研究期間の途中であっても研究課題の継続を認めない場合があります。

(7) 契約方法

主として原研からの委託研究契約とします。

3. 応募資格

国内の大学、国公立試験研究機関、特殊法人（原研を除く）、特別認可法人、公益法人、企業等に所属する研究者とします。ただし、特定の研究機関に所属していない、あるいは、海外に在住しているものの、採択された場合、国内の研究機関にて研究を実施する体制のとれる研究者も対象となります。研究代表者は提案研究期間全体を通じて研究チームの責任者として研究全体に責務を負っていただける研究者とします。（原則として、提案研究期間全体を通じて申請時と同一の機関に在籍し、研究に力を注ぐことができることが前提になります。）

研究代表者は、研究代表者と同一の研究機関に所属する研究者のみならず、外部の研究機関の研究者等が参加した研究チームを構成することができます。研究参加者については、選考にあたってその必要性等を十分に検討いたします。その結果、代表者は採択されたものの、研究参加者を研究チームに加えることができないこともあり得

ます。

4. 研究成果の取り扱い

(1) 研究成果の帰属

研究を実施することにより特許権等の知的所有権が発生した場合、原則として、原研が定める契約条項等に従うこととします。

(2) 研究成果の発表

本制度で実施した研究の成果等は原研が開催する成果報告会で発表していただきます。また、研究成果は関連学会及び学術雑誌等で積極的に公開・普及を図っていただきます。その場合、本制度で実施したことを明示していただきます。

なお、原研は、これらの研究成果を研究報告書類（JAERI-Tech等）として刊行し、主要な原子力機関に配布します。

5. 選考方法

選考は、原研の「研究評価委員会（原子力基礎研究専門部会）」の下で審査を実施します。選考の主な基準は下記の通りです。

- (1) 研究の目的・目標の妥当性
 - ・ 原子力関連技術へのインパクト
 - ・ 原子力研究の活性化への寄与
- (2) 研究手法の妥当性
- (3) 研究の独創性・新規性
- (4) 研究実施体制の妥当性
 - ・ 研究分担の明確化
 - ・ 若手研究者の参画
- (5) 研究計画の妥当性

なお、原研指定分野の場合は、その趣旨に沿っていることが研究計画の妥当性として評価されます。具体的には、提出していただいた応募書類を、1次審査で8件程度に選別した後、研究代表者の口頭説明及び質疑応答による2次審査で最終選考を行ないます。

6. 応募方法

(1) 応募期間等

課題に応募する研究者は、(2)の提出書類を、原則としてE-mail添付で下記へ送信下さい。

jimbou@popsvr.tokai.jaeri.go.jp

E-mail 添付が困難な場合は、応募書類及びそのファイルを収納したフロッピーディスクを簡易書留又は宅配便にて 8. の送付先へ御送り下さい。
(東海村は、速達配達地区ではありませんので御注意下さい。)

応募〆切は、平成13年2月6日(火) 必着とする。

ワープロソフトとしては、「MS-Word (v. 6～8、2000)」
を使用して下さい。

(2) 提出書類

以下の書類を提出して下さい。様式は、原研のホームページ(8. URL 参照)からダウンロードし、必要に応じてコメント及び説明文を様式から削除した後、御使用下さい。

- (a) 平成13年度原子力基礎研究制度研究課題提案書(様式1)
- (b) 応募研究課題の要旨(様式2)
- (c) 応募研究課題の内容(様式3)
- (d) 研究分担予定表(様式4)
- (e) 主な研究者の経歴及び実績(様式5)
- (f) 平成13～15年度研究予算表(様式6)
- (g) 英文要旨: 1頁(様式7)
- (h) 提出書類チェックシート

* 提出の際には、上記(a)～(f)書類の他、提出書類チェックシート(g)(1部)を提出して下さい。

7. その他

- (3) 本制度の研究費を用いて得られた研究成果を論文、講演等の形式で発表する際又は、その研究内容について新聞や雑誌の記者から取材を受ける際には、原研の所定の手続きに従っていただきます。
- (4) 提出していただいた書類は審査以外の目的には使用せず、応募内容についての秘密は厳守致します。なお、提出書類等は返却致しませんので御了承下さい。また、応募後の提出書類の修正は御遠慮下さい。
- (5) 本募集は政府予算成立を前提としています。

8. 問い合わせ先及び応募書類の送付先

本制度に関する問い合わせ先及び応募書類の送付先は次のとおりです。

〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2-4

日本原子力研究所
企画室研究協力推進室 担当：山田、神保

電話：029-282-6934 /6956
FAX：029-282-6365
E-mail：yamada@jrr3fep2.tokai.jaeri.go.jp
jinbou@popsvr.tokai.jaeri.go.jp
URL：http://www.jaeri.go.jp/
(「研究協力と技術移転 → 新着情報」欄を御覧下さい。)

平成13年度原研指定分野について

原子力開発は、物理、化学、工学をはじめとする広範な学問領域に立脚し、基礎研究から応用研究にわたって、高度な科学技術力の結集が求められている。原子力のより高い信頼性、安全性及び経済性を実現し、原子力開発における種々の可能性を追求するためには、基礎研究をさらに推進し、技術のブレークスルーを目指すことが極めて重要である。このため、原子力科学技術における研究開発を“見る”、“極める”、“創る”という視点で捉えて、物事を正しく認識し、極限まで追及し、新たなものを創造することにより、21世紀をリードする技術革新に結びつけることが今まさに期待されているところである。

このような認識に立ち、原研ではこれまで「原子力基礎研究」の指定分野を設定してきた。すなわち、平成11年度は、“極める”という視点で「小型軽量化を極限まで追求した超安全・超小型原子炉の研究」と「超高熱流束除熱限界への挑戦と限界熱流束予測手法の開発」を指定し、また、平成12年度は、“極める”という視点で「原子力特有のカオス現象に関する研究」を、“創る”という視点で「放射線の効果を利用した画期的材料の研究」を指定してきた。

これらに引き続き、平成13年度は、“見る”という視点で「先進的観察・計測技術に関する研究（指定分野1）」を、“極める”という視点で「革新的原子炉に関する研究（指定分野2）」を設定する。これら指定分野の研究の背景・意義、目標、範囲等を次に示す。それぞれの分野でのブレークスルーをもたらし、原子力のさらなる発展につながる研究課題の提案が数多く寄せられることを歓迎する。

指定分野 1 : 先進的観察・計測技術に関する研究

研究の背景・意義

自然科学の発展にとって、物や現象といった対象を観察し正しく認識することが原点である。多くの生き物の中で唯一人類のみが自らの五感以外の手段を用いて対象を観察し、その本質を探ろうとしてきた。それは虫メガネに始まり、望遠鏡、顕微鏡、X線、赤外線など、徐々に複雑で高度な手法を用いるようになってきている。

例えば原子力・放射線関連分野においても、様々な手段によって対象を見てきた。最近ではとりわけ、X線、レーザー、電子、中性子などの放射線・量子ビームを用いて、それらがもたらす電磁場や電流の誘導、物質による回折、干渉、共鳴吸収などの物理現象を利用した微細構造の観察・解析、状態分析（温度、圧力、密度、エネルギー等）が急速な発達を遂げている。観察対象も、物質の構造、流体の状態、環境物質の分布、生体細胞・蛋白質の動きなど多岐にわたり、科学技術の進歩に貢献している。

より優れた「見る道具」への要求は途絶えることが無く、その実現は科学技術の新しい進展、更なる飛躍のために不可欠である。

研究目標

本分野の研究目標は、物質構造や現象を正しく「見る」ための技術のブレークスルーをもたらすことにある。即ち、従来見ることができなかった対象を非破壊的に見るための手法の開発、従来使われなかった原理・手法による観察手法の開発など、革新的・画期的な観察手法の開拓と、それらによりこれまで得られなかった情報の入手を可能とすることである。例えば、レーザーを用いた局所的環境（温度、圧力、密度、線量率等）の同時遠隔測定、セラミック原子の励起現象を用いた新型線量率計、レーザー光を用いた量子ビームの強度測定、原子構造や化学結合状態の3次元原子分解能観察など、従来困難とされていた観察・測定を可能とするための技術開発（要素技術を含む）を行う。

研究対象、範囲

手法、対象等は、原子力の利用及び開発に寄与するものであり、下記の条件を満たすものであればとくに限定しない。

- ・「見る」ための新しい手法（ハード、ソフト何れも可）の提案とその有効性の実証
- ・従来手法の大幅な性能向上（例えば、精度、効率、分解能、ダイナミックレンジは10倍以上、測定時間、装置サイズ・重量、価格は10分の1以下等）
- ・従来技術の新しい用途の開拓とその実用性の検証

指定分野 2 : 革新的原子炉に関する基礎的研究

研究の背景・意義

21世紀には、エネルギーの安定確保と地球環境の保全による持続的発展が可能な国、国際競争力のある豊かな国、及び安心・安全な生活のできる国、を実現することが求められている。このため、新たな発想と科学技術の進展に基づき、高い経済性や安全性、熱利用等によるエネルギー供給の多様化、多くの国々への原子力エネルギー利用の普及などに適した革新的な原子炉が国内外で期待されている。

研究の目標

本研究は、原子力のもつ新たな可能性を引き出すため、将来の革新的原子炉（核分裂、核融合）やその要素技術について、従来の考えにとらわれることなく、新しい発想に基づく斬新な技術や発想を取り入れた夢のある概念を探求するとともに、技術的なブレークスルーを目指すものである。このため、試作、実験、シミュレーション等により基盤となる技術の実現を図る。

研究対象・範囲

以下の例を技術的な目標として、従来にない原理に基づく原子炉の概念やそのための要素技術としての可能性を追求する。

(1) 核分裂炉

- ・単純化等に基づく高い経済性の原子炉
- ・人の関与が少ない設計等に基づく安全性の高い原子炉
- ・熱供給や分散電源に対応可能な中小型炉
- ・中性子を照射して長寿命核種を短寿命核種に変換する原子炉
- ・放射性廃棄物の処理・処分の容易な原子炉

(2) 核融合炉

- ・14MeV 中性子負荷(100-200dpa)を軽減する先進的なコアプラズマと炉構造概念

(3) 要素技術

- ・熱やエネルギーの新変換利用技術
- ・圧力容器や格納容器の受動的冷却系
- ・高効率ガスタービン（正味 50%以上の熱効率）

留意事項

研究内容によっては広範囲な学問分野の知見が必要であり、複数の大学からなる連合的な協力研究の提案を歓迎する。

(別紙2)

平成12年度 原子力基礎研究課題 (平成12年度採択分)

研究課題	研究代表者 (所属)	所属
指定分野2： 均圧注入系を模擬した体系に生じるカオスの研究 (受動的安全炉の特性解析)	マダラメ ハルキ 班 目 春 樹	東京大学大学院 工学系研究科
高感度 γ 線検出のための機能性色素の開発	トキタ スミオ 時 田 澄 男	埼玉大学 工学部
加速器駆動未臨界炉に関する実験的基礎研究	シロヤ セイジ 代 谷 誠 治	京都大学 原子炉実験所
共鳴レーザーアブレーションを用いた超高感度中性子ドシメトリー手法に関する基礎研究	イグチ テツオ 井 口 哲 夫	名古屋大学大学院 工学研究科

(別紙 3)

平成12年度 原子力基礎研究課題 (平成11年度採択分)

研究課題	研究代表者	所属
指定分野1： 小型軽量化を極限まで追及した超安全・ 超小型原子炉の研究	カンベ ミツル 神戸 満	(財)電力中央研究所
鉄の酸化還元・元素濃集機能による能動的 廃棄物処分および環境保全システムに 関する基礎的研究	オオハシ ヒロシ 大橋 弘士	北海道大学大学院 工学研究科
指定分野2： 水を用いた外部冷却による超高限界熱流 速の研究 副題「超高熱流速冷却の実現と限界熱流 速の予測精度の改善」	モンテ マサノリ 門出 政則	佐賀大学 理工学部
結晶粒界構造制御による原子炉配管材料 の粒界鋭敏化抑制効果	コカリ ヒロユキ 粉川 博之	東北大学大学院 工学研究科
陽電子親和力による量子ドット内閉じこ めを利用した原子炉圧力容器鋼およびそ のモデル合金(Fe-Cu)中の超微小銅析出 物の形成過程と構造解明	ハセガワ マサユキ 長谷川 雅幸	東北大学 金属材料研究所
指定分野2： 先駆的超高熱除熱技術の開発と限界の実 験的解明 ～高速旋回流・多孔質内沸騰二相流・ミス ト衝突噴流の三方向からの挑戦～	トダ サブロー 戸田 三朗	東北大学大学院 工学研究科

平成12年度 原子力基礎研究課題 (平成10年度採択分)

研究課題	研究代表者	所属
原子炉環境水化学因子による応力腐食割れ抑制機構の研究	シバタ トシオ 柴田 俊夫	大阪大学大学院 工学研究科 マテリアル応用工学専攻
レーザーとプラズマによる陽子加速の基礎研究	オガタ アツシ 小方 厚	広島大学大学院 先端物質科学研究科
中性子照射により生成する鉛・ビスマス合金中のポロニウムの挙動に関する研究	セキモト ヒロシ 関本 博	東京工業大学 原子炉工学研究所
シビアアクシデントの伝熱流動現象における素過程に関する研究	ナリアイ ヒデキ 成合 英樹	筑波大学 構造工学系
原子力固液界面プロジェクト:不均質場吸着理論の体系化と放射性廃棄物処分への適用	タナカ サトル 田中 知	東京大学大学院 工学系研究科
電池活物質としてのアクチナイドの有効活用	シオカリ ヨシノブ 塩川 佳伸	東北大学 金属材料研究所
光技術による原子炉計装系の研究	ナカザワ マサハル 中沢 正治	東京大学 工学系研究科
原子力基礎研究のための球状収束イオンビーム核融合中性子源に関する研究	ヨシカリ キヨシ 吉川 潔	京都大学 エネルギー理工学研究所

原子力基礎研究専門部会の構成

平成10年度

部会長	伊達 宗行	日本原子力研究所先端基礎研究センター長
委員	宮 健三	東京大学大学院工学系研究科教授
専門委員	朝岡 卓見	東海大学工学部教授
	三宅 千枝	大阪大学名誉教授、大阪工業大学情報科学部教授
	若林 泰夫	東京電力原子力研究所所長
	森 貴正	日本原子力研究所エネルギーシステム研究部 炉特性研究室主任研究員
	湊 和生	日本原子力研究所物質科学研究部 TRU 燃料研究室主任研究員

平成11年度

部会長	伊達 宗行	大阪大学名誉教授
委員	宮 健三	東京大学大学院工学系研究科教授
専門委員	朝岡 卓見	東海大学工学部教授
	阿部 勝憲	東北大学大学院工学研究科教授
	小林 直人	工業技術院 電子技術総合研究所量子放射部長
	辻 利秀	北陸先端科学技術大学院大学教授
	藤田 薫顯	京都大学原子炉実験所教授
	三宅 千枝	大阪工業大学情報科学部教授
	若林 泰夫	東京電力(株)原子力研究所所長
	森 貴正	日本原子力研究所エネルギーシステム研究部 主任研究員
	湊 和生	日本原子力研究所物質科学研究部主任研究員

平成12年度

部会長	朝岡 卓見	東海大学工学部教授
評価委員	岡田 雅年	金属材料技術研究所所長
専門委員	井上 晃	岐阜大学工学部機械システム工学科教授
	上田 博章	(株)東芝 電力・産業システム技術開発センター 化学システム開発部部長
	小林 直人	工業技術院電子技術総合研究所量子放射部部長
	竹田 練三	(株)日立製作所 電力・電機グループ 技師長

辻 利秀 北陸先端科学技術大学院大学材料科学研究所教授
 土江 保男 日本原子力発電（株）研究開発室主席研究員
 藤田 薫顯 京都大学原子炉実験所原子炉安全管理研究部門教授
 牧原 義明 三菱重工業（株）原子力事業本部原子力技術センター
 軽水炉プラント技術部研究開発担当部長
 三宅 千枝 大阪工業大学情報科学部教授
 南波 秀樹 原研高崎研究所材料開発部次長
 二宮 博正 原研那珂研究所炉心プラズマ研究部次長
 湊 和生 原研東海研究所物質科学研究部
 アクチノイド科学研究グループ主任研究員

平成 13 年度

部会長：朝岡 卓見 東海大学工学部教授
 評価委員：岸 輝雄 独立行政法人物質・材料研究機構理事長
 専門委員：井上 晃 東京工業大学名誉教授
 豊原 尚実 （株）東芝 電力システム社 電力・産業システム
 技術開発センター化学システム開発部長
 小林 直人 独立行政法人産業技術総合研究所光技術研究部門長
 竹田 練三 （株）日立製作所電力・電機グループ技師長
 辻 利秀 北陸先端科学大学院大学教授
 土江 保男 日本原子力発電（株）研究開発室主席研究員・部長
 藤田 薫顯 京都大学原子炉実験所中性子科学研究部門教授
 牧原 義明 三菱重工業（株）原子力事業本部
 原子力技術センター原子力技術部研究開発担当部長
 三宅 千枝 大阪工業大学情報科学部教授
 南波 秀樹 日本原子力研究所高崎研究所材料開発部次長
 二宮 博正 日本原子力研究所那珂研究所
 炉心プラズマ研究部次長
 湊 和生 日本原子力研究所東海研究所物質科学研究部
 アクチノイド科学研究グループリーダー

平成 14 年度

部会長：井上 晃 東京工業大学名誉教授
 評価委員：岸 輝雄 物質・材料研究機構理事長（平成 14 年 3 月まで）
 齋藤 鐵哉 物質・材料研究機構理事（平成 14 年 4 月から）
 専門委員：小林 直人 産業技術総合研究所光技術研究部門長

澤村 晃子 北海道大学大学院工学研究科教授
 辻 利秀 北陸先端科学技術大学院大学材料科学研究科教授
 土江 保男 日本原子力発電（株）研究開発室主席研究員
 （新型炉）・部長
 牧原 義明 エンジニアリング開発（株）技術部部長
 山中 伸介 大阪大学大学院工学系研究科教授
 南波 秀樹 日本原子力研究所高崎研究所材料開発部次長
 二宮 博正 日本原子力研究所那珂研究所
 炉心プラズマ研究部次長

平成 15 年度

部会長：井上 晃 東京工業大学名誉教授
 評価委員：齋藤 鐵哉 物質・材料研究機構監事
 専門委員：小林 直人 産業技術総合研究所理事
 澤田 隆 三菱重工業（株）原子炉安全技術部技監・主幹技師
 澤村 晃子 北海道大学大学院工学研究科教授
 辻 利秀 北陸先端科学技術大学院大学材料科学研究科教授
 土江 保男 日本原子力発電（株）研究開発室主席研究員
 （新型炉）
 山中 伸介 大阪大学大学院工学系研究科教授
 南波 秀樹 日本原子力研究所高崎研究所材料開発部長
 二宮 博正 日本原子力研究所那珂研究所
 炉心プラズマ研究部長

平成 16 年度

部会長：井上 晃 東京工業大学名誉教授
 評価委員：齋藤 鐵哉 物質・材料研究機構監事
 専門委員：小林 直人 産業技術総合研究所理事・評価部長
 澤田 隆 三菱重工業（株）原子力事業本部
 原子力技術センター原子炉安全技術部技監 主幹技師
 澤村 晃子 北海道大学大学院工学研究科教授
 辻 利秀 北陸先端科学技術大学院大学材料科学研究科教授
 土江 保男 日本原子力発電（株）研究開発室主席研究員
 山中 伸介 大阪大学大学院工学研究科教授
 南波 秀樹 日本原子力研究所高崎研究所材料開発部長
 二宮 博正 日本原子力研究所那珂研究所炉心プラズマ研究部長

This is a blank page.

国際単位系 (SI) と換算表

表1 SI基本単位および補助単位

量	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
物質質量	モル	mol
光度	カンデラ	cd
平面角	ラジアン	rad
立体角	ステラジアン	sr

表2 SIと併用される単位

名称	記号
分, 時, 日	min, h, d
度, 分, 秒	°, ', "
リットル	l, L
トン	t
電子ボルト	eV
原子質量単位	u

1 eV = 1.60218 × 10⁻¹⁹ J

1 u = 1.66054 × 10⁻²⁷ kg

表5 SI接頭語

倍数	接頭語	記号
10 ¹⁸	エクサ	E
10 ¹⁵	ペタ	P
10 ¹²	テラ	T
10 ⁹	ギガ	G
10 ⁶	メガ	M
10 ³	キロ	k
10 ²	ヘクタ	h
10 ¹	デカ	da
10 ⁻¹	デシ	d
10 ⁻²	センチ	c
10 ⁻³	ミリ	m
10 ⁻⁶	マイクロ	μ
10 ⁻⁹	ナノ	n
10 ⁻¹²	ピコ	p
10 ⁻¹⁵	フェムト	f
10 ⁻¹⁸	アト	a

表3 固有の名称をもつSI組立単位

量	名称	記号	他のSI単位による表現
周波数	ヘルツ	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
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	N·m
工率, 放射束	ワット	W	J/s
電気量, 電荷	クーロン	C	A·s
電位, 電圧, 起電力	ボルト	V	W/A
静電容量	ファラド	F	C/V
電気抵抗	オーム	Ω	V/A
コンダクタンス	ジーメン	S	A/V
磁束	ウェーバ	Wb	V·s
磁束密度	テスラ	T	Wb/m ²
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A
セルシウス温度	セルシウス度	°C	
光束度	ルーメン	lm	cd·sr
照射能	ルクス	lx	lm/m ²
放射線量	ベクレル	Bq	s ⁻¹
吸収線量	グレイ	Gy	J/kg
線量等量	シーベルト	Sv	J/kg

表4 SIと共に暫定的に維持される単位

名称	記号
オンゲストローム	Å
バーン	b
バル	bar
ガリ	Gal
キュリー	Ci
レントゲン	R
ラド	rad
レム	rem

1 Å = 0.1 nm = 10⁻¹⁰ m

1 b = 100 fm = 10⁻²⁸ m²

1 bar = 0.1 MPa = 10⁵ Pa

1 Gal = 1 cm/s² = 10⁻² m/s²

1 Ci = 3.7 × 10¹⁰ Bq

1 R = 2.58 × 10⁻⁴ C/kg

1 rad = 1 cGy = 10⁻² Gy

1 rem = 1 cSv = 10⁻² Sv

(注)

- 表1-5は「国際単位系」第5版, 国際度量衡局1985年刊行による。ただし, 1 eVおよび1 uの値はCODATAの1986年推奨値によった。
- 表4には海里, ノット, アール, ヘクタールも含まれているが日常の単位なのでここでは省略した。
- barは, JISでは流体の圧力を表わす場合に限り表2のカテゴリーに分類されている。
- EC閣僚理事会指令ではbar, barnおよび「血圧の単位」mmHgを表2のカテゴリーに入れている。

換算表

力	N (=10 ⁵ dyn)	kgf	lbf
	1	0.101972	0.224809
	9.80665	1	2.20462
	4.44822	0.453592	1

粘度 1 Pa·s (N·s/m²) = 10 P (ポアズ) (g/(cm·s))

動粘度 1 m²/s = 10⁴ St (ストークス) (cm²/s)

圧	MPa (=10 bar)	kgf/cm ²	atm	mmHg (Torr)	lbf/in ² (psi)
力	1	10.1972	9.86923	7.50062 × 10 ³	145.038
	0.0980665	1	0.967841	735.559	14.2233
	0.101325	1.03323	1	760	14.6959
	1.33322 × 10 ⁻⁴	1.35951 × 10 ⁻³	1.31579 × 10 ⁻³	1	1.93368 × 10 ⁻²
	6.89476 × 10 ⁻³	7.03070 × 10 ⁻²	6.80460 × 10 ⁻²	51.7149	1

エネルギー・仕事・熱量	J (=10 ⁷ erg)	kgf·m	kW·h	cal (計量法)	Btu	ft·lbf	eV
	1	0.101972	2.77778 × 10 ⁻⁷	0.238889	9.47813 × 10 ⁻⁴	0.737562	6.24150 × 10 ¹⁸
	9.80665	1	2.72407 × 10 ⁻⁶	2.34270	9.29487 × 10 ⁻³	7.23301	6.12082 × 10 ¹⁹
	3.6 × 10 ⁶	3.67098 × 10 ⁵	1	8.59999 × 10 ⁵	3412.13	2.65522 × 10 ⁶	2.24694 × 10 ²⁵
	4.18605	0.426858	1.16279 × 10 ⁻⁶	1	3.96759 × 10 ⁻³	3.08747	2.61272 × 10 ¹⁹
	1055.06	107.586	2.93072 × 10 ⁻⁴	252.042	1	778.172	6.58515 × 10 ²¹
	1.35582	0.138255	3.76616 × 10 ⁻⁷	0.323890	1.28506 × 10 ⁻³	1	8.46233 × 10 ¹⁸
	1.60218 × 10 ¹⁹	1.63377 × 10 ⁻¹⁰	4.45050 × 10 ⁻²⁶	3.82743 × 10 ⁻²⁰	1.51857 × 10 ⁻²²	1.18171 × 10 ⁻¹⁹	1

1 cal = 4.18605 J (計量法)
 = 4.184 J (熱化学)
 = 4.1855 J (15°C)
 = 4.1868 J (国際蒸気表)
 仕事率 1 Ps (仏馬力)
 = 75 kgf·m/s
 = 735.499 W

放射能	Bq	Ci
	1	2.70270 × 10 ⁻¹¹
	3.7 × 10 ¹⁰	1

吸収線量	Gy	rad
	1	100
	0.01	1

照射線量	C/kg	R
	1	3876
	2.58 × 10 ⁻⁴	1

線量当量	Sv	rem
	1	100
	0.01	1

公募型研究（原子力基礎研究） 総括報告書（平成10年度～平成15年度）