

JAERI-Review
2000-011



JP0050683



環境科学・保健物理専門部会評価結果報告書

2000年7月

研究評価委員会

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, 2000

編集兼発行 日本原子力研究所

環境科学・保健物理専門部会評価結果報告書

日本原子力研究所
研究評価委員会

(2000年7月4日受理)

研究評価委員会は、「日本原子力研究所における研究開発評価の基本指針」及び「研究所評価委員会及び研究評価委員会規程」に基づき、環境科学・保健物理専門部会を設置し、環境科学研究部及び保健物理部並びにその関連部の研究開発課題について、平成12年度からの5年間の計画の事前評価を実施した。同専門部会は9名の専門家で構成された。

環境科学・保健物理専門部会は平成11年8月30日に開催された。評価は、事前に提出された評価用資料及び専門部会における被評価者の説明に基づき、研究評価委員会によって定められた評価項目、評価の視点、評価の基準に従って行われた。同専門部会が取りまとめた評価結果報告書は研究評価委員会に提出され、平成12年3月14日に審議された。評価委員会はこの評価結果を妥当と判断した。本報告書はその評価結果である。

Report of the Review Committee on Evaluation of the R&D Subjects
In the fields of Environmental Science and Health Physics

The Research Evaluation Committee

Japan Atomic Energy Research Institute
Uchisaiwai-cho, Chiyoda-ku, Tokyo-to

(Received July 4, 2000)

On the basis of the JAERI's Basic Guidelines for the Research Evaluation Methods, etc., the Ad Hoc Review Committee composed of nine experts was set up under the Research Evaluation Committee of the JAERI in order to review the R&D subjects to be implemented for five years starting in FY2000 in the Department of Environmental Science and Department of Health Physics. The Ad Hoc Review Committee meeting was held on August 30, 1999. According to the review methods including review items, points of review and review criteria, determined by the Research Evaluation Committee, the review was conducted based on the research plan documents submitted in advance and presentations by the Department Directors. The review report was submitted to the Research Evaluation Committee for further review and discussions in its meeting held on March 14, 2000. As a result, the Research Evaluation Committee acknowledged appropriateness of the review results. This report describes the review results.

Keywords: Research Evaluation, R&D Subjects Evaluation, Environmental Science, Health Physics

評価の経緯について

研究評価委員会事務局
(企画室 研究評価推進室)

研究評価委員会は、「日本原子力研究所における研究開発評価の基本指針」（平成 10 年 4 月 1 日策定）及び「研究所評価委員会及び研究評価委員会規程」（平成 10 年 4 月 1 日策定、平成 11 年 4 月改正）に基づき、環境科学研究部及び保健物理部並びに関連する各支分組織の研究開発課題について、平成 12 年度からの 5 年間の計画の事前評価を実施するため、「環境科学・保健物理専門部会」を平成 11 年 7 月 14 日に設置した。

環境科学・保健物理専門部会は 9 名の専門家で構成され、平成 11 年 8 月 30 日に開催された。評価は研究評価委員会によって定められた事前評価の方法に従って行われた。同専門部会は評価結果を取りまとめ、平成 11 年 12 月 21 日に合志部会長が「環境科学・保健物理専門部会評価結果報告書」を研究評価委員会委員長に提出した。研究評価委員会は平成 12 年 3 月 14 日に第 4 回研究評価委員会を開催し、同専門部会の合志部会長（代理で草間研究評価委員）から「環境科学・保健物理専門部会評価結果報告書」の説明を受け、審議を行った。審議の結果、本専門部会評価結果は妥当なもの判断し、同日、研究評価委員長は同報告書を日本原子力研究所理事長に答申した。

平成 11 年度研究評価委員会委員 (13 名)

- | | |
|-----------------|--|
| 西澤 潤一
(委員長) | 岩手県立大学長
(財)半導体研究振興会半導体研究所長
(半導体工学) |
| 秋山 守
(委員長代理) | (財)エネルギー総合工学研究所理事長
日本原子力学会会長
(原子炉熱設計、熱流体工学、安全工学、エネルギー変換) |
| 秋元 勇巳 | 三菱マテリアル(株)取締役社長
(物理化学、核化学) |
| 石樽 顕吉 | 東京大学大学院工学系研究科教授
(原子炉化学、放射線化学) |
| 井上 信 | 京都大学原子炉実験所長
(加速器科学、原子核物理学) |
| 岡田 雅年 | 金属材料技術研究所長
(金属材料・工学、金属科学、原子炉材料) |
| 菊田 惺志 | (財)高輝度光科学研究センター理事、放射光研究所副所長
(X線光学、X線量子光学) |
| 草間 朋子 | 大分県立看護科学大学長
(放射線防護、胎児の放射線影響) |
| 友野 勝也 | 東京電力株式会社フェロー
(原子力発電) |
| 藤原 正巳 | 核融合科学研究所長
(プラズマ物理、核融合) |
| 宮 健三 | 東京大学大学院工学系研究科教授
(核融合工学、電磁現象工学) |
| 矢川 元基 | 東京大学大学院工学系研究科教授
(計算科学、原子力工学(構造設計)) |
| 山崎 敏光 | 日本学術振興会監事
(原子核物理学、素粒子ビーム科学) |

環境科学・保健物理専門部会
評価結果報告書

平成 11 年 12 月

日本原子力研究所
研究評価委員会
環境科学・保健物理専門部会

This is a blank page.

はじめに

我が国における原子力エネルギー利用は、今日、電力供給事業において総発電量の30%強を賄っている。さらに、CO₂削減のために今後一層重要性を増すと考えられる。こうした大量の原子力発電の実現は、核燃料サイクル事業の展開とともに、各地の発電所の近隣のみならず、広くは地球規模にも及ぶ範囲での自然、社会、人間の相互の共生のための問題を抱えている。更には、放射線利用においても量的にも質的にも新しい形態の研究開発・産業応用が推進されようとしている。

原研の環境科学研究は、平成11年度から新しい研究体制の下に、放射性物質の環境中での移行の解明、環境中の物質の高度な分析法の開発及び環境保全技術の開発を目指そうとしている。また、保健物理部もこれまでの放射線管理業務の印象が強い組織運営から、今日的な課題である低線量放射線リスクに的を絞った合理的な放射線防護の基準の確立のための基礎的基盤的研究に踏み出そうとしている。いずれも社会が原研に期待するところが大きい分野である。

平成10年度の研究評価委員会の研究評価では、次のような期待と提言が述べられている。①保健物理部門は、現場に根ざした研究で優れた成果を生み、インパクトのある実学をも育て、今後も保健物理研究の拠点として存在感を示すこと。②環境科学研究部門は、環境における放射線安全性をにらんだ科学的方法論の追求は当然としても、関連研究機関の先行研究もあることから、原研としての必要性、独自性を発揮すべきである。これら両部門は、再編により生まれた研究組織で新たな研究課題に取り組みを始めたところであり、組織、設備、資金の組み立てが問われていることでもある。

今回、当専門部会では両部門の5カ年の研究計画について、主要な研究開発課題の子細にわたる資料と責任者からの説明を受け、討議により多岐にわたる視点からの検討を行った。大方の評価を本評価報告書にまとめたつもりである。専門部会は両部門の専門家がそれぞれ半数となる構成であるため、相互に近い二つの分野の説明を受けて、よりグローバルな観点からの評価ができたのではないかと考えている。いずれにしても、当専門部会の評価結果が多かれ少なかれ、今後の原研の研究実施運営に生かされることになれば、専門部会委員一同の大きな喜びである。

本専門部会での活動は平成11年8月に開始したものであるが、評価結果の検討段階の9月30日にJCO燃料加工施設臨界事故が起こり、当専門部会の活動進捗も少なからず影響を被った。凶らずも、ことは原研の環境科学部門と保健物理部門の存在を社会に如実に示すことともなった。これからの研究開発活動においても、研究の実績を上げ、社会への貢献に大いに努力していただくことを期待したい。

以上に加え、当専門部会の討議を参考に、下記について付言する。

先ず、今後の環境科学研究部門のあり方に関連して、それが一般環境科学研究としての性格を持つことから、天然、人工を問わず環境の放射能を積極的に利用して地球環境科学の発展に貢献する面があって良い。また、研究としては国際的にも先行性、予見性が重要である。こうした視点に立てば、原子力の立場からの環境科学ではなく、

環境のための原子力として、原子力委員会の長期計画との整合性より先行性、予見性を重視して柔軟性をもたせる、というように、これまでの原研の役割を越える方向性の議論が近い将来に必要なのではないだろうか。

次に、一般論として、この研究評価の功罪について触れておきたい。現在の外部評価制度の実施は、被評価者側に先ず自身の評価を要求する。自身の評価に耐え得る立案、推進をせざるを得ない。このことは極めて有効であり、新しい問題点を掘り起こし、新しい着想をもたらす。こうした評価制度の故に得られる成果は大きなものがあり、担当者、推進者はこのことがまた大きな喜びとなる。その意味で6年後は大変楽しみである。しかし、一方ではまた、評価制度のやや一面的な強制の故に、担当者、推進者の時に応じた柔軟性を奪ってしまうようなことの無いようにしたい。研究運営において、直接的な担当者、研究者の自由な発想をできるだけ汲み上げるような余地も残すことを研究リーダーに期待したい。

平成 11 年 12 月 21 日
環境科学・保健物理専門部会
部会長 合志 陽一

総合所見

環境科学研究部及び関連部

環境科学研究部及び関連部は放射性物質にかかわる環境問題に特化した方向を目指し、新たに「環境科学」を志向して発足している。原子力の開発、利用の面からは勿論のこと、放射性物質が環境中での物質の移行過程や存在形態の最良のトレーサーであること、この面での原研のこれまでの実績などを考慮すると、この方向性は賢明な選択である。その結果として、一般環境科学の発展に大いに貢献することができる。

主要課題領域として、1) 放射性物質等の移行解明と予測に関する研究（環境研究グループ）、2) 環境関連物質の分析高度化の研究（分析科学研究グループ）、3) 環境保全・修復技術の開発（環境技術開発グループ）を掲げている。

先ず、全体目標に係わることとして、環境中の放射性核種、放射性物質の化学形は数限りなくあるので、線源に着目し、研究・検討対象とする核種などを選択しないと、限られた資源、人材で当初の目標を達成することも難しいし、原研の環境科学研究の特徴が失われてしまう恐れがあることを指摘したい。

5ヶ年計画では、「物質移行・循環挙動の解明と予測」においては、当面は予測研究に重点を絞り、大気・海洋・陸域の統合モデルの第1バージョンを作り上げる必要がある。この統合モデルの作成に当たって、対象とする現象、事象に応じた空間的及び時間的スケールの違いを考慮し、優先順位の設定が望ましい。更には、環境での物質動態を考える場合、線源—環境—人のネットワーク全体に着目し、生物系での濃縮や人間の環境利用についての検討も必要となるように思われる。また、関連する「地球シミュレータ」プロジェクトとの連携にもっと積極的に取り組むべきである。こうして、この数値環境モデルや関連するパラメータが実用される時期が一刻も早く来ることを期待する。

「環境関連物質の分析高度化の研究」においては、幾つかの新しい分析法を開発目標に挙げているが、これらは何れも分析科学研究として興味深く、重要であると理解できる。加えて、環境科学研究としての観点から、環境モニタリング、環境動態解明の研究にも積極的に取り組むべきである。何れも高度な目標であり、重点化、民間企業との共同研究などを考慮した研究スケジュールを設定することが望まれる。将来的には、観測・実験、データ解析のできる人材を育成する必要がある。なお、依頼分析とガラス工作については研究所としての基本方針を早期に決定すべきである。

「環境保全・修復技術の開発」における開発目標には、環境ガスモニタリング技術など興味深い技術が多く、成果を期待したい。一方で、環境モニタリングはモデルの検証の上でも重要なので、利用技術としての実用化を指向する観点を強化して欲しい。また、国の方針の下に進めるSG、CTBT分析技術開発もこの研究課題領域であるが、この位置づけは将来とも課題として残る。

以上、全体としての方向性は適切であるが、組織が過去の経緯によるためか、開発目標との対応が十分でないように見られる点は近いうちには是正されるべきである。

保健物理部及び関連部

我が国唯一の原子力開発、利用の総合的研究機関として、放射線リスクに関する研究、被ばく防護に関する研究、線量・放射線計測技術の開発等の研究部門と、放射線管理業務部門の役割は重大である。原研の保健物理部及び関連部として、日常の管理業務を中心に行う部門とは別に、4つの研究室を設けたことは高く評価される。これらの研究開発の方向性、目的・目標は概ね妥当である。特に、従来、我が国における保健物理分野は、ともすれば ICRP に基づく防護基準の解釈とその紹介作業にのみ専念しているきらいがあることを考慮すれば、当研究部門の研究成果が我が国および国際的な保健物理研究へ寄与することが期待される。

放射線リスク解明の研究は、物理的基礎過程から細胞レベル、さらには個体レベルにまでまたがる膨大な領域を含み、これは本来的に総合科学・巨大科学と捉えることができる。従って、本保健物理部の基本的考え方、設定された目的は多岐にわたるものを含んでいるが、有限の人的・物理的資源を考慮すれば、これらに優先順位をつけて絞り込む必要がある。

低線量放射線の影響は疫学研究では限界があり、DNA レベルでの損傷と修復機構の解明という遺伝子研究の手法が注目されてきていることから、困難も予見されるが計算科学的手法により行なおうとすることは、原研特有の研究ポテンシャルを活用することができよう。一方、“保健”的知見も依然として重視する必要がある。放医研や大学との連携を図るとしても、生物学、生理生化学的な研究と並行して保健的研究を実施できる研究組織を考えること、又、基礎的実験検証を行う体制を整備する必要もある。

被ばく防護に関する研究、線量・放射線計測技術の開発においては、高エネルギー放射線、特に、中性子科学研究計画における大強度陽子加速器の建設に係わる線量測定、評価法が重要課題として設定されている。これらを含む達成目標は、研究の現状及び社会的ニーズの観点から合理的である。放射線管理部門との連携を強く意識して進めることを望む。

放射線管理業務は、原子力開発研究にとって不可欠な業務であるが、先端的な研究成果と比べると地味であるがために注目されないばかりか、忘れられがちであるが、業務の成果を研究所全体が認めることが、研究所全体に対する信頼と安心の確保に不可欠であろう。この課題領域では、もう少し放射線管理研究的色彩を取り入れてもよいのではないかと思う。定型化が固定化すると進歩改善が見られなくなる恐れがあるから、実務に関して業務委託では必ずしも合理的な業務遂行にはならない。現在でも合理性、効果性・経済性、人間性を追求した放射線管理方式の統一的な研究は十分に なされていないと考えられる。要するに原研内での方式のみではなく、より積極的に より良い放射線管理方法を外部にも提言して行くことを期待する。

目次

はじめに

総合所見

1. 専門部会の設置	1
2. 評価方法	1
2.1 専門部会の構成	1
2.2 事前評価対象研究開発課題	1
2.3 専門部会開催	1
2.4 評価の具体的方法	2
3. 事前評価対象研究開発課題の評価結果	4
3.1 環境科学研究部及び関連部の研究開発課題	4
3.1.1 環境科学研究部及び関連部の研究計画の概要	4
3.1.2 評価結果	6
3.1.2.1 項目別評価	6
3.1.2.2 総合評価	12
3.2 保健物理部及び関連部の研究開発課題	15
3.2.1 保健物理部及び関連部の研究計画の概要	15
3.2.2 評価結果	17
3.2.2.1 項目別評価	17
3.2.2.2 総合評価	24

Contents

Introduction

Executive Summary

1 . Establishment of the Review Committee	-----	1
2 . Review Methods	-----	1
2.1 Constitution of the Review Committee	-----	1
2.2 Research and Development Subjects for Review	-----	1
2.3 Agenda of the Review Committee Meeting	-----	1
2.4 Points of Pre-review	-----	2
3 . Pre-reviews of R&D Subjects	-----	4
3.1 R&D Subjects in Environmental Science	-----	4
3.1.1 Overview of Planned R&D Subjects	-----	4
3.1.2 Review Results	-----	6
3.1.2.1 Items Review	-----	6
3.1.2.2 Overall Review	-----	12
3.2 R&D Subjects in Health Physics	-----	15
3.2.1 Overview of Planned R&D Subjects	-----	15
3.2.2 Review Results	-----	17
3.2.2.1 Items Review	-----	17
3.2.2.2 Overall Review	-----	24

1. 専門部会の設置

「日本原子力研究所における研究開発評価の基本指針」及び「研究所評価委員会及び研究評価委員会規程」に基づき、環境科学研究部及び保健物理部並びに関連する各支分組織の研究開発課題について、平成12年度からの5年間の計画の事前評価のため、平成11年7月14日、研究評価委員会の下に環境科学・保健物理専門部会が設置された。

2. 評価方法

2.1 専門部会の構成

部会長： 合志 陽一 国立環境研究所副所長
評価委員： 草間 朋子 大分県立看護科学大学長
専門委員： 稲葉 次郎 (財) 環境科学技術研究所特任相談役
植田 洋匡 京都大学防災研究所教授
柴田 徳思 高エネルギー加速器研究機構教授放射線科学センター長
竹内 清秀 (財) 日本気象協会相談役
角皆 静男 北海道大学大学院地球環境科学研究科教授
丹羽 太貫 京都大学放射線生物研究センター長
森 千鶴夫 愛知工業大学客員教授

2.2 事前評価対象研究開発課題

1) 東海研究所環境科学研究部及びむつ事業所施設部の対象研究開発課題

この研究開発は以下の3つの主要課題領域から成る。

- (1) 放射性物質等の移行解明と予測に関する研究 (主要課題領域1)
- (2a) 環境関連物質の分析高度化の研究 (主要課題領域2a)
- (2b*) 依頼分析とガラス工作 (主要課題領域2b)
- (3) 環境保全・修復技術の開発 (主要課題領域3)

(*業務テーマ)

2) 東海研究所保健物理部及び各支分組織の対象研究開発課題

この研究開発は以下の4つの主要課題領域から成る。

- (1) 放射線リスクに関する研究 (主要課題領域1)
- (2) 被ばく防護に関する研究 ((主要課題領域2)
- (3) 線量・放射線計測技術の開発 (主要課題領域3)
- (4*) 放射線管理業務 (主要課題領域4)

(*業務テーマ)

2.3 専門部会開催

- (1) 開催月日 : 平成11年8月30日(月) 13:30~17:40

(2)開催場所 : 原研本部 第1会議室

(3)議事次第 :

- 1) 部会長挨拶、事務局説明
- 2) 環境科学研究部及び関連部の研究開発課題について (発表及び質疑)
(説明者: 室村忠純環境科学研究部長)
- 3) 保健物理部及び関連部の研究開発課題について (発表及び質疑)
(説明者: 山本克宗保健物理部長)
- 4) 専門部会内の打合わせ

2. 4 評価の具体的方法

事前に提出される評価用資料及び専門部会における説明に基づき、下記の評価項目、評価の視点、評価の基準に従って、評価を実施する。

1) 項目別評価

(1) 評価項目及び評価の視点(「 」は評価の視点)

(a) 当該部の基本的考え方

(「研究開発課題の設定(方向性・目的・目標等)の妥当性」)

(b) 主要課題領域(主要課題領域毎に(i)～(e)を評価する。)

(i) 目的・意義

(ii) 研究展望及び達成目標(「5カ年の展望の中での具体的な達成目標の妥当性」)

(iii) 進め方(含むテーマ構成と各テーマの位置付け)

(「研究開発スケジュール・研究開発手法の妥当性」)

(iv) 予想される成果の波及効果(「波及効果の期待度」)

(c) 資源配分

(「①研究開発資金、人員の配分の妥当性、及び②主要課題領域、テーマに対する
予算・人員等の効率的配分の妥当性」)

(d) 原研他部門との協力・連携(「協力・連携の妥当性」)

(e) 外部機関との協力・連携(「協力・連携の妥当性」)

(f) 人材養成の施策(「施策の妥当性」、及び研究支援業務については「担当者の士気確保の施策の妥当性」を含む)

なお、研究支援業務の評価については、上記(b)において、下記の評価項目及び評価の視点を考慮する。

(i) 業務の方向性・目的・目標等(「これらの妥当性」)

(ii) 主要業務内容(「これらの適切性」)

(iii) 業務スケジュール(「その妥当性」)

(iv) 他部門及び他分野への予想される貢献及び波及効果(「貢献等の期待度」)

(2) 評価の基準

上記の1)項目別評価に対して、5段階評価（5：最高、3：普通、1：最低）を行う。

2) 総合評価（所感、問題点、提言等）

上記の項目別評価等を基にして、当該部に対する総合評価(所感、問題点、提言等)記す。

3. 事前評価対象研究開発課題の評価結果

3.1 環境科学研究部及び関連部の研究開発課題

3.1.1 環境科学研究部及び関連部の研究計画の概要

1) 目的

原子力利用等から生じる放射性物質を対象に、それらの環境中での移行・循環挙動の解明と数値シミュレーションによる予測法の開発、環境問題に関連する物質の高精確度分析法の開発を行う。また、原子力研究開発の成果を用い、環境中の放射性物質等のモニタリング技術開発及び環境保全・修復技術開発を進め、原子力利用から生じる環境問題の解決と科学技術の発展に資する。あわせて、保障措置 (SG) 及び包括的核実験禁止条約 (CTBT) 遵守・検証に係わる技術開発と利用を進め国際的な原子力エネルギー平和利用に資する。

2) 達成目標

原子力利用等から生じる放射性物質の、環境中での移行挙動の解明と予測、分析法、環境保全技術等の研究開発を行う。

移行挙動の解明と予測について、原子力利用による定常時及び異常時の放射性物質の放出に対し、環境中におけるその移行・循環挙動を解明し、移行モデル開発を行う。その成果を統合し環境中の物質移行を総合的に予測する「数値環境システム」を構築する。

分析法について、環境中の移行物質の極微量分析法及び化学形態分析法を開発する。環境保全技術等については、原子力研究開発等の成果を利用し環境のモニタリング技術、尾鉱、焼却灰等の安定化技術、排水の浄化技術等を開発する。また、SG と CTBT に関し、国の方針の下に国際的枠組みの中で協力する。

3) 進め方

体制：5 研究グループにより研究開発を進める。大気、陸域及び海洋環境の 3 研究グループは、各々の環境における放射性物質の移行挙動の解明と予測の研究を分担し、「数値環境システム」を構築する。海洋環境の研究については、研究勢力をむつ事業所に集中し研究の促進を図る。

分析科学研究グループは、大気、陸域、海洋環境研究グループと協力し、環境中の放射性物質の極微量、高精確度の新しい分析法の開発、化学形態分析法等の開発を担当する。

環境技術開発グループは、環境中の放出ガスのモニタリング技術、環境保全・修復技術の開発を分担する。また、SG と CTBT 遵守・検証に関する技術の開発は、国の方針に沿って積極的に進める。

人員と資源：海洋環境研究は歴史が浅く、研究者と資源の補充が必要である。環境技術開発は、兼務者により開発力の充実を図る。また、適宜、博士研究員、特別研究生等の制度を利用し、研究の進捗と人員の養成を図る。

4) 主要課題領域

(1) 主要課題領域1：放射性物質等の移行解明と予測の研究

これまでの主な成果：緊急時環境線量情報予測システム（SPEEDI）の開発・実用化と世界版 SPEEDI（WSPEEDI）の開発、フォールアウトやチェルノブイル事故における放射性物質の移行挙動の解明、放射性物質の安定化のナチュラルアナログ研究等の成果がある。
達成目標：大気、陸域及び海洋環境の3研究グループにより、それぞれの環境における放射性物質の移行・循環挙動の解明、数値シミュレーションによるその予測技術の開発を行う。また、その成果から、物質の移行・循環を総合した「数値環境システム」を構築する。

(2) 主要課題領域2：環境関連物質の分析高度化の研究

これまでの主な成果：アクチノイド及びその核種の系統的分析法の開発、放射化分析と即発ガンマ線分析法の開発と利用、ウラン等の電子微細構造の解明等の成果がある。
達成目標：分析科学研究グループにより、レーザーを利用する新しい高精確度・極微量分析法、エアロゾル、ダスト及び水中溶存物質の化学形態分析法を開発する。この成果を利用し、環境中における微量物質の存在状態を明らかにするとともに、環境科学研究を支援する。即発 γ 線分析法の基礎データを充実し、局所分析技術を開発しその利用を図る。また、所内の分析依頼及びガラス工作依頼に対応する。

(3) 主要課題領域3：環境保全・修復技術の開発

これまでの主な成果：環境保全・修復技術について、環境ガスモニタリング用のレーザーの高繰り返し発振技術の開発、放射性廃棄物の固化処理技術の開発、ウランの自然界における安定化機構の解明等の成果がある。SG について、環境中の微量アクチノイドの分析技術開発と「高度環境分析研究棟」の整備を進めた。CTBT については、環境中の希ガスの分析技術開発を進めるとともに、「放射性核種観測所」の整備に協力した。また、国際的検証制度構築において観測・解析法の検討に参画した。

達成目標：環境保全・修復技術について、高繰り返しレーザーを利用する「環境ガスモニタリング技術」を開発する。また、ウラン尾鉱の安定化技術、焼却灰の安定化技術、排水の浄化技術を開発する。SG について、環境試料のスクリーニング技術とバルク試料と微粒子試料の分析技術の確立・実用化を進める。CTBT については大気中の放射性希ガスの捕集・計測技術を確立し、また、国内データセンタ（NDC）の設立・運営に協力する。

5) 所内外との協力

研究協力は、新しい人材の養成・確保、特徴を生かした分担による研究の効率的推進等の長所を有しており、諸制度を利用し研究協力を積極的に進める。

(1) 所内協力

計算科学技術推進センターと協力し、「数値環境システム」の構築と並列化による高速化を図る。保健物理部とは、放射性物質の生物影響に関連し内外被ばくと放射線リスクの研究に協力する。また、SPRING-8、TIARA、原子炉等の活用により研究の推進を図る。

(2) 所外協力

「環境科学研究委員会」を設置し、計画と成果に対し関連研究者の検討・評価を経て進める。「放射線医学総合研究所」等の放射性物質の生態影響研究に協力する。エネルギー利

用の人文・社会科学的検討について、社会の多面的、総合的な検討に積極的に参加する。

3. 1. 2 評価結果

3. 1. 2. 1 項目別評価

a) 研究開発実施の基本的考え方(評価点 4.1。5点満点の平均点。以下同じ)

新研究部は放射性物質に関わる環境問題に特化した「環境科学」を志向して発足している。原子力の開発、利用の面からは勿論のこと、放射性物質が環境中での物質の移行過程や存在形態の最良のトレーサーであること、この面での原研のこれまでの実績などを考慮すると、また国立環境研究所などの既設の研究機関との役割分担からも、上記の方向性は賢明な選択である。その結果として、一般環境科学の発展にも大いに貢献することが期待できる。但し、研究開発の内容と実施運営に関しては、重点化の観点から、以下に述べる具体的な問題点、課題を十分に検討されるよう望みたい。

先ず、5ヶ年計画での全体目標に係わることとして、環境中の放射性核種、放射性物質の化学形は数限りなくあることから、線源に着目して研究・検討対象とする核種などを選択しないと、限られた資源、人材で当初の目標を達成することも難しいし、原研の環境研究の特徴が失われてしまう恐れがあることを指摘したい。

環境研究グループは、「物質移行・循環挙動の解明と予測」を推進するとしている。当面予測研究に全力を挙げ、大気・海洋・陸域の統合モデルの第1バージョンを先ず作り上げる必要がある。この数値環境モデルや関連するパラメータが使われる時期が一刻も早く来ることを期待している。これについて、環境での物質動態を考える場合、線源—環境—人のネットワーク全体に着目する必要がある。生物系での濃縮や人間の環境利用についての検討も必要となるように思われる。また、科学技術庁の大型プロジェクト「地球シミュレータ」が実施されており、本研究部はこれにもっと積極的に取り組むべきであろう。

次に、分析科学研究グループは、従来のスタンスから脱皮して野外観測にでて動態解明の研究にも積極的に取り組むべきである。この面から、環境研究、分析科学グループの緊密な融合を図るべきである。将来のためには、観測・実験、データ解析のできる人材の育成にも留意する必要があると思われる。なお、依頼分析とガラス工作については研究所としての基本方針を早期に決定すべきである。

環境技術開発グループの開発目標には興味深い技術が多く、成果を期待したい。一方で、環境モニタリングはモデルの検証の上でも重要なので実用化を指向する観点を強化して欲しい。このグループの部門内での位置づけは将来とも課題として残る。むしろ、他研究部との協力をも模索しながら、当面、SG、CTBTへの貢献で実績を上げる必要があるのではないか。

b) 主要課題領域毎の評価結果

b-1) 放射性物質等の移行解明と予測に関する研究(主要課題領域1)

(i) 目的・意義(4.3)

放射性物質が環境中での物質移行や存在形態の最良のトレーサーであること、この面で

の原研のこれまでの実績などを考慮すると、環境における放射性物質の移行、環境挙動を解明し数値シミュレーションモデルを作成し、物質循環を総合的に扱うことのできる「数値環境システム」を構築することを目的としていることは妥当であり、原子力のみならず地球レベルで生じる他の環境問題にも寄与しうる点において、環境科学研究上意義は大きい。

一方で、原子力利用の現状を考えた場合、次のような幾つかの視点があり、この「数値環境システム」を構築する際の重要な課題目標として適切に考慮する必要がある。

- a) 陸域環境研究では、特に河川、地下水、地層中などの移行条件の相違があること、
- b) 事故時、緊急時の場合の問題（安全性）と長期、広範囲、低レベルの問題（環境影響）は明確に区別して扱うべきこと。
- c) 低レベルや高レベル廃棄物の浅地埋設や地層処分に伴う影響評価である。この場合にも異常時に伴う放出がもたらす影響についても考慮すべきこと。

なお、C-14 やトリチウム等が地球温暖化等に関する過程の研究に重要な役割を演じていることに注目し、その方向の研究を推奨する意見もあった。

(d) 研究展望及び達成目標 (4.)

大気、陸域、海洋でのモデル構築を通して統合された数値環境システムを構築するという目標は妥当なものとする。従来の大気、海洋、陸域を対象とする個別のモデルは対象とするスケールが著しく異なることが問題点となっている。そこで共通のスケールで取り扱えるモデルを作り上げることを最重要視すべきである。具体的には、「大気」グループは、従来の実績からみて妥当な目標であり、達成可能であろう。「陸域」グループは、海にまで達する流域全体を対象にできるモデルの構築を指向すべきである。「海洋」グループは、日本海、太平洋を取り扱えるモデルの構築である。全体として今後5ヵ年で完成することは困難と考えられるので3者の中で優先順位をつける必要がある。

合わせて、重要な事柄として下記の2点を提言する。

- a) 放射性核種を限定することが適切であり、核種の選定には原子力利用に伴う実際的線源、トレーサーとの整合を考慮する必要がある。
- b) 作成したモデルを実用可能とするために、モデル化に最も必要なモニタリングによる長期的観測、データの蓄積に努めるべきである。

なお、研究内容の一部を、国際的な分担、協力により実施することを計画しているが、その協力分担内容、達成目標について、当然のことながら、かなり具体的でなければならない。この点は本課題領域に限ったものではなく、他の課題領域における極めて重要なことであることを強調しておきたい。

(h) 進め方（含むテーマ構成と各テーマの位置づけ）(4.)

放射性物質の移行挙動について大気環境研究が先行し、大気と陸域・海洋との物質移行挙動のモデル化を行うことは妥当であろう。やや具体的な進め方について、下記のように課題を指摘する。

a) 「海洋」モデルとしては、「海洋」と「大気」グループは協力して、プリンストン大学 などのモデルを積極的に活用しながら、日本海や太平洋をもとり扱える“大気・海洋結合モデル”の構築を目指す。

b) どの核種に着目し、どの程度まで数値が示せるかの具体性をもつべきである。例えば、少ない人員を有効に使う研究の効率化の観点から、I-129 と C-14 とを比べて、後者を重点的に考える方が得策である。

c) 実験的検証の方法、実証データの確保とともに、生物関与などさらに広い立場での検討とをもっと重要視する。

(二) 予想される成果の波及効果 (4. 4)

わが国の環境放射能安全基準、安全評価に具体的に使えるモデル、パラメータが提示されることを期待している。SPEEDI, WSPEEDI モデルは原発事故等緊急時の対応ばかりでなく、一般に微量物質の大気中の挙動を解明、予測するものとして、波及効果を期待できる。つまり、一般的な環境問題、地球科学などに広く用いられる有力なツールとなる可能性がある。日本海や太平洋をも取り扱える「海洋」モデルが構築できれば、ロシアの海洋投棄や広く海洋汚染の問題にも対応が可能である。この場合、放射性物質以外に適用できるよう、意識的にモデルなどを構成しておく必要があるだろう。これらの場合、核種、物質毎に異なる挙動が重要な因子となるので他の研究機関との連携が大切である。

b-2a) 環境関連物質の分析高度化の研究 (主要課題領域 2 a)

(イ) 目的・意義 (3. 9)

環境関連物質の分析高度化の観点で意義がある。特に、レーザー利用微粒子特性解析法、膜イオン源による溶存元素の化学状態分析法、レーザー利用フォトンバースト分光分析法などの新しい開発は興味深い。多方面に適用可能と思われ、その意味で環境科学の枠組みから離すことも考える必要があるだろう。

ただし、環境科学研究としての観点から、次の問題点を指摘することもできる。

a) 環境モニタリング、環境動態の研究をも目的とすべきである。「高精確・極微量分析法」は分析科学の学問自体の目的であり、「化学形態分析法」は「環境科学」に飛躍的な発展をもたらす。

b) 環境科学の観点から重要物質を定めて高度化を進める視点が必要である。なお、依頼分析・ガラス工作などは技術面の開発とは別として業務遂行として考える。

(ロ) 研究展望及び達成目標 (3. 9)

個々の研究項目の達成目標は妥当なものと判断する。更には、物質移行解明の研究、SG, CTBT 分析技術開発への貢献をも分担し、その課題目標を設定して主体的に取り組むべきと考える。こうすることで、目標が達成された時に原研内での応用面での貢献ということになるのではないかと考える。ただし、5 年の短い期間で本研究課題領域のみで設定された高度な目標が達成できるか次項の進め方と関連して慎重な検討を要する。

(ハ) 進め方（含むテーマ構成と各テーマの位置づけ）（3.6）

スケジュール・手法共に合理的なものと判断する。なお、研究開発の一つの手法として、民間企業との共同研究としてのあり方は、検討に値すると思われる。高度の技術開発を多額の研究費を用いて行うのであるから、その有効利用を旨に研究を遂行することは言うまでもない。諸々の観点から、可能であれば民間との共同開発が望ましいと考えられる。

ただし、前述したような本課題領域についての別の観点からの指摘に対応して下記のように付け加える。

a) これまでグループで進めてきた分析技術のさらなる高度化を進めるのか、環境科学の中で重要物質を特定しその分析法の高度化を進めるのか目標のたて方を明確にし、それを考慮して研究スケジュールを勘案する必要がある。

b) 物質移行解明の研究、SG、CTBT 分析技術開発をも分担し、課題を設定して主体的に取り組むべきとすれば、その研究開発手法、研究スケジュールを立案すること。

(ニ) 予想される成果の波及効果（4.）

微量分析は基礎研究から工学・産業に至る広い分野で必要とされるので、環境科学のみならず広い分野での物質分析技術の高度化に貢献すると考えられる。特に、「化学形態分析法」、「微粒子表面・内部構造解析法」は、成功すれば、「一般環境科学」や「生物、生理生化学」分野の研究に飛躍的な発展をもたらすことが期待できる。

b-2b) 依頼分析とガラス工作（主要課題領域 2b、*業務テーマ）**(イ) 業務の方向性・目的・目標等（3.）**

これまでの経緯から環境科学研究部の中に置かれているであろうが、その意義がよく分からない。原研の中で維持すべき非常に重要な技術開発が必要であれば、この規模で高い水準を保てるか疑問である。しかし、放射性物質を取り扱う特殊性を考慮する環境科学的研究においてサンプラーや現場に設置する機器類は極めて重要であり、将来、その面が強調されるならその存在意義は大きい。

なお、この業務の評価は組織運営の観点からは可能であるが、研究評価の観点では評価対象にはなりにくいのではないか。

(ロ) 主要業務内容（3.）

特筆すべき技術開発などがあつたのか業務の内容と質についての説明がないので判断が難しい。また、他研究機関との比較などの観点も実績評価には重要である。

(ハ) 業務スケジュール（3.2）

人員配置の現状を認めるとすれば、適切な業務の実績といえるのではないか。なお、原研全体での依頼状況とグループ人員構成の常に見直し、適切に運営する必要がある。

(二)他部門、他分野への予想される貢献及び波及効果 (3.6)

貢献度は実質的に大きいと思われる。放射性物質を取り扱う特殊性および原研の先導性から、社会的な貢献も期待できる。環境試料の分析において、正確で高精度な分析は極めて重要であり、世界的に不満足なものは数多い。

IAEA が主導する標準物質は原子力関係だけでなく広く浸透している。それらをさらに推し進める事業を日本で実現してほしい。

b-3) 環境保全・修復技術の開発 (主要課題領域3)**(イ)目的・意義 (3.9)**

環境モニタリングと保全・修復技術開発は目的が明確になっており、環境科学として十分な意義を持っている。環境モニタリング技術としての遠隔計測技術の開発は波及効果も大きく重要な課題であるので長期的にも1つの柱になるべきである。しかし、他研究機関でも盛んに行われており、原研の特殊性を打ち出す必要がある。一面で、原子力、つまり放射能に関わる部分については科学以外によって左右されるころが多く、時にその評価さえその影響を受ける。したがって、ここにあげた目的と意義程度で止むを得ないと考える。

また、特に放射線照射材料改変技術は原研の得意技術として発展してきており、環境保全・修復技術開発においては更なる発展が期待される。ただし、どのような課題が重要でどのように課題が選定されているかが明確ではない。

一方、SG、CTBT 分析技術開発と上記の環境保全・修復技術開発とは全く異質である。SG、CTBT に関連したテーマを原研で行うことが妥当であるか否かは議論のあるところであるが、どこかの機関で実施する必要があり現状では原研が人材的に最適であろう。この意味で、SG、CTBT 分析技術開発は原研の果たすべき社会的に重要な役割と認められる。

(ロ)研究展望及び達成目標 (3.8)

環境モニタリングと保全修復技術開発の研究項目は具体的な達成目標を明らかにしており、それらは合理的なものと判断される。しかし、本当に必要なものは何か常に検討し、時に臨機応変すばやく対応できるよう希望する。修復技術については過去の実績から達成可能と考えられる。

同時に、目標が高度であるだけに5カ年の計画で本目標が首尾良く達成されるか、慎重に検討する必要があり、民間との共同研究の推進を強く提言したい。

なお、レーザーモニタリング法について高繰り返し発振技術の開発は進んでいるが、環境モニターとしての利用技術の展望をもう少し明確にする必要がある。

SG、CTBT 関連については、目標(分析技術開発と観測所整備、データセンタなどのシステム整備)を、グループとして第一義に考え、全力を傾注して達成すべきものとする見解もある。

(ハ)進め方(含むテーマ構成と各テーマの位置づけ) (3.6)

環境モニタリングと保全・修復技術開発ではスケジュール・開発手法ともに妥当なものと思われる。

環境モニタリング技術の開発は利用技術を含めた視点が必要である。レーザー利用モニタリング技術は、波及効果も大きく重要なもので、これが完成された場合には市場性も大きい。民間企業にとっても魅力的であると思われる。尾鉱安定化技術など民間の鉱山に適用できるものである。焼却灰固化、排水浄化技術については、民間においてすでに技術集積があるので、せめては国内での関連技術の現状の調査を行った上で、技術開発研究の開始をすべきである。以上より、他研究機関、民間との共同開発も念頭に研究を進めていただきたい。

修復技術の開発では、重要課題の選択の考え方を明瞭にして進めるべきと考える。ここでも広く企業との共同研究の体制を構築する必要がある。

なお、前述したことを繰り返すと、モニタリング技術、SG、CTBT 分析技術開発の2つの開発研究は、「分析科学研究グループ」に研究の一部を分担させるべきとも考える。

(ii) 予想される成果の波及効果 (4.)

新しい環境モニタリング技術は放射性物質以外の環境汚染物質等の放出源での放出管理に適用できよう。

環境保全・修復技術開発は水処理、廃棄物処理に広く利用されることが期待できる。

SG、CTBT 分析技術開発は原研の果たすべき社会的に重要な役割である。これが逆に超微量、高精確分析法の発展にもつながる。

c) 資源配分 (3.8)

現状では全体としては妥当と考えられる。但し、下記の点への考慮が必要である。

放射性物質の移行解明と予測（主要課題領域1）において、環境の複雑な事象を統合的に解釈するため、数値環境システムの構築は極めて的を得ていると思われる。放射性物質に関わる諸問題、諸過程も無数にあり、高いレベルの研究を維持するために大きな予算、人員が必要である。それを実行できる数理モデリングに明るい若い有能な研究者を投入することが望まれる。また、同種の他機関との協力関係を強固にするとともに、環境科学研究部の環境に直接関わる部分を可能な限り充実させる必要がある。

環境モニタリングは波及効果も大きく、環境モデルの検証のためにも重要な技術開発と考えられるが人員・予算が少なく達成度が心配される。

依頼分析とガラス工作は原研内の位置付けで評価が変わる。現在の提案は説得力に欠ける。

総じて、部門内グループを固定化することなく、グループ間の人事異動および研究課題ごとのグループ間のサブグループ作りを積極的に推進することが必要である。

d) 原研他部門との協力・連携 (3.8)

他部門との協力・連携はよく整理されている。確実な実行が望まれる。ここで部内及び

関連部との協力が重要であること忘れないで欲しい。中でも、地球シミュレーター計画には大いに分担協力するよう奨めたい。計算科学技術推進センターとの緊密な連携を保つことが必要である。

海洋、陸域での物質移行過程では、生物の担う役割が大きい。生物影響の視点ではなく、生物の係わる移行循環過程の視点から生物学の研究者の協力が必要である。

e) 外部機関との協力・連携 (3.6)

本環境科学部門が始まったばかりであり、今後の推移に注目したいが、現状ではやや原子力関係の内部に止まっている印象を受ける。環境科学の視点からの研究を始動するにあたって、先行している大学、国立研究機関との連携は必須である。また、この分野で効率的に研究を進めるためには、自治体の環境研究所とうまく連携することも一つの方法である。この他に、具体的な課題においては、放射線の生物影響については放医研との連携に加えて、京大放射線生物研究センターなどとの連携、生物の係わる移行循環過程の視点から生物学研究者との協力も進めるべきであろう。特に環境保全・修復技術の開発の成果に関しては、民間、あるいは第三者機関への移行を考えておく必要があるように思われる。

これらに関して、いずれにせよ、その裏付となる研究経費がどの程度割けるかにかかっている。

f) 人材養成の施策 (3.7)

施策は結構であるが、そのためにどの程度の予算が組んであるのかよくわからない。特にむつ事業所のように遠く離れた小さな研究室では、図書、雑誌、その他情報関係の設備、講師派遣等が必要であろう。少なくとも原研として特に有力なものに関し、国際レベルでの活動を奨励していく必要がある。

特に若手研究者については厳しく指導する体制を望みたい。所内だけでは不十分に見えるので、外部、特に大学と交流、提携して、博士学位を出来るだけ若年に取得させることによって研究部全体の活性化を図る。そのためには、客員研究員制度などを通して研究者レベルでの人事交流、ポストドクターの多用などに努力いただきたい。また、研究所内での人事異動を活発化させたり、原研の研究者の大学への転勤と大学スタッフの原研への採用を活発に行うよう努める。

研究支援業務についてその位置付けと人員、予算の配分が不明確であるが、国内外との交流が良い刺激となろう。

3. 1. 2. 2 総合評価 (所感、問題点、提言等)

専門部会委員から下記の趣旨の種々の個別の見解が示されている。

a) エネルギー政策のための環境研究から、環境のためのエネルギー政策推進に関する科学に視点を移した部としての展望を作る必要があり、とりわけ先行性を重視すべきであろう。組織としては、従来の枠からはなれた構成に再編したほうが良い。

b) 環境研究は、純粋科学的な視点と、「環境安全・保全の視点から研究する」実務科学的視点からの研究があるように思う。原研の環境研究は、後者の視点が強いものと期待している。また、多額の研究費を使った研究成果を国民に知らせるための手段を考える必要がある。研究成果、技術などの民間への移行を適切な時期に行うことも必要である。

c) 総体的に、合理的な課題選定が行われ、高いレベルの研究成果が期待できる。ただし、詳細にみれば、環境中放射性物質移行解明研究と環境モニタリング技術開発研究との間に有機的な結びつきがみられないなどの問題がある。アクチノイド分析法・化学形態別分析法などは実際の環境移行研究に活用されるべきであろう。

環境問題に対する関心が高まっている現在を、新しい環境科学確立の好機ととらえ、成果を上げ、発展することを期待する。

d) 方向性、目標、実施計画は妥当である。しかし、発足当初ということもあって、グループ間の緊密な関係ができあがっていない。また、新研究部を早期に軌道に乗せるためには、大学、他研究機関との連携が必須であり、これを促進するための具体的な制度(客員研究員制度、ポスドク制度など)を更に充実させる必要がある。当面の大きな目標として、地球シミュレーション計画での先導的な貢献、SG,CTBT システムの確立が期待されており、研究部としてこれに全力を傾注すべきである。

e) 環境科学研究部が新たに出発することは意義の大きな事と考える。環境科学研究の視点で重要事項を選択しそれに必要な研究開発を進める必要があるのではないかと。人事交流が研究の活性化にとって重要である。省庁統合後、大学などの他の研究機関との人事交流を進める必要がある。

f) 大気関連の事項について、大気研究グループをリーダーとして「数値環境システム」を構築する構想は気宇広大で頼もしい。しかしその完成は相当困難があると思われる(特に生物が関与する陸域や海洋環境では)。従って、「数値環境システム」の大きな枠組みだけでも精度高く作ることができれば相当な成果とも云える。ついで、予測について言えば、その要素として空間および時間の範囲を明確にする必要がある。なお、当然のことながら、学問、技術の発展に伴い SPEEDI 及び WSPEEDI の改訂を行うことに留意する。

g) 原子力研究所内ということからどうしても環境に放出された放射性物質の悪影響を取り除くという観点になりがちであるが、むしろ環境中の放射性物質を有効に活用する観点を加えてもよいのではないかと。具体的には、地球上における炭素環境、海洋水循環、地球規模水循環など地球上の流体、生物、人間活動が関わる諸問題の研究がある。

h) 環境科学研究部の課題は、高度のしかも非常に有用な技術の開発を含むので、その目的、

計画などについては大いに評価されるべきものがある。次の2点について課題推進の方法についてコメントしたい。第一の点として、事前調査の問題がある。環境科学研究部の課題で重要なものの多くは、高度技術の開発研究である。これについて、国内のおよび諸外国、さらに国立および民間においてさまざまな蓄積があることが予測される。今回の説明では、既存の各種関連技術についての国内外を網羅する現状分析が事前になされたか否かが明らかではなかった。

第二の点としては、研究開発推進体制についてである。よく知られているように、民間企業の開発推進体制は、それが経済効果をもたらすものについては、官立のものをはるかに凌駕する。今回の課題の多くが経済的に見合うものと予測される以上、民間との協力関係を持つことは、迅速で経済的な研究推進の点で重要と思われる。さらに世界に広く用いられる技術を開発する意味でも、民間との協力は重要であると考えられる。

環境科学研究部及び関連部についての本評価結果における各評価項目別の評価点数（全委員の平均）を表1に示す。

表1 環境科学研究部の研究開発課題の事前評価結果

評価項目	評価結果 (5点満点)
(a) 研究開発実施の基本的考え方	4.1
(b-1a) 放射性物質の移行解明と予測に関する研究（主要課題領域1）	
(i) 目的・意義は適切か	4.3
(ii) 研究展望及び達成目標は適切か	4.0
(iii) 進め方(含むテーマ構成と各テーマの位置付け)は適切か	4.0
(c) 予想される成果の波及効果は	4.4
(b-2a) 環境関連物質の分析高度化の研究（主要課題領域2a）	
(i) 目的・意義は適切か	3.9
(ii) 研究展望及び達成目標は適切か	3.9
(iii) 進め方(含むテーマ構成と各テーマの位置付け)は適切か	3.6
(c) 予想される成果の波及効果は	4.0
(b-2b) 依頼分析とガラス工作（主要課題領域2b）	
(i) 業務の方向性・目的・目標等は適切か	3.0
(ii) 主要業務内容は適切か	3.0
(iii) 業務スケジュールは適切か	3.2
(c) 予想される貢献の波及効果は	3.6
(b-3) 環境保全・修復技術の開発（主要課題領域3）	
(i) 目的・意義は適切か	3.9
(ii) 研究展望及び達成目標は適切か	3.8
(iii) 進め方(含むテーマ構成と各テーマの位置付け)は適切か	3.6
(c) 予想される成果の波及効果は	4.0
(c) 資源(予算、人員等)配分は適切か	3.8
(d) 原研他部門との協力・連携は適切か	3.8
(e) 外部機関との協力・連携は適切か	3.6
(f) 人材養成の施策は適切か	3.7

3. 2 保健物理部及び関連部の研究開発課題

3. 2. 1 保健物理部及び関連部の研究計画の概要

1) 目的

放射線防護基準の基本をなす低線量放射線リスクの解明と信頼性の高い被ばく測定・評価法及び放射線計測技術の開発を行うことにより、最新の科学的知見に基づくより合理的な放射線防護の確立を目指す。保健物理部で行う放射線リスク研究は、従来の動物実験や疫学調査とは異なり、計算科学的手法を駆使した新しいアプローチの仕方です。低線量放射線リスクの解明を行おうとするものであり、これによってより合理的な放射線防護基準の構築に寄与することが期待されている。

放射線管理業務では、放射線業務従事者及び施設周辺住民の放射線安全を確保し、もって原研の研究開発の進展に寄与する。

2) 達成目標

放射線防護基準の基本をなす低線量放射線リスクの解明を行うとともに、特に中性子科学研究の推進に必要な、被ばく線量評価法が確立していない核種や放射線に対する被ばく線量評価法を確立することにより、より合理的かつ信頼性の高い放射線防護体系の確立を目指す。また、線量・放射線計測技術の開発では、放射線計測の信頼性を保証するための技術開発及び高度化を目指した技術開発の一層の推進を図る。

放射線管理業務では、引き続き放射線業務従事者及び施設周辺住民の放射線安全を確保するとともに、合理的かつ効果的な放射線管理方式の確立に努める。

3) 進め方

保健物理部における研究では、放射線リスクに関する研究を放射線リスク研究室が、被ばく防護に関する研究を内部被ばく防護研究室と外部被ばく防護研究室が行い、また線量・放射線計測技術の開発を線量計測技術開発室が行う。

保健物理研究においては、放射線リスクに関する研究と被ばく防護に関する研究は、線量概念及び線量評価の面で密接な関係がある。また、線量・放射線計測技術の開発は放射線防護の基盤研究であり、被ばく防護に関する研究との関連性が強い。従って、部内での密接な連携を保って研究を推進する。また、原研内の関連研究部及び原研外の研究機関との間での研究の分担及び協力を進めることにより、これらの研究を効率的かつ効果的に進める。また、放射線管理業務に役立つ防護研究にも取り組むことにより、合理的な放射線防護技術の確立に資する。

放射線管理業務では、研究開発成果を積極的に取り入れるとともに、保健物理部を中核とした定期的な会合を開催して管理業務の技術的検討を行うとともに、関連部門全体で業務の効率化、合理化を進める。また各研究所の管理基準の整合を図る。

研究推進上の課題・問題点

保健物理研究の4研究室は、平成11年度より新たに立ち上げた研究室であるため、特に

新しい研究分野である放射線リスク研究において人員が不足している。

管理業務の合理化、系の再編を進めるにあたり、老朽化した施設の管理区域の使用廃止、及び他施設への集中化が可能な管理区域の統廃合を全所的に推進する。

4) 主要課題領域

(1) 放射線リスクに関する研究 (主要課題領域 1)

特に、低線量放射線影響メカニズムの解明に重点を置き研究を進める。計算シミュレーションを用い生物影響上重要な DNA 損傷形態を解明を目指す。また、線質効果に関する基礎データを取得する。さらに分子・細胞レベルにおける最新の生物実験データの収集と解析に基づき、損傷から細胞がん化までの定量的モデルを開発する。低線量放射線リスク評価システムの開発では、既存の発がんリスク予測モデルの精度解析を行うとともに、低線量放射線リスク評価システムの開発を目指す。また、他の有害物質等との共通リスク指標の開発、低線量放射線安全評価情報システムの公開を行う。

(2) 被ばく防護に関する研究 (主要課題領域 2)

内部被ばく防護に関する研究では、内部被ばく線量評価の高精度化及び大強度陽子加速器の開発に対応して線量係数が未整備となっている数百種の核破砕核種の性状の解明と線量係数の整備などの内部被ばく線量評価の開発を行うとともに、作業員に対する体内放射能測定法の信頼性向上及び迅速化を図るための研究開発を行う。また、内部被ばく線量評価コードの開発と必要とされる全身数値ファントムの開発を行う。

外部被ばく防護に関する研究では、高エネルギー放射線の線量測定・評価法の開発を行う。特に、線量評価及び中性子モニタの開発に重点を置き研究を進めるとともに、大強度陽子加速器の計画に対応して最大 100 GeV までのエネルギーの中性子、陽子等の放射線の線量換算係数を整備する。また、中性子を利用した研究の拡大に対応するために、高精度中性子線量評価法の開発を行う。ICRP1990 年勧告の法令化に伴い新たに必要となる安全評価用遮へいデータベースを整備する。

(3) 線量・放射線計測技術の開発 (主要課題領域 3)

中性子標準校正施設の加速器設備において単色中性子校正場及びスペクトル可変校正場の開発を目指す。また、中性子に関して国家標準とのトレーサビリティを確立し、新しい中性子線量計の開発に必要な特性試験及び中性子測定器の校正試験に供する。また、極低レベルの放射線源を対象とした微弱放射線モニタリング技術の開発を行うとともに、原子力施設の異常事象時等に環境における測定システムの開発を行う。

(4) 放射線管理業務 (主要課題領域 4)

関係法令、所内規定等に基づき放射線業務従事者及び周辺環境の放射線安全を確認するため、環境の放射線管理、施設の放射線管理、個人線量の管理及び放射線管理用機器の維持管理等の放射線管理業務を継続する。また、放射線管理に関する広範な知識と蓄積した管理経験、放射線管理データを有効に活用し、業務の合理化、効率化を進めるとともに、定型、定常化した業務の委託化を進める。東海研究所の大強度陽子加速器施設の建設、高減容処理施設の共用開始、大洗研究所の高温工学試験研究炉の出力上昇試験及び定常運転

などに対する放射線管理などに適切に対応していく。また、むつ事業所の使用済燃料輸送作業の放射線管理を開始する。個人線量計として蛍光ガラス線量計等を採用して測定業務の効率化を図るとともに、順次事業所間線量測定データの授受及び従事者登録等の業務の効率化を進める。

5) 所内外の協力・連携

(1) 所内での協力・連携

放射線リスクに関する研究では、計算科学技術推進センター、高崎研、関西研と、内部被ばく防護研究では、中性子科学研究センター、那珂研 ITER 開発室安全評価グループと、外部被ばく防護に関する研究では、中性子科学センター、高崎研の TIARA と、線量・放射線計測技術の開発では、那珂研核融合工学部 FNS、物質科学研究部、バックエンド技術部と協力・連携しつつ研究を進める。また、原子力施設及び設備の新設または改造に対して、担当部の放射線安全評価及び解析に協力するとともに、国際原子力総合技術センターが実施する各種講座の講師として協力する。

(2) 所外との協力、連携

研究開発に当たっては、大学、放射線医学総合研究所、放射線影響研究所、高エネルギー加速器研究機構、電子技術総合研究所等と連携を保ち、研究開発を実施する。個人線量測定、大洗地区環境監視業務等について、核燃料サイクル開発機構との協力の下に実施する。また、所外関連機関が実施する各種講座の講師、委員会の委員として協力する。

放射線リスクに関する研究では、「放射線防護に関する研究協力取り決め」に基づく米国環境保護庁との協力、並びに米国エネルギー省との協力を進める。IAEA/RCA放射線防護プロジェクトを通じて、途上国の放射線防護への取り組みを支援する。

3. 2. 2 評価結果

3. 2. 2. 1 項目別評価

a) 研究開発実施の基本的考え方 (評価点 4.1. 5点満点の平均点。以下同じ)

我が国唯一の原子力の開発、利用の研究機関として、放射線リスク、防護の研究部門と管理部門の役割は重大である。原研の保健物理部及び関連部として、日常の管理業務を中心に行う部門とは別に、4つの研究室を設けたことは高く評価される。これらの研究開発の方向性、目的・目標は概ね妥当である。特に、従来、我が国における保健物理分野は、ともすればICRPに基づく防護基準の解釈とその紹介作業にのみ専念しているきらいがあることを考慮すれば、当研究部門の研究成果がわが国および国際的な保健物理研究へ寄与することが期待される。

研究開発課題についての各論については以下の2点を指摘する。

放射線リスク解明研究は、物理的基礎過程から細胞レベル、さらには個体レベルまでにまたがる膨大な領域を含み、これは本来的に総合科学・巨大科学と捉えることができる。これらを踏まえて本保健物理部の基本的考え方、設定された目的は多岐にわたるものを含んで

おり、これらに優先順位をつけて絞り込む必要がある。

低線量放射線の影響は疫学研究では限界があり、DNA レベルでの損傷と修復機構の解明という遺伝子研究の手法により明らかとなる可能性が出てきていることから、困難も予見されるが計算科学的手法により行なおうとすることは、原研特有の研究ポテンシャルを活用することができよう。しかしながら、“保健”的知見も依然として重視する必要がある。放医研や大学との連携を図るとしても、生物学、生理生化学的な研究と並行して保健的研究を実施できる研究組織を考えること、又、基礎的実験検証を行う体制を整備する必要もある。

放射線管理業務は、原子力開発研究にとって不可欠な業務であるが、先端的な研究成果と比べると地味であるがために注目されないばかりか、忘れられがちであるが、業務の成果を研究所全体が認めることが、研究所全体に対する信頼と安心の確保に不可欠であろう。この課題領域では、もう少し放射線管理研究的色彩を取り入れてもよいのではないかと思う。定型化、定常化が固定化すると進歩改善が見られなくなる恐れがあるから、実務に関して業務委託では必ずしも合理的な業務遂行にはならない。現在でも合理性、効果的・経済性、人間性を追求した管理方式の統一的な研究は十分になされていないと考えられる。要するに原研内での方式のみではなく、より積極的によりよい方法を外部にも提言して行っ

b) 主要課題領域毎の評価

b-1) 放射線リスクに関する研究 (主要課題領域1)

(1) 目的・意義 (4.)

低線量放射線被ばくの影響のメカニズムを解明すること、放射線リスクの評価システムを開発すること、そして合理的な放射線防護の基礎を提供することの目的は妥当である。特に、DNA 損傷について計算シミュレーションで研究を重点課題として進めることは十分意義のあることであり、限られた人的リソースを考慮すれば妥当と考える。

但し、リスク評価はガン化の機構が分からないと到達できないので、リスク評価システムの枠組み作りとなる。この場合のポイントをどこへ置いて進めるかを慎重に検討する必要がある。、主要なアプローチとして計算シミュレーションで行うことは良いが、焦点をさらに絞り込まないと成果の達成が難しい。また、実学に成り得る目標設定と手法の選択という視点も初期の段階から留意すべきであろう。

更には、原子炉の定期検査作業員の被曝線量について健康へのプラスの効果を含めて調査研究がなされつつあるとのことであるが、原研がイニシアチブをとって世界的な情報収集機構、検討機構の構築などを行っても良いのではないか。定期作業従事者に対しては、放射線障害の観点からは直線仮説から問題にならない総量であることは国際的にも認められているが、プラスの効果については全く調査されていないと思う。極めて貴重なデータである。

(d) 研究展望及び達成目標 (3.7)

三つの達成目標を掲げているが、現在のマンパワーを考慮して、5 ヶ年で初期の目標について原研が行うことが望ましい事項、行うことが可能でありかつ必要である領域をもっと限定したほうが良いように思われる。

本課題では、コンピュータシミュレーションによる DNA 損傷生成初期過程が一つの柱になっている。これは放射線の初期過程として最も重要な課題である。しかしながら、この初期過程と発ガンなどの最終的な生物リスクとの間には大きな隔りがある。本課題にかかわる達成目標としては、厳密な批判に耐えうる初期過程の計算シミュレーション解析、それも世界に問うことが出来る質の高い解析、に留めるべきであろう。

数値シミュレーションの時として陥りやすい罠に留意する事が大切である。その節目節目で実験などと比較検討しながら進めることである。一つの新しい実験データの出現のために、シミュレーション結果が崩壊するようでは困る。新しい実験データを入れることによって、作り上げた手法そのものの有効性は厳として残るようであって欲しい。

(h) 進め方 (含むテーマ構成と各テーマの位置づけ) (3.6)

前記のように課題の進め方をさらに絞る必要があるが、DNA 標的説に限ってさらに検討を深める方向のほうが良いように思う。その場合でも計算シミュレーションモデルの生物学的実験データにより検証についても具体的に検討したほうがよい。

計算科学的手法による生物リスク研究は科学的に極めて興味深く、また原研としても高い研究実績能力を持っていると思われる。しかしながら、放射線リスク研究が総合科学である以上、単一の部署で行うことは一部分のみであろう。該当分野の研究開発には国内・国外の研究機関との連携が必要である。また、生物学、生理生化学的な研究と並行して、長期的な展望として研究を進めるべきであるから、今後、保健物理の枠組みに促されることなく、新たな研究領域、研究組織へと分化させていくことも考える。

(二) 予想される成果の波及効果 (4.1)

計算科学的手法によるメカニズム研究は、それなりに進展し計算科学としての可能性と限界の一部を提示するであろう。

低線量域の放射線リスク評価のシステム開発は極めて重要であり、多くの研究者の連携によって達成されるものであり、原研の研究成果もその一翼を担うことが期待される。低レベル放射線の影響及び他の有害物質のリスクとの相対的評価が確立できれば、放射線・原子力の社会的受容にゆっくりではあるが大きく影響する成果を上げるものと思われる。

リスク関連情報整備も極めて重要である。整備途中のもの及び今後整備される情報は外部から容易にアクセス可能とすべきである。

b-2) 被ばく防護に関する研究 (主要課題領域2)**(i) 目的・意義 (4.5)**

生体へのリスク因子としての放射線の最大の特徴は“量”が正しく測定あるいはそれに基

づいて計算することが可能なことである。従って、線量評価コード、数値ファントムなどの計算システムの開発は保健物理にとって極めて重要であり意義もあるので本課題の妥当性も高いと判断する。このような開発は原研以外では行う機関がないことから重要な研究開発である。

被ばく線量の評価法などに関する一連の研究は、retrospective な研究であり、被ばく防護に関する研究はさらに広く、prospective な研究も含まれるはずである。今までの、研究は国際的にも十分評価されており、原研が果たした役割は大きい。今後、prospective な研究課題にも取り組んでほしい。

国内外の防護基準の策定は、国際機関あるいは関連の行政機関の課題であり、研究機関としては基準策定のための基礎資料の提供が課題ではないだろうか。

(ロ) 研究展望及び達成目標 (4.6)

外部被ばく、内部被ばく共に問題点を的確に促え、研究の展望をもち、5年間の達成目標としての各種被曝線量評価コードの開発などを明らかにしている。いずれも妥当なものとして判断する。また、従来の研究路線の延長であり、目標の達成は困難ではないと考えられる。

(ハ) 進め方 (含むテーマ構成と各テーマの位置づけ) (4.1)

研究開発スケジュール、手法共に妥当なもので、計算を進める部分は十分な成果が期待できると思われる。既存の加速器施設を活用した実験を進めることに重点を置いた進め方が望ましい。

開発する計算システムの検証がどこまで行われているのか問題でもあり、生物学、生理生化学的な研究と並行して研究を進める必要もあると考えられる。

(ニ) 予想される成果の波及効果 (4.3)

陽子加速器、高高度飛行など種々の高エネルギー放射線を含め、放射線の線量評価法の開発は、核融合研究、ハドロン計画などの原研プロジェクトの推進の他、加速器を用いた医療の進展、宇宙開発など新しい人間活動に対応した被ばく評価への応用、放射線防護に係わる法整備への貢献になると期待できる。

また国内のみならず ICRP など国際的にも大きく貢献するものと考えられる。

b-3) 線量・放射線計測技術の開発 (主要課題領域3)

(イ) 目的・意義 (4.)

線量・放射線計測技術に関する国家標準とのトレーサビリティについては、基本的な事柄では国家標準に負うが、原子力・放射線のように技術的な進展が大きい分野では、原研のような現場に密着したところが実質的な標準の役割を果たしてきた。このような実質的な役割は今後一層必要とされると思われる。中性子科学研究プロジェクトの推進に伴う中性子校正場の開発、廃棄物クリアランスレバルに対応するための微弱放射線測定技術の開発など、国にとっても重要且つ緊急な課題であろう。関連部門と良い連携のもとで進めて

欲しい。

正しい線量を出す前提となる正しい放射線計測のための技術開発は、保健物理・放射線防護にとって極めて重要である。その研究項目の選び方も現場に役立たせることを柱に選定しており、妥当であると考ええる。

特に大強度陽子加速器計画の進展に伴い、①放射化された水、空気のモニター、②加速器、ビームラインでのビームロスモニター、③固体放射化物中の RI 濃度の推定、等が重要課題となることを注視すべきであろう。また、微弱放射線モニタリングの比重がもっと高くても良い。

(D) 研究展望及び達成目標 (4.)

研究項目として、①中性子校正場の確立、②トレーサビリティ確率の校正技術開発、③微弱放射線モニタリング技術の開発を挙げている。それぞれ達成目標は研究の現状および社会的ニーズの観点から合理的であり、計画は妥当なものと考ええる。

ただし、具体的な計測技術、つまり開発を目指している機器仕様が現状では必ずしも明確ではないと思われる。

(H) 進め方 (含むテーマ構成と各テーマの位置づけ) (3.8)

3つの研究課題の進め方は概ね妥当である。ただし、原研内部及び外部機関との連携を強く指向する必要がある。すなわち、先ず、この研究は放射線管理部門の研究面の役割を担うものであるから、放射線管理部門との連携をもっと強く意識して進めるべきである。又、当然のことながら、大強度陽子加速器計画に係わる開発については中性子科学研究センターとの連携を密にし、分担を定め開発することが望まれる。更には、本分野では高い技術を持っていると思われる民間との関連が具体的に示されていないことが気がかりである。特に中性子標準校正場の開発は電総研との協力関係が望ましいと思われる。

(C) 予想される成果の波及効果 (4.1)

国内外の防護用測定器の基準・規格の整備に寄与するとのことであるが、是非外国、特に東南アジアの国々への寄与を視野に入れていただきたい。また、将来加速器が広い分野で利用されるという状況で、加速器施設に必要な計測法、測定器の開発は非常に重要である。

b-4) 放射線管理業務 (主要課題領域4、*業務テーマ)

(I) 業務の方向性・目的・目標等 (3.7)

先ず、原研が今まで大きなトラブルなしに過ごしてきたのは放射線管理部門の充実と、権威ある適応によるところ大であると考えられ、このことを評価したい。そして、原研のような多様な放射線作業がある大型研究機関の放射線管理業務で、これまでの経験を活かして合理化・効率化を考えることは極めて重要であり、この姿勢を高く評価します。

同時に、そのために新しい技術やシステム開発が必要であれば、研究サイドに投げかけ、

あるいは管理業務の中でも解決努力することが重要である。例えば、大強度陽子加速器計画はこれまでの加速器の数百倍の出力を予定している。これに必要な管理を検討する必要がある。現状維持での改善・合理化に止まっていることはできない。

また、原研の放射線管理部門の特徴に鑑み、以下のような事項を望みたい。

a) 原発等民間の放射管理者の教育と管理技術の普及をも目的とすべきである。

b) 豊富な経験・データに基づく管理方式の外部への提言、場合によっては法令への提言なども視点の片隅に入れて頂くと有難い。

c) 前項とも関連するが、我が国における RI 等の利用を進める立場から、RI 使用量や規模に応じた合理的な放射線管理業務のあり方、管理法の開発を模索してほしい。これは、我が国における放射線管理が煩雑であるために、RI 等を用いない代替法へ研究者が指向している現状を改善する必要があると考えるからである。

(d) 主要業務内容

原研が今まで大きなトラブルなしに過ごしてきたのは、放射線管理部門の充実と権威ある適応によるところ大であると評価する。こうした優れた実績に基づくこの部門の業務の継続と発展の計画は信頼できる。なお、各事業所の放射線管理部門間の交流を行いながら、固定した業務がともすれば陥りがちなマンネリ化を防ぐ必要があるかもしれない。

更には、我が国における放射線管理が煩雑であることから、RI 等を用いない代替法へ研究者が指向している。使用量や規模に応じた合理的な管理法を開発し我が国における RI 等の利用を進める立場から管理業務のあり方を模索してほしい。

(h) 業務スケジュール

全体として適切であると判断する。なお、前述したように、大強度陽子加速器計画における共同利用者の管理システム、出入管理システム、各種モニターなどについて中性子科学センターと設計の段階から密接に連絡を取りながら進める必要がある。また、管理業務現場での技術開発、問題解決に取り組むため、人材の育成と研究部門との人事交流を図ることが大切である。

(i) 予想される貢献及び波及効果

原研が社会的に問題になるような事象がなく済んでいるのは、放射線管理業務部門も大いに貢献しているからであるという点で、社会的貢献として極めて高い。

今後も、原研の放射線安全管理が適切に行われ、この管理技術が我が国の民間施設、外国の施設の管理で先導的な役割を果たすことが期待される。すなわち、施設の規模、使用量などに応じた管理方法を提案し、小規模施設における大幅な合理化案、大型施設において共同利用者の利用しやすい管理システムの開発は放射線施設の歓迎するところである。また、放射線管理に関する今までに蓄積された技術的資産をアジア諸国等への国際協力活用して欲しい。

c) 資源配分 (4.)

保健物理部の研究室が新たに発足したことから、予算および人員の配分は十分とは言い難い。放射線リスクに関する研究についてはその研究課題の内容からみて、研究人員が少ない。計算科学的手法による放射線影響メカニズム解明については若い研究者を導入すること、大学等との交流を積極的に推進して、学生、ポスドクなどの人的資源を大幅に増やすべきである。また、研究の大学等への委託も考慮すべきである。また、検証のための基礎実験を行う体制の整備が必要であろう。

また、大強度陽子加速器計画が実施されると、これまで経験したことのない多くの問題が発生する。これらの問題は職員が当たる必要があることから、恒常的な業務は外注するなどして、体制を今から考えておく必要がある。

一般論としてルーチンでできる業務の外注化を含めて放射線管理業務の合理化・効率化を進め、研究業務へのシフトを図ることが重要であろう。この資源配分の適正化を原研内部で頻繁に見直すことが肝要である。

d) 原研他部門との協力・連携 (4.2)

大型研究機関としての有利性を十分に発揮して、所内他部門との協力・連携が行なわれているように見受けられる。既に指摘したことであるが、環境科学研究部門との連携、また、「保健」関係の研究では、生物学、生理生化学の研究者との連携、更には、大強度陽子加速器計画における放射線管理システムの構築を念頭に置いて、中性子科学センターと十分な協力・連携、などが望まれる。

e) 外部機関との協力・連携 (3.9)

国内の外部機関との協力・連携は概ね適切と判断できる。今後の研究業務展開に鑑み、強いて以下の点を今後の課題として指摘したい。

原研の保健物理は今後は”研究”に力点を置くことにより、より普遍的な問題意識を持つことが必要な役割をもつようになった。従来からそのような意識での研究機関であった放医研や大学等の研究機関との協調に従来にも増して留意すべきものと思われる。今後は協力・連携の数ではなく、人事交流を含めた緊密さが求められる。

更には、研究課題の性質上、国際的な分担協力の一層の強化が必要ではないか。

放射線管理部門については、まずは、小規模事業所における管理のあり方も十分視野に入れた管理業務を検討する上でも大学のラジオアイソトープセンターとの協力・連携が望まれる。また、民間、諸外国との交流を積極的に推進することも肝要である。

f) 人材養成の施策及び担当者の志気確保の施策 (4.2)

説明された人材養成の施策は概ね妥当と考える。下記に幾つか提言を掲げる。

- ・ 大学、他研究機関等との研究協力・連携を深め、人事交流にも積極的に取り組む必要がある
- ・ 放射線管理部門については、業務実績を学会等で報告できる機会をできるだけ持てるよ

うにする。また、放射線管理業務の実績をアジア諸国など、これからの原子力開発国の技術援助に役立てられれば国際協力、貢献にもっとつながる。更に、管理業務内容を年度毎にまとめ課題を抽出し、他事業所との情報交換を行うための定例的なワークショップ等を行うと良いと思う。

3. 2. 2. 2 総合評価（所感、問題点、提言等）

原研の中で行なわれる業務は、それが管理業務のようなものでも研究開発の要素を含むべきであると考え、従来の保健物理で行ってきた業務もそのような視点で見ても評価できるものであったと考える。今回、保健物理研究と放射線管理業務に分け研究面を一層充実することにしたことを高く評価する。このような新しい原研の保健物理部門の研究運営に関し、既に述べてきたことを含めて幾つかの提言を記す。

a) 保健物理研究と放射線管理業務は完全な分離とはせず、研究面での成果を管理に移し実効性を見直し、また管理の経験も研究面に問題提起するという、相互の密接な連携には従来にも増して留意する必要があると考える。

b) 放射線リスク研究は大変幅広い領域を含んでおり、一つの研究所の限られたスタッフでできるオリジナリティーのある研究テーマは限られている。このことを、原研首脳部や科学技術庁の関係者は理解する必要があるように思う。特に放射線リスク評価システムに関する研究は、自然科学的な要素と、社会科学的な要素とがミックスした領域であり、社会科学的研究が研究として評価される雰囲気原研内につくることが大切のように思う。

c) 放射線リスク評価システムについてテーマを絞るとしたら、個人的見解として、ガンによる原因確率 (PC, Probability of Causation) を取り上げて欲しい。これからの社会は、集団アプローチ以上に、個人に着目したアプローチが必要になると思うからである。

d) 線量・放射線計測技術の開発については、トレーサビリティは結果論であり、それを確保する手段方法が重要である。特に低線量領域に対しては計測技術の信頼性、簡便性を重視した開発を目指すべきと考える。

e) 原研の保健物理部は科学技術庁の放射線安全課に強い影響力を持っている。我が国と諸外国の法規制はICRPの勧告に基づいていて同じであるのに、我が国の管理は非常に煩雑だと感じている利用者は多い。全ての事業者の管理を原研のような大規模事業所で予算・人員も多く危険度の高い作業も行う場合の管理と同様に行うのは合理的でない。小規模事業所の大幅な合理化を目指した管理の試行や提案を原研が行う意義は大きい。是非このような視点からの開発を進めるべきと考える。

f) 本部門の資源配分、研究協力・連携に関しては、研究所の内部の努力は勿論であるが、

外部の研究者の積極的なサポートも必要である。このために大学、他の研究所などとの交流が必要である。特に放射線リスクの研究については、生物学、生理生化学分野の研究者を取り込んだ形で推進すべきである。また、人的資源に限りある現状では、国際協力を一層強化し、国際協力で課題の解決を目指さざるを得ないとする。

保健物理部及び関連部についての本評価結果における各評価項目別の評価点数（全委員の平均）を表2に示す。

表2 保健物理部の研究開発課題の事前評価結果

評価項目	評価結果 (5点満点)
(a) 研究開発実施の基本的考え方	4.1
(b-1) 放射線リスクに関する研究（主要課題領域1）	
(i) 目的・意義は適切か	4.0
(ii) 研究展望及び達成目標は適切か	3.7
(iii) 進め方(含むテーマ構成と各テーマの位置付け)は適切か	3.6
(iv) 予想される成果の波及効果は	4.1
(b-2) 被ばく防護に関する研究（主要課題領域2）	
(i) 目的・意義は適切か	4.5
(ii) 研究展望及び達成目標は適切か	4.6
(iii) 進め方(含むテーマ構成と各テーマの位置付け)は適切か	4.1
(iv) 予想される成果の波及効果は	4.3
(b-3) 線量・放射線測定技術の開発（主要課題領域3）	
(i) 目的・意義は適切か	4.0
(ii) 研究展望及び達成目標は適切か	4.0
(iii) 進め方(含むテーマ構成と各テーマの位置付け)は適切か	3.8
(iv) 予想される成果の波及効果は	4.1
(b-4) 放射線管理業務（主要課題領域4）	
(i) 業務の方向性・目的・目標等は適切か	3.7
(ii) 主要業務内容は適切か	4.1
(iii) 業務スケジュールは適切か	4.1
(iv) 予想される貢献の波及効果は	4.3
(c) 資源(予算、人員等)配分は適切か	4.0
(d) 原研他部門との協力・連携は適切か	4.2
(e) 外部機関との協力・連携は適切か	3.9
(f) 人材養成の施策は適切か	4.2

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

$1 \text{ eV} = 1.60218 \times 10^{-19} \text{ J}$
 $1 \text{ u} = 1.66054 \times 10^{-27} \text{ kg}$

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	ヘクト	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	$\text{m} \cdot \text{kg} / \text{s}^2$
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	$\text{N} \cdot \text{m}$
工率, 放射束	ワット	W	J / s
電気量, 電荷	クーロン	C	$\text{A} \cdot \text{s}$
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	$\text{V} \cdot \text{s}$
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	$^{\circ}\text{C}$	
光度	ルーメン	lm	$\text{cd} \cdot \text{sr}$
照射度	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
オングストローム	\AA
バール	bar
ガリ	Gal
キュリー	Ci
レントゲン	R
ラド	rad
レム	rem

$1 \text{ \AA} = 0.1 \text{ nm} = 10^{-10} \text{ m}$
 $1 \text{ bar} = 100 \text{ kPa} = 10^5 \text{ Pa}$
 $1 \text{ bar} = 0.1 \text{ MPa} = 10^5 \text{ Pa}$
 $1 \text{ Gal} = 1 \text{ cm} / \text{s}^2 = 10^{-2} \text{ m} / \text{s}^2$
 $1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$
 $1 \text{ R} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ C} / \text{kg}$
 $1 \text{ rad} = 1 \text{ cGy} = 10^{-2} \text{ Gy}$
 $1 \text{ rem} = 1 \text{ cSv} = 10^{-2} \text{ Sv}$

(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, ヘクト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関係理事会指令では 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	1	0.101972	0.224809
9.80665	9.80665	1	2.20462
4.44822	4.44822	0.453592	1

粘度 $1 \text{ Pa} \cdot \text{s} (\text{N} \cdot \text{s} / \text{m}^2) = 10 \text{ P} (\text{ボアズ}) (\text{g} / (\text{cm} \cdot \text{s}))$
 動粘度 $1 \text{ m}^2 / \text{s} = 10^4 \text{ St} (\text{ストークス}) (\text{cm}^2 / \text{s})$

圧	MPa (= 10 bar)	kgf/cm ²	atm	mmHg (Torr)	lbf/in ² (psi)
1	1	10.1972	9.86923	7.50062×10^1	145.038
0.0980665	0.0980665	1	0.967841	735.559	14.2233
0.101325	0.101325	1.03323	1	760	14.6959
1.33322×10^{-4}	1.33322×10^{-4}	1.35951×10^{-3}	1.31579×10^{-3}	1	1.93368×10^{-2}
6.89476×10^{-3}	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	1	0.101972	2.77778×10^{-7}	0.238889	9.47813×10^{-4}	0.737562	6.24150×10^{18}
9.80665	9.80665	1	2.72407×10^{-6}	2.34270	9.29487×10^{-3}	7.23301	6.12082×10^{19}
3.6×10^6	3.6×10^6	3.67098×10^3	1	8.59999×10^3	3412.13	2.65522×10^6	2.24694×10^{25}
4.18605	4.18605	0.426858	1.16279×10^{-6}	1	3.96759×10^{-3}	3.08747	2.61272×10^{19}
1055.06	1055.06	107.586	2.93072×10^{-4}	252.042	1	778.172	6.58515×10^{21}
1.35582	1.35582	0.138255	3.76616×10^{-7}	0.323890	1.28506×10^{-3}	1	8.46233×10^{18}
1.60218×10^{19}	1.60218×10^{19}	1.63377×10^{20}	4.45050×10^{-26}	3.82743×10^{-20}	1.51857×10^{-22}	1.18171×10^{-19}	1

$1 \text{ cal} = 4.18605 \text{ J}$ (計量法)
 $= 4.184 \text{ J}$ (熱化学)
 $= 4.1855 \text{ J}$ (15°C)
 $= 4.1868 \text{ J}$ (国際蒸気表)
 仕事率 1 PS (仏馬力)
 $= 75 \text{ kgf} \cdot \text{m} / \text{s}$
 $= 735.499 \text{ W}$

放射能	Bq	Ci
1	1	2.70270×10^{-11}
3.7×10^{10}	3.7×10^{10}	1

吸収線量	Gy	rad
1	1	100
0.01	0.01	1

照射線量	C/kg	R
1	1	3876
2.58×10^{-4}	2.58×10^{-4}	1

線量当量	Sv	rem
1	1	100
0.01	0.01	1

