

原子力基盤技術開発研究課題の事後評価

平成 11 年 3 月 15 日

原子力委員会

基盤技術推進専門部会

放射線生物影響分野研究評価ワーキンググループ

ビーム利用分野研究評価ワーキンググループ

原子力用材料技術分野研究評価ワーキンググループ

ソフト系科学技術分野研究評価ワーキンググループ

計算科学技術分野研究評価ワーキンググループ

事後評価課題一覧

(1) 放射線生物影響分野（7 課題：11月25日ヒアリング実施）

1	放射線被曝による膜受容体機能障害の解析と膜脂質の改変を用いた障害防止技術の開発	国立感染症研究所
2	必須元素の代謝を指標とする放射線の影響評価法の開発と防護に関する実験的研究	国立公衆衛生院
3	環境放射線量の測定評価手法に関する研究	日本原子力研究所
4	粒子線利用に関する研究	日本原子力研究所
5	放射線被ばくのデトリメントとその修飾因子に関する生物学的調査研究	放射線医学総合研究所
6	放射線の生物影響に関連するヒトゲノム領域の解析研究	放射線医学総合研究所
7	環境における放射線物質の動態と被ばく線量算定に関する調査研究	放射線医学総合研究所

(2) ビーム利用分野（5 課題：11月26日ヒアリング実施）

8	波長可変軟X線コヒーレント光源技術に関する研究	電子技術総合研究所
9	レーザー溶液化学技術の開発（Ⅱ）	核燃料サイクル開発機構
10	有用元素分離回収技術の開発	核燃料サイクル開発機構
11	レーザー誘起化学反応の研究	日本原子力研究所
12	原子力用短波長レーザーの開発研究	理化学研究所

(3) 原子力用材料分野（9 課題：11月16日ヒアリング実施）

13	原子力用構造部材の非接触リモートモニタリング技術に関する研究	機械技術研究所
14	同位体変換制御材料に関する研究	金属材料技術研究所
15	照射下での材料変形破壊に関する研究	金属材料技術研究所
16	レドックス型イオン交換体によるセシウムの新分離技術に関する研究	九州工業技術研究所
17	原子力材料の熱物性データ評価技術に関する研究	計量研究所
18	高性能液体遮蔽材料に関する研究	船舶技術研究所
19	セラミックス系多機能遮蔽材料の開発に関する研究	船舶技術研究所
20	耐熱耐放射線半導体素子のための材料基礎技術に関する研究	電子技術総合研究所
21	原子力用材料の設計創製の研究	日本原子力研究所

(4) ソフト系科学技術分野 (2 課題: 12月2日ヒアリング実施)

22 原子力用ロボットの実環境行動計画技術に関する研究

電子技術総合研究所

23 原子力用遠隔操作ロボット技術の研究

日本原子力研究所

(5) 計算科学技術分野 (1 課題: 11月24日ヒアリング実施)

24 アクチノイド系化合物の 5 f 電子挙動に関する量子化学算手法の研核燃料サイクル開発機構

原子力基盤技術開発 事後評価用総合所見フォーマット

研究開発課題名	1. 放射線被曝による膜受容体機能障害の解析と膜脂質の改変を用いた障害防止技術の開発 (国立感染症研究所)
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	放射線被曝の生体に及ぼす影響を、生体膜上に存在するレセプターのリガンド結合能を指標として評価するとともに、生体膜脂質改変により、放射線被曝障害を防止する方法を開発する。
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	・膜受容体に関する成果は、当初予定していたレベルに達したと判断される。しかし、放射線影響関連の研究成果が、前者に比して乏しいとの印象は否定できない。 ・日周性の乱れに関する発見等は、副次的な成果といえよう。 ・放射線影響関連以外の分野に関する論文発表は、相当高く評価してよいが、（肝心の）放射線影響関連分野への論文発表が乏しい。
3. 事後評価 ・目的・目標の設定の妥当性 ・研究計画設定の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究者の研究能力	・放射線の生物作用を、生体膜上のレセプターのリガンド結合能を指標にして評価せんとする本研究の当初の目的・目標は、おおむね妥当であった。しかし、設定された3つの中課題間の関連性および「低線量」放射線とはどの程度の線量を念頭に置いていたかについては、必ずしも明確でなかった。 ・3つの中課題に関する研究が、相互の関連なくすすめられた結果、研究全体としてのまとまりが希薄になり、羅列的になった。 ・放射線生物学に関する基礎的な知識を身につける必要がある。例えば、細胞の生死をコロニー形成率で提示する場合には、対数（コロニー形成率）－普通目盛り（線量）プロットを採用することや、コロニー形成率が「ゼロ」にならないように細胞の播きこみ数を調整することなどがそれである。さもないと、放射線生物影響関連の成果が、論文として目の目を見ないことになりかねない。
4. その他	
評価責任者氏名	嶋 昭紘

原子力基盤技術開発 事後評価用総合所見フォーマット

研究開発課題名	2. 必須元素の代謝を指標とする放射線の影響評価法の開発と防護に関する実験的研究 (国立公衆衛生院)
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	マウスに X 線照射後、細胞、組織および全身での必須元素の代謝を調べ、これらに基づき、放射線の影響評価法を検討する。
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	・2年で終了となったため、時間的にも当初の計画すべてを実現するに到っていない。 発表論文も少ない。
3. 事後評価 ・目的・目標の設定の妥当性 ・研究計画設定の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究者の研究能力	・研究担当者らが掲げた「マウスに X 線照射後、脾細胞や骨髄細胞への金属元素の取り込みを調べることで、放射線影響の評価法の開発を目指す」という目的・目標自体が適切でなかった。研究が2年で終了となったこともあるが、データはあれど、上記の目的・目標を満足させるような成果は少ない。むしろ、研究担当者らが以前から力を注いでいた「金属元素の投与による放射線障害回復の機構解明」を目的・目標とした方が、研究担当者らも実験を進め易かっただろう。また、評価する側としても、目的と実験計画とのあまりの乖離に当惑し、実現性に不安を感じることも避けられたかも知れない。
4. その他	本研究の成果として、骨髄細胞や脾細胞において、照射後 C ₀ の取り込みが増加することが確認されている。この成果をふまえての研究と発展を期待する。
評価責任者氏名	井尻 憲一

原子力基盤技術開発 事後評価用総合所見フォーマット

研究開発課題名	3. 環境放射線量の測定評価手法に関する研究（日本原子力研究所）
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	一般人の環境放射線による微量長期間の放射線被曝の線量を高精度に評価する手法の開発を目指す。そのために実効線量を直接測定できるような測定器を開発する。さらに自然ガンマ線、宇宙線などの高エネルギー放射線についても線量測定と評価を行う。
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	・日本人（東洋人）のコンピュータ断層（CT）に基づいた人体モデル（ファントム）の開発を完成した。また、それを用いて線量計算システムを開発した。 ・ICRP77に準拠して研究してきたが途中でICRP90 勧告が発表され、それにも適合するよう応用研究へと発展した。 ・論文20件
3. 事後評価 ・目的・目標の設定の妥当性 ・研究計画設定の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究者の研究能力	・日本人ファントム、特に臓器線量まで考慮したファントムの開発完成は、目的・目標が妥当であったことを示している。 ・従って研究計画設定は妥当であった。 ・研究の進捗状況は10年間は長すぎる。本来3年単位ぐらいで再検討すべきであった。 ・それに関連して、研究途中に国際放射線防護委員会（ICRP）の勧告内容が変わるということによって、研究の方向が一部変わった。 ・研究者の能力は十分であった。 ・研究業績は、国際的雑誌への発表が乏しい。
4. その他	特になし
評価責任者氏名	武部 啓

原子力基盤技術開発 事後評価用総合所見フォーマット

研究開発課題名	4. 粒子線利用に関する研究（日本原子力研究所）
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	・放射光領域の低エネルギー光子、及び高エネルギー加速器からの高エネルギー中性子の人体における実効線量評価データを整備するとともに、フォトンファクトリーでの線量当量測定技術を開発する。またサイクロトロンからの陽子をリチウム標的に当てて放出する単色中性子についても同様の研究を行う。
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	・原子力研究所が開発した人体の数学ファントム内での実効線量の計算コードシステムを開発した。 ・放射光施設における50keV 以下の光子の実効線量換算係数データを整備し、絶対強度測定器を開発した。 ・SPring-8ビームラインの安全設計に本研究の結果が応用された。 ・SPring-8の光学素子用冷却システムの基礎データとなる測定法と評価システムを開発した。 ・論文8件、口頭発表30件
3. 事後評価 ・目的・目標の設定の妥当性 ・研究計画設定の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究者の研究能力	・わが国には、筑波の高エネルギー加速器を利用したフォトンファクトリーと、新しく設置されたSPring-8（兵庫県）があるが、本研究は前者を用いた研究から、後者の建設、評価、安全性などに寄与する成果を挙げ、目的・目標の設定は妥当であったことが示された。 ・研究の進捗は8年間の長期間にしては論文発表などが少なく、不十分であったと判断される。 ・研究者の能力は目的・目標を達成するに十分であった。
4. その他	8年間という期間に担当者の交代などもあってか最終的なヒアリングを含め、研究成果の報告は不十分であったのは遺憾である。
評価責任者氏名	武部 啓

原子力基盤技術開発 事後評価用総合所見フォーマット

研究開発課題名	5. 放射線被ばくのデトリメントとその修飾因子に関する生物学的調査研究（放射線医学総合研究所）
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	・放射線の健康影響を「デトリメント」として捉え、現実在即した状況での放射線影響の様相とその機構を明らかにすることを目標としている。そのため、発癌、胎児への影響、プルトニウム239の内部被ばく影響に焦点をあて、影響の実態と発現機構の解明、その修飾因子の評価を行い、リスクの低減化につなげることを最終目的としている。
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	・放射線影響として重要度が高い、発癌、胎児への影響、プルトニウム239の内部被ばく影響について研究を行い、発癌についてはマウス白血病に関する線量・線量率効果係数を実験的に推定し、乳癌の授乳期の高発癌性、発癌におけるカロリー制限の影響について成果が得られた。胎児への影響では、造血障害と脳の組織構築障害発生と被ばく時期との関係、内部被ばくでは、肺腫瘍と骨腫瘍の線量反応関係が得られた。副次的に、白血病の誘発には、高線量率の低線量域では閾値がない結果が得られたとしている。発表論文は欧文66編である。
3. 事後評価 ・目的・目標の設定の妥当性 ・研究計画設定の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究者の研究能力	ICRP の勧告にある「デトリメント」の概念は本来確率的影響に対してのみ用いられるべきものであるが、此の研究では広義に解釈され人体に対する低線量放射線の影響として重要な発癌（外部被曝と内部被曝）と胎児への影響の両者を取り扱っている。両者の研究対象は、従来の特別研究の成果から、放射線医学総合研究所が行ってきた広範囲の研究課題のなかから絞られたものである。いずれも極めて重要ではあるが、生物学的機構が基本的に異なるため、お互いの関連性や研究の協力方法などについて工夫を要する。 研究結果として、発癌の閾値の存在が線量率、線質、癌の種類によって影響されることを実験的に示したことなどは大きな成果と考えられる。また内部被ばくでは Pu による肺癌発生とp53遺伝子突然変異との相関性などの成果が得られている。 一方、胎児への影響については、放射性核種の胎児移行・分布について重要な新知見が得られたことは評価できる。胎児の脳の組織構築に対する低線量・低線量率照射の影響についても新知見が得られ、従来ラットで報告されていた現象がマウスでも確認されたこのことも一応の成果と言える。 総じて、個々の研究テーマについて可成りの成果が得られ、また地道な分野に於いても着実に研究が進められたと思われる。
4. その他	
評価責任者氏名	佐々木 武仁

原子力基盤技術開発 事後評価用総合所見フォーマット

研究開発課題名	6. 放射線の生物影響に関連するヒトゲノム領域の解析研究 (放射線医学総合研究所)
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	・本研究プロジェクトは、ゲノム解析を進めることによって放射線影響の遺伝子制御に関する分子生物学的基盤の構築を狙ったものである。研究戦略として、①遺伝情報解析の技術開発とモデル生物としての分裂酵母のゲノム構造と機能の解析、②ヒトを含む哺乳動物における放射線感受性ゲノム領域の遺伝子解析と遺伝子改変動物による機能研究、③放射線発がんに関与する遺伝子群の解析を有機的に連携させながら研究を進める。
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	・ゲノム分析を基盤とした放射線影響の研究は新しい試みであり、影響研究におけるゲノム分析、酵母システムの導入など当初から研究戦略上疑問視する意見もあったが、これを見事に体系化し、激しい国際競争の中で多くの先導的業績を上げ、放射線影響研究の将来に1つの可能性と方向性を示したことは高く評価される。出発当初は、放射線感受性や発がんに関わる特定領域の解析であったが、その後DNA修復、細胞周期制御、放射線情報伝達など遺伝子機能に焦点を合わせたことにより、モデル生物からヒトまで統一的に理解できるシステムが確立され、研究は加速し、予想以上の成果が得られた。研究成果は質・量ともに極めて高いものである。ゲノム解析の結果は同時に国際ゲノム解析プロジェクトやがん抑制遺伝子の検出研究に貢献するなど多くの副次的成果も得られた。
3. 事後評価 ・目的・目標の設定の妥当性 ・研究計画設定の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究者の研究能力	・研究の目的・目標の設定および研究計画の設定とも妥当であったと言える。研究のベースとしたゲノム解析自体は国際的にも予想以上に研究が加速し、ゲノム構造解析の面では必ずしも先導的研究レベルを今日まで保持できなかったが、その研究の過程で放射線影響の制御に関わる多くの新しい遺伝子を世界に先駆けて発見し、また、その機構研究の面でも先導的成果を挙げてきたことは高く評価できる。また、研究の進め方も、中間評価や外部評価を参考に軌道修正をしながら行われ、多くのインパクトのある成果を挙げることができた。 ・内部評価にもあるように、本研究を放射線リスク評価という総合的視点から見た場合には、放射線発がんの分子生物学的基盤としては残された問題が多いが、放射線発がんを本研究の延長線で捉える場合には、機能的統一体としての遺伝子制御など研究戦略の見直しも必要と考えられる。ゲノム解析、新しい遺伝子の発見、未知の遺伝子機能など国際的にも競争の激化している研究領域にありながら、世界に先駆ける多くの研究成果を生み出したこの研究組織の持つ研究ポテンシャルは極めて高いものであると評価できる。
4. その他	・本研究の成果は、放射線影響の研究に新しい可能性を拓いたと言える。これまでの研究成果を基盤として新しい研究の展開「生体防御機構」が構想されているが、もし放射線発がんも視野に入れるのであれば、「放射線発がん」と「ゲノム防御機構」との関連の作業仮説を十分に検討・確認した上で研究戦略を立てる必要がある。
評価責任者氏名	佐々木 正夫

原子力基盤技術開発 事後評価用総合所見フォーマット

研究開発課題名	7. 環境における放射線物質の動態と被ばく線量算定に関する調査研究 (放射線医学総合研究所)
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	・核分裂により発生する H-3、Sr-90、Cs-137、I-131 の動態と被ばく線量推定結果をもとに、高度な環境安全評価と被ばく線量評価システムを構築する。さらに、再処理工場の稼働に伴って発生が予想される長半減期核種の環境内動態や代謝データを集め、公衆の被ばく線量推定と評価に資すること。
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	・気、陸、水圏での上記4核種の動態を国内で得られたパラメータを取り入れることによってモデル化し、さらに代謝モデルと組み合わせることにより、これら核種の経口摂取時の内部被ばく線量推定方式を完成した。また、Tc、U、Th、Pu の環境と人体における分布動態についてのデータを収集蓄積した。 ・放射性核種の環境移行と経口摂取に関する各種のパラメータを文献学的に整理収集し、データベースを完成させた。また、ICP-MS 法によって Pu-239、Pu-240 を分別定量することに成功した。さらに多元素同時定量法を確立することにより、環境中の元素分布を明らかにすることが可能となった。 ・論文数も多く活発な研究活動を物語っている。
3. 事後評価 ・目的・目標の設定の妥当性 ・研究計画設定の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究者の研究能力	・概ね妥当であるが、科学技術庁が個別に推進しているスピーディとの対応が明確ではない。そこで、本研究で開発されたソフトウェアは研究者向けのもので、研究者自身が独自のデータを投入することが可能としている点に特徴を見いだそうとしているようである。その意味では、ある程度実用性を念頭に置いた開発姿勢が必要ではなかったであろうか。 ・概ね妥当と思う。しかし、対象とする分野があまりにも広いため、最終的な目標であるヒトの被ばく線量推定の観点からは、本モデルの徹底的検証が必要では無かろうか。 ・長半減期核種の発生源から体内分布までのモデル化の完成や、Am-241 のデータ取得等を除き、順調に進捗していた。 ・報告書の中の出版論文一覧には論文題名が書かれていないため、どのような内容の論文であるのか窺いしれない面があるが、それを差し引いても5年間の研究期間中に70編近くの論文を発表した研究者の能力に敬意を表する。
4. その他	・気圏、陸圏における拡散コードの信頼性は高いが、食品流通に伴う拡散など中間リンクの問題が今後に残されている。 ・前述したように、本ソフトはあくまでも研究者用を狙ったものであるだけに実用性に乏しく、利用が限定される傾向は指摘されるであろう。
評価責任者氏名	二階堂 修

原子力基盤技術開発 事後評価用総合所見フォーマット

研究開発課題名	8. 波長可変軟X線コヒーレント光源技術に関する研究（電子技術総合研究所）
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	・高強度フェムト秒レーザーによる高次非線形光学過程を利用して、波長30nmから数nmの波長可変コヒーレント光を発生させ、それを軟X線領域における光学技術として完成させる。また同時に、基本となる固体レーザーシステムの高性能化技術の開発も推進する。
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	・高次高調波による短波長コヒーレント光源については、予定通りの成果が得られている。光学の小型化、高平均出力化に関しては短波長かを優先したため、今後の課題となった。副次的な成果として高次高調波のメカニズム、例えば、カットオフ周波数、偏光依存性などの解明に貢献した。 ・論文は高いレベルで数多く発表された。
3. 事後評価 ・目的・目標の設定の妥当性 ・研究計画設定の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究者の研究能力	・目的・目標の設定は、短波長コヒーレント光源、レーザー開発とも妥当。 ・高次高調波による短波長光源の研究は最初市販品となる前の試作レーザーシステム、後半は開発したシステムを用いて行われたが、レーザーの開発と短波長光源の有機的結合が遅れたきらいがある。それ以外は概ね妥当。 ・概ね順調であった。 ・研究者の能力は高いが、世界的に最先端のグループと競争する場合、更に厳しさが要求される。
4. その他	
評価責任者氏名	渡部俊太郎

原子力基盤技術開発 事後評価用総合所見フォーマット

研究開発課題名	9. レーザー溶液化学技術の開発(II) (核燃料サイクル開発機構)
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	・溶液中に溶解している元素やイオンに特定波長の光を照射すると、特有の化学活性を示す。この光化学反応を利用したアクチニド、ランタニド元素の光溶解、光錯体反応挙動などの基礎的特性を把握し、分離技術への適用可能性を追求する。
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	1) UO_2、PuO_2 の硝酸への溶解特性が光照射により向上することを実験的に確かめた。 2) Np および Pu の硝酸溶液について光原子価調整実験を行い、共存物質の選定により、Np-Pu の共抽出や Np と Pu の分離が可能であることを実証した。 3) Am 硝酸溶液の光照射実験を開始し、原子価調整の可能性を示唆するデータを得た。 ・副次的な成果はなし ・論文 5 篇、特許 6 件
3. 事後評価 ・目的・目標の設定の妥当性 ・研究計画設定の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究者の研究能力	・目的、目標の設定は妥当である。 ・研究計画の設定は妥当である。 ・研究の進捗状況：平成元年～6 年にかけて実施した研究の継続分であり、研究は順調に進行していたと言える。当初は 5 年計画であったが、組織改革に伴い、3 年経過時（平成 10 年 3 月）で研究を中止した。実質的な研究期間は 2 年であった。 ・研究者の研究能力：計画の途中で主担当者の交代があったが、研究者の能力は十分であった。
4. その他	・本研究は再処理、廃棄物処理のための基盤研究として重要な課題であると考えられる。アクチニド元素を使用できる研究機関は限られており、成果の積み上げが始まった段階で、このような形で研究が中止されるのは極めて残念である。何らかの形で研究を継続されることが望まれる。
評価責任者氏名	井澤 靖和

原子力基盤技術開発 事後評価用総合所見フォーマット

研究開発課題名	10. 有用元素分離回収技術の開発 (核燃料サイクル開発機構)
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	・窒化物燃料の製造に必要な ^{15}N の高度濃縮のため、光誘導ドリフトや赤外多光子解離を利用したレーザー同位体分離の基礎技術開発を行い、分離特性を把握する。また、他の有用元素へのレーザー同位体分離技術の適用性を検討する。
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	1) 光誘導ドリフトを利用した ^{15}N のレーザー同位体分離実験を行い、分離係数 1.14 を得た。 2) 赤外多光子解離を利用した ^{15}N のレーザー同位体分離について調査研究を実施した。 ・副次的な成果としては、光誘導ドリフトを利用した ^{13}C のレーザー同位体分離実験を行い、分離係数 1.18 を得た。 ・論文、特許等: 口頭発表 1 件
3. 事後評価 ・目的・目標の設定の妥当性 ・研究計画設定の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究者の研究能力	・目的、目標の設定は妥当である。 ・研究計画の設定は妥当である。 ・研究の進捗状況: 当初は 5 年計画であったが、組織改革に伴い、3 年経過時(平成 10 年 3 月)で研究を中止した。実質的な研究期間は 2 年であった。このため、光誘導ドリフトを利用したレーザー同位体分離実験はロシアで行われた研究の追試段階に止まっており、基礎データは蓄積されているものの、新しい成果を得るには至っていない。多光子解離の利用については具体的な研究には未着手の段階にある。 ・研究者の研究能力: 諸般の事情により研究の達成度が低いため、この研究だけから能力の評価は困難であるが、この研究グループの他の研究成果(分子法レーザーウラン濃縮研究など)から研究者の能力は十分であると推測される。
4. その他	・本研究は窒化物燃料の製造という観点だけでなく、各種有用元素分離へのレーザー技術の適用性を検討するための基盤研究としても重要な課題であると考えられる。研究の初期段階で研究が中止されるのは極めて残念である。このような研究は大学等でも実施可能であり、共同研究や装置の貸し出しなどの処置を講じ、研究の継続を図ることが望ましい。
評価責任者氏名	井澤 靖和

原子力基盤技術開発 事後評価用総合所見フォーマット

研究開発課題名	11. レーザー誘起化学反応の研究 (日本原子力研究所)
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	レーザーにより誘起される化学反応の基礎的な研究を進め、原子力分野での新しいレーザー利用の可能性を探ること及び放射線利用研究の展開として新型レーザーの利用法を開拓することを目標とした。具体的には、単色性や高エネルギー密度等のレーザー光を利用した元素・同位体の分離・分析法の開発や高付加価値化合物・高機能材料の合成法の開発に向けた研究を進めること。
2. 研究成果 ・ 当初予定の成果 ・ 副次的な成果 ・ 論文、特許等	・ 個別には多くの研究成果が得られているし、当初想定していなかったフッ素樹脂のレーザー表面処理による難接着性の改善のような副次的な成果も得られているが、断片的で全体としての方向性が見られない。 ・ インパクトの強いテーマについては、論文数が極端に少ない。論文の書きやすいテーマについては論文数は多いが原研でしかできない研究であったかとか新しいレーザー応用の分野を開拓したとかというような観点からは物足りない。
3. 事後評価 ・ 目的・目標の設定の妥当性 ・ 研究計画設定の妥当性 ・ 研究の進捗状況 ・ 研究者の研究能力	・ 目的・目標の設定は妥当であったと思う。ただし、この目的・目標にあった研究組織であったかという点では問題があったと思う。結果論であるが、申請時に申請研究グループが申請した目的・目標をやれるに研究体制になっているかという点まで、細かく検討すべきであったと思う。 ・ 研究計画設定は改善の余地があったと思う。目的・目標に掲げた理念に向かって、既に大学では長い歴史のあるレーザー化学の研究を大学と同じような取り組みでなく、原研でしかできない研究へと徐々に衣替えすべきであった。 ・ 研究の進捗状況は研究がある程度軌道に乗った時点で、目的・目標に掲げた理念に向かって、インパクトの高い研究成果もしくは原研でしかできない研究で成果が挙がるように、徐々に軌道修正すべきであった。 ・ 研究者の能力については特に問題はないが、組織的な問題があったと思われる。また、新しい研究テーマを推進して行く上で、専門家が極端に少ない体制で始めているので、性急な成果主義には無理があった。この点で、組織として、時間的な柔軟性をもう少し持たせる工夫が必要であったと思われる。
4. その他	
評価責任者氏名	田川精一

原子力基盤技術開発 事後評価用総合所見フォーマット

研究開発課題名	12. 原子力用短波長レーザーの開発研究（理化学研究所）
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	理研が独自に開発した方式を用いて軟X線レーザーの実用化までの道筋を作る。 1) 理研独自方式のさらなる改良 2) 実験室に収まる大きさの軟X線レーザー装置の開発 3) 軟X線レーザーの発振波長の短波長化 4) 軟X線レーザーの応用
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	・当初予定の成果は次の4点である。 1) アルミニウムのLi様イオンにより15.4, 10.5nmの軟X線レーザー光を得た。 2) パルス列からなるレーザーの全体波形を制御し、利得の増加を得た。 3) カルシウムイオンによって水の窓域波長にてレーザー増幅を確認した。 4) 波長15.4nmの軟X線レーザーを用いてゾーンプレート型X線顕微鏡への応用を実施し、一回の露光でニッケルメッシュ(周期16.9ミクロン)の像を得た。 ・とくになし ・論文14編、特許4件
3. 事後評価 ・目的・目標の設定の妥当性 ・研究計画設定の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究者の研究能力	・小型テーブルトップのX線レーザーシステムを実現するという目標は妥当であった。本研究の出発点是小エネルギーのパルスレーザーで生成したレーザープラズマでも利得が観測され、それがレーザー強度の微細変調によるものであるらしいという結論とアイデアであった筈である。方式の改良は勿論であるが『理研独自方式』の中味の物理機構を詳細に理解することも目的として明示すべきであった。目標の3)の達成はまさにこの理解の進展に密接に基づいて可能なものであったが、残念ながら研究期間6年間で進展が見られたとは言い難い。小エネルギー、小パワーのパルスでは一般にプラズマの電離度は上がらないため、再結合方式での短波長化は容易ではない。そこで上述の制限から決まるスケールリング測を明らかにすれば現方式が目標波長を達成するのにどこまで有効かを示すことができ、装置の小型化と実用化にもっと有用な情報を提供できたであろう。しかし、着実に装置を開発し、ゾーンプレート実験にまでこぎ着けた研究グループの活動の努力は評価されるべきである。 ・プラズマの専門家と分光の専門家との良いチームワークが研究推進の骨となり成果に大きく貢献したと評価できる。しかしプラズマ流体シミュレーション研究グループとの共同研究(国際共同研究も含めて)をもっと強力に企画実施し、エンジニアリングの世界に入る前にパルストレイン励起に伴う物理をあきらかにする能力を持つべきではなかったであろうか。
4. その他	
評価責任者氏名	望月 孝晏

原子力基盤技術開発 事後評価用総合所見フォーマット

研究開発課題名	13. 原子力用構造部材の非接触リモートモニタリング技術に関する研究 (機械技術研究所)
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	・原子力用構造物、冷却管の非接触法による内壁面の微少欠陥検出技術の開発のもとに信頼性評価手法の確立を図る。
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	・白色光源とファイバーオプティクスによる照明光学系をもつパイプカメラ方式と画像処理技術を駆使して電解研磨加工レベルの微少残留度(凹凸深さ$2.5\mu\text{m}$、面内分解能:軸方向$10\mu\text{m}$、円周方向$50\mu\text{m}$)の検出を可能とした。 ・細径管内の鏡面仕上げに高電流密度電解法により加工能率の向上が図れ、半導体分析機器などの分野への波及効果が期待される。 ・管内面仕上げに関するものに集中し、本来のモニター技術、信頼性評価技術に関するものは極めて少ない結果となっている。
3. 事後評価 ・目的・目標の設定の妥当性 ・研究計画設定の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究者の研究能力	・ニーズの把握、整備が十分とは言えず、本研究と原子力用構造部材の信頼性評価(使用前のみか、使用後も含めてかが不明確)技術との関連づけが浅い。 ・平滑化技術の取得に多大の努力が払われており、素材製作そのものがテーマの主旨のように伺える。微少欠陥の及ぼす影響、限界値の意味等同時に把握する必要がある。 ・平滑管の素材製作、細管内面の微少欠陥の検出といった面での能力は認められるが、テーマに沿った総合評価能力については今後の問題として残る。
4. その他	・テーマに沿った成果を求める上で、現場のニーズと技術的方向性をフォローしつつ進める必要がある。
評価責任者氏名	吉見宏孝

原子力基盤技術開発 事後評価用総合所見フォーマット

研究開発課題名	14. 同位体変換制御材料に関する研究（金属材料技術研究所）
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	中性子照射等による材料の放射化、組成変化等の核変換による材料の損傷の解決、また核変換を利用した新材料創製を目指し、同位体を制御した金属材料の合成を図る。特にシリコン同位体の高濃縮化ならびに同位体濃縮金属シリコンの合成を目標とする。さらに核変換特性を予測、評価する計算コードの開発・整備等を行う。
2. 研究成果 ・ 当初予定の成果 ・ 副次的な成果 ・ 論文、特許等	主たる研究の対象である Si 同位体の高効率分離が、 Si_2F_6 に特定波長の赤外パルスレーザーの照射励起による分解反応を通じ可能となることを示した。 ^{28}Si および ^{30}Si についてはプロジェクトで整えた実験設備で高効率濃縮を達成できたが ^{30}Si の効率改善には新たなレーザー光源が必要であることも分かった。また同位体濃縮したシリコン結晶膜の合成に成功し、濃縮 ^{30}Si を用いた SiC が優れた低放射化特性を有することも、計算機シミュレーションによって示した。この研究を通じて、珪素フッ化物ガスの合成法に新たな手法を見だし、多数の研究報告を行い日米で特許を出願した。また気相反応浸透法によって SiC/SiC 複合材料の作成も行った。
3. 事後評価 ・ 目的・目標の設定の妥当性 ・ 研究計画設定の妥当性 ・ 研究の進捗状況 ・ 研究者の研究能力	この研究の主たる成果はシリコンの高効率同位体分離に、赤外パルスレーザーを用いて成功したことであり、高く評価できる。この高効率分離の成功は軽元素であるシリコンを選んだことにも助けられている。 低放射化特性の計算機シミュレーションによる予測の的確性は実験に待たなければならないが、研究成果の発表がよくなされ、同位体変換挙動に関するデータベースの構築も行われた。SiC が原子力用高温構造材料や高温半導体の観点から重要な化合物であることおよびこの種のデータの公開例が少ないこと等から、研究は極めて有意義なものであったと言える。研究者の資質はこの研究の推進に適切なものであった。この研究は特殊環境下で用いられるシリコン半導体の高度化にも寄与する。
4. その他	機関の事後評価所見に「目標・目的の設定は明確」とされているが、そう思わない。研究着手時に達成目標を具体的に決めて着手することが必要であったと考える。当初の大きな目標をそのまま受け入れるなら、ここにに得られた成果は充分とはいえない。研究の主たるターゲットが、初めから「同位体を制御した金属材料の合成に資するための Si の同位体分離」に向けられたのであれば、研究テーマ名や研究目標・目的もそのように明確に設定した方がよかったし、それで十分であったと考える。プロジェクトの評価は掲げた目標と密接に関係するからである。
評価責任者氏名	猪股 吉三

原子力基盤技術開発 事後評価用総合所見フォーマット

研究開発課題名	15. 照射下での材料変形破壊に関する研究 (金属材料技術研究所)
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	・原子炉炉内構造物の健全性確保を目的に、特に試験の技術的困難度が著しく高いために未だ十分に解明されていない、照射下における動的な材料の変形や破壊の挙動を、実験的・理論的に解明・予測するために以下の基盤的研究を行う。 (1) 引張り式の照射下クリープ疲労重畳試験装置を開発製作、照射下における疲労及びクリープ疲労挙動を調べ、非照射・照射後との相違を解明 (2) 核変換生成ガス元素の、材料の微細組織や変形破壊に及ぼす影響の解明、及びその抑制法研究 (3) 照射下で誘起される著しい変形挙動の計算機シミュレーションによる予測と検証
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	・引張り式照射下クリープ疲労重畳試験の開発は貴重な成果であり、照射誘起変形やヘリウム影響も含めて重要な知見が得られている。 ・論文、国際会議発表は、質・量とも十分なレベルにある。
3. 事後評価 ・目的・目標の設定の妥当性 ・研究計画設定の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究者の研究能力	・目標の設定と進捗状況は、全体として妥当で満足できると考えられる。軽水炉の長寿命化や核融合炉開発に関連して、照射下のクリープ疲労などの定量的な評価はますます重要になっており、金材研の軽イオン加速器の技術と実績をもとに企画できるもので適切である。 ・さらに成果を生かすためのコメントとして； ○照射下試験について、微少試験法として条件を標準化することを試みてほしい。 ○原子炉照射挙動予測に、得られた知見を生かすために、原研やメーカー等との今後の共同研究が期待される。 ○イオン照射－中性子照射、微少試験－構造体の相関関係等、関連研究の統合化のため、大学との共同研究が有効と考えられる。 ・放射化試料実験、加速器実験と限られたマンパワーを考えると、大変な努力をしていると推定され、能力も高い。
4. その他	・材料照射専用の軽イオン加速器施設と研究レベルを生かしてさらに発展させるには、マンパワーの充実が必要。
評価責任者氏名	阿部勝憲

原子力基盤技術開発 事後評価用総合所見フォーマット

研究開発課題名	16. レドックス型イオン交換体によるセシウムの新分離技術に関する研究（九州工業技術研究所）
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	・既存の放射性廃液処理技術と整合性があり、イオン交換体の繰り返し使用が可能な、廃棄物の発生量が少ない、セシウムの新分離技術の開発を目的とする。このために、レドックス型イオン交換体とそれを有効成分とする粒状複合イオン交換体を探索、開発し、硝酸系溶液からのセシウム吸着特性、酸化作用のある溶離剤によるセシウムの脱着特性、還元剤による母体の再生特性を明らかにする。
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	(1)銅塩系フェロシアン化物レドックス型イオン交換体を用いたセシウム分離プロセスの開発（RIECS法） (2)廃液レベルに対応できる微極性多孔質樹脂、またはシリカゲルを担体とした粒状複合イオン交換体の開発 ・パラジウムの分離・回収 ・論文は10件、特許9件（出願中も含む）
3. 事後評価 ・目的・目標の設定の妥当性 ・研究計画設定の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究者の研究能力	・目的とする技術開発は放射性廃液の処理・処分・低レベル化、及び無害化の観点から重要な課題であり、目標設定は妥当である。 ・書面上では研究者1名で計画・実行されたこととなっている。実質的には共同研究者があったとのことである。成果から見ると計画は妥当と思えるが、書面上の1名では計画が妥当であったかどうか判断しかねる。 ・重要な成果が得られ、論文・特許化の努力も評価できる。ただ、放射性廃液を用いた実証テストが出来なかったことや、他機関との交流が不足していたようである。 ・少人数で多くの重要な成果があり、能力は優れている。
4. その他	・中間評価にあったように、本成果のアピール、活用に研究行政担当部門の一層の支援が望まれる。
評価責任者氏名	米澤正智

原子力基盤技術開発 事後評価用総合所見フォーマット

研究開発課題名	17. 原子力材料の熱物性データ評価技術に関する研究（計量研究所）
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	・原子力材料の熱物性値を3,000℃に至る高温まで極めて高精度で測定し、材料のキャラクターを同定しつつ、高水準の熱物性データセットを作成する。これをもとにして原子力用材料の熱物性解析・評価技術を開発するとともに、未知材料の熱物性値を精度良く推算する技術を開発して、材料設計や高温原子力装置の熱設計の高度化に寄与する。 (ただし、最初の version とは変更されているようだ。)
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	・主に、炭素系材料に対し、熱物性値を高精度で測定し、原研など関係機関にデータを提供するとともに、コンピュータソフトとしての固体熱物性データベースの開発を行った。さらに、炭素系材料のX線回折法によるキャラクター化を行い、熱物性値と材料キャラクターの顕著な相関を明らかにした。3000℃近い高温までの熱物性測定を達成した。 ・複合材料の熱的性能を理解する上で、材料内部の局所的物性値の必要性を認識し、新たに10 μm以下の微少領域の局所熱浸透率分布測定可能な測定装置を開発した。 ・レフリー付きの学術誌への投稿論文は6編と比較的少ない。内外のシンポジウムに7件程度発表している。特許は1件のみ。従って成果発表は十分とは思われない。
3. 事後評価 ・目的・目標の設定の妥当性 ・研究計画設定の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究者の研究能力	・炭素系材料、複合材料の熱物性値を高精度で3,000℃近い高温まで測定するとともに、材料キャラクター化と熱物性値との相関関係を解明しようとする目標は、原子力基盤研究として妥当であった。 ・計量研の蓄積された研究能力を活用するとともに、新たな測定装置の開発と導入を図る計画の設定は妥当であった。 ・材料のキャラクターと熱物性値の相関研究については、炭素系材料では目標を達成したと言えるが、複合材料については、手法の確立を図ったばかりの段階で、高精度データベース提供までには至っていない。また、3000℃を目標に掲げたが、実際には2600℃程度までしか測っていない。 ・研究者の研究能力は、目標達成度から見てかなり高いと評価できる。
4. その他	(1)照射効果など、原子力用材料として必要なデータ取得の進め方を検討されたい。即ち、ホットラボでの測定の高度化を目指してほしい。 (2)評価技術の開発とその利用について、説明者と調査票の記述とのずれが感じられた。グループ内に意識の差が存在するのではないか。
評価責任者氏名	山脇道夫

原子力基盤技術開発 事後評価用総合所見フォーマット

研究開発課題名	18. 高性能液体遮蔽材料に関する研究（船舶技術研究所）
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	中性子及びガンマ線の双方に対して良好な遮蔽性能、施工性、使用後の廃棄物処理の際の利便性、安全性等、遮蔽材料として有効な特性を兼ね備えた高性能遮蔽材料を開発する。またこの応用の一つとして考えられる遮蔽欠損部補償遮蔽設計への適用性を検討し、この設計法を確立することを目的にしている。
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	1) 遮蔽用コンクリートに比較して約半分の厚さで同じ中性子遮蔽効果を持ち、放射化量は $1/10^5$ 以下で、中性子及びガンマ線に対しほぼ同じ遮蔽効果を示す高性能ゲル状遮蔽材料を開発した。 2) 高性能遮蔽材料を作成する紫外線硬化法を確立した。 3) 2回屈折ダクト体系及び円環プラグ体系に対して高性能遮蔽材の中性子及びガンマ線混在場の補償遮蔽設計を実施し、その適用性を明らかにした。 4) 当初目的の液体遮蔽材は開発されなかった。 ・最適原材料決定に対するファジー理論による最適化手法の適用性、放射線漏洩計算に対する中性子ストリーミング計算式等が副次的成果として得られている。 ・学会・国際会議への発表が計14件あるが論文・特許が見られない。
3. 事後評価 ・目的・目標の設定の妥当性 ・研究計画設定の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究者の研究能力	・最終的には遮蔽用コンクリートに比較して優れた遮蔽効果を持ち、放射化量も少ない高性能ゲル状遮蔽材料が開発されたが、研究着手時に研究目標を具体的に設定して推進しておればよりの確に開発できたと考える。開発に具体的目標の設定は重要である。 ・液体遮蔽材の開発は漏洩性、重金属の毒性の点から断念したとのことであるが、研究着手時の調査が不十分ではなかっただろうか。研究着手時に遮蔽材の必要な特性、環境・安全面の配慮等を考慮した事前調査が必要であったと考える。 ・高性能遮蔽材料は開発されたものの有機材料を含んでおり、放射線損傷や耐熱性、経年劣化等の問題が解決されていない。研究には有機化学系の材料研究者の協力が必要である。研究着手時及び計画変更にあたって、専門家を加えた議論を十分行うのが望ましい。 5年間の研究で発表はあるものの論文及び特許が皆無なのは寂しい。研究した成果はまとめて論文にすべきであり、また開発した材料は特許にすることが望ましい。
4. その他	今後の方向付けを専門家を交えて十分議論した法がよい。一つは開発した材料の今後の進め方で、もう一つは液体遮蔽材に対する考え方である。毒性のない液体遮蔽材の需要はないのか、困難かもしれないが議論してほしい。
評価責任者氏名	正岡 功

原子力基盤技術開発 事後評価用総合所見フォーマット

研究開発課題名	19. セラミックス系多機能遮蔽材料の開発に関する研究（船舶技術研究所）
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	概要は「限られたスペースでの放射線遮蔽を効果的に行うため、セラミックスの遮蔽材料としての適用可能性を示すことを目的とし、いくつかのセラミックスについて、中性子遮蔽性能及び熱衝撃強度等の評価を行って高温構造材料の機能をあわせもつ遮蔽材料としてのセラミックスの性質を明らかにし、主として中性子遮蔽の面から最適な材料設計手法の開発を行う。」ことである。
2. 研究成果 ・ 当初予定の成果 ・ 副次的な成果 ・ 論文、特許等	実験によりホウ化チタン、窒化ホウ素、炭化クロムの中性子遮蔽性能を調べ、単一材料の遮蔽特性、2種類の材料の組み合わせ、3種類の組み合わせ、組み合わせの順序による遮蔽性能の変化を調べ、最適配置があることを明らかにし、中重核材料をホウ素系セラミックスより線源側に位置させることで遮蔽効果の高揚が認められること等を明らかにした。 熱衝撃強度評価をホウ化チタン、炭化クロムについて行い、熱疲労強度評価法を検討し、マシナブルセラミックスに適用、セラミックスのロウ付け接合部がハイブリッド材の強度に与える影響を検討、アルミナの高温エロージョン特性を調べた。これらの研究成果は主として機械関係の学会に発表されている。得られた成果を RI 熱発電システムに適用し、新たな知見を得ている。
3. 事後評価 ・ 目的・目標の設定の妥当性 ・ 研究計画設定の妥当性 ・ 研究の進捗状況 ・ 研究者の研究能力	核的データの他に「高揚効果」を適用した最適化への考え方は、要求仕様の充足に向けた具体的設計の道筋を示した点で、シーズ研究として大きな意義が認められる。研究報告は比較的少なく、特許の出願はない。 多くの研究課題を取り扱っているが、具体的目標に収斂していない印象を持つ。結果論であるが、初めから具体的に RI 熱発電システムのようなニーズを想定し、これらの研究計画を立案した方がよかったかもしれない。例えば熱衝撃の評価法に関する研究等は、対象を明確にしておかないと、「評価法」の意義に疑問さえ生ずる場合があるからである。
4. その他	目的・目標が曖昧に広く設定されている。実行可能な部分は、初めからその一部であったのだから、最初にしっかりした目標を決め具体的研究計画を明らかにして研究を進めるべきであった。プロジェクトの評価は、掲げた目標と密接に関係するからである。 調査票に見られる「研究目標」と、機関の「事後評価所見」に見られる「当初の目的・目標」の間にも不一致がある。機関による評価所見の研究目的・目標の方が分かりやすいが、それでもなお実行された研究との間には開きがある。 材料の強度特性に深く関係する、高温強度、熱衝撃・疲労強度、セラミックス接合部分の特性、エロージョン特性等は、国際的な規模で、セラミックス耐熱構造材料の実用化に向け、近年活発に検討されてきた問題であり、学会発表などを通じこのような研究グループと、もっと知識の交流をすべきであった。最適材の実用化、製作性の観点からの基礎調査も一つの課題である。
評価責任者氏名	猪股 吉三

原子力基盤技術開発 事後評価用総合所見フォーマット

研究開発課題名	20. 耐熱・耐放射線半導体素子のための材料基礎技術に関する研究（電子技術総合研究所）
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	高温・高放射線下で動作する新たな高機能半導体素子の実現のために、材料基盤技術とともに耐熱・耐放射線半導体材料の高度化（SiC 結晶の平坦化やキャリア濃度制御）と素子構造作製技術の開発と、素子の放射線応用特性をミクロかつ動的にその場評価する技術の確立を目的とする。
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	(1) 残留キャリア濃度を低減し、膜厚分布の均一化された SiC 基板を、減圧 CVD 法で開発した。 (2) 逆耐圧特性の優れたショットキー接合素子を開発した。SiC への高温イオン注入法による誘起欠陥の構造明確化とポストアニーリングによる照射損傷の回復過程を明らかにした。 (3) イオンマイクロプローブの高精度化と過渡電流測定とイオンビーム誘起電流測定により素子の放射線応答特性の高精度での評価。 (1) APD がなく、エッチピット密度が極めて小さく、原子レベルでの平坦な SiC 薄膜 (2) SiC の格子欠陥に捕捉されたポジトロンの崩壊寿命より格子欠陥の定量と種類の同定による高感度な耐放射線評価法の実証。 ・論文は非常に多い、特許は非常に少ない。
3. 事後評価 ・目的・目標の設定の妥当性 ・研究計画設定の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究者の研究能力	・広い波及効果が予測され、目的・目標は妥当である。 ・課題は大きく分けて3項目あり、結晶基板、素子化技術、放射線評価となっており、素子化や評価は結晶基板の成功の上に進めねばならず、同時に進めるにはやや困難であった。 ・結晶基板については十分な成果が得られている。素子化技術では残った課題がある。放射線評価では、SiC でなく Si で評価技術を進めた。 ・研究者の研究能力は充分高いと判断される。
4. その他	SiC の結晶基板技術では格段な進歩が見られ、残った素子化や評価技術については更なる継続した研究体制が望まれる。
評価責任者氏名	米澤正智

原子力基盤技術開発 事後評価用総合所見フォーマット

研究開発課題名	21. 原子力用材料の設計創製の研究（日本原子力研究所）
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	・材料の基礎物性の実験的研究と計算機シミュレーション等の理論研究を通じて、原子力に有用な新しい材料の設計、並びに創製を行う。特にセラミックを中心に高機能性、あるいは、耐放射性を有する材料の設計、試作、物性研究、さらにIEA協力による核融合炉固体増殖材共同照射試験(BEATRIX-Ⅱ)関連の研究を行う。
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	・実験的成果としては、ZrO_2、Yb_2O_3系固体電解質、MgO添加Si_3N_4、ZrO_2薄膜結晶等の合成、Al_2O_3、SiCの照射損傷過程の解明、超伝導体$YBa_2Cu_3O_x$の合成と機構解明、BEATRIX-ⅡによるLi_2O、Li_2ZrO_3の照射研究など多数に昇る。理論的なものも、フッ化ガラスの分子動力学シミュレーションがある。 ・ITER工学設計タスクとしてのAl_2O_3の絶縁劣化の予測、黒鉛中ヘリウム挙動予測データ提供など。 ・研究テーマの多様性を反映してオリジナル論文の発表は極めて多数にのぼるが、特許に出されていないようだ。基礎研究にやや偏していたということか。
3. 事後評価 ・目的・目標の設定の妥当性 ・研究計画設定の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究者の研究能力	・結果として、個々の材料研究がレベルの高い成果を挙げていることから考えれば、目的・目標設定はそれなりの妥当性を有していたと言えなくはない。しかし、全体としてみた場合、目的・目標の設定が一般的すぎ、どの材料に主眼を置くのかが読みとれない表現であったことは、本研究の欠点といえる。 ・全体としての研究計画設定が当初にしっかり確立されていたようには見えない。研究の進捗に伴い、新しいテーマを取り込んでいったように見える。 ・テーマはかなり多岐にわたるが、全体として、当初目指した優れた原子力用材料開発を目指しての、材料物性などの実験的研究と計算機シミュレーションを用いての研究は、多くの有用な成果を挙げたと言えよう。ただ一部に未達成のサブテーマも残されたが、ほぼ90%の達成率かと考える。 ・個別テーマの推進では優れた研究成果を挙げており、研究能力は高いと評価できる。しかし、担当者が途中交替したこともあってか、研究全体の整合性なき展開と終結の点で少し難点が見られる。
4. その他	(1) 研究のねらいと年次計画を明確にする必要がある。 (2) 今後の進め方については、十分再検討しないと発散しすぎている。 (3) 効率的に成果を集約するため、他機関との研究交流を図るべきである。
評価責任者氏名	山脇道夫

原子力基盤技術開発 事後評価用総合所見フォーマット

研究開発課題名	22. 原子力用ロボットの実環境行動計画技術に関する研究（電子技術総合研究所）
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	・原子力プラント内の作業の遠隔管理・自動化を実行する基盤技術として、実環境下における行動計画立案機能を開発することにより、原子力ロボットの統合的な自律化技術を確立する。
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	・当初想定していた成果としては、1)制御性に優れた新マニピュレータシステム開発、2)接触状態遷移系列によるマニピュレーション記述方式の開拓、3)接触動作シミュレータを用いた機械組み立て作業教示システムの開発、4)擬似接触点モニタリング手法の開発、5)レンジファインダと教示ツリーを用いた環境モデル構築法の開拓、6)これらを統合して、実環境下の認識・計画・行動を有機的に統合する作業実行システムの構築、があげられる。 ・副次的な成果としては、1)接触状態記述のグラフ計算アルゴリズム、2)シルエット法を用いた組立動作自動計画法、3)バックプロジェクションを考慮する環境モデリングの提案、という形で主にアルゴリズムの面の整理が行われた。 ・発表論文は質・量ともに十分と考えられる。ただし、特許などに結実する成果がもっとあってもよかったのではないかな。
3. 事後評価 ・目的・目標の設定の妥当性 ・研究計画設定の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究者の研究能力	(1) 目的や目標の設定はおおむね妥当であり、研究の成果は当初の想定通り、あるいはそれ以上の進展を見たものと考えられ、また、実際に大きな自律システムとして構築した努力は高く評価される。なお、この研究は、実際応用の面よりも、新しい手法を提示するという学術的な面で評価されるものであり、国際会議での最優秀論文賞に選ばれたのもうなずける。 (2) しかし、統合された自律システムの中で人間の関与の仕方に関する思想がやや不明確な点も見受けられる。研究計画を設定の段階で、システムの自律性と、人間の関与を具体例でもう少し明確にすることが望まれるという指摘もあった。 (3) 研究者の能力は国際的観点から見ても高い水準にあり、地味ではあるが専門家内では定評のあるシステム構築グループである。 (4) この研究の最終成果であるシステムは、きわめて大規模なソフトウェアの積み上げなしには構築できず、相当の努力の積み上げがあったはずである。折角の成果であるこのシステムの有用性と効果を説得力のある形で具体的に示すために、デモに関しては工夫が必要だったかもしれない。 (5) 事後評価の総合判定としては、原子力ロボットのあり方に関し一つの有力な手法を提示し実証したものと高く評価される。
4. その他	

原子力基盤技術開発 事後評価用総合所見フォーマット

研究開発課題名	23. 原子力用遠隔操作ロボット技術の研究 (日本原子力研究所)	
項 目	要 約	
1. 当初の目的・目標	・原子力施設内の高放射線環境下で、人間に代わって安全かつ能率的に機器の点検・補修を行う。高度な作業性・自律性を備えた遠隔操作ロボット技術の開発が求められている。この実現のために、マニピュレーション技術と環境知覚技術の要素技術を開発するとともに、これらを統合化したセンサベース冗長マニピュレータ・システムの技術開発を行う。	
2. 研究成果	・ロボットアームの機構解析モデル、能率的な軌道計画法等を開発し、7自由度の冗長マニピュレータを実現した。また、超音波開口合成法による物体位置計測法、ビジュアルサーボ法によるマニピュレータ制御法等のロボット動作自律化のための環境知覚技術を開発した。 以上の成果をセンサベース冗長マニピュレータ・システムとして組み上げ、模擬プラント機器を対象に狭隘な空間でのバルブ開閉作業等を実施し、システムが目標の機能を有することを検証した。	
・当初予定の成果	・特筆すべき副次的な成果はない。	
・副次的な成果	・特筆すべき副次的な成果はない。	
・論文、特許等	・公開論文28件(うち原研レポート12件)、口頭発表7件、特許出願無し。	
3. 事後評価	・目的・目標の設定の妥当性 ・研究計画設定の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究者の研究能力	
・目的・目標の設定の妥当性	・JPDR解体技術開発に参画し、ロボット技術の課題を十分に掌握した研究者が設定した目標であり、妥当である。但し、10年間の間には、コンピュータやセンサ技術の進歩等の研究環境の変化もあり、最長でも5年程度で区切り、より具体的な目標、研究計画を設定すべきであったと考える。特に、成果の検証方法(個々の要素技術の評価、および要素技術を統合した試験)の設定などに曖昧さがあった。	
・研究の進捗状況	・当初の目的は達成したと判断する。特に、個々の要素技術では、アーム機構の解析方法など、汎用的な技術も多く開発され、高く評価したい。但し、マニピュレータと環境知覚技術の統合に関しては、その目標の曖昧さとも相まって、成果の評価が難しい面もある。また、研究期間、その間の成果に較べて査読付きの学会誌への論文発表がやや少ない。特許も出願されていない。成果の発表にもより積極的に取り組むことを希望する。	
・研究者の研究能力	・全体として適切な人員が配置されていたと判断するが、困難に直面していた期間がやや長すぎ、これを克服するのに人員配置の面で適宜適切な見直しが行われたのかどうか、やや疑問なしとしない。	
4. その他	・10年間の研究期間が長すぎたこともあり、中間評価が十分に機能し研究進捗にフィードバックされたとは言い難い面があることは、反省事項である。 ・所属研究機関による事後評価がやや形式的であり、より充実した評価を希望する。	
評価責任者氏名	木口 高志	

原子力基盤技術開発 事後評価用総合所見フォーマット

研究開発課題名	24. アクチノイド系化合物の5f 電子挙動に関する量子化学算手法の研究（核燃料サイクル開発機構）
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	・アクチノイド系元素からなる有機分子錯体、及び金属間化合物の物理化学的性質を計算物理・化学的手法に基づくシミュレーションを研究手段として新しく導入し、「理論実験」として具体的な実験を行うための研究開発指針と実験結果の解釈及び新しい系への予測を行い当該研究の実質的な効率化を図ることを目標としている。
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	・当初予定していた相対論を取り入れたDV-Xα法によるアクチノイド錯体における配位子の置換能力の計算による検証は、硝酸ウラニル錯体においてUと錯体との化学結合の程度を示すボンドオーバーラップの大きさを計算することによって、経験的に知られている置換能力の傾向が計算で実証された。 ・酸化ウランの固体のバンド計算は、相対論的取り扱いを含めたプログラム開発と計算を行う予定であったが、成果としては未完のままとなった。 ・錯体系の論文等研究発表は評価できる程度になされている。
3. 事後評価 ・目的・目標の設定の妥当性 ・研究計画設定の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究者の研究能力	・当該分野で計算によって密度汎関数法に基づく5f 電子系計算システム開発を行う目的・目標設定は、妥当であったといえる。 ・大学との共同研究体制とその選択については、研究計画として妥当であったと思われるが、当該部署の担当者数が少なすぎた。 ・研究は途中で終わっている。特に錯体系におけるエネルギー計算と交換・相関ポテンシャルに対する相対論的補正による計算の質の改善は、ある程度の努力で可能であったものが未完のままであった。 ・研究者の能力と努力は評価できるが、もっと post-doc のような若い研究者を集めて行うべきであったと思われる。
4. その他	・組織の再編・研究目標の変更によってこれまで築きあげてきたソフトウェア資源と知見・情報が損失されないための努力を期待する。
評価責任者氏名	大西 楷平