

平成21年9月29日

平成20年度終了課題の事後評価結果について

1. 評価対象課題

平成20年度に研究を終了した先端的基盤研究の20課題を対象に事後評価を行った。

2. 研究評価実施課題の分野別課題数

- | | |
|---------------|--------|
| ① 生体・環境基盤技術分野 | : 8 課題 |
| ② 物質・材料基盤技術分野 | : 9 課題 |
| ③ システム基盤技術分野 | : 3 課題 |
| ④ 知的基盤技術分野 | : 0 課題 |
| 合計 20 課題 | |

3. 評価の実施方法

今回の評価は「原子力試験研究に係る研究評価実施要領」（平成13年5月15日、原子力試験研究検討会）及び、参考1「原子力試験研究の事後評価における評価の基本方針及び観点について」に基づき、実施された。

また、具体的な評価作業については、原子力試験研究検討会に分野毎に設置されている研究評価WGにおいて、研究担当者が作成した共通調査票（研究期間、研究予算、研究目標、得られた成果、成果の発表実績及び自己評価等を記載）及び研究担当者からのヒアリング（説明15分、質疑8分）により実施された。個別の課題に対する評価結果については、課題毎に定めた担当評価委員及びWG主査が研究成果や指摘事項等の概要をとりまとめた総合所見を作成し、A、B、Cの3段階評価による総合評価を行った。

評価の基準については以下のとおり。

- A：当初の計画以上の優れた成果が得られた。
- B：ほぼ当初の計画通りの成果が得られた。
- C：当初の計画以下の成果しか得られなかった。

4. 評価結果一覧

分 野 名	総 合 評 価			計
	A 評 価	B 評 価	C 評 価	
生体・環境基盤技術	5 (2)	3 (7)	0 (0)	8 (9)
物質・材料基盤技術	5 (4)	4 (3)	0 (0)	9 (7)
システム基盤技術	3 (3)	0 (0)	0 (0)	3 (3)
知的基盤技術	0 (1)	0 (1)	0 (0)	0 (2)
計	13 (10)	7 (11)	0 (0)	20 (21)

<添付資料>

- 参考1 原子力試験研究の事後評価における評価の基本方針及び観点について
- 参考2 各分野における研究評価の実施状況について
- 参考3 研究課題の研究概要について
- 参考4 評価結果一覧及び各課題毎の総合所見

原子力試験研究の事後評価における評価の基本方針及び観点について

1. 評価の基本方針

平成17年3月に内閣総理大臣決定された「国の研究開発評価に関する大綱的指針」に基づき、評価は、必要性、効率性、有効性の観点から実施する。

「必要性」については、科学的・技術的意義（先導性）、社会的・経済的意義（実用性等）、目的の妥当性等の観点から、「効率性」については、計画・実施体制の妥当性等の観点から、「有効性」については、目標の達成度、新しい知の創出への貢献、社会・経済への貢献等の観点から評価を行う。

特に、原子力試験研究の評価においては、科学技術を振興するため、優れた研究開発活動を奨励していくとの観点をもって適切な評価をすることで、研究開発活動の効率化・活性化を図り、より優れた研究開発成果の獲得、優れた研究者の養成を推進し、社会・経済への還元を図るとともに、国民に対して説明責任を果たすことに重点を置く。

2. 原子力試験研究における事後評価の観点

ネガティブチェックよりもその後のフォローアップに主眼を置き、研究者の研究意欲の向上を図るとともに、研究成果を外に向かって積極的に発信することができるよう、原子力試験研究にふさわしい文化の形成を強く意識した評価を実施する。特に、今回の評価においては、以下の観点に留意した評価を行う。

- （1）事前・中間評価における評価結果のフォローアップを行うとともに、研究内容の適正な評価を実施
- （2）研究成果の原子力分野や他分野の学会、学会誌等への積極的発表の呼びかけ
- （3）原子力試験研究の成果として社会に向かってアピールすべき成果の指摘を行うとともに、インターネット等を通じて、国民に対してわかりやすく成果を発信することを推奨
- （4）実用化、産業利用、新産業の創出につながる成果に対するフォローアップの方策の助言を行うとともに、新たな研究の展開が見込まれる成果については、積極的にこれを奨励する。

総合評価については、事前・中間評価と同様にABCの3段階評価とする。

A：当初の計画以上の優れた成果が得られた。

B：ほぼ当初の計画通りの成果が得られた。

C：当初の計画以下の成果しか得られなかった。

但し、ABCの評価よりも前記の指導的コメントの充実に主眼を置く。

各分野における研究評価の実施状況について

1. 生体・環境基盤技術分野

平成21年6月1日に、平成21年3月に終了した8課題について、事後評価のためのヒアリングを行った。今回は、植物を材料とする放射線育種関連分野の終了課題が3題あったため、当該分野の専門家を一名、WG委員として補充した。また、臨床放射線医学分野を専門とする1名の委員を補充して、評価に万全を期した。

1) 評価に際して重点を置いた点

評価に当たっては、特に、(1) 中間評価でのコメントが残留研究期間での研究の軌道修正に適切に反映されたか、(2) 得られた成果が学会誌等に適切に発表されたか、(3) 特許取得等の成果があったか、(4) 新たな研究の展開が期待できる成果があったか等、について留意しつつ、総合的に評価した。

2) 評価結果の概要

結果は、A評価—5課題（後3、後4、後5、後7、後8）、B評価—3課題（後1、後2、後6）となった。

以下、A評価となった5課題について要点のみ述べる。

2-1) 後3【自己細胞移植再生医工学における細胞播種手技の確立とPETによる組織再生過程の追跡（国立循環器病センター）：3年計画】

自己組織を用いた新たな再生医工学の構築と、その結果生体内で再構築される組織の治癒過程を低侵襲的に追跡することを目的として行われた本研究では、マウス尾静脈から投与した間葉系幹細胞が肺に集積する様子をPETにより確認するなど、自己細胞播種による組織再生過程を追跡するための技法を開発し、得られた結果を5編の英文原著論文として公表した。

2-2) 後4【心不全の診療支援のためのSPECT/PETによる新しい心臓機能解析の技術開発と臨床評価（国立循環器病センター）：3年計画】

重症心不全の治療法の有効性は、これまでは生理機能を主とした診断法で評価されてきたが、本研究では、心不全を「beta遮断薬治療」、「ARBやスタチンによる血管内皮機能改善薬治療」、「両心室ペーシングによる心拍再同期治療」の観点から核医学技術の導入により評価することに成功し、臨床のニーズを的確に汲み取り、具体的な計測法の開発に繋がった点が高く評価された。なお、本研究で開発した計測法やソフトウェアがより広い臨床現場で活用されることを期待する。

2-3) 後5【放射線高感受性を特徴とする Gorlin 症候群の病態生理に関する研究：3 年計画を 2 年に短縮】

この課題は、放射線による発がん高感受性を示す Gorlin 症候群の病態生理に関する研究として採択され、基礎研究としては、責任遺伝子 *PTCH* が大きく欠損している 3 症例について、高密度マイクロアレイを用いて、欠損とその範囲を簡便に同定する手法を確立し、臨床応用としては、依頼を受けた 6 例の患者について遺伝子解析を行い、確定診断等の臨床実践に貢献した。しかし、本研究を担当した研究者の異動及び後任の退職により、2 年間で研究が打ち切りになったことは極めて残念であるが、研究成果の多くが Hum. Genet 等のレベルの高い国際学術雑誌に公表されている。

2-4) 後7【放射線による作物成分の変異創出技術の開発と新素材作出（独立行政法人農業生物資源研究所）：7 年計画】

これは、作物の成分を改良するための放射線育種技術を開発し、新たな健康機能性を有する突然変異品種を育成することを目的とした研究で、低タンパク質でありながら食味を改善したイネ新品種を開発し、放射線育種が効率的に新育種素材を提供し得る事を示した。

2-5) 後8【高等植物の DNA 組換え修復システムの誘導機構の解析（独立行政法人農業生物資源研究所）：5 年計画】

この課題では、遺伝学的手法やマイクロアレイ等の手法を用いて、高等植物の組み換え修復システムの誘導機構を解析し、DNA 損傷のシグナル伝達経路について、モデル植物であるシロイヌナズナの Brca1 変異体や ATM 変異体を活用し、マイクロアレイ解析等を駆使してガンマ線応答を失う遺伝子群の存在を発見した。さらに、高等植物においては、Rad51 の発現と相同組換え活性は細胞周期により制御されている事を明らかにした。

2. 物質・材料基盤技術分野

平成 20 年度で終了した先端的基盤研究 9 課題について、平成 21 年 6 月 8-9 日に 9 名の WG 委員が出席してヒアリングを行い、調査票および関連資料をもとに総合的に判断し事後評価を行った。

1) 評価に際して重点を置いた点

評価に当たっては、「原子力試験研究の事後評価の基本方針及び観点について」の内容を基本方針とし、研究目的・目標、研究計画と具体的な進め方、得られた成果とその公表状況等をもとに、研究成果のフォローアップと社会へのアピールの奨励等に留意して、総合的に評価した。

2) 評価結果概要

先端的基盤研究 9 課題において、5 件を A 評価、4 件を B 評価とした。A 評価とした 5 課題の概要は以下のとおりである。それぞれ顕著な成果を得るとともに論文発表等の努力も十分になされている。

後 9 「先端エネルギービームの照射損傷過程制御によるナノ機能発現に関する研究」では、イオンビーム照射によるナノ粒子の形成とその制御に成功しており、照射下の非平衡過程を利用して、イオンとレーザー複合照射技術により新しい機能をつくる可能性を示した。

後 10 「低誘導放射化・超伝導線材基盤技術の確立」では、誘導放射能を低減した合金型超伝導材料を用いるマグネットの実用化のために、線材の開発と長尺化などの要素技術開発をクリアーし、核融合用超伝導材料開発で国際的にも評価されている。

後 11 「核融合炉の強磁場化に向けた酸化物系高温超伝導線材の応力効果に関する研究」では、応力負荷をしたままで超伝導特性を測定する技術を世界に先駆けて開発して、酸化物系高温超伝導材料を用いて核融合炉設計条件を広げることが可能にした。

後 14 「自由電子ビームを用いた広帯域量子放射源とその先端利用技術に関する研究」では、高エネルギー自由電子ビームにより、赤外から X 線に至る広範囲の量子放射源を開発し、高分子材料の化学状態の観測に成功するなど新しい応用の可能性を示した。

後 15 「小型電子加速器による短パルス陽電子マイクロビームの発生とその利用技術に関する研究」では、小型の陽電子のマイクロビーム源の開発に成功し、欠陥部分の 3 次元イメージングなどの新しい物性評価ツールの有用性を示した。

以下の 4 件は B 評価としたが、それぞれ計画の要点に関して成果がほぼ得られており、今後さらに成果の取りまとめや応用につなげることが期待される。

後 12 「照射下での材料の損傷・破壊に関するマルチスケールシミュレーション」では、原子力用材料の損傷挙動をミクロからマクロスケールまで探ることを試みた。

後 13 「陽電子放出断層撮像用新型レーザー陽子ビーム源の開発」では、コンパクトな新しい陽子ビーム発生法の開発を目指して要素技術開発を行った。

後 16 「真空紫外-軟 X 線コヒーレント超高速光計測技術の研究開発」では、原子・分子が関わる超高速現象の観測を目指した光計測技術開発を行った。

後 17 「SR-X 線ナノメータビームによる革新的生体試料分析技術に関する研究」では、生体細胞試料などをリアルタイムで観測する X 線ビームの開発を目指している。

以上の９件の研究について、いずれも原子力試験研究としてふさわしい成果が得られている。それらの成果を着実に社会に役立てるために、研究のねらいである原子力環境での機能確認あるいは原子力以外の他分野への応用につながるような展開が期待される。

３．システム基盤技術分野

本分野については、平成 21 年 6 月 22 日（月）に WG 委員 7 名のうち 6 名の出席を得て、事後評価 3 課題についてヒアリングを実施した。

事後評価 3 課題に対する評価結果は、いずれも A 評価である。

後 18 「放射性ヨウ素固定化・アパタイトの開発に関する研究」事後評価－A、中間評価－A（事前評価－A）

本研究は、地層処分対象となる TRU 廃棄物に分類されるヨウ素-129 の固定化研究で、処分分野における最優先課題の一つに取り組んだものである。ヨウ素のアパタイト固化と、アパタイトを用いたヨウ素ゼオライトの固化の二つの選択肢を持ちながら研究を進めている。基礎的研究段階が主ではあるものの着実な成果を上げており評価できる。

後 19 「超軽量プラスチックシンチレータを検出器とした無人空中放射能探査法の開発」事後評価－A、中間評価－A（事前評価－B）

原子力施設における重大事故等の発生時に軽量の放射線検出器を無人ヘリに搭載して、いち早く事態を把握するための研究開発である。当初計画されていた無人ヘリを用いた実証試験には至らなかったものの、プラスチックシンチレータを用いた中性子と γ 線の測定、光電子増倍管へ導入するガイドの開発を行うとともに、NaI(Tl)との性能比較を実施し、成果を上げたと評価できる。

後 20 「信頼性に基づく耐震設計のための設計用地震動に関する研究」事後評価－A（事前評価－A）

高精度の確率論的地震ハザード解析手法を開発し、原子力施設等の重要構造物の設計用地震動を設定する手法を開発する研究である。地震力の不確実性の評価と、設計用地震動の設定手法に関しては概ね予定通り進捗し、設定耐震設計の高度化に資する成果が得られた。その成果は高く評価できる。

研究課題の研究概要について

<生体・環境基盤技術分野>

後1 ラジオイムノセラピーに適した放射線増感剤-抗体コンジュゲートに関する研究(国立医薬品食品衛生研究所)

放射線治療は、癌の治療法として期待されているが、固形癌では放射線に対し抵抗性であることが少なくなく、放射線治療の障壁となっている。放射線抵抗性の原因の一つとして腫瘍内の低酸素化が指摘されており、低酸素下で放射線感受性を高める薬剤（放射線増感剤）が開発されてきたが、神経障害などの副作用の問題から実用化に至っておらず、副作用の軽減が重要な課題となっている。本研究では、癌細胞を標的とする抗体を利用し、放射線増感剤を癌組織へのみ集積させることで、有効性を保持しつつ副作用を軽減させることが可能であるか検討した。

2-ニトロイミダゾール(2NI)誘導体とEGFレセプターを標的とした抗体とカップリングさせた2NI-抗体コンジュゲートを作製した。EGFRを高発現するヒト肺癌細胞株A549と正常細胞程度に発現するヒト乳癌細胞株SKBR3を用いた評価系で有効性・選択性を解析した結果、2NI-抗体コンジュゲートは、EGFR高発現細胞にのみ選択的に作用したことから、抗体コンジュゲート化は有効性を保持しつつ副作用の軽減に有効であると期待された。一方、実用化には、より強力な放射線増感作用を有する化合物をコンジュゲートすることが重要であると考えられたため、新たに3種の放射線増感剤を設計し、その合成に成功した。これらの新規放射線増感剤を抗体コンジュゲート化することによって、有効かつ安全な放射線増感剤を開発できるものと期待される。

後2 神経変性疾患の放射線標識抗体を用いた非侵襲性診断に関する研究(国立医薬品食品衛生研究所)

中枢神経系に見られる難治性の神経変性疾患では、病態関連分子を非侵襲的に測定することが切望されており、その目的においてSPECT（単一光子放射断層撮影）は手法的に優れている。測定対象分子に対して特異性の高い抗体を γ 線核種で放射線標識したものは、生前の画像診断に有用と考えられるが、水溶性高分子である抗体は血液脳関門により脳内へ分布することができない。本研究では、抗体のSPECT診断薬としての可能性について、モデルとしてプリオン病を取り上げて検討した。その結果、ニワトリは、哺乳類で高度に維持されているタ

ンパク質に対し特異性の高い抗体作製が容易であり、遺伝子工学的に処理されたニワトリ一本鎖抗体は、発現、精製においても有用であることが示された。血液脳関門透過性運搬体ペプチドであるTATを挿入した一本鎖抗体の膜透過性を、条件的不死化マウス脳毛細血管内皮細胞の単層培養層を用いて評価し、透過性の向上を確認した。その後、放射標識した一本鎖抗体をマウスに投与し、TATペプチドの有無による抗体の体内動態を比較し、TATペプチドにより腎臓からの排出が促進されることと、脳移行性の傾向を確認した。

高齢化社会を迎えて脳神経系疾患の割合は増加しており、RIの利用が期待される分野である。さらに工夫をし、抗体の脳移行性を向上させ、短時間で画像検出可能な濃度まで高めることができれば、神経変性疾患の診断分野において応用範囲は高いと思われる。

後3 自己細胞移植再生医工学における細胞播種手技の確立とPETによる組織再生過程の追跡（国立循環器病センター）

本研究の目的は、自己組織を用いた新たな再生医工学の構築と、その結果生体内で再構築される組織の治癒過程を低侵襲的に追跡し、組織再生効率を評価することである。我々がこれまで独自に開発を進めてきた生体由来脱細胞組織スキャホールド、および、別に開発してきた生分解性ナノファイバーからなる化学合成スキャホールドを用いた組織再生法を、さらに臨床へと近づけるため、生体内組織再構築挙動を低侵襲的に追跡する。移植細胞としてNIH/3T3細胞、COS細胞、間葉系幹細胞を選択し、様々な遺伝子導入試薬を用いて、ヒトエストロゲンレセプターをコードするプラスミドDNAを導入し、G418濃度依存的セクションにより、hERL高発現株が得られており、また、in vitroでのhERL集積効率も $[^{18}\text{F}]$ FESおよびFITC-ESを用いて定量的な検討を行った。hERL高発現クローンでは、コントロール細胞の6000倍のhERL mRNAの発現が示され、FITC-ESが核付近に集積することが示された。マウス尾静脈より投与した間葉系幹細胞が肺へと集積する様子が、PETにより確認でき、血管内、あるいは、近傍に存在するhERL細胞は、効果的にイメージングできることが明らかとなった。また、MRIによる、細胞トラッキングは当初の予定通り、きわめて高い解像度で可能とすることに成功した。

後4 心不全の診療支援のためのSPECT/PETによる新しい心臓機能解析の技術開発と臨床評価（国立循環器病センター）

心臓病の臨床では、重症心不全の対策が急務であり、新しい治療技術の開発・

導入とその評価が重要な研究課題である。特に、治療法の有効性を的確に評価することがその進歩の鍵を握っている。従前からの生理機能を主体とした診断法ではそのニーズに応えきれず、治療法の特質に沿った新しい診断法の開発が必要とされている。本研究では、「beta遮断薬治療」「ARBやスタチンによる血管内皮機能改善薬治療」「両心室ペースメーカーによる心拍再同期治療」の三分野で、それぞれの評価に相応しい診断法を、核医学技術（SPECT/PET）を用いて完成させることを目標とした。「beta遮断薬治療」評価のための心臓交感神経機能診断法（I-123 MIBGクリアランス解析）、「ARBやスタチンによる血管内皮機能改善薬治療」評価のための心筋局所血流の定量計測法（dynamic N-13 ammonia PET）、「両心室ペースメーカーによる心拍再同期治療」評価のための左室dyssynchrony計測法（心電図同期心筋血流SPECTによる局所機能解析）を完成させ、臨床応用によってその有効性を実証した。特に、左室dyssynchronyの計測法は、心拍再同期治療の適応決定ならびに効果判定に有用で、従来の超音波ドプラ法に優る精度を持つことが示され、他施設からソフトウェアの提供を求められている。また、この研究は、米国核医学会の”Young Investigator Award”の受賞につながった。心不全治療法の急速な進歩の中で、臨床に導入された新治療をその特色に応じて正確に評価することは、次の進歩につながる重要な課題である。今回の一連の研究は、その先駆けとしての意義を持つものと考えられ、さらなる研究の発展に期待したい。論文発表ならびに口頭発表も盛んに行われ、国内外への情報発信が十分に行われたと考える。

後5 放射線高感受性を特徴とするGorlin症候群の病態生理に関する研究（国立成育医療センター）

Gorlin症候群（母斑基底細胞癌症候群）は常染色体優性遺伝をする神経皮膚症候群であり、基底細胞がん、髄芽細胞腫を多発する高発がん性遺伝疾患でもある。本疾患の責任遺伝子である*PTCH*のヘテロ欠損マウスでは放射線照射により高率に髄芽細胞腫が発生し、患者においても、髄芽細胞腫治療で行なった放射線照射部位に一致して、多数の基底細胞がんが発生するという報告があり、放射線高感受性遺伝病のひとつである。

本研究の一環として、わが国のGorlin症候群診断の拠点として、全国からの依頼に応じて本研究期間内に6例の遺伝子解析を行なって臨床の現場に役立てることができた。また責任遺伝子*PTCH*が大きく欠損している3症例について、高密度マイクロアレイを用いて、簡便に欠損とその範囲を同定する方法を確立した。この成果は、Gorlin症候群に限らず、通常の方法では検出の難しい遺伝子の大きな欠損をもつ多くの遺伝病の診断に有効となると考えられる。更に異常

スプライシングの原因となるような遺伝子変異の解析を進める中で、副次的に、異常スプライシング部位を標的とする小分子RNAを用いることで、スプライシングの異常を是正できることを見出した。この成果は新たなタイプの遺伝子治療の可能性を示したものとして注目された。

後6 サイクロトロンミュータジェネシスによる野菜類の変異誘発技術の開発とその機構解明（独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構）

国内の野菜生産、需要を高めるためには、多収、高品質野菜の開発とともに、これらの野菜の生長生理現象に関わる要因を解明することもまた不可欠である。本研究は、近年国内で発達してきた重イオンビーム照射による「サイクロトロンミュータジェネシス」の手法を野菜類に応用し、変異体を獲得することで、野菜類の品種開発、生長機構解明のための材料を得、これを利用して野菜類の生長生理現象に関わる機能解明を目指したものである。具体的には、ピーマン、シシトウやレタス乾燥種子に対し重イオン照射を行い、変異体獲得のための有効照射線量を明らかにした後、実際の変異体の検索を行った。レタスにおいてはアルビノなどの変異誘発は確認できたものの、実際の変異体獲得には至らなかった。一方、ピーマンにおいては、M1世代において劣性ホモが固定した変異体を複数獲得した。通常これらの変異は、M2世代以降に見出されるものであるため、本発見によりサイクロトロンミュータジェネシスの長所を示すことができた。また、獲得した矮性変異体の1系統を詳細に解析し、本系統にジベレリン生合成酵素のひとつGA20水酸化酵素遺伝子の変異がもたらされている可能性を示した。

本研究ではこのほかにも数多くの変異体候補が得られているほか、変異体未調査のM2種子群を大量に獲得している。今後これらを有効に活用することにより、野菜の生産性向上や生長機構解明に繋がる新たな素材、知見が得られることが期待できる。

後7 放射線による作物成分の変異創出技術の開発と新素材作出（独立行政法人農業生物資源研究所）

作物成分に関する突然変異遺伝子の解析、突然変異創出技術の開発、健康機能性をもつ品種開発を目的としてイネを主な材料に用いて研究を行った。イネ品種LGC1は主要な種子蛋白質である易消化性のグルテリンが低下した突然変異系統であり、慢性腎不全患者の食事療法用主食米として期待されている。LGC1の低グルテリン形質が、「RNA干渉」により引き起こされていることを明らかに

した。また、LGC1よりも易消化性蛋白質の含有量が少なく、さらに食味を改良した品種「エルジーシー活」と「エルジーシー潤」を育成した。両品種の易消化性蛋白質は通常品種の約50%近くまで減少しており、「LGC1」よりさらに20%以上の低減化を達成できた。突然変異創出技術としては次の成果をあげることができた。植物のゲノム中には、機能が重複する遺伝子が並んで存在しているケースが多く、どちらかの遺伝子のみの破壊では表現型に現れないが、ガンマ線を利用することで、タンデム遺伝子群を同時に破壊し、機能解析を行い得ることを示した。これは化学変異原にはない優れた特徴である。さらに、放射線突然変異遺伝子における欠失構造をDNAレベルで解明するために、後代には伝達されない突然変異も含めて解析することを目的として、シロイヌナズナを用いた花粉照射法による解析を行った結果、ガンマ線および炭素イオンビーム照射において、巨大な欠失が高頻度で生じることを明らかにした。このように当初予定していた以上の成果が得られ、種子蛋白質組成に関連する突然変異による品種育成および突然変異遺伝子の分子レベルでの解析という、基礎から応用に至る社会的インパクトの非常に高い研究成果を得ることができた。

後8 高等生物のDNA組換え修復システムの誘導機構の解析（独立行政法人農業生物資源研究所）

高等植物はその生育環境から逃れる事ができないという宿命において、紫外線、大気中の過酸化物質、土壌中の重金属等のDNA損傷因子に常に曝される事になり、それに対応するための、DNA組み換え修復機構を働かせていると考えられる。本研究では遺伝学的手法やマイクロアレイ等の手法を用い、高等植物のDNA組み換え修復システムの誘導機構について解析した。その結果、（1）高等植物においても、ATM、Brca1を経て伝達されるDNA損傷の伝達経路が存在し、相同組換えを制御していること、一方相同組換えの中心的な因子であるRad51の発現誘導には、この経路以外のシグナル経路も関与すること、（2）細胞周期のS期はRad51の発現が特に高く、また相同組換え活性も高いこと、G1からS期への進行を促進するCDKが相同組換えの初期ステップも直接促進する可能性が高いこと、（3）相同組換えの際染色体の高次構造が抑制的に働いていること、を明らかにした。これらの知見は相同組換えを利用したジーンターゲティングの効率向上においても、非常に有益である。

また当初予想していなかった知見として、双子葉植物の茎頂分裂組織の維持には組換えDNA修復が重要であり、修復が充分に行われないと茎頂分裂組織を構成する細胞の細胞周期制御が攪乱され、扁平な茎頂を発生させること、DNA損傷はG2期を遅延させ、細胞の核相上昇を誘起することを見出した。これらの知見

は、作物におけるバイオマス生産の向上を考える際、組換え修復能力も検討する必要があることを示している。

＜物質・材料基盤技術分野＞

後 9 先端エネルギービームの照射損傷過程制御によるナノ機能発現に関する研究（独立行政法人物質・材料研究機構）

大電流イオンビームやレーザービームは、原子はじき出し損傷や原子導入のみならず、電子励起によってナノスケールの材料改質過程を引き起こすことから、電子機能材料などにおいて重要になる。本研究では、エネルギービーム及びその場計測技術を用いて、照射損傷を制御し、高エネルギーで起こる自己形成過程等を利用して、電子遷移に関するナノ機能を発現させることができた。

イオンビーム照射下その場分光により、照射された金属イオンがナノ粒子として析出する過程について調べる技術を開発し、孤立原子から金属ナノ粒子が析出する動的過程をリアルタイムでとらえることに成功し、総照射量と線量率の相図を描き、速度論的過程を系統的に理解することができた。

また、レーザーとイオンビームの複合照射により、照射下特有の過渡的な電子的欠陥状態が、エネルギーを選択的に吸収することで、ナノ粒子析出が促進されることを見出した。

イオン照射により作製した金属ナノ粒子分散材料を、酸化・熱処理することにより酸化物ナノ粒子を作製することができた。ZnOナノ粒子については、光ルミネッセンスを評価し、欠陥を低減する酸化の最適条件を明らかにし、さらに、還元雰囲気中でCuOナノ粒子を熱処理することにより、エネルギーギャップの異なるCu₂Oナノ粒子の創製を可能にした。

今後エネルギービームを利用したナノ構造制御のさらなる発展が見込まれる。

後 10 低誘導放射化・超伝導線材基盤技術の確立（独立行政法人物質・材料研究機構）

ITER後に建設が計画されている核融合発電炉では、ITERよりも遙かに大量の高エネルギー中性子が発生するので、プラズマを閉じこめるための磁場発生装置である超伝導マグネットにおいても、環境安全性の観点から、高エネルギー中性子による超伝導線材の誘導放射化の抑制が重要である。本研究では、超伝

導線材の構成材料を見直して低誘導放射化を図った。核融合炉用超伝導線材には大きな電磁力下で超伝導特性の劣化しない「耐（応力）歪み超伝導線材」が必要であり、現在の実用線材である Nb_3Sn 線材と比べて耐（応力）歪み性が格段に優れた Nb_3Al については、それぞれ半減期が短いTaおよびCuをマトリックス材、および安定化材とする低誘導放射化・急熱急冷法 Nb_3Al 線材を開発した。マトリックス材のTa置換が、磁気的不安定性（フラックスジャンプ）とヒステリシス損失の両方に対して著しい抑制効果を示すという実用的にも極めて重要な知見を得た。また、究極的に低誘導放射化を達成するために、長半減期核種であるNbを含まないV(Mg)基超伝導体（ V_3Ga 、 MgB_2 ）についても、核融合炉用超伝導線材として求められる線材基盤技術の開発を実施し、特に、Nb-Ti合金の代替材料として期待されるV-Ti合金型超伝導材料については、極細多芯線化、Cu安定化材複合化、長尺化のための要素技術を確立した。これらの核融合用超伝導材料開発で国際的にも高く評価されている。今後、核融合炉以外に、低誘導放射化を必要とする高エネルギー粒子加速器等にも応用展開が期待される。

後 1 1 核融合炉の強磁場化に向けた酸化物系高温超伝導線材の応力効果に関する研究（独立行政法人物質・材料研究機構）

20 T級の磁場が要求される将来の核融合炉用の導体として酸化物系高温超伝導線材が有力である。核融合炉で使用される大型かつ強磁場を発生する超伝導コイルでは超伝導導体に強大な電磁力が加わるため、動作磁場、動作温度での線材の機械的特性、特に応力が臨界電流に及ぼす効果の評価が不可欠である。酸化物系超伝導線材はセラミクスであるため、従来の金属系超伝導線材以上に応力効果の評価・検討が重要となる。

本研究では素線レベルでの応力効果の評価技術を確立するために、種々の評価装置を開発した。その代表が、30 Tまでの強磁場かつ温度可変の環境下で、スプリング形状の試料に一軸引張または圧縮応力を加えることができる世界で唯一の装置である。本装置を用いることで、Bi-2212線材の臨界電流の劣化を決めているのは、超伝導層内に生じた微小クラックであることを初めて確認した。本装置はITER等の核融合炉用 Nb_3Sn 素線の評価にも使用されている。

さらに得られた素線レベルでの応力効果を用いて導体としての応力効果特性を予測するために、補強材等を含めた導体の許容応力を経験磁場と巻線半径で割ることで得られる電流密度を導入し、この値を臨界電流密度と比較することで、運転可能な電流密度を決定する設計手法を提案した。液体ヘリウム温度で直径298 mmに14 Tを発生できる磁場環境を活用して、各種線材にフープ応力を

実際に印加し、超伝導特性を測定した。その結果、機械的特性が運転電流を支配している場合、提案した設計手法が有効であることを確認するとともに、ハステロイ基板のYBCO線材が極めて優れた機械的特性を有し、核融合炉用線材として有望であることを明らかにした。

後 1 2 照射下での材料の損傷・破壊に関するマルチスケールシミュレーション（独立行政法人物質・材料研究機構）

原子力用構造材料の損傷挙動や力学特性の評価に関わり、各スケールでの複雑な材料構造を考慮した計算手法の開発と高度化、およびそれらの計算を融合したマルチスケール計算手法の開発を目的とした。ミクロ領域では、照射欠陥の安定性と動的挙動に及ぼす不純物原子や界面の効果をシミュレートする二成分系のMDコードを開発し、照射欠陥と不純物原子との相互作用、照射による残留格子欠陥を含む合金材料の引張試験に関する粒子シミュレーションを実施した。過剰エンタルピーの値が正負を問わず、ポテンシャルの二体項にのみ二つのパラメータを導入することによって、EAMポテンシャルの二元系への拡張が可能であることを、Al-Pb系およびFe-Cu系について実証した。また、bcc金属の塑性変形と劈開のクライテリオンに関連して原子間ポテンシャルの改良を試みた。マクロ領域では、高温応力勾配下での空孔拡散、損傷発展、き裂進展の解析を行う連続体モデルの計算コードを開発した。これを用いて、次世代高温原子力プラント用構造材料の高Cr耐熱鋼を対象に、溶接部におけるType-IVクリープ損傷と破壊の計算シミュレーションを実施し、損傷分布、破壊寿命、開先形状の影響などについて実験と合う計算結果を得た。溶接熱影響部におけるひずみの集中と多軸応力の効果により損傷が発生・成長することを明らかにし、クリープ損傷の発生を予測する新しい計算モデルを構築した。さらに、境界領域の変位を相互に引き渡す方法により、これまでに開発した粒子モデル(MD)と連続体モデル(FEM)を統合したプログラムを開発した。構造体の一部が照射を受けた場合の損傷挙動や力学特性についてFEM-MD統合シミュレーションを実施し、粒子の打ち込み速度や負荷応力等の影響を調査した。開発した計算コードは、二成分系・多結晶体の照射損傷挙動、多軸応力下での高温損傷と破壊など、原子力用構造材料の安全性・信頼性に関わる様々な計算解析を実施する機能を有しており、本分野の研究に有益なものである。

後 1 3 陽電子放出断層撮像用新型レーザー陽子ビーム源の開発（独立行政法人産業技術総合研究所）

陽電子放出断層撮像は近年注目されている癌の早期診断法であるが、それに用いられているサイクロトロン加速器には重量が大きいことや装置の放射化等の問題があった。一方、近年の超高強度レーザー技術の進展のなかで、超高強度レーザーを薄膜ターゲットに集光照射することで陽子ビームが得られることが明らかとなった。この陽子ビーム源は既存の加速器の諸問題を解決できる可能性を有する一方で、比肩する出力を得るためには従来の超高強度レーザー装置による値を大きく超えた平均出力、耐久性を有するレーザー増幅器を開発する必要があった。そこで本研究では、XeFエキシマ分子のC準位からA準位への遷移を利用する新しい放電励起XeF (C→A) エキシマレーザーの開発、並びにそれら短波長レーザーを用いた陽子加速機構の解明を目指した。

放電励起XeF (C→A) レーザーの開発において放電の安定化が重要な課題の一つであったが、多光子予備電離法を考案しその技術により上記問題の解決を図るとともに、レーザー増幅の高利得化に成功した。また同レーザーによるフェムト秒レーザーパルスの増幅を初めて実施し、レーザーパルスを高いエネルギー密度にまで増幅できることを確認した。陽子加速研究において、XeF (C→A) レーザーの適用には至らなかったが、電子ビーム励起KrFレーザーを用いて、相当する短波長レーザーによる陽子加速機構に関する実験的研究を初めて実施し、陽子の加速エネルギーがターゲットの密度に依存しない結果を得た。このことは、短波長レーザーによる高い電流密度の高速電子形成に起因すると考えられ、これらの知見は今後の陽子加速の高効率化につながると期待される。

後 1 4 自由電子ビームを用いた広帯域量子放射源とその先端利用技術に関する研究（独立行政法人産業技術総合研究所）

産業技術総合研究所で開発を進めてきた自由電子レーザー (FEL) 研究用小型蓄積リングNIJI-IVから得られる高エネルギー自由電子ビームをベースとして、赤外 (IR) から遠紫外 (DUV) / 真空紫外 (VUV)、更にはX線に至る広帯域高強度単色量子放射源を開発すると共に、それらを原子力分野をはじめ物質・材料系科学等の先端科学技術分野へ適用するための光源利用技術開拓の研究を行った。

量子放射源開発では、国内で最初に発振に成功しているDUV (0.2・m付近) FELの平均出力を一桁向上させると共に、データが確認できるものとしては世界初となる蓄積リングを用いたIR FEL発振 (0.86-1.5・m) に成功した。またFEL共振

器内でレーザーコンプトン散乱(LCS)を自動的に起こさせ、1.2MeV及び6MeVの準単色硬X線を発生させることにも成功し、1台の小型蓄積リングを用いて赤外から硬X線に至る高強度単色量子放射源を実現できた。

光源利用技術では、DUV FELに光電子放出顕微鏡を組合わせ、燃料電池触媒を模擬したPd表面における化学反応の実時間観測、原子炉用低炭素鋼サンプル表面に発生した応力腐食割れの高コントラスト画像の取得が可能となった他、高輝度リニアック用Cs₂Te光陰極の劣化機構解明を目的として使用済み陰極表面を観測し、量子効率分布の・mスケールの変化を世界で初めて確認した。またIR FELを光音響分光法における分子振動励起光源に用いて、ポリマーの化学結合状態に関する知見が得られた。本成果は各種金属・半導体・高分子材料等の機能評価や高性能化、原子炉材料劣化診断等に適用できるものと期待される。

後 1 5 小型電子加速器による短パルス陽電子マイクロビームの発生とその利用技術に関する研究（独立行政法人産業技術総合研究所）

陽電子は、原子からナノレベルの欠陥、特に空孔型の格子欠陥に敏感で、高機能材料開発や放射線による微視的構造の変化などを調べるプローブとして有用である。特に、電子加速器等で発生した高エネルギーX線から得られる高強度短パルス陽電子ビームをマイクロビーム化できれば、局所領域の測定や3次元的な極微欠陥分布のイメージングも可能になり、各種材料の研究を加速させることができる。本研究では、実用的な陽電子マイクロビームの発生とその利用を目指して、陽電子発生用に最適化した小型電子加速器の開発とともに、短パルス陽電子マイクロビームの発生とそれを用いた材料評価技術の開発を行ってきた。

小型電子加速器の開発では、従来の電子加速器を用いた高強度陽電子ビームで問題となっていた陽電子の蓄積ロスを低減するため、高パルスレートの電子ビームを発生可能なCバンド電子加速器の開発を行い、Cバンド電子加速器のテスト機で電子加速に成功するとともに、高パルスレートの電子加速を可能にする大電力マイクロ波パルス電源などを開発し、2000pps以上の高エネルギー電子ビーム発生が可能であることを示すことができた。

陽電子マイクロビーム開発では、電子加速器で発生した10mm程度の高強度低速陽電子ビームを短パルス化した後、効率良く10マイクロメートルオーダーに集束する技術を開発した。さらに、これを用いて試料を2次元的に走査するとともに陽電子の入射エネルギーを変化させて深さを変えることにより、3次元的な欠陥分布イメージを実用的な時間で測定することに世界で初めて成功した。

後 1 6 真空紫外-軟X線コヒーレント超高速光計測技術の研究開発（独立行政法人産業技術総合研究所）

原子力用材料の劣化や高密度プラズマ過程においては、原子・分子の内殻電子励起や自動電離等が大きく関わりと考えられるが、これらは遷移エネルギーが高く超高速な現象であるため、観測・解明には短波長かつ超高速な評価用光源が必要となる。本研究では、高次高調波の制御と利用技術として、フェムト秒からサブフェムト秒レベルの真空紫外-軟X線コヒーレント光パルスによる時間分解現象計測を目標とした技術開発を行った。

パルス内光波位相（パルス波形に対する電界振動の位相：キャリアーエンベロープ位相）を制御した高強度超短パルスを基本波とする高次高調波発生により、真空紫外から軟X線領域での短波長パルスを発生・制御する技術、高調波のダブルパルス化による干渉計測、基本波の光電界と高調波パルスを組み合わせた計測手法の開発を行った。

基本波レーザーについて、パルス波形とパルス内光波位相制御の高精度化に関する新しい制御方法の提案と装置開発をおこなった。パルス圧縮により7.4fs高強度パルスを発生し、パルス幅による高次高調波発生の特長構造の変化を観測した。また、チタンサファイア増幅システムの短パルス化を行い最短記録となる12fsパルス発生とパルス内光波位相の安定化に成功した。

計測技術として、高調波のダブルパルス化とそのスペクトル干渉計測により、波長160nmにおいて誘電体の過渡的な屈折率変化を観測した。また基本波と高調波パルスの組み合わせでトンネルイオン化を計測する時間分解計測装置の設計・製作を行った。未踏の時間精度を得るために、周囲の機械的振動がポンププローブの光路長に与える揺らぎの低減対策を行い、遅延時間の揺らぎを100アト（ 10^{-18} ）秒(rms)以下に低減した。得られた成果を組み合わせることで、原子力材料に関する物質・材料の高時間分解計測が期待される。

後 1 7 S R-X線ナノメータビームによる革新的生体試料分析技術に関する研究（独立行政法人産業技術総合研究所）

X線を新規な方式での集光を実現する方法を考案し実証した。また、リアルタイム・ナノメータサイズ分析法として透過モード光電子分光法の開発を行った。これは試料に微細ビームを照射し透過X線を変換面で光電子に変換し、磁界レンズで光電子の発生部位を拡大し分析を可能とする手法である。通常的光電子顕微鏡ではこの試料から放出される電子を分析するが、透過型では試料により吸収／透過されるX線のコントラストに着目した。試料を透過したX線は大

気と真空を隔てる窓を通過し、真空側の光電変換面で電子に変換される。この電子を拡大することにより試料の微細部分の観察を行うことができた。また、最適な光電面のX線エネルギー依存性の測定および計算結果から、簡便に光電変換面の最適な厚みを見積もることを可能にした。自動制御で遠隔操作が可能となり、これまで測定に用いることのできなかった光源での測定が可能となり、たとえばレーザーコンプトンX線源を用いた測定など、装置の汎用性の拡大が期待される。微細領域の分析として、生体試料分析の前段としてゾーンプレートの作製に重要な役割を持つ有機化合物（電子線レジスト）や、IT産業戦略上重要な位置を占めるトナーなどの分析を行い、設計上有益な指針を与えることが出来る成果が得られた。さらに、DNAのX線吸収微細構造スペクトルの新しい解釈を行うことができ、本研究で開発している透過型光電子顕微鏡は、化学状態だけでなく、電子状態を識別できる顕微鏡としても期待されることを示した。

＜システム基盤技術分野＞

後18 放射性ヨウ素固定化・アパタイトの開発に関する研究（独立行政法人 物質・材料研究機構）

核燃料再処理の際発生するヨウ素129は、1570万年という非常に長い半減期を持ち、地層処分を行った場合に人工・天然バリアに収着しにくいため、長期間安定に固定化する新しい技術が求められている。本研究では、物理・化学的に安定なアパタイト系化合物をマトリックス材料として採用し、以下の2つのアプローチによりヨウ素129を固定化する技術の開発を目的とした。(1)ヨウ素をアパタイトの結晶構造中に直接導入したヨウ素アパタイト粉末を合成し、高密度焼結体を作製する。(2)ヨウ素吸着ゼオライトを均一に分散・内包した低溶解性アパタイト焼結体を作製する。

(1)については、バナジン酸鉛系アパタイトの合成法を乾式メカノケミカル処理の適用によって高度化し、開放系・低温条件でヨウ素アパタイトを合成することに成功した。また(2)については、水熱処理によるゼオライト表面のアパタイトコーティング技術を開発し、これによりヨウ素保持能とアパタイトマトリックスとの親和性の向上を達成した。高圧焼結技術を用いて(1)、(2)の試料双方の高密度・高強度固化体を得ることに成功し、溶出試験を行った結果それぞれが良好なヨウ素浸出耐性を持つことが明らかになった。本研究課題の成果にはヨウ素129の固化技術としての実用可能性が期待できる。

後 19 超軽量プラスチックシンチレータを検出器とした無人空中放射能探査法の開発（独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構）

無人ヘリコプターに搭載可能な平板状プラスチックシンチレータ（PS）をベースとする軽量な放射能探査装置と解析技術の開発を目的とした。市販のPSの比較試験を行い、光出力が高く、減衰距離の長いBC-412を最適PSとして選定した。中性子と γ 線とを弁別するために、中性子と γ 線とが異なる透過能を有することを利用して、5mm厚さのPS中性子検出器（1PS：5×500×500mm）、50mm厚さのPS（2PS：50×500×500mm） γ 線検出器と、2つのPS間に挟み込まれた中性子吸収部とからなる3層構造検出器の放射能探査装置を開発した。総重量は45kgである。PS γ 線スペクトルでコンプトンエッジCh位置を検出する方法として、スペクトル計数値を対数値に変換し、その平滑値を差分する方法（微分曲線法）を開発した。この方法を2核種以上に適用することで、 γ 線のエネルギー校正が可能になった。エネルギー校正したスペクトルから γ 線を弁別する方法として、1) コンプトン散乱法、2) 微分曲線面積法、3) 人工グロスカウンタ比法（ ^{137}Cs のみ）の3つの演算方法を考案した。開発装置の有効性をNaI検出器と比較するために、両検出器の容量を変えた比較試験を行った。試験は、検出器をクレーンで3m上空に吊った状態で、地上に置いた ^{252}Cf 中性子線源（0.5MBq）、 ^{137}Cs （1.8MBq）、KCl化学肥料（2.0MBq） γ 線源の位置を移動する方法で行った。PSの容量は、3.1L、12.5L、15.6L、NaIの容量は、1.6L、3.2L、4.8Lである。比較試験の結果、PS検出器の軽量化は、PS:NaI検出器の重量比で3:5であり、経済性は、PS:NaI検出器の価格比で1:7.2である。

後 20 信頼性に基づく耐震設計のための設計用地震動に関する研究（国土交通省国土技術政策総合研究所）

本研究は、信頼性設計法を用いた耐震設計の一層の合理化に寄与することを目的として、高精度の確率論的地震ハザード解析手法を開発し、耐震信頼性評価のケーススタディにより妥当性を検証した上で、原子力施設等重要構造物の信頼性設計に適用可能な設計用地震動の設定手法を開発したものである。

新たに作成した短周期レベルと地震モーメントの関係式のばらつきを分析し、内陸地震とスラブ内地震については、地震規模が大きいほどばらつきが小さいことを明らかにした。また、サイトごとの増幅特性を分離した上で、距離減衰式の誤差を評価することにより、内陸地震では震源距離が大きいほど、海溝性地震では震源距離が小さいほど、ばらつきが小さくなる傾向があることが分かった。これらの関係を表す式を導入することにより、短周期レベルおよび地震

動のばらつきの特性を考慮した高精度の地震ハザード解析手法を開発した。

日本原子力学会の基準等を参考に、距離減衰式とそのばらつきに関する留意事項、確定論的な強震動予測手法を用いる条件、ばらつきを考慮した震源パラメータの具体的な設定手順と計算回数を合理化する方法、被害関数を用いず直接損傷確率を評価する必要性とその際の計算試行回数等について、より定量的かつ具体的に記述した設計用地震動の設定手順を提案した。また、この手順に基づく耐震信頼性評価を実施し、適用性を確認した。

平成20年度終了課題の事後評価結果一覧

生体・環境基盤技術分野（6月1日ヒアリング実施）

番号	府省	研究機関	課 題 名	評価
後1	厚生労働省	国立医薬品食品衛生研究所	ラジオイムノセラピーに適した放射線増感剤-抗体コンジュゲートに関する研究	B
後2	厚生労働省	国立医薬品食品衛生研究所	神経変性疾患の放射標識抗体を用いた非侵襲性診断に関する研究	B
後3	厚生労働省	国立循環器病センター	自己細胞移植再生医工学における細胞播種手技の確立とPETによる組織再生過程の追跡	A
後4	厚生労働省	国立循環器病センター	心不全の診療支援のためのSPECT/PETによる新しい心臓機能解析の技術開発と臨床評価	A
後5	厚生労働省	国立成育医療センター	放射線感受性を特徴とするGorlin症候群の病理生理に関する研究	A
後6	農林水産省	独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構	サイクロトロンミュータジェネシスによる野菜類の変異誘発技術の開発とその機構解明	B
後7	農林水産省	独立行政法人 農業生物資源研究所	放射線による作物成分の変異創出技術の開発と新素材作出	A
後8	農林水産省	独立行政法人 農業生物資源研究所	高等植物のDNA組換え修復システムの誘導機構の解明	A

物質・材料基盤技術分野（6月8、9日ヒアリング実施）

番号	府省	研究機関	課 題 名	評価
後9	文部科学省	独立行政法人 物質・材料研究機構	先端エネルギービームの照射損傷過程制御によるナノ機能発言に関する研究	A
後10	文部科学省	独立行政法人 物質・材料研究機構	低誘導放射化・超伝導線材基盤技術の確立	A
後11	文部科学省	独立行政法人 物質・材料研究機構	核融合炉の強磁場化に向けた酸化物系高温超伝導線材の応力効果に関する研究	A
後12	文部科学省	独立行政法人 物質・材料研究機構	照射下での材料の損傷・破壊に関するマルチスケールシミュレーション	B
後13	経済産業省	独立行政法人 産業技術総合研究所	陽電子放出断層撮像用新型レーザー陽子ビーム源の開発	B
後14	経済産業省	独立行政法人 産業技術総合研究所	自由電子ビームを用いた広帯域量子放射源とその先端利用技術に関する研究	A
後15	経済産業省	独立行政法人 産業技術総合研究所	小型電子加速器による短パルス陽電子マイクロビームの発生とその利用技術に関する研究	A
後16	経済産業省	独立行政法人 産業技術総合研究所	真空紫外-軟X線コヒーレント超高速光計測技術の研究開発	B
後17	経済産業省	独立行政法人 産業技術総合研究所	S R-X線ナノメータビームによる革新的生体試料分析技術に関する研究	B

システム基盤技術分野 （6月22日ヒアリング実施）

番号	府省	研究機関	課 題 名	評価
後 18	文部科学省	独立行政法人 物質・材料研究機構	放射性要素固定化・アパタイトの開発に関する研究	A
後 19	農林水産省	独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構	超軽量プラスチックシンチレータを検出器とした無人空中放射能探査法の開発	A
後 20	国土交通省	独立行政法人 国土技術政策総合研究所	信頼性に基づく耐震設計のための設計用地震動に関する研究	A

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：ラジオイムノセラピーに適した放射線増感剤-抗体コンジュゲートに関する研究 (国立医薬品食品衛生研究所)	
研究期間及び予算額：平成17年4月～平成21年3月（4年計画） 34,737千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	<p>本研究の目的は、以下の5点である。</p> <p>① 癌細胞内で放出可能なリンカーを介し、抗体への付加反応に有効な側鎖を導入した2-ニトロイミダゾール誘導体を合成する。</p> <p>② 2-ニトロイミダゾール誘導体を抗EGFR抗体に効率良くコンジュゲートできる条件を検討する。</p> <p>③ 抗体コンジュゲートについて、結合速度論的に解析することで、標的能について評価する。</p> <p>④ 抗体コンジュゲートについて、ヒト由来の癌細胞株を用いて低酸素放射線増感作用の選択性について検証する。</p> <p>⑤ 新規の低酸素放射線増感剤を合成し、抗体コンジュゲートに応用する。</p>
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・特筆すべき成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	<p><u>当初予定の成果</u>：脂溶性を考慮した種々の2-ニトロイミダゾール誘導体を合成し、市販の抗EGFR抗体にコンジュゲートさせることに成功した。ヒト癌細胞株では、いずれも低酸素培養条件下で放射線抵抗性を示したが、抗体コンジュゲート処理による放射線増感効果はほとんど見られなかった。実際、EGFR高発現細胞についても、コンジュゲートを処理すると低酸素放射線増感効果を示したが、未照射細胞での生存能の低下分を考慮すると、その程度はわずかであり、しかも他のEGFR発現細胞では増感効果を示さなかった。</p> <p><u>特筆すべき成果</u>：2-ニトロイミダゾールと抗体の吸収スペクトルを解析することにより、抗体にカップリングした2-ニトロイミダゾール分子数の簡便な推定法を開発した。</p> <p><u>副次的な成果</u>：光照射により、2-ニトロイミダゾール分子がDNA鎖切断作用を有することを発見した。</p> <p><u>論文、特許等</u>：発表の殆どは、「光線力学療法剤の開発」に関するものであり、本研究課題に符合する発表は見当たらない。英文原著論文：2、口頭発表：7</p>
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 ・研究費用の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力	<p><u>目的・目標の設定の妥当性</u>：低酸素細胞は放射線抵抗性であり、このことが放射線がん治療の妨げになっている。本研究では抗体医薬品に着目し、低酸素増感剤と抗体コンジュゲートによる新規の放射線増感剤を開発しようとするものであり、原子力試験研究として妥当なものである。</p> <p><u>研究計画設定の妥当性</u>：2-ニトロイミダゾール誘導体の合成から抗体コンジュゲートの作製及びその評価試験の進め方は具体的で説得力があるが、その効果の判定を明確にするために、正常細胞との対比や個体レベルでの実験も取り入れる必要がある。</p> <p><u>研究費用の妥当性</u>：消耗品として高価なものが多く、おおむね妥当である。</p> <p><u>研究の進捗状況</u>：2-ニトロイミダゾール誘導体を用いた抗体コンジュゲートが、低酸素放射線増感剤として有効か否かは不明の状態である。</p> <p><u>研究交流</u>：生物学と有機化学を中心とした異分野交流が十分に行われた。</p> <p><u>研究者の研究能力</u>：本研究グループは、活性酸素を中心とした基礎研究から光線力学療法剤の開発研究において多くの実績を有しており、研究能力は高いものを判断される。</p>
4. その他	<p>本研究課題に関しては、平成19年度に行われた中間評価において、「研究の成否は選択する抗体の腫瘍特異性や放射線増感効果の有効性に強く依存するため、・・・必要に応じて計画を変更できる体制が必要である。」との指摘がなされている。この点に関する対応が不十分。</p> <p>事前評価：B</p>
5. 総合評価	A (B) C
評価責任者氏名： 嶋 昭紘	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：神経変性疾患の放射標識抗体を用いた非侵襲性診断に関する研究 (国立医薬品食品衛生研究所)	
研究期間及び予算額：平成17年4月～平成21年3月（4年計画） 30,454千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	中枢神経系に見られる難治性の神経変性疾患では、生体内での挙動が病態と密接に関連していると考えられている標的分子があり、それらを非侵襲的に測定することが切望されている。その目的においてSPECTは非常に優れており、測定対象の分子に対して特異性の高い抗体をγ線核種で放射標識したものは、生前の画像診断に有用と考えられるが、水溶性高分子である抗体は血液脳関門により脳内への侵入を阻まれており、そのままでは使用することができない。申請者らは、今までに抗体の脳内への移行性を高める基礎的研究を行ってきており、本研究では神経変性疾患としてプリオン病を取り上げ、ファージディスプレイ法によりプリオンタンパク質に対して高親和性を有する抗体を作製し、その抗体を血液脳関門透過型に改変して、脳内病変部位診断法の確立を試みる。また、他の神経変性疾患への応用性について検討する。
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・特筆すべき成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>当初予定の成果</u>：ニワトリに組み換えマウスプリオンタンパク、又はマウスプリオンペプチドを免疫し、ファージディスプレイ法でニワトリ抗マウスプリオンタンパク 1 本鎖抗体を作成した。¹²⁵I 放射能標識した抗体をマウスに投与して脳移行性を検討した。その結果、血液脳関門透過性運搬体ペプチドであるTATを挿入した抗体は、対照群に比べ若干の脳移行性は認められたが、画像として検出できるほどの部位特異的な集積は認められなかった。 ・ <u>特筆すべき成果</u>：ニワトリを使えば、哺乳類由来抗原に対し特異性の高い抗体作成が可能であり、1 本鎖抗体は、発現、精製において有用であることが明らかになった。 ・ <u>副次的な成果</u>：今回の研究で得られた 1 本鎖抗体は、マウスプリオンタンパクのみならずヒトプリオンタンパクも認識でき、ヒトの臨床検体の診断に使用できる可能性がある。 ・ <u>論文、特許等</u>：英文学術誌 1 報と 1 報投稿中、口頭発表 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 ・研究費用の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>目的・目標の設定の妥当性</u>：脳神経系への物質の蓄積が原因となる疾患の診断は、核医学等による非侵襲性診断に頼らざるを得ない。その点、その開発を目指す本研究の目的は妥当と言える。 ・ <u>研究計画設定の妥当性</u>：ペプチドや蛋白質の血液脳関門の通過に関する基礎研究が必要であった。同時に、どの程度の¹²⁵I 放射能標識物質の脳への集積が、ガンマカメラで検出可能かについて基礎検討を行う必要があった。 ・ <u>研究費用の妥当性</u>：ガンマカメラが高額であり、全体的な研究費は妥当である。 ・ <u>研究の進捗状況</u>：¹²⁵I 放射能標識した抗体の血液脳関門の通過が予想以上に難しく、研究の進捗状況は予定より遅れている。 ・ <u>研究交流</u>：抗体作成や脳毛細血管内皮細胞を用いた血液脳関門の研究において効果的な、研究交流が認められた。 ・ <u>研究者の研究能力</u>：タンパク質生化学や細胞培養技術、R I の取扱等で研究に必要な十分な能力を有すると認められる。論文発表や研究成果発表におけるアピール力等で今後の研鑽が必要である。
4. その他	<p>脳疾患の非侵襲的検査は、今後益々重要になると考えられる。今回の研究成果を踏まえ、より一層の研究の発展を期待したい。</p> <p>事前評価：B</p>
5. 総合評価	A <u>B</u> C
評価責任者氏名： 嶋 昭紘	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：自己細胞移植再生医工学における細胞播種手技の確立とPETによる組織再生過程の追跡（国立循環器病センター）	
研究期間及び予算額：平成18年4月～平成21年3月（3年計画） 19,417千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	本研究の目的は、自己組織を用いた新たな再生医工学の構築と、その結果生体内で再構築される組織の治癒過程を低侵襲的に追跡することで、組織再生医療の効率や機序を評価することである。生体由来脱細胞組織スキャホールド、および、生分解性ナノファイバーからなる化学合成スキャホールド内での、有用細胞の増殖や、組織再構築化を可視化する技術であり重要な課題である。イメージング手法として、感度に優れるPET、および、解像度に優れるMRIのバイモダリティーイメージングについて検討した。
2. 研究成果 ・ 当初予定の成果 ・ 特筆すべき成果 ・ 副次的な成果 ・ 論文、特許等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 移植細胞としてNIH/3T3細胞、COS細胞、間葉系幹細胞を選択、ヒトエストロゲンレセプターをコードするプラスミドDNAを導入し、hERL高発現株を作成した。得られたhERL発現細胞へのエストロゲンの集積は、コントロール細胞の6,000倍に達した。 ・ マウス尾静脈から投与した間葉系幹細胞が肺に集積する様子を、PETにより確認した。ただし、イメージング感度は低かった。 ・ MRIによるイメージングでは、高い感度が得られた。 ・ 研究成果の発表は良好に行われている。特許も出願されているが、研究主目的のPET関連ではなく、MRI造影剤関連である。英文原著論文：5、口頭発表：11
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 ・ 研究費用の妥当性 ・ 研究の進捗状況 ・ 研究交流 ・ 研究者の研究能力	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自己細胞播種による組織再生過程を追跡するための技法を開発するユニークな研究として計画され、目標が設定された。 ・ 研究開始後に、スキャホールドを用いる播種方法に代わる方法として静脈注射による播種方法が開発される等の研究環境の変化があり、研究方法も変更された。 ・ 研究費用は、ほぼ妥当なレベルであった。 ・ 当初目的としたPETによる細胞トラッキングの感度は、MRIによる感度に比較して低かった。当初設定されたいくつかの目的は、研究環境の変化を反映して研究内容が変更されたものの、ほぼ達成された。ただし、PETによるにせよMRIによるにせよ、最終目的である組織再生過程を追跡する方法の完成には至らなかった。 ・ 専門分野を異にする研究者により研究組織が構成された。また、研究環境の変化に応じて研究内容を変更できたことから、研究者、研究組織の能力の高さが伺える。
4. その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ 細胞播種による組織再生過程を追跡するための技法の完成を目指す研究を期待する。 ・ 静脈注入法等に比較して、スキャホールドを用いる細胞播種方法の現時点での評価を期待する。 <p>事前評価：A</p>
5. 総合評価	A
評価責任者氏名：嶋 昭紘	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：心不全の診療支援のためのSPECT/PETによる新しい心臓機能解析の技術開発と臨床評価 (国立循環器病センター)	
研究期間及び予算額：平成18年4月～平成21年3月（3年計画） 9,804千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	心臓病の臨床では、重症心不全の対策が急務であり、新しい治療技術の開発・導入とその評価が重要な研究課題である。特に、治療法の有効性を的確に評価することがその進歩の鍵を握っている。従前からの生理機能を主体とした診断法ではそのニーズに応えきれず、治療法の特質に沿った新しい診断法の開発が必要とされている。本研究では、「beta遮断薬治療」「ARBやスタチンによる血管内皮機能改善薬治療」「両心室ペーシングによる心拍再同期治療」の三分野で、それぞれの評価に相応しい診断法を、核医学技術（SPECT/PET）を用いて完成させることを目標とした。
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・特筆すべき成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>当初予定の成果</u>：重症心不全における「beta遮断薬治療」「ARBやスタチンによる血管内皮機能改善薬治療」「両心室ペーシングによる心拍再同期治療」の三分野で病態の評価・診断法の開発を目指し、当初の目的である臨床応用可能な優れた計測法を完成した。 ・ <u>特筆すべき成果</u>：I-123MIBGの心臓クリアランス速度は、心臓の交感神経機能を個別に評価できる点で重要な指標となり、心不全の臨床研究に貢献できる。左室dyssynchronyの計測法は、心拍再同期治療の適応決定や効果判定に有効と考えられる。 ・ <u>副次的な成果</u>：I-123MIBGの心臓クリアランス速度の解析から、「拡張型心筋症におけるβ受容体遮断薬治療において、クリアランス速度の亢進と心機能改善効果の逆相関」が明らかとなった。 ・ <u>論文、特許等</u>：英文学術誌3報、和文学術誌9報、口頭発表 23件 受賞 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 ・研究費用の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>目的・目標の設定の妥当性</u>：核医学を用いた重症心不全の機能評価や治療効果、病態の評価を目指した計測法の開発であり、臨床ニーズに対応した適切な目的の設定である。 ・ <u>研究計画設定の妥当性</u>：十分な研究実績に基づく研究計画は、適切であり、心不全を「beta遮断薬治療」、「ARBやスタチンによる血管内皮機能改善薬治療」、「両心室ペーシングによる心拍再同期治療」の観点から評価するアプローチも妥当であった。 ・ <u>研究費用の妥当性</u>：研究費の執行項目、金額共に妥当であった。 ・ <u>研究の進捗状況</u>：研究は十分な準備の基に適切に計画され、概ね予定通り進捗した。臨床の有用性についても検証が行われている。しかし、N-13 ammonia PETによる心筋血流計測は、心不全患者に適用するに至らなかった。 ・ <u>研究交流</u>：学会活動による活発な研究者交流は認められる。一方、国立循環器病センター内での研究交流は認められるが、他の研究機関との具体的な研究課題による交流は認められない。 ・ <u>研究者の研究能力</u>：十分な研究実績に裏打ちされた優れた着眼点や、その展開力等で研究を遂行するに十分な研究能力が認められる。臨床のニーズを的確に汲み取り、具体的な計測法の開発に繋がった点も研究能力として高く評価できる。
4. その他	開発した計測法やソフトウェアがより広い臨床現場で活用されることを期待する。 事前評価：A
5. 総合評価	<u>A</u> B C
評価責任者氏名： 嶋 昭紘	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：放射線高感受性を特徴とするGorlin症候群の病態生理に関する研究 (国立成育医療センター)	
研究期間及び予算額：平成19年4月～平成21年3月（2年計画） 6,958千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	<p>Gorlin症候群は常染色体優性遺伝をする神経皮膚症候群であり、髄芽細胞腫治療で行った放射線照射部位に多数の基底細胞がんが発生することから、放射線高感受性遺伝病の一つとされる。本研究では、Gorlin症候群の放射線高感受性要因を明らかにすることが、最終目標である。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Gorlin症候群の遺伝子解析を本邦の拠点となっていく。 2. マイクロアレイ法を応用した比較的大きな遺伝子の簡便な解析法を開発する。 3. 責任遺伝子PTCHの選択的スプライシングによって生ずるアイソフォームと発癌との関連を解析する。 4. PTCHタンパク質のユビキチン化と放射線照射との関連を解析する。
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・特筆すべき成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	<p><u>当初予定の成果</u>：本研究期間内に、依頼を受けた6例の患者について遺伝子解析を行い、診断等の臨床実践に役立った。また、責任遺伝子PTCHが大きく欠損している3症例について、高密度マイクロアレイを用いて、簡便に欠損とその範囲を同定する手法を確立した。</p> <p><u>特筆すべき成果</u>：PTCHのエクソン12と13の間に新たなエクソン（エクソン12bと命名）を発見し、このエクソンは脳と心臓に特異的に発現していること、またGorlin症候群で発症リスクが高いとされる脳腫瘍の髄芽腫でも高発現していることを見つけた。</p> <p><u>副次的な成果</u>：異常スプライシング部位を標的とする小分子RNAを用いることで、スプライシングの異常が是正できることから、新たなタイプの遺伝子治療の可能性が生まれた。また、Gorlin症候群の患者で有意に骨量が増加していることを発見し、本研究を進める過程でそのメカニズムに繋がる研究成果が得られた。</p> <p><u>論文、特許等</u>：研究成果の多くがHum. Genet等のレベルの高い学術雑誌に公表されるとともに、国内外の学会のシンポジウム演題としても取り上げられた。英文原著論文：6</p>
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 ・研究費用の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力	<p><u>目的・目標の設定の妥当性</u>：放射線高感受性を示すGorlin症候群について、遺伝子レベルでその要因を解析することは、原子力試験研究の基盤となる妥当な研究課題である。</p> <p><u>研究計画設定の妥当性</u>：当初3年間で4研究課題（目標）を解決する研究計画でスタートしたが、研究者の異動及び後任の退職により2年間に短縮して実行された。結果的に、4課題の内1課題（4. PTCHタンパク質のユビキチン化と放射線照射との関連に関する解析）は残されたが、3課題についてはほぼ予定通り実行され、多くの研究成果が得られたので、研究計画設定は妥当と判断される。</p> <p><u>研究費用の妥当性</u>：研究成果に見合い、妥当であった。</p> <p><u>研究の進捗状況</u>：2年間に短縮されたが、多くの学術論文として研究成果が公表されているので、研究の進捗状況は極めて順調であったと判断できる。</p> <p><u>研究交流</u>：東京大学や千葉大学などとの共同研究成果が学術論文として発表されているだけでなく、国内外の学会発表を通じて幅広い研究交流が行われた。</p> <p><u>研究者の研究能力</u>：Hum. Genet等のレベルの高い学術雑誌に、多くの研究論文が採択されていることから、本研究グループの研究能力は高いものと判断できる。</p>
4. その他	<p>本研究を担当した研究者の異動及び後任の退職により、2年間で研究を打ち切りになったことは極めて残念である。特に、第4番目に設定された課題（4. PTCHタンパク質のユビキチン化と放射線照射との関連に関する解析）は、Gorlin症候群が何故「放射線高感受性」を示すかを解明する鍵となるものであり、これからも継続的に研究がなされることを期待したい。</p> <p>事前評価：A</p>
5. 総合評価	<p>A B C</p>
評価責任者氏名： 嶋 昭紘	

表9

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：サイクロトロンミュータジェネシスによる野菜類の変異誘発技術の開発とその機構解明 (独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構)	
研究期間及び予算額：平成16年4月～平成21年3月（5年計画） 23,412千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	<p>国内の野菜生産、需要を高めるためには、多収、高品質野菜の開発とともに、これらの野菜の生長生理現象に関わる要因を解明することもまた不可欠である。</p> <p>本研究は、近年国内で発達してきた重イオンビーム照射による「サイクロトロンミュータジェネシス」の手法を野菜類に応用し、変異体を獲得することで、野菜類の品種開発、生理機能解明のための材料を得、これを利用して野菜類の生長生理現象に関わる機能解明を目指したものである。また、野菜類はイネなどに比べて栽培管理に多大な労力を必要とするため、これらの新しい変異誘発手法の応用例も少なく、その野菜への有効性を明らかにすることも本研究の大きな目的、目標のひとつである。</p> <p>当研究所は、国内で野菜や茶における品種、栽培技術、品質、機能性開発に関わる先導的研究を行う使命を有する研究機関であり、本研究課題は、本研究所の使命に沿った重要な課題のひとつであるといえる。</p>
2. 研究成果 ・ 当初予定の成果 ・ 特筆すべき成果 ・ 副次的な成果 ・ 論文、特許等	<p>本研究課題は重イオンビーム照射を用いた野菜類の新しい変異誘発技術の開発を目指したものであるが、実験対象とする野菜類の範囲が絞りきれていないために、当初予定の成果を正しく評価する事は困難である。しかし、野菜類の中核の一つであるナス科のピーマンやシシトウに限定した重イオンビーム照射については、当初予定のとおりに興味ある成果が得られた。</p> <p>とくに、種子照射を施したピーマンにおいて、通常は次世代M2以降に発現する劣性ホモ変異がM1当代で認められることを発見した事は、今後の『サイクロトロンミュータジェネシス』を活用する上で大変に有意義である。</p> <p>研究実施者は当初の計画にしたがって、変異体の成長生理機構について植物ホルモン生成遺伝子を精査し、学術的成果を得ている。英文原著論文：2</p>
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 ・ 研究費用の妥当性 ・ 研究の進捗状況 ・ 研究交流 ・ 研究者の研究能力	<p>本研究課題の目的および目標は、現時点ではよりフォーカスしたものが可能となっているが、平成16年の当初には花卉園芸以外での重イオンビーム照射情報がきわめて乏しかったので、事前の予備実験を踏まえた設定については妥当であったと判断する。</p> <p>研究参加者の人数に比して研究費用が抑制されていたが、効率よい共同研究を実施して妥当な成果に結びつけた。</p> <p>研究対象となった野菜の中で、ピーマンについては経済価値が高いという期待につながるので、単為結果型の変異系統作成を集中的に試みたが、現在まで得ることができなかった。しかし、これらの経験は同じナス科野菜として需要の大きなトマトの品種開発研究で活用できる期待がもてる。</p> <p>本課題のように、新しい放射線種を適用する変異誘発技術開発研究の場合には、可能な限り多数の実施例を提示することと、それらの結果をデータベース化することが要求されるが、研究実施者は多くの学会発表、論文、特許等として堅実に成果を得ている。この背景には、機関・組織を超えた円滑な研究交流が行われていたことによって研究実施者が事実認識を容易に共有できる雰囲気醸成があったと考えられる。</p>
4. その他	事前評価：B
5. 総合評価	A (B) C
評価責任者氏名：嶋 昭紘	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：放射線による作物成分の変異創出技術の開発と新素材作出 (独立行政法人農業生物資源研究所)	
研究期間及び予算額：平成14年4月～平成21年3月（7年計画） 343,905千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	作物の成分を改良するための放射線育種技術を開発し、新たな健康機能性を有する突然変異品種を育成する。この目的のためにイネを主たる材料として、1. 放射線による突然変異創出技術の開発、2. 放射線誘発の成分突然変異遺伝子の単離と機能解析、3. 放射線による成分突然変異新素材の評価および利用に関する突然変異育種研究を行う。
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・特筆すべき成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	<p>研究当初に開発されていたイネ突然変異体NM67について、RNAi（RNA干渉）によるグルテリン含量の低下に起因することを明らかにし、Plant CellやNatureなどの有力学術誌に論文掲載したことは大きな成果であり、本課題の進路に強く影響した。</p> <p>本課題研究開始当時は、国家的な科学技術施策としてイネゲノム研究がミレニアムプロジェクトに採択されており、イネの突然変異誘発機構解明および技術開発の重要性がリアルに認識されるようになった。</p> <p>低タンパク質でありながら食味を改善したイネ新品種を開発し、放射線育種が効率的に新育種素材を提供し得る事を示した。</p> <p>これまで我が国では利用されなかったアフリカ型およびアジア型栽培イネから糯突然変異系統を選抜し、餅生地硬化性を高めて新しい応用の可能性を示した。</p> <p>ソバやチャの放射線照射効果の検証により、抗酸化能や抗アレルギー成分の含量が増強される事を発見した。</p> <p>副次的な成果として、イネのstay-green遺伝子がメンデル遺伝則の発見に関与したエンドウマメ緑色子葉型変異の原因遺伝子である事を突き止め、高い学術的評価を得た。</p> <p>本課題研究の成果は、原著論文が22報、品種登録が5品種、特許が3件、学会発表が37回となって発表されている。</p>
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 ・研究費用の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力	<p>作物の成分を改良するための組換え遺伝子技術は、我が国では社会的受容は当分の間見込めない状況にある。そのため、新たな放射線特性を利用した突然変異誘発技術の開発が強く望まれており、本課題研究の目的や目標設定はきわめて妥当であると認められる。</p> <p>研究計画には、ガンマ線と各種イオンビームによる成分突然変異の方向性制御技術の開発なども含まれていたが、この部分についての成果は不十分である。</p> <p>研究期間の長さや研究領域の広さと、得られた研究成果の多さを考慮すると、研究費用は非常に効率的に使用されたと評価できる。</p> <p>研究の進捗は、イネゲノムプロジェクトの展開と平行して、低グルテリン形質を有する実用的な突然変異系統を創出したことに象徴されるように、社会的にも学術的にも大きな貢献を果たしながら着実なペースで展開された。</p> <p>一方、ソバに代表される雑穀やチャのような木本類などゲノム情報が乏しい作物については、変異検定の技術が未成熟であるため今後も地道な基礎研究が必要である。</p> <p>研究実施者らは毎年ガンマーフィールドシンポジウムを開催し、放射線による突然変異育種のエキスパートによる講演を通じて活発な研究交流を行った。</p> <p>本研究を実施した研究機関は我が国における放射線育種の中核であり、世界的にもトップレベルの優れた研究者グループである。</p>
4. その他	事前評価：A
5. 総合評価	Ⓐ B C
評価責任者氏名：嶋 昭紘	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：高等植物のDNA組換え修復システムの誘導機構の解析 (独立行政法人農業生物資源研究所)	
研究期間及び予算額：平成16年4月～平成21年3月（5年計画） 32,096千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	高等植物はその生育環境から逃れる事ができないという宿命において、紫外線、大気中の過酸化物質、土壌中の重金属等のDNA損傷因子に対して常に曝される事になり、進化の過程で高等動物以上にDNA組み換え修復機構を誘導する体制を獲得していると考えられる。そこで本研究では遺伝学的手法やマイクロアレイ等の手法を持って、高等植物の組み換え修復システムの誘導機構について解析する事を研究目的とする。
2. 研究成果 ・ 当初予定の成果 ・ 特筆すべき成果 ・ 副次的な成果 ・ 論文、特許等	<p>DNA損傷のシグナル伝達経路について、モデル植物であるシロイヌナズナのBrca1 変異体やATM変異体を活用し、マイクロアレイ解析等を駆使してガンマ線応答を失う遺伝子群の存在を発見した。</p> <p>放射線損傷により発現するDNA組換え修復遺伝子の一種であるRad51については、細胞周期と同期した発現パターンが認められ、S期にピークが認められる事を明らかにした。これにより高等植物においては、Rad51の発現と相同組換え活性は細胞周期により制御されている事が判明した。</p> <p>細胞周期制御に関与するCycD3の欠損および過剰発現株を用いて相同組換え頻度を検証した結果、この遺伝子の発現量と相同組換え頻度が正に相関していることを証明した。</p> <p>副次的な成果として、Rad51cとXrccが減数分裂期の相同組換えに必須であり、これらの欠損は花粉や卵細胞の異常を引き起こすことを発見した。</p> <p>これらの成果は原著論文17報、特許4件、口頭発表46件などにまとめられた。</p>
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 ・ 研究費用の妥当性 ・ 研究の進捗状況 ・ 研究交流 ・ 研究者の研究能力	<p>放射線育種の本質的基盤であると考えられる、相同組換えによるDNA修復や減数分裂などの制御機構を解明し理解しようとする本課題研究の目的・目標設定は妥当である。</p> <p>非常に多岐にわたる正・逆遺伝学的手法を駆使するために、全ゲノム情報と各遺伝子変異系統が整備されているモデル植物のシロイヌナズナを主たる研究材料にしたことは最善の選択であったと評価できる。</p> <p>最適な植物材料を選抜したことにより、最新のオミックス手法をフルに取り入れることが可能となり、多くの論文成果を生み出したことは評価すべきであるが、本課題研究と直結した論文成果は必ずしも多くはない。</p> <p>上記の問題点については、高額なマイクロアレイを多用するため費用対効果を高める必要があり、研究テーマを多様化して関連研究との共通データを作製する努力を払ったことによる結果であると考えられる。</p> <p>植物の相同組換えに関する研究は最近になって急速に解明度が上がってきたが、本課題は放射線による積極的な遺伝子損傷が引き金になるDNA組換え修復システムに焦点を当て、独創的な研究成果を着実に挙げてきた。</p> <p>論文や学会発表成果に多くの共著者名が記載されているように、広範な学領域における研究交流が認められる。また、原研高崎研究所などとも情報交換は行っている。</p> <p>研究担当者らは非常に多くの実績がある優れた植物生理学者であり、放射線による遺伝子損傷と植物生理機能に関する分子生物学研究を堅実に展開できる優れた能力を持っている。</p>
4. その他	<p>植物の放射線障害によって発現するRad51などのDNA修復遺伝子機能を解明することが強い研究動機となっているが、近年注目される重イオンビームや他の粒子ビームについても同様な修復機構で説明できるのであろうか。放射線の線質の違いによる突然変異効率の違いなどを明確にする視点を取り入れると、更に大きなインパクトがある成果を生み出す研究課題になると期待できる。</p> <p>事前評価：A</p>
5. 総合評価	(A) B C
評価責任者氏名：嶋 昭紘	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：先端エネルギービームの照射損傷過程制御によるナノ機能発現に関する研究 (独立行政法人物質・材料研究機構)	
研究期間及び予算額：平成16年4月～平成21年3月（5年計画） 92,400千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	大電流イオンビームや高出力レーザービームは、原子のはじき出し変位損傷や原子導入のみならず、ビームが持つエネルギーの電子励起によってナノスケールの材料改質過程を引き起こすことが注目されており、電子機能材料やセラミックス構造材料等においては重要な材料過程となる。本課題では、エネルギービーム及びその場計測評価技術を用いて、照射損傷を制御し、高エネルギーで起こる自己形成過程等を利用して、電子遷移に関するナノ機能を発現させることを目的とする。
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・特筆すべき成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	<ul style="list-style-type: none"> ・当初予定の成果 イオンビーム照射下でのその場分光を行うことにより、照射された金属イオンがナノ粒子として析出する過程をその場分光測定することに成功している。その結果、孤立状態の原子がナノ粒子を形成する過程の線量率依存性について、原子導入過程と電子励起過程の相関、電子励起効果に由来する速度論的過程を解明している。またレーザーとの複合照射により照射下特有の過渡的な電子的欠陥状態が、エネルギーを選択的に吸収することで、ナノ粒子析出が促進していることを明らかにした。このように、照射下の非平衡過程について重要な知見を得ている。また照射により作製した金属ナノ粒子に熱力学的酸化を組み合わせることで、酸化ナノ粒子を生成・制御することにも成功している。 ・副次的な成果 イオン照射により金属ナノ粒子を石英ガラス中に分散させた試料について、フェムト秒レーザーを用いて測定を行い、非線形誘電率の超高速応答を複素スペクトルとして種々の系について評価している。その結果、非線形光学特性は、表面プラズモン共鳴だけではなく、バンド間遷移の寄与も無視できないことを明らかにしている。さらに、従来の単純な2バンドモデルではなく、第一原理計算により得られた金属のバンド構造を使って理論的な裏付けを得ている。 ・論文75編、口頭発表176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 ・研究費用の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力	<ul style="list-style-type: none"> ・目的・目標の設定の妥当性 所期の研究目的は、電子励起過程が重要な役割を果たす、絶縁材料における照射損傷過程の解明およびそれを制御してナノ機能を発現することであり、学術的にもデバイス応用的にも重要な新分野であり妥当な設定である。 ・研究計画設定の妥当性 研究計画は良く練られたものであり妥当である。 ・研究費用の妥当性 研究費用は主要購入装置を含めて、査定により開始時の計画から大幅な削減を余儀なくされている。共同研究や既存の装置の活用により削減の影響を最小限に抑えている。 ・研究の進捗状況 実用的で意味のある系で、イオンとレーザーとの複合照射により興味深い結果を得られたことと複合照射下特有の現象の解明を行っている点は高く評価できる。 ・研究交流 ドイツフ라운ホフフォーラー研究所、米国ローレンスバークレー研究所、サンディア研究所、アラバマA&M大学、ロシアエネルギー物理研究所などと研究協力を行った。京都大学、富山大学などとも研究協力を行った。また、日本MRS学術シンポジウムにおいて、「イオンビームを利用した革新材料」のセッション等を開催した。 ・研究者の研究能力 成果発表などから判断して、十分であったと評価される。
4. その他	基礎研究と材料研究とのよい連携が行われている。
5. 総合評価	A
評価責任者氏名：阿部勝憲	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：低誘導放射化・超伝導線材基盤技術の確立（独立行政法人物質・材料研究機構）	
研究期間及び予算額：平成16年4月～平成21年3月（5年計画） 85,043千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	<p>・超伝導マグネットのメンテナンスや廃炉時の廃棄物処理を容易にするために、超伝導線材の誘導放射化の抑制が強く望まれている。本研究は超伝導線材の構成材料を見直し、低誘導放射化の超伝導線材の開発を目的にしている。このために、高耐歪み超伝導線材については、Nbマトリックス材をTaに、Ag内部安定化材をCuに置換した新しい急熱急冷法Nb₃Al線材を開発する。また、究極的に低誘導放射化を達成するために、長半減期核種であるNbを含まないV(Mg)基超伝導体について、極細多芯化、安定化材付与、長尺化などに関する線材製造基盤技術を確立するとしている。</p>
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・特筆すべき成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	<p>・当初予定の成果：耐歪み超伝導線材の低誘導放射化として、(1) NbとAgを誘導放射能の半減期が比較的短いTaとCuにそれぞれ置き換えたCu内部安定化TaマトリックスNb₃Al線材の試作、(2)耐電磁力特性の向上、(3)磁気的不安定性の抑制、(4)CIC導体化への適用性実証に成功した。また、超伝導フィラメントの低誘導放射化として、(5)V, Ti, Ta要素線を束ねて拡散反応させる新製法によりV-Ti合金、V-Ti-Ta合金多芯線の試作、(6) V, Zr, Ta要素線の拡散反応によるV₂Zr, V₂(ZrTa) ラーベス化合物多芯線の試作、(7)急熱急冷法の適用によるV₂(ZrHf)およびV₃Ga線材の試作、(8)拡散法MgB₂線材へCu安定化材の複合、に成功した。</p> <p>・特筆すべき成果：Nb₃Al線材の交流損失と安定性の改善、及びCIC導体の適用性を実証した。</p> <p>・副次的な成果：(1) Nb₃Al線材への低コストCu安定化材複合技術の開発、それに伴う低交流損失化と耐フィラメント破断（不可逆歪み）性の改善に成功、(2)低誘導放射化元素の要素線拡散反応による合金化の手法を適用してNb-Zr合金の多芯線の製造に成功した。</p> <p>・論文、特許等：論文：54報、特許出願：3件、口頭発表：55件、表彰：5件。</p>
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 ・研究費用の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力	<p>・目的・目標の設定の妥当性：核融合実証炉では中性子照射量が格段に増えるので、環境安全性の観点から超伝導材料の低誘導放射化は非常に重要である。低誘導放射化の観点から、耐歪みに優れたNb₃Alの構成材料を見直しNbマトリックスをTaに置き換えること、また究極的な低誘導放射化の超伝導線材としてNbを含まないV(Mg)基超伝導線材の線材化に関する基盤技術を確立することの二本立てフェーズで推進した目標設定は妥当であった。</p> <p>・研究計画設定の妥当性：実用化研究のフェーズが進んだ高耐歪み超伝導線材の低誘導放射化実用化研究は5カ年計画とし、未知の分野の多いV(Mg)基超伝導線材については3カ年で候補材料を絞り込んだ後に線材を試作する研究計画設定は妥当であった。</p> <p>・研究費用の妥当性：既存装置を活用し、線材試作中心に研究費を使用し妥当であった。</p> <p>・研究の進捗状況：Cu内部安定化Taマトリックスにより低放射化を実現してNb₃Al線材を試作、ついでCIC模擬導体を試作して安全性裕度を実証した。また低誘導放射化線材については、V-Ti(-Ta)合金線材、V₃Ga・V₂HfZr化合物線材、MgB₂線材を試作し、有望なV-Ti合金線材とMgB₂線材は極細多芯線化と長尺化のための要素技術を検討する等、目標を十分クリアしている。</p> <p>・研究交流：核融合炉用超伝導研究分野の代表機関である原子力機構、核融合研との共同研究実施は適切である。大学と連携して進めた中性子照射実験、マンパワー不足を解消するため多くの大学と積極的に進めた共同研究も妥当であった。</p> <p>・研究者の研究能力：急熱急冷法を考案して、耐歪み超伝導Nb₃Al線材を開発し、またV基超伝導線材も開発する等、超伝導新線材の開発で世界に先駆けた研究を推進しており、高い研究能力を有し、本研究を成功に導いた。</p>
4. その他	<p>・実用化に向けた今後の研究と実機適用への戦略を明確にして欲しい。</p> <p>・本研究の耐歪み超伝導線材はIAEAの専門誌にも紹介され、国際的評価が高い。</p>
5. 総合評価	A
評価責任者氏名：阿部勝憲	

表9

後11

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：核融合炉の強磁場化に向けた酸化物系高温超伝導線材の応力効果に関する研究 (独立行政法人物質・材料研究機構)	
研究期間及び予算額：平成16年4月～平成21年3（5年計画） 65,414千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	20 T級の磁場が要求される将来の核融合炉用の導体として酸化物系高温超伝導線材が有力である。本研究では酸化物系超伝導線材について、磁場と温度を変化させつつ、素線レベルでの応力効果を評価する技術確立し、素線の構造や形状と応力効果特性の関連を明らかにする。また、線材や導体構造に依存しないユニバーサルな応力効果特性の予測手法を提案し、物質・材料研究機構の強磁場施設を使用してその妥当性を評価することによって、応力効果を考慮した核融合炉用導体設計を可能とし、発電用核融合装置設計の基本ツールを与えることを目標とする。
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・特筆すべき成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 当初予定の成果 応力効果評価技術の確立に関して、30 Tまでの強磁場かつ低温（温度可変）で、一軸引張（または圧縮）応力を加えることができる世界的にも特色ある装置を開発し、超伝導層内に生じた微小クラックの影響を初めて確認した。 応力効果特性の予測手法に関して、実効的な電流密度と臨界電流密度を比較する設計手法を提案し、各種線材のフープ応力下での超伝導特性を測定し、有効性を確認した。 ・ 特筆すべき成果 高精度の応力効果測定装置を開発し、それによりハステロイ基盤のYBCO線材が優れた機械的特性を有することを明らかにした。本装置はITER等の核融合炉用Nb₃Sn素線の評価にも使用されている。 ・ 副次的な成果 特になし。 ・ 論文、特許等 論文発表14件（掲載決定を含む）、口頭発表36件、解説等3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 ・研究費用の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力	<ul style="list-style-type: none"> ・ 目的・目標の設定の妥当性 核融合装置マグネット用超伝導線材としての適合性を判断する上で応力効果は重要な評価対象である。本研究は将来の核融合炉開発に向けて検討されている酸化物系高温超伝導線材の応力特性評価を実施し、核融合炉設計に役立てようとするものであり、目的・目標は妥当である。 ・ 研究計画設定の妥当性 本研究で実施する試験条件は酸化物系高温超伝導線材を使用する核融合炉で想定される運転条件を考慮し、さらに実導体レベルでの評価予測手法の開発を含んであり、妥当である。 ・ 研究費用の妥当性 物質・材料研究機構に整備されたハイブリッドマグネット等の強磁場施設を活用している。 ・ 研究の進捗状況 応力効果評価技術の確立および応力効果特性の予測手法の提案という2つの項目ともに当初予定の成果を得ている。 ・ 研究交流 原子力研究機構を含め内外の関係機関との研究交流は活発である。 ・ 研究者の研究能力 超伝導材料センターマグネット開発グループは強磁場マグネットの開発および超伝導線材の評価について実績を有しており、研究能力は十分である。
4. その他	中性子照射効果など、核融合炉条件での具体的な検討については今後の課題である。
5. 総合評価	A
評価責任者氏名：阿部勝憲	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：照射下での材料の損傷・破壊に関するマルチスケールシミュレーション (独立行政法人物質・材料研究機構)	
研究期間及び予算額：平成16年4月～平成21年3月（5年計画） 52,167千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	原子力用構造材料の損傷挙動や力学特性に関わり、各スケールでの複雑な材料構造を考慮した計算手法の開発と高度化、およびそれらの計算を融合したマルチスケール計算手法の開発を目的とした。合金系の照射欠陥とその機械的特性を原子レベルで計算する分子動力学(MD)、メゾ領域の損傷発展や破壊の理論を組み込んだ有限要素法(FEM)、さらにMDとFEMを統合する手法の計算アルゴリズムとプログラムの開発を目標とした。
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・特筆すべき成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	<p>・当初予定の成果：照射欠陥の安定性と動的挙動に及ぼす不純物の効果をシミュレートする二成分系分子動力学コードを開発し、照射欠陥と不純物原子との相互作用、照射による残留格子欠陥を含む合金材料の引張試験に関する粒子シミュレーションを実施した。bcc金属の塑性変形と劈開のクライテリアに関する新しい知見を得た。高温応力勾配下での空孔拡散、損傷発展、き裂進展の解析を行う連続体モデルの計算コードを開発した。これを用いて、高Cr耐熱鋼の溶接部におけるType-IV損傷と破壊の計算シミュレーションを実施し、損傷のメカニズム、破壊寿命評価法、溶接部形状の影響などについて有益な知見を得た。この知見に基づき損傷発生を予測する新しい計算モデルを構築した。これまでに開発した粒子モデル(MD)と連続体モデル(FEM)を統合したプログラムを開発した。構造体の一部が照射を受けた場合の損傷挙動や力学特性についてFEM-MD統合シミュレーションを実施した。しかし、マルチスケール計算手法の開発の観点からは、まだ課題が残されている。</p> <p>・副次的な成果：多体のEAMポテンシャルのような単純なポテンシャルを用いたMD計算のシミュレーションによって、Al結晶がPb不純物原子の存在で顕著に脆化されることを示した。</p> <p>・論文10編、口頭発表11件、受賞1。</p>
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 ・研究費用の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力	<p>・目的・目標の設定の妥当性 原子力用構造材料の安全性・信頼性評価に関わる計算プログラムの開発で、原子力試験研究にふさわしい重要な研究内容である。</p> <p>・研究計画設定の妥当性 研究の基本となる計算コードの開発は、目的のシミュレーションを見据えた上で堅実に行われている。また、開発された計算コードは価値の高いものであり、今後の本分野の研究に有効に利用されることが期待される。</p> <p>・研究費用の妥当性 主にクラスター計算機の購入・保守、プログラム開発、および人件費として用いられている。目標、内容から妥当である。</p> <p>・研究の進捗状況 研究は主として課題提案時に設定したスケジュールに沿って行われており、中間評価での指摘に基づく軌道修正が十分なされたかについては疑問が残る。</p> <p>・研究交流 先端計算科学技術の研究者との交流は相当よく行われたが、原子力材料分野の研究者との交流は十分とはいえなかったようである。</p> <p>・研究者の研究能力 研究担当者らは、分子動力学、高温破壊の分野で高い研究実績を持っている。</p>
4. その他	
5. 総合評価	B
評価責任者氏名：阿部勝憲	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：陽電子放出断層撮像用新型レーザー陽子ビーム源の開発 (独立行政法人産業技術総合研究所)	
研究期間及び予算額：平成17年4月～平成21年3月（4年計画） 合計57,758千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	<p>陽電子放出断層撮像(PET)システムに用いられるサイクロトロン陽子加速器を代替しそのシステムの広い普及を可能とする、コンパクトで安価かつ耐久性の高い、レーザー陽子ビーム源を開発することを研究目的とする。</p> <p>1) レーザー陽子ビーム源の出力は陽子エネルギー10MeV、出力陽子数はレーザーパルス1ジュール当たり10^{10}個/パルスとする。</p> <p>2) 実用化のために新しい放電励起型XeF(C-A)エキシマレーザーを開発する。$100\text{mJ}/\text{cm}^2$以上の短パルス取り出しエネルギー密度を目標とする。</p> <p>3) 10MeV陽子ビームを発生するための物理機構を明らかにする。</p>
2. 研究成果 <ul style="list-style-type: none"> ・当初予定の成果 ・特筆すべき成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等 	<ul style="list-style-type: none"> ・当初予定の成果 放電励起型XeFレーザー開発において、多光子予備電離法を開発し、多光子イオン化により初期電子が供給されることが分かった。フェムト秒レーザーパルスの実験を行い$75\text{mJ}/\text{cm}^2$の短パルス増幅エネルギー密度を達成した。これを用いて陽子加速を行い、最大エネルギー0.8MeVの陽子ビーム10^{10}個/pulseを得ることに成功した。 ・特筆すべき成果 赤外波長を用いた場合は、最大加速エネルギーがターゲットの密度と厚さの積に反比例するされていたが、紫外波長を用いた場合はターゲットの厚さのみに依存することを示した。これは、発生した高速電子流がIonization Waveの様に伝播してくものと推測された。 ・副次的な成果 多光子予備電離法において、中間励起状態を経由する多光子電離と、経由しない多光子電離において最終的な放電の安定性に顕著な影響があることが見出された。 ・論文、特許等 論文7件、口頭発表7件。
3. 事後評価 <ul style="list-style-type: none"> ・目的・目標の設定の妥当性 ・研究計画設定の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力 	<ul style="list-style-type: none"> ・目的・目標の設定の妥当性 上記の「当初の目的・目標」と「研究成果」を比較すれば分かるように、本研究の目的・目標は部分的にしか達成されていない。目的は良かったが、目標の設定は妥当ではなかった。 ・研究計画設定の妥当性 目標、研究計画設定により工夫が必要であった。 ・研究費用の妥当性 現有の装置の利用と本研究費用をうまく使っている。 ・研究の進捗状況 目標の設定が高すぎたため、目標は達成できなかったが、一桁エネルギーの低い陽子加速には成功している。 ・研究交流 同様な研究を行っているJAEAのグループとの交流の指摘が、中間評価でなされたが行われていなかった。 ・研究者の研究能力 実験およびシミュレーションの研究者が含まれるが、本研究の目的・目標に対応してもうすこし努力してほしかった。
4. その他	今後の開発に資するように成果を活かしてほしい。
5. 総合評価	B
評価責任者氏名：阿部勝憲	

表9

後14

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）： 自由電子ビームを用いた広帯域量子放射源とその先端利用技術に関する研究（産業技術総合研究所）	
研究期間及び予算額：平成16年度～平成20年度（5年計画） 171,338 千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	自由電子レーザー(FEL)研究用小型蓄積リングNIJI-IVから得られる高エネルギー自由電子ビームをベースとして、赤外からX線に至る広帯域で特徴的な量子放射源を開発し、それらを先端科学分野で利用できる高性能光ツールとして実用化するための技術開発を行うことを目的とする。具体的には赤外(IR)及び遠紫外(DUV)/真空紫外(VUV)域においてFELを発振させるとともに、FEL発振に付随してレーザーコンプトン散乱硬X線を発生させ、原子力分野をはじめ、物質・材料診断分野に応用することを目標とする。
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・特筆すべき成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	<ul style="list-style-type: none"> ・当初予定の成果 <ul style="list-style-type: none"> →NIJI-IVのビームエネルギー上昇と共振器ミラーの光透過率の増大によりDUV FELの平均出力が従来に比べて一桁向上(0.5mW @0.2μm)。 →高安定低損失光共振器を開発し世界初の蓄積リングを用いたIR FEL発振に成功。平均出力1.2mW(@1.45μm)はSPRING-8における赤外ビームラインの輝度の10⁴倍以上に相当。 →FEL発振に伴うレーザーコンプトン散乱硬X線(FELCS-X)の高収量(10⁶photons/s)発生。 →DUV FEL-PEEMを用いた金属表面化学反応の実時間観測、加速器用光陰極材料劣化時の表面化学状態のイメージング、IR FEL-PASによる高分子材料の化学結合状態観測に成功。 ・特筆すべき成果 <ul style="list-style-type: none"> →1台の小型蓄積リングを用いた世界初の赤外から真空紫外域に至る準CWモードロックFEL発振とレーザーコンプトン散乱硬X線発生の実現。 ・副次的な成果 <ul style="list-style-type: none"> →蓄積リングFELで世界初の3次高調波発振を実現。 →FEL発振が困難なフルバンチモードにおいてVUV用光クライストロンの強い自発放出光を共振器に蓄積することで、有意な収量の硬X線発生を確認。FELCS-Xの実用性が向上。 ・論文、特許等 <ul style="list-style-type: none"> 論文17報、書籍(解説)1件、特許出願3件、口頭発表39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 ・研究費用の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力	<ul style="list-style-type: none"> ・目的・目標の設定の妥当性 <ul style="list-style-type: none"> 当所の有する電子加速器の性能、担当研究グループの実績、研究開始時点での世界的状況等を考慮して、適切な目標が設定された。 ・研究計画設定の妥当性 <ul style="list-style-type: none"> 5年の研究期間で、真空紫外から赤外域におけるFEL発振とそれに付随したレーザーコンプトン散乱硬X線発生の研究が適切な時期に盛り込まれた。またそれらの利用技術開発に関しても、分野の研究状況に照らして妥当であった。 ・研究費用の妥当性 <ul style="list-style-type: none"> NIJI-IVのトラブル対応に費用が発生し、また毎年の政策的な予算減等とも相まって予算的には厳しい状況であったが、計測機器などは他の原子力予算と共用する等、研究者の自助努力によって対応できた。加速器維持費削減の努力も認められる。 ・研究の進捗状況 <ul style="list-style-type: none"> 当初の目標に沿って数値的にも設定範囲に入る成果が得られた。装置トラブルにより進展が遅れたが、最終的には所期の目標を十分達成するとともに副次的成果も得られた。 ・研究交流 <ul style="list-style-type: none"> ELETTRA(伊)、分子研、日大、理研X-FEL、阪大FEL施設、京大エネ研等の研究者と情報交換や研究協力を行っている。また「自由電子レーザー国際会議」や「FELとHigh-Power Radiation研究会(国内)」等を通して国内外の研究者と積極的に交流している。 ・研究者の研究能力 <ul style="list-style-type: none"> 当該グループはわが国におけるFEL研究を牽引し、これまで高い評価を受けている。論文等の成果も十分であり、高い研究能力が認められる。
4. その他	着実に成果が積み上がっており国際的評価も高い。予算制約があるが極短波長やTHz波は今後利用者との連携が重要になると考えられる。この装置での発振紫外光利用2次自由電子放射光等も可能ではないか。
5. 総合評価[注1]	A
評価責任者職位・氏名：阿部勝憲	

[注1] 評価基準に従いA B Cのいずれかを記入

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：小型電子加速器による短パルス陽電子マイクロビームの発生とその利用技術に関する研究（独立行政法人産業技術総合研究所）	
研究期間及び予算額：平成16年4月～平成21年3月（5年計画） 合計107,948 千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	産業技術総合研究所の小型電子加速器を改良し、陽電子ビーム発生に最適化した高エネルギー電子ビーム発生を目指す。電子加速器で発生した高強度低速陽電子ビームを用いてビームサイズ $10\mu\text{m}$ 以下、パルス幅200ps以下、エネルギー30keV以下可変の短パルス陽電子マイクロビームを発生させるとともに、短パルス陽電子マイクロビームを用いた陽電子寿命測定等物性評価装置を開発する。開発した陽電子物性評価装置を用いて、所内、他の研究機関、民間企業等と連携して高機能材料の測定を行い短パルス陽電子マイクロビームの有効性を検証する。
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・特筆すべき成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	<ul style="list-style-type: none"> ・当初予定の成果 産総研の小型電子加速器を改良して、2000pps以上の高パルスレートの高エネルギー電子ビーム発生が可能であることを示した。 ビームサイズ約$10\mu\text{m}$、パルス幅200pps以下、エネルギー30keV以下のエネルギー可変の短パルス陽電子マイクロビームの発生に成功した。これを用いた物性評価装置を開発し、民間企業など他機関との連携により材料評価の有用性を示した。 ・特筆すべき成果 本研究で開発された陽電子マイクロビームを用いて、世界で初めて欠陥部分などの3次元イメージングを1時間程度で行うことができるようになった。これにより、本方法は今後、広く利用されることが期待される。 ・副次的な成果 乾電池で動く超小型電子加速器が開発され、非破壊検査用の乾電池駆動高エネルギーX線源の開発に繋がった。 ・論文、特許等 論文 5、特許 2、受賞 3。
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 ・研究費用の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力	<ul style="list-style-type: none"> ・目的・目標の設定の妥当性 当初設定された目的・目標はほぼ達成できている。 ・研究計画設定の妥当性 当初設定された研究計画はほぼ実行された。 ・研究費用の妥当性 本装置の開発費として適当。 ・研究の進捗状況 $10\mu\text{m}$径のマイクロビーム形成装置の開発に成功し、さらにその応用の有用性も示すことができ、本研究は非常に順調に進められた。 ・研究交流 陽電子ビーム利用材料評価コンソーシアムを設立し、他機関との研究交流を積極的に行った。 ・研究者の研究能力 以上の研究成果から、研究者の研究能力は高く評価できる。市村賞を初めとして3つの賞を受賞しており、他からも高く評価されている。
4. その他	開発した小型電子加速器と物性評価装置をドッキングした汎用型ポータブル陽電子マイクロビーム材料評価装置または顕微鏡の開発に期待したい。
5. 総合評価	A
評価責任者氏名：阿部勝憲	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：真空紫外-軟X線コヒーレント超高速光計測技術の研究開発 (独立行政法人産業技術総合研究所)	
研究期間及び予算額：平成16年4月～平成21年3月（5年計画） 合計55,040千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	<p>原子力用材料の劣化や高密度プラズマ過程においては、原子・分子の内殻電子励起や自動電離等が大きく関わると考えられるが、これらは遷移エネルギーが高く超高速な現象であるため、観測・解明には短波長かつ超高速な評価用光源が必要となる。本研究では、高次高調波発生技術とパルス内光波位相制御技術を取り入れた真空紫外から軟X線領域でのフェムト秒からサブフェムト秒レベルの短波長・超高速時間分解計測技術開発を行う。</p> <p>その達成技術目標は、</p> <p>1) 基本波レーザーのパルス波形とパルス内光波位相（CEP）を0.1 rad以下で長時間精密制御する技術、2) ダブルパルス化による100fs-0.1fsレベルの波長200nm以下の真空紫外-軟X線領域での干渉計測技術、3) CEP制御された基本波との同期特性が0.1fs級の高次高調波発生技術と特性計測技術、4) CEP制御されたパルス光と電界波形の相関法によるパルス幅計測及び時間分解現象計測技術、である。</p>
2. 研究成果 ・ 当初予定の成果 ・ 特筆すべき成果 ・ 副次的な成果 ・ 論文、特許等	<p>・ 当初予定の成果</p> <p>1) 発振器で0.13radで50分以上、増幅系では短時間であるが0.4radの安定性を実現。CEP制御精度としては0.1radを確認。完全ではないがほぼ目標値を達成した。</p> <p>2) 5次高調波（波長160nm）におけるスペクトル干渉を確認。目標は達成した。</p> <p>3) 高次高調波がCEPの効果の現れるパルス幅に達していることを確認。</p> <p>4) 振動などの光路長揺らぎによる時間揺らぎを0.1fs以下に抑制するところまで来たが、応用計測に必要な安定した同期精度目標値0.1fsは未達成である。トンネルイオン化の時間分解計測は未到達である。</p> <p>・ 特筆すべき成果：特になし</p> <p>・ 副次的な成果：非線形パルス圧縮によらないレーザー増幅パルスの最短記録となるCEP安定化12fsパルスの発生。</p> <p>・ 論文、特許等：研究の実務がほとんどレーザー装置の安定化であったことを想像すると論文件数として少ないとは言えない。特許につながればさらに良かった。</p> <p>論文11編、口頭発表22件、受賞2件。</p>
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 ・ 研究費用の妥当性 ・ 研究の進捗状況 ・ 研究交流 ・ 研究者の研究能力	<p>・ 非常に高度な技術目標を設定したため、原子力分野にても役立つ普遍的な価値を持つものと評価できる。</p> <p>・ 一方、高度な精密レーザーシステムとその応用技術を自ら開発し、国際研究競争の中で先行するには年間2.3人程度の小さな研究推進力で妥当であったかどうか、研究開始後の海外研究グループのみならず国内グループの動向に応じて研究目標の変更を検討してもよかったのではないかと考えられる。特に、国内グループと全く連携がなかったのは残念である。</p> <p>・ しかし、少ないマンパワーで困難な技術の研究に挑戦し、当初予定した目標に近く到達したことは評価できる。今後、装置の残された技術的課題を解決し、応用研究の分野で世界最先端成果を生みだすことを期待する。</p>
4. その他	
5. 総合評価	B
評価責任者氏名：阿部勝憲	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：SR-X線ナノメータビームによる革新的生体試料分析技術に関する研究 (独立行政法人産業技術総合研究所)	
研究期間及び予算額：平成16年4月～平成21年3月（5年計画） 合計58,361千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	<p>1) 生体細胞試料の走査・分析を目的として、斜入射ゾーンプレート（特許出願済み）を用いて、集光径数十ナノメータレベルのX線ビームを実現する。</p> <p>2) X線集光ビームを照明光源として用い、生体試料をリアルタイム・ナノメータサイズで分析できる透過モード光電子分光法を開発する。空間分解能は数十ナノメータ以下を目標とする。</p>
2. 研究成果 ・ 当初予定の成果 ・ 特筆すべき成果 ・ 副次的な成果 ・ 論文、特許等	<p>・ 当初予定の成果</p> <p>1) の新ゾーンプレートを設計試作し、原理実証はできたものの光源のエミッタンスが大きいため、集光性能目標値を実現できなかった。そのためもあり、走査型顕微法はあきらめ、透過モード光電子顕微法に注力した。</p> <p>2) 光電変換面の最適厚さのX線エネルギー依存性を見出し、メッシュイメージによる空間分解能などの基礎データはとれたが、生体サンプルでの実験は装置の調整で時間切れとなった。したがって、本当に“生きたまま”の状態で観測できるのかという長年の疑問に答えを提供する段階には到達できていない。</p> <p>・ 特筆すべき成果 特になし。</p> <p>・ 副次的な成果 生体材料の代替として微細加工に必要な電子線レジストの分析を行い、装置設計上有益な成果を得た。</p> <p>・ 論文、特許等 論文5編、特許2件。</p>
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 ・ 研究費用の妥当性 ・ 研究の進捗状況 ・ 研究交流 ・ 研究者の研究能力	<p>・ 本研究はX線ビームを発生する加速器の性能の向上に寄与するよりむしろ生体の研究に明確な目標を持った研究といえる。したがって、透過型光電変換生体顕微鏡を主道具として生体研究を中心に含んだ本研究は、全体として原子力試験研究としての妥当性に疑問がややあるものの、ナノメータビーム形成技術の研究はビームの応用範囲を広げるという意味でその意義は十分認められる。</p> <p>・ 走査型顕微方式をやめるということは斜入射ゾーンプレートによって可能になると主張するナノメータX線ビームの優位性を棄てることに他ならない。然るに、ゾーンプレートの試作には加工プロセスの開発も含め、多大のマンパワーと開発コストをすでにかけていたと想像できる。一方、方針転換の結果、取り組むことになった透過型光電変換顕微システムの実現には光電変換面と電子イメージ増倍管部等のハードウェアの開発が必須である。しかし、研究担当者の専門性から判断するとその方面へのマンパワーは年間1.5人しか注力されなかったと推察される。そのため、②の研究が遅れたものと推察される。研究所の弾力的な人員配置を今後期待する。</p> <p>・ 研究施設の維持費分は分離して示し、研究そのもののリスクに応じて使える直接研究経費を明確にしてほしい。</p> <p>・ 目標は期限に達成できなかったが今後、早急に顕微装置の試運転を行い、生きたままの生体材料を観測する顕微システムとしての有効性を実証してほしい。</p> <p>・ 研究交流は研究機関、大学と行われた。</p> <p>・ 研究者の研究能力は十分であり、今後の発展を期待したい。</p>
4. その他	
5. 総合評価	B
評価責任者氏名：阿部勝憲	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：放射性ヨウ素固定化・アパタイトの開発に関する研究 (独立行政法人物質・材料研究機構)	
研究期間及び予算額：平成16年4月～平成21年3月（5年計画） 54,876 千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	<p>使用済み核燃料再処理施設から排出される放射性ヨウ素129（半減期1570万年）を長期・安定に固定化する材料を開発するため、溶解度が極めて低く物理・化学的に安定なアパタイト系化合物（$M_{10}(RO_4)_6X_2$）を利用する。以下の2つの目標を達成する。</p> <p>1) ヨウ素アパタイトの合成：アパタイト中にヨウ素を含有したヨウ素アパタイト（$M_{10}(RO_4)_6I_2$）を合成し、高密度焼結体を作製する。</p> <p>2) アパタイトセラミックスによるヨウ素吸着ゼオライトの固定：ヨウ素を吸着させたゼオライトを均一に分散・内包したアパタイト（$Ca_{10}(PO_4)_6(F, OH)_2$）の焼結体を作製する。</p> <p>ヨウ素を長期間にわたって徐々に放出させるため、ヨウ素含有量5wt%以上、相対密度95%以上、圧縮強度200kgf/cm²以上、ヨウ素溶出速度10⁻⁶g/cm²・day以下を数値目標とする。</p>
2. 研究成果 ・ 当初予定の成果 ・ 特筆すべき成果 ・ 副次的な成果 ・ 論文、特許等	<p>ホットプレス法により、ヨウ素の脱離が起きない条件で、ヨウ素を含有したアパタイトを合成した。また、水熱処理法によりヨウ素を吸着したゼオライト表面をアパタイト被覆する方法を開発するとともに、低温高压条件でゼオライトアパタイト複合焼結体をつくることに成功した。概ね当初予定の成果を上げたと評価できる。その一方で、バナジウムと鉛を用いた研究が主なものであり未だ基礎的研究段階である。</p> <p>ゼオライトのアパタイトコーディング技術は将来的に期待が持てる。</p> <p>生体材料としての応用に可能性があり、副次的な成果と認める。</p> <p>英文論文5件、特許1件、国際学会での発表7件など成果について評価できる。</p>
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 ・ 研究費用の妥当性 ・ 研究の進捗状況 ・ 研究交流 ・ 研究者の研究能力	<p>ヨウ素の固化は処分分野で解決を迫られている最も重要な課題の一つである。やってみなければわからない面がある中での研究でもあり設定は妥当と評価する。その一方で、研究対象が放射性物質を封じ込める固化体であるという視点が弱い。</p> <p>放射性廃棄物処分に向けた基礎研究の計画設定としては妥当である。ゼオライトのアパタイトコーディングはヨウ素の処分を考える上で有望な選択肢である可能性がある。計画設定は妥当である。</p> <p>概ね妥当である。</p> <p>ヨウ素アパタイトについては基礎研究として実績は評価できるものの、処分研究としてはまだまだ課題が残っている。処分に係る研究展開が期待される。</p> <p>複数の民間企業や、大学と研究交流を行っている点は評価できる。ただ交流相手として放射性廃棄物処分の専門化が含まれていない。</p> <p>研究能力は十分と評価できる。</p>
4. その他	<p>ヨウ素含有率を高めること。バナジウムや鉛を含まないアパタイト合成と地層処分の固化体として安全評価に役立つものをつくることが課題。課題は残っているものの、研究の発展は着実なもので評価できる。</p>
5. 総合評価	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto;">A</div> B C
評価責任者氏名：佐藤 正知	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：超軽量プラスチックシンチレータを検出器とした無人空中放射能探査法の開発 (独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構)	
研究期間及び予算額：平成16年4月～平成21年3月（5年計画） 29,186 千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	<p>平板状プラスチックシンチレータ（PS）をベースとする軽量の放射能探査装置を開発するとともに、本装置を無人ヘリコプターに搭載して上空から中性子量とγ線量の分布を迅速かつ高精度に調査・解析する技術を開発することを目的とした。</p> <p>研究目標は次の通りであった：</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 放射能探査用のPSの選定。 ② 中性子とγ線の弁別を行うためのパルス波高弁別装置の開発。 ③ γ線のエネルギー弁別を行う技術の開発。 ④ PSのシンチレーションを光電子増倍管へ誘導するライトガイドの開発。 ⑤ 無人ヘリコプターに搭載可能な総重量50kg以下の探査装置の開発。 <p>無人ヘリコプターに搭載した探査装置からの信号を無線で地上へ転送し、地上で解析できる測定システムの開発。</p>
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・特筆すべき成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	<p>当初計画では無人ヘリによる実証試験を予定していたが、民間企業のノウハウで実現可能との判断から実施されていない。検出器は目標とする重量には少し及ばず、軽量化の課題は残されている。</p> <p>提案する検出器に対するエネルギー校正法やゲイン補正のための微分曲線法の開発など、有意義な成果が得られている。また、それにより、中性子-γの弁別測定を可能にするなど、成果は大いに認められる。</p> <p>無人ヘリによる実証試験は中止したものの、その代わり、当初予定していなかったNaIシンチレータとの比較検証が行なわれ、両者に良い一致が得られることを確認できており、学術的レベル向上の観点では望ましい成果である。</p> <p>論文発表は2件、投稿中1件、特許1件出願中である。特許取得も関係するため論文化しにくい部分もあるが、成果に比較すると外部発表努力はやや物足りない。</p>
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 ・研究費用の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力	<p>災害時の無人ヘリ探索用の軽量化検出器の開発と言う当初目標は、事故時モニタリング方法として期待されるものであり、原子力の利用拡大を進める上で適切な目標設定と考えられる。</p> <p>最終的に実証試験までを目論んだ計画は意欲的であるが、民間のノウハウに依存した形で机上検討に終わったことは、計画に少し無理があったように思える。</p> <p>目標にほぼ合致する検出器を開発できたため、費用投資としては妥当なものと考えられる。</p> <p>前述のように、無人ヘリ探索に関しては民間のノウハウ導入したため、研究交流は活発に行なわれたものと言え、その分、NaIとの比較検証に時間を割くことが出来たので、ある意味では研究交流が研究の効率化につながったといえる。</p> <p>当初予定の性能にほぼ沿った成果が得られており、研究者は本課題実施に対して十分な能力を有しているものと判断できる。</p>
4. その他	<p>本課題によって開発された計測機器は、災害時のモニタリングだけでなく、天然起源の放射線の野外測定などにも活用することによって、断層調査などに適用できる可能性がある。</p>
5. 総合評価	<p>Ⓐ B C</p>
評価責任者氏名：佐藤 正知	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：信頼性に基づく耐震設計のための設計用地震動に関する研究（国土技術政策総合研究所）		
研究期間及び予算額：平成18年4月～平成21年3月（3年計画） 32,107千円		
項 目	要 約	
1. 当初の目的・目標	地震力の不確実性を適切に評価した上で、信頼性設計に用いる設計用地震動を設定する手法を開発し、信頼性設計法を用いた耐震設計の一層の合理化に寄与することを目的とする。具体的には、高精度の確率論的地震ハザード解析手法を開発し、被害関数を用いたケーススタディにより妥当性を検証した上で、原子力施設等重要構造物の信頼性設計に用いる設計用地震動の設定手法を開発する。	
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・特筆すべき成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	<p>当初予定の項目の一部については未完であるが、本研究の中での重要な課題である地震力の不確実さの評価と、信頼性設計に用いる設計用地震動の設定手法に関しては、概ね当初の予定通りに進捗し、耐震設計の高度化に資する成果が得られており、これは特筆すべき成果である。</p> <p>副次的な成果が期待できる課題でもないが、耐震信頼性評価に当たっては、地盤分類だけでは推定誤差が大きく、当該サイトでの地震観測によって精度の高いサイト特性の導入が不可欠であることを指摘している。</p> <p>3年間の研究期間としては投稿中も含めた論文数は少ないとは言えず評価できる。</p>	
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 ・研究費用の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力	<p>新潟県中越沖地震によって原子力発電所を非常に強い揺れ（地震動）が直撃し、世界で初めての地震災害が発生し、原子力施設の耐震安全性に対する社会的関心が強まった。そんな中での本研究課題で得られた成果の果たす役割は非常に大きく、設定された目的や目標は非常に適切であった。特に、新潟県中越沖地震でも議論となった地震動の短周期レベルに基づく地震ハザード解析手法の開発は、工学的には非常に重要である。また、当初の5年計画を3年に短縮し、限られた時間の中で適切に重要課題を選び、当初目標とした成果を着実に出されている。さらに、研究計画の妥当な設定に加え、研究経費も妥当であるものと判断する。</p> <p>本研究内容は原子力施設の耐震安全にも供することが可能なもので、原子力試験研究としても妥当ではあるが、研究を遂行する上での原子力関係機関（特に公的機関）との連携が無かったことが残念であり、今後成果の学会発表などを通じて関係技術者等との議論を重ね、より高度な内容になることを期待する。</p> <p>最後に研究者の研究能力については、土木学会や文科省の地震調査委員会関係の委員を務めておられ、関連する内容については十分であると判断する。</p>	
4. その他	3年間の研究成果としては特に問題はないが、当初予定の原子炉施設における機器配管系の被害関数の評価が実験データの入手に失敗したためできなかったが、この課題は非常に重要であり、是非今後もデータの取得に努力していただきたい。	
5. 総合評価	Ⓐ B C	
評価責任者氏名：佐藤 正知		