

原子力試験研究の事前及び中間評価結果について

平成 18 年 9 月 12 日
原 子 力 委 員 会
原子力試験研究検討会

1 . 評価対象課題

- ・ 事前評価 - 平成 19 年度開始予定の新規課題 (36 課題)
 - ・ 中間評価 - 平成 16 年度開始及び平成 14 年度開始の継続課題 (13 課題)
- 計 (49 課題)

2 . 研究評価課題の分野別分類

生体・環境基盤技術分野

- ・ 新規 (事前) 14 課題
- ・ 継続 (中間) 3 課題

物質・材料基盤技術分野

- ・ 新規 (事前) 13 課題
- ・ 継続 (中間) 8 課題

システム基盤技術分野

- ・ 新規 (事前) 9 課題
- ・ 継続 (中間) 2 課題

(参考 : 各分野の概要)

< 生体・環境基盤技術分野 >

放射線による生体影響の検出・解析、環境・生物中の核種移行など、生体・環境への影響を解明するための先端的技術の開発に関する研究。放射線による品種改良、食品等の保存、滅菌、新たな診断・治療法、環境モニタリング・保全などに関する研究も含むが、原子力試験研究の成果の適用により新たな基盤技術の確立に資するものであること。

< 物質・材料基盤技術分野 >

新材料の開発や物質・材料等の分析・計測技術の高度化を図るための基盤的技術 (各種ビームの先端的利用等) の開発に関する研究。工業利用なども含むが、原子力試験研究の成果の適用により新たな基盤技術の確立に資するものであること。

< システム基盤技術分野 >

原子力防災に資する耐震・防災技術、放射性廃棄物の地層処分等バックエンド対策技術、プラント等の保守性向上に資するメンテナンス技術等、システムの基盤的技術の開発に関する研究。

3．評価の実施方法

研究計画、研究成果等を記載した書類審査（書類一次審査含む）およびヒアリング（説明 15 分、質疑 8 分）による評価（A,B,C の 3 段階評価）を実施。各評価の段階は以下のとおり。

- ・ A 評価：ほぼ計画どおり実施
- ・ B 評価：予算を含めた研究計画に修正が必要（不採択及び継続中止もあり得る）
- ・ C 評価：不採択及び継続中止

4．評価結果

分野名	事前評価				中間評価				計
	A評価	B評価	C評価	小計	A評価	B評価	C評価	小計	
生体・環境	6 (4)	7 (5)	1 (6)	14 (15)	2 (4)	1 (5)	0 (0)	3 (9)	17 (24)
物質・材料	6 (4)	7 (6)	0 (4)	13 (14)	5 (1)	3 (6)	0 (0)	8 (7)	21 (21)
システム (防災・安全)	2 (5)	5 (6)	2 (2)	9 (13)	2 (2)	0 (1)	0 (0)	2 (3)	11 (16)
(知的基盤)	(1)	(2)	(0)	(3)	(0)	(1)	(0)	(1)	(4)
計	14 (14)	19 (19)	3 (12)	36 (45)	9 (7)	4 (13)	0 (0)	13 (20)	49 (65)

(注)上段は今回の評価結果課題数、(下段)は前回の評価結果課題数である。

< 添付資料 >

- 参考 1 各分野における研究評価の実施状況について
- 参考 2 事前・中間評価課題の研究概要について
- 参考 3 評価結果一覧および各課題毎の総合所見
- 参考 4 原子力試験研究検討会委員名簿

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

本分野では、平成 18 年 7 月 3 日及び 4 日の二日間にわたり、新規応募 14 課題の事前評価及び継続 3 課題の中間評価のためのヒアリングを行った。

1) 事前評価における評価結果概要

新規に応募があった 14 課題すべてについて、主査が予め検討した結果、全課題についてヒアリングを行うことにした。総合評価結果は、A - 6 課題、B - 7 課題、C - 1 課題となった。

今回応募があった 14 課題が最も関連すると思われる分野を便宜的に大別すると次のようになる：(1) 放射線による DNA 損傷とその修復に関連する研究 - 4 題 (前 4、前 7、前 9、前 12)、(2) 放射線突然変異の基礎と応用研究 - 1 題 (前 10)、(3) 放射線照射による医療用素材の開発 - 2 題 (前 1、前 3)、(4) 食品照射関連 - 2 題 (前 2、前 11)、(5) 放射性同位元素の臨床応用に関する研究 - 2 題 (前 6、前 8)、(6) 放射線治療の改善を目指した研究 - 3 題 (前 5、前 13、前 14)。環境放射線 (放射能) 関連の課題は無かった。

ヒアリングの結果、総合評価が A となった課題は、前 1、前 6、前 7、前 10、前 11、前 14 であり、奇しくも、上記 6 大別分野から 1 課題ずつ選抜したことになった。

2) 中間評価における評価結果概要

対象となった中間評価課題 1 (中 1) 及び中 2 は、共に 5 年計画の 3 年目の評価であり、中 3 は 7 年計画の 5 年目の評価であった。事前評価結果は 3 課題とも B であったが、今回の中間評価結果は中 1 - B、中 2 - A、中 3 - A となり、いずれの課題においてもほぼ順調に研究が進捗しているとの印象を受けた。なお、これら 3 課題は共に植物を実験材料にしており、放射線育種に直接関係する研究課題 (中 1、中 3) 及び放射線育種の基礎をなす分子生物学的研究に関わる課題 (中 2) であった。中 1 では、12C または 20Ne イオンを 10 Gy 照射したピーマン、トウガラシの当代種子で、変異が劣性に固定した変異体が得られており、突然変異誘発に関して、イオンビーム照射はガンマ線照射や化学変異原処理とは異なった作用機作を持つことが示唆され、その機構が解明されれば、ここでの発見が他の植物種へも応用されることが期待される。中

2 では、ゲノム情報が完備したモデル植物であるシロイヌナズナ（アラビドプシス）を使って、植物におけるDNA組換え修復システムの解析を進めており、Rad51C 遺伝子 と XRCC3 遺伝子の両者が、減数分裂時の相同組換えに必須であること等の成果を、高レベルの国際誌に発表している。中3 課題では、腎臓病患者の食事療法用主食（コメ）として既に育成していた変異系統 Lgc1（Low glutelin content 1）を実験材料とし、グルテリン含量の低下（低タンパク質化）に関わる分子機構を解明すると共に、その成果をもとに「低グルテリン米の判定・定量法」について特願を済ませ、またコシヒカリにガンマ線を照射して得た グロブリン欠失突然変異系統と変異系統 Lgc1 を交配し食味を改良した「Lgc - 活」および「Lgc - 潤」の2 水稻品種を品種登録し、腎臓病患者の食事療法用主食としての臨床試験の準備段階を整えた。

2 . 物質・材料基盤技術分野

本分野については、新規課題 13 件について事前評価を、継続課題 8 件について中間評価を行った。計 21 課題のヒアリングは、平成 18 年 7 月 6、7 日に実施した。

1) 事前評価における評価結果概要

新規課題 13 件のうち、6 件を A 評価、7 件を B 評価とした。A 評価 6 件の概要は以下のとおりである。地層処分設備の耐食性寿命評価に関する研究は、幅広い環境条件について鉄筋および金属候補材料の寿命予測技術の開発を目指すものである。核融合炉先進構造材料の長時間クリープ特性に及ぼす核変換ヘリウム効果の評価に関する研究は、低放射化構造材料の高温ヘリウム脆化の条件と機構を解明するものである。高電流密度多種イオンビームシステムの開発に関する研究は、ダイヤモンドなどの合成技術につながるイオンビーム引き出し技術開発を目指すものである。照射誘起欠陥の動的挙動評価のための高度複合ビーム分析技術の開発に関する研究は、イオンビーム照射を行いながら陽電子による分析を行うことを目指している。ダイヤモンド放射線検出器の開発に向けた基盤的研究は、高い耐久性を要求される環境で使用する検出器に必要な技術開発を行うものである。原子燃料融点の高精度測定に関する研究は、これまでの限界を超える高温まで融点を信頼性高く測定する技術の開発を行うものである。以上の研究により、原子力試験研究として原子力プラントの安全性に関わる材料の開発・評価の向上や放射線の分析技術の高度化が期待される。

B 評価とした 7 件の研究すなわち、陽電子消滅分析法による金属材料熱履歴の研究、同位体シリコン系ナノワイヤーの環境ガスセンサーへの応用に関する研究、パルス励起中性子線の開発と材料計測技術への応用に関する研究、磁場

を使った超微粒子の分離技術に関する研究、ラマン分光分析法のための金属ナノ構造のイオン・電子ビーム加工技術の開発に関する研究、貯蔵材料における水素同位体のモバイル非破壊観測技術の開発に関する研究、放射光単色X線計測基盤技術に関する研究は、それぞれ特徴的な材料技術や分析技術の開発を目指している。これらの提案を原子力試験研究として実施するにはフィージビリティスタディを組み合わせることも有効と考えられる。

2) 中間評価における評価結果概要

中間評価8件のうち5件をA評価、3件をB評価とし、それぞれ前半の成果の上にたって継続するのが適当と判断した。A評価とした5件の概要は以下のとおりである。低誘導放射化・超伝導線材基盤技術の確立に関する研究では、金属間化合物系超伝導線材の構成元素を見直し誘導放射能を有効に低減する技術の開発が行われている。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、強磁場下で耐応力性能を高精度で評価する技術を開発している。自由電子ビームを用いた広帯域量子放射源と先端利用技術に関する研究では、自由電子レーザー技術をもとに赤外からX線領域までの光ツールを開発している。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利用技術に関する研究では、特徴ある陽電子ビーム材料評価装置の技術開発を行っている。真空紫外・軟X線コヒーレント超高速光計測技術の開発に関する研究では、サブフェムト秒の時間分解能につながる技術開発が行われている。これらの課題において原子力試験研究にふさわしい成果が得られている。

B評価とした3件の研究、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、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に関する研究、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、においてもそれぞれ研究目的に沿う成果が得られている。これらの課題においてはねらいをより絞って進めることにより原子力試験研究としての特徴をさらに出せると考えられる。

3. システム基盤技術分野

本分野については、平成18年6月29日にWG委員9名のうち8名の出席を得て、事前評価9課題及び中間評価2課題の計11課題についてヒアリングを実施した。

1) 事前評価における評価結果概要

事前評価9課題に対する評価を行った結果は、A評価2課題、B評価5課題及びC評価2課題であった。

A評価となった2課題のうち、前31は原子力施設の化学災害防止に資するためのe-ラーニングシステムの開発を目的としており、原子力関連施設のみならず、申請元の産総研所有のリレーショナル化学災害データベース(RISCAD)から化学プラントの事故事例を抽出し、事故進展解析に基づき事故の原因事象やそこから得られる教訓を逆引きし、学習することを可能とする教訓学習教材の開発は、原子力施設の化学災害防止に十分に貢献するものと期待できる。また、前34は形状のモデル化の誤差がほとんどなく、計算精度が高いモンテカルロ法を核燃料物質等輸送容器の遮蔽安全評価に適用することを目的とし、従来の2次元遮蔽解析法ではモデル化が困難であったトランニオン部等の複雑形状部の合理的な遮蔽評価を可能にすることが期待でき、核燃料物質等の海上輸送に関する安全規制を科学的かつ合理的に実施するという国の施策に資するものである。これらの課題の一部では研究手順の見直しや研究費の縮減の検討が望まれるが、原子力試験研究として実施することが適当と判断する。

B評価のうち、前29は緩衝材の各種条件下での地震荷重を加えた動的載荷実験により、処分施設における人工バリアの動的特性を含む耐震性の把握・評価を行う研究であり、前33は原子力施設の耐震限界状態の把握と地震リスクの定量化、リスク制御技術の提案を目的としている。何れも、原子力試験研究としての意義が認められる研究であり、A評価に近い内容であるが、実施項目を絞り、期間短縮や費用削減等、実施内容の一部を見直すことにより、より良い提案になると考える。

B評価の残りの課題のうち、前32は天然バリアにおける深部岩石の拡散、吸着特性の高精度かつ効率的試験法の確立を目指しているが、昨年度の申請内容とほぼ同じであり、まず提案する手法の実用性に対する疑問を払拭する必要がある。また、前35はテロ等の爆破による輸送容器の被害予測技術に係る基礎的知見の取得を、前36は将来の高速炉用MA含有MOXの使用済燃料用輸送容器設計に必要な基礎的知見を得ることを目的としている。研究の意義は認められるものの、前者では研究内容が原子力試験研究としての必然性にやや欠けること、後者では分離・変換技術、燃料の構成など不確定要因が多い段階であり、未だ時期尚早と考えられる。

C評価の2課題のうち、前28は原子力施設において仮設用ハウスの火災など、工事用シートの焼損が発生していることに対し、工事用シートの着火、燃焼拡大試験を行い、公設消防隊による消火活動および火災調査に役立つ情報を提供することを目的としている。負圧管理下の特殊性はあるものの、工事用シートの発火現象、火災は一般的な問題であり、原子力施設特有の問題とは言い難いこと、単なる試験に留まり研究要素に乏しい面があることから、原子力試験研究としての位置付けは低いと考える。また、前30は平成13年～15年度に実施した「重症外傷合併放射能汚染・放射線被曝患者の緊急搬送法の研究 - 迅速かつ汚染拡大防止を目標とした安全な陸路・空路搬送法を目指し - 」の

研究成果をベースに、核災害時の医療対応全般に対する総集編・大系を目指すとしているが、昨年同様の提案内容であり、研究の必要性は認められるものの、対象が広範囲、啓蒙的かつ実務的な面が強く、また、巨額の予算を必要としていることから、基盤研究にはなじまないと判断する。

２）中間評価における評価結果概要

中間評価を行った２課題は、何れもＡ評価とした。

中１２は再処理により発生する核分裂生成物であるヨウ素-129の安定な固化体の開発を目指し、１）ヨウ素アパタイトの合成、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、を実施中である。これまで、低温高压条件で相対密度９８％以上のヨウ素アパタイト焼結体を合成するとともに、低温高压条件を利用したゼオライト／アパタイト複合焼結体の作製に成功するなど、順調に有望な成果が得られている。今後は経済性も期待できる方向で研究を継続することが妥当である。中１３は軽量のプラスチックシンチレータを開発し、その装置を無人ヘリコプターに搭載して、中性子・線の多量なデータを短期間で収集・解析する手法の開発を行っている。市販のシンチレータの選定、中性子と線弁別装置、ライトガイドの開発等、プラスチックシンチレータの開発は概ね予定通り進んでおり、エネルギー弁別に可能性が開けたことは評価できる。今後も研究を継続し、重量軽減等、残された課題をクリヤーすることが妥当と判断する。

事前・中間評価課題の研究概要について

< 生体・環境基盤技術分野 >

前 1 線照射を利用した高分子分解速度制御型タンパク質放出制御製剤の調製法の開発とその評価に関する研究(国立医薬品食品衛生研究所)(新規)

タンパク質を医薬品として用いるためには、製剤化の時や患者が使用するまでの間に医薬品の品質が変化しないことと、タンパク質の放出速度を制御して使用することが必要である。申請者らはこれまでの研究により、線照射を利用したゲルマイクロスフェア製剤の調製法を確立し、この製剤がタンパク質の変質を防ぎ、その品質を維持できることを示した。本研究はこの製剤にタンパク質の放出制御能を付与することにより、タンパク質の安定性と放出制御機能を兼ね備えたより実用性の高い医薬品を開発することを目指す。本研究においては、製剤の製造法を開発するとともに、得られた製剤について、タンパク質の安定化および放出制御機能を評価する技術を確立する。

前 6 生理活性ペプチドおよびタンパク質の¹²³I 標識とマイクロイメージング (国立循環器病センター) (新規)

生理活性ペプチドおよび疾患関連タンパクのインビボイメージングを行い、生理活性ペプチドや疾患関連タンパクの機能の特定と生体ホメオスタシスにおける情報伝達プロセスの可視化を可能にするような基盤技術を開発する。まず、ペプチド・タンパクの芳香環を、選択的に¹²³I で標識する基盤技術とこれを実現する合成装置を開発する。担体を混入させない方法を採用することで、高い比放射能での標識を実現する。次に、¹²³I 標識したペプチド・タンパクの体内動態を、高解像度で、かつ定量的に観察するイメージングシステムを開発する。高解像度 MRI 形態画像とのフュージョン技術を導入することで、全身各臓器におけるペプチド・タンパクの受容体分布と、過渡的な変化をイメージング評価する。さらに、体内の動態を数理解析する方法を構築し、疾患に関係した各受容体の結合能や親和性の変化、ペプチド・タンパクの発現を評価する手法を構築する。これらの研究により、全身のホルモンに基づく情報伝達や生体反応の伝播のメカニズムや、抗原抗体反応、受容体結合反応に代表されるタンパク＝タンパク、タンパク＝ペプチド相互作用の機序の解明を可能にする。

前 7 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)(新規)

電離放射線高感受性遺伝病のひとつである Gorlin 症候群の発症機序、放射線高感受性のメカニズムの解明を目指す。発症機序の解明の中には個々の患者における責任遺伝子 PTCH の変異の解析や、より簡便な分子診断方法の開発も含まれる。

Gorlin 症候群は基底細胞がんや髄芽細胞腫を多発し、小奇形を伴う常染色体性優性遺伝疾患の一つである。本疾患患者で、髄芽細胞腫治療に対して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ことが知られている。本研究では患者由来不死化リンパ球を用いて放射線照射に反応して起きる細胞死、細胞周期の停止の異常を詳細に解析する。また最近我々が見出した PTCH タンパク質のユビキチン化について詳しい検討を加えるとともに、放射線感受性にいかなる意義をもつか調べる。

一方我々は以前より Gorlin 症候群の遺伝子解析を行なっている。解析数からみてわが国最大規模であり、診断率も世界をリードしている。さらに診断の感度と効率を上げるため、新たなエクソン接合部を標的としたマイクロアレイを開発するとともに Multiple Ligation-Mediated Probe Amplification (MLPA) 法という遺伝子の欠失と重複を簡便に検出する方法の本疾患への応用を試みる。

本研究は遺伝子解析により、適正な経過観察、治療法の選択等で患者に直接利益をもたらす他、放射線高感受性のメカニズムが明らかになれば、本疾患の新たな治療法の開発につながるだけでなく、診断のための X 線利用の是非や健康人の放射線障害に関するより深い理解につながる可能性がある。

前 10 アポミクシスの解明に向けた倍数性作物における放射線巨大欠失変異 利用技術の開発(独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 畜 産草地研究所)(新規)

本課題は、牧草のような高倍数性・非モデル植物において、放射線によって引き起こされる数百 Kb～数 Mb 規模の巨大な欠失を利用して、遺伝子解析や育種を行うための基盤的技術を開発することを目的とする。そのモデルケースとして、本課題では植物におけるクローン形成ともいえる「アポミクシス」を取り上げる。アポミクシスは無性的な胚発生を経て母株と全く同一の遺伝子型を持った種子が形成される生殖様式で、利用できればイネ・トウモロコシなどさまざまな作物で品種改良や種子生産が飛躍的に効率化する。まずアポミクシスを持つ植物からの遺伝子単離が必要だが、この遺伝子の周辺領域は広大な範囲にわたって減数分裂における組換えが抑制されており、従来の連鎖解析だけでは単離が困難と予想される。しかし放射線による巨大欠失を

利用すれば、アポミクシス遺伝子座を効率よく絞り込める可能性がある。そこで本課題ではアポミクシスを持つイネ科牧草ギニアグラスを研究材料に、ガンマ線やイオンビーム照射の適正線量の推定、DNA マーカーを用いて巨大欠失を検出するための諸条件の最適化、アポミクシス遺伝子領域における巨大欠失の検出、後代への変異の遺伝や影響の解明などを進める。

前 11 アレルゲン性等を指標とした放射線照射食品の健全性評価に関する研究（独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 食品総合研究所）（新規）

照射食品の健全性については 50 年以上の研究の歴史があり、WHO 等の国際機関によっても評価もなされているが、今後、国内でのリスク評価を進め国民的な理解を得る活動を実施するためには、食品安全に関する新しい評価視点も含めた研究データの更新が求められて来る。

本研究では、主要なアレルゲンに対する抗体や患者血清がすでに存在するダイズを主材料とし、ELISA 等の免疫化学的な手法やアレルギー患者血清、培養細胞等を用いた種々の評価系を用いて、放射線照射のアレルゲン蛋白質に対する影響を体系的に解析する。また、放射線特異的分解生成物である 2 - アルキルシクロブタノン類や、近年、照射以外の食品加工におけるリスクが議論されているトランス脂肪酸等の化合物の生成についても、加熱処理との比較において定量データを蓄積する。これらの研究により、今後、香辛料等の植物性食品の照射についての国内導入の検討が実施される際、リスク評価に資するデータを提供する。また、加熱調理等との比較における分析データを提示することで、照射食品の健全性に関する一般的な懸念やリスクについての科学的かつ理解し易い説明を可能とし、わが国での照射食品の扱いについての社会的合意形成に役立つことが期待される。

前 14 表面修飾ホウ素ナノ粒子の開発とその中性子捕捉療法への応用に関する研究（独立行政法人 産業技術総合研究所）（新規）

近年、中性子がホウ素の安定同位体に吸収されるときに起こる核反応を利用して、正常細胞に与える影響を極力抑えながら腫瘍細胞を選択的に破壊させる中性子捕捉療法と呼ばれる手法が検討されてきている。本研究では、従来この目的に臨床応用にも使われていたホウ素の有機化合物に変わって、ナノテクの技術を駆使することによりホウ素ナノ粒子を合成し、その中性子捕捉効率の大幅な向上と生成コストの低減を図ることで、脳腫瘍等の治療成績の改善を図ろうとするものである。中性子捕捉療法に使用できるようなホウ素ナノ粒子の合成技術確立を目指して、液相レーザーアブレーションという液相中に置かれた

固体表面にレーザー光を照射することで生成する高温のプラズマ状態を利用した手法を利用し、融点が高く非常に酸化されやすいホウ素のナノ粒子を液相中生成させるものである。また、表面修飾物質を液相中に共存させておくことで、生体内への導入が容易でかつ腫瘍細胞選択性を付与したホウ素ナノ粒子の簡便な生成技術の確立を目指す。開発した表面修飾ボロンナノ粒子を臨床応用へつなげていくために、基礎医学および臨床医学の研究者と共同で実験室内(in vitro)及び生体内(in vivo)での性能試験に取り組んでいく。本研究の成果は、脳腫瘍等の治療改善にとどまらず、新規中性子捕捉法用薬剤の開発と医療応用に役立つものと期待される。

中１ 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 野菜茶業研究所）（継続）

野菜生産と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必要がある。本研究は、近年国内で注目されている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、野菜類の多収、品種開発、また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。研究実施者らはこれまでの研究で、ピーマン、レタス、ししとうなどにおいて重イオンビーム照射による変異誘発に最適な条件を明らかにしたほか、実際に変異体を単離している。また、変異処理誘発当代で変異体を発見し、その後代が一遺伝子劣性に固定していることを明らかにした。このような変異はこれまでの他の変異誘発方法では見出されなかった変異であり「サイクロトロンミュータジェネシス」の利点を示す結果である。

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を応用した例も少ない。今後は、野菜の変異誘発におけるサイクロトロンミュータジェネシスの有用性について、より詳細に検討するほか、高品質、多収の野菜、あるいは基礎研究の材料となる野菜変異体の獲得をめざす予定である。

中２ 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）（継続）

DNAの組換え修復機構は、減数分裂期の相同染色体間の組換え、突然変異、ゲノムの安定性さらには外来遺伝子のゲノムDNAへの相同性を利用した組込み（ジーンターゲッティング）にも関与し、その高等植物における理解は植物

の分子育種において重要である。

これまでに、モデル植物であるアラビドプシスやイネを用いて組換え修復に関与する遺伝子についての網羅的解析を行い、高等植物はヒトで同定されたDNA組換え修復遺伝子をほぼ全て持つ事、組換え修復遺伝子はその発現がDNA損傷ストレスによって転写レベルで顕著に誘導を受ける事を示した。また組換え修復の制御因子の遺伝学的解析を通じて、組換え修復は細胞周期のS期後期～G2期に選択される修復機構である事、クロマチン構造は組換え修復を抑制し、効率的な組換え修復のためにはオープンなクロマチン構造が必要とされる事を明らかにした。

今後はDNA損傷の認識や伝達に関わる因子の変異体や、DNA修復能力が向上したと想定される変異体をマイクロアレイ等の手法により解析し、高等植物がDNA損傷を受けてから組換え修復を行うまでの過程のシグナルの流れを明らかにしていく。本研究で得られる成果は、植物の交配育種と、遺伝子の直接的な改良であるジーンターゲットングの両方の効率化に貢献すると期待される。

中3 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)(継続)

作物中に含まれ、人間の健康に有益な効果を示す各種の機能性成分が明らかとなり、それら有用成分を豊富に含む作物の開発を求める社会的要求が高まっている。そこで本研究では農作物の成分改良を目的とする効率的な放射線照射方法、変異体の選抜方法を開発し、突然変異により健康機能性を強化した作物を作出することを目的としている。また、誘発した成分変異に関与する遺伝子の機能解析を行い、その原因を明らかにすることを目指している。

これまでのところ、ソバにおいては子実中の抗酸化能が約2倍向上した系統を作出し、実用化に向け特性評価を実施している。チャでは、カテキン類を中心とする成分分析方法の効率化を実現し、4系統の有用変異体を選抜した。イネでは実質上の低蛋白米としての利用ができる品種を作出し、腎臓病患者向けとしての臨床応用が期待されている。また、花粉照射法によりガンマ線とイオンビームの作用性の違いを検討し、ともに巨大なDNAの欠失を引き起こす頻度が高いことを示した。さらにイネの種子中の主要蛋白質であるグルテリンの含有量が低下した変異系統からその原因遺伝子を特定し、その作用がRNAiによることを明らかにした。

<物質・材料基盤技術分野>

前16 地層処分設備の耐食寿命評価に関する研究(独立行政法人 物質・材

料研究機構）（新規）

本研究は、高レベル放射性廃棄物の地層処分設備に使用される耐食材料について、その腐食機構の解明と寿命予測を行うことで、処分地選定基準や安全評価の確立を目指すものである。特に海岸や島等のように海水が流入するような過酷な腐食環境も想定して使用材料の耐食性を評価する。また、既存材料では耐食性が不十分であるような環境に対して、革新的耐食材料の開発とその適用検討を併せて行うものとする。

地層処分設備の主体をなす鉄筋コンクリートの耐食性評価では、まず、電気化学的インピーダンス法を適用してモニタリング手法の確立を行う。この手法を用いて、海水流入（高塩分）、火山土壌（酸性溶液）の環境における鉄筋の腐食機構解明および寿命評価を行うものとする。特に、すきま腐食、水素脆性、SCC 機構について明らかとして総合的に鉄筋の腐食機構を明確にしていく。また、革新的耐食材料では、高強度、高耐食、低コストを達成する耐食鉄筋の開発指針を得ることを目標として、まず、耐食鉄筋の耐食性に与える成分元素の影響を明確にする。さらにこの耐食材料を前提に地層処分環境における耐食機構を明らかにし、総合的な寿命評価を行う。

また、放射性廃棄物の金属容器についても上記の過酷な腐食環境では、炭素鋼容器では使用が難しいため、新チタン合金について地層処分環境における耐食機構を明らかにし、寿命評価を行う。ここで、地層処分における種々の苛酷環境（高温、高塩分濃度、低 pH 等）を想定して、隙間腐食、水素脆性、異種金属接触腐食を検討することにより、幅広い処分環境について、寿命評価を可能とする。

前 18 核融合炉先進構造材料の長時間クリープ特性に及ぼす核変換ヘリウム効果の評価（独立行政法人物質・材料研究機構）（新規）

核融合炉の中でプラズマに最も近接し、構造強度を担う第一壁／ブランケット構造材料では、プラズマからの高エネルギー中性子照射によって、その内部で中性子と材料構成原子の間の核変換反応が起こり、ヘリウムが発生する。このヘリウムは結晶粒界に集積する性質を持ち、「ヘリウム脆化」と呼ばれる粒界脆化を引き起こして、しばしば材料の力学特性を劣化させる。特に原型炉以降の核融合炉では、照射量が高く、2 年～10 年程度と想定されているブランケット交換時期までに、数千 ppm という他の炉型に比べて極めて大量のヘリウムが蓄積されることから、ヘリウム脆化が重大な材料問題として認識されている。

本課題の目的は、原型炉以降の先進構造材料の有力候補である低放射化マルテンサイト鋼等について、材料の使用上限温度を決定する一大因子であり、炉の経済性にも影響を与えると考えられる、高温ヘリウム脆化に対する耐性を研究することにある。そこで本研究では、加速器の線照射によって大量のヘリ

ウムを注入し、中性子照射による核変換ヘリウム生成を模擬した試験片に対して、これまでにない長時間に渡るクリープ破断試験を実施して、ヘリウム脆化の発生状況を調べるとともに、ブランケット交換時期までのクリープ特性を外挿評価する。また、破断試験片の組織観察を行って、脆化機構についての知見を得ることを目指す。更に、実験上の制約から必然的に微小とならざるを得ない照射試験片の実験結果から実部材の特性を推定する方法について検討する。

なお、ヘリウム脆化は中性子照射下で応力を負荷される材料に共通な現象であることから、本研究で得られる成果は高速増殖炉や超臨界圧軽水炉等の材料開発にも活用されることが期待される。

前 21 高電流密度多種イオンビームシステムの開発に関する研究(独立行政法人 産業技術総合研究所) (新規)

イオンビーム発生装置は、中性粒子(原子)ビーム発生装置や高エネルギー加速器のイオン源として、また、プラズマプロセスやイオン注入装置のイオン源として様々な分野で利用されている。本研究では、これまでに産総研が開発してきた凹型電極を使用した高集束型高エネルギー密度中性水素原子ビーム発生装置の技術を基に(エネルギー $\sim 25\text{keV}$ 、電流 $\sim 75\text{A}$ 、焦点のビーム径/電極ビーム径 $\sim 1/10$ 、焦点でのパワー密度 $\sim 1\text{GW}/\text{m}^2$)水素以外のヘリウム、炭素、アルゴンなどの多様な原子のイオンビームを発生するシステムの開発を目指す。

まず、これまで開発した水素原子ビーム発生装置を、水素以外の原子ビームの発生が可能となるよう最適化して、上記と同様のエネルギーと集束性能を持った十アンペアオーダーのビーム発生が可能な多種イオンビームシステムを構成する。このシステムを用いて核融合炉壁材料などの高耐熱材料の照射試験を実施し、様々なイオン種による材料損傷の違い、イオンエネルギー依存性などを、高パワー密度領域で明らかにする。

ついで、同様のビーム引き出しの手法を用いて、 100eV 程度の低エネルギーイオンビームを発生するシステムの開発を行う。低エネルギーイオンビームは広い分野において利用可能な技術であるが、ビームイオン自身の電荷による静電場によりビームが自己発散することから、大きな電流密度を実現することが難しかった。ここでは新たに考案した、ビーム引き出し電極面への強力な光の照射で発生する光電子により、イオンの電荷を中和してビームの発散を抑える手法を導入して、低エネルギー高電流密度のビームを生成する。特に低エネルギー高電流密度の炭素イオンビームを実現し、高品質の単結晶ダイヤモンドの生成による、高感度で高耐久性を持つ中性子計測素子の開発への貢献を図る。

前 23 照射誘起欠陥の動的挙動評価のための高度複合ビーム分析技術の開発(独立行政法人 産業技術総合研究所) (新規)

金属材料中に生じる照射誘起欠陥の動的挙動を調べるため、イオンビーム照射を行いながら、照射中の損傷状態を陽電子ビームで同時分析できるイオン・陽電子複合ビーム分析技術を開発することを目的とする。従来、照射中の欠陥の状態は、ほとんどの場合、照射後試料の損傷状態から類推するしかなかったが、本研究の手法は、照射中や照射直後の照射誘起欠陥の状態や変化を直接調べることができる。イオン照射は、中性子照射と類似の損傷効果を材料に与えることができるため、イオン照射から得られる知見は中性子損傷の予測、評価に役立つ。また、分析のプロブとして用いるエネルギー可変低速陽電子ビームは、電子顕微鏡でも観測できないような微小な空孔型欠陥の深さ分布検出が可能で、さらに、本研究では欠陥種の同定が可能な陽電子寿命法を用いる。このような陽電子寿命法を用いたイオンビーム照射中の材料のその場分析は、世界でも例がない。本研究で開発する手法を応用して、中性子照射損傷の蓄積過程を適切にモデル化することにより、原子炉部材の寿命予測の精度向上につながるものと期待される。

前 25 ダイヤモンド放射線検出器の開発に向けた基盤的研究（独立行政法人産業技術総合研究所）（新規）

核融合炉や原子炉、放射光施設、宇宙等の放射線環境、高温環境等の極限環境下において、劣化耐性のある放射線検出器が求められている。しかし、従来のシリコン半導体等を用いた検出器は、このような過酷な環境下では激しい劣化により機能しない。それに対して、ダイヤモンドは、バンドギャップが大きいことや高い熱伝導度を有する等、上記の極限環境にも耐え得る、物質中で極限的な物性を有することから、最も期待できる物質である。

その一方、十分なエネルギー分解能、計数効率、応答性を有する、上記用途にかなうダイヤモンド放射線検出器は、現在のところ作製されていない。原因として、ダイヤモンド自身の結晶性が低いこととダイヤモンドと電極との界面構造制御が不十分なことの双方に起因する、分極効果（キャリア捕獲により検出器内部に電荷蓄積が起きること）の発現が挙げられる。しかしながら、その解明は十分に行われていないため、所望の特性を引き出せず、このことが実用に資する十分な性能を持つダイヤモンド検出器の実現への妨げとなっている。

本研究は、この分極効果の詳細の解明を行うことにより、実用に資する性能を有するダイヤモンド放射線（中性子、X線、UV線等）検出器の実現に向けた指針を得ることを目的とする。具体的には、ダイヤモンド中の欠陥種の同定やその密度の評価、電極界面構造の詳細を明らかにするとともに、それらが放射線の入射によって生成するキャリアの捕獲にどのような影響を及ぼすかの解明を行う。この知見に基づき、検出器の必要性能に十分耐え得る高品質な人工ダイヤモンド成長条件や最適な素子構造設計に対する指針を得ることを目指す。

本研究によって得られる知見や技術は、原子炉、核融合炉、放射光等の加速器等の安全運転や、人工衛星等に関連する宇宙・航空工学の発展に貢献し得ると期待できる。

前 26 原子燃料融点の高精度測定に関する研究（独立行政法人 産業技術総合研究所）（新規）

混合酸化物燃料（MOX 燃料）を使用した高速増殖炉やプルトニウム有効活用のためのプルサーマルにおいては、熱設計・管理の目的から燃料融点のより正確な情報の整備が喫緊の課題となっている。UO₂、MOX 燃料等の融点測定では、2000 以上の高温測定に付随する様々な技術的困難さから未だに十分高精度の測定技術は確立されておらず、過去の測定値の不確かさも大きい。

本研究では、当研究グループの持つ高温標準・計測技術を基盤として、原子燃料（UO₂、MOX 等）融点温度の高精度測定技術の開発を目指す。具体的には、1）新たな金属 - 炭素系高温定点技術による UO₂ の融点（およそ 2900）を超える高温域の高精度温度目盛の開発、2）融点測定装置内部の温度計に対する *in situ*（その場所にて）校正技術の開発、3）日本原子力研究開発機構（JAEA）の融点測定装置に適用し、実条件下での原子燃料融点の高精度測定及び不確かさ評価を計画している。

本研究の成果は、JAEA における MOX 燃料融点測定実験に提供され、原子炉設備の安全性の確保と高効率・高熱出力運転に資する信頼性の高い S I T レーサブルな融点データ測定が実現されるとともに、原子燃料データベース等を通じた各種測定データの国際的な普及・利用が拡大する。

さらに、本研究で開発する高精度温度計測技術は、燃料融点に留まらず、次世代の超高温ガス炉燃料開発における高温プロセス確立や核融合炉構造材料開発などへの展開も期待され、広く原子力技術研究開発に貢献するものである。

中 4 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）（継続）

本課題では、大電流イオンや高出力レーザーのビーム自身が持つエネルギーによる電子励起やナノスケールの材料改質過程を利用してナノ構造を作製する研究を実施する。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。既にイオン・レーザー同時照射により貴金属ナノ粒子の分布を空間的に制御することに成功している。またイオン照射でのその場発光・吸収分光測定を改良し、ナノ粒子形成過程の素過程の観測に成功し、形成機構の解明のために大きな貢献をした。さらにイオン照

射と熱処理を組み合わせた酸化物ナノ粒子の形成方法の提案及び実証などでも多くの成果を挙げている。今後は、レーザーの干渉などを利用してナノ構造を高度化し機能性を高めることを目指す。

中 5 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）（継続）

I T E R 後に建設が計画されている核融合発電炉では、I T E R 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る。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内部安定化材とする新しい急熱急冷法 Nb_3Al 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 (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極細多芯化、安定化材付与、長尺化などの線材基盤技術の確立を目指す。

中 6 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）（継続）

経済性を考慮すると発電プラントとしての核融合装置には 20 テスラ級の磁場が必要とされている。このような大型で強磁場を発生するマグネットの導体には強大な電磁力が加わるので、動作条件（磁場、温度）下での線材（導体）の機械的特性、特に応力効果特性（臨界電流に及ぼす応力の影響）の評価が不可欠である。本研究では 20 テスラ級のマグネットの導体として期待される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を確立し、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。

現在までに、スプリング型の応力効果測定装置を開発し、これを用いて、20 テスラから 30 テスラという強い磁場中で、ビスマス系酸化物超伝導線材の応力効果を測定することに世界で初めて成功した。また、応力による超伝導特性劣化の原因が超伝導相内に生じた微小クラックであることを明らかにした。

今後は、様々な超伝導線材やその構成要素について得た熱膨張率や機械的性質などを使用して、導体レベルでの応力効果特性を予測する手法を開発する。

中7 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)(継続)

原子炉用材料の経年劣化は、原子レベルでの照射欠陥の発生から、転位、析出物、粒界、ボイドの発生成長など様々なスケールの材料組織が関与した複雑系の現象である。実験が困難な照射下での材料の劣化機構の解明や特性予測のためには、原子レベルからメゾ、マクロの各スケールでの現象を考慮し、これらを統合した計算科学技術研究が必要とされている。本研究は、原子力用構造材料の現象(照射脆化、照射クリープ、ヘリウム脆化等)に関わり、複雑な材料組織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する。

これまでに、照射欠陥の安定性と動的挙動をシミュレートする二成分系分子動力学コードの開発、共有結合性の高い不純物元素を含む合金系への拡張、空孔拡散・ボイドの発生成長・き裂進展を取り扱う連続体モデルの計算コードの開発、損傷や破壊を取り扱う Phase-field 法プログラムの開発、および粒子モデルと連続体モデルを統合したプログラムの作成を行った。今後は、これらの計算コードを用いて、照射材料の合金構造、機械的性質、損傷過程に関するマルチスケールな計算手法の研究を行う。

中8 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)(継続)

加速器を利用して発生できる高輝度の量子放射(電子/陽電子、陽子、中性子等の量子に、放射光、自由電子レーザー、X・線等の光子を加えたビームの総称)は、各種の高機能材料や生体材料などの診断やプロセス・改質を通して、原子力エネルギー開発への直接的な貢献のみならず、代替エネルギー関連研究、環境・ライフサイエンス、物性物理等、幅広い分野の研究に利用できる高機能ツールとして期待されている。

産総研では、小型電子蓄積リング NIJI-IV を用いた自由電子レーザー(FEL)(高エネルギー自由電子ビームを周期磁場で蛇行させ、発生した準単色の放射光を光共振器に閉じ込めて増幅することにより得られる広帯域波長可変レーザー)研究を推進し、これまでに遠紫外域(DUV: 280nm より短い波長域)で世界最短波長(1998 年当時)発振を達成する等の成果をあげてきた。その後 NIJI-IV を改造しつつ性能の向上を図ることにより、FEL 発振波長は国内初の真空紫外域(VUV: 200nm 程度より短い波長域)に到達し、世界初の蓄積リングを用いた

赤外(IR) FEL 発振も見込める状態となっている。この場合、FEL 発振器内でレーザーコンプトン散乱(LCS:高エネルギー電子ビームにレーザー光子が衝突した時、高エネルギーで単色性の良いX・線が散乱される現象)を自動的に起こさせ、エネルギー可変準単色硬X線(FEL/CS-X)を発生させることも可能となる。

本研究では、1台の小型蓄積リングNIJI-IVで得られる自由電子ビームを用いて、VUV～IR域(0.19～10μm)FELにFEL/CS-X(0.1～2MeV)を加えた広帯域高輝度量子放射源の開発を行うとともに、これらをPEEM(光電子放出顕微鏡)、PAS(光音響分光法)、ラジオグラフィ(硬X線による構造物内部のイメージング)と組み合わせた材料表面電子状態イメージング、高感度元素・結合状態分析、非破壊検査等への利用技術の開発を行う。

中 9 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)(継続)

電子加速器等で発生した高エネルギー放射線から得られる高強度陽電子(電子の反粒子)ビームは、様々な分野の高機能材料の物性測定プローブとして有用であり、これを用いた材料評価法は材料開発にブレークスルーをもたらすツールとして期待されている。本研究では、陽電子発生用に最適化した小型電子加速器により高品質・高強度の低速陽電子ビームを発生し、それをマイクロビーム化および短パルス化する技術を開発するとともに、短パルス陽電子マイクロビームを用いた新しい材料評価技術を開発する。この短パルス陽電子マイクロビームの入射エネルギーを変えることにより、試料に入射する位置だけでなく、入射深さも数ナノメートルから数マイクロメートルまで変えて陽電子消滅パラメータを測定することができる計測システムの開発を目指している。これによって、3次元的な局所領域の原子レベルの極微構造を知ることが可能になり、照射損傷による劣化診断、新規材料開発、デバイス開発等の幅広い分野への応用が期待される。

中 10 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)(継続)

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う。

具体的には、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・エンベロープ位相)を制御した高強度パルスを高次高調波発生に用いて真空紫外から軟X線領域での高調波パルス発生を制御を行い、更に高調波のダブルパルス化による干渉計測、基本波電界と高調波パルスを組み合わせた計測手法の開発を目標とする。

これまでに、基本波レーザーの性能高度化(特にパルス波形とパルス内光波位相の精密制御の高精度化や新しい制御技術の開発)およびダブルパルス化による真空紫外・軟X線領域での干渉計測技術の原理実証を行った。

今後は、パルス内光波位相制御光を利用し、トンネルイオン化等のフェムトからサブフェムト秒時間領域の時間分解分光計測を行う予定である。

中 11 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)(継続)

ライフサイエンス分野の重要なターゲットの一つは、それら遺伝情報の細胞内発現や発現タンパク質の機能のダイナミクス観察の実現と考えられている。これまで空間分解能が最も高い分析手法として透過型電子顕微鏡手法が用いられてきているが、生きたままでのリアルタイムでの分析は不可能であった。生きたままでのサンプルを解析できる可能性はX線を用いるしか方法はないため、本研究では、まず、X線を新規な方式で集光し微視的な領域での強度の増強を図る。そしてリアルタイム・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を開発する。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。通常の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する。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返還される。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。これにより遺伝情報等の細胞内発現のダイナミクス観察を可能とする。例えばカルシウムは生体内の情報伝達のメッセンジャーとして注目を集めており、ダイナミクス観察により神経細胞の機能解明に関わるさまざまな情報を得ることができるものと期待される。

<システム基盤技術分野>

前 31 化学災害の教訓を原子力安全に活かす E ラーニングシステムの開発に関する研究(独立行政法人 産業技術総合研究所)(新規)

化学プラントのリスク評価を原子力安全に有効に活用するためには、原子力関連の様々な階層の従事者が、化学災害の教訓を学び、化学物質や施設に対す

る安全意識を養う必要がある。本研究は、原子力関連と化学関連の事故例を共通の原因によって結びつけ、抽出された教訓を学習するためのEラーニングシステム（パソコンやインターネットなどの情報技術を利用して、学習・研修など行う教育形態）を開発し、原子力関連施設の安全向上を目的とする。具体的には、次の3つの項目を実施する。1）事故事例の収集：原子力関連施設の事故事例および類似の原因で起こった化学プラントの事故事例を抽出し、事故調査報告書などの詳細な情報を収集する。2）教訓の抽出：収集した事故事例の詳細情報を事故進展フロー図を作成する手法を用いて解析、正常な状態からの逸脱ポイントを見だし、その逸脱の原因を専門的、経験的な推定から抽出する。これらの原因に対する安全対策の普遍的な知識として教訓を抽出する。3）教材の開発：個々の事故事例を解析した事故進展フロー図を用いてケーススタディ教材を作成するとともに、抽出された教訓を体系化し、分類して、利用者が実際に直面している工程や装置、あるいは、そこから想定される事故シナリオから事故の防止に役立つ教訓を逆引きし、学習できる教訓学習教材を開発する。これらの教材はいずれもEラーニングシステムのWeb教材として公開する。

前 34 放射性物質輸送容器のモンテカルロ法による遮蔽安全評価手法の高度化に関する研究（独立行政法人 海上技術安全研究所）（新規）

放射性物質の輸送の安全確保は最新の知見を踏まえて科学的かつ合理的に図ることが求められている。現在、放射性物質輸送容器の安全審査のための遮蔽安全解析は、輸送容器形状をモデル化する際に種々の仮定が必要となる二次元離散座標計算コードにより行われている。

モンテカルロ法は、形状のモデル化に起因する誤差がほとんどなく、精度のよい遮蔽計算結果が得られる特徴があるが、モンテカルロ法の計算結果の妥当性について評価する標準的な手法が確立されていないことと、モンテカルロ法の複雑形状部に対する安全裕度が明確になっていないこと等により輸送容器の安全審査のための遮蔽安全解析には適用されていない。

そこで本研究では、輸送容器の遮蔽安全解析に対するモンテカルロ法の適用性を明らかにするため、遮蔽ベンチマーク実験（複雑形状部モックアップ試験及び実機試験）を実施してモンテカルロ法による計算精度の検証を行うとともに、モンテカルロ法を安全審査に適用するにあたって解決すべき、計算結果の妥当性判断の基準の考え方、使用する検出器及び分散低減法の設定方法について、詳細な検討を行い、学会標準等のガイドラインを策定する。

本研究により、最新の科学的知見に基づく合理的な輸送容器の安全審査に資することができる。さらに、本研究の成果を活用することにより、従来法では遮蔽解析上の安全裕度の点から実現が困難である、高燃焼度使用済燃料の短期間冷却での輸送が可能となることが期待され、核燃料サイクルの効率化が図られる。

中 12 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) (継続)

ヨウ素 129 は、約 1600 万年という非常に長い半減期を持つ放射性気体廃棄物であり、長期安定に処理する技術が求められている。本研究では、溶解度積が極めて低く物理・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るヨウ素 129 の固定化技術の確立を目指す。1) ヨウ素をアパタイトの結晶構造中に直接置換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・内包した極低溶解性アパタイト焼結体を開発する。

これまでに、1) については、メカノケミカル反応を利用して低温条件でヨウ素アパタイトを合成し、相対密度 98% 以上の焼結体を作製することに成功した。また 2) については、低溶解性・高焼結性リン酸カルシウムアパタイト粉末の合成、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、及びそれらの技術を用いたゼオライト / アパタイト複合焼結体の作製に成功した。今後は得られた試料について評価試験を行ってその結果を合成技術や焼結技術の高度化に反映させるとともに、本技術の実用性についての検討を進める。

中 13 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 農村工学研究所) (継続)

本研究は、従来使われている無機結晶の NaI 検出器でなく、軽量のプラスチックシンチレータ (以下、PS) 検出器を開発し、その装置を無人ヘリコプターに搭載して、原子力関連施設周辺農地や人が近づくことが危険な急斜面の中性子・ γ 線の多量なデータを短期間で収集・解析する手法の開発を目的としている。

これまでに、探査装置の素材として、コンプトンエッジが予測される位置に明瞭な極大値を示す BC - 412 を選定し、中性子用、中性子吸収部、 γ 線用の 3 層構造検出器により中性子と γ 線を弁別できた。また、スペクトルの 2 回微分法によりコンプトンエッジを強調し γ 線のエネルギー弁別を可能にし、検出器の 2 面から光を収集するライドガイドを開発した。

今後、検出器システム全体を無人ヘリコプターに搭載できるように軽量化すること、無線計測技術を開発することにより、無人空中放射能探査法を開発する予定である。これにより、これまで海外の輸入に頼っていた高額な NaI 検出器による探査でなく、国内で生産できる安価な検出器を使った放射能探査が可能になる。

生体・環境基盤技術分野 (7月3日・4日ヒアリング実施)

番号	課題区分	府省	研究機関	課 題 名	総合評価
前1	新	厚生労働省	国立医薬品食品衛生研究所	線照射を利用した高分子分解速度制御型タンパク質放出制御剤の調製法の開発とその評価に関する研究	A
前2	新	厚生労働省	国立医薬品食品衛生研究所	スクリーニング法による照射食品の検知に関する研究	B
前3	新	厚生労働省	国立医薬品食品衛生研究所	放射線技術を利用した再生医療用基材の開発に関する研究	B
前4	新	厚生労働省	国立医薬品食品衛生研究所	全ゲノムスキャンニングによる放射線損傷DNA領域のマッピングと、DNA損傷応答反応の可視化に関する研究	B
前5	新	厚生労働省	国立感染症研究所	放射線照射による潜伏感染ウイルスの再活性化機序と感染細胞除去法の検討	B
前6	新	厚生労働省	国立循環器病センター	生理活性ペプチドおよびタンパク質の123I標識とマイクロイメージングに関する研究	A
前7	新	厚生労働省	国立成育医療センター	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	A
前8	新	厚生労働省	独立行政法人 国立病院機構 東京医療センター	I-125シード線源永久挿入療法の技術開発と標準化に関する研究	B
前9	新	厚生労働省	独立行政法人 国立健康・栄養研究所	損傷トランス系に感知されにくい放射線損傷の原因解析、及びその損傷タイプを改変する試み	C
前10	新	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	アボミキシスの解明に向けた倍数性作物における放射線巨大欠失変異利用技術の開発	A
前11	新	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	アレルギー性等を指標とした放射線照射食品の健全性評価に関する研究	A
前12	新	農林水産省	独立行政法人 水産総合研究センター	魚類モデルにおけるATMおよびオートファジーを介する新規放射線応答機構の解明	B
前13	新	経済産業省	独立行政法人 産業技術総合研究所	ガンマナイフによる定位的放射線照射が脳組織に及ぼす影響に関する研究	B
前14	新	経済産業省	独立行政法人 産業技術総合研究所	表面修飾ホウ素ナノ粒子の開発とその中性子捕捉療法への応用に関する研究	A
中1	継	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
中2	継	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析	A
中3	継	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

表7

前1

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名： 線照射を利用した高分子分解速度制御型タンパク質放出制御製剤の調製法の開発とその評価に関する研究（国立医薬品食品衛生研究所）

項 目	要 約
1．研究目的・目標	<p>タンパク質を医薬品として用いる場合、製剤化の時や患者が使用するまでの間に医薬品の品質が変化しないことと、タンパク質の放出速度を制御して使用することが必要である。申請者らはこれまでの研究で確立したゲルマイクロスフェア製剤調製法を用いることで、製剤の変質を防ぎ品質を維持できることを示しているが、本研究は、この製剤にタンパク質の放出制御能を付与することにより、タンパク質の安定性と放出制御機能を兼ね備えたより実用性の高い医薬品の開発を目指している。</p> <p>本研究では、製造法の開発及びタンパク質の安定化と放出制御機能を評価する技術を確立する。</p>
2．研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	<p>申請者が属する研究所が掲げているミッションは「医薬品や食品のほか、生活環境中に存在する多くの化学物質について、その品質、安全性及び有効性を正しく評価するための試験・研究や調査を行う」ことであり、本研究内容と研究所のミッションには整合性がある。また、本研究はガンマ線照射を有効利用して、タンパク質を医薬品として用いることを可能にする基盤的な技術を開発し、得られたタンパク質医薬品について、その機能を評価する技術を確立することを目的としていることから、「放射線利用技術の特徴を伸ばし、国民生活の水準向上に広範囲に貢献していく」という原子力政策大綱の目標と整合したものであると考えられる。</p>
3．事前評価 ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非	<ul style="list-style-type: none"> ・ガンマ線照射によるゲル化が製剤調製の基本をなすことから、原子力試験研究として妥当である。 ・高分子分解酵素を含有するマイクロスフェアと、炭酸エステルを導入したマイクロスフェアの開発を進める予定である。二つの手法について検討することから、目的を達成するための計画には柔軟性があり手順と手法は妥当である。 ・研究費はおおむね妥当である。 ・ガンマ線ゲル化による徐放化剤製造法としての展開が期待される。 ・徐放化機能を高分子分解酵素や化学的な性質に基づく加水分解速度で製剤に付与しようとしており、独創性と新規性が認められる。 ・研究者の研究能力は高いと判断される。 ・実用化した場合のメリットは高いことから、研究を実施すべきと判断される。
4．研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	<p>高分子分解酵素を取込ませる場合、分解反応を押さえながらゲル化する工夫が必要であろう。</p> <p>年次進行で機器を購入する計画（4年計画の3年目まで）となっているが、目的を達成のために必要な分析機器は早い年次に購入を行うべきである。</p>
5．その他	
6．総合評価	<p>Ⓐ B C</p>

評価責任者氏名：嶋 昭紘

表7

前2

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：スクリーニング法による照射食品の検知に関する研究（国立医薬品食品衛生研究所）	
項 目	要 約
1．研究目的・目標	<p>食品照射は世界的に広く認められつつあり、対象品目は拡大している。一方、消費者が照射食品と非照射食品のいずれかを選択できるように、照射済みであることを示すマークの表示が国際的に定められている。この表示を担保するために照射食品を検査識別する必要があり、流通コストを抑えながら、迅速な食品の流れを確保できるスクリーニング法を開発する必要がある。</p> <p>本研究では、照射食品検知法の文献調査や有望な検知法の検討を行った上で、2つの試験法に絞って検知法を検討する。</p>
2．研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	<p>国立医薬品食品衛生研究所は、国民の健康と生活環境の維持・向上の観点から規制的な業務と、産業と福祉の発展に必要な業務とを行っており、照射食品検知法の開発はこの研究所の設置目的に合致するとともに、原子力政策大綱の趣旨にも合致する。</p>
3．事前評価 ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非	<ul style="list-style-type: none"> ガンマ線や電子線の利用は原子力平和利用の要の1つであり、放射線利用の拡大に繋がる照射食品の検知法に関する研究は原子力試験研究の目的に適った研究であり、平成17年度に策定された原子力政策大綱の理念に一致している。 光励起発光法と生菌数/死菌数を計測するスクリーニング法の問題点の見極めと改良を目標にしているが、既存の方法の感度・確度の確認に終わる可能性が危惧される。 平成19年度予算における備品費、消耗品等の額はほぼ妥当である。また、種々の検知法の適否を種々の香辛料・乾燥野菜で検討するなど、相当な作業量になることを考慮すると4年計画である点も適切である。 照射食品の検知に関する研究を行うことにより、照射した食品等の安全な供給に繋がることが期待される。 根菜類に付着している土壌鉱物のルミネッセンスを測定するスクリーニング法であり、対象が限定され独創性・新規性に乏しい。 放射線照射のために、高崎量子応用研究所等との緊密な研究交流が行われるものと期待される。 申請者らは食品照射検知法の研究者として世界各国の研究者と交流があり、長年にわたり照射食品の検知法、特に化学的検知法の研究に従事しており、研究能力の面で問題はない。 以上を総合的に判断し、実施の必要性が特に高い研究とは判断されない。
4．研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	<p>スクリーニング法の長所は、低ランニングコストで迅速に結果が得られ、流通コストが低減するので当該法が普及拡大することであるが、一方では、結果の曖昧さを補填するための確定分析を必要とし、判定を誤らせる要素（偽陽性・偽陰性）を如何にして低減するかがポイントとなる。</p>
5．その他	<p>ヒアリングに際しWGメンバーは、（開発を目指している）新規検知法の原理が明示されなかったとの印象を持った。一方、担当者は、検討対象の2法とも正規に試験法とすることは困難であり、スクリーニング法特有の問題点を明らかにすることなどを目的とすると述べており、「独創性・新規性」とは別次元からの評価が必要かも知れない。</p>
6．総合評価	B
評価責任者氏名： 嶋 昭紘	

表7

前3

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名:放射線技術を利用した再生医療用基材の開発に関する研究 (国立医薬品食品衛生研究所)	
項 目	要 約
1. 研究目的・目標	この研究は、酵素非存在下で細胞をシート状に回収できるディッシュに利用されているポリイソプロピルアクリルアミド表面を改良するため、電子線重合を利用した表面パターン化とその表面と多糖類との複合化による材料の改良を目的としている。最終的目標では、既存の上記ディッシュよりも、細胞の増殖、分化が促進され、より迅速かつ安全に細胞集団を回収することができる再生医療用基材の開発を目指している。
2. 研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	当該研究機関は、医薬品、医療機器や食品のほか、生活環境中に存在する多くの化学物質について、その品質、安全性及び有効性を正しく評価するための試験・研究や調査を行うための機関である。特に、当部は医療機器やその材料の安全性、有効性評価のための研究を行っている。 本研究は放射線技術を医療機器用材料の開発へと応用しようというもので、原子力技術を医療材料開発技術へ応用するという意味で原子力政策大綱と整合する。また、新規材料における安全性、有効性の評価に関する研究は、当該研究機関、当該研究部の設置目的とも整合する。
3. 事前評価 ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力	この研究は、電子線の医療用基材開発への利用法を提案すると同時に、より迅速な組織再生を促すための材料開発を目指すものであり、原子力試験研究としては妥当なものである。 開発方法では、研究後の実用化が速やかに行なわれるように既存、既知の材料(合成高分子と多糖類)の複合化による改良に着目し、この手法は新規材料を開発するよりも実現化の可能性が大きいとしている。さらに電子線を利用した表面改質は、均一な表面を簡便、大量に調製可能であり、且つフォトリソグラフィーを利用することで2次元パターン化表面の調製も可能であるため、工業化に有益な研究手法であるとしている。しかし、これらの開発手法の実現性の見通しは示されていない。安全性に関する検討は、具体的基材の開発が出来てから、その材料に関してのみ行えば良いのに、最初から、しかも細胞レベルから遺伝子レベルに至るまで材料の影響を網羅的に解析することは、あまりにも研究対象が広がりすぎる可能性があり、この研究本来の目標を逸脱する危険もある。臨床応用や開発材料の工業化を視野に入れているが、その具体的手順や見通しは不明である。 研究費用に関しては、新規の備品を購入することなく既存の機材を使用し、新規購入が必要な備品も可能な限り借用するため、比較的抑制されており妥当なものと考えられる。 研究目的が達成されれば、新規の基材がえられ、波及効果も期待できると思われる。 この研究では、電子線を利用する基材開発が最初の重要なステップであるが、この分野への専門家の関与が不十分に見える。その外の方針ではほぼ求められる専門性をカバーしていると思われる。臨床研究者やメーカー開発者との連携も計画されている。
4. 研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	この研究が持つ、放射線を医療機器用材料の滅菌以外の目的に使うという点についてはユニークであるが、果たして放射線が有効に使えるか否か、電子線による表面改質に関する予備的検討が必要であろう。 さらに本研究の成否は、期待されたような複合化基材が調製できるかどうか大きく依存する。1年目には材料調製条件に目処がつくように、事前にある程度の予備的検討が必要である。
5. その他	
6. 総合評価	B
評価責任者氏名: 嶋 昭 紘	

表7

前4

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：全ゲノムスキャニングによる放射線損傷DNA領域のマッピングと、DNA損傷応答反応の可視化に関する研究（国立医薬品食品衛生研究所）	
項 目	要 約
1．研究目的・目標	<p>本研究の第一の目的は、近年利用可能となったゲノムDNAマイクロアレイを用い、ほ乳類体細胞、生殖細胞に生じた電離放射線による遺伝的変異をゲノム全域にわたり網羅的に解析し、その特徴や程度、ホットスポットなどを同定することにより、放射線によるDNA損傷の本質を明らかにすることである。</p> <p>電離放射線による遺伝的変異誘発に関与するゲノム損傷の一つであるDSBのモデルとして制限酵素部位を導入した細胞を用い、部位特異的にDSBを発生させ、この部位を蛍光ラベルすることにより、誘発DSBがゲノム変異に至るまでの一連の挙動を、細胞が生きたままの状態でも可視化することを第二の目的とする。この系を基本として、DSBの認識、情報伝達、修復に関するタンパクの役割や相互作用を明らかにする。</p>
2．研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	<p>放射線の生体影響研究に携わる研究者は、科学的な根拠の基に放射線のリスクを評価し、その情報を正しく国民に伝える責務がある。当該研究所は、生活関連物質の安全性を評価し、その情報を正しく国民に伝えるレギュラトリーサイエンスを目指している。放射線がもたらす遺伝的傷害の特徴と程度を正しく研究評価することは、原子力の平和利用に関する国民のリテラシーの向上につながることから、原子力政策大綱に整合するものと考えられる。</p>
3．事前評価 ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非	<p>ゲノム全体を視野に入れて、放射線によるDNA損傷の特徴や程度を理解すること、および個々のDNA損傷が変異に至るまでの道筋の解明は、原子力試験研究として妥当である。</p> <p>放射線損傷の全ゲノムレベルの解析にゲノムDNAマイクロアレイ技術を導入するという研究の手法には新規性を認めるが、問題はないとはいえない。すなわち、膨大なデータがでるが、本質的な意味のあるデータ解析に多くの時間と労力が必要である。第二の研究課題であるDNA損傷応答反応の可視化に関しては、既に優れた研究が他のグループによって報告されている。申請者は部位特異的DSBの発生に制限酵素I-SceIを用いる方法をすでに確立しており、蛍光で可視化できれば、生細胞系が完成する。</p> <p>前者の研究成果は、電離放射線によって誘発された遺伝子損傷に特徴はあるかという問題に回答を与えることができる。また、この方法はあらゆる細胞に応用可能であるため、成功すれば今後遺伝子突然変異研究の主流になる可能性がある。DSBの可視化も視覚的に訴えるためにその意義は大きい。</p> <p>本研究チームはDNA損傷、突然変異研究の専門家からなり、これまでも放射線のもたらす遺伝的不安定性に関して成果を挙げてきた。</p> <p>本研究は独創的でありながら確実にその成果が期待できる。本研究の実施をすることは意義が認められる。</p>
4．研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	<p>ゲノムDNAマイクロアレイが高価であることから、少ないサンプルで最大限のデータの得ることが重要である。また、選択する細胞も培養細胞だけでなく、ヒト末梢血細胞、マウス生殖細胞などを用いることにより、結果を一般化でき、放射線のリスク評価に有用なものと考えられる。DSB可視化細胞の作成に関しては、DSB領域だけでなく、相互作用するタンパク質なども明確にとらえることができる系が開発できればより有用な系となるであろう。</p>
5．その他	<p>研究を始める場合にはそれに先立ち、第1の目的と第2の目的の整合性、両者から得られる成果の融合性について明確な見通しを持ってかかる必要がある。</p>
6．総合評価	B
評価責任者氏名：嶋 昭紘	

表7

前5

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名:放射線照射による潜伏感染ウイルスの再活性化機序と感染細胞除去法の検討(国立感染症研究所)	
項 目	要 約
1. 研究目的・目標	本研究では、潜伏感染したウイルスの放射線照射による再活性化のリスクを評価し、AIDS患者に対する効果的かつ低リスクの放射線療法の指針を提示することを目標とする。また、既存の薬剤では根治不可能なウイルス感染症に対し、新しい放射線治療法を提唱することを意図している。
2. 研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	当該研究所は、研究対象を感染症に特化した研究機関で、病原体の生物学的解析、疾患の発生機序の解析により、感染症の予防方法や治療法の確立を目指し、国民の健康保健増進に寄与することを目的としている。AIDSをはじめとするウイルス感染症は、種類、感染者数ともに増加していて、関連したウイルスの生物学的理解と共に、治療法の確立が急がれる。このような背景から見て、上記目的の研究は研究機関の設置目的及び原子力政策大綱の目標・考え方と整合すると思われる。
3. 事前評価 ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力	<p>本研究は放射線を単にツールとして用いるのではなく、医療におけるウイルス疾患に対する放射線治療の有効性向上と低リスク化を目指している。またAIDS治療に対し、放射線を用いた新しいアプローチを提唱しており、原子力試験研究として妥当であると思われる。</p> <p>本研究はHIV-1やヘルペスウイルスの標的細胞のリンパ球が放射線感受性が高いことを利用して、潜伏感染様式をとるウイルスの生体からの排除を目的とした放射線の利用法を開発する手法を採用している。放射線は殺腫瘍細胞効果を持つ反面、潜伏感染細胞からのウイルス産生を増強する負の側面を持つので、それを最小限に抑制して、抗腫瘍効果を高める方法を検討する。このような方法は概ね妥当と思われる一方、臨床応用や開発材料の工業化も視野に入れているが、その具体的手順や見通しは不明である。</p> <p>実験の規模、動物を用いた実験であることを考慮すると妥当と考える。</p> <p>放射線照射による感染症増悪のリスクは存在するので、それを最小限に抑制することを目的とする本研究で得られる知見はAIDS患者を対象とした治療のみならず、他のウイルス疾患の治療に際しても応用可能かも知れない。</p> <p>生体内に存在する異種のウイルス相互作用に着目している点、既存のAIDS治療とは異なる視点での治療法を提唱している点に新規性がある。</p> <p>研究が実施される国立感染症研究所は感染症研究の国内拠点であり、多くの人材、施設を要するため本研究を遂行する研究拠点として適している。他の大学などとの研究交流も計画されている。</p>
4. 研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	CT診断レベルに用いられる10mGyレベルから、治療レベルの数Gyレベルまでの広い線量範囲の効果の線量依存性をあらかじめ検討しておくことが重要で、それによって研究手法を変更する必要があるかもしれない。遺伝子組み換え実験の利用、実験動物の利用、ヒトを対象とした研究であることから、それらに伴う法的、倫理的側面に充分注意が必要である。
5. その他	研究所内の評価責任者名が脱落している。
6. 総合評価	B
評価責任者氏名:嶋 昭紘	

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：生理活性ペプチドおよびタンパク質の ¹²³ I標識とマイクロイメージングに関する研究（国立循環器病センター）	
項 目	要 約
1. 研究目的・目標	<p>ニューロメジンU、グレリン、アドレノメデュリンなどに代表される生理活性ペプチド、およびTNF-αに代表されるような疾患関連タンパクの体内分布を、高感度、高解像度で画像化する技術を開発し、生体反応の伝播のメカニズムや、抗原抗体反応、受容体結合反応に代表されるタンパク＝タンパク、タンパク＝ペプチド相互作用の機序を解明するための実用的な技術の開発を目指している。具体的研究課題は以下の通りである。</p> <p>(1) ペプチドタンパクの芳香環を、担体を混入させず高い比放射能で、選択的に¹²³Iで標識する基盤技術と標識化合物合成装置を開発する（標識化合物合成の基盤技術開発）。</p> <p>(2) ¹²³Iで標識したペプチドタンパクの体内動態を、高解像度で定量的に観察・解析するシステムを開発する。併せて、高解像度MRI形態画像とのフュージョン技術を導入することにより、体内の各臓器に於けるペプチドタンパクの受容体分布と、その過渡的变化をイメージングする技術を確立する（画像化装置とプログラムの開発）。</p>
2. 研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	<p>当該研究機関は厚生労働省における循環器病疾患に関する臨床の実践と基礎・基盤研究を行うことを目的として設置された高度専門医療センター（ナショナルセンター）である。病院に並設されている研究所では、循環器病および循環器病以外の疾患を対象とする基礎～応用、およびトランスレーショナル研究を実施している。平成16年にナショナルセンターの中では唯一の医工学連携の拠点（先進医工学センター）を設置し、特にPET、SPECTなどの核医学診断機器やMRIなどの先進画像診断機器の開発と、これらの機器を応用したプレ臨床および臨床研究を実施している。本研究は、放射性同位元素を使った生体の分子イメージングを大きな目標としており、原子力技術の平和利用、特に放射性物質の医療への貢献を目指す原子力政策大綱に整合しているといえる。</p>
3. 事前評価	<ul style="list-style-type: none"> ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非 <p>・放射性同位元素を使った応用研究であり、放射線科学とタンパク科学、分子生理学との融合に貢献する。大きな医療貢献が期待され、原子力試験研究として妥当と判断する。</p> <p>・すでにSPECTを使ったマイクロイメージングにかかる工学的研究分野で実績を有する一方、PETの分野では多くの放射性薬剤標識に成功しており、本提案は十分に妥当である。</p> <p>・当該機関には充実した放射線計測機器が設置されており、PETやSPECT、さらにホットセルなどの必要な大型設備は整っている。タンパクの精製などに必要な機器、また分析機器を新規設置するだけで当該研究は実現可能である。</p> <p>・生理活性ペプチドや疾患関連タンパクの受容体分布、特に疾患に依存した変化や治療に基づく全身の変化を画像として観察することで、創薬面における多くの貢献の他、多くの波及効果が期待できる。</p> <p>・生理活性ペプチドを極微量の放射性核種で標識し、かつインビボイメージング評価ができるようになれば、タンパク科学だけでなく創薬の探索研究分野においても大きく貢献すると期待される。独創性かつ新規性の高い研究である。</p> <p>・世界的なリーディンググループと積極的に交流している。研究担当者等は数種の国際雑誌の編集や、米国国立パークレー研究所・分子イメージングのコンサルタントを務めるなど国際的なネットワークは広い。</p> <p>・分子イメージングの分野を中心に十分な論文業績があり、研究能力は十分である。</p> <p>・本研究の成果は、生理活性ペプチドや疾患関連タンパクの体内動態から疾患の機序をとらえ、かつ新しい治療薬の開発に貢献する。当該研究実施は妥当である。</p>
4. 研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	<p>・公的機関（大阪大学核物理研究センターなど）だけではなく、放射性薬剤を提供している企業等との共同研究についても留意するべきである。</p>
5. その他	<p>・主として低分子化合物と¹⁸Fや¹¹Cを使う現在の分子イメージング研究と異なり、本研究はペプチドタンパクを¹²³Iで標識し、全身に広く分布するトレーサーのイメージングを評価せんとするものであり、その成果は放射性物質の医療・創薬への貢献のみでなく、生体内反応機構解明に関連する研究に対しても大きな波及効果が期待される。</p>
6. 総合評価	A
評価責任者氏名：嶋 昭紘	

表7

前7

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：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）	
項 目	要 約
1．研究目的・目標	ヒトでは電離放射線高感受性遺伝病がいくつか知られており、基底細胞がんや髄芽細胞腫を多発する常染色体性優性遺伝病Gorlin症候群も高発がん性遺伝疾患の一つである。本研究ではGorlin症候群の発症機序、放射線高感受性のメカニズムの解明を目指す。発症機序の解明の中には個々の患者における責任遺伝子の変異の解析や、より簡便な分子診断方法の開発も含まれる。
2．研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	当該研究機関の研究目標は、受精からヒトとして成長する過程で生じる疾患の成立機序の解明とその予防、診断・治療法の開発である。また、健全な次世代を育むために社会がもつべき仕組みを提言することも目的にしている。対象とする疾患の中には放射線高感受性疾患が含まれる。従って原子力政策大綱の基本的目標に掲げられた、放射線利用技術の向上による学術の進歩、人類社会の福祉と国民生活の水準向上に貢献するという目標に整合している。
3．事前評価 ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非	<ul style="list-style-type: none"> ・本研究はGorlin症候群という電離放射線高感受性・高発がん性疾患を扱うものであり原子力試験研究として妥当である。 ・原因遺伝子であるPTCH(patched-1)遺伝子の解析に関しては倫理委員会の承認を得ており倫理的手順に問題はない。p53を始め放射線感受性に関わるタンパク質の多くがユビキチン化等の翻訳後修飾を受けており、PTCHタンパク質でのユビキチン化の解析は興味深い。 ・対照とする遺伝子が比較的大きく複雑な選択的スプライシングを受けていることを勘案し、費用がかさむマイクロアレイの開発が含まれる点を考えると、研究費用はおおむね妥当である。 ・本研究は遺伝子解析により、適正な経過観察、治療法の選択等で患者に直接利益をもたらす他、放射線高感受性のメカニズムが明らかになれば、本疾患の新たな治療法の開発につながるだけでなく、診断のためのX線利用の是非や健常人の放射線障害に関するより深い理解につながる可能性がある。 ・遺伝子診断へのマイクロアレイの応用には独創性がある。PTCHタンパク質の翻訳後修飾に関する研究は未報告であり新規性が認められるが、一般的な細胞癌化の機構との関連が不明である。 ・本研究の担当者らは、以前よりGorlin症候群に関する研究を行なっているのみならず、放射線によるアポトーシスと呼ばれる細胞死に関する研究にも従事し、国際的に評価の高い雑誌に論文を多数発表しており、この研究を遂行する能力を有すると考える。 ・本研究の実施は妥当と考える。
4．研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	本研究に関連して「PTCH遺伝子に関する疾患の解析」なる研究課題で当該センターの倫理委員会が承認済みであるが、引き続きヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針に従い、また国民的合意の状況も考慮しながら研究を進めるべきである。
5．その他	当該センターは、我が国でのGorlin症候群(Nevoid basal cell carcinoma syndrome (NBCCS)) 診断の拠点として位置付けられており、本研究のような基礎的研究が臨床分野へ応用されることは有意義であろう。
6．総合評価	A
評価責任者氏名：嶋 昭紘	

表7

前8

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：I-125シード線源永久挿入療法の技術開発と標準化に関する研究（国立病院機構東京医療センター）	
項 目	要 約
1．研究目的・目標	わが国ではI-125シード線源が2003年によりやく導入され、当該センターでは前立腺癌のI-125シード永久挿入療法が2年余の間に400名以上の患者に実施され、放射線被ばくの安全性や治療の短期的有害事象について評価を進めてきた。今後は、手技の向上のみならず、新しい技術開発と品質管理が重要な課題である。欧米人とは異なる体格の日本人を対象にしてこの治療が欧米同様の優れた成績を得られるか否かを確認するためには、最低でも500名以上の患者について5年以上の経過を晩期合併症や生活の質（QOL）に関して追跡調査する必要がある。また、この治療が全国的に普及する過程において、治療方法の標準化をはかるために多施設の共同研究および強力な学際的指導が一層重要となる。この2年余にすでに40箇所以上の施設でこの治療が開始され、治療患者数は年間2000名を超える。当院ではこれまでに積極的に諸施設の医師・技師・看護師へシード治療の実習、講義をはじめとした幅広い教育指導を計画し、着実に実施してきた。日本全体の治療現状を正確に把握し、治療適応および方法の標準化をはかり、診療のガイドラインを作成し、さらに先進的な治療方法の開発とその教育指導を進め、日本の小線源治療の発展に寄与する。
2．研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	（原子力試験研究事前評価 共通調査票の6．「研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合」での記載を、以下そのまま転記する。） がん治療における臨床的な研究をおこなうためには国立病院機構は適している。全国の施設との交流を促進し、放射線治療を安全に普及させることが目的である。
3．事前評価 ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非	・放射線利用としての放射線によるがん治療I-125シード線源の永久刺入法の確立を目指した研究で妥当性はある。 ・提示された研究の手順等は、成熟しているとは云えない。また、研究のエンドポイントが不明瞭である。 ・費用は、必要最少額の要求であると理解する。 ・波及効果は国内での小線源治療の普及に限定されるであろう。アジア諸国での展開に関しては、具体的な取組が不明である。 ・独創性新規性は乏しいが、実用性は高い。 ・研究交流は十分であろうと推測する。（申請者の所属する研究組織、学会等から） ・研究者の研究能力が劣る事はない。 ・十分な評価を与える事ができないので、実施は困難であろう。
4．研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	上記の問題点があり、実施にあたっては中間評価などを義務づける必要がある。
5．その他	本申請課題は、上記のごとく、研究としての独創性や新規性は乏しいが、日本でも最近認可された前立腺がんに対する小線源治療法の普及および晩期合併症やQOLの追跡調査には意義が認められる。
6．総合評価	B
評価責任者氏名：嶋 昭紘	

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：損傷トレランス系に感知されにくい放射線損傷の原因解析、及びその損傷タイプを改変する試み（国立健康・栄養研究所）

項 目	要 約
1. 研究目的・目標	<p>本課題では培養細胞を使い、損傷トレランス（損傷バイパス）系では感知されにくいという電離放射線誘発DNA損傷を、紫外線による損傷及びその修復系と比較する事により解析し、次に、損傷を修飾すると考えられる薬剤を添加して、電離放射線による損傷が損傷トレランス系に感知され得る損傷に改変されるかどうかを調べ、更に、生存率と突然変異率への影響を解析し、放射線による細胞致死作用と突然変異生成のメカニズムを明らかにしようとしている。</p> <p>併せて、放射線による亜致死的な損傷である、塩基損傷、塩基離脱、デオキシリボース部分の解裂、タンパク質の塩基への付加等にも着目して、³²P ポストラベリング法を用いてこれらを検出し、損傷トレランス系への関与を調べる事により、亜致死的な放射線損傷と複製、修復の関係を調べようとしている。</p>
2. 研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	<p>当該研究所の設置目的は「国民の健康の保持・増進及び栄養・食生活に関する調査・研究を行うことにより、公衆衛生の向上及び増進を図ること」である。</p> <p>一方、申請者の所属機関による事前評価によれば、“本課題は、当研究所の設置目的と一致し、当研究所にふさわしい内容を持っている。原子力政策大綱の目標・考え方との整合性については、「大綱」では安全確保を前提とした原子力の利用をうたっており、原子力安全委員会の定める「原子力の重点安全研究計画」にも「放射線の生体影響に関する安全研究の推進」がうたわれている。”とのことであるが、原子力政策大綱の目標・考え方との整合性について、明確な認識が読み取れない。</p>
3. 事前評価 ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非	<p>電離放射線による損傷を解析せんとする点には、原子力試験研究としての妥当性は認める。</p> <p>電離放射線による損傷が複製フォークの進行をあまり妨害しない機構を解明し、薬剤などを投与して、損傷のタイプを変える試みが独創的であるとはいいがたい。また、塩基損傷などの亜致死的な障害を、ポストラベリング法によって検出しようとしている点も新規性が高いとは認めがたい。ポストラベリング法は本来DNA-発癌物質付加体の検出には適しているが、低分子の酸化的塩基損傷の検出を試みる本研究方法には原理的に難点がある。</p> <p>申請者は、共同研究を積極的に行っていると認められる。</p> <p>本研究の申請者は、この分野に関する知識経験も豊富で、技術的にも優れた能力を有すると判断できるが、本研究の実施については原案のままでは無理がある。</p>
4. 研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	解析手法に関しては、その適不適を厳密に吟味する必要がある。
5. その他	研究計画に含まれる「標的」数が、3年という計画研究期間に適切であるか否かを再検討されたい。
6. 総合評価	C
評価責任者氏名：嶋 昭紘	

表7

前10

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：アポミクシスの解明に向けた倍数性作物における放射線巨大欠失変異利用技術の開発（農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所）

項 目	要 約
1. 研究目的・目標	<p>本課題は、高倍数性・非モデル植物において、ガンマ線やイオンビームによって引き起こされる数百Kb～数Mb規模の巨大欠失突然変異を利用した遺伝子解析・育種を行うための基盤的技術開発を目的としている。その検討対象として、新育種法が開発できるとして注目されており、作物全体への波及効果も大きい「アポミクシス」を取り上げ、それに関連する遺伝子を単離するために放射線突然変異を応用せんとしている。</p> <p>具体的には、アポミクシスを持つイネ科牧草ギニアグラスを研究材料に、以下のような目標を掲げている。</p> <p>(1) ギニアグラスでのガンマ線やイオンビームによる欠失突然変異誘発のための適正線量の推定</p> <p>(2) M1世代においてDNAマーカーを用いて巨大欠失を検出するための諸条件の最適化</p> <p>(3) アポミクシス遺伝子領域における巨大欠失の検出と欠失位置・サイズの推定</p> <p>(4) M2世代など後代への変異の遺伝や影響の解明</p> <p>本課題で得られる知見は、さまざまな作物における放射線を用いた遺伝子解析や変異創出に広く応用でき、放射線利用の拡大にも資することが期待される。</p>
2. 研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	<p>飼料作物の新品種育成ならびに新育種法の開発は当該研究所の大きな使命のひとつである。本課題の成果は、牧草の育種における放射線技術の利用拡大に貢献する可能性が高く、本課題の意義は大きい。またアポミクシスの解明も当該研究所の重要な課題として中期計画に盛り込まれており、この点でも本課題は研究機関の設置目的と整合する。</p> <p>原子力政策大綱の中では放射線の作物育種への利用が謳われており、放射線突然変異を利用して新しい育種に応用する本課題はこの理念に適っている。</p>
3. 事前評価 ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非	<ul style="list-style-type: none"> ・本課題はガンマ線およびイオンビームを利用して育種や遺伝子解析を行うための基礎を作成するもので、原子力利用研究としての妥当性は高い。さらに、本課題は薬剤など他の突然変異原では難しい数百Kb～数Mb規模の巨大な欠失変異を利用するもので、このために放射線利用の必然性が大きい。 ・本研究ではアポミクシスを持つイネ科のギニアグラスを使う。アポミクシス遺伝子が位置する周辺領域が数キロベースにわたり、減数分裂での組み換えが抑えられており、これまでの方法では遺伝子単離はむずかしい。放射線による大きな欠失作成による方法は妥当である。 ・多くの変異体の栽培、DNAマーカー解析などの為、費用はほぼ妥当である。 ・本研究では牧草を材料として実験を行うが、その成果は広く作物全般にも波及すると期待され、わが国の農業研究にとっても意義は大きい。 ・新規性があり、独創的な研究である。 ・本課題の担当者集団は、DNA解析と圃場栽培の専門家によって構成され、互いに専門分野を補完しているが、放射線研究の専門家などが加わることが望ましい。 ・これまでの研究成果から研究能力は十分と判断される。 ・研究を実施を是とする。
4. 研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	<p>アポミクシス遺伝子に連鎖するDNAマーカーの集積やそれとFISH法を組み合わせることなど工夫して、実験手技を早期に確立すること。</p> <p>放射線育種場や理研、沖縄県畜産試験場には当該分野に精通した研究者がいるとのことなので、それらの研究者特に放射線生物学・遺伝学研究者との十分な交流を図ることが課題の推進に資すると思われる。</p>
5. その他	
6. 総合評価	A
評価責任者氏名：嶋 昭紘	

表7

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：アレルギー性等を指標とした放射線照射食品の健全性評価に関する研究（農業・食品産業技術総合研究機構）	
項 目	要 約
1．研究目的・目標	<p>照射食品の健全性（照射食品の毒性学的安全性、微生物学的安全性、栄養学的適格性）については、50年以上の研究の歴史があるが、アレルギー性に関する研究は極めて少ない。本研究では、植物性食品のモデルとしてダイズを選択し、アレルギータンパク質や脂質、機能性成分等に対する放射線照射の影響を解析する。</p> <p>これによりアレルギー性の変動や調理毒（ケミカルハザード）生成といった新指標による健全性評価データを提供し、わが国における照射食品のリスク解析に役立てる。</p>
2．研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	<p>当該研究所の中期目標には、「食の安全・消費者の信頼確保と健全な食生活の実現に資する研究」の実施が掲げられている。食品照射技術は、食品の流通、貯蔵技術の1つの選択肢であると考えて、これまでも利用技術開発を中心に研究を実施してきている。</p> <p>原子力政策大綱では、「照射食品のリスクと便益の科学的評価に立脚した、適切な施策の実施」がうたわれており、この研究所は照射食品のリスクに関する科学的な議論に具体的なデータの提供をもって参加するという立場をとっている。</p>
3．事前評価 ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非	<p>・本研究は、アレルギー性や調理毒といった食品の安全性（健全性）評価における新視点を、照射食品の評価に取り入れて実施するもので、原子力試験研究として妥当である。</p> <p>・研究手法として免疫化学的に現在確立されている手法や化学分析技術を用い、確実な評価を行おうとするもので、適切な研究協力者も得て着実に研究を推進できると判断され、妥当である。</p> <p>・費用については、分子生物学的な研究の消耗品や抗体作成などの経費、照射施設の安全管理のための経費を考慮するとおおむね妥当と考えられる。</p> <p>・現在、照射食品の適切な健全性評価や消費者理解促進のために、国内研究機関からの客観的データの提示が求められており、原子力政策上の波及効果は大きい。また、本研究で実施する評価手法は、食品照射技術に限らず、食品の貯蔵加工技術全般に応用できる。</p> <p>・培養細胞系によるアッセイ系などの新規技術を用いた研究を計画し、植物遺伝子に対する放射線生物学的な影響を考慮した、新しい発想でのアレルギー研究にも取り組もうとしている。</p> <p>・研究の主担当者は、原子力委員会・食品照射専門部会の委員や関連学協会の役員を努めるなど、食品照射に関するキーパーソンとして、日頃から内外の多くの研究者と交流している。また、その他の研究担当者も、それぞれの専門分野で優れた研究を実施しており、このような研究分担と協力体制のもとに本研究課題を実施することは、妥当と判断される。</p> <p>・照射食品に対する国民の不安緩和に資する研究であり、実施すべき研究と考えられる。</p>
4．研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	<p>食はヒトの生存にとって欠くべからざるものであり、食品の衛生を確保し、食品の損耗を防ぎその安定供給に資するための技術の選択肢に食品照射技術をリストアップするには、国家レベルの体系的な取り組みが必要であろう。</p>
5．その他	
6．総合評価	A
評価責任者氏名： 嶋 昭紘	

表7

前12

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：魚類モデルにおけるATMおよびオートファジーを介する新規放射線応答機構の解明（独立行政法人水産総合研究センター）	
項 目	要 約
1．研究目的・目標	魚類モデルを用いて低線量域での放射線の生物影響を明らかにすることを目的とする。ATMおよびオートファジーに関するシグナル伝達経路に着目し、これらの遺伝子機能を改変したモデル魚類を用いて、放射線照射によるDNA二重鎖切断の影響を明らかにする。
2．研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	所属機関内事前評価では、“水産総合研究センターの中期計画課題区分「基盤となる基礎的・先導的研究開発」を効率的に実施する上で意義ある課題である”としているが、具体的な設置目的と中期計画内容が示されていないので、本研究との整合性については判断できない。一方、低線量放射線被ばくのヒトでのリスク評価の精度を高める上で、低線量放射線の生物影響を解明する研究は、原子力政策における研究課題として重要であり、原子力政策大綱の目標・考え方と整合する。
3．事前評価 ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非	<p>・低線量放射線の生物影響の解明にはモデル生物を用いた解析も必要であり、魚類モデルを用いることによって、ヒトに対する低線量放射線影響研究における新たな展開が期待できる可能性がある。その意味で、原子力試験研究としての妥当性が認められる。</p> <p>・本研究では、低線量放射線の生物影響に関わる作用メカニズム解明のためゼブラフィッシュからATM遺伝子を単離・解析し、関連遺伝子機能を改変したトランスジェニックフィッシュ胚を用いて、0.5Gy以下（一般的には0.1Gy以下の線量域を低線量（域）としている。）のガンマ線照射による胚発生への影響を解析する計画である。この手法はメカニズム解明には有用で妥当とおもわれるが、本来の目的であるヒトのリスク評価に資するにはなおギャップが大きい。ヒトのリスクで重要なのは発がんとアポトーシスなどであるため、これらに関してゼブラフィッシュを用いるメリットを予め検討する必要がある。</p> <p>・必要な消耗品、賃金および備品が確保されており妥当である。</p> <p>・放射線の生物影響解明およびリスク評価に寄与する新知見が期待できる。</p> <p>・ATM、CDC48分子シャペロンおよびオートファジーに着目した放射線の生物影響評価に対する研究のアプローチは新規性が高い。</p> <p>・他の研究機関における放射線生物学分野の研究者との連携によって、研究成果の他分野への波及が期待できる。</p> <p>・担当者らはアポトーシスおよび環境応答に関して多数の論文業績があり、関連分野においても十分な研究実績と研究能力がある。</p> <p>・原案のままでの研究の実施は不適當である。</p>
4．研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	生物学的影響のメカニズムの解明を通して、低線量放射線のヒトへのリスクをより現実的に評価するという本来の目的に沿った実験計画に留意する必要がある。
5．その他	まずは、0.1Gy以下のガンマ線が、ゼブラフィッシュ個体及び胚発生に及ぼす影響に関する基礎的な知見を蓄積し、それに基づき研究計画を練り直す必要がある。
6．総合評価	B
評価責任者氏名：嶋 昭紘	

表7

前13

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：ガンマナイフによる定位的放射線照射が脳組織に及ぼす影響に関する研究（産業技術総合研究所）	
項 目	要 約
1．研究目的・目標	<p>本課題は、ガンマナイフ治療に伴う脳組織における変化を、長期間に亘って網羅的に追跡し、ガンマナイフ治療による治癒率の向上に資することを目的とする。</p> <p>目標：ガンマナイフを用いてラット脳部位にガンマ線を照射後、照射部位および周辺組織に生じる変化を明らかにする。1週間以内の短期的な変化から2年後（ほぼ寿命）までの経時的変化を神経科学的解析、ジェノミクス解析、プロテオミクス解析、メタボロミクス解析により解析する。その成果を基に、ガンマナイフ治療における最適な照射条件を設定する。</p>
2．研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	<p>ガンマナイフによる定位的放射線照射が脳組織に及ぼす影響の解析を通して放射線医療に貢献しようという本課題は、当該研究所の基本的活動理念である「産業技術革新を先導することにより、持続的発展可能な地球社会の実現に資する」およびミッションの一つである「自然と共生した安全・安心で質の高い生活の実現に資する研究開発」に適合する。</p> <p>本課題から得られる知見は、患者の負担が少ない放射線治療についての情報の取得であり、「医療分野での放射線利用技術に関する課題克服を目指し、国民生活の水準向上に貢献する」という原子力政策大綱の目標・考え方と整合する。</p>
3．事前評価 ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非	<ul style="list-style-type: none"> ・ガンマナイフ治療による脳障害をラットを用いて基礎的・実験的に研究することに妥当性が認められる。 ・個々の（分担）研究自体の妥当性等には、特段の問題はない。 ・研究の年次計画に合わせた適切な機器購入計画であるか否かの検討を要する。 ・研究成果の意義、解釈さらに臨床への還元等の吟味が不明瞭である。 ・ラットにガンマナイフを用いる点に、新規性が認められる。 ・「ラットモデル」を既に扱っている東京女子医大チームとの協同研究になろう。 ・研究能力に問題はないと考えられる。 ・研究内容が神経科学的解析、ジェノミクス解析、プロテオミクス解析、メタボロミクス解析と総花的であり、これらの個々の成果をどのように体系化していくのかが不明確である。
4．研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	<p>所属機関内で行われた事前評価で指摘された「ラット脳特異的部位へのガンマナイフ照射、放射線治療に関する医療現場の情報収集ならびに照射条件の最適化設定作業などにおいては、協力研究機関の全面的サポートが必要となる。」ことや、「放射線の影響を免疫組織化学的・生化学的手法で調べることは妥当と思われるが、その成果を元にした最終目標到達のためのスキームが不明確である。」ことなどについて、特に留意されたい。</p>
5．その他	<p>所属機関内で行われた事前評価で指摘された問題点等についてよく検討されたい。</p>
6．総合評価	B
評価責任者氏名：嶋 昭紘	

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名: 表面修飾ホウ素ナノ粒子の開発とその中性子捕捉療法への応用に関する研究(産業技術総合研究所)	
項 目	要 約
1. 研究目的・目標	<p>腫瘍細胞へ選択的に、かつ高濃度のホウ素を送達可能なホウ素ナノ粒子薬剤を新規に開発することを目的とする。</p> <p>脳腫瘍治療方法であるホウ素中性子捕捉療法(BNCT)の効果を飛躍的に高めることを目標としている。</p>
2. 研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	<ul style="list-style-type: none"> ・本課題のコアとなるナノ粒子の合成技術の開発は、研究実施機関の中期目標に掲げられている「ナノ構造を作り出す自己組織化技術の開発」に該当し、当該研究機関の設置目的と整合する。 ・本課題は、医療における放射線利用を拡大・推進する研究課題であり、生体・環境影響基盤技術に該当し、量子ビーム技術を応用して科学技術・学術分野における放射線利用を拡大していくという、原子力政策大綱の目的・考え方と合致している。
3. 事前評価 ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非	<ul style="list-style-type: none"> ・中性子捕捉療法が究極のがん放射線治療法となる可能性は、ホウ素化合物の開発に左右されており、新しい技術でホウ素ナノ粒子薬剤を創薬することは妥当である。 ・研究担当者らは、ホウ素の新規なナノ構造体である一次元状のナノベルトやナノ粒子凝集膜をレーザーアブレーションという手法により世界で初めて開発した。本研究では、自家開発した基盤技術を活用し、ホウ素ナノ粒子の作製と構造評価、ホウ素ナノ粒子表面修飾手法の検討、ホウ素ナノ粒子のサイズ制御と安定性評価、表面修飾による腫瘍選択性の付与など、多段階のステップから成る研究を展開するので、研究協力体制を強固に維持する事が重要である。 ・費用は妥当と考えられる。 ・現在、ヒトに使えるホウ素源はわずか2種類(BSHとBPA)しかなく、新規のホウ素薬剤が待ち望まれており、大きな波及効果が期待できる。 ・新規ホウ素ナノ粒子合成と表面修飾により医療に用いるという点が独創的である。 ・研究交流は十分と考えられる。特に研究の後半段階で、BNCTの臨床応用を実施している臨床家集団との密接な協同が重要である。 ・研究能力は十分であると判断される。 ・実施にあたり、大きな問題は見当たらない。
4. 研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	<p>実験のコアになるホウ素ナノ粒子生成および表面修飾、生物実験について中間評価を行う必要がある。</p> <p>脳腫瘍のBNCTでは、第1にホウ素源が脳・血管関門(Blood brain barrier)を通過すること、第2に腫瘍細胞に選択的に取り込まれること、そして第3には神経毒性が無いことが従来からの必要条件である。しかし現実には、3条件のいずれについても「できるだけ」という留保があり、「できるだけ」をどこまで圧縮できるかがポイントである。</p>
5. その他	<p>共通調査票の「12. 予想される困難」欄には、申請者が「困難」と「対応策」を記述しているので、左様実施された。</p>
6. 総合評価	A
評価責任者氏名: 嶋 昭紘	

表8

中1

中間評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：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（農業・食品産業技術総合研究機構）	
項 目	要 約
1．当初の目的・目標	野菜生産と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必要がある。本研究は、近年国内で注目されている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、野菜類の多収、品種開発、また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。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を応用した例も少なく、その野菜への有効性を明らかにする点も本研究の目的である。
2．中間段階での成果 ・当初予定の成果 ・副次的な成果	<ul style="list-style-type: none"> ・当初予定の成果 研究実施者らはこれまでの2年半足らずの間に、ピーマン、レタス、ししとうなどにおいて重イオンビーム照射による変異誘発に最適な条件を明らかにしたほか、実際に変異体を単離しており、当初予定どおり、ほぼ順調に成果が得られている。 ・副次的な成果、 変異処理誘発当代で変異体を発見し、その後代が一遺伝子劣性に固定していることを明らかにした。このような変異はこれまでの他の変異誘発方法では見出されなかった変異であり、「サイクロトロンミュータジェネシス」の利点を示す結果である。
3．中間評価 ・目的・目標の設定の妥当性[注1] ・研究計画設定の妥当性[注1] ・研究費用の妥当性[注1] ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・継続の是非	<ul style="list-style-type: none"> ・目的・目標の設定の妥当性 担当者が所属する研究所は、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ことを使命とする研究機関であり、本研究課題の目的、目標は、研究所の使命に合致する妥当なものである。 ・研究計画設定の妥当性 事前に予備的な試験を行い、実行可能な範囲で研究計画設定を策定しており、妥当であるが、より具体的な目標を示すことが必要である。 ・研究費用の妥当性 妥当な範囲である。 ・研究の進捗状況 研究の進捗は認められるが、さらに多くの実験を計画することが可能であろう。 ・研究交流 理化学研究所及び野菜茶業研究所との交流のもとに行われている。 ・研究者の研究能力 研究結果を内外の様々な関連学会で発表しており、発表論文もあるので研究能力に関しては問題ないと思われるが、さらにより積極的な発表を期待する。 ・継続の是非 研究の進展が認められるので、継続することを是とするが、以下の点に留意されたい。 （１）これまで変異誘導に使用されてきたガンマ線や薬剤に比べてどの点でサイクロトロンミュータジェネシスが優れているのか、あるいは欠点であるのかを実験データをもとに明確にする。（２）これからの後半では、目標にあげた高品質、多収の野菜、あるいは基礎研究の材料となる野菜変異体の獲得に全力をあげて欲しい。
4．その他	
5．総合評価	B
評価責任者氏名：嶋 昭紘	

[注1] 外的要因の変化を含む。

中間評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：高等植物のDNA組換え修復システムの誘導機構の解析（農業生物資源研究所）	
項 目	要 約
1．当初の目的・目標	アラビドプシスを材料に、高等植物におけるDNA損傷から組換え修復に至るシグナル伝達機構を、遺伝学的手法とマイクロアレイを使った手法により解析する。遺伝学的アプローチとしては二つの方法で行う。一つはDNA修復システムが強化された突然変異体を選抜するものであり、もうひとつは組換え修復において中心的な役割を演じるRad51遺伝子の発現制御の変異体を選抜するものである。また、DNA損傷シグナル伝達系列の上流で働くと考えられている因子の変異体において、転写制御が変化する遺伝子を、マイクロアレイを使った手法により解析する。
2．中間段階での成果 ・当初予定の成果 ・副次的な成果	<p>・当初予定の成果</p> <p>（１）ガンマ線耐性のアラビドプシスで、変異の原因遺伝子のマッピングを行った。この耐性個体においては胚軸長が長い事が観察されたので、胚軸長を指標にマッピングを行ったところ、胚軸の長さを決める遺伝子は、第5染色体の上腕の100 k b以内の領域に存在する事が明らかになったが、胚軸長とガンマ線耐性形質は完全には連鎖していない事も明らかになった。（２）Rad51プロモーター-GFP導入個体にエンハンサー配列を挿入したアクチベーションタギング個体を約2000個体育成し、現在GFPの発現が変化した変異体の選抜を行っている。（３）高等動物でDNA損傷シグナル系列の上流で働くと考えられているATM、ATR、Chk1、Chk2、BRCA1等のアラビドプシスにおけるホモログ変異体の単離を行った。</p> <p>・副次的な成果</p> <p>（１）アラビドプシス変異体を用いた解析により、相同組換えに関与する因子のうち、Rad51CとXrcc3は減数分裂時の相同組換えに必須で、どちらかが欠失すると、ホリデージャンクションの解消ができず、正常な花粉や卵細胞が形成されない事を明らかにした。（２）アラビドプシスのBRCA2変異体において、発生段階で茎が帯状になる個体が発生する事、また野生型植物体においても吸水種子にガンマ線を照射すると、発生段階で茎が帯状になる個体がガンマ線の線量に応じて出現する事を発見した。（３）細胞周期のS期を延長させることが、Rad51遺伝子の発現誘導を引き起こすと想定し、アラビドプシスのCAF-1(クロマチンアセンブリ因子)変異体におけるRad51の発現を解析したところ、予想通り発現の上昇とさらには相同組換え頻度の向上が観察された。またこの変異体の分裂細胞では、オープンな染色体構造をとっている事が示された。</p>
3．中間評価 ・目的・目標の設定の妥当性[注1] ・研究計画設定の妥当性[注1] ・研究費用の妥当性[注1] ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・継続の是非	<p>・目的・目標の設定の妥当性</p> <p>ジーンターゲティングを司るシステムである相同組換えの制御機構を理解する事は重要であり、本研究の目的・目標の設定は妥当であった。</p> <p>・研究計画設定の妥当性</p> <p>遺伝学的手法と、逆遺伝学的手法の、両面から研究を行う計画は、有効な戦略ではあるが、実験を進めていくうちに内容がどんどん広がり、計画が拡散していった感がある。</p> <p>・研究費用の妥当性</p> <p>おおむね妥当である。</p> <p>・研究の進捗状況</p> <p>突然変異体を単離する遺伝学的手法では苦戦しているが、逆遺伝学的手法を用いた研究は計画通り進行している。また興味深い副次的な成果が出ている。</p> <p>・研究交流</p> <p>研究を進めていくにあたり、情報交換は内外を問わず密に行っている。</p> <p>・研究者の研究能力</p> <p>研究担当者は、高等植物における組換え研究において極めて優れている。質の高い論文発表を行っており、研究能力は優秀である。</p> <p>・継続の是非</p> <p>継続して研究を進めるべきである。</p>
4．その他	
5．総合評価	A
評価責任者氏名：嶋 昭紘	

[注1] 外的要因の変化を含む。

中間評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名： 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(農業生産資源研究所・放射線育種場)	
項 目	要 約
1 . 当初の目的・目標	<ul style="list-style-type: none"> ・ 農作物の成分を改良する放射線育種技術を開発し、新たな健康機能性食料を提供する。この目的のため、効果的なガンマ線やイオンビーム照射技術と、効率的な選抜技術を開発する。 ・ 誘発された突然変異遺伝子の単離と機能解析を行い、形質転換法により単離遺伝子の形質発現を実証し、その作用機構の解析を行う。 ・ 放射線による成分突然変異素材について、遺伝様式の解析と実用性の評価を行い、新素材として利用法を検討する。
2 . 中間段階での成果 ・ 当初予定の成果 ・ 副次的な成果	<ul style="list-style-type: none"> ・ 普通ソバでは、系統選抜よりも個体選抜の方が高抗酸化能の変異体獲得に有効であった。また、選抜の結果、原品種の約2倍の抗酸化能を示す変異体が得られた。抗酸化能については、ルチンの他にプロシアニジン B1、エピカテキン、エピカテキンガラートの増加がその向上に寄与したと考えられた。 ・ チャの照射材料を器官別(穂木、木化根、種子)や採取条件、および照射条件による照射効果の違いを明らかにした。また、チャ葉中のカテキン類およびカフェインの高速液体クロマトグラフィによる分析効率を向上させ、有用成分変異体を4系統選抜した。 ・ 低グルテリン米 <i>Lgc1</i> において、検出された3.5kbの欠失を含む約5 kb の領域を導入したイネではグルテリン含量が低下すること、および <i>Lgc1</i> でグルテリン遺伝子に対するヘアピンRNAやsmall interfering RNAの産生を確認し、この作用はRNAiによることを示した。 ・ シロイヌナズナの花粉照射により、ガンマ線、イオンビームともに巨大な欠失を高い頻度で引き起こすことが分かった。 ・ 副次的な成果として、ダツタンソバの半矮性系統が得られた。
3 . 中間評価 ・ 目的・目標の設定の妥当性[注1] ・ 研究計画設定の妥当性[注1] ・ 研究費用の妥当性[注1] ・ 研究の進捗状況 ・ 研究交流 ・ 研究者の研究能力 ・ 継続の是非	<ul style="list-style-type: none"> ・ 目的・目標の設定の妥当性：イネのタンパク質、ソバやチャの機能性成分に着目した突然変異の誘発と選抜技術の確立、および機能解析を目指しており、作出された突然変異系統の消費者ニーズは高く、社会への寄与は大きいと思われる。また、低グルテリン米の遺伝子発現機構の解析結果は学術的にも価値があり、目的・目標の設定は妥当である。 ・ 研究計画設定の妥当性：研究はほぼ計画通りに進んでおり、計画設定は妥当である。ただ、ソバとチャに関して成果の論文化が遅れている印象を受ける。 ・ 研究費用の妥当性：研究費は他の研究テーマに比べ高額であるが、研究の内容から考えて妥当な範囲である。 ・ 研究の進捗状況：照射条件の違いによる突然変異誘発技術の構築、成分変異体の解析技術の効率化は順調に進んでいる。ガンマ線とイオンビーム照射による突然変異の差に関しても欠失の大きさを明らかにするなど、今後の関連研究に与える影響は大きいと思われる。特に、低グルテリンがRNA干渉によって引き起こされていることを明らかにした成果の評価は高く、Nature に解説記事で紹介された。Nature423:39(22May)2003;RNA interference ・ 研究交流：イオンビーム照射施設を持つ理研や原子力研究機構と共同研究を行い、イオンビーム育種研究会でも、放射線育種で中心的役割を果たしている。 ・ 研究者の研究能力：植物の放射線育種に関しては、我が国で最も経験の深い研究者集団であり、その能力に疑いはない。 ・ 継続の是非：当初の計画に沿って成果を上げており、継続すべきである。また、アジア地域における研究支援などを通じて、食糧問題の解決に寄与することが期待できる。
4 . その他	<p>放射線の応用としての成果は十分であるが、目的をもう少し絞って研究を行い、学術的な価値のある成果を更に得ることや、放射線育種の過程の論文化などの努力も期待したい。</p> <p>低グルテリン米 (Low glutelin content 1; <i>Lgc1</i>) は、腎臓病患者向けの低タンパク質米として期待されたが、食味に難点があり、ガンマ線誘発コシヒカリ突然変異系統と <i>Lgc1</i> の交配で得た <i>Lgc1</i> 活 / 潤は食味が改善され、臨床応用が期待されている。</p>
5 . 総合評価	A
評価責任者氏名：嶋 昭紘	

[注1] 外的要因の変化を含む。

物質・材料基盤技術分野（7月6日・7日ヒアリング実施）

番号	課題区分	府省	研究機関	課 題 名	総合評価
前15	新	内閣府 (警察庁)	科学警察研究所	陽電子消滅分析法による金属材料熱履歴の研究	B
前16	新	文部科学省	独立行政法人 物質・材料研究機構	地層処分設備の耐食寿命評価に関する研究	A
前17	新	文部科学省	独立行政法人 物質・材料研究機構	同位体シリコン系ナノワイヤーの環境ガスセンサーへの応用に関する研究	B
前18	新	文部科学省	独立行政法人 物質・材料研究機構	核融合炉先進構造材料の長時間クリープ特性に及ぼす核変換ヘリウム効果の評価	A
前19	新	文部科学省	独立行政法人 物質・材料研究機構	パルス励起中性粒子線の開発と材料計測技術への応用に関する研究	B
前20	新	文部科学省	独立行政法人 物質・材料研究機構	磁場を使った超微粒子の分離技術に関する研究	B
前21	新	経済産業省	独立行政法人 産業技術総合研究所	高電流密度多種イオンビームシステムの開発に関する研究	A
前22	新	経済産業省	独立行政法人 産業技術総合研究所	単一分子感度及びナノスケール空間分解能を持った究極のラマン分光分析法のための金属ナノ構造のイオンビーム及び電子ビーム加工技術の開発に関する研究	B
前23	新	経済産業省	独立行政法人 産業技術総合研究所	照射誘起欠陥の動的挙動評価のための高度複合ビーム分析技術の開発	A
前24	新	経済産業省	独立行政法人 産業技術総合研究所	水素同位体貯蔵材料における水素同位体のモバイル非破壊観測技術の開発	B
前25	新	経済産業省	独立行政法人 産業技術総合研究所	ダイヤモンド放射線検出器の開発に向けた基盤的研究	A
前26	新	経済産業省	独立行政法人 産業技術総合研究所	原子燃料融点の高精度測定に関する研究	A
前27	新	経済産業省	独立行政法人 産業技術総合研究所	放射光単色X線計測基盤技術に関する研究	B
中4	継	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現に関する研究	B
中5	継	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
中6	継	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
中7	継	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
中8	継	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
中9	継	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
中10	継	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	A
中11	継	経済産業省	独立行政法人 産業技術総合研究所	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	B

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：陽電子消滅分析法による金属材料熱履歴の研究（科学警察研究所）	
項 目	要 約
1．研究目的・目標	<p>本研究の目的・目標は以下の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 陽電子消滅法の消滅ガンマ線のドップラー拡がりの測定、陽電子寿命測定によって金属材料の熱履歴を推定する方法を開発し、事故原因究明や犯罪捜査への応用について検討する。 2) 稀ガス減速材を用いたRI型低速陽電子源からの陽電子エネルギーを変化させて、消滅ガンマ線ドップラー拡がり測定可能な装置を開発し、入射陽電子エネルギー変化による深さ方向（数ミクロン程度）の分析を可能にする。
2．研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	<p>ここで研究される放射線の事故原因究明や犯罪捜査への応用は、研究機関の目的に整合し、放射線技術を国民生活に活かすという原子力政策大綱の目標・考え方にも整合している。</p>
3．事前評価 ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流[注1] ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非	<ul style="list-style-type: none"> ・陽電子消滅法は炉材の疲労亀裂などを調べる有力な方法として、近年その技術の発展は目覚しく、本方法の犯罪捜査への応用は原子力技術の社会への還元に貢献する可能性がある。 ・ガンマ線のドップラー拡がり及び陽電子の寿命が金属材料の熱履歴とどのように関係するかを調べる方法についての具体的方法が示されていない。 ・研究費用としては、概ね妥当である。 ・本方法が、実際に事故原因および犯罪捜査に使われることができれば、その社会的波及効果は非常に大きい。 ・犯罪捜査等に陽電子法を応用する試みに対して、新規性を認められる。 ・実験結果の考察等において専門家との間の実質的な議論が必要。 ・陽電子技術の犯罪捜査への応用の提案は高く評価できる。研究の実施に対してより事前調査を十分にしている具体的な方法を提案すべき。 ・社会的意義に期待できるのでより計画をつめて実施すべき。ガンマ線のドップラー拡がり及び陽電子の寿命と熱履歴との関係についての考察に基づいた具体性のある計画を立てる必要がある。
4．研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	<p>事故原因および犯罪捜査等への応用のための試料についての陽電子消滅法を用いた熱履歴測定法の具体的方法を提案し、それに基づいた計画を立て直して実行すべきと考える。材料評価や分析法の最近の進歩著しいのでそれらとの比較検討も十分に行ってほしい。</p>
5．その他	
6．総合評価	B
評価責任者氏名：阿部勝憲	

表7

前16

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：地層処分設備の耐食寿命評価に関する研究（物質・材料研究機構）	
項 目	要 約
1．研究目的・目標	我が国における地層処分地環境を考慮し、高レベル放射性廃棄物地層処分設備の主要耐食材料の腐食機構の解明及び寿命予測を行い、安全・信頼性基準を確立することを目的にしている。このため、海水流入を考慮した過酷腐食環境において、鉄筋コンクリート中の鉄筋及び廃棄物を格納する金属容器の候補材であるチタン合金の腐食機構を、すきま腐食、水素脆性、SCC等の観点から総合的に明らかにし、寿命予測技術の確立を目標にしている。あわせて、耐食性が不十分な材料に関しては、革新的材料の創製と適用についても検討するとしている。
2．研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	原子力安全委員会では、放射性廃棄物の地層処分研究は安全研究として必要であると位置付けていることから、本研究テーマが重要と考えられる。実際の地層処分地の選定については、原子力発電環境整備機構（NUMO）において検討が進められているが、塩分濃度が高い地域も候補となりうるため、過酷な腐食環境も考慮した設備の耐食性評価が望まれており、本研究は原子力政策大綱に整合している。
3．事前評価 ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非	<ul style="list-style-type: none"> ・原子力試験研究としての妥当性：放射性廃棄物の地層処分設備の安全性及び信頼性に関わる研究で、国の研究開発方針にも合致した研究である。原子力試験研究として妥当な研究計画である。 ・研究の手順・手法の妥当性：海水流入を考慮した処分地環境における材料腐食の研究は少ない。また、鉄筋コンクリート中の鉄筋の腐食機構については詳しくわかっていないのが現状である。こうした背景から、コンクリート鉄筋及び金属容器材料について、すきま腐食、水素脆性、SCC等起こりうる腐食の機構及び寿命支配因子を解明し、寿命予測技術を確立する計画、さらに新規の耐食材料についても創製して検討する手順、手法は妥当と考える。 ・研究費用の妥当性：ほぼ研究予算として妥当である。 ・波及効果：地層処分環境を考慮した耐食性寿命のデータが得られ、寿命設計に基づく安全性の高い地層処分地選定に寄与する。また耐食鉄筋の成果は港湾や海浜地域でのコンクリート鉄筋への応用も可能となり、土木建築分野への波及効果も期待される。 ・独創性、新規性：海水流入を考慮した地層処分環境でのコンクリート鉄筋及びチタン合金の耐食性寿命を検討した報告は今迄になく、さらにより高耐食の材料の適用までを検討する研究は新規性が高い。 ・研究交流：日本原子力研究開発機構と交流をもち研究推進する計画になっているが、処分環境は異なるものの100年以上の寿命を評価する手法については外国が先行しているので、欧米の寿命評価研究者との交流が必要である。 ・研究者の研究能力：実績のある材料・腐食研究者が参画しており、研究課題の解決能力は十分にある。 ・研究実施の是非：我が国の放射性廃棄物地層処分設備の耐食性寿命評価研究は安全上極めて重要であるにもかかわらず、日本では遅れており、加速する必要がある。下記に示す留意すべき点を考慮の上、早急に研究を実施し、成果をだすべき研究である。
4．研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	<ul style="list-style-type: none"> ・我が国の処分地環境は腐食の観点から極めて厳しい環境である。現在考慮中の材料がこの環境で十分な寿命が得られるか、腐食機構と寿命支配因子の解明を中間目標（3年目）とし、見通しをたてていただきたい。 ・地層処分の環境における鉄筋コンクリートの検討では特に実環境の模擬が重要であり、日本原子力研究開発機構と緊密に連携し、情報を研究に反映することが必須である。
5．その他	
6．総合評価	A
評価責任者氏名：阿部勝憲	

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：同位体シリコン系ナノワイヤーの環境ガスセンサーへの応用に関する研究（物質・材料研究機構）	
項 目	要 約
1．研究目的・目標	同位体利用を図るべく、同位体シリコンナノワイヤーならびに同位体炭化ケイ素ナノワイヤーを、有毒ガス検出デバイスのコア材料として開発するとともに、その性能を実証する計画である。すなわち、その優れた高熱伝導度を利用した短時間回復性、超高感度かつ高速応答性などをはかったり、高温腐食環境や原子力システム環境など極限環境で耐えうる信頼性を有する次世代ガスセンサーデバイスを開発するとともにその性能を実証することを目的とした。
2．研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	物質・材料研究機構は、物質・材料の開発や評価を進めることを目的に作られた機関であるので、本研究を進めることはその目的に整合している。しかし、本研究の目的は原子力政策大綱の目指すところと必ずしも十分に合致するものとは言いがたい。
3．事前評価 ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非	<ul style="list-style-type: none"> ・原子力環境で使いうるガスセンサーとしての意義について十分説明できていないので、本研究の原子力試験研究としての妥当性は高いとはいえない。 ・ナノワイヤーに限定せず、もっとフレキシブルに同位体効果を追求する研究であってよいのではないかと考えられる。 ・同位体の製造・評価については既存設備を利用する計画となっている。 ・ガスセンサーとしての波及効果がある。 ・シリコン系ナノワイヤーのガスセンサーへの応用は新規性がある。 ・原子力機構などとの交流がある。 ・実績のある研究者が参画している。 ・研究実施の是非については、原子力試験研究としての必然性が高くなく、むしろ民間レベルで実施すべき研究と判断される。
4．研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	ナノワイヤーに限らず同位体の特徴を活かす企画を十分に検討することが有効と考えられる。
5．その他	
6．総合評価	B
評価責任者氏名：阿部勝憲	

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：核融合炉先進構造材料の長時間クリープ特性に及ぼす核変換ヘリウム効果の評価（物質・材料研究機構）	
項 目	要 約
1．研究目的・目標	原型炉以後の核融合炉での使用を目指して開発が進められている低放射化マルテンサイト鋼等の先進構造材料の高温ヘリウム脆化特性を、今までにない厳しい条件下で調べることを目的とする。原型炉での最大蓄積量に当たる高濃度ヘリウム（～1000ppm）を注入した試験片を用いて、破断時間1年までのクリープ試験を実施し、ブランケット交換時期までのクリープ特性を予測する。破断試験片の微細組織観察を行って、粒界ヘリウム気泡成長の時間依存性を求め、臨界気泡説等の物理モデルに基づいて、脆化機構の解明と寿命予測を行う。これまでほとんど行われていないクリープ特性に及ぼす試験片サイズの効果を明らかにし、微小照射試験片の試験結果から実部材の特性を推定する方法を開発する。
2．研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	本研究は核融合原型炉以降の第一壁/ブランケット構造材料の開発に貢献することめざしており、材料の創製に資する物質・材料科学技術に関する基礎研究を行うとする機構の方針と整合している。 また、原子力政策大綱で核融合研究が「革新的な技術概念に基づく技術システムの実現可能性を探索する研究開発」として推進すべきことが述べられていることに関連して整合していると言える。
3．事前評価 ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非	<ul style="list-style-type: none"> ・原子力試験研究としての妥当性：低誘導放射化構造材料の開発を進めるという核融合会議報告書の要請にも応えており、原子力試験研究として妥当である。 ・研究の手順、手法の妥当性：第一壁/ブランケット構造材料の実部材のヘリウム脆化特性を予測することを目指して研究項目が設定されている。また、長時間照射が可能である機構の材料照射専用サイクロトロンの特長を生かして、高濃度ヘリウムの実験を計画しており、妥当である。 ・研究費用の妥当性：研究項目、年次計画は妥当である。備品購入については、なるべく既存設備の改造で間に合わせるようにしている。 ・波及効果：ヘリウム脆化は中性子照射を受けて高温で使用する構造材料に共通な現象であることから、本研究の成果は他の炉型の材料開発や、溶接補修による軽水炉長寿命化の研究にも活用されることが期待できる。 ・独創性、新規性：高濃度ヘリウムの影響についてクリープ実験とモデル解析を組み合わせるところに新規性がある。 ・研究交流：この分野における国内及び海外の研究機関との共同研究、研究協力が予定されている。また、全日本的に組織された原型炉用構造材料開発の活動に参画し、研究交流、連携が期待できる。 ・研究者の研究能力：加速器を用いた原子力材料の研究経験をもとに、十分な研究能力を有すると判断される。 ・研究実施の是非：ヘリウム脆化は実炉における構造材料の使用上限温度を規定し得る重要な因子であるので、原型炉での耐ヘリウム脆化特性を評価するうえで本研究は実施すべきである。
4．研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	・限られた研究期間内にかなりの数の長時間クリープ試験を行うことになると考えられるので、効率的に試験を行い、試験機の稼働率を上げるように留意すべきである。寸法効果について留意すること。
5．その他	大量のヘリウムを含有する試験片の長時間力学特性試験が可能な施設は、世界的に見てもこのサイクロトロン施設を含めて極めて少ないのが現状であり、効率的な計画で進めることが望ましい。
6．総合評価	A
評価責任者氏名：阿部勝憲	

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：パルス励起中性粒子線の開発と材料計測技術への応用に関する研究（物質・材料研究機構）	
項 目	要 約
1．研究目的・目標	<p>本研究は、熱エネルギー準安定原子が最表面層とのみ相互作用することに着目し、最表面以外の寄与を排除した脱離計測法を確立することを目的に、</p> <p>(1) 50マイクロ秒以下のパルス準安定原子ビームを生成する技術の開発</p> <p>(2) パルスビームによるパルス脱離計測技術の確立とグラファイトやLiセラミクス表面からの脱離種（水素あるいは水など）の同定</p> <p>(3) 材料表面最外層の電子状態や極限環境下の表面スピンあるいは元素スピン解析など極限環境・元素敏感計測技術としての材料計測技術への応用が目標である。</p>
2．研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	<p>物質・材料研究機構の中期計画で量子ビームの開発利用がとりあげられている。原子力政策大綱の「量子ビームテクノロジー」にも概ね整合している。</p>
3．事前評価 ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非	<ul style="list-style-type: none"> ・概ね妥当 ・開発される技術の応用、貢献の方向の一つに原子炉材料や核融合炉材料への応用をとりあげているが、原子力材料の課題をより具体的に検討するべき。 ・主装置を殆ど購入する割に、消耗品費の割合が大きすぎるようにみえる。 ・材料表面化学としての応用が期待される。 ・手法に新しさがある。本脱離計測情報で材料表面の新しい情報が得られる。 ・内外の研究者との交流計画がある。 ・実績のある研究者が参画している。 ・材料表面研究に新機軸を開きうる研究であると考えられる。
4．研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	<p>1) 本開発研究対象であるパルス脱離計測技術が信頼でき一般化できる技術になれるかどうかは短パルス化とビーム強度の確保が鍵である。それらは「予想される困難」として認識され、その解決すべき技術課題を乗り越えるアイデアは現在、必ずしも適切にはみえないが計画上は検出技術やスピン観測技術も原子線源の開発と平行して行われることになっている。中間点までは原子ビーム線源の性能目標に向かって集中した計画とし、研究費用リスク最小にすることが考えられる。</p> <p>2) 原子力材料のニーズとの対応に工夫がほしい。</p> <p>3) より高密度のパルス中性粒子線の開発が鍵を握る。この点に着目して研究を行ってほしい。</p>
5．その他	
6．総合評価	B
評価責任者氏名：阿部勝憲	

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：磁場を使った超微粒子の分離技術に関する研究（物質・材料研究機構）	
項 目	要 約
1．研究目的・目標	PUREX法を用いた再処理施設の抽出工程で生ずる不溶解残渣、分解劣化生成物除去の効率化および清澄工程での処理能力向上、廃棄フィルター材の減容化を図るため、密閉セルの外部から磁場を作用させて磁場の形成を図る磁気分離技術の開発に向けて、模擬試料を用いた実験と解析のためのシュミレーション技術に関する研究を行う。
2．研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	核燃料サイクルの確立を目指す国の政策において、バックエンド技術確立に向けた研究開発は極めて重要である。再処理技術の高度化に資するため、ナノテクノロジー技術の実用化研究を担う物質・材料研究機構が溶液中に懸濁している微粒子分離技術を研究する目的は部分的ではあるが、原子力政策と整合している。
3．事前評価 ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非	<ul style="list-style-type: none"> ・今日、FBRサイクル研究の中で、TRUEX法、乾式法といった先進再処理技術を中心に、スラッジの処理技術も含め、検討されており、他の実用技術との比較評価に資することができる本研究は原子力試験研究として妥当性がある。 ・模擬試料による実験と解析のためのシュミレーション技術開発を組み合わせた研究手法は妥当であるが、放射線管理下での磁気分離技術応用に関する事前検討が不可欠である。 ・試験装置、実験用試料の購入等、研究計画の内容から鑑みて、ほぼ妥当と思われる。 ・ナノ材料の製造プロセス技術等ナノテクノロジー分野への波及が考えられる。 ・スラッジの磁気分離法については、10数年前に検討されているが、密閉セルの外部から磁場を作用させ、強い磁場を形成するアイデアに新規性がある。 ・原子力研究開発機構（JAEA）との共同研究、磁気分離研究者との研究交流、情報交換を予定している。 ・提案者は磁場応用技術、磁気分離技術の研究開発の分野で、十分な研究実績を有しているが、ホットセルの外部から強い磁場を作用させ、磁場分布の発生・制御する試みは未知の部分と考えられる。 ・本研究のポイントである「密閉セルの外部から磁場を作用させ、強い磁場と磁場分布を発生させる技術開発」に関する、フィージビリティスタディと再処理システムに導入した場合の効果について、経済性、安全性等総合的な評価から着手すべき研究と考えられる。
4．研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	JAEAとの共同研究に強く依存した研究テーマであり、技術的可能性はもとより、意義、効果等に関する事前の調査・検討が必要である。
5．その他	
6．総合評価	B
評価責任者氏名：阿部勝憲	

表7

前21

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：高電流密度多種イオンビームシステムの開発に関する研究（産業技術総合研究所）	
項 目	要 約
1．研究目的・目標	<p>目的： ダイヤモンド結晶を効率良く合成するための高電流密度炭素イオンビーム引き出し技術の開発をする。これをもって、高電流密度多種イオンビームシステムを開発する。</p> <p>目標： 1) 炭素プラズマイオン源の運転技術を確立する。 2) 低エネルギー加速実験において、ビーム引き出し電極部で引き出し電流100mAと電流密度1mA/cm²程度を達成する。 3) 焦点部に10mA/cm²程度の高電流密度ビームを到達させる。 4) 多様なイオン種の高密度ビーム照射によるビームと材料の探求を行なう。</p>
2．研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	ここで研究されるイオンビームによる新材料の開発は、研究機関の目的および放射線技術を国民生活に活かすという原子力政策大綱の目標・考え方にも整合している。
3．事前評価 <ul style="list-style-type: none"> ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非 	<ul style="list-style-type: none"> ・量子ビーム技術の開発及び耐放射線検出器であるダイヤモンド結晶の合成技術を目指した研究であることから、原子力試験研究として妥当である。 ・本研究は、産総研がこれまで開発してきた低エネルギーイオンビーム技術に基づいており、その手順・手法は妥当である。 ・おおよそ適当である。 ・高電流密度多種イオンビームは、ダイヤモンド合成だけでなく、非常に幅広い分野への利用が考えられ、特に新しい機能半導体材料の開発等の分野への応用への期待が持てる。 ・本研究課題には、高電流密度イオンビームを取得するためにいくつかのアイデアが提案されているが、Arレーザーによる光電子を用いたイオンの電荷制御の開発は新規性がある。 ・研究分野の性質柄、交流機関は多く、活発に行なわれている。 ・研究者はすでにこの分野で実績を上げており、また、研究計画も具体的である。 ・実施すべきである。
4．研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	装置開発なので、目標値を明確に設定することが必要。Arレーザーによる光電子を用いたイオンの電荷制御については、シミュレーションに基づく開発が必要と思われる。
5．その他	
6．総合評価	A
評価責任者氏名：阿部勝憲	

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：単一分子感度及びナノスケール空間分解能を持った究極のラマン分光分析法のための金属ナノ構造のイオンビーム及び電子ビーム加工技術の開発に関する研究（産業技術総合研究所）

項 目	要 約
1. 研究目的・目標	理論計算により予測されたナノ構造体を電子線あるいはイオンビームを用いて基板上あるいはプローブ表面上に形成させ、ラマン分光法の感度と分解能を飛躍的に向上させることを目的とした研究である。
2. 研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	<ul style="list-style-type: none"> 高性能の計測機器の開発は、産業技術の発展を支える基盤技術の開発であり、研究実施機関の設置目的と合致する研究課題である。 量子ビームである電子線、イオンビームを用いた研究として位置づけているが、原子力関連の研究としては関連が十分でなく、原子力政策大綱の目的・考え方との整合性がやや少ない。
3. 事前評価 ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非	<ul style="list-style-type: none"> 電子線およびイオンビームを利用した高精度な加工技術を利用し、従来にない高感度・高分解能の分光学的計測手法を開発する研究課題である。ただし、原子力試験研究としての妥当性が少ないと考えられる。 理論計算による高感度化の予測と、それに基づく検出基板あるいはプローブの加工・成形が計画されている。開発された装置の性能実証として、タンパク質の高速・定量分析、分子反応解析、細胞ナノマッピングが計画されている。研究の手法、手順ともに一般的な研究としては妥当である。 既設の共用分析機器を可能な限り利用し、かつ既存の装置を改造することで備品の購入を必要最小限に抑えている。ポストドク費用が多い点については配慮が必要であると考えられる。 局所的触媒反応解析、細胞ナノマッピング、μ-TAS (Micro Total Analysis System) との複合によるタンパク質等のバイオ活性分子の高感度分析等への応用が期待できる。 単一分子ラマン感度を有するナノ構造体を量子ビームにより加工・成形する研究は、提案者らが他者に先行して進めている研究であり、新規性ならびに独創性がある。 国内外から関連分野の第一人者を招聘し、公開報告会、国際シンポジウムの開催を計画する等、活発な研究交流が計画されている。 各研究者は、本研究を推進するに十分な経験と実績がある。 前述したように、原子力試験研究として実施すべき研究課題としては弱い。
4. 研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	
5. その他	国際シンポを開催するなど成果があがっている。今回の申請はポストドクの経費が比較的多いと考えられることから、その他経費については原子力予算に余り依存しないで研究が行われていると判断される。
6. 総合評価	B

評価責任者氏名： 阿部勝憲

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：照射誘起欠陥の動的挙動評価のための高度複合ビーム分析技術の開発（産業技術総合研究所）	
項 目	要 約
1．研究目的・目標	発電用原子炉の高経年化に伴い、照射下の部材の損傷過程を評価し、寿命を精度良く予測することが、以前にも増して強く求められている。本研究は金属材料中に生じる照射誘起欠陥の動的挙動を調べるため、イオンビーム照射を行いながら、照射中の損傷状態を陽電子ビームを用いて同時分析できるイオン・陽電子複合ビーム分析技術を開発することを目的とする。従来、照射中の欠陥の状態は、ほとんどの場合、照射後試料の損傷状態の分析結果から類推するしかなかったが、本研究の手法では、照射中や照射直後の照射誘起欠陥の状態や変化を直接調べることが可能になる。
2．研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	研究所の設置目的は、わが国における産業技術水準を向上することにより社会の発展に寄与することである。一方、原子力政策大綱には、安全確保は基本目標となっている。本研究は、原子力材料の中性子照射損傷の予測の高度化に資することを目指しており、産総研の設置目的、および原子力政策大綱の目標・考え方と整合している。
3．事前評価 ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非	<ul style="list-style-type: none"> ・本研究は原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画が示す放射線利用技術の高度化に関わる課題で、その成果は原子力材料の中性子照射損傷の予測の高度化に資するものであるため、原子力試験研究として妥当である。 ・本研究の内容は、研究所でこれまでに培われた陽電子計測、イオン照射効果の研究成果を元に行っている。 ・研究費用は概ね妥当である。 ・照射損傷は原子力材料の研究開発において重要な課題である。照射損傷の理解と制御は、他の半導体等の他の材料においても重要な課題であり、この知見が役立つ可能性がある。 ・イオン照射中の損傷状態を陽電子寿命測定法により分析する手法は、初めての試みであり新規性が高い。 ・原子力材料の照射効果を理論的・実験的に研究する二つの外部研究機関との連携を予定している。 ・研究者は、陽電子計測、陽電子ビーム制御、イオン照射効果の研究において実績と経験を持ち、十分な研究能力を持っている。 ・本研究は、新しい方向を示す成果が期待でき、実施すべき課題である。
4．研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	<ul style="list-style-type: none"> ・研究所内外の専門家（照射損傷の理論計算や、原子力材料の照射損傷の研究者）との連携をより進めながら実施することが望まれる。 ・原子炉で実際に問題となる中性子照射損傷と実験で用いられるイオン照射損傷の類似点と違いをよく認識しながら研究を進める必要がある。
5．その他	時間分解能を向上させることにより照射中の挙動を解析できるようになることが期待される。
6．総合評価	A
評価責任者氏名：阿部勝憲	

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：水素同位体貯蔵材料における水素同位体のモバイル非破壊観測技術の開発（産業技術総合研究所）	
項 目	要 約
1．研究目的・目標	核融合の燃料である水素同位体（トリチウム、重水素など）を安全に貯蔵するために、貯蔵材料内に貯蔵された水素同位体を非破壊・非接触、かつ選択的にモニタリングする技術の開発を行うことを目的としている。すなわち、水素同位体を直接、かつ選択的に検出することが可能な核磁気共鳴法（NMR）を用い、非破壊・非接触でかつ一人で移動可能な測定装置を実現させる。
2．研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	核融合の燃料であるトリチウムの使用量は将来増加すると予想されており、核融合の燃料の貯蔵に関わる安全性と信頼性向上は重要な技術である。本研究は、原子力政策大綱の目標である「安全の確保」に関連しており、産業技術総合研究所の目的における「エネルギーの安定的かつ効率的な供給の確保」とも整合している。
3．事前評価 ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非	<ul style="list-style-type: none"> 核融合の燃料であるトリチウムの貯蔵に関わる安全性と信頼性向上に必要な不可欠な技術であることから、原子力試験研究としての妥当性は認識されるが、軽水素に対する測定技術の開発を中心に行おうとしており、目的のトリチウム関連の研究に発展させる計画が見られない（研究協力を計画し、実際のトリチウム測定を行う必要がある）。 本研究では、非破壊・非接触を特徴とするNMRに着目し、水素同位体すべてを選択的に観測できるという特徴をも生じ、既設のNMR装置で基礎データを取得しているが、モバイルNMR装置の開発への手順をきちんと説明していない。研究の計画が不十分である。 既設のNMR装置などを有効に活用して基礎データを取得することことは理解できるが、モバイルNMR装置への開発手順を具体的に示しておらず、開発と研究予算の関係が見えにくい。 本技術が、改良して小型化、低価格化を進めることにより、「水素エネルギー」の貯蔵現場での実用化につなげようとしている。 担当研究者は固体NMRを用いた水素吸蔵材料の研究に豊富な経験と実績があり、研究能力はあると認識されるが、機器の開発能力に関しては不明と言わざるを得ない。一人のみの研究者でもし研究機関が重視するなら支援が必要であろう。
4．研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	水素同位体貯蔵材料内の水素同位体を非破壊で直接観測しようという試みで、かつ、現場での使用を意識した研究であり、担当研究グループで研究を実施するだけにとどまらず、日本原子力研究開発機構など研究機関との研究交流・連携を進めながら計画を練ることが望まれる。
5．その他	モバイルNMR装置の開発が目的であるので、開発の手順、すなわち、自らがどの部分を開発していくのかを明確に示すべきである。
6．総合評価	B
評価責任者氏名：阿部勝憲	

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：ダイヤモンド放射線検出器の開発に向けた基盤的研究（産業技術総合研究所）	
項 目	要 約
1．研究目的・目標	<ul style="list-style-type: none"> ・核融合炉、原子炉、放射光施設、宇宙等の放射線環境や高温環境等の極限環境下において、高い耐久性を有する放射線検出器が求められている。従来のシリコン半導体等を用いた検出器では耐放射線性が不十分で、ダイヤモンド製検出器の実用化が期待されている。 ・ダイヤモンド製検出器実用化のためには、ダイヤモンド素子の結晶性向上や素子 - 電極間の界面構造等を最適化し、素子 - 電極界面に生じる分極効果を抑制する必要がある。 ・本研究では、検出器実用化の妨げとなる分極効果の解明を詳細に行うことにより、実用性能を有するダイヤモンド放射線検出器実現に向けた指針を得ることを目的としている。 ・目標も実用化を念頭に置いて具体的に設定されている。
2．研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	<ul style="list-style-type: none"> ・本研究は、極限環境において動作する高耐久性・高信頼性を有する放射線検出器の開発に資するものであり、実用化された検出器は、原子炉、核融合炉や放射光等の加速器の安全運転や効率的運転、宇宙・航空産業へ大きな寄与が期待され、産総研の設置目的やミッションと整合する。 ・高い耐久性を有するダイヤモンド放射線検出器の実現は、放射線利用環境の安全性確保に寄与するものと考えられ、原子力政策大綱の目標であるエネルギー利用や放射線利用の推進に資するものである。
3．事前評価 <ul style="list-style-type: none"> ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非 	<ul style="list-style-type: none"> ・本研究は、原子炉等を含む、放射線を利用するあらゆる環境において必要不可欠な放射線の検出・測定器の実現というニーズに大きく寄与するものであり、原子力試験研究として適切な研究課題である。 ・本研究を進める中で開発される技術や知見は、物性制御の点で基盤的な要素を多く含んでいる。すなわち、欠陥を低減した高品質ダイヤモンド結晶の安定な高速成長、ドーピング技術、界面制御技術、素子形成技術等の総合的な基本要素技術の開発が本研究の核であり、例えばダイヤモンド高出力素子の実現に向けた開発へとフィードバックできる。このように、他の関連分野への波及効果は非常に大きい。 ・本研究では、特にダイヤモンドの結晶性およびダイヤモンド電極間の界面構造に起因する分極効果の詳細な解明を行うことによって、初めて高品質放射線検出器の実現への足がかりが得られるとの観点から研究を進めるという点で新規性がある。 ・当研究所ダイヤモンド研究は、結晶成長からデバイス作製と開発、放射線検知技術までを総合的に行える研究体制を備えており、世界的にも特色ある研究ユニットである。このことからダイヤモンドの成長、ドーピング、素子形成、評価等に関する技術や研究遂行能力を有すると判断される。実際、これまで最も高品質な人工ダイヤモンド薄膜の形成や、素子作製に必要な世界最大のキャリア移動度を有するp型ドーピングを実現してきている。さらに、世界最速に近い成長速度を有する単結晶基板の成長に成功しており、研究者の能力は高い。 ・本研究は原子力試験研究の目的に合致しており、実施すべき研究課題である。
4．研究開発を進める当たり、留意すべき点	ダイヤモンド膜の実用化の基盤を確立し実用化－産業化につなげていってほしい。放射線環境下でのより広い検討が必要と思われる。
5．その他	
6．総合評価	A
評価責任者氏名：阿部勝憲	

表7

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：原子燃料融点の高精度測定に関する研究（産業技術総合研究所）	
項 目	要 約
1．研究目的・目標	高速増殖炉等の燃料融点を高精度測定し、原子炉設計の高度化に寄与することを目的としており、提案者（産総研）が培ってきた高精度温度定点技術、高温炉技術、高精度放射测温技術といった技術ポテンシャルを基盤に、 UO_2 の融点を超える2900 までのSIトレサブルな高精度温度目盛（精度0.5K）の開発、2900 までの融点測定用高温炉の開発および UO_2 の融点の高精度測定技術の開発（精度5 k）を目標に置いて研究する。
2．研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	わが国の基盤エネルギーと位置付けられる、原子力エネルギー利用のための基礎基盤技術の確立に向けて、原子炉燃料融点等の物性の信頼度レベル向上に向けた研究努力は重要であり、エネルギー分野を含む産業技術の向上、発展に関わる研究を担う産総研の設置目的と整合している。
3．事前評価 ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非	<ul style="list-style-type: none"> 本研究計画は、原子力基盤技術の構築に関わる内容を有してはいるが、燃料の燃焼が進む過程で生ずる融点変化（燃焼度依存性）に関するデータ採取、整備といった直接的なニーズには未だ課題が残るが、「高温融点測定技術に関する研究」として、W合金の反応問題、Reによる測定精度の影響といった現状の課題解明、あるいは、新たな高温融点の測定技術の創生を図ることで、JAEA等、原子力研究者を支援出来る点で、原子力試験研究として妥当である。 提案者は高温域の温度測定に実績とノウハウを活用でき、目標とする2900 までの高温融点測定技術を開発する手順、手法は妥当である。 本研究計画に関わる機器、研究費用はほぼ妥当と考えられる。 高信頼度の高温融点測定技術として確立されれば、次世代炉、核融合炉の研究開発に必要な高温プロセスでの高精度測定に寄与できる。 2500 までの温度定点を実現できる共晶点技術をベースに高精度温度校正可能領域を2900 まで拡大する方法に独創性があり、研究能力は高い判断される 当該研究を実施している原子力研究開発機構（JAEA）と技術的課題を共有すると共に、内外の産業界、学会などと広く交流をもって、進める必要がある。 研究目標に照射影響を含む燃料融点測定に必要な技術的課題の解決もしくは革新的計測技術の創出に重点をおいた研究として、実施することを是とする。
4．研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	原子力基盤技術としてのニーズに応え、現状における高温融点測定技術の課題に十分に留意しつつ、その解決に主眼をおいて実施するのがいいと考えられる。
5．その他	
6．総合評価	A
評価責任者氏名：阿部勝憲	

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：放射光単色X線計測基盤技術に関する研究（産業技術総合研究所）	
項 目	要 約
1．研究目的・目標	<p>高輝度放射光等の開発に伴い、単色X線を用いた造影・CTが臨床段階へ入って来ている。このため単色X線の照射がDNA、細胞、細胞核に与える効果についての多様な研究がなされているが、単色X線を正確に評価する手法の確立がなされていない、単色X線標準(10-100keV)が存在しないことから定量化が遅れている。</p> <p>医療被曝を減少させるために現状の不確かさ1.5%程度のX線照射線量標準に対して 不確かさ0.5%で10-100keVの単色X線強度標準を開発、医療現場や放射光利用施設で使用可能な簡便な実用検出器の開発、X線照射量不確かさ向上のため、X線領域の空気のW値および吸収断面積の高精度データの測定(不確かさ0.5%以下)、医療現場に必要となる40-100keVにおける照射線量から吸収線量への変換係数の実測を行う。</p>
2．研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	<p>原子力政策大綱においても、放射線利用技術に関する産業の振興および人類の福祉と国民の生活の水準向上に広範囲に貢献する事が目的とされており、提案課題は単色X線の医療利用時の安全性確保のための単色X線の標準の整備を通じて、「患者の身体的な負担が少ない放射線診療の実現」や安全な「科学技術・学術分野での利用」を目指すものであり、研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方と一致している。</p>
3．事前評価 ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非	<ul style="list-style-type: none"> ・X線の医療利用、人体への損傷等を研究する上でその照射・吸収線量について定量的に測定することが必要不可欠である。定量的な測定の基盤整備の一つとして信頼性における標準の存在が必要となる。そのために現在存在しない単色X線標準(10-100keV)について標準の開発・供給が必要不可欠である。原子力試験研究としてあらかじめ整備しておく必要があり、研究の手順・手法として標準の開発としても低エネルギー側から開発を行うのは、担当者らの持つ(0.1-1keV)のパワー標準供給を見ても妥当であると言える。 ・標準を整備するためのカロリメータの開発に多くを裂いており、上記手順と矛盾せず妥当である。 ・波及効果と独創性、新規性については、単色X線標準の存在により他の単色X線を用いた研究の定量化が図れること、また担当者らの所属する部署が標準の研究機関であることと考えると研究的なオリジナリティではなく信頼性を追求することが重要であり、提案の研究による波及効果は大きい。 ・研究交流体制については、関連研究の国内外の状況にあるとおり、単色軟X線についてすでに標準供給を行っており、その結果Spring、医療関連、診断等に十分な交流体制を持つ。 ・担当者らはすでに線、単色X線(0.1-1keV)について標準の開発と供給体制を構築しており、提案の開発についても困難であるとは考えられるが、そのノウハウが生かされることにより開発が可能であると考ええる。研究者の能力も十分である。 ・提案された研究は、単色X線利用に関する定量化のための標準の開発と現場での実用計測技術、並びに医療応用のための基礎データの蓄積を目標としており、放射光単色X線の高度利用を推進する上でも推進すべき研究である。
4．研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	<p>放射光X線のパワーの計測については提案にその対策が指摘されている。標準とその校正手法の開発が第一優先であり、現場で線量を計測できる安定な実用検出器の開発についてはまずその開発の指標を明らかにして研究を行う必要があると考える。そのためには上記標準の構築とともに実用検出器における定量的な確保を念頭に置いて開発を行う必要がある。</p>
5．その他	<p>基礎的な標準技術として必要である。そのためには研究機関による支援も重要である。</p>
6．総合評価	B
評価責任者氏名：阿部勝憲	

中間評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：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(物質・材料研究機構)	
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知られている。電子機能材料やセラミックス構造材料等のビームによる特性変化は良い意味でも悪い意味でも材料改質にとって重要となる。本研究においては、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性過程等を利用して、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．中間段階での成果 ・当初予定の成果 ・副次的な成果	<ul style="list-style-type: none"> ・ 当初予定の成果 イオンビーム照射下でその場分光測定を高度化することにより、照射された金属イオンがナノ粒子として抽出する過程に関連してイオン照射誘起発光と試料の吸収によるスペクトルの測定に成功した。すなわち、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や、損傷過程を制御する重要な情報が得られた。 ・ 副次的な成果 強磁性体であるNiを石英ガラス基板に照射して、Niナノ粒子を作製し、その磁性を測定した。その磁気特性は超常磁性であることが分かった。ま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することにより、酸化物ナノ粒子を作製することが出来た。
3．中間評価 ・目的・目標の設定の妥当性[注1] ・研究計画設定の妥当性[注1] ・研究費用の妥当性[注1] ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・継続の是非	<ul style="list-style-type: none"> ・ 目的・目標の設定の妥当性 研究目的は、電子励起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させようとしていることから、研究目的として妥当。 ・ 研究計画設定の妥当性 基礎的な研究計画は問題ないが、応用への展開においてはもう少し具体的な目標を設定することが望ましい。 ・ 研究費用の妥当性 研究費用の半分は装置購入、半分は消耗品と間接経費として使用されていることから、ほぼ妥当であると考ええる。 ・ 研究の進捗状況 論文などの成果発表は十分行われており当初の計画はほぼ達成されているが、応用への展開をはかれるように、応用研究部分の計画のねらいを絞り、後半の研究展開を十分に行って頂きたい。 ・ 研究交流 米国サンディア研究所、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、富山大学などと研究交流を行っており、問題は無い。 ・ 研究者の研究能力 十分と評価される。
4．その他	クラスターイオンビームの利用も効果的と考えられる。
5．総合評価	B
評価責任者氏名：阿部勝憲	

[注1] 外的要因の変化を含む。

中間評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：低誘導放射化・超伝導線材基盤技術の確立（物質・材料研究機構）	
項 目	要 約
1．当初の目的・目標	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、炉心プラズマからの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。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に置きかえた新しい急熱急冷法Nb ₃ Al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、長半減期核種のNbを含まないIV(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。
2．中間段階での成果 ・当初予定の成果 ・副次的な成果	<ul style="list-style-type: none"> ・当初予定の成果：(1)耐歪み超伝導線材の低誘導放射化として、NbとAgを誘導放射能の半減期が比較的短いTaとCuにそれぞれ置きかえたCu内部安定化TaマトリックスNb₃Al線材を試作し、耐電磁力特性の向上、磁気的不安定性の抑制に成功した。(2)超伝導フィラメントの低誘導放射化として、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、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、急熱急冷法の適用によるV₂(ZrHf)およびV₃Ga線材の試作、及び拡散法MgB₂線材へCu安定化材の複合に成功した。 ・副次的な成果：Nb₃Al線材への新しいCu安定化材複合技術の開発、Nb₃Alフィラメント中にTaを分散させることによる耐フィラメント破断（不可逆歪み）性の改善に成功した。また、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他の合金系に展開し、Nb-Zr合金の多芯線の製造に成功した。
3．中間評価 ・目的・目標の設定の妥当性[注1] ・研究計画設定の妥当性[注1] ・研究費用の妥当性[注1] ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・継続の是非	<ul style="list-style-type: none"> ・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、耐歪み性に優れたNb₃Alの構成材料を見直しNbマトリックスをTaに置きかえること、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IV(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する目標設定は妥当である。 ・研究計画設定の妥当性：フェーズの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IV(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線材を試作する計画は妥当である。 ・研究費用の妥当性：線材試作に大部分の研究費を当てており、妥当である。 ・研究の進捗状況：Cu内部安定化TaマトリックスNb₃Al線材の試作、新製法（要素線拡散法）によるV-Ti(-Ta)合金線材の試作、急冷法を適用したV₃Ga・V₂HfZr化合物線材の試作、MgB₂線材へのCu安定化材の複合など、中間評価時点での目標をクリアしている。 ・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。中性子照射実験等の研究交流、マンパワー不足を解消するため多くの大学との共同研究も積極的に進めている。 ・研究者の研究能力：これまで長年金属系超伝導材料の線材化に関する研究をなしとげており、高い研究能力を有する。 ・継続の是非：目標とした成果が得られており、低誘導放射化の核融合炉用超伝導線材が期待できる。是非研究を継続すべきである。ただ、TaはNbより半減期は短い、放射線量が高い。この観点からの検討も必要である。
4．その他	国際・国内誌への論文投稿、実用的な見地からの特許も行われており、国際的評価も高い。
5．総合評価	A
評価責任者氏名：阿部勝憲	

[注1] 外的要因の変化を含む。

表8

中6

中間評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：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（物質・材料研究機構）	
項 目	要 約
1．当初の目的・目標	核融合装置のマグネットの導体には強大な電磁力が加わる。導体として有力な酸化物系高温超伝導線材はセラミックスであり、従来の金属系超伝導線材以上に応力効果特性の検討が重要である。本研究では磁場と温度を変化させつつ、酸化物系高温超伝導線材の素線レベルでの応力効果を評価する技術を確立し、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。さらに、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開発することによって、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．中間段階での成果 ・当初予定の成果 ・副次的な成果	<p>・当初予定の成果 応力効果評価技術の確立に関しては、30 Tまでの強磁場かつ低温（温度可変）の環境下で、試料に一軸引張（または圧縮）応力を加え高感度で臨界電流を測定できる特色ある装置を開発した。本装置を用いて、臨界電流の歪み依存性を明らかにしその劣化が超伝導層内に生じた微小クラックによることを初めて確認した。 応力効果特性の予測手法の提案に関しては、測定の難しい複合材料の熱膨張率を対向二重変位計法の採用により、想定通りの高精度で測定することができた。</p> <p>・副次的な成果 熱ひずみによる銀シースの降伏を考慮した力学モデルにより、Bi系酸化物超伝導線の熱膨張の温度依存性を説明することに成功した。</p>
3．中間評価 ・目的・目標の設定の妥当性[注1] ・研究計画設定の妥当性[注1] ・研究費用の妥当性[注1] ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・継続の是非	<p>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基本的な評価対象である。本研究は将来の発電用核融合炉開発に向けて有望とされる酸化物系高温超伝導線材の応力特性評価を実施し、核融合炉設計における指針を得るものであり、目的・目標の設定は妥当である。</p> <p>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炉設計で想定される運転条件（温度4-20 K程度、磁場20-23 T程度）をカバーし、さらに実導体レベルでの評価予測手法の開発を含んでおり、妥当なものである。</p> <p>物質・材料研究機構に整備された強磁場施設を活用しており、妥当である。</p> <p>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の予定の成果を得ている。</p> <p>共同利用施設を担当していることから、多くの研究機関と共同研究を実施しており、研究交流は活発である。</p> <p>本研究を実施する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豊富な実績を有している。</p> <p>酸化物系高温超伝導線材は核融合装置だけでなく30 T級超伝導マグネット等への応用も国内外で精力的に検討されつつあり、当初計画に沿った研究の継続が重要である。</p>
4．その他	今後とも核融合開発との整合性に留意し、成果の発表と有効活用に心がけてほしい。
5．総合評価	A
評価責任者氏名：阿部勝憲	

[注1] 外的要因の変化を含む。

中間評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：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（物質・材料研究機構）	
項 目	要 約
1．当初の目的・目標	<p>本研究は、原子力用構造材料の現象に関わり、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、中間評価までは、以下の目標で研究を実施した。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 照射損傷を取り扱うMD計算コードを拡張し、これを用いて照射欠陥と不純物原子の相互作用に関する計算シミュレーションを行う。 2. FEM計算コードを改良して損傷発展の理論を組み込んだ計算コードを作成し、これを用いて、材料組織を考慮した損傷・破壊の解析を行う。 3. MDとFEMの計算プログラムを統合する方法について検討し、統合プログラムを試作し、照射材の力学特性に関するマルチスケール統合解析に着手する。
2．中間段階での成果 ・当初予定の成果 ・副次的な成果	<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原子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作成し、照射欠陥と不純物原子との相互作用に関する粒子シミュレーションを行った。また、共有結合性の高い不純物元素を含む合金系へ拡張するプログラムを開発した。FEMプログラムに損傷力学に基づく解析機能を組み込み、空孔拡散、ボイドの発生・成長、き裂進展解析を行う連続体モデルの計算コードを開発した。また、統合プログラムを作成し、鉄のボイドやき裂を含む系について、引張挙動のマルチスケール解析に着手した。</p> <p>・副次的成果 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著しく脆化されることが示された。ボイドやき裂の成長をシミュレートするPhase-field法プログラムを開発した。</p>
3．中間評価 ・目的・目標の設定の妥当性[注1] ・研究計画設定の妥当性[注1] ・研究費用の妥当性[注1] ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・継続の是非	<p>・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、重要な研究内容である。この分野の研究の進展に対応して目標をより明確にすると望ましい。</p> <p>・中間評価までは、主として研究の基本となる計算コードの開発を行っている。両プログラムの統合のステップ、ならびに検証の方策について、もっと明瞭に標示すれば効果的と考えられる。</p> <p>・研究費用は、主にクラスター計算機の購入・保守とプログラム開発に用いている。FEM側からの視点で、MDタスクを設定することも考慮すべきである。</p> <p>・課題提案時に設定したスケジュールに沿って、計画通りに進捗していると考ええる。理論と実験にずれが見られることに対する評価をもっと明確に実施すべきである。</p> <p>・先端計算科学技術の研究者とのさらに積極的な交流が必要である。研究交流面では、MDコード分野で大学との連携を図ることが望ましい。</p> <p>・研究担当者らは、分子動力学、破壊力学の分野で研究実績を持っている。</p> <p>・原子力研究の知的基盤技術に関わる課題である。ただし、研究の進め方については原子力材料研究に寄与できるように見直しが必要と考えられる。</p>
4．その他	
5．総合評価	B
評価責任者氏名： 阿部勝憲	

[注1] 外的要因の変化を含む。

表 8

中8

中間評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名: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)	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	<p>NIJI-IV自由電子レーザー(FEL)システムをベースとして発生可能な赤外からX線に至る広帯域で特徴的な量子放射を光ツールとして利用するための光源実用化技術開発、及びそれらを先端科学技術へ適用するための光源利用技術開発を行う。具体的目標は下記の通り。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 蓄積リングNIJI-IVの高エネルギー化(0.3 0.5GeV)と安定動作のための技術開発。 2) 真空紫外-赤外(VUV/IR:0.15-10・m)域での高安定・低損失FEL共振器技術の開発。 3) 0.15・m以下の波長域におけるVUVコヒーレント光発生技術の開発。 4) 赤外FELを利用した0.1-2MeV領域でのレーザーコンプトン散乱硬X線の発生。 5) VUV/IR FEL及びFELコンプトン散乱硬X線の、材料診断・評価技術への適用。
2. 中間段階での成果 ・当初予定の成果 ・副次的な成果	<p>・当初予定の成果</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ビームエネルギーの上昇(0.31GeV 0.34GeV)と共振器ミラーの光透過率増大(0.05% 0.5%)により、FEL(202nm)の平均出力が50 μWから500 μWへ桁向上し、更なる出力向上が期待できる。 2) 高安定型光共振装置を試作・導入し、従来問題となっていた共振器の機械的振動を十分に低減させ、FEL利用研究の効率化に役立つ。 3) 遠紫外-真空紫外(DUV-VUV)FEL利用実験として、200nm付近のFELに光電子放出顕微鏡(P EEM)を組合せてPd(111)面に吸着したCOの酸化反応($2CO+O_2 \rightarrow 2CO_2$)を実時間観測することに成功した。 <p>・副次的な成果</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 阪大FEL施設と協力してIR FEL照射光音響分光法(FEL-PAS)による微量元素分析実験を行い、有機高分子材料からの光音響スペクトル観測の予備実験に成功している。
3. 中間評価 ・目的・目標の設定の妥当性[注1] ・研究計画設定の妥当性[注1] ・研究費用の妥当性[注1] ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・継続の是非	<p>・小型蓄積リングをベースに広帯域(赤外～X線)量子放射源を開発するとともに、それを利用した物質材料の精密計測技術を開発するもので、原子力試験研究として妥当である。</p> <p>・世界的にも実績のある小型蓄積リングNIJI-IVを用いた自由電子レーザー技術をもとに着実な研究計画が設定されている。</p> <p>・年次計画に沿って妥当である。</p> <p>・前半の2年間は、当面発生可能な200nm付近のDUV FELの高出力化とその利用実験を着実に進めながら、IR FEL発振の準備とそれに伴う硬X線発生への検討が行われた。VUV域でのFELの短波長化は若干の遅れが認められるものの、低損失ミラーの準備も進められ、またIR FELの発振も可能な状況であり、概ね当初の年次計画に沿って研究が進んでいる。</p> <p>・蓄積リング型FELの研究を行っているELETTRA(伊)、分子研の他、リニアックFEL関連で、日本原子力研究開発機構、日大、理研等の研究者と、FEL装置の要素技術に関する情報交換を行うなど、活発な研究交流がある。</p> <p>・研究担当者は当該分野において実績を有しており、研究遂行に十分な能力を有している。</p> <p>・本研究は、一台の小型蓄積リングを用いて赤外からX線に至る極めて広帯域の多機能量子放射源とその利用技術開発を目指すもので、挑戦的な課題であり、継続して進めるべきである。</p>
4. その他	<p>ほぼ順調に研究は計画に沿って進んでいる。今後遠赤外域での応用も重要になって来ると予想されており、この領域における発生や応用へも力を注ぐことが必要と思われる。今後ユーザーグループとの交流が望ましく、原子炉材料への応用も検討してほしい。</p>
5. 総合評価	A
評価責任者氏名:阿部勝憲	

[注1] 外的要因の変化を含む。

表8

中 9

中間評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：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）

項 目	要 約
1．当初の目的・目標	<p>本研究の目的・目標は以下の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 研究所の小型電子加速器のエネルギーを増強し、陽電子発生用に最適化した小型電子加速器を開発する。 2) 短パルス低速陽電子ビームを加速・集束することによりマイクロビーム化するとともに、陽電子マイクロビームを用いた物性評価技術確立する。 3) 陽電子物性評価装置を用いて所内外と連携して陽電子マイクロビームの有効性を検討する。
2．中間段階での成果 ・ 当初予定の成果 ・ 副次的な成果	<ul style="list-style-type: none"> ・ Cバンド小型電子加速器を製作し、高パルスレートの高エネルギー電子ビームの発生に成功した。 ・ 磁場輸送の陽電子ビームを高効率で集束できる方法を考案し、集束ビームを減速材に入射してサブミリメートルの集束陽電子ビームの発生に成功した。 ・ 短パルス陽電子マイクロビームの金属材料や半導体デバイス材料の評価への有用性を示した。 ・ 本研究で開発した小型電子加速器はX線による非破壊検査のポータブル硬X線発生装置としての有効性を検討した。
3．中間評価 ・ 目的・目標の設定の妥当性[注1] ・ 研究計画設定の妥当性[注1] ・ 研究費用の妥当性[注1] ・ 研究の進捗状況 ・ 研究交流 ・ 研究者の研究能力 ・ 継続の是非	<ul style="list-style-type: none"> ・ 短パルス且つマイクロスポットの小型陽電子ビーム材料評価装置の開発は、その普及によって機能材料開発技術の飛躍的向上に貢献することが期待される。 ・ 本研究は、長年培われた技術と実績の下に世界最先端の物性評価ツール開発を目標としており、目的・目標は妥当である。計画は順調である。 ・ 本装置の開発費として適当。 ・ ビームスポットの一桁向上（50μm）の実現が期待できる。 ・ 陽電子ビーム利用材料評価コンソーシアムを設立し、産官学他機関との研究交流に積極的である。 ・ 研究成果の内容は、非常に高いものである。市村賞を初め、3つの賞を受賞している。 ・ 成果を順調に挙げており、研究を継続すべき。
4．その他	汎用型ポータブル陽電子ビーム材料評価装置の実現と原子力機器への応用が期待できる。
5．総合評価	A
評価責任者氏名：阿部勝憲	

[注1] 外的要因の変化を含む。

中間評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：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（産業技術総合研究所）	
項 目	要 約
1．当初の目的・目標	<p>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の短波長・超高速時間分解計測技術を開発する。</p> <p>達成技術目標は (1)基本波レーザーのパルス波形とパルス内光波位相を0.1rad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)パルス内光波位相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制御と特性計測技術。(4)パルス内光波位相の制御されたパルス光と電界波形の相関法による真空紫外 - 軟X線光領域パルス幅計測及び時間分解現象計測技術。</p>
2．中間段階での成果 ・当初予定の成果	<p>(1)パルス波形とパルス内光波位相安定化：基本波レーザー発振器単体0.13radで50分以上の制御、増幅系で0.4radの安定性を達成。制御精度として0.1rad,0.1fsを有することを確認した。スペクトル位相制御によるパルス内光波位相制御とパルスエンベロープ制御を実現。</p> <p>(2)ダブルパルス高調波スペクトル干渉計測：波長160nmの5次高調波のスペクトル干渉を確認。チタンサファイアレーザーをポンプ光とするポンププローブ実験にて、光学結晶の過渡的屈折率変化によるスペクトル干渉変化を観測。増幅システムを30fsに短パルス化してサブフェムト秒高調波発生に必要な7 - 8fsパルス幅高強度パルスを数サイクル発生させた。</p>
・副次的な成果	<p>パルス内光波位相安定化した圧縮によらないレーザー増幅パルスの世界最短記録(12fs)パルスの発生に成功した。</p>
3．中間評価 ・目的・目標の設定の妥当性[注1] ・研究計画設定の妥当性[注1] ・研究費用の妥当性[注1] ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・継続の是非	<p>妥当である。</p> <p>目指す目標に対するアプローチとしては妥当と思われるが世界トップの成果を記録に残すためには目標を堅持しつつ、国際競争に充分配慮して柔軟に研究を推進していただきたい。</p> <p>研究費が充分、生かされていると思われる。</p> <p>着実に進展している。</p> <p>充分交流があるものと認められる。</p> <p>中間成果から、極限計測技術の検証と実用化を目指す本研究を推進する能力は充分あるものと認める。</p> <p>継続すべきである。しかし、下記の点に留意して最終目標を達成していただきたい。 1)原子力試験研究としての目的・意義を明確にして、特色ある応用（出来れば原子力材料への応用）で本計測技術を検証する。 2)本計測法の実用化に向けたシステムの要素技術課題を明確にし、定量的目標をもって進める。</p>
4．その他	
5．総合評価	A
評価責任者氏名：阿部勝憲	

[注1] 外的要因の変化を含む。

表8

中11

中間評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：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（産業技術総合研究所）	
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、X線を集光径数十ナノメータレベルに集光する新方式（特許出願済み）X線集光素子の性能を実証する。</p> <p>2) 上記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。</p>
2．中間段階での成果 ・ 当初予定の成果	<p>X線を新規な方式で集光する方法を考案し実証を試みた。</p> <p>1) 目標数値レベルでの集光径の評価をもっと進めればよかった。走査型顕微鏡では必須のナノメータレベル径の集光スポットも1次元ゾーンプレートを組み合わせることで形成することが残されており、表題にあるナノメータビームの実現には至らなかった。</p> <p>2) 透過モード光電子分光法として光電子顕微鏡を改造して分解能向上が進められた。視野200umの場合で空間分解能$4 \pm 0.2 \mu\text{m}$が確認されているが、100nm以下の分解能の見通し、実証は今後の課題として残されている。光電変換層での感度と空間分解能との相反性の問題などこの方式の理論限界は今後の課題としている。</p>
・ 副次的な成果	<p>生体材料の代替として電子線レジスト材を用いて透過モード光電子分光装置のテストをしている。</p>
3．中間評価 ・ 目的・目標の設定の妥当性[注1] ・ 研究計画設定の妥当性[注1] ・ 研究費用の妥当性[注1] ・ 研究の進捗状況 ・ 研究交流 ・ 研究者の研究能力 ・ 継続の是非	<p>ライフサイエンス分野の研究に大いに貢献できる魅力ある目的・目標として妥当である。TERASのビームエミッタンスが大きい事は当初から判っていたことなので対処策を講じておくべきであった。マイクロビームスキャン顕微鏡法と光電子顕微鏡法とを平行して研究するには装置開発への資源（人員数など）注入が不足していたと思われる。装置の性能が基本的に目標に足りない。しかし、研究費不足のせいとは考えられない。研究費使用の配分に問題がある。</p> <p>最初の目標を達成できる見通しがついていないため、必ずしも順調とは言いがたい。特に1番目の目標は今後に残されており、分析装置としての実用化に取り組むにはまだ早い。</p> <p>外部の研究集団と実質のある共同研究をすることが望ましい。</p> <p>本研究目標の達成は開発する装置の性能で決まると考えられるので、装置開発への注力が必要。</p> <p>残りの期間は、現在までに調達した機材で生体試料内のリンおよびカルシウム等の分布を観測することで意義のあるといえる研究テーマに研究目標を転換するか、または、方式の技術問題点をよく検討して、将来の研究に繋げるまとめとすべきである。</p>
4．その他	<p>本研究は装置（ハード）開発が本質であると考えられるが、バイオ試料作製に注力した研究体制になっているように見える。</p>
5．総合評価	B
評価責任者氏名：阿部勝憲	

[注1] 外的要因の変化を含む。

システム基盤技術分野（6月29日ヒアリング実施）

番号	課題区分	府省	研究機関	課 題 名	総合評価
前28	新	総務省 (消防庁)	消防大学校消防研究センター	原子力施設における仮設用ハウスの火災	C
前29	新	文部科学省	独立行政法人 防災科学技術研究所	人工バリアの地震荷重下における動的特性に関する研究	B
前30	新	厚生労働省	独立行政法人 国立病院機構 災害医療センター	大規模原子力災害時を想定した医療面からの全国的災害拠点病院体制の整備の研究 多数傷病者発生時の被害軽減・住民安心対策を含めた広域かつ多面的かつ協同的医療対応体制の確立に関する研究	C
前31	新	経済産業省	独立行政法人 産業技術総合研究所	化学災害の教訓を原子力安全に活かすEラーニングシステムの開発に関する研究	A
前32	新	経済産業省	独立行政法人 産業技術総合研究所	室内拡散試験の高度化及び実用化に関する研究	B
前33	新	国土交通省	独立行政法人 建築研究所	巨大地震に備えた原子力施設の地震リスク制御技術の開発	B
前34	新	国土交通省	独立行政法人 海上技術安全研究所	放射性物質輸送容器のモンテカルロ法による遮蔽安全評価手法の高度化に関する研究	A
前35	新	国土交通省	独立行政法人 海上技術安全研究所	放射性物質輸送容器の爆破特性評価に関する基礎的研究	B
前36	新	国土交通省	独立行政法人 海上技術安全研究所	MA含有高速炉使用済燃料輸送の放射線遮蔽に関する研究	B
中12	継	文部科学省	独立行政法人 物質・材料研究機構	放射性ヨウ素固定化・アパタイトの開発に関する研究	A
中13	継	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

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：原子力施設における仮設用ハウスの火災（消防大学校消防研究センター）	
項 目	要 約
1．研究目的・目標	<p>原子力施設において、仮設用ハウスの火災など、工事用シートが焼損する火災が発生している。仮設用ハウスの火災など、工事用シートが焼損する火災が発生した場合、有毒な気体の発生、放射性同位元素の流出等の危険性が想定される。</p> <p>本研究では、以下を目的とし、実験的研究を行い、工事用シートがどのような場合に着火するのか、着火された後に火災がどのように広がるのかについて調べるとしている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・公設消防隊による消火活動および火災調査に役立つ情報を提供すること ・成果を公開することにより、事業者、工事業者、安全審査の担当者に、工事用シートが関係した火災の危険性について知ってもらうこと
2．研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	<p>消防研究センターの設置目的の一つに、地方の消防機関の現場活動への研究成果の反映があり、本研究は設置目的に合致する。「原子力政策大綱」では、事業者等の安全確保についての第一義的責任、国の責任を明示しているものの、公設消防隊の隊員の安全確保に直接触れる記述はされていない。しかし、原子力の安全性確保は、国、事業者等を始め、オールジャパンで成されるべきであり、試験研究としての妥当性はともかく、本研究は大綱の安全性確保の精神には整合していると言える。</p>
3．事前評価 ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非	<ul style="list-style-type: none"> ・負圧管理下の特殊性はあるものの、工事用シートの発火現象、火災は一般的な問題であり、原子力施設特有の問題とは言いがたいことから、原子力試験研究としての位置付けはやや低いと判断される。 ・シート内の火災実験、着火および火災拡大実験を計画しているが、事業者、工事用シートメーカー等との連携と役割分担を考えた計画が望まれる。 ・実験規模が小さいため、ほぼ適切な予算であろう。 ・一般的火災への対応策として成果を利用することは可能である。 ・実験手法等に、特に独創性、新規性は認められない。 ・事業者を始めとする原子力関係者との交流を積極的に推進すべきである。 ・消防の専門家であり、技術論としての研究能力は十分である。 ・消防の安全確保に必要な情報取得の必要性は理解できるが、実施内容に原子力試験研究としての特徴が認められないことから、原子力試験研究として緊急に実施すべき理由に乏しいと考えられる。
4．研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	<ul style="list-style-type: none"> ・単なる試験に留まっており、今後の対策に役立つ研究成果が得られるかどうか危惧する意見がある。 ・これまでの知見等から啓蒙資料等は作成できるのではないかと。実験結果より事例対応説明の方が効果があるとの意見がある。 ・現実的な研究とするために、実際の原子力施設で利用されうる工事用シートの質や量等について把握する必要がある。シートのメーカーとの連携をはかる必要がある。
5．その他	<p>いわゆる縦割り行政の制約にこだわりすぎている感がある。火災に対する安全性を確保するために何が必要であるのか、原点に立ち返った論考も重要である。</p>
6．総合評価	A B (C)
評価責任者氏名：澤田 義博	

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：人工バリアの地震荷重下における動的特性に関する研究（防災科学技術研究所）		
項 目	要 約	
1．研究目的・目標	<p>本研究課題は、緩衝材の各種条件下での地震荷重を加えた動的載荷実験により、処分施設における人工バリアの動的特性を含む耐震性の把握・評価を行うことを目的として、以下の3項からなる実験及び解析・評価を実施するとしている。</p> <p>(1) 緩衝材の要素レベル試験により、数値モデルを構築する基礎データを取得する。</p> <p>(2) 緩衝材単体および人工バリアをモデル化した試験体緩衝材の各種条件下での地震荷重を加えた動的載荷実験を実施し、その動的特性を実験的に把握する。</p> <p>(3) 上記成果をもとに、人工バリアモデルの数値解析及び耐震性評価を行う。</p>	
2．研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	<p>(独)防災科学技術研究所は、「災害から人命を守り、災害の教訓を活かして発展を続ける災害に強い社会の実現を目指すこと」を使命としており、これまでも振動台を用いた原子力配管の耐震性実験や人工バリアの振動実験などを行ってきている。また、原子力政策大綱では、処分施設の信頼性向上や安全評価手法の高度化に向けた基盤的な研究開発を着実に進めることとしており、本課題はこれらに整合している。</p>	
3．事前評価	<ul style="list-style-type: none"> ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非 	<ul style="list-style-type: none"> ・人工バリアの動的特性を含む耐震性の把握・評価は、処分施設の地震時安全性確保の観点から必須条件であり、原子力試験研究として妥当であるが、実施内容の一部については再検討が必要と考えられる。 ・要素レベル試験、地震荷重による動的試験、数値解析、評価と手順を踏んだ計画であるが、処分施設がどのような状態の時地震動を受けると考えるか、また、基礎的研究内容であることから、研究期間をもう少し短縮できないかとの意見がある。 ・小規模供試体を用いた実験内容から、年間1200万円、5年間の予算規模はやや大きいと思われる。期間短縮等により予算の圧縮が望まれる。 ・オーバーパックと緩衝材より成る複合体の特殊環境下の実験であり、他分野への波及効果はあまり期待できない。 ・わが国特有の地震環境下における処分場の安全性評価に不可欠であるにも拘らず、動的検討はこれまでも殆ど行われておらず、新規性が認められる。 ・大学、民間との共同研究および関係機関との技術交流を計画し、研究の方向付けに反映させている。 ・担当者は各種の震動台実験に豊富な経験があり、また、過去に緩衝材や人工バリアの実験を行ってきており、十分な研究能力を有する。 ・人工バリアの耐震性評価は重要であるが、まずは動的基礎データの蓄積が不可欠であるため、基礎実験に絞って期間を短縮するなど、計画の一部を見直して実施することが望ましい。
4．研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	<ul style="list-style-type: none"> ・処分施設がどのような状況の時（初期、一定の管理期、放置期等）に地震荷重を受けると想定するか、また、長年月に間にどのような大きさの地震荷重を何回受けるのかなど、処分施設の耐震安全性を担保するシナリオの検討が必要と考えられる。 ・地下数百メートルでの地震動の特性や荷重（動的な）の評価に基づき実験を実施することが重要。いずれは実規模の実証試験が必要となるため、これに反映することを念頭に、研究を進める必要がある。 	
5．その他	<ul style="list-style-type: none"> ・評価対象期間にも関連するが、提案は短期的な問題として扱われており、人工バリア物質の劣化を考慮する必要があるとの意見がある。 	
6．総合評価	A B C	
評価責任者氏名：澤田 義博		

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名:大規模原子力災害時を想定した医療面からの全国的災害拠点病院体制の整備の研究 多数傷病者発生時の被害軽減・住民安心対策を含めた広域かつ多面的かつ協同的医療対応体制の確立に関する研究 (国立病院機構災害医療センター)	
項 目	要 約
1. 研究目的・目標	<p>本研究課題は、平成13年～15年度に実施した「重症外傷合併放射能汚染・放射線被曝患者の緊急搬送法の研究 - 迅速かつ汚染拡大防止を目標とした安全な陸路・空路搬送法を目指し - 」の研究成果をベースに、核災害時の医療対応全般に対する総集編・大系を目指し、以下の項目を実施するとしている。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1)各医療施設の放射性物質による汚染患者発生時の除染方法・除染設備 2)汚染患者搬送時の方法の見直しと徹底 3)事故/災害発生時の患者情報のreal time情報伝達・転送によるバックアップ体制 4)地域の医療施設・避難所等の安全度の評価 5)上記システムの体系的/総合的整理 6)住民への啓蒙を含めたfeed-backによる避難軽減・安心度改善
2. 研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	(独)国立病院機構は、担うべき医療として災害医療を取り上げており、その中期計画に、災害や公衆衛生上重大な危害が発生し又は発生しようとしている場合には、迅速かつ適切な対応を行うこととしている。また、原子力政策大綱では原子力災害対策の強化を図るため、緊急時に必要となる連絡網、資機材及び医療施設・設備の整備、防災訓練等を充実・強化していくべきとしており、本課題はこれらに整合している。
3. 事前評価 ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非	<ul style="list-style-type: none"> ・核災害時の医療対応全般に対する体系化を目指す本研究の必要性は認められるものの対象が広範囲、啓蒙的かつ実務的な面が強く、基盤研究にはなじまないと判断される。 ・6つの小班に分けて年度展開し、最終的にはそれらを総合化する手順そのものは概ね評価できるが、会合とマニュアル作りが主体であり、成果の具体的な内容が示されていない。 ・殆どソフト的内容である。多人数がかかわる(21人)としても、エフォートは3人程度。年間5500万円、5年間で総額2億7千7百万は基盤研究として巨額すぎると思われる。 ・体系化が行われれば、他の災害医療分野へ一定の波及効果は期待される。 ・申請者は、以前に実施した研究で基本的医療対応は確立しているとしており、更なる体系化は必要としても、独創性、新規性は認められない。 ・各界を網羅した体制を考えており、十分な交流体制、機関の参加があるが、交流が非常に大きな要素を占め、交流が主体の研究に思える。 ・各界の専門家を集めており、過去の実績からも能力は問題ないと思われる。 ・すでに基本的医療対応はある程度確立していると考えられ、啓蒙的な面が強い。ネットワーク等の体制整備は逐次充実・強化すべきものであり、研究的というよりは実務であるため、他の競争的資金により実施すべきと考えられる。
4. 研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	・特に無し。
5. その他	<ul style="list-style-type: none"> ・事前の内部評価において、研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合に関する評価が行われていない。 ・試験研究としての観点からの評価が乏しい。また、共通調査票のみからは研究概要の把握も難しく、事前評価機能の改善が望まれる。
6. 総合評価	A B (C)
評価責任者氏名:澤田 義博	

表7

前31

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：化学災害の教訓を原子力安全に活かすEラーニングシステムの開発に関する研究（産業技術総合研究所）	
項 目	要 約
1．研究目的・目標	<p>本研究は、原子力施設の化学災害防止に資するためのe-ラーニングシステムの開発を目的としており、以下の研究内容から構成されている。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1．産総研所有のリレーショナル化学災害データベース(RISCAD)から化学プラントの事故事例を抽出し、情報を収集する。 2．産総研で開発した事故進展フロー図作成手法を用いて、事故事例の原因事象および教訓の抽出を行う。 3．事故のケーススタディ教材を作成するとともに、想定される事故シナリオから事故の防止に役立つ教訓を逆引きし、学習することを可能とする教訓学習教材を開発する。
2．研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	<p>本研究所における産業技術総合研究戦略目標の一つに、「予測・評価・保全技術の融合により、環境・安全対策の最適ソリューションを提供する」ことが掲げられており、本研究課題は研究機関の設置目的に合致している。また、原子力政策大綱では、「国は国民からの負託に答えるため、事業者等に原子力施設の災害リスクを抑えるために必要十分な活動を行わせ・・・」としており、原子力災害の事故原因事象などの学習を容易にさせる教材開発を目指す本研究課題は、大綱の目標や考え方と整合している。</p>
3．事前評価 <ul style="list-style-type: none"> ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非 	<ul style="list-style-type: none"> ・e-ラーニングシステムによる教訓学習教材の開発は、原子力安全、特に原子力施設の化学災害防止に十分に貢献するものと期待でき、原子力試験研究として妥当である。 ・3年程度でテスト運用し、手法のブラッシュアップを図ることが望ましい。また、システムを公開して、各事業者ごとにチューニングするプロセスも必要と思われる。 ・研究内容は事故事例解析及びデータベース構築からなり、おもにソフト開発である。ソフト開発が主体であることから判断して、研究予算はやや多すぎると思われる。 ・単なる教材開発に留まらず、事故の本質を理解させるシステムの開発が期待できる。他の分野の事故防止への波及効果も期待できる。 ・原子力関連施設のみではなく、化学プラントの事故事例の解析から、事故の原因事象やそこから得られる教訓をデータベース化する試みは、独創性・新規性が認められる。 ・研究交流については、各種委員会や原子力安全や化学災害等の専門家との密接な情報・意見交換が認められる。さらに原子力関係機関との交流も必要である。 ・研究者は、既に化学災害についてRISCADなど同様の取り組みを実施しており、十分な研究能力を有している。 ・以上の点を総合して、本研究は早急に実施されるべきと判断する。
4．研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	<ul style="list-style-type: none"> ・原子力災害の事例を数多く調査・分析し、事故や災害の個別論のみならず、事故の大小を問わずその災害原因となる共通の事象を抽出し、事故防止のための原則論やヒューマンエラーを回避するための第一義的な教訓論を策定されることを期待する。 ・学習システムとして試行・反映を行うことが必要である。ユーザーである事業者実際に使ってもらい、磨きをかけることを計画に追加することが考えられる。
5．その他	原子力施設の事故防止に有用であり、試験研究として実施し、高い成果を挙げることを期待する。
6．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：澤田 義博	

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：室内拡散試験の高度化及び実用化に関する研究（産業技術総合研究所）	
項 目	要 約
1．研究目的・目標	<p>本研究は、天然バリアにおける物質の拡散と吸着特性を高精度に測定・評価することを目的として、以下の項目を実施するとしている。</p> <p>従来の各種室内拡散試験の精度と誤差範囲を系統的に評価すること</p> <p>原位置地層の特性を代表できる寸法の大きい試験体を用いて、迅速かつ高精度な試験を可能とすること</p> <p>廃棄物地層処分の想定深度を再現した圧力条件下での拡散試験を可能とすること</p> <p>開発した技術の実用化により、国内外代表的な岩石の圧力及び異方性の要素を反映した質の高い岩石の拡散係数と岩石保持因子のデータ集を構築すること</p>
2．研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	<p>本研究は、産総研設置目的の「研究開発及びその成果の普及をもって、経済及び産業の発展並びに鉱物資源及びエネルギーの安定的かつ効率的な供給の確保に資すること」や産総研の主要ミッションの一つである「持続的発展可能な社会実現への貢献」と合致しており、また、原子力政策大綱において推進すべきとされている「地層処分技術の信頼性向上や安全評価手法の高度化に向けた基盤的研究開発」にも整合している。</p>
3．事前評価 ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非	<ul style="list-style-type: none"> ・天然バリアにおける深部岩石の拡散、吸着特性の高精度かつ効率的試験法の確立そのものは、原子力試験研究として概ね妥当であるが、本提案の手法の実用性に疑問を呈する意見もあり、緊急性はやや低いと判断される。 ・理論から試験、データ集の構築に至る手順は適切であるが、動電学的手法による加速拡散試験法では困難な試験も予想され、目標達成への見通しがやや楽観的すぎると考えられる。 ・既存の設備を活用して、予算額を低く抑える努力がみられる。 ・試験法の開発には困難な面も予想されるものの、深部岩盤の状態を再現したデータは貴重である。提案の手法が別法として完成できれば波及効果も期待できる。 ・解析解には新規性が認められる。測定法そのものは既に例があり、それほど新規性は認められない。 ・関連専門家との情報交換、交流が計画されており、妥当である。 ・この分野の専門家を組織しており、十分な研究遂行能力がある。 ・昨年度の申請内容とほぼ同じであり、指摘事項への見直しが明確になされていないようである。本提案の内容のままでは、目標達成への困難さが予想される。
4．研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	<ul style="list-style-type: none"> ・加速拡散試験法の成立性に疑問を呈する意見もあり、本手案では目標とする測定方法の短縮は困難と考える。 ・厳密解を過大評価しているように思われる。数値解でも目的は達せられると考えられる。厳密解の確立のうえで、その理論的評価が十分でなされていることが前提である。 ・これまでの拡散試験法との比較検討も十分行って、提案法の意味づけを十分検討していただきたい。
5．その他	<p>厳密解の確立と拡散試験、加速拡散試験法の開発、原位置模擬試験データの蓄積の何れも重要であるが、やや盛り沢山の感がある。実施するとすれば、テーマを絞り、期間を短縮することが望ましい。</p>
6．総合評価	A (B) C
評価責任者氏名：澤田 義博	

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：巨大地震に備えた原子力施設の地震リスク制御技術の開発（建築研究所）	
項 目	要 約
1．研究目的・目標	<p>本研究は、巨大地震による地震動の予測手法を精緻化するとともに、原子力施設の機能面・安全面から見た限界状態を明らかにし、予測地震動が限界状態を超えるリスクを確率的に定量化することで、リスクを最小化する観点から、免震・制振技術を中心とする新技術の開発を行うことを目的とし、以下の項目を実施するとしている。</p> <p>海洋型または直下型の巨大地震の特性を科学的に解明するとともに、工学的な見地で設計用入力地震動を策定する。</p> <p>巨大地震に対する原子力施設の限界状態を、機能面、安全面の両面から明らかにする。損傷リスクを定量化し、免震・制振構造によるリスク制御技術を提案する。</p>
2．研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	<p>建築研究所は、国民や安全性の向上を図るため、「地震や火災、有害化学物質による汚染等、国民生活への脅威となる事象に関し、これによる危険性の回避又は極小化のために必要な研究開発を行うこと」を中期目標に掲げている。また、原子力政策大綱では、「原子力施設の設計・建設・運転に当たっては、地震等の自然現象に対する対策はもとより、・・・リスクを抑制する防護対策を確実に整備・維持する必要がある」、さらに「なお、国は、国内外において大きな地震が相次いだこと等から、原子力施設の地震リスクについて国民の関心が高まっていることに留意するべきである。」としており、原子力施設の地震リスクを明らかにし、その低減策を提案する本研究課題は機関の設置目的、大綱の目標・考え方と整合している。</p>
3．事前評価 ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非	<ul style="list-style-type: none"> ・原子力施設の耐震限界状態の把握と地震リスクの定量化、リスク制御技術の提案を行おうとする本研究は、非常に重要であり、原子力試験研究として妥当であるが、その実施内容に関しては更に検討する余地があると判断される。 ・地震動の予測手法の精緻化に関しては、既に関連する研究が国や大学レベル等でも精力的に実施されており、研究実施内容を原子炉建屋の地震リスク（終局耐力に至る挙動の解明）の定量化に絞り実施することが適切である。 ・上記により、研究期間の短縮が図られ、研究経費も妥当なものとなる。 ・建屋の損傷リスクの定量化、リスク制御技術の開発等は、一般の建築物に応用が可能である。 ・原子炉施設の保有する耐震性能を明らかにする上で、終局状態に至る挙動を精度よく把握することは重要であり、新規性がある。 ・本計画では、機器・配管システムのリスク評価までは含まれていないとしても、リスク解析の専門家を持つ原子力関連部門との情報交換、交流が不可欠である。 ・原子力施設のうち、建屋に限れば高い専門的能力を有している。 ・本研究は原子力試験研究としては非常に重要であるが、研究計画に関し、当該機関が専門とする領域に絞り、是非、実行可能な計画に修正することが望まれる。
4．研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	<p>原子力施設が保有する真の耐震性能を明らかにするためには、終局状態に至る挙動を精度よく把握することが重要である。これは建屋のみならず、機器・配管類にも共通することで、損傷レベルと機能や性能維持レベルとの関係にも言及されることが望まれる。</p>
5．その他	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉施設の地震時の損傷リスクが定量化されれば、改訂耐震設計審査指針で議論された残余のリスクの定量的評価にも何らかの知見を与えるものと期待できる。 ・地震時の損傷リスクを定量化することは非常に重要であり、特に剛強な建屋の終局耐力に至る挙動の解明は喫緊の課題である。この課題に絞り、研究期間の短縮をすることで、より良い提案となることが考えられる。
6．総合評価	A (B) C
評価責任者氏名：澤田 義博	

表7

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：放射性物質輸送容器のモンテカルロ法による遮蔽安全評価手法の高度化に関する研究（海上技術安全研究所）	
項 目	要 約
1．研究目的・目標	<p>本研究は、最新の知見を踏まえて科学的かつ合理的に放射性物質等の輸送の安全確保を図るため、形状のモデル化の誤差がほとんどなく、計算精度が高いモンテカルロ法を輸送容器の遮蔽安全評価手法に適用することを目的として、以下の研究を実施するとしている。</p> <p>(1)モンテカルロ法の核燃料物質等輸送容器の遮蔽安全評価に対する適用性の証明 (2)モンテカルロ法を用いた核燃料物質等輸送容器の遮蔽安全評価のガイドライン作成</p>
2．研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	<p>（独）海上技術安全研究所は、国土交通省傘下の独立行政法人として、海上活動に関する安全確保等に関連する政策目標実現のための技術基盤の開発、提供を使命としている。また、原子力政策大綱では、核燃料物質等の海上輸送に関する安全規制が求められている。さらに、原子力安全委員会の定める「原子力の重点安全研究計画」において、重点安全研究として取り組む必要がある研究として核燃料サイクル施設分野の輸送に関する安全評価が挙げられている。本研究は、研究所の設置目的およびこれらの国の目標・考え方に整合している。</p>
3．事前評価 ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非	<p>・原子力の安全の確保に関する研究である。核燃料物質等の海上輸送に関する安全規制を科学的かつ合理的に実施するという国の施策に資するものであり、原子力試験研究として妥当と判断される。</p> <p>・各種ベンチマーク試験によりモンテカルロ法の適用性を図る研究の進め方は概ね妥当である。ガイドライン作成は早めに着手し、検証しながら進めるのが良い。なお、1次元平板試験の必要性については再検討の余地があると考え。</p> <p>・既存の試験設備の利用や実機の借用を計画しており、効率的な予算計画と判断できるが、最終年度の予算は机上作業のみから判断してやや多すぎる。</p> <p>・安全審査において、従来利用されていなかったモンテカルロ法の利用の促進及び遮蔽評価以外のガイドラインの幅広い活用が期待される。</p> <p>・手法そのものには特に新規性が認められないが、国の要請に答える研究開発である。なお、燃料の高燃焼度化への対応は今後避けて通れない課題であるが、研究計画には含まれていない。</p> <p>・東京大学及び日本原子力研究開発機構との共同研究と、電力事業者、輸送事業者、輸送容器メーカー等と情報交換を計画しており、研究交流は十分である。</p> <p>・研究担当者は、放射性物質の輸送安全、放射線遮蔽、放射線計測の専門家であり、これらの分野に十分な実績を有しており、高い研究能力を有していると判断できる。</p> <p>・以上の点を総合して、本研究は実施することが妥当と判断される。</p>
4．研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	<p>・研究の実施にあたり、電力事業者、輸送事業者、輸送容器メーカー等と情報交換を行うこととしているが、我が国で放射性物質輸送に関わる関係者の意見を広く聴取し、その意見を反映しつつ研究を進めていくことが必要であり、国（国土交通省）とも協議しながら研究を進めていくことが勧要である。</p> <p>・研究の目標であるガイドライン作成を早めに着手して、国、関係機関等とも協議して進めることが望まれる。</p>
5．その他	<p>・過剰な安全裕度を技術的に評価し、コスト低減に結びつけられることを期待する。</p> <p>・高燃焼度燃料輸送のニーズに間に合うように成果が出ることを期待する。</p>
6．総合評価	<p>Ⓐ B C</p>
評価責任者氏名：澤田 義博	

表7

前35

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：放射性物質輸送容器の爆破特性評価に関する基礎的研究（海上技術安全研究所）	
項 目	要 約
1．研究目的・目標	<p>本研究は、放射性物質等の輸送物を対象としたテロ等の不法行為に対する被害予測技術および耐爆破性向上のための基礎的知見を得ることを目的として、以下の研究を実施するとしている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・爆発実験によって、放射性物質輸送容器のような三次元構造物の外部からの近距離爆発衝撃荷重に対する爆破特性を明らかにする。 ・放射性物質輸送容器に使用される材料の高速引張試験を行い、その動的構成則を明らかにする。 ・爆発実験および高速引張試験の結果を用いて、数値解析による三次元構造物の外部からの爆発衝撃荷重に対する定量的な爆破特性評価の高精度化を図る。
2．研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	<p>（独）海上技術安全研究所は、国土交通省傘下の独立行政法人として、海上活動に関する安全確保等に関連する政策目標実現のための技術基盤の開発、提供を使命としている。また、原子力政策大綱では、核燃料物質等の海上輸送に関する安全規制が求められている。さらに、原子力安全委員会の定める「原子力の重点安全研究計画」において、重点安全研究として取り組む必要がある研究として核燃料サイクル施設分野の輸送に関する安全評価が挙げられている。本研究は、研究所の設置目的およびこれらの国の目標・考え方に整合している。</p>
3．事前評価 <ul style="list-style-type: none"> ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非 	<ul style="list-style-type: none"> ・本課題の目的・目標は、原子力試験研究としての意義を有するが、非常に基礎的な内容の現段階であり、輸送容器を対象とする必然性にやや欠けると考えられる。 ・特殊な条件下での実験であり、爆薬の設置方法、構造物の位置関係で反応が大きく変化し、実験データの整理も難しい。実用可能な水準の一般性のあるデータが得られるかどうか疑問が残る。 ・実験規模の縮小、期間短縮による予算減が望まれる。 ・基礎的な研究であるので、得られた知見の利用範囲は広いといえるが、研究の具体的な波及効果はあまり期待できない。 ・独創性、新規性は認めることができる。問題は重要性、緊急性である。 ・民間の専門会社との共同研究を計画しているが、輸送容器のメーカー、原子力関係機関との情報交換も必要ではないか。 ・爆破関連の専門家を組織しており、研究遂行能力は十分にある。 ・テロ等の不法行為に対する安全性確保の重要性は理解できる。しかし、基礎研究とはいえ、テロに対する想定シナリオを検討しないまま、単に3次元構造物の爆破データ収集と数値解析に留まっており、原子力試験研究として実施の必然性にはやや欠けると判断される。
4．研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	<ul style="list-style-type: none"> ・テロ等の不法行為のシナリオが検討されなければ、単なる爆破データ収集にとどまる可能性があるため、まず、爆破テロの想定シナリオの検討を行った上で実験を計画されることが望ましい。 ・目標の設定が被害の事前予測にあることは、問題点の根本解決の上では不十分であり、対策までを総合的に評価すべきであるとの意見がある。
5．その他	<p>同一機関内の同一研究グループによる数個の申請はやや問題がある。機関内で、ある程度の調整が必要である。</p>
6．総合評価	A (B) C
評価責任者氏名：澤田 義博	

事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：MA含有高速炉使用済燃料輸送の放射線遮蔽に関する研究（海上技術安全研究所）	
項 目	要 約
1．研究目的・目標	<p>本研究は、軽水炉使用済燃料に比べ、除熱、未臨界維持及び遮蔽に技術的困難性を有するMA含有高速炉燃料の使用済燃料を安全に輸送するための基礎的知見を得ることを目的に、以下の研究を実施するとしている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・MA含有高速炉燃料の使用済燃料輸送容器の設計に必要な遮蔽計算データの高精度化 ・MA含有高速炉燃料の使用済燃料輸送容器の除熱、未臨界維持、遮蔽性能確保のための最適容器構造の提案
2．研究機関の設置目的、原子力政策大綱の目標・考え方との整合	<p>（独）海上技術安全研究所は、国土交通省傘下の独立行政法人として、海上活動に関する安全確保等に関連する政策目標実現のための技術基盤の開発、提供を使命としている。また、原子力政策大綱では、核燃料物質等の海上輸送に関する安全規制が求められている。さらに、原子力安全委員会の定める「原子力の重点安全研究計画」において、重点安全研究として取り組む必要がある研究として核燃料サイクル施設分野の輸送に関する安全評価が挙げられている。本研究は、研究所の設置目的およびこれらの国の目標・考え方に整合している。</p>
3．事前評価 <ul style="list-style-type: none"> ・原子力試験研究としての妥当性 ・研究の手順、手法の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・波及効果 ・独創性、新規性 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・研究実施の是非 	<ul style="list-style-type: none"> ・将来の高速炉用MA含有MOXの使用済燃料用輸送容器設計に必要な基礎的知見を得ることは、原子力試験研究としての意義は認められるものの、高速炉使用済燃料の輸送はかなり先であり、最適容器構造の検討は時期尚早と考えられる。 ・線源強度評価のためのデータ整備、除熱・未臨界維持・遮蔽性能確保の評価の手順は妥当である。 ・炉心解析、線源強度計算コードの改良等、ソフト研究主体であることから、予算はやや多いと思われる。 ・MA含有高速炉燃料システムが確立するためには不可欠な技術であり、成果は期待できるが、波及効果は不明。 ・高速炉使用済燃料という将来の輸送に備えた研究であり、新規性はある。 ・日本原子力研究開発機構との共同研究を予定している。 ・研究担当者は、輸送容器の放射線遮蔽解析等での多くの論文があり、研究遂行能力は十分あると思われる。 ・本研究は3年の短期計画としているが、分離・変換技術、燃料の構成等不確定要因が多い段階であることから、その実施については時期尚早と判断される。
4．研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	<ul style="list-style-type: none"> ・高速炉用MA含有MOX燃料の研究開発は「常陽」において試験が開始されたところであり、今後の燃料試験等の知見の蓄積を図って進めるのが良い。 ・またMAの分離・変換技術についても開発途上の状況である。 ・共同研究を予定しているが、燃料輸送等に十分な知見を有している電力・輸送会社等との情報交換も必要である。
5．その他	<ul style="list-style-type: none"> ・研究の必要性は認められるが、高速炉使用済燃料の輸送はかなり先のことであり、今後のMA変換・高速炉用MOX燃料開発等関連情報を十分調査した上で開始しても遅くはないと思われる。
6．総合評価	A (B) C
評価責任者氏名：澤田 義博	

表8

中12

中間評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：放射性ヨウ素固定化・アパタイトの開発に関する研究（物質・材料研究機構）	
項 目	要 約
1．当初の目的・目標	<p>使用済み核燃料の再処理により発生する核分裂生成物であるヨウ素-129の半減期は1600万年であり、収率が大きく岩石・鉱物に対する吸着能が低いため、安全評価上重要な核種である。このため、安定な固化体の開発が望まれている。</p> <p>本研究では溶解度が低く（溶解度積10^{-100}以下）、安定なアパタイト系化合物（$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{OH}_2$）を用いた固化法を確立するため、次の2つの目標を掲げ取り組んでいる。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（$\text{M}_{10}(\text{RO}_4)_6\text{I}_2$）の粉末を合成し、高密度焼結体を作製する。2) 極低溶解性アパタイトによるヨウ素固定：ヨウ素吸着ゼオライトを均一に分散・内包したアパタイト（$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{F},\text{OH})_2$）焼結体を開発する。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$10^{-6}\text{g/cm}^2\text{day}$以下を数値目標としている。</p>
2．中間段階での成果 ・当初予定の成果 ・副次的な成果	<p>（ヨウ素アパタイトの合成）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・低温高压条件で相対密度98%以上のヨウ素アパタイト焼結体を合成することに成功し、その成果は評価出来る。その一方で、バナジウムを用いているため、経済的な面では未だ基礎研究の段階である。経済性の面で展望が開ける研究の展開が期待される。 <p>（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）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・低溶解性・高焼結性リン酸カルシウムアパタイト粉末の焼結体の作製法を確立するとともに、水熱処理により、ゼオライト表面をアパタイトコーティングする手法の開発に成功した。 ・低温高压条件を利用して、ゼオライト/アパタイト複合焼結体を作製することに成功した。この方法はヨウ素-129の固化法として期待が持てると評価したい。 ・リン酸カルシウムアパタイトの焼結体の作製において、高压技術を応用することによって、生体用基板材料として有望な、結晶a面が配向した透明な焼結体を作製することに成功した。
3．中間評価 ・目的・目標の設定の妥当性[注1] ・研究計画設定の妥当性[注1] ・研究費用の妥当性[注1] ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・継続の是非	<ul style="list-style-type: none"> ・核燃料再処理施設の操業開始を受け、ヨウ素-129の処理処分法の開発はますます切実な社会的要求となっている。開発目標については原子力プラント開発や廃棄物処理に関して専門知識を有する企業（三菱重工業株式会社）と打合せの上設定しており、妥当といえる。 ・原料の合成手順や固化法などはこれまでに開発した独自の技術及び知識に基づくものであり、妥当と評価できる。その一方で、固化体の性能試験に早急に取り組むべきである。ヨウ素を含有した新規アパタイト化合物の合成では、研究人員・期間の点で多少無理があった感が否めない。 ・研究員数・研究規模からみて概ね妥当。新規導入した装置はいずれも既存装置にない特殊な機能を有し、本研究を進める上で重要なものであったといえる。 ・ヨウ素アパタイトについては基礎研究としては評価できるものの、経済性も期待できる方向で研究開発を進めて戴きたい。ゼオライト/アパタイト複合体の研究は順調に進捗していると評価する。 ・三菱重工(株)との人的・技術交流を行い、実用化を十分に視野に入れている点は妥当である。固化体の性能試験について、処分関係の研究者との研究交流が望まれる。 ・合成法に関する専門能力は高い。 ・蓄積した知見を社会的必要性の高い本研究に活用することはきわめて有意義であるため、本課題を継続することは妥当と判断する。
4．その他	処分のニーズ把握を重視して実際の再処理に役立てるような意欲的な展開も期待したい。
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：澤田 義博	

[注1] 外的要因の変化を含む。

表8

中13

中間評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名：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（農業・食品産業技術総合研究機構）	
項 目	要 約
1．当初の目的・目標	<p>本研究は、軽量のプラスチックシンチレータ（以下、PS）を開発し、その装置を無人ヘリコプターに搭載して、原子力関連施設周辺農地や人が近づくことが危険な急斜面の中性子・線の多量なデータを短期間で収集・解析する手法の開発を目的としており、次の項目を実施するとしている。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1．放射能探査用の中性子と線のエネルギー弁別が可能なPSの選定 2．中性子と線の弁別を行うためのパルス波高弁別装置の開発 3．線のエネルギー弁別のため、測定スペクトルのアンフォールディング技術の開発 4．選択したPSを平板状に加工し、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方法の開発
2．中間段階での成果 ・当初予定の成果 ・副次的な成果	<p>・以下のように、当初予定の成果が得られている。 コンプトンエッジが予測される位置に明瞭な極大値を示すBC-412をPS検出器として選定した。中性子用、中性子吸収部、線用の3層構造検出器により中性子と線を弁別できた。スペクトルの2回微分法によりコンプトンエッジを強調し線のエネルギー弁別を可能にした。検出器の2面から光を収集するライドガイドを開発した。 また、パルス波高弁別装置構想は、解像度等で探査装置として不適なので、3層構造検出器システムに変更するなど、解決に向けて順調に開発が進んでいるが、重量軽減など、いくつか課題も残されている。</p> <p>・スペクトルの2次微分曲線法による線エネルギー弁別法等は一定の評価ができる。中性子用PS・中性子吸収部・線用PSの3層検出器システムの開発も着眼点は良い。</p>
3．中間評価 ・目的・目標の設定の妥当性[注1] ・研究計画設定の妥当性[注1] ・研究費用の妥当性[注1] ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力 ・継続の是非	<p>・当初予定の成果が順調に得られており、目的・目標は適切に設定されていたと判断される。</p> <p>・パルス波高弁別装置構想は、解像度等で探査装置として不適なので、3層構造検出器システムに変更するなど、解決に向けて順調に開発が進んでいる。重量軽減など、いくつか課題も残されているものの、計画は概ね適切に設定されたといえる。</p> <p>・200万円/人年程度であり、実施内容からみて特に問題はないと思われる。</p> <p>・シンチレータの開発そのものは順調に進んできており、問題点が明確で、課題を解決する手順は妥当であるので、懸案事項は概ね解決される見込みがある。</p> <p>・他機関との研究交流の実績は殆ど認められない。実用化には無人ヘリへの搭載が必要。早い内に関係機関の協力を求める必要がある。また、利用者が誰か、という視点がやや欠けているように思えるので、利用が想定される機関に対する情報提供も必要であろう。</p> <p>・研究能力は十分である。</p> <p>・完成まであと一歩であり実施が望まれる。ただし、無人ヘリに搭載できるよう装置全体の軽量化が必要であり、80Kgの検出器を30～50Kgに軽量化するのは容易ではない。ヘリメーカーとの協力も検討しては如何か。なお、当初目標の軽量化が出来ない場合であっても、測定法そのものの利用価値があり、将来的にはヘリの大型化も可能と考えられるので、軽量化には必ずしも固執する必要がない場合もありうる。</p>
4．その他	<p>・特許申請準備中とのことであるが、外部発表が皆無というのは国費を使った研究としては如何なものか。何らかの工夫により学術誌への投稿など研究発表が必要と思われる。</p> <p>・一長一短があるにしてもコンプトンエッジから核種を区別することに精度面からの疑問も残るので、その点の検討も進められたい。</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> <div style="display: inline-block; margin-left: 10px;">B C</div>

評価責任者氏名：澤田 義博

[注1] 外的要因の変化を含む。

原子力試験研究検討会委員名簿

(平成 1 8 年 8 月)

氏 名		現 職
座 長	いわた しゅういち	
(加減・評価WG主査)	岩田 修一	東京大学大学院新領域創成科学研究科教授
	あべ かつのり	
(物質材料WG主査)	阿部 勝憲	東北大学大学院工学研究科教授
	いしい たもつ	
	石井 保	三菱マテリアル(株)原子力顧問
	いのうえ ひろかず	
	井上 弘一	埼玉大学理学部教授
	おやなぎ よしお	
(知的基盤WG主査)	小柳 義夫	工学院大学情報学部長
	きたむら まさはる	
	北村 正晴	東北大学未来科学技術共同研究センター客員教授
	こいずみ ひであき	
	小泉 英明	(株)日立製作所役員待遇フェロー
	さわだ よしひろ	
(防災安全WG主査)	澤田 義博	名古屋大学大学院工学研究科教授
	しま あきひろ	
(生体環境WG主査)	嶋 昭紘	(財)環境科学技術研究所長
	せきもと ひろし	
	関本 博	東京工業大学原子炉工学研究所教授
	たつみ こういち	
	巽 紘一	(財)放射線影響協会放射線疫学調査センター長
	みやけ ち え	
	三宅 千枝	元大阪大学工学部教授