

平成 19 年度終了課題の事後評価結果について（案）

1. 評価対象課題

平成 19 年度に研究を終了した先端的基盤研究の 21 課題を対象に事後評価を行った。

2. 研究評価実施課題の分野別課題数

- | | |
|---------------|--------|
| ① 生体・環境基盤技術分野 | : 9 課題 |
| ② 物質・材料基盤技術分野 | : 7 課題 |
| ③ システム基盤技術分野 | : 3 課題 |
| ④ 知的基盤技術分野 | : 2 課題 |

3. 評価の実施方法

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

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

評価の基準については以下のとおり。

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

4. 評価結果一覧

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

<添付資料>

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

原子力試験研究の事後評価における評価の基本方針及び観点について

1. 評価の基本方針

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

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

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

2. 原子力試験研究における事後評価の観点

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

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

総合評価については、事前・中間評価と同様にABCの3段階評価とする。

A：当初の計画以上の優れた成果が得られた。

B：ほぼ当初の計画通りの成果が得られた。

C：当初の計画以下の成果しか得られなかった。

但し、ABCの評価よりも前記の指導的コメントの充実に主眼を置く。

各分野における研究評価の実施状況について

1. 生体・環境基盤技術分野

平成 20 年 6 月 30 日に、平成 19 年度に終了した 9 課題について、事後評価のためのヒアリングを行った。ヒアリング欠席委員からは、文書によって評価を徴した。

1) 評価に際して重点を置いた点

評価に当たっては、「原子力試験研究の事後評価における評価の基本方針及び観点について」の内容を基本方針とし、特に、(1) 研究計画に関する事前評価でのコメントが計画案修正に適切に取り込まれたか否か、(2) 中間評価でのコメントが残留研究期間での研究の軌道修正に適切に反映されたか、(3) 得られた成果が学会誌等に適切に発表されたか、(4) 特許取得等の成果があったか、(5) 新たな研究の展開が期待できる成果があったか、について留意しつつ、総合的に評価した。

2) 評価結果の概要

結果は、A 評価—2 課題（後 5、後 9）、B 評価—7 課題（後 1、後 2、後 3、後 4、後 6、後 7、後 8）となった。

2-1) 事後評価が A であった「後 5：高等生物（昆虫）の放射線耐性機構の解明」は研究期間が平成 15 年度～平成 19 年度の 5 年計画、予算額が 42,014 千円、事前評価は A、中間評価も A であった。この研究では、一般的には昆虫の個体が放射線に対して（特にほ乳類に比べて）耐性であることを、生理機能の面と分子機構の観点からしらべ、その耐性機構の解明をめざした。

材料としてはネムリユスリカを用い、その乾燥および非乾燥幼虫におけるガンマ線、イオンビーム照射に対する生物影響を、幼虫の生存、蛹化、羽化、繁殖などを指標に解析し、またその影響を近縁のユスリカ 2 種類と比較した。乾燥条件の検討を行い、幼虫のトレハロース蓄積量や蘇生率を様々に設定できる系を確立し、乾燥途中の幼虫体内のトレハロースの挙動を分析した。トレハロース合成酵素のクローニングをほぼ終え、その発現挙動解析を行うと共に、17 個の放射線耐性関連遺伝子（HSPs、抗酸化酵素、DNA 修復酵素など）のクローニングと発現解析を行った。コメットアッセイ（アルカリ条件）およびヒストンタンパク質のリン酸化検出による DNA 鎖切断と修復に関する解析を行った。

さらに、ネムリユスリカのクリプトビオシス（仮死状態、休眠状態）に伴う乾燥ストレスによって活性酸素が生じ、それが DNA 二重鎖切断を誘発させていること、その損傷が水和後に完全修復されていることを明らかにした。放射線照射によって生じる DNA 鎖切断も効率よく修復されることを示した。

2-2) 事後評価がAであった「後9：ラドン壊変生成物による降水時の高ガンマ線量率事象解明に関する研究」の研究期間は平成17年度～平成19年度で3年計画、予算額は31,331千円であった。生命科学関連課題が大多数を占めている最近の「生体・環境基盤技術分野」では珍しく、環境放射線・放射能関連分野の貴重な研究である。なお、この課題の事前評価に際しては、

「高額な観測装置（約3200万円）1台をコアとする原申請の規模を縮小し少額の研究費により予備研究を先行させ、成果獲得の確度を上げる現実的な対応が可能ではないか。」との保留コメントを付し、結果はBとした。

高ガンマ線量率事象と気象状況との関係の解析、データベース及びラドン散逸量マップの作成、数値シミュレーション結果を用いた自然要因によるガンマ線量率変動の解析について、ほぼ計画通り実施された。ただし、数値シミュレーションによる地表面付近のガンマ線量率の再現精度は十分とはいえないため、モデルの高解像度化や境界層における乱流過程を考慮した改善が必要である。

この研究は、ガンマ線量率の異常値判定法として、観測データから「異常値の再現期間」を求め、統計的手法による異常値判定が有効であることを示すと共に、過去のガンマ線量率の観測データを解析することで、アジア域の大気循環の変動と物質輸送の変動を推測することが可能となり、アジア大陸の環境変動を推定する有力な手法となることが期待される。

2. 物質・材料基盤技術分野

平成19年度で終了した先端的基盤研究7課題について、平成20年6月24日に11名のWG委員が出席してヒアリングを行い、調査票および関連資料をもとに総合的に判断し事後評価を行った。

1) 評価に際して重点を置いた点

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

2) 評価結果概要

先端的基盤研究7課題において、4件をA評価、3件をB評価とした。A評価とした4課題の概要は以下のとおりである。それぞれ顕著な成果を得るとともに論文発表等の努力も十分になされている。

後10「複合的微細組織材料における動的照射効果の研究」では、照射中に材料に生ずる変形や応力緩和などの動的照射効果について加速器照射により微細組織の役割とメカニズムを明らかにすることに成功している。原子炉材料にお

ける照射下クリープや照射誘起応力緩和などの予測制度の向上に貢献するものである。

後１１「コロイドプロセスの高度化による高次構造耐環境セラミックスの作製に関する研究」では、耐環境セラミックスの力学的特性を向上させるためにコロイドプロセスに電界や強磁場を組み合わせることにより、結晶方位や微構造を制御した種々の配向性セラミックスの開発に成功しており、原子力分野への応用が期待される。

後１３「原子力エレクトロニクスのための半導体デバイス化技術に関する研究」では、放射線耐性の高い炭化珪素を基に素子化プロセス技術を用いて各種デバイスを試作し、実用レベルの放射線照射で動作特性が変化しないデバイスの開発に成功しており、原子力エレクトロニクスへの応用が期待される。

後１５「高透過性光子ビームを用いた非破壊検査技術の開発と高度化に関する研究」では、高透過性光子ビームを用いたＣＴ装置を開発し、コンクリート構造物のき裂の可視化や容器内の物質識別などに成功し、非破壊検査技術として広範囲の応用に展開できる可能性を示した。

以下の３件はＢ評価としたが、それぞれ計画の要点に関して成果がほぼ得られており、今後さらに成果の取りまとめや応用につなげることが期待される。

後１２「材料劣化のその場多次元モニターに関する研究」では、表面電位計測により傷や腐食のモニターを行い、さらに他の方法と組み合わせて材料劣化のその場計測への応用可能性を示した。

後１４「軽元素同位体の分離と産業応用に関する研究」では、開発した高性能分離剤を用いて同位体の大量分離システムを構築するための技術開発を進め、今後の応用の可能性を示した。

後１６「原子力用材料の多重熱物性計測技術に関する研究」では、原子力材料に重要な複数の熱物性を簡易迅速に測定する技術開発を行い、今後さらにセラミックス材料や放射化試料への展開が期待される。

以上の７件の研究について、いずれも原子力試験研究としての成果を着実に社会に役立てるために、研究のねらいである原子力環境での機能確認あるいは原子力以外の他分野への応用につなげるように研究のフォローを行うことが有効と考えられる。

３．システム基盤技術分野

本分野については、平成２０年６月１８日にＷＧ委員９名のうち７名の出席を得て、事後評価３課題についてヒアリングを実施した。

事後評価３課題に対する評価結果は、いずれもＡ評価とした。

後 17 「TRU 廃棄物処理におけるヨウ素ガス固定化技術の開発と長期安定性に関する評価」事後評価－A（中間評価－B、事前評価－A）

本課題は、高温状態でヨウ素ガスをゼオライト（ハイドロソーダライト）などの鉱物中に直接取りこみ固定化させる技術の開発を目的とし、ヨウ素ガスを安定な鉱物中に直接固定化する技術の確立、鉱物に対して 10 重量%以上のヨウ素ガスを吸着・固定化を目標とした。ヨウ素を 500℃以上の温度でソーダライトに固定化させることに成功し、その溶解も非常に遅く、安定化処理が可能なことを明らかにした。当初目標の固定化には至らなかったことは惜しまれるが、1 段階処理という再処理工程の選択肢を広げることにより、コスト面での優位性や固定化率を高める上で薄膜化が有効など一つの方向性を示すなど、有益な成果が得られたと評価する。

後 18 「地層処分場岩盤特性評価のための高分解能物理探査イメージング技術の研究」事後評価－A（中間評価－A、事前評価－A）

本研究は、高レベル放射性廃棄物処分場の選定における岩盤特性評価に資するため、物理探査による高精度な地下構造の3次元解明手法として、深度2km程度までの比抵抗構造を高精度で解析できる電磁探査システムの開発、岩盤中の亀裂の密集部などを検出できる3次元データ解析法の開発を目指した。高周波数帯域と低周波数帯の計測を組み合わせたハイブリッド人工信号源電磁探査システムを完成させ、深さ2km程度までの探査ができることをフィールド実験で確認するとともに、速度構造推定精度における散乱重合法の優位性を明らかにし、複素地震波形解析やハイブリッドアトリビュート解析などに基き地震波データ3次元解析法を開発した。これらの成果は地層処分のみならず、活構造調査、CO2貯留および資源探査にも有効であり、今後の適用性拡大が期待される。

後 19 「事故時の被曝線量モニタリングと放射線安全性の確保に関する研究」事後評価－A（中間評価－A、事前評価－B）

放射性物質の輸送における事故時の安全性確保を目的として、中性子に感度を持つ薄シート型人体組織等価線量計素子の開発、大線量、事故時を想定した高温環境下や水中における被曝線量計の応答特性の評価および高性能ゲル状遮蔽材の開発とその施工法について研究を実施した。薄シート型熱蛍光線量計を応用した2次元中性子分布測定素子を開発し、中性子の2次元分布の測定に成功した。また、水中、高温、大線量下における応答特性の評価から、その有効性を示した。さらに、ゲル状高性能遮蔽材を開発し、その遮蔽効果を確認すると共に遠隔施工法を考案するなど、医療分野を含めて、今後の利用についての展開が期待できる成果が得られている。

4. 知的基盤技術分野

本分野については、平成20年7月26日に2件の終了課題について、4名のWG委員および岩田座長が出席してヒアリングを行い、調査票および関連資料をもとに総合的に評価した。

事後評価課題20は、原子力ロボットの実環境作業蓄積技術に関する研究で、平成15年から実施された。事前評価および中間評価における指摘に対応して、定量的な目標を設定した上で研究計画を策定しており妥当である。特に、ロボットの技術基盤向上に資する多くの成果が得られたこと、RTミドルウェアで標準化を図ったこと、特許出願に努力したことは評価できる。ただし、原子力分野での応用展開の観点からは、その道筋が必ずしも明らかになっていない点は今後の課題である。以上の点を総合的に考慮してA評価とした。

事後評価課題21は、経年劣化による故障率の変化を考慮した安全評価手法を開発する研究であり、平成17年度から実施された。GO-FLOW手法に基いて、長期間使用の原子力プラントの保守・点検スケジュールの評価やプラントの安全性評価を可能とするものである。事前評価で指摘されたデータ入力手法やユーザーインターフェース等に改善の努力が認められ、当初の目標は概ね達成されたが、発電所の現場との交流が不十分であり、また発表論文が少ない点からB評価とした。

平成 19 年度終了課題評価結果一覧

No.	分野	省	機関	課題名	総合評価
1	生	厚生労働省	国立感染症研究所	放射線障害に対する治療を目的とした末梢血管細胞に関する基礎的研究	B
2	生	厚生労働省	国立成育医療センター	免疫不全マウスを用いたヒト造血幹細胞に対する放射線照射生物影響の解析系の確立とその応用	B
3	生	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	放射性同位元素を用いた異常プリオン蛋白質の動物体内侵入機構及び体内動態の解明に関する研究	B
4	生	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	シンチレーション光ファイバーを応用した農業用施設診断技術の開発	B
5	生	農林水産省	独立行政法人 農業生物資源研究所	高等生物（昆虫）の放射線耐性機構の解明	A
6	生	農林水産省	独立行政法人 森林総合研究所	放射線による樹木の DNA 損傷と修復機構に関する研究	B
7	生	農林水産省	独立行政法人 森林総合研究所	放射線照射による林産系廃棄物の再資源化	B
8	生	経済産業省	独立行政法人 産業技術総合研究所	DNA マイクロレイ技術を利用した放射線及び放射性物質の影響評価に関する研究	B
9	生	国土交通省	気象庁 気象研究所	ラドン壊変生成物による降水時の高ガンマ線量率事象解明に関する研究	A
10	物	文部科学省	独立行政法人 物質・材料研究機構	複合的微小組織材料における動的照射効果の研究	A
11	物	文部科学省	独立行政法人 物質・材料研究機構	コロイドプロセスの高度化による高次構造耐環境セラミックスの作製に関する研究	A

平成19年度終了課題評価結果一覧

No.	分野	省	機関	課題名	総合評価
12	物	文部科学省	独立行政法人 物質・材料研究機構	材料劣化のその場多次元モニターに関する研究	B
13	物	経済産業省	独立行政法人 産業技術総合研究所	原子力エレクトロニクスのための半導体デバイス化技術に関する研究	A
14	物	経済産業省	独立行政法人 産業技術総合研究所	軽元素同位体の分離と産業応用に関する研究	B
15	物	経済産業省	独立行政法人 産業技術総合研究所	高透過性光子ビームを用いた非破壊検査技術の開発と高度化に関する研究	A
16	物	経済産業省	独立行政法人 産業技術総合研究所	原子力用材料の多重熱物性計測技術に関する研究	B
17	シ	経済産業省	独立行政法人 産業技術総合研究所	TRU 廃棄物処理におけるヨウ素ガス固定化技術の開発と長期安定性に関する評価	A
18	シ	経済産業省	独立行政法人 産業技術総合研究所	地層処分場岩盤特性評価のための高分解能物理探査イメージング技術の研究	A
19	シ	国土交通省	独立行政法人 海上技術安全研究所	事故時の被曝線量モニタリングと放射線安全性の確保に関する研究	A
20	知	経済産業省	独立行政法人 産業技術総合研究所	原子力ロボットの実環境技能蓄積技術に関する研究	A
21	知	国土交通省	独立行政法人 海上技術安全研究所	経年劣化及び保守点検効果を考慮した安全評価手法の開発	B

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：放射線障害に対する治療を目的とした末梢血管細胞に関する基礎的研究 (国立感染症研究所)	
研究期間及び予算額：平成17年度～平成19年度（3年計画） 18,750千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	<p>(1) 末梢血幹細胞の分化と成熟過程や造血能の獲得機構を骨髄幹細胞との関連の上で解析する。 大量の放射線で骨髄死を起こすようにしたマウスに各年齢の末梢血幹細胞を移植後、脾臓に出現するコロニーの種類から血液細胞の種類と分化段階を決定する。造血幹細胞の自己複製や前駆細胞の増殖に必要な分裂機構をcyclinやp53, DNA-PK等の遺伝子欠損マウスの末梢血幹細胞で解析する。</p> <p>(2) 放射線に対する感受性や適応応答機構と末梢血幹細胞の造血能との関連を解析する。 低線量放射線の事前照射によって獲得する放射線抵抗性の原因の一つは造血能の回復と考えられるので、末梢血幹細胞の造血能に及ぼす影響を解析する。</p> <p>(3) 以上の研究成果を基盤にして、移植治療に最適な造血能を有する末梢血幹細胞を特定し、その採取時期や方法を確立する。また、急性放射線障害に対する末梢血幹細胞バンクの利用を視野に入れた基礎研究を進める。 免疫機能の低下によって日常的な細菌やウイルス感染を容易にする急性放射線障害の治療には、末梢血幹細胞移植が最も有望であると考えられている。</p>
2. 研究成果 ・ 当初予定の成果 ・ 特筆すべき成果 ・ 副次的な成果 ・ 論文、特許等	<p>当初予定の成果： <i>Translin</i>遺伝子欠損 (TSN-KO) マウスの末梢血ではBリンパ球の発生分化異常が認められていたが、TSN-KO マウスでは幼若リンパ系細胞や骨髄系細胞の分化のみならず、造血幹細胞の自己複製に<i>Translin</i>遺伝子が関与することを明らかにした。しかし、末梢血幹細胞の造血能に及ぼす放射線の影響に関する線量-効果関係や適応応答に関しては成果が見られない。</p> <p>特筆すべき成果： 被ばく後の造血機能の回復に<i>Translin</i>遺伝子が関与していることを明らかにした。すなわち、成熟TSN-KOマウスに半致死量の放射線（4 Gy）を照射して脾臓における内因性コロニー形成を観察した結果、脾臓での髄外造血を指標にした造血能回復に関して、TSN-KOマウスでは正常マウスに比べて著しい遅延が認められた。</p> <p>副次的な成果： 加齢と共にTSN-KOマウスにおける骨髄の造血能が低下し骨髄不全症を呈する一方、造血幹細胞(Lin⁻ Sca-1⁺ c-kit⁺)が急激に増加していることを明らかにした。骨髄移植実験から、幹細胞を取り囲む骨髄微小環境(niche)に及ぼす<i>Translin</i>蛋白の重要性が明らかになった。</p> <p>論文、特許等： 研究成果に関する論文は、Biol. Pharm. Bull. (2008)の1編のみである。</p>
3. 事後評価 ・ 目的・目標の設定の妥当性 ・ 研究計画設定の妥当性 ・ 研究費用の妥当性 ・ 研究の進捗状況 ・ 研究交流 ・ 研究者の研究能力	<p>目的・目標の設定の妥当性： 本研究の目的・目標として設定された3項目“(1) 末梢血幹細胞の分化と成熟過程や造血能の獲得機構を骨髄幹細胞との関連の上で解析する (2) 放射線に対する感受性や適応応答機構と末梢血幹細胞の造血能との関連を解析する (3) 以上の研究成果を基盤にして、移植治療に最適な造血能を有する末梢血幹細胞を特定し、その採取時期や方法を確立する。また、急性放射線障害に対する末梢血幹細胞バンクの利用を視野に入れた基礎研究を進める”は、急性放射線障害の効果的治療法の開発に繋がるもので妥当である。但し、共通調査票に記載してある目的には申請時の項目(3)が欠落していて若干異なっている。</p> <p>研究計画設定の妥当性： 目標の末梢血幹細胞の放射線感受性、適応応答や造血機能獲得機構に関する研究計画が欠落し、もっぱらTSN-KOマウスを用いた<i>Translin</i>遺伝子やタンパクの機能解析が中心となっていて目標達成のための妥当性に欠ける。</p> <p>研究費用の妥当性： 概ね妥当と思われるが、1人の研究者の費用であることを考慮するとやや高額かもしれない。</p>

	<p>研究の進捗状況：</p> <p>研究成果論文(Biol. Pharm. Bull., 2005年)に見られるように、「<i>Translin</i>遺伝子(Translin蛋白)」の造血に関する機能解析という研究計画に沿って研究が進捗していることが確認できるが、研究の目的・目標である放射線による造血障害の治療開発に繋がる研究に関しては、具体的な研究成果が見られない。特に、内因性脾臓コロニー形成能の回復がTSN-KOマウスで遅延する結果から、<i>Translin</i>蛋白の果たす役割を論じているが、放射線障害の重篤度の観点からは回復遅延は重要ではなく、コロニー形成に関する線量-効果関係から見た造血幹細胞の障害が問題であるので、これを量的に示す必要がある。</p> <p>研究交流：</p> <p>放射線生物学研究者との計画段階からの相談が必要であった。</p> <p>研究者の研究能力：</p> <p><i>Translin</i>遺伝子の発見(Nat. Genet.1995)以来、<i>Translin</i>の生物学や役割に関し優れた基礎的研究成果を発表していて、研究能力は高いと判断される。</p>
4. その他	回復の遅延と造血機能障害の重篤度とは異なった生物学的指標であることの認識が必要。
5. 総合評価	B
評価責任者氏名：嶋 昭紘	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：免疫不全マウスを用いたヒト造血幹細胞に対する 放射線照射生物影響の解析系の確立とその応用（国立成育医療センター）	
研究期間及び予算額：平成17年度～平成19年度（3年計画） 13,346千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	<p>1) 免疫不全（NOD-SCID）マウスへのヒト造血幹細胞移植系を用いて、生体に放射線照射した場合のヒト造血幹細胞に対する放射線生物影響を解析する実験系を確立する。</p> <p>2) 上記実験系を用いて、ヒト造血幹細胞に対する放射線生物影響のうち特に遺伝子切断、細胞周期、特異的遺伝子発現、等について解析する。</p> <p>3) 上記実験系を用いて、G-CSF投与や放射線少量照射による放射線抵抗性獲得の分子機構についても検討する。</p>
2. 研究成果 <ul style="list-style-type: none"> ・当初予定の成果 ・特筆すべき成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等 	<p><u>当初予定の成果</u>：</p> <p>免疫不全マウスにヒト造血幹細胞移植系を確立した。この系により、生体に放射線を照射した場合のヒト造血系細胞に対する放射線生物影響を解析できることが確認された。</p> <p><u>特筆すべき成果</u>：</p> <p>免疫不全マウスへのヒト組織の移植系は、他の組織にも応用可能であることから、今後有用な解析手段となる可能性が示唆された。</p> <p><u>副次的な成果</u>：</p> <p>1) 放射線照射されたヒト造血系細胞は、種々のケモカイン、サイトカイン、増殖因子等の予想外の分子の遺伝子発現を誘導する可能性が示唆された。</p> <p>2) ヒト造血幹細胞を移植する免疫不全マウスとしては、多系統の血球への分化が期待できる点でNOGマウスの方がNOD-SCIDマウスより有用性が高いことが示唆された。</p> <p><u>論文、特許等</u>：</p> <p>研究目的の一つであるヒト造血幹細胞の移植系の開発については、免疫不全マウスに幹細胞を移植する際の培養の条件等に関する英文学術論文が3編発表されている。しかし、ヒト造血系細胞に対する放射線生物影響に関する論文はまだ準備中の段階である。また特許等はない。</p>
3. 事後評価 <ul style="list-style-type: none"> ・目的・目標の設定の妥当性 ・研究計画設定の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力 	<p><u>目的・目標の設定の妥当性</u>：本研究では、ヒト造血細胞に対する放射線照射の影響を解析する目的で、マウスへのヒト造血幹細胞の移植系を開発し、生体に放射線照射した場合のヒト造血幹細胞への影響を解析しようとしている。この目的・目標は、放射線の人体影響を知る上で必要で適切である。従って、原子力試験研究として妥当であると考えられる。</p> <p><u>計画設定の妥当性</u>：当初計画した免疫不全マウスの利用をNOD-SCIDマウスからNOGマウスへ変更したが、その変更は研究実施に伴うもので、必然性がある。研究計画自体は、適切に計画されており、妥当である。</p> <p><u>費用の妥当性</u>：NOD-SCIDマウスからNOGマウスへ変更したため、マウス購入費において不足を生じた。しかし、研究全体の経費の観点からすれば、研究経費の総額は妥当な額である。</p> <p><u>研究の進捗状況</u>：ヒト造血幹細胞の移植系の開発については、当初の目的に沿った成果がえられつつある。しかし、もう一つの目的である、ヒト造血系細胞に対する放射線生物影響に関する研究は遅れていると判断される。</p> <p><u>研究交流</u>：研究交流の実績が見られない。放射線生物影響に関する研究が遅れている事も、この分野の専門家との研究交流の不足によるものと判断される。</p> <p><u>研究者の研究能力</u>：ヒト造血幹細胞を解析する十分な知識と技術を持っており、研究能力は高い。しかし、放射線生物影響の専門家との連携が必要である。</p>
4. その他	
5. 総合評価	B
評価責任者氏名： 嶋 昭紘	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：放射性同位元素を用いた異常プリオン蛋白質の動物体内侵入機構及び体内動態の解明に関する研究（独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構）	
研究期間及び予算額：平成15年度～平成20年度（5年計画） 49,376千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	<ul style="list-style-type: none"> ・ RI標識した異常プリオン蛋白質を用いて、プリオンの動物体内への侵入メカニズムを調べる。 ・ RI標識を用いて、プリオン病治療薬候補の薬効を検討する方法を確立する。 ・ cell free conversion法を用いて、プリオン蛋白質の異常化のメカニズムを検討する。
2. 研究成果 <ul style="list-style-type: none"> ・ 当初予定の成果 ・ 特筆すべき成果 ・ 副次的な成果 ・ 論文、特許等 	<p><u>当初予定の成果</u>：</p> <p>cell free conversion法により、異常プリオン蛋白質には固有の変換効率があり、その効率はほぼ潜伏期の長さに反比例することが判明した。プリオンが蓄積したハムスターに、³⁵Sを投与することによりde novoの異常プリオン蛋白質を半定量できる方法を確立した。</p> <p><u>特筆すべき成果</u>：</p> <p>プリオンが蓄積したハムスターに³⁵Sの投与により、de novoの異常プリオン蛋白質を検出する方法を確立した。この方法により、投薬効果を調べるのに必要な時間を1年以上から2週間程度に短縮した。</p> <p><u>副次的な成果</u>：</p> <p>尿、血液中のプリオン検出では、RI法よりPMCA法の方が感度が高いことが判明した。</p> <p><u>論文、特許等</u>：</p> <p>プリオンの蓄積、代謝に関する英文学術論文が2報発表されている。しかし、当初の目的であるRI標識による研究成果とは言えない。</p>
3. 事後評価 <ul style="list-style-type: none"> ・ 目的・目標の設定の妥当性 ・ 研究計画設定の妥当性 ・ 研究費用の妥当性 ・ 研究の進捗状況 ・ 研究交流 ・ 研究者の研究能力 	<p><u>目的目標の設定の妥当性</u>：</p> <p>本研究の目的は、プリオンの体内動態の解析やプリオン蛋白質の異常化メカニズムの解析であり、その為にRI標識を使用するものである。RI標識法より高感度なPMCA法が開発された段階では、研究目的・目標の妥当性に疑問が残る。</p> <p><u>研究計画設定の妥当性</u>：</p> <p>PMCA法が確立されてない段階では、RI法を用いた研究計画の立案はやむを得ない点はあるが、中間評価以後は、原子力試験研究の目的に沿った研究計画を策定すべきであった。</p> <p><u>研究費用の妥当性</u>：</p> <p>RI標識を用いた動物実験である点を考慮すると経費は妥当と言える。</p> <p><u>研究の進捗状況</u>：</p> <p>当初の研究目的・目標に沿った研究成果は論文発表では未だ得られていない。しかし、RIを用いた方法でプリオン病治療薬をスクリーニングする方法を開発しており、今後の研究の進展が期待される。</p> <p><u>研究交流</u>：</p> <p>研究交流に関する具体的な記載が無いので、評価出来ない。</p> <p><u>研究者の研究能力</u>：</p> <p>プリオン研究には実績があり、研究能力は高いと判断できる。</p>
4. その他	
5. 総合評価	B
評価責任者氏名： 嶋 昭紘	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：シンチレーション光ファイバーを応用した農業用施設診断技術の開発 (独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構)	
研究期間及び予算額：平成15年4月～平成20年3月（5年計画） 49,487 千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	光ファイバーの先端に適切なシンチレータを塗布または密着させ、放射線によるシンチレータの微弱な発光を光ファイバー経由で光電子増倍系に伝送することによってプローブを小型化した中性子水分検層システム・ガンマ線密度検層システムを開発する。さらに、農業用施設（地滑り対策の排水トンネル、灌漑用小規模ダム、農業用水用パイプライン）への適用性について室内実験、野外試験により検討する。
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・特筆すべき成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 中性子検出用シンチレータとしてZnS(Ag)+LiO₂を、ガンマ線検出用シンチレータとしてNaI(Tl)を用い、シンチレーション光を光ファイバーで伝達することによって無電源プローブを開発した。 ・ 開発したプローブを用いて、小型の中性子水分計およびガンマ線密度計を試作した。 ・ 開発した測定器では1点の測定に30分間程度を要するので、低速で走査するための自動巻き上げ装置を開発し、測定に要する労力の軽減を可能にした。 ・ 水分検層によって農地地すべり地の含水比を継続的に測定し、対策の効果を判定できることを明らかにした。 ・ 特許申請の予定があるため、2005年に1編の論文を公表したのみである。
3. 事後評価 ・目的・目標の設定の妥当性 ・研究計画設定の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力	<ul style="list-style-type: none"> ・ 目的・目標が当初から明確であり、妥当であった。 ・ プローブの開発、特性試験、実機の開発と順を追っており、妥当であった。 ・ 成果に直接的に表われていない試行錯誤があったと考えられるが、やや過剰である。 ・ シンチレーション光を光ファイバーで伝達するプローブの開発は予定通りであったが、実用レベルの計測器に仕上げる過程で予定より時間を要している。 ・ 十分とは言えず、放射線計測器の開発・作成で実績を有する専門家・技術者の協力を求めた方がよかった。 ・ おおむね十分な能力が認められる。
4. その他	
5. 総合評価	B
評価責任者氏名：嶋 昭紘	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：高等生物（昆虫）の放射線耐性機構の解明（独立行政法人農業生物資源研究所） 研究期間及び予算額：平成15年度～平成19年度（5年計画） 42,014千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	放射線耐性制御機構に関する研究。 (1) 生理機構の研究： ネムリユスリカの乾燥および非乾燥幼虫におけるガンマ線、各種イオンビーム照射に対する生物影響の評価（幼虫生存、蛹化、羽化、繁殖に与える影響）、個体・組織レベルのトレハロース合成誘導条件の検討、トレハロースの細胞・組織内分布の解析手法の確立、トレハロース含量と放射線耐性の関係、イオンビーム照射による突然変異系統作出の試み、トレハロース蓄積とフリーラジカル発生量との因果関係解明、などを行う。 (2) 分子機構に関する研究： トレハロース合成関連酵素（TPS、TPP、TRE、GPなど）のクローニング、トレハロース合成関連酵素のゲノム構造とプロモーター部位の解析、トレハロース以外の放射線耐性制御因子の探索、などを行う。
2. 研究成果 <ul style="list-style-type: none"> ・当初予定の成果 ・特筆すべき成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等 	当初予定の成果： ネムリユスリカの乾燥および非乾燥幼虫におけるガンマ線、イオンビーム照射に対する生物影響を、幼虫の生存、蛹化、羽化、繁殖などを指標に解析し、またその影響を近縁のユスリカ2種類と比較した。乾燥条件の検討を行い、幼虫のトレハロース蓄積量や蘇生率を様々に設定できる系を確立した。乾燥途中の幼虫体内のトレハロースの挙動を分析した。トレハロース合成酵素のクローニングをほぼ終え、その発現挙動解析を行った。17個の放射線耐性関連遺伝子（HSPs、抗酸化酵素、DNA修復酵素など）のクローニングと発現解析を行った。コメットアッセー（アルカリ条件）およびヒストンタンパク質のリン酸化検出によるDNA鎖切断と修復に関する解析を行った。 特筆すべき成果： ネムリユスリカのクリプトビオシスに伴う乾燥ストレスによって活性酸素が生じ、それがDNA二重鎖切断を誘発させていること、その損傷が水和後に完全修復されていることを明らかにした。放射線照射によって生じるDNA鎖切断も効率よく修復されることを示した。 副次的な成果： クリプトビオシスに入った乾燥幼虫を水に戻すと1時間ほどで蘇生し発育を再開することから、乾燥ストレスだけでDNA二重鎖切断が生じ、それが効率よく修復される結果は想定外であった。この発見は、乾燥耐性研究にもフィードバックを与える知見と思われる。 論文、特許等： 英文国際誌論文5編。「昆虫の蘇生乾燥方法」特許出願。
3. 事後評価 <ul style="list-style-type: none"> ・目的・目標の設定の妥当性 ・研究計画設定の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力 	目的・目標の設定の妥当性： クリプトビオシスに入ったネムリユスリカの乾燥休眠幼虫は7kGy相当の放射線照射後でも水に戻すと1時間ほどで蘇生し発育を再開する。この放射線耐性の分子機構の解明は放射線生物学的にも興味深い課題で、乾燥幼虫は大量のトレハロースを蓄積していることからトレハロースを放射線防護因子として想定し、その分子機構を解明する目標設定は妥当と考えられる。 研究計画設定の妥当性： 研究計画は概ね妥当と思われる。高等生物の放射線抵抗性は主にDNA二重鎖切断に大きく依存することが明らかにされているので、DNA二重鎖切断と修復機構に関するより詳細な研究計画が望まれる。 研究費用の妥当性：妥当と思われる。 研究の進捗状況： ネムリユスリカの乾燥休眠幼虫の乾燥ストレス応答に関連した放射線耐性について、幼虫の生存、蛹化、羽化率から見た耐性機構はかなり解明されている。しかし、生殖過程を経た繁殖率で見るとそれ程耐性を示さないことも同時に明らかにされた。このことから、DNA二重鎖切断修復をコメットアッセー（アルカリ条件下）のみならず、より詳細に検討する必要がある。DNA二重鎖切断の修復の分子機構の詳細が最近解明されているので、昆虫を含めたその進化論的解析は興味深いテーマである。 研究交流： 日本原子力研究開発機構（TIARA）との共同研究課題に採択され、放射線物理学者および放射線生物学者との共同研究を進めることにより、より効率的に適切な研究を遂行できた。

	<p>また、ロシア科学アカデミーとの交流により、ネムリユスリカが宇宙ステーションでの宇宙生物学の実験材料として利用されはじめ、新たな研究展開が期待される。東京工業大学との研究交流により、トレハロースの放射線防護因子としての物理化学的な根拠（抗酸化、ガラス化）を得ることができた。ただし、クリプトビオシスに伴うDNA損傷は LET 70Gyの照射に相当するとしているが、この意味は不明で、イオンビーム70Gyによる損傷と修復に相当することと思われる。放射線生物学研究者とのより詳細な討論が必要と思われる。</p> <p>研究者の研究能力：</p> <p>5編の英文原著論文や研究成果から、ネムリユスリカの放射線照射後の生理・生化学的変化および放射線耐性の分子生物学的機構解明に関する研究担当者の研究能力は高く評価される。</p>
4. その他	放射線照射後のアポトーシス発現に関する耐性は大きいことが予測されるが、細胞増殖を介した後の細胞の放射線抵抗性に関しては明らかでなく、この点が生殖細胞の放射線抵抗性が乾燥休眠状態で増強されないことと関連している可能性があり、今後の解明が期待される。
5. 総合評価	A
評価責任者氏名：嶋 昭紘	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：放射線による樹木のDNA損傷と修復機構に関する研究（独立行政法人森林総合研究所） 研究期間及び予算額：平成15年度～平成19年度（5年計画） 33,543千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	放射線による生物への影響を正確に把握するための研究は、原子力の平和利用には欠かすことができない。多様な生物においてこのような研究が遺伝子レベルでなされてきているが、植物を対象とした場合、草本性植物での研究のみが知られており、木本性植物での知見は皆無である。また、放射線による遺伝子の損傷、修復に関する知見は同様な影響をもたらす限界的な環境ストレスに対する耐性機構を木本性植物において解明する上での貴重な情報となる。そこで、本研究では、以下の目標を達成することにより、樹木において放射線によるDNAの損傷、修復現象を遺伝子レベルで解明することを目指す。 （1）ガンマ線によるポプラの成長特性およびDNA損傷への影響解析 （2）ポプラのDNA損傷修復に関わる遺伝子群の機能解析
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・特筆すべき成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	当初予定の成果： ポプラの苗木に対するガンマ線の影響を解析し、成長特性や形態異常の発生様式を明らかにした。苗木の致死線量は100-150Gyと推定され、この線量は報告されているスギの致死線量の15-30Gyより著しく大きい。細胞増殖、器官分化に対するガンマ線の影響を明らかにした。ガンマ線を照射したポプラの細胞核におけるDNAの低分子化を検出できた。DNA修復関連遺伝子群をポプラから単離し、ガンマ線照射やDNA切断試薬処理による、遺伝子発現の変化を明らかにした。DNA修復関連遺伝子の遺伝子組換えポプラの作出に成功した。 特筆すべき成果及び副次的な成果： ガンマ線照射による遺伝子発現の変動を、ポプラDNAマイクロアレイにより網羅的に解析し、数千の遺伝子の規模で発現の増加又は減少を検出した。その中には、他の生物には存在しない新規遺伝子もあり、他の生物には無い樹木の放射線適応機構に関する新情報を得られる可能性がある。 論文、特許等： 発表論文数が少なく、成果の早急な論文公表が必要（内部評価フォーマットより引用）。
3. 事後評価 ・目的・目標の設定の妥当性 ・研究計画設定の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力	目的・目標の設定の妥当性： 樹木での放射線によるDNA損傷と修復についてはこれまで研究報告が無く、永年性の樹木を対象に、放射線の影響をDNA損傷と修復という観点から捉え、原子力の平和的利用の基礎的情報収集に貢献することを目的としたことは原子力試験研究の目的に適うもので、妥当。 研究計画設定の妥当性： 樹木に及ぼす放射線の植物生理学的影響を把握し、その原因を樹木のDNA損傷と修復に関連付けて解明する研究計画は概ね妥当と思われる。ただし、研究材料としたポプラが樹木をどこまで代表できるかを検討することは重要と思われる。特に、ICRP2007年勧告では、環境影響の重要性が指摘され、針葉樹のマツが影響評価の標準樹木とされたことから、落葉樹のポプラの位置づけを検討する必要があると思われる。 研究費用の妥当性： 概ね妥当と思われる。 研究の進捗状況： ガンマ線の樹木の生長に及ぼす影響、細胞増殖・分化への影響を解析し、DNA損傷修復関連遺伝子の単離と発現特性の解析、ガンマ線照射による遺伝子発現の網羅的解析、DNA修復関連遺伝子を導入した遺伝子組み換えポプラの作出などほぼ計画通りに研究は進捗した。 研究交流： 農業生物資源研究所の協力によりポプラの苗木、カルスや培養細胞へのガンマ線照射実験を実施；大阪大学より酵母Rad51遺伝子及びその変異体の分与を受け、遺伝子解析。 研究者の研究能力： ガンマ線のポプラに対する生理学的影響解析、DNA修復関連遺伝子の単離と発現特性の解明、遺伝子組み換えポプラの作出など、研究者の研究能力は高いと評価される。
4. その他	ICRP2007年勧告における環境の放射線影響評価において、マツが標準樹木とされたことから針葉樹のマツやスギに関する研究の進捗が期待される。
5. 総合評価	B
評価責任者氏名：嶋 昭紘	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：放射線照射による林産系廃棄物の再資源化（独立行政法人森林総合研究所） 研究期間及び予算額：平成15年度～平成19年度（5年計画） 38,473千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	林産系バイオマス資源は再生産、持続可能資源であり、その構成成分であるセルロー、ヘミセルロース、リグニン等は物理、化学的あるいは生物学的プロセスを経ることにより化石資源に代わるエネルギー、化学原材料として用いられる可能性を有している。これら林産廃棄物系バイオマスを物質変換して化学原料、エネルギー源として利用するプロセスを考えた場合、グリーンケミストリーの観点からは前処理、または直接処理法として、環境に与える負荷をゼロあるいは最小限に抑えた手法を用いる必要がある。本研究課題では、きのこ菌床栽培による廃棄物として毎年多量に排出されているきのこ廃菌床を対象とした成分総合利用法の開発を目的に、二次的変質、副生成物の伴う化学試薬によらない前処理法として放射線照射処理（ γ 線照射処理）を適用し、未利用林産系廃棄物資源の有効利用法の開発、再資源化を検討した。
2. 研究成果 ・ 当初予定の成果 ・ 特筆すべき成果 ・ 副次的な成果 ・ 論文、特許等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 当初予定の成果：γ線500kGy照射により、酵素糖化率はエノキタケ廃菌床が40%、ブナシメジ廃菌床が50%を示した。粉碎処理を組み合わせると未照射の2倍に上昇した。γ線照射による糖化率の上昇を確認。 ・ 特筆すべき成果：500kGy照射の廃菌床について酵素糖化とエタノール発酵の同時糖化発酵を検討した。実質的なエタノール生産量に差は見られなかったが、ブナシメジ廃菌床では理論値の44%、エノキタケ廃菌床では80%の変換効率でエタノールを生産する事ができた。 ・ 副次的な成果：γ線照射処理により低分子化したグルコマンナンオリゴマーにマイタケ子実体収量活性が認められた。 ・ 論文、特許等：特許1件、論文1件、学会発表3件。
3. 事後評価 ・ 目的・目標の設定の妥当性 ・ 研究計画設定の妥当性 ・ 研究費用の妥当性 ・ 研究の進捗状況 ・ 研究交流 ・ 研究者の研究能力	<ul style="list-style-type: none"> ・ 目的・目標の設定の妥当性：廃棄物の有効利用の観点からの目的・目標設定は妥当で、エネルギー源としての廃菌床の活用が期待された。前処理などを最小限に抑えて環境負荷を少なくする処理法としてγ線照射を利用していることから、原子力試験研究としては妥当であった。 ・ 研究計画設定の妥当性：γ線照射による廃菌床の糖化率の検討は、実用線量としては高目の500kGyで進められた。照射時間及び照射条件の検討から、成果は得られているが、より実用的な低線量での検討は十分ではない。エタノール生産性の検討は当初の計画にはなかったが、社会的なニーズに対応したものとして評価される。 ・ 研究費用の妥当性：5年間の研究費としては妥当である。 ・ 研究の進捗状況：照射時間及び照射条件の検討を進めてきたが、実用的な条件を見出すまでには至っていない。糖化率やエタノール生産量の向上は、ヘミセルロースやリグニンなどの難分解性成分の分解がポイントになることから、当初の目的であるグリーンケミストリーとは方向性が変わることになるかもしれないが、他の分解促進手段をγ線照射と組み合わせることの検討も今後必要であろう。食用作物からのバイオエタノールの生産は、国際的な価格高騰を引き起こすなど問題となっていることから、木質系廃棄物の利用を進めるための基礎研究としての意義は認められる。 ・ 研究交流：照射は原子力研究開発機構の設備を利用し、照射条件などについての意見交流は認められる。 ・ 研究者の研究能力：基礎研究を進める能力はあると認められるが、論文発表が5年間で所内の紀要一報では少ない。
4. その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ 報告されている特許と本研究との関連が不明。 ・ 中間報告で学術誌に投稿中とされた論文のその後は？
5. 総合評価	B
評価責任者氏名：嶋 昭紘	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：DNAマイクロアレイ技術を利用した放射線及び放射性物質の影響評価に関する研究（独立行政法人産業技術総合研究所）	
研究期間及び予算額：平成15年度～平成19年度（5年計画）115,699千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	<p>近年、DNAマイクロアレイ技術が普及し、生体の生理的变化を遺伝子発現レベル（数千から数万種類の遺伝子を対象）で網羅的に解析することが可能になってきており、産総研においても化学物質（重金属、環境ホルモン、天然化学物質、等）や物理的因子（高温、低温、凍結、高圧、等）の影響評価に本技術を導入し、影響評価基盤情報として発信している。こうした背景のもとに本研究では</p> <p>(1)産総研単独で実施が可能な放射性物質、ウラン、トリウム等の影響評価、</p> <p>(2)ラジオアイソトープの影響評価、</p> <p>(3)放射線医学総合研究所で公開されている施設を利用することで、重粒子線、γ線、β線、X線等の影響評価</p> <p>(4)広島大学の施設を利用することで、中性子線の影響評価、を、A)酵母細胞、B)ヒト細胞について網羅的にマイクロアレイ解析を行い、c)その他可能な細胞として、イネ、メダカについても放射線影響を観察する。酵母細胞系においては、遺伝子の破壊株に対する影響評価などを行い、影響メカニズムを多角的に解析する。最終的には、放射線の影響情報と既存の化学物質や物理的影響情報とをバイオインフォマティクス技術を利用し、解析を行い生体影響因子基盤情報として確立する。</p>
2. 研究成果 ・ 当初予定の成果 ・ 特筆すべき成果 ・ 副次的な成果 ・ 論文、特許等	<p><u>当初予定の成果</u>：当初の研究目標である酵母細胞、ヒト細胞、イネ、メダカについて、DNAマイクロアレイによる遺伝子発現プロファイルの解析が行われており、データの一部は、GEO（Gene Expression Omnibus）に登録されている。しかし、最終目標である放射線と化学物質や物理的因子による影響情報を統合し、バイオインフォマティクス技術を利用して解析するとした成果は見られない。</p> <p><u>特筆すべき成果</u>：今後、熱中性子線の使用が困難になる点を考えれば、京都大学原子炉実験所を使用して、熱中性子線の生物影響評価を行えたことは、貴重な成果である。</p> <p><u>副次的な成果</u>：メダカの放射線感受性に関する情報が得られた。</p> <p><u>論文、特許等</u>：6編の学術雑誌に報告がなされている。</p>
3. 事後評価 ・ 目的・目標の設定の妥当性 ・ 研究計画設定の妥当性 ・ 研究費用の妥当性 ・ 研究の進捗状況 ・ 研究交流 ・ 研究者の研究能力	<p><u>目標の設定の妥当性</u>：DNAマイクロアレイ技術を用いて放射線放射後の遺伝子発現プロファイルのデータベースを構築しようとする試みは、事前評価を行った当時（H14）では妥当であった。しかし、より精度の高いデータベースを構築するためには、生物種、放射線源等でもう少し集約して特徴を出す必要がある。</p> <p><u>研究計画設定の妥当性</u>：全体的な研究計画設定の妥当性はある。しかし、ウランやラジオアイソトープの影響評価は断念せざるを得なかったことから、検討の余地はある。また、用いた照射線量が生物影響を見るには大きすぎ、この点は研究目的に合致しない。</p> <p><u>研究費用の妥当性</u>：DNAマイクロアレイ技術の使用は経費が掛かり、当時の経費としては無理からぬ点がある。しかし、得られた成果の有用性、活用性の観点から言えば、検討の余地がある。</p> <p><u>研究交流</u>：放射線関連施設での活発な研究交流が認められる。しかし、放射線の生物影響を解析する点では、放射線生物学の専門家との研究交流が必要である。</p> <p><u>研究者の研究能力</u>：DNAマイクロアレイ技術を用いた解析では、高度な研究能力を有していると判断される。しかし、異常に高い線量を用いた遺伝子発現解析などの点で、改善の余地があり、放射線生物学の専門的知識が不足している。</p>
4. その他	
5. 総合評価	B
評価責任者氏名： 嶋 昭紘	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：ラドン壊変生成物による降水時の高ガンマ線量率事象解明に関する研究 (気象庁 気象研究所)	
研究期間及び予算額：平成17年度～平成19年度（3年計画） 31, 331千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	<p>ラドン壊変生成物による降水時の高ガンマ線量率事象について、そのメカニズムの解明や人為的原因との識別を可能とすべく、大気中におけるラドン及び壊変生成物の変動や気象条件によるガンマ線空間線量率の変動に関して、以下を実施し評価する。</p> <p>①数値シミュレーション解析のためのパラメータ抽出 ガンマ線量率の観測データと気象データの解析を行い、高ガンマ線量率事象の発現に関わる気象との関連を明らかにする。</p> <p>②ラドン・ラドン壊変生成物大気中濃度のデータベース及びラドン発生量マップ作成（名古屋大学へ委託） 東アジア域における大気中ラドン濃度の観測データの整備及び地表面からのラドン散逸量のマップ作成を行う。</p> <p>③放射性核種移流拡散モデルを用いた自然起源ガンマ線量率変動の評価 ①、②に基づき、放射性核種移流拡散モデルによる数値シミュレーションを行い、ガンマ線量率変動と大気循環の関係を解析する。</p>
2. 研究成果 ・ 当初予定の成果 ・ 特筆すべき成果 ・ 副次的な成果 ・ 論文、特許等	<ul style="list-style-type: none"> 高ガンマ線量率事象と気象状況との関係の解析、データベース及びラドン散逸量マップの作成、数値シミュレーション結果を用いた自然要因によるガンマ線量率変動の解析について、ほぼ計画通り実施された。ただし、数値シミュレーションによる地表面付近のガンマ線量率の再現精度は十分とはいえないため、モデルの高解像度化や境界層における乱流過程を考慮した改善が必要である。 地表面からのラドン発生量マップを作成し、数値モデルと組み合わせることで、ガンマ線量率の再現が可能となった。 ガンマ線量率の異常値判定法として、観測データから「異常値の再現期間」を求め、統計的手法による異常値判定が有効であることを示した。 過去のガンマ線量率の観測データを解析することでアジア域の大気循環の変動と物質輸送の変動を推測することが可能となり、アジア大陸の環境変動を推定する有力な手法となることが見込まれる。 海外の学術論文誌にも積極的に発表しており、論文公表状況は十分妥当である。特許を取得する類の研究ではない。
3. 事後評価 ・ 目的・目標の設定の妥当性 ・ 研究計画設定の妥当性 ・ 研究費用の妥当性 ・ 研究の進捗状況 ・ 研究交流 ・ 研究者の研究能力	<ul style="list-style-type: none"> 原子力施設周辺で高ガンマ線量率の発生がたびたび観測されており、人為的な原因による事象と自然的な要因による事象とを区別することを目指した本研究の目的・目標の設定は妥当であった。 観測データを用いたモデルの開発と観測の実施及び両者の比較検証は妥当な計画設定であった。 妥当であった。 研究は計画に沿って進捗した。 実績を有する名古屋大学に研究の一部を委託するとともに年2回の打ち合わせなどにより情報交換は十分行われた。また、ラドン観測を実施している研究者と意見交換も行われ、研究会を開催するなど研究交流は十分に行われた。 十分に高い。
4. その他	なし。
5. 総合評価	A
評価責任者氏名： 嶋 昭紘	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）： 複合的微細組織材料における動的照射効果の研究（独立行政法人物質・材料研究機構）	
研究期間及び予算額：平成15年度～平成19年度（5年計画） 134,265千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	原子力プラントはより一層の安全性向上が望まれており、耐照射損傷性に優れた材料開発が求められている。本研究では、優れた耐照射損傷性を持つ次世代の原子炉構造材料開発の基盤となる動的照射損傷、すなわち照射中に起こる照射誘起変形、照射下疲労に及ぼす動的照射効果を、材料の微視的な複合組織と関連させて解明することを目的としている。具体的には、前半で軽水炉用ステンレス鋼の動的照射効果を母相と結晶構造の異なる相や異質な相を含む複合微細組織材料について明らかにすることを目標とし、後半には核融合炉等の金属間化合物型及び酸化物分散型材料に対して同様な検討を行うこととしている。
2. 研究成果 ・ 当初予定の成果 ・ 特筆すべき成果 ・ 副次的な成果 ・ 論文、特許等	<ul style="list-style-type: none"> ・母相中に微細な加工誘起マルテンサイト相を形成する304ステンレス鋼の照射下クリープ変形は316ステンレス鋼冷間加工材等均質微細組織のオーステナイト鋼及びマルテンサイト鋼と比べ抑制されること、照射誘起応力緩和も抑制されることを示した。 ・上記304冷間加工材の照射下における疲労寿命は非照射材より長寿命化されるが、照射後材では非照射材より短寿命になること、またこの影響は微細組織構成に大きく影響し、均一組織材とは異なること等、動的照射効果と微細複合組織との関連性を明確にした。 ・均質組織材料の照射下疲労寿命が非照射時より長くなり動的照射の影響があるが、酸化物分散型の複合組織材料では寿命が殆ど変わらず、動的照射効果は抑制されることを明らかにした。 ・これまで未知であった動的照射環境下での疲労寿命は非照射時と大きく異なること、またこの挙動が複合的微細組織によって大きく異なることを明らかにした点は大きな成果である。 ・照射下疲労実験において照射損傷と水素脆化との相乗的影響を見出した。今後詳細検討する必要性を提言している。 ・論文：19報と十分である。
3. 事後評価 ・ 目的・目標の設定の妥当性 ・ 研究計画設定の妥当性 ・ 研究費用の妥当性 ・ 研究の進捗状況 ・ 研究交流 ・ 研究者の研究能力	<ul style="list-style-type: none"> ・原子力プラント炉心材料の照射に関わる損傷を材料の微細複合組織と動的照射挙動とを密接に関連させて解明しようとする、機構解明の本質をついた研究であり、研究する材料も現在問題となっている軽水炉用炉心材料及び次世代炉用構造材料を対象にしており、妥当な目的・目標の設定である。 ・前半は軽水炉用ステンレス鋼を対象にした変形破壊特性、後半では核融合炉を対象にした金属間化合物型及び酸化物分散型材料に関して動的照射効果を検討している。軽水炉用のステンレス鋼で問題のIASCCに対する動的照射効果の微細組織依存性についてなお検討が必要である。この問題は実験に難しい面が多いが、重要であるので、以降も継続して解明する必要性を感じる。 ・ほぼ妥当と考える。 ・新規で有効な研究結果が得られており予定通りの進捗状況と判断する。現在問題となっているIASCCに関して動的照射効果を解明するために、今後軽水炉高温水環境での照射損傷に及ぼす動的照射の影響実験への貢献が期待される。 ・原子力材料関連研究グループとの共同研究等を通し、実際の軽水炉における問題解決及び核融合炉用材料開発に本研究成果を反映させようと努力している。 ・今までも、加速器照射下実験を実施した照射損傷研究に関して、実験・理論の両面で国際的に優れた研究を推進しており、本研究遂行に研究能力を発揮したと判断される。
4. その他	照射中の動的効果は重要であるが実験的に未解明な点が多かった。本研究で加速器照射の特徴を活かしてメカニズム解明に成果を得ており、今後の展開が期待される。
5. 総合評価	A
評価責任者氏名：阿部勝憲	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：コロイドプロセスの高度化による高次構造耐環境セラミックスの作製に関する研究 （独立行政法人物質・材料研究機構）	
研究期間及び予算額：平成15年度～平成19年度（5年計画） 95,227 千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	セラミックス材料の種々の特性発現やその向上において、微構造制御は極めて重要である。本研究課題では、提案者らが開発した精密加工のための高速超塑性体作製技術、電界印加コロイドプロセス（電気泳動堆積EPD法）による膜厚制御、積層体作製技術、強磁場印加コロイドプロセスによる配向体作製技術を原子力分野へ適用することを目的とした。特に、原子力用先進構造用材料として利用され、研究開発が進められているアルミナ、ジルコニア、窒化珪素、炭化珪素等の耐環境セラミックスを対象とする。そのため、出発微粒子の溶液中の分散・凝集制御、電界や強磁界印加による結晶方位や組織微構造を制御する技術の高度化を図り、力学特性や熱伝導性の優れた耐環境セラミックス材料を製造する技術を確立することを目標とする。
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・特筆すべき成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	<ul style="list-style-type: none"> ・ジルコニア系で従来の変形速度10^{-4}s^{-1}程度から10^{-2}s^{-1}以上で高速変形する高速超塑性体を開発した。 ・窒化珪素、炭化珪素、AlN系の高分散サスペンションから、強磁場中鑄込み成形と焼結により、結晶方位が高度に制御されたセラミックスを作製した。また、それらの配向体について、強度および熱的特性の面方位依存性を確認した。 ・電界と強磁場を重畳させた磁場中電気泳動堆積法により、アルミナ、チタニアなどの配向した厚膜、積層体を作製した。 ・微小なビーズを使用したミルを用いてナノ粒子の分散に成功し、これにより中間評価時には不可能であった配向ジルコニアの作製に成功し、また優れたナノコンポジットの作製にも成功した。 ・EPDに適したスラリーの調製法、反応焼結を利用した配向体作製プロセスの開発、変動磁場EPDの開発による一軸配向積層体の作製など。 ・論文68件、特許9件など非常に多くの成果がとりまとめられている。
3. 事後評価 ・目的・目標の設定の妥当性 ・研究計画設定の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力	<ul style="list-style-type: none"> ・セラミックス材料の結晶方位や3次元粒子配列などの高次構造を制御することにより原子力分野への利用に資する耐環境セラミックスを創製することは基盤技術として重要であり、目標は妥当である。 ・材料の創製については予定以上の成果を得ており妥当である。照射挙動に関しては東北大との共同研究により国内炉に替わりベルギーの原子炉照射実験計画を開始している。原子炉照射実験は長期間を要するので、照射の実施、照射後の評価は、ぜひ継続してほしい。 ・費用は妥当である。 ・進捗状況については、多くの材料について成果を得ており、妥当である。 ・原子力研究開発機構、TISTR（タイ国）、東北大学との研究交流を実施している。 ・研究成果の発表状況には特筆すべきものがあり、研究能力は高いと判断できる。
4. その他	重要なセラミックス材料の微細構造制御に成功している。耐中性子照射特性には微細構造の効果が期待されるので、得られた成果を原子力分野に応用するために今後とも共同研究等により照射データの取得に努めてほしい。
5. 総合評価	A
評価責任者氏名：阿部勝憲	

表9

後12

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：材料劣化のその場多次元モニターに関する研究（独立行政法人物質・材料研究機構） 研究期間及び予算額：平成 15年度～平成 19年度（ 5年計画） 50,911 千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	<p>照射劣化の力学的因子をとらえる表面電位計測と内部腐食損傷など電気化学的因子をとらえる光音響計測をそれぞれ開発し、さらに従来測定技術も組み合わせて材料劣化のその場多次元モニターシステムを構築しようとするものであり、以下の目標により行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・力学的因子の局所すべり変形や照射劣化を表面電位計測からモニターする技術の開発。 ・広範囲、長時間、高精度の表面電位モニターシステムの開発。 ・電気化学的因子である内部腐食損傷を光音響計測からモニターする技術の開発。 ・広範囲、長時間、高精度の内部腐食損傷モニターシステムの開発。 ・従来測定技術も含めた多次元複合化材料劣化モニターシステムの開発
2. 研究成果 <ul style="list-style-type: none"> ・当初予定の成果 ・特筆すべき成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等 	<ul style="list-style-type: none"> ・当初予定の成果に関しては、表面電位計測システムを構築し、CCDカメラの画像データまで行ったが、多次元モニターにまでは到達できていない。 ・表面電位計測に関しては、局所変形や発生した傷により、表面電位が変化することを示し、新たな材料劣化モニタ手法として適用できることを示した。 ・表面電位計測と銀デコレーション法の同時計測により水素分布のその場観察を行ったり、薄板の裏面の腐食損傷が表面から計測できることを示すデータを得るなど副次的な成果としては興味深い新たな発見が得られている。 ・論文5編、特許なし、と発表件数はやや少ないが、受賞は3件。得られた新たな発見に関して今後の成果報告を期待したい。
3. 事後評価 <ul style="list-style-type: none"> ・目的・目標の設定の妥当性 ・研究計画設定の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力 	<ul style="list-style-type: none"> ・研究成果において示した通り、当初の目的、目標としては、光音響計測によるアプローチが失敗に終わっているため、実質的に半分の成果しか得られておらず、目的、目標の設定としては、見通しがやや甘かったものと考えられる。 ・研究計画設定としても実機適用を目指したモニタシステムの構築を目指すなどやや無理な設定が見られる。当初目標から考えると光音響計測に関しては、単に予算的な問題にとどまらず、もっと多くの研究機関と協力し、注力した計画を設定するか、あるいは基礎的な検討にとどめておくべきであったと考えられる。 ・おおむね妥当と考えられる ・本研究では表面電位計測に関しては当初の目標をほぼ満たす成果が得られているほか、当初の目的からはやや離れるが、興味深いいくつかの成果が得られている。これは研究遂行の方向からは少し離れているものの、今後、電位分布計測による照射損傷・腐食挙動計測の新たな発展につながる可能性があるため、重要な成果といえる。 ・やや限られた交流である。 ・興味深い成果を得ているという点では研究者の研究能力は十分といえる。
4. その他	<p>表面腐食モニターとして興味深い知見が得られているので、原子力材料への応用に活かしてほしい。</p> <p>なお、調査票の完成度や内部評価により留意すべきである。</p>
5. 総合評価	B
評価責任者氏名：阿部勝憲	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：原子力エレクトロニクスのための半導体デバイス化技術に関する研究 (独立行政法人産業技術総合研究所)	
研究期間及び予算額：平成15年度～平成19年度（5年計画） 65,117 千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	<p>原子炉の計装や、原子力用システム機器・ロボット等で使用されるエレクトロニクス(原子力エレクトロニクス)の実現には、高温・高放射線照射下の苛酷な複合環境で長期に安定に動作する高信頼性システムが必要不可欠である。そのためにはシステムを構成する半導体素子として現行のSiよりも高温、高放射線照射環境に強い半導体材料を用いたデバイスの開発が必要である。</p> <p>本研究課題では、原子力エレクトロニクス実現のために、回路を想定したデバイス技術開発を、半導体材料、デバイス化プロセス、及びデバイス構造に関する要素技術を集大成して行い、各種半導体素子の放射線下での得失を明らかにすることを目的とする。</p>
2. 研究成果 ・ 当初予定の成果 ・ 特筆すべき成果 ・ 副次的な成果 ・ 論文、特許等	<ul style="list-style-type: none"> ・ これまでに開発した耐放射線性素子化プロセス技術を用いて各種デバイスを試作し、耐放射線性の観点からデバイスの優劣を評価した。埋込ゲート型SiC-SITを開発し、高水準の電気特性を持つことを確かめ、高い放射線耐性を持つことを示した。 ・ 特にシステム応用を念頭に、本デバイスを組み込んだ回路系を試作し、0.1 MGyまで放射線照射で動作性能が変化しないことを示した。 ・ SiC酸化膜界面試料を試作し、陽電子寿命測定を用いて、SiC酸化膜界面の欠陥を評価できることを示した。 ・ 発表論文数：11件
3. 事後評価 ・ 目的・目標の設定の妥当性 ・ 研究計画設定の妥当性 ・ 研究費用の妥当性 ・ 研究の進捗状況 ・ ・ 研究交流 ・ 研究者の研究能力	<ul style="list-style-type: none"> ・ 放射性耐性の高いSiCを用いた原子力エレクトロニクス素子の開発であり、原子力試験研究として目的・目標の設定は妥当である。 ・ 研究は計画通り、順調に進められた。 ・ 研究期間の後半の予算の裏づけがきびしかった可能性あるが、全体的に有効に活用している。 ・ 当初は、かなり本デバイスの開発に辿りつくまで苦労していた。また、事前評価で耐放射線性に対する数値目標が求められ、本研究はこれに真摯に対応し、実用につながる耐照射性デバイスに見通しを得ている。 ・ 日本原子力研究開発機構と密接な研究交流を行った。 ・ 本研究成果は高い水準であると評価でき、研究者の研究能力は高いと考えられる。
4. その他	耐放射線性半導体デバイスの原子力分野への応用は非常に重要であり、特許や、実用化につながる今後の展開を期待する。
5. 総合評価	A
評価責任者氏名：阿部勝憲	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：軽元素同位体の分離と産業応用に関する研究（独立行政法人産業技術総合研究所） 研究期間及び予算額：平成15年度～平成19年度（5年計画） 59,462千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	<p>開発した高性能分離剤を用いて、同位体の大量分離システムを構築するための効率的、経済的な連続同位体分離プロセスを提案し、Li-6およびB-10を天然比の3倍まで濃縮できることを実証する。</p> <p>海水等の国内資源から採取したリチウムおよびホウ素を用いる同位体分離実証用ベンチ装置を設計・製作し、ベンチ試験によりグラムレベルで同位体を分離することにより実用性を検証し、さらに、キログラムレベルで同位体を分離する工業的プロセスを設計する。</p> <p>同位体濃縮したリチウム及びホウ素を用いて合成した同位体制御材料の中性子吸収特性等々を評価し、その産業応用化を図る。</p>
2. 研究成果	<ul style="list-style-type: none"> ・ 当初予定の成果 ・ 特筆すべき成果 ・ 副次的な成果 ・ 論文、特許等 <p>・ Li-6およびB-10を天然比の3倍まで濃縮することと、グラムオーダーの同位体分離が目的である。Li-6は2.4倍、B-10は3.2倍の濃縮に成功し、予定の数値目標をほぼ達成したが、その方法として長距離展開カラムではなく、多段処理を行うという便法で成功させていることから、もう一工夫が望まれる。また、従来の方法と比べて収量効率がまだ低く、この点を改善し、産業応用への可能性の追求を望む。</p> <p>・ ホウ素回収システムを用いた同位体分離について見通しを得ている。しかし同位体制御材料の合成まで至っていない。</p> <p>・ 各原料を加熱する前の混合方法が吸着速度に大きく影響を与えることが明らかになった。さらに色素を添加することにより吸着帯後端を認識することが可能となった。</p> <p>・ 論文6報、特許2件、受賞1件であり、開発研究としては十分な成果である。</p>
3. 事後評価	<ul style="list-style-type: none"> ・ 目的・目標の設定の妥当性 ・ 研究計画設定の妥当性 ・ 研究費用の妥当性 ・ 研究の進捗状況 ・ 研究交流 ・ 研究者の研究能力 <p>・ 本研究は、開発した高性能分離剤を用いて、同位体の大量分離システムを構築するとしたものである。特にLi-6およびB-10を天然比の3倍まで濃縮するとともに、グラムオーダーの同位体分離を行うという数値目標を掲げている。キログラムレベルの工業プロセスの展開を考えるとその目的・目標の設定は妥当である。</p> <p>・ 計画は大量分離システムを構築するために効率的、経済的な連続同位体分離プロセスを提案し、成功させようとするもので、妥当であると考ええる。</p> <p>・ 概ね適切である。</p> <p>・ 濃縮ならびに収量の数値目標はほぼ達成しているが、収量に時間がかかっており、収量効率が低い。今後、プロセスを工夫して、現在産業利用されている手法以上の収集効率の達成を期待する。</p> <p>・ 民間企業との共同研究、財団や2大学との研究交流を行っている。日本原子力学会・同位体分離専門委員会を発展させた形の「同位体科学会」を発足させるなど、交流活動は活発に行ったと考えられる。</p> <p>・ 高性能分離剤の開発、それを利用した元素分離の基礎的研究を、大量の同位体分離に展開していく研究能力は問題なく、研究課題を遂行する研究能力を十分有している。</p>
4. その他	<p>本方法の特色を活かして発展させ、キログラムレベルの工業プロセス構築を期待したい。長距離カラムについてもより検討しまとめることが、成果を活かす上で有効であろう。</p>
5. 総合評価	B
評価責任者氏名： 阿部勝憲	

表9

後15

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：高透過性光子ビームを用いた非破壊検査技術の開発と高度化に関する研究 (独立行政法人産業技術総合研究所)	
研究期間及び予算額：平成15年度～平成19年度（5年計画） 132,478 千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	高透過性光子ビームを用いた非破壊検査技術に関して以下の目標で研究した。 ・厚さ数cm～数10cmの構造物内部をレーザーコンプトン散乱γ線などの高透過性光子ビームを用いて非破壊検査する技術開発を行う。 ・同システムの高速度・高効率化を図り、実用化を目指す。 ・非破壊検査対象物の拡大を目的として、赤外～マイクロ波の電磁波を用いたX線発生技術開発を行う。 ・各種材料において局所部分の欠陥検査や診断を目的としたX線マイクロビームの発生・利用技術開発を行う。
2. 研究成果 ・ 当初予定の成果 ・ 特筆すべき成果 ・ 副次的な成果 ・ 論文、特許等	・ 高透過性光子ビームを用いたCT装置を開発し、厚さ10～200 cmの構造体のCT撮影を実証した他、物質同定に関する新規イメージング手法を提案し、これを実証した。 ・ 長軸ファブリーペロー共振器を用いてビーム強度を70～80倍にできることを示した。 ・ Wバンド電磁波アンジュレータによって高強度X線を発生できることを示した。 ・ コンクリート構造物のモルタルと粗骨材の密度差弁別と0.2 mm幅のき裂の可視化を実証し、国際会議において表彰されている。 ・ 2色γ線（4 MeV, 9 MeV）CTの成功、産業用陽電子放出トモグラフィを成功した。 ・ 金属容器に隠匿された物質の元素識別を遠隔・非破壊で行う手法の実証した。（原子力機構等と共著でサイエンス誌へ投稿予定）。 ・ 高透過性光子ビーム源の小型化に関し新たな研究展開として新型加速器を導入した。 ・ 論文27件、特許2件と十分な実績を残している。
3. 事後評価 ・ 目的・目標の設定の妥当性 ・ 研究計画設定の妥当性 ・ 研究費用の妥当性 ・ 研究の進捗状況 ・ 研究交流 ・ 研究者の研究能力	・ 単色高エネルギー光子線を用いたCTの開発目標は妥当である。 ・ 中間評価後に研究の進め方を見直し新規イメージング手法開発に注力したことは妥当である。 ・ 加速器の維持費も含まれているが、経費はおおむね妥当である。 ・ 計画は当初の目標に沿って進められている。 ・ 多くの研究機関や大学、企業と共同研究を行い多数の研究成果につながっており、交流は十分である。 ・ 着実に成果を出しており、研究者の能力は高いと考えられる。
4. その他	本研究では光子ビーム発生装置の高度化への投資が有効であったと評価できる。今後の多面への展開に期待したい。 より高いエネルギーの光子の使い方などの検討も有効と考えられ、将来は原子力配管への応用も検討してほしい。
5. 総合評価	A
評価責任者氏名：阿部勝憲	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：原子力用材料の多重熱物性計測技術に関する研究（独立行政法人産業技術総合研究所） 研究期間及び予算額：平成15年度～平成19年度（5年計画） 46,089 千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	原子炉の熱設計や操業パラメータ探索の際に必要な原子力材料の熱伝導率（熱拡散率）、比熱容量、半球全放射率、電気抵抗率、融解熱等の熱物性値を同一の測定条件（装置、試料、雰囲気）の下で高速同時測定する測定法の開発を目標とする。また、高温熱物性値の標準物質開発と標準データの取得及び熱物性データベースの構築を目的とする。
2. 研究成果 ・ 当初予定の成果 ・ 特筆すべき成果 ・ 副次的な成果 ・ 論文、特許等	<ul style="list-style-type: none"> ・ パルス通電法とレーザーフラッシュ法を組み合わせた高速多重熱物性測定システムを世界に先駆けて開発し、熱拡散率、比熱、放射率等の複数の熱物性を同時測定可能にした。 ・ 開発された測定法は、熱物性測定において広範な応用が期待される新技術である。 ・ 当初予定していなかった熱膨張測定機能の開発を行っている。 ・ 発表論文数は3報と少ないが、測定法の開発という特殊分野であったためと考えられる。多数のデータベースを発表し公開したことは、大きな貢献であり、評価できる。
3. 事後評価 ・ 目的・目標の設定の妥当性 ・ 研究計画設定の妥当性 ・ 研究費用の妥当性 ・ 研究の進捗状況 ・ 研究交流 ・ 研究者の研究能力	<ul style="list-style-type: none"> ・ 原子炉設計のため信頼性の高い熱物性データを広い条件の下で求める必要があるというニーズを背景として、簡易迅速に測定可能な装置を開発するという本研究の目標は妥当である。しかし、通電加熱法を採用したため、セラミックスのように導電性でない試料への適応困難性や、微小な放射化試料をホットセル内で測定したいという原子力分野での別のニーズへの目標設定がやや不十分であった。 ・ 多重熱物性測定法開発を目指したが、融解熱測定は達成できず、また標準物質・標準試料設定も達成できなかった。研究計画設定に難点があったためではないかと考えられる。 ・ 研究費は、研究成果に見合う妥当な額であったと考えられる。 ・ 研究途中で試料温度分布に関する問題等への対応に苦慮したことがあったため、当初計画した融解熱測定や標準物質・標準試料設定は達成できなかった。 ・ 原子力分野の機関との交流を進めることにより、上記のような原子力特有のニーズへの対応が進むと思われる。今後原子力との交流を強めてそのニーズに応える成果を挙げるよう期待したい。 ・ 画期的な測定法を開発するなど、研究者の研究能力は十分高いと評価できる。
4. その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ 本装置の実用化が進められ、その市販化が早急に達成されることを期待したい。 ・ セラミックス試料や、微小放射化試料へ適応可能なシステムの開発を、原子力分野の研究者と協力して進めるよう努められることを期待したい。
5. 総合評価	B
評価責任者氏名：阿部勝憲	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：TRU廃棄物処理におけるヨウ素ガス固定化技術の開発と長期安定性に関する評価 (独立行政法人産業技術総合研究所)	
研究期間及び予算額：平成15年度～平成19年度（5年計画） 42,799千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	本研究は、高温状態でヨウ素ガスをゼオライト(ハイドロソーダライト)などの鉱物中に直接取りこませ固定化させる技術を開発することを目的としている。研究目標は、 (1) ヨウ素ガスを安定な鉱物中に直接固定化する技術の確立 (2) ヨウ素を吸着させる鉱物に対して10重量%以上のヨウ素ガスを吸着・固定化の2点である。
2. 研究成果 ・ 当初予定の成果 ・ 特筆すべき成果 ・ 副次的な成果 ・ 論文、特許等	<ul style="list-style-type: none"> ・ ハイドロソーダライトが500℃以上の高温において、ヨウ素を骨格中に取り込む手法を確立した。ヨウ素固定化後の溶解は調和的な挙動を示すこと、その溶解も非常に遅く、安定化処理が可能なことを明らかにした。但し、固定化は最大で6wt%未満であり、当初目標の10wt%以上の固定化には至らなかった。 ・ 固定化率を高める上で薄膜化が有効など、一つの方向性を示した。再処理工程での1段階処理の可能性を提示したことは選択肢を広げることに寄与しており評価できる。 ・ 特になし。 ・ 誌上公表2件、投稿中2件、特許1件、口頭発表6件。ほぼ十分であるが、可能なら更なる論文の公表が期待される。
3. 事後評価 ・ 目的・目標の設定の妥当性 ・ 研究計画設定の妥当性 ・ 研究費用の妥当性 ・ 研究の進捗状況 ・ 研究交流 ・ 研究者の研究能力	<ul style="list-style-type: none"> ・ 当初に10wt%の固定化数値目標を掲げたことが適切であったかについて疑問は残るが、TRU廃棄物処理分野で大きな課題であるヨウ素固定化に関して、新しい方法の開発に取り組んだ点は妥当である。 ・ 安価なソーダライトへの固定化が可能であることを明らかにしており、評価できる。 ・ 実験室レベルでの研究であり、予算的に妥当であったと思われる。 ・ ヨウ素を500℃以上の温度でソーダライトに固定化させることに成功しており、最終的な固定化率が目標に至らなかったとしても、概ね計画通り進捗したといえる。経済的なコスト面でも可能性を有し、今後、薄膜化などにより効率を高めるなどの工夫が必要であるが、有益な成果が得られたと評価できる。 ・ 名古屋大学と共同研究を行っているが、連携期間との交流および情報の共有は十分とは言えない。ただ、この点については研究が萌芽的であることからやむを得ない面もある。 ・ ソーダライトの豊富な研究実績があり、研究能力は十分である。
4. その他	・ 再処理への適用性についての検討など、処分分野との交流が出来れば成果は一段と膨らんだものと思われる。
5. 総合評価	Ⓐ B C
評価責任者氏名：澤田義博	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：地層処分場岩盤特性評価のための高分解能物理探査イメージング技術の研究 (独立行政法人産業技術総合研究所)	
研究期間及び予算額：平成15年度～平成19年度（5年計画） 124, 124 千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	<p>本研究は、高レベル放射性廃棄物処分場の選定における各段階で実施する岩盤特性評価に資するため、物理探査による高精度な地下構造の3次元の解明手法の開発を目的としている。主な目標は次の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 深度2km程度までの比抵抗構造を高精度で解析でき、かつ効率的な現場測定が行えるハイブリッド人工信号源電磁探査システムを開発する。測定システムでは周波数領域（CSAMT法）と時間領域（LOTEM法）の機能を有する高精度測定装置を開発する。データ解析法では既存の2.5次元インバージョン解析法の改良、3次元フォワードモデリング及びインバージョン解析法を開発する。 ・ 地震探査では、地表震源を用いて地層境界を高分解能でイメージングし、岩盤中の亀裂の密集部などを検出できる3次元データ解析法を開発する。そのため、重合前3次元マイグレーション解析法（散乱重合法）を複雑な地質構造へ適用するための速度構造推定法の改良、地震波の減衰に着目した亀裂卓越部抽出技術の開発を行う。
2. 研究成果 <ul style="list-style-type: none"> ・ 当初予定の成果 ・ 特筆すべき成果 ・ 副次的な成果 ・ 論文、特許等 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高周波数帯域（10Hz～10kHz）と低周波数帯（0.1Hz～10Hz）の計測を組み合わせたハイブリッド人工信号源電磁探査システムを完成させ、フィールド実験から深さ2km程度まで探査ができることを確認するとともに、2.5次元インバージョン法の改良、有限要素法による3次元モデリング解析法を開発した。また、速度構造推定精度における散乱重合法の優位性を明らかにし、複素地震波形解析、ハイブリッドアトリビュート解析、自己組織化マップ法を用いたマルチアトリビュート解析法に基づく地震波データ3次元解析法を開発した。 ・ 開発したハイブリッド人工信号源電磁探査システムは、地層処分場、活構造調査、CO2貯留および資源探査にも適用可能であり、今後の適用性拡大が期待される。 ・ 電磁探査の周波数領域測定で24ビット測定システムを用いることにより、8kHzから0.1Hzまでの広帯域連続測定ができる場合があり、野外測定的大幅な効率化が図られた。 ・ 論文10件、口頭発表4件、受賞1件は概ね満足できる成果といえる。
3. 事後評価 <ul style="list-style-type: none"> ・ 目的・目標の設定の妥当性 ・ 研究計画設定の妥当性 ・ 研究費用の妥当性 ・ 研究の進捗状況 ・ 研究交流 ・ 研究者の研究能力 	<ul style="list-style-type: none"> ・ HLW処分場の岩盤特性評価に不可欠の探査技術であり、最新の計測手法と解析手法を構築しようとする本研究の目的、目標は妥当であった。 ・ 高精度の探査が可能なハイブリッド電磁探査システムを完成させるとともに、各種解析手法の改良、開発を行うなど、良質の成果を得ており、計画設定は妥当であった。 ・ 必要な探査システムの開発、各種プログラムの開発および適用性確認実験を行っていることから、研究費用は概ね妥当であった。 ・ 機器の開発、解析法の開発は順調に進捗した。これらを用いて数か所のフィールドや実験データについて適用性確認も行われている。 ・ 各種学会やシンポジウムを通じて、専門家同士で活発な研究交流が行われた。 ・ 多くの実績を有する研究者集団であり、高い研究能力を有すると判断できる。
4. その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ 開発した電磁探査システムは優れた機能を有していると認められる。今後は多くのフィールドで実績を蓄積し、解析手法とも合わせ、探査手法の高度化を図っていただきたい。
5. 総合評価	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px; display: inline-block;">A</div> B C
評価責任者氏名：澤田義博	

表9

後19

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：事故時の被曝線量モニタリングと放射線安全性の確保に関する研究 (独立行政法人海上技術安全研究所)	
研究期間及び予算額：平成15年度～平成19年度（5年計画） 38,496 千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	<p>使用済核燃料等放射性物質の輸送時における事故において必要となる、放射線安全性確保のための方策と被曝線量モニタリングについて、以下の研究成果を得ることを目標としている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・薄シート型人体組織等価線量計素子を活用した放射線漏洩箇所の探知手法の確立のため、中性子に感度を持つ薄シート型人体組織等価線量計素子を開発し、性能評価を行う。 ・大線量、事故時を想定した高温環境下あるいは水中のような過酷環境下における被曝線量計の応答特性の評価を行う。 ・事故時の放射線安全性を確保するための方策として、遮蔽欠損部を補償するための高性能ゲル状遮蔽材の開発を行うとともに、その施工法について検討を行う。
2. 研究成果	
・ 当初予定の成果	<ul style="list-style-type: none"> ・薄シート型熱蛍光線量計を応用した2次元中性子分布測定素子を開発し、中性子の2次元分布の測定に成功した。また、水中、高温、大線量下における応答特性の評価から、その有効性を示した。さらに、ゲル状高性能遮蔽材を開発し、その遮蔽効果を確認すると共に遠隔施工法を考案するなど、当初予定の成果を達成している。
・ 特筆すべき成果	<ul style="list-style-type: none"> ・ゲル状遮蔽体や、2次元中性子分布の計測素子の開発など、医療分野を含めて、今後の利用についての展開が期待できる成果が得られている。
・ 副次的な成果	<ul style="list-style-type: none"> ・素子の感度低下に関する実証的な理解や、珪藻土を利用した遮蔽剤などが、副次的な成果として挙げられる。
・ 論文、特許等	<ul style="list-style-type: none"> ・論文5件、口頭発表等7件、特許2件は、いずれも十分なレベルといえる。
3. 事後評価	
・ 目的・目標の設定の妥当性	<ul style="list-style-type: none"> ・原子力利用を見直す機運が高まりつつある現状では、輸送時の事故対策もより重要になっており、重大事故時対策として、目的・目標の設定は妥当である。
・ 研究計画設定の妥当性	<ul style="list-style-type: none"> ・海上技術研究所で開発した光子用の薄シート型人体組織等価線量計および高分子系高性能遮蔽材を活用して開発が進められており、研究計画設定は妥当であったと評価できる。
・ 研究費用の妥当性	<ul style="list-style-type: none"> ・順調な進捗に見合う妥当な設定額である。
・ 研究の進捗状況	<ul style="list-style-type: none"> ・各研究項目のいずれも当初どおり、あるいはそれ以上の成果を得ており、順調な進捗状況であったと考えられる。
・ 研究交流	<ul style="list-style-type: none"> ・民間を含む多くの関係機関との連携をもって進めており、これらが成果に反映されたと考えられ妥当である。
・ 研究者の研究能力	<ul style="list-style-type: none"> ・必要十分な能力を有するといえる。
4. その他	<ul style="list-style-type: none"> ・順調に開発が進んだのであるから、今後、この技術を活用する体制作りが重要である。そのためには、ユーザーへの情報伝達が重要と思われる。
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	

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：原子力ロボットの实環境技能蓄積技術に関する研究（独立行政法人産業技術総合研究所） 研究期間及び予算額：平成15年度～平成19年度（5年計画） 81,301千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	<p>原子力ロボットの实環境技能蓄積技術に関して、原子力プラントに必要な、現場盤扉の開閉、スイッチ操作、バルブ操作、計測・検査作業、サンプリング、結線作業などの技能の教示/蓄積/再実行を自律遠隔融合で実現する技術の研究開発を目的とする。具体的な内容は以下の通りである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・多種多様な作業を実行することにより、既に確立した環境モデルと作業技能に基づく作業の自律実行技術の2つの組み合わせが、多くの作業に適用可能であることを示す。 ・あらかじめ用意された作業スキルの適用が難しい場合でも作業が実行出来るように、操作者の積極的な介入を許す自律遠隔手法を開発する。 ・操作者による操作を再利用可能な技能の形で蓄積し、経験が進むにつれて段階的に構築出来るような半自律システムを開発する。
2. 研究成果 <ul style="list-style-type: none"> ・当初予定の成果 ・特筆すべき成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等 	<ul style="list-style-type: none"> ・遠隔操縦データからロボットの接触作業の代表的な技能を抽出する手法を確立した。 ・ボルトのナットへのはめ合い、丸型ハンドル、レバーハンドルバルブの開閉、電源用3ピンプラグのソケットへの挿入等、ロボットの多数の技能のプログラム化を行った。 ・視覚情報による作業技能を実現するため、ロボットとカメラ間の座標系のキャリブレーションの精度に依存しない、3次元位置決め手法を確立した。 ・以上を統合して実際にロボットを使って作業を実施し、操作者による操作の再利用、操作者の介入を許す自律遠隔操作が実現できることを示した。 ・統合手法としてRT(Robot Technology)コンポーネント手法を考案した。 ・ネットワーク分散ロボットの仕様を国際標準化団体(OMG)に提案し標準化した。 ・操作入力装置を単体として実用化した。 ・論文発表：5件 特許出願：7件 口頭発表：27件
3. 事後評価 <ul style="list-style-type: none"> ・目的・目標の設定の妥当性 ・研究計画設定の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力 	<ul style="list-style-type: none"> ・本研究の目的である原子力ロボットの实環境作業蓄積技術の開発に向けて、遠隔操縦データからの作業技能抽出とその活用等の段階的な目標を適切に設定している。 ・事前評価に於ける指摘に対応して定量的な目標を再設定した上で研究計画を策定しており妥当である。 ・標準化や他プロジェクトの成果を活用する等の工夫をしており、費用は妥当である。 ・進捗状況は計画通りであると認められる。特に、ロボットの技術基盤向上に資する多くの成果が得られたこと、RTミドルウェアで標準化を図ったこと、特許出願に努力したこと等は評価できる。 ・OMGでの標準化活動を評価する。他方、原子力の現場との交流を進めているが、成果が出るには至っていない。 ・ロボットの基礎研究で十分な蓄積と研究能力を有している。
4. その他	<p>上記したように、ロボットの基礎研究としては大きな成果が得られたことを評価する。ただし、原子力分野での応用展開の観点からは、その道筋は必ずしも明らかになっていない。原子力の現場との対話も含めて、今後の研究開発に期待する。</p>
5. 総合評価	A (A-)
評価責任者氏名：小柳義夫	

表9

後21

事後評価 総合所見共通フォーマット

研究課題名（研究機関名）：経年劣化及び保守点検効果を考慮した安全評価手法の開発 (独立行政法人海上技術安全研究所)	
研究期間及び予算額：平成 17 年度～平成 19 年度（3 年計画） 38,088 千円	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	これまで経年劣化による故障率の変化を考慮した保守・点検に関する研究はほとんど無く、本研究の目的・目標は、(1)解析過程を自動化し、経年劣化と保守点検効果を考慮した確率論的安全評価体系を開発すること、(2)開発した評価体系により、長期間使用の原子力プラントの保守・点検スケジュールの評価やプラントの安全性評価の実施を可能にすることである。
2. 研究成果 ・当初予定の成果 ・特筆すべき成果 ・副次的な成果 ・論文、特許等	<p>当初予定の成果については、文献調査等より入手した経年劣化故障率データを基に適切な経年劣化モデルをプログラムに導入し、GO-FLOW手法において各機器の故障率の経時変化を考慮できるように工夫した。具体的には、故障率の増加を支配する絶対時間とシステム運転に要求される相対時間の2種類の時間を取り扱う新しい経年劣化モデルを導入し、解析過程をほぼ自動化した。そして、この経年劣化や保守点検効果を考慮した確率論的安全評価体系により、長期間使用の原子力プラントの保守・点検スケジュールの評価やプラントの安全性評価の実施が可能となった。</p> <p>本評価体系は、経年劣化及び保守点検効果を考慮する新しい安全評価手法であり、標準的な経年劣化データを基にしたベンチマークテストによる妥当性の確認も行われ、実際のプラント機器への展開が可能となったことは進歩である。</p> <p>副次的な成果としては、確率論的安全評価の国際会議（PSAM）等において本評価体系が高く評価され、国際研究連携に貢献したこと、また、GO-FLOW手法のインターフェースの改善が図られたことよりユーザーが増加したことがあげられる。</p> <p>主要な論文 2件</p>
3. 事後評価 ・目的・目標の設定の妥当性 ・研究計画設定の妥当性 ・研究費用の妥当性 ・研究の進捗状況 ・研究交流 ・研究者の研究能力	<p>我が国の原子力システムは既に長時間の稼働を経験し、経年劣化に関する安全性研究は最も重要な課題の一つとして取り上げられている。本研究の経年劣化及び保守点検効果を考慮する確率論的安全評価体系の開発は、この趣旨に合う研究課題であり、目的・目標の設定は妥当である。</p> <p>経年劣化故障率データをベースにした経年劣化モデルの検討、保守点検の主要機器故障確率への影響評価、GO-FLOW手法への組み入れ、イベントツリーの作成解析プログラムとの統合化等、必要事項を段階的に組み立てていく研究計画を設定し、概ね妥当である。</p> <p>中心となる関数モデルや重要な機能の設定は担当研究者が行い、ルーチンのプログラム作成作業は外注している。担当研究者の技術ノウハウに基づいて複雑なプログラムの構築が行われ、そのための費用は妥当である。</p> <p>事前評価で指摘されたデータ入手法やユーザーインターフェース等に改善の努力が認められ、当初の目標は概ね達成された。ただ、ベンチマーク評価の視点が曖昧であった。成果発表について、投稿が予定されている論文もあるが、発表論文が少ない。成果発表について、今後の努力を期待する。</p> <p>オハイオ州立大学との共同研究を実施している。発電所現場との交流については不十分である。</p> <p>経年劣化に対応する適切なモデルを導入し、安全評価体系の開発をほぼ完了させたことから、担当研究者の能力は十分と言える。ただし、本研究に関する発表論文が少なく、この部分についての一層の努力を期待したい。</p>
4. その他	非常に重要なECCSの信頼度の経年変化について取り組む必要がある。
5. 総合評価	B
評価責任者氏名：小柳義夫	