

2.4 外部資金研究等

文部科学省等の政府機関はもとより科学技術振興機構、日本学術振興会等の各種団体、民間企業等から外部資金の積極的導入を図る。具体的には、毎年度、対前年比5%増、あるいは中期計画期間中に独法化以前に比べ25～30%増の外部資金を獲得することを目標とした。

平成16年度は前年度からの継続も含め、新規に「分子イメージングに関する国内外の動向調査」、「局所スペクトル情報取得のための感応点法の開発」、「粒子放射線低密度照射が及ぼす遺伝的影響に関する研究」、「都市エリア産学官連携促進事業」、「肺癌重粒子線治療患者の予後に関する喫煙の影響」、「放射線発癌の標的としての乳腺肝細胞系」、「微量生体内物質イメージングのための高分解能かつ高感度な小動物PET装置の基礎設計」等、主要5分野の研究開発委託事業及び科学技術振興機構等、その他の資金による研究課題を実施したほか、さらに競争的資金を獲得して研究を実施するよう努めた。

また、前年度からの継続分として、「放射能調査研究費」、「小型加速器実証製作・普及事業」、「三次被ばく医療体制整備調査」、「放射性核種生物圏移行パラメータ調査」を引き続き実施した。さらに、新規の政府委託研究・事業として、「緊急被ばく医療に関する実証及び成果提供等」、「放射線による環境影響に関する調査」、「ステーキホルダー関与に関する調査」を開始したほか、民間も含めたその他の外部金を獲得して研究・業務を実施するなど、放医研の特長を生かした受託研究を実施した。

獲得状況は次の通り。

○競争的外部資金獲得の状況（平成15年度実績）
平成16年度合計額 505百万円（平成15年度実績 555百万円）

1. 特定課題実施

502百万円（15年度実績544百万円）

1) 科学技術振興調整費（文部科学省等）

1件 7百万円（3件 20百万円）

2) 主要5分野の研究開発委託事業

4件 166百万円（5件 265百万円）

3) 科学研究補助金（文部科学省、日本学術振興会）

28件 104百万円（25件 80百万円）

4) 厚生科学研究費補助金

6件 26百万円（4件 19百万円）

5) がん研究助成金

3件 4百万円（2件 3百万円）

6) 地球環境保全等試験研究費

2件 62百万円（2件 62百万円）

7) 科学技術振興機構関係

2件 75百万円（2件 58百万円）

8) その他

58百万円（39百万円）

2. ポスドク等

3百万円（15年度実績11百万円）

1) 科学技術特別研究員

4名 1百万円（5名 6百万円）

2) 外国人特別研究員（フェローシップ）

2名 2百万円（5名 5百万円）

3. 受託研究等

「先進小型加速器の実証製作・普及事業（文部科学省・電源特会）（680百万円）」、「第三次被ばく医療体制整備調査（文部科学省・電源特会）（146百万円）」、「沿岸・外洋域における放射性核種の動態の総合的調査（文部科学省・電源特会）（68百万円）」、「緊急被ばく医療に関する実証及び成果提供等（文部科学省・電源特会）（429百万円）」、「放射能調査研究費（文部科学省・受託事業）（1百万円）」、「放射性核種生物圏移行パラメータ調査（資源エネルギー庁・電源特会）（154百万円）」、「放射線による環境影響に関する調査（内閣府）（6百万円）」、「ステーキホルダー関与に関する調査（内閣府）（6百万円）」、「初期痴呆病における核医学診断の役割（IAEA）（876千円）」、「大強度陽子加速器施設建設場所におけるラドン・トリウム濃度の調査（日本原子力研究所）（1百万円）」を、受託研究として実施した。

さらに、民間企業からの受託研究を実施した（2百万円）。

2.4.1 競争的資金

2.4.1.1 科学技術振興調整費（科学技術総合研究委託費）

1. 東アジアの地表面ラドンフラックスの評価

(1) 研究代表者

卓 維海（放射線安全研究センター ラドン研究グループ）

(2) 研究概要（目的）

天然放射性物質ラドンは主に土壌中に存在するラジウムの壊変によって生成する。ラドンの半減期が約3.8日で、化学的に不活性であるので、同じ地表面に発生源をもつ大気汚染物質の良いトレーサとなる。ラドンをトレーサとする様々な大気輸送モデルの検証・改良には、広域における地表面ラドンフラックスの分布情報は不可欠である。本研究では、多地点・長期間にわたる地表面ラドンフラックスの測定可能な方法を開発し、陸地表面におけるラドンフラックスの予測モデルの開発および検証をした上、必要なデータベースを構築し、モデル計算により東アジアにおける地表面ラドンフラックスを定量的に評価することを目的とする。

(3) 平成16年度の研究成果

1) 測定結果の解析・考察

前年度にわたる日本・中国・韓国での20サイトにおける測定結果を纏めた上、地表面ラドンフラックスと土壌環境因子（放射能・地表面ガンマ線線量率）及び気象学的因子（気温・気圧・降雨量）との関連性を重回帰分析方法で解析した。専門研究会を開催し、それらの測定および解析結果の代表性などを検討した。考察の結果として、選ばれた観測サイトは東アジア地域において代表的なサイトと言え、測定あるいは観測データは信頼性があり、様々なモデルの検証には非常に有用であった。また、回帰分析の結果により、地表面ラドンフラックスは土壌中のラジウム含有量に強く依存するが、より正確に地表面ラドンフラックスを評価するため、土壌中におけるラドンのエマネーション係数・水分飽和度の評価も必要となることがわかった。

2) 地表面ラドンフラックスモデルの開発・検証

日本・韓国における10サイトで採集した土壌サンプルを用いて、ラドンエマネーション係数の土壌水分量・温度の依存性を実験的に調べ、モデル化した。中国での20サイトにおける土壌水分量の長期間観測データに基づいて、土壌水分量と降雨量および蒸

発量との相関性を解析し、表層土壌における体積含水量のモデルを構築した。そのモデルを検証するため、千葉のサイトにおいて一年間の連続観測も行った。

上記の2つのモデルを利用し、水分状態が変化する不飽和土壌中のラドンフラックスの予測モデルを開発した。このモデルを検証するため、日本・韓国での観測サイトにおける土壌パラメータ（放射能・密度・空隙率・エマネーション係数）を測定し、各観測期間にわたる表層土壌の含水量を見積った。那覇のサイトを除いて、ほかの9サイトにおいて測定した地表面ラドンフラックスの値とモデルによる計算結果はほぼ一致した。

【ナショナルバイオリソースプロジェクト（共同研究）】

2. メダカ近交系の収集・保存・提供

(1) 研究代表者

石川 裕二（放射線安全研究センター 実験動物開発研究グループ）

(2) 研究概要（目的）

有用なメダカ近交系を収集・保存し、それらの生物学的特性データと共に国内外に責任をもって提供する体制を構築することを目的とする。

(3) 平成16年度の研究成果

現在、総計15系統の近交系を放医研で維持している。また外部研究機関から要請のあった近交系、Hd r R、HN Iなどの10系統成魚計166を、7件のMTA契約を結んで、名古屋大学など6研究機関に提供した。また、分子生物学的手法による近交系メダカのモニタリングシステム構築を進展させた。

3. 新規高精度遺伝子発現プロファイル（HiCEP）法の開発

(1) 研究代表者

安倍 真澄（先端遺伝子発現研究センター・高精度遺伝子発現プロファイルプロジェクト）

(2) 研究概要（目的）

ヒトなどモデル生物を中心にその全ゲノムのシーケンス決定が終了し、これを受けて、ポストゲノムプロジェクトが開始された。遺伝子発現の総体の解

明を通じて「いつ、何処で、どの遺伝子が」の把握を目指すトランスクリプトーム解析は、その中心プロジェクトのひとつであり、10万種以上に及ぶ転写物を区別し、同時にその個々の分子数の決定（発現量の決定）を行うことを目標とする。この目的の為に、従来、ハイブリダイゼーションをベースにした技術が用いられてきたが、これらの技術はあらかじめシーケンス情報を必要とすること、更には個々の遺伝子断片におけるハイブリダイゼーション最適温度の違いから複数の遺伝子の最適条件を統一することが困難なことなどの問題を有していた。我々はこれらの問題を克服する新規技術 HiCEP の開発を試みている。より具体的には平成15年度に続き、HiCEP 技術のハイスループット化および微量サンプル技術の構築を目標に研究を進めてきた。1) 反応工程、分離工程、情報処理工程、分取工程のハイスループット化 2) 微量サンプル技術の開発である。

(3) 平成16年度の研究成果

1) ハイスループット化：反応工程、分離工程、情報処理工程、分取工程(or ピークデータベース)のオートメーション化及びハイスループット

①反応工程 (RNA 調製、cDNA 合成、HiCEP 反応及び PCR) : 解析の工程を改良することによって処理能力を約50倍に引き上げた。一方反応系から自動化が困難な遠心ステップを全て排除することにより、機械化を可能にするプロトコルを完成させた。又このプロトコルによる自動反応ロボットの試作機が完成した。その能力は96反応/4日/1人(当初の50倍)である。再現性の良いデータが得られた。

②分離工程：前処理の機械化、システムの開発 16本キャピラリー電気泳動装置を用いる事で分離工程のハイスループット化(6反応産物/2日)が可能となった。周辺のシステム開発等により当初の14倍を達成)

③ HiCEP 遺伝子発現プロファイル比較ソフト (発現変動ピークを網羅的に同定しうるソフトウェア) の試作版が完成し、情報処理工程が当初の32倍効率化された。

④ピークの自動分取装置の開発を行った。192ピーク/人/2時間(当初の10倍)の能力を達成した。

2) 微量試料 HiCEP 解析系の確立

反応系から遠心ステップをのぞき、磁気ビーズを用いる事により、反応中のサンプルのロスを少なくすることが可能となった。その結果、当初50 - 100

万必要だった細胞数を800 ~ 1,000細胞にまで下げること成功した。またこの微量試料解析技術細胞をチューニングすることにより、トータルRNA0.1マイクログラム(1万細胞)による解析系をルーチン化した。

【主要5分野の研究開発委託事業 (RR2002)】

4. 血液脳関門の薬物排泄能力の個人差の解析

(1) 研究分担責任者

須原 哲也 (重粒子医科学センター脳機能イメージング研究開発推進室、特別上席研究員)

(2) 研究概要 (目的)

P-糖蛋白は脳毛細血管内皮細胞において、細胞内から血液中への異物のくみ出しに働いている。P-糖蛋白の欠損により、P-糖蛋白の基質となる薬物の中枢移行は顕著に増加する。一方、P-糖蛋白には遺伝多型が存在することが報告されており、ある変異ではP-糖蛋白の消化管での発現量は低下していると報告されている。脳毛細血管内皮細胞にもこの現象が当てはまる場合、P-糖蛋白基質の脳内濃度はP-糖蛋白の遺伝多型により説明可能であることが考えられる。そこでPETを用いて非侵襲的にヒト脳内薬物濃度を測定し、P-糖蛋白の遺伝多型との関連を検討することとした。

(3) 平成16年度の成果

1) [¹⁴C] verapamil を用いたサルにおける脳-血液関門におけるP-糖蛋白活性の検討

脳-血液関門におけるP-糖蛋白活性を測定するため、代表的な基質であるverapamilを¹⁴Cポジトロン標識し検討を行った。脳組織内の [¹⁴C] verapamil 濃度はPETカメラにて撮像し評価を行った。アカゲザル (N=3) において、脳組織中の [¹⁴C] verapamil 濃度は投与直後に最大となり、その後速やかに減少した。 [¹⁴C] verapamil 濃度および取り込み係数 (CL_{uptake}) はP-糖蛋白の阻害薬であるPSC-833によりそれぞれ約2および4倍増加した。これらのことから [¹⁴C] verapamil のPETにより脳-血液関門におけるP-糖蛋白活性を非侵襲的に評価できることが示唆された。

2) [¹⁴C] verapamil を用いたp糖蛋白機能評価における定量解析法の検討

健常者11名を対象に [¹⁴C] verapamil のPET検査を行い、定量評価法について検討した。血管から脳への移行を表す定量パラメータK₁を、非線形最小二乗法によるコンパートメントモデル解析、およびグラ

フ法の一種である Integration Plot 法によって求め、両者を比較した。その結果、Integration Plot 法では K_1 がやや過小評価されたが、両者は良い相関を示した。Integration Plot 法は、 $[^{14}\text{C}]$ verapamil 静注後約 3 分間の測定データのみを用いて精度良く K_1 を推定できたことから、簡便で高精度な解析法であり、 $[^{14}\text{C}]$ verapamil の定量に有用であることが分かった。

3) $[^{14}\text{C}]$ verapamil を用いた血液脳関門の薬物排出能力の個人差の解析

上記定量解析法を用いて、 $[^{14}\text{C}]$ verapamil の PET 検査を施行し、遺伝多型による差異の検討を行った。対象被験者は PET 検査に先立ち、採血を行い、遺伝多型を解析したのち検討対象となるハプロタイプをもつ被験者を同定し、連結可能匿名化した上で PET 検査を施行した。

今回検討した遺伝多型 (C 3435 T) での P 糖蛋白による血液脳関門の薬物排出能力の有意な差異は認められなかった。

5. 分子イメージングに関する国内外の動向調査

(1) 研究代表者

須原哲也 (重粒子医科学センター脳機能イメージング研究開発推進室、特別上席研究員)

(2) 研究概要 (目的)

ポストゲノムの時代を迎えて、近年の疾患診断や治療は生体分子診断、遺伝子治療など分子レベルの知見を基にしたものへと展開しており、複雑な生命機能の統合的理解を深めていくことが急務となっている。分子イメージング技術は個体、臓器、細胞から生体分子まで各階層で生体反応を可視化することが可能で、生命の統合的理解に道を開くばかりでなく、疾患の病態解明等に大きく寄与することが予想される。また、欧米諸国でも分子イメージング研究センターが建設中であるなど、国家プロジェクトとして開始されつつあり、国際競争力の強化や知的財産確保の観点からも、我が国における取組みを戦略的に推進していくことが重要であると考ええる。

このため、分子イメージングに関する海外動向、国内技術の状況、薬物治験等の研究推進・展開にあたっての制度的課題の抽出等を行った。

(3) 平成 16 年度の研究成果

1) 分子イメージングに関する海外動向、国内技術の状況調査

世界の分子イメージング研究の先端を行く欧米諸国 (アメリカ、イギリス、スウェーデン、ドイツ)

および日本の先端研究施設における今後の研究の進展につながる議論を行うとともに、分子イメージングに関する動向の情報収集を行った。

欧米諸国の分子イメージング研究は、国、研究機関、製薬企業等を含め分子イメージングセンターを設立し、研究推進を積極的に進めていることが窺えた。また本研究で得られる技術が、新しい病気の診断・治療法の開発、創薬の迅速化や低コスト化、さらにはそれらの基盤技術となるライフサイエンスを飛躍的に展開させる重要なキーテクノロジーであることがよく認識されていた。分子イメージングのモダリティとしては PET / SPECT、MRI、光イメージングそれぞれの特質を利用しそれらを融合させ、装置開発はもとよりそれらを利用した多方面の研究を行っている。

日本国内の分子イメージング研究においては、放射薬剤技術に基づいた PET 研究や、次世代イメージングである光計測の要素研究は世界レベルにあると考える。しかし、上記国内施設の技術が分散して研究が行われており、診断・治療・創薬、ライフサイエンスといった目的に統合的に推進されていないことも窺えた。

2) 分子イメージングに関する薬物治験に対する制度の調査

医薬品の臨床試験の実施に必要な非臨床試験については「医薬品規制の調和に関する国際会議」(ICH) のガイドライン「医薬品の臨床試験のための非臨床安全性試験の実施時期」に、ヒトへの非臨床試験が記載されており、放射性医薬品もこのガイドラインの適用範囲に含まれる。各国の治験の考え方は様々であり、イギリスは比較的緩く、アメリカは日本と同様厳しい規制がある。しかし最近アメリカ FDA 当局は、PET 薬剤において非常に少ない分子のドーズでの理解が深まり規制緩和の方向にある。ドイツはアメリカとイギリスの中間レベルにある。

分子イメージングに関係が深い放射性医薬品開発の規制は、欧州では単回 microdose 臨床試験に関する EU の政策方針書が分子イメージング医薬品にも適用され、米国では FDA が 2004 年 6 月に放射性診断薬の非臨床及び臨床試験を含む安全性評価に関する詳細なガイダンスを公表した。この FDA ガイダンスは日本における放射性診断薬の開発にも資する所が大と考えられる。

以上の調査を通じて明らかになった、日本における分子イメージング医薬品開発の問題点と、その打開方法を以下の 3 つの提言にまとめた。

① スクリーニング Phase I 試験に対する規制緩和

の必要性

- ② 文部科学省と厚生労働省の連携の必要性
- ③ 放射性医薬品専門家の規制当局による雇用の必要性

2. 4. 1. 2 科学研究費補助金

【基盤研究 A】

1. 高感度・高分解能・高速度の頭部用次世代 PET 装置を実現する集約的研究

(1) 研究代表者

村山 秀雄（重粒子医科学センター医学物理部）

(2) 研究概要（目的）

本研究の目的は、高解像度、高感度、広域ダイナミックレンジをもつ頭部用 PET 装置を実用化することである。感度の向上により、その分検査時間が短縮し受診者への負担が軽減されるだけでなく、放射性薬剤の投与量を減らせるために 1 検査当たりの被ばく量が減り、診断費用も削減できる。そのため、多くの人が最新の検査を受けられるようになり、アルツハイマー病などの初期症状を診断して早期に対処するなど、健康寿命の向上に貢献する。

従来の技術を打ち破る高感度・高解像度・広域ダイナミックレンジの次世代 PET 装置を実現するためには、3 次元放射線検出器の実用化が不可欠であるが、その潜在能力を引き出すには単に検出器の開発だけではなく、装置の構成技術を見直して新たな要素技術を研究開発する必要があると認識されるに至っている。本研究では、主に人体頭部専用装置の実用化を想定して、実験室レベルにおいて新しい 3 次元放射線検出器を用い、かつ立体計測に適した検出器配列および新しい高速データ収集法を研究し、次世代 PET 装置の検出器校正や画像再構成、吸収および散乱線・偶発同時計数の補正を総合的に研究する。さらに、次世代 PET 装置の実用化に関して選択すべき各種装置パラメータの最適値、およびその具体案を提示する。

BGO は検出効率が高く安価で全身用 PET 装置によく用いられるが、発光量が小さく屈折率が大きいいため DOI 検出器の上層に用いると光量がさらに落ちると考えられている。光量が少ないと同一エネルギーの γ 線の吸収により得られる光子数の揺らぎが大きくなり、検出器の結晶判別能が低くなる。そのため、BGO のみで構成される DOI 検出器開発の試みは少なく、アメリカの McGill 大学のグループが 2 層の BGO-DOI 検出器を開発しているのみである。今回 2.9 mm × 2.9 mm × 7.5 mm の BGO 結晶素子を用いて、12 × 12 の 2 次元配列を 4 層にした結晶ブロックを作成した。この結晶ブロックを 256ch FP-PMT の中央に光学結合して性能評価実験を行った結果、良好な結晶判

別性能を確認した。4 層 BGO-DOI 検出器の開発により、検出器リング径が小さく体軸方向に長いシステムデザインが可能となるため、安価な全身用 PET 装置の実現が期待できる。

2. 癌細胞を特異的に攻撃する放射線増感剤の研究

(1) 研究代表者

岡安 隆一（放射線安全研究センター宇宙放射線防護プロジェクト）

(2) 研究概要（目的）

癌治療の課題は、正常細胞をできる限り傷つけることなく、癌細胞を選択的に治療できるかということである。当研究は最適な放射線増感剤を使うことにより癌細胞を選択的に攻撃できる戦略を迫及することにある。このため 2 種類の戦略が提案された。

1) 正常細胞に比べ癌細胞に高い親和性を示す、Heart shock protein (Hsp90) 蛋白の阻害剤 (geldanamycin, 17-AAG その他) を用いて、放射線増感を計る。2) 放射線損傷修復機構のうち細胞周期の S 後期、G2 に選択的に働く Homologous recombination repair (HRR) の抑制により活発に成長しているがん細胞を放射線で特異的に攻撃する。

1) HSP90 蛋白の阻害剤を用いた実験：HSP90 阻害剤で毒性が低いとされる geldanamycin (GA) の類似体の 17-allylamino-17-demethoxygeldanamycin (17AAG) を用い、癌細胞、正常細胞での毒性試験を行った。その結果 17AAG 濃度 100 nM 付近が最適と確認した。この濃度で X 線照射による増感作用を検討、ある種の肺癌細胞 (SQ5) で明らかな増感を認めた。それに反し、同条件でも膀胱癌の細胞 (BxPC) ではほとんど増感が観測されず、放射線増感は、癌細胞の由来に関係していることが示唆された。また正常細胞では 17AAG の増感は最小であることも確認した。現在は他の HSP90 阻害剤である, deguelin, SH-6 等の毒性試験、増感作用のスクリーニングを行っている。さらに GA 系薬品による増感作用の機構解明のため、X 線照射後の DNA 二重鎖切断修復の度合いをガンマ H2AX 等の手法を用い調べているが、現在のところ、この修復系のうち、非相同末端結合は薬品投与後もほぼ正常であるという結果が出たが、他の方法により検討

中である。また非相同末端結合修復欠陥細胞を用いた実験では、100nM 17AAG 投与後、やや増感が観測されたことから、相同組み換え修復系が阻害されている可能性があり、現在確認を行っている。これらの結果は現在学会発表、投稿準備中である。

- 2) RNA 干渉を用いた放射線増感実験：非相同末端結合修復に関与する蛋白 DNA ligase IV の siRNA をデザインし、それを用いて X 線による放射線増感をまず正常ヒト細胞で確認した。この結果と染色体、免疫染色による修復阻害も含めての論文は現在審査中である。

3. ウクライナ国民の微量元素摂取状況と健康影響

(1) 研究代表者

白石久二雄（緊急被ばく医療研究センター線量評価研究部微量分析研究室）

(2) 研究概要（目的）

チェルノブイリ原子力発電所事故に伴う放射線被ばくによる健康影響をはじめとし、放射能汚染による地域農産物、畜産物等の摂取制限、ソ連邦崩壊にともなう経済的影響による栄養摂取状況の悪化、さらに産業廃棄物汚染、地理学的元素分布に由来する風土病等の問題を総合的に調査・判断をするために、特に“住民の元素摂取量”に関連した健康影響因子に関して調査・解明を現地研究者と共同で行う。成果は汚染地域に住む住民のみならず人類（日本人）に有効に役立てる。具体的には放射性核種の摂取状況（内部被ばく線量）と非放射性核種（安定体元素）の摂取量状況を把握することを目的とする。ここでの放射性核種としては¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ²³⁹Pu, U 同位体、²³²Th, ²²⁶Ra, ⁴⁰K 等を、非放射性核種としては変異原性、がん抑制元素、風土病原因元素と言われている I, Cr, Tl, Bi, Se, Mo 等の微量元素と微量必須元素を、さらに参考のために常量必須元素 (Na, K, Mg, Ca, P, Fe 等) についても調査・研究対象とする。

【基盤研究 B】

4. PET による気分障害患者の病態と治療法の作用機序に関する研究

(1) 研究代表者

須原 哲也（特別上席研究員）

(2) 研究概要（目的）

抗うつ薬をはじめ、多くの向精神薬は脳内の受容

体やトランスポーターなどに高い親和性を持ち、その受容体やトランスポーターに結合し、その薬理作用を発揮している。そのような向精神薬の受容体やトランスポーターでの動態を生体内で検討することは薬物の作用機序の解明や用量用法を決定する際に重要である。本研究ではうつ病の薬物治療に主に用いられる SSRI の一つであるフルボキサミンによるセロトニントランスポーター占有率の経時的変化に関して PET を用いて検討を行った。また、セロトニントランスポーター占有率の経時的変化をセロトニントランスポーター親和性特性（ED 50 値；占有率が 50% を呈する値）と血中濃度の経時変化をパラメーターとしてセロトニントランスポーター占有率の経時的変化をシミュレーションし、実測値との相関を検討した。

本研究では健常男性 6 名を対象とし、セロトニントランスポーターのリガンドである [¹¹C]DASB を用いてフルボキサミン服用前およびフルボキサミン 50mg 単回服薬後 5 時間後、26 時間後、53 時間後に PET 検査を施行した。服薬後の PET 検査前にフルボキサミン血中濃度の測定を施行した。視床などに関心領域を設定し、小脳を参照領域として Multilinear reference tissue model 2 法を用いて結合能を算出した。服薬前後の結合能の差を用いてセロトニントランスポーター占有率を算出した。フルボキサミンによるセロトニントランスポーターの平均占有率は 5 時間後で約 75%、26 時間後で約 50%、53 時間後で約 25% であった。セロトニントランスポーター親和性特性（ED 50 値；占有率が 50% になる値）と血中濃度の経時変化をパラメーターとしてセロトニントランスポーター占有率の経時的変化をシミュレーションしたところ、実測値と良く関連した。

抗うつ薬の用量用法の決定の際には血中濃度のみならず、脳内セロトニントランスポーター占有率の経時的変化の検討が重要な指標を与えられと考えられた。

5. 新規核タンパク質 NP95 によるヒト体細胞放射線防御の機構

(1) 研究代表者

藤森 亮（放射線安全研究センター比較環境影響研究グループ）

(2) 研究概要（目的）

NP95 はマウス胸腺細胞において S 期特異的に発現する核蛋白として単離された。同遺伝子のマウス

ES ノックアウト細胞は、野生型の細胞に比べて、X線、UV、MNNG、hydroxyurea (HU) のそれぞれに約2-3倍の高感受性、約2倍の自然姉妹染色分体交換頻度上昇を示した。我々は、このタンパク質がDNA (フォーク)複製点に遭遇する損傷DNA、あるいは複製中止に伴い蓄積する単鎖部分、の回避および複製点の再活性化機能を担う可能性を提案した (JBC 277:34559, 2002)。しかし、これらの性質がES細胞以外の体細胞、とりわけ種を異にするヒト体細胞の放射線防御においても正しいか否か不明であった。本研究の目的は、ヒトNP95ホモログ (hNp95) 遺伝子産物の機能を明らかにすることである。

マウス Np95 のヒトホモログ (hNp95) cDNA を分離し、構築した hNp95 antisense cDNA をヒト HEK293 及び WI-38 細胞に導入して、それらのノックダウン細胞の特性を解析した。その結果、ヒトNP95タンパク質の正常な機能発現が放射線をはじめとするDNA損傷、及びHU等によるDNA複製進行阻止に対する防御要因の一つであることを明らかにした。また、Na/K 依存 ATPase 遺伝子に生ずる塩基置換突然変異を検出するウアパイン抵抗性を指標として、自発変異体存在比率を測定したところ、対照非ノックダウン HEK293 細胞にくらべ約20倍の高頻度であった。これは先のマウスESノックアウトE18細胞における6TG抵抗性指標での結果(約30倍の高自然突然変異率)を裏打ちする知見であり、DNA複製点におけるNP95の機能がマウス細胞とヒト細胞で類同であることを示した。

マウス NP95 発見の端緒となったモノクローナル抗体 Th10-a は、ヒト細胞由来 NP95 に交叉しない。このため、hNP95 蛋白を精製し特異抗体を作出した。細胞組織免疫学的解析では、X線照射後のヒト細胞 (HEK293) で、hNP95 の一部が DNA 切断部位を示す γ -H2AX 蛋白質のシグナルと重なる一方、他の部位への集積も確認した。hNP95 の精製標品を用いたゲルシフト解析から、hNP95 は、線状 DNA に比較してスーパーコイル DNA や、ニックを含む環状二本鎖 DNA、一本鎖 DNA に対してより強固な親和性を示した。ゲル中を移動できない巨大な蛋白質-DNA 構造体を遠心分離法によって解析した結果、hNP95 は一本鎖 DNA と相互作用したときのみ、沈降性の巨大な凝集体を生成することがわかった。この凝集会合性は、核マトリックスにある MAR DNA 配列と特異的に結合する MAR 因子に共通して見出されており、hNP95 もまた同様の機能によって、クロマチン高次構造の変換に関わる可能性が示唆された。

6. 新しいがんのソマトスタチン遺伝子治療併用内部照射ターゲティング療法の開発

(1) 研究代表者

棚田 修二 (重粒子医科学センター画像医学部)

(2) 研究概要 (目的):

ソマトスタチン(成長ホルモン分泌抑制ホルモン)の類似物質であるオクトレオチド(合成ソマトスタチン)は、生体内で対応するソマトスタチン受容体と特異的に結合することが知られている。また、ラジオアイソトープ (RI) 標識オクトレオチドは癌の画像診断の臨床研究に用いられており、細胞障害性の強い RI を用いると癌の特異的な治療法(ターゲティング治療法)となり得る。そこで、本研究は担がん動物モデルを作成することと、遺伝子導入の手法を用い、肺がんと前立腺がんのがん細胞表面にソマトスタチン受容体を発現させ、 β 線放出RI標識オクトレオチドを用いたソマトスタチン遺伝子治療併用内部照射ターゲティング療法の開発を目指すものである。さらに γ 線放出RI標識オクトレオチドを用い、がん細胞表面に存在するソマトスタチン受容体を画像化するとともに、受容体量を定量測定することで治療効果の定量的評価法も併せて開発するものである。

既に、本年度においてN末端にHAタグをつけたヒトソマトスタチン受容体2型は、ソマトスタチンと結合することを確認しており、アデノウイルスベクターにHA-ヒトソマトスタチン受容体2型遺伝子を組み込んだAdex-HAhSStr2を構築し、HEK293細胞にリポフェクション法により遺伝子導入することによりアデノウイルスを産生する。そのアデノウイルスを肺がん細胞A-427と前立腺がん細胞CA20948に感染させることにより、高効率にソマトスタチン受容体を発現する細胞を作成しつつある。導入されたソマトスタチン受容体発現効率はHAに対する抗体を用いることにより、ウェスタンブロット法および細胞染色にて評価し、RI標識したオクトレオチドを用いて、競合法で結合能を確認しているところである。

7. BMP 抑制分子の制御を介した骨形成モデルの基盤研究

(1) 研究代表者

二藤 彰 (先端遺伝子発現研究センター高精度遺伝子発現プロフィールプロジェクト)

(2) 研究概要 (目的)

本研究ではBMPがin vivoにおいて十分な骨形成活性を示すためには、BMP抑制分子の活性制御が重

要であるとの仮説に基づき、それを検証する基礎研究を展開し、臨床応用に向けた基盤とすることを目的とする。本年度はその目的のために以下の2点について研究を行った。

BMPによる骨形成ならびに分化誘導ではどの抑制分子が主たる発現をするか、

内在性の抑制分子の活性を減弱させることで、骨形成が増加するか、

BMPによって誘導されるBMP抑制分子の網羅的発現解析

In vitroでの検討

間葉系幹細胞10T1/2細胞に対して、BMP2, 5, 6, 5/7のそれぞれを作用させ、経時的にRNAを抽出し骨芽細胞分化形質、軟骨細胞分化形質とBMP抑制分子の遺伝子発現を網羅的にreal time PCRにて観察した。骨芽細胞の分化形質はBMP2によって最も効率よく誘導がかかり一方、軟骨細胞の分化形質はBMP5/7によって効率よく誘導がかかった。一方BMP抑制分子についてはすべての条件においてNogginの誘導が認められた。またUSAG1, Twsg, cer, Grem, DANなどは発現レベルが変わらないか、むしろ抑制的に認められた。Sost (sclerostin) はBMP2により12時間後PRDCは24時間後に発現の上昇が認められた。したがって、以上の結果からNoggin Sost PRDCがBMP刺激に反応的に遺伝子発現上昇が認められることが示された。またSostの発現上昇は初代頭蓋冠由来骨芽細胞の分化においても認められるが、そこで外来性にNogginを作用させるとSostの発現が抑えられることから、内在性BMPシグナルがSostの発現の維持に必要と思われた。2) についてはU3promoterを用いた発現ベクターによって発現抑制が有効に行われることを予備的実験により観察している。現在それらの分子に対するsiRNAを発現させ、効果を観察している。

【基盤研究C】

8. メラノサイトの分化における細胞間相互作用に関わる分子の作用機構

(1) 研究代表者

廣部 知久 (放射線安全研究センター放射線障害研究グループ)

(2) 研究概要 (目的)

本研究ではマウスのメラノサイトを材料に細胞増殖・分化の制御機構を周りの組織環境、特にケラチノサイトとの細胞間相互作用の解析から明らかにす

る。未分化なメラノblast・メラノサイトおよびケラチノサイトをマウスの皮膚より初代純粋培養し、未分化なメラノblast・メラノサイトおよびケラチノサイトを混合培養し、メラノサイトの増殖・分化がケラチノサイトによってどのように制御されているかを明らかにする。その結果、未分化なメラノblastはケラチノサイトによって分化が促進されたが、そのケラチノサイトに由来する因子の一つが顆粒球マクロファージコロニー刺激因子であることがわかった。また、未分化なメラノblastおよび分化したメラノサイトもケラチノサイトによって増殖が促進されたが、ケラチノサイトに由来するメラノblast・メラノサイト増殖促進因子の一つが顆粒球マクロファージコロニー刺激因子であることがわかった。顆粒球マクロファージコロニー刺激因子の抗体をケラチノサイトとメラノblast・メラノサイトの混合培養に加えたところメラノblast・メラノサイトの増殖およびメラノサイトの分化が抑制された。これらの結果から、メラノサイトの分化、メラノblast・メラノサイトの増殖はケラチノサイトによって支配されており、そのケラチノサイト由来因子の候補として、顆粒球マクロファージコロニー刺激因子が示唆された。

9. 膀胱癌に対する重粒子線術前照射による再発抑制作用機序の解明に関する研究

(1) 研究代表者

山田 滋 (重粒子医科学センター病院治療課)

(2) 研究概要 (目的)

膀胱癌に対する重粒子線照射による局所再発抑制作用の機序を明らかにすることを目標とする。そのために(1)膀胱癌の特徴である低酸素条件下で、放射線感受性の異なる膀胱癌細胞を用いてX線と重粒子線照射の比較を行い、(2)最も殺細胞効果の高い線質・線量等の条件を決定し、(3)膀胱癌の再発に関連する遺伝子の発現を調べ、(4)手術標本でそれらの遺伝子の発現を実験結果と比較し確認することで、遺伝子レベルでの再発抑制機序を解明する。

膀胱癌培養細胞株、MIAPaca (膀胱管内乳頭腺癌由来)、Bx-Pc, Panc-1 (浸潤性膀胱癌由来)に重粒子線照射、X線照射を行い、生存率をコロニー形成法にて検討した。重粒子線ではX線と比較して酸素濃度による影響を受けなかった。そこでこれらの細胞に重粒子線を照射シタンパクの発現をウエスタンブロット法を用いて測定した。乳頭腺癌は浸潤性膀胱癌より一般的に血流が良好であるが、VEGF-Aおよび

そのレセプターである VEGFR-2 はともに浸潤膵癌である Panc-1 の方が発現が高かった。窒素ガスを培養フラスコに 1 時間流し低酸素にした状態におくと VEGF-A、VEGFR-2 の発現の変化は認められず、重粒子線照射によってもそれらの発現は変化しなかった。一方局所再発に関与する VEGF-C (リンパ管内皮細胞増殖因子) (Niedergethmann: Pancreas, 2002) の発現は低酸素においても重粒子線照射においても変化しなかったが、そのレセプターである VEGFR-3 は低酸素状態で著明に増加し重粒子線照射にて発現が低下した。これらのことより膵癌細胞は低酸素状態により自己の受容体である VEGFR-3 の発現を増加し増殖能・浸潤能を獲得し局所再発を引き起こすものと考えられた。重粒子線照射はこの VEGFR-3 の発現を低下することにより局所再発を抑制しているものと考えられた。

10. 精巣上皮細胞の NGF 受容体に対する一酸化窒素の影響

(1) 研究代表者

小野田 眞 (放射線安全研究センターレドックス制御研究グループ)

(2) 研究概要 (目的)

神経成長因子 (NGF) とその特異的受容体 (NGF-R) は神経細胞の成長や機能の維持に欠くことの出来ない要素であるが、最近では、神経系組織／器官での作用とは別に、非神経系器官における局在性と作用が注目されている。精巣においては、生殖細胞と精巣内体細胞 (例えばセルトリ細胞) との細胞間相互作用 (オートクリン／パラクリン作用機構) に NGF / NGF-R が関わり、精子形成 (生殖細胞の増殖と分化) の統御に大切な役割を果たしていることも分かってきた。

一酸化窒素 (NO) は一酸化窒素合成酵素 (NOS) によってアルギニンから合成され、様々な生理的／病理的事象に深く関わっている。NO 産生を司る NOS は種々の細胞や器官／組織に見出されているが、最近、男性生殖器官／副生殖器官においても NOS の局在が報告され、精巣における精子形成や、あるいは、その補助器官における精子遊走能、受精能獲得などに対する NO の役割に興味が注がれ始めた。しかしながら、精巣における NGF / NGF-R を介した生殖細胞と精巣内体細胞との細胞間のコミュニケーションに対して NO がどのような役割を果たしているのかは未だに不明である。このような背景から、本研究では、精巣における形態的／機能的に複雑な変化を伴

う精子形成の統御機構の中で、NGF の産生と NGF-R の発現がどう関わっているのか、さらには、それら成長因子と受容体に対して NO がどのような役割を果たしているのかを解明しようとするものである。つまり、精巣上皮細胞 (セルトリ細胞) の NGF-R 発現や生殖細胞における NGF 産生／分泌に対して NO がどのような作用を及ぼしているのかを、細胞生物学的、組織化学的、生化学的、分子生物学的観点から解明する。

11. ランダムミュータジェネシスによる遺伝子欠損モデルラットの開発に関する研究

(1) 研究代表者

原田 良信 (フロンティア研究センター放射線感受性遺伝子研究プロジェクト)

(2) 研究概要 (目的)

遺伝子欠損モデルラットの開発を目的とし、BN 系統の雄ラットにクロラムブシルを投与し、突然変異体を作成する研究を行ってきた。その結果、G3 世代のラットにおいて極めて矮小な個体が誕生し、これらのラットについて DNA マイクロアレイを用いた解析の結果、少なくとも 10 個程度の遺伝子の発現がほぼ消失している結果を得た。今年度の研究では、これらのラットについて、脳および肝臓から採取された RNA サンプルを用いて、RT-PCR 法によって、その遺伝子発現を確認する実験を行った。マイクロアレイによる実験で消失している想定された 4 つの遺伝子、*Cyp3a3*, *Sce1*, *Alas1*, *Lipc* についてプライマーを設計し、RT-PCR 法によって発現の有無を解析したところ、*Cyp3a3* 遺伝子については矮小固体で発現が抑制されていたが、その他の遺伝子についてはコントロール個体に比べ発現量は低下しているものの、少量の遺伝子発現が観察された。この結果により、遺伝子が完全にノックダウンされていないことが予測されたので、これら 3 遺伝子については今後の解析から除外した。一方、*Cyp3a3* 遺伝子については矮小個体での発現抑制が観察されたので、これらの個体のゲノム解析を行って、どのような遺伝子破壊が起こっているのかを解析した。ラット *Cyp3a3* 遺伝子は 13 個のエクソンからなることが報告されていたので、それぞれのエクソンを増幅するプライマーを設計し、染色体上の欠損エクソンの検出を試みた。ところが矮小個体について、全ての個体の全てのエクソンが染色体上に存在するという結果を得た。そこでプロモーター領域の染色体領域欠損を確認するため、第 1 エクソンの上流 5 k b につ

いて4セットのプライマーを設計し、ゲノム解析を行ったが、全ての領域が存在する結果を得た。すなわち矮小個体は *Cyp3a3* 遺伝子について遺伝子発現がほぼ完全に抑制されているにもかかわらず、ゲノム DNA に大きな欠損が観察されないという結果を得た。

12. 放射線による遺伝的影響を分子レベルで検出する実験系の開発に関する研究

(1) 研究代表者

山内 正剛（放射線安全研究センター低線量生体影響プロジェクト）

(2) 研究概要（目的）

放射線による遺伝的影響の有無については、相反する研究結果が報告されており、結論が得られていない。すなわち、チェルノビル原発事故の影響を受けたベラルーシ地域住民や野生生物では遺伝的影響が検出されたが、原爆被爆者やチェルノビル原発事故現場清掃人の子孫では検出されていない。また、米国で実施された10万匹単位の実験用マウスによる遺伝影響解析実験の結果は、表現形質の変化により3グレイ以下の放射線による遺伝的影響を統計学的に有意な精度で解析するには100万匹単位のマウスが必要であることを示唆するが、現実的に実施可能な規模の実験ではない。本提案では、遺伝的影響の本体がゲノム DNA 塩基配列の変化である点に着目し、直接的なゲノム DNA の解析により、遺伝的影響（＝突然変異の発生）の有無やその種類を同定する。当所における中期計画以外には、同様の手法を用いた研究が実施された例は知られておらず、世界的にも新規かつ独創的なものである。当所の中期計画の中ですでに開始されている遺伝影響解析実験は、シーケンシング解析により突然変異の発生を検出するものであり、突然変異を詳細に検出・解析できるが、大きな欠失変異の検出には効率的でないため、新たにサザンブロット解析による欠失変異の検出に焦点を当てた本計画を実施する。本計画で解析対象とするゲノム領域としては、遺伝子をコードしないSTS マーカー領域10箇所、生存に必須ではないゲノム遺伝子 (*Aprt* 遺伝子) 領域、生存に必須なゲノム遺伝子 (*Ctps* 遺伝子) 領域、ならびに超可変反復配列 (*Ms-6hm*) 領域を予定している。本手法では、薬剤耐性等による選択を行わず、実験に用いたすべてのマウスのゲノム DNA を直接的に解析するので、従来は検出できなかったサイレントタイプの突然変異も検出できる点で画期的である。表現形質の変化で

は検出できなかった遺伝的影響を検出できるようになれば、これまでは不可能であった低線量域の放射線による生物影響を定量的に解析できるようになると考えている。本手法の確立により、低線量の放射線被ばくによる生殖細胞突然変異の発生頻度が明らかになるだけでなく、発生した突然変異の種類も同時に確定することができるため、当該学問領域における意義や影響は計り知れない。

13. 重粒子線低線量照射で誘導される生物効果のバイスタンダー効果とそのメカニズム解明

(1) 研究代表者

鈴木 雅雄（放射線安全研究センター宇宙放射線防護プロジェクト）

(2) 研究概要（目的）

原子力エネルギー利用や放射線廃棄物を源とする放射線に対する人体影響や、医療分野における放射線利用に対する人体影響は、放射線科学の分野において重要な研究課題の一つである。このような放射線源に対する放射線影響研究で特に問題となるのは、低線量・低線量率の照射効果であり、粒子線の場合はイオンビームの低密度照射の生物影響に他ならない。

粒子線マイクロビームを用いた放射線影響研究は、比較的原子番号の軽いヘリウムイオンや陽子で確立されて、米国や英国を中心に研究が進行している。そのため、バイスタンダー効果に関しても、これまでに報告されているのはヘリウムイオンによるものが主である。本研究では、ヘリウムイオンよりも原子番号の大きな核種のイオンビームによって細胞レベル（細胞致死・突然変異）の生物効果にバイスタンダー効果が誘導されるのか否かを明らかにする。

平成16年度は、HIMAC 中エネルギービーム照射室で利用可能な低エネルギーの炭素イオンビーム (6MeV/n) を用いて、以下の(1～4)に示す細胞への炭素イオンビーム照射方法を用いて、ヒト皮膚由来の正常細胞の細胞生存率求め、バイスタンダー効果の誘導の有無とそのメカニズムを検証した。

- 1) 細胞付着面全体に一定数の炭素イオンを照射
- 2) 細胞付着面全体を照射したサンプルと非照射のサンプルを一対一で混合
- 3) 細胞付着面の半分のみを照射
- 4) 半分のみを照射し、同時に細胞間情報伝達阻害剤を併用

得られた結果から細胞生存率は、(1)と(3)の照射条件でほぼ等しく、(2)の照射条件で前者より有

意に高いというものであった。この結果は、(3)の照射条件で実際にイオンビームのヒットを受けていない細胞も何等かのメカニズムによって細胞死に導かれた事を明確に示すものであり、バイスタンダー細胞致死効果が誘導された、と考える。次に、細胞間情報伝達を遮断した(4)条件では、細胞生存率は(2)の条件の場合とほぼ同レベルまで高くなることが判った。この結果は、接触した細胞間の情報伝達が、観察された細胞致死効果に対するバイスタンダー効果のメカニズムに重要な意味を持っていることを示唆するものである。

14. 人工ダイヤモンド放射線検出器の温度依存症および放射線耐性についての研究

(1) 研究代表者

内堀 幸夫（放射線安全研究センター宇宙放射線防護プロジェクト）

(2) 研究概要（目的）

人工ダイヤモンド放射線検出器は、新しいタイプの半導体検出器として注目されている。その理由は、放射線耐性が高いこと、高温環境での動作が期待されること、電荷移動速度が速いこと、平均原子番号が人体組織に近い組織等価物質であることなどが上げられる。我々の開発した人工ダイヤモンド検出器は、一粒子によるエネルギー損失量を測定できるパルス検出器として動作し、そのエネルギー分解能はAm線源によるアルファ線(5.5MeV)に対して、シリコン半導体検出器に匹敵することを確認している。人工ダイヤモンド放射線検出器の特性のうち、他の半導体検出器などよりも有利だと考えられる、高温下における動作確認および強放射線場における動作について研究を行う。

本年度は、ダイヤモンド検出器の放射線に対する応答（測定精度）を調査するためのシステムの構築から始めた。まず、Am241 α 線をダイヤモンド検出器に照射するために、ターボ分子ポンプ、および、真空計を購入し、既存のロータリーポンプと接続して、約10リットルの真空チェンバーを高真空に引けるようにした。一部、信号コネクタ部から真空漏れが発生し、その修正に時間を要したが、期待される真空度に達した。また、検出器に接続するプリアンプ部を調整して、高真空において高電圧を印可できるようにした。Am241 α 線源をダイヤモンド検出器の近傍に設置し、検出器に照射し、その信号をプリアンプ、メインアンプで処理し、MCAで計測した。この情報が、以後、大線量放射線照射後、および、

温度変更時の基礎データとなる。

また、真空チェンバー内で検出器の温度を調整できるように、既存のペルチェ素子タイプ温度勾配装置のセットアップを行った。液冷用の循環水システムなどの構築が終了し、温度変動試験に移行する。

さらに、ダイヤモンド検出器に放医研 HIMAC の重イオンビームを照射し、人工ダイヤモンド検出器の重イオンビームに対する応答を調査した。大線量ではなかったが、今後の基礎データが取得できた。

また、サイクロトロンによる陽子線ビームによる検出器への照射実験に備えて、サイクロトロン・ビームポートの照射野の調整を行った。70MeVの陽子線で平坦な照射野を確保するために、ワイヤーチェンバーを使用して、ワブラー電磁石の調整を行い、約10cm直径の平坦な照射野を確認した。このようにして、今後の照射実験の準備が整った。

15. フリーラジカルに対する生体防御物質の開発研究

(1) 研究代表者

伊古田暢夫（放射線安全研究センターレドックス制御研究グループ）

(2) 研究概要（目的）

生体が放射線や紫外線、低酸素状態（虚血）などのストレスに曝されると活性酸素などのフリーラジカルが生成する。それらは、スーパーオキシド、ヒドロキシルラジカル、ペルオキシラジカル、一酸化窒素などのラジカル種である。通常は生体が本来有しているフリーラジカル消去システムにより除去されるため障害は起こらない。障害は生体内で発生する活性酸素や活性窒素などのフリーラジカルが消去されない時に生じる。これらフリーラジカルによる生体成分の損傷は、核酸塩基の酸化や鎖の切断、蛋白質の酸化による酵素機能の不活性化、脂質過酸化であり、これらが蓄積すると種々の障害・疾病が生じる。本研究では、種々のフリーラジカル種に対する消去化合物を探索した。

本年度は主としてスーパーオキシド、ヒドロキシルラジカルやペルオキシラジカルの消去能について、電子スピン共鳴法によるスピントラッピング法、DPPHを用いる分光法によって、また分解してヒドロキシルラジカルとNO₂ラジカルを生成するパーオキシナイトライト(PN)についてその消去物質をHPLCにより、チロシンのニトロ化とジチロシンの生成を指標に探索した。今回用いた消去剤は、水溶性ビタミンE誘導体（トロロックス、TMGなど）や、それ

らにシステイン、ビタミンC誘導体、セレン含有化合物を、エステルあるいはアミド結合で共有結合させた化合物、ならびに平面型カテキン誘導体、ポリフェノール類、インドール誘導体を用いた。これらの化合物のフリーラジカル消去能を調べると、トロロックスと同等のスーパーオキシド、ヒドロキシルラジカル、ペルオキシラジカル消去能を有していた。平面型カテキンは側鎖が長くなる程、分光法によるペルオキシラジカル消去能は高くなったが、スーパーオキシドやヒドロキシルラジカル消去能は弱くなった。またパーオキシナイトライトに対する消去作用を内在性化合物、天然物、合成化合物から探索し、クルクミン、カテキン、トロロックス、TMG、カルコン類は、ヒドロキシルラジカルとNO₂ラジカルを強く消去した。また、インドール骨格を有する化合物は、Tyrの酸化反応は抑えず、ニトロ化のみを選択的に抑えることを見出した。このことは、パーオキシナイトライトの活性種がcaged NO₂ラジカルとOHラジカルだけでは無く、別の活性種の存在を示唆した

16. 生体内分子イメージングによるサル薬物依存の脳内異常可塑性の分子機構の解明

(1) 研究代表者

大林 茂（重粒子医科学センター脳機能イメージング研究開発推進室）

(2) 研究概要（目的）

我々の脳はその発達形成期や発達後も学習など外的刺激によりその構造を変化させ外界への適応能力を高める。新しい学習局面では、抽象思考に基づく問題解決や外的状況の変化への柔軟な適応能力が必須であり、そのためには過去の経験、知識を再生／想起し、何時でも応用可能な状態での表象が必要である。一定の方略を反復することで新しい行為は自動化し脳内再構成を誘発する。一方、多元的（脳の器質的・機能的あるいは心理的・社会的）要因により統合失調症などの精神疾患を引き起こし社会適応が困難になる。精神病は「学習・記憶の病気」という見方もできる。状況・文脈に合致しない条件付けや過去の記憶の異常想起として妄想、幻覚が繰り返し現れるといったremodelingと考えられるからである。コカインや覚醒剤、麻薬といった薬物中毒は精神依存、幻覚・妄想、逆耐性や履歴現象（薬を止めても自発性減少、感情の平板化といった陰性症状が残存しさらに投与された条件を再現するだけで以前経験した幻覚、妄想が再発）といった経験と記憶

の特殊な関係の現象を惹起する。特に履歴現象は統合失調症患者に見られる再燃・急性増悪と類似性があり統合失調症のモデルとして注目される。サルでも薬物依存形成されるメカニズムはヒトと共通であろうと推定されているためサル・ヒト間の依存形成に伴う異常可塑性を比較することは重要である。精神疾患をもたらす異常可塑性の生体内分子機構を理解するため、サル精神疾患モデルを用いてPETと侵襲的手法とを相補的に研究展開する。

17. 遠隔画像診断に適した透かしの強度と画質劣化を考慮した電子透かし方法

(1) 研究代表者

安藤 裕（重粒子治療センター医療情報室）

(2) 研究概要（目的）

胸部X線、CT、MRI、核医学画像に電子透かしを埋め込み、電子透かし情報は固有認証子で管理する。固有認証子により画像の同定が可能となる。電子透かしを埋め込んだ画像は、原画像に比べて画質が劣化する。この劣化の程度を、臨床上許容される範囲にとどめた。PSNRで測定すると電子透かしを埋め込んだ画像は、44～38 dBとなる。

胸部X線画像の透かし埋込では、ビットスワップ法とDCT法を行った。ビットスワップ法では、透かしが最も弱いLSBに埋め込んだ場合、JPEG圧縮をすると情報が失われる。その場合、Q=99で77.8%→100%、Q=95で51.5%→65.4%、Q=80で49.9%→42.3%であり、JPEG圧縮ではほとんど透かし固有情報を保持することはできなかった（→の記号の後の数字は、誤り訂正を行った後の透かし情報の検出率）。一方、DCT法では、透かしの埋め込み強度（R=16）で、Q=90で100%、Q=75で99.0%→100%、Q=50で77.4%→100%、Q=25で54.2%→51.7%となった。

DCT法では、画像処理に対する十分な耐性を示し、患者情報などの検索キーとなる透かし固有認証子をこの方法で埋め込めば、患者の取り違いや原画像の検査日時、検査施設などの確実な認識ができると考えられる。また、透かしにビットスワップ法を用いれば、画像がオリジナル画像と同一であるかどうかの判定が可能となり、遠隔画像診断における安全性を確保することの一助となる。

18. 骨盤肉腫における重粒子線照射後腰仙椎神経機能に関する研究

(1) 研究代表者

鎌田 正 (重粒子医科学センター病院治療課)

(2) 研究概要 (目的)

骨盤部肉腫において重粒子線治療前後の腰仙椎部の神経・運動機能を QOL を含めて評価し、1) 患者因子 (年齢、性別、症状等) 2) 腫瘍因子 (組織型、体積、占拠部位等) 3) 治療因子 (前治療の有無、照射線量、照射体積、DVH 等) と腰仙椎神経機能予後の関係 (線量効果関係の有無等) を明らかにする。1996 年 6 月から 2002 年 8 月までに重粒子線治療 (炭素イオン線 4 週間 16 回照射) を施行した仙骨脊索腫新鮮例で 1 年以上経過観察を行った 21 症例について坐骨神経における DVH と神経症状との関係について解析した。方法: 坐骨神経は治療計画 CT 上 (非造影、5mm 幅) で診断用 CT, MRI を参考に同定した。腫瘍と一塊となって同定困難なスライス前後の関係より判断し、さらに困難な症例に関しては 2 名の放射線科医が診断した。坐骨神経はスライスごとに径 8 mm (10 ピクセル) の円で示し、全例同一サイズとし、L 5 レベルから坐骨結節まで設定した。腫瘍の照射線量は 64-73.4 GyE (中央値 70.4 GyE) であった。神経症状は SOMA/LENT スケールを参考とし評価した。結果: 症状は左右あわせて grade 0 が 20 例, grade 1 が 12 例, grade 2 が 10 例であった。60 GyE における DVH では grade 0 が $1.285 \pm 0.37\text{cc}$, grade 1 が $3.365 \pm 0.52\text{cc}$, grade 2 が $7.547 \pm 0.64\text{cc}$ であり、各々の群に有意差 ($p < 0.005$) を認めた。Grade 2 の症例の平均腫瘍体積は 715cc であり、いずれも腫瘍の浸潤や近接が認められた。仙骨全体を照射し、60 GyE における DVH の左右差が 1cc 未満であった 3 症例においては、いずれも腫瘍の偏在している側の grade が高く、病巣の存在が神経症状の予後に影響していることが示唆された。結語: 坐骨神経症状と 60 GyE の DVH の間に相関が認められた。照射体積が同程度の場合、腫瘍の偏在する側に神経症状が増強する可能性が考えられた。この研究の一部を論文としてまとめ、CLINICAL CANCER RESEARCH 誌に報告した。MGH との脊索腫症例の MATCHED PAIR STUDY については、MGH において陽子線治療症例のデータ使用につき IRB (MGH) の承認が得られたことに伴い、MGH を訪問し、対象症例の具体的な選択基準の打ち合わせを行った。

19. 放射線等のストレスにより上昇する唾液腺アミラーゼの病理・生化学・分子生物学的機構の研究

(1) 研究代表者

明石 真言 (緊急被ばく医療研究センター被ばく医療部)

(2) 研究概要 (目的)

唾液腺アミラーゼのレベル上昇は、耳下腺炎など以外にも大手術後や身体的なショックで一過性の上昇が認められることが知られている。また、頭頸部の腫瘍に対して放射線治療を行う際に、唾液腺が照射を受けると血清中のアミラーゼが上昇する。これらの機序については不明なことが多い。1999 年茨城県東海村で起きた臨界事故では、被ばく者 3 名とも被ばく事故当日にそのレベルの上昇がみられ、次の日には正常値の上限の 5~10 倍にもなったが、その後速やかに減少している。

当研究の目的は、放射線による血液中アミラーゼレベルの上昇の機序を明らかにすることであり、唾液腺アミラーゼの産生、分泌機構の変化の 2 つに分けて検討を進めている。平成 16 年度はマウスとラットを使用し、動物実験系の確立と *in vitro* におけるアッセイ系樹立を検討した。マウスとラットに照射後アミラーゼ活性を基質法と非変性ゲル電気泳動法で比較したところ、血液中のアミラーゼ活性の上昇はマウスの方が顕著な結果が得られた。唾液中のアミラーゼ活性を調べたところ、ピロカルピン刺激による唾液の流量の減少とアミラーゼ酵素の減少が照射マウスに観察された。このことは唾液腺からアミラーゼが血液中に逸脱する機序が、少なくとも一部に関与している可能性を示している。形態学的にも導管の変化が認められたため、非照射マウスの耳下腺の導管を機械的に結紮し導管開口部にアミラーゼが分泌されないようにし、血液中のアミラーゼレベルを調べた。マウス血液中のアミラーゼは著明な増加が見られ、ラットにおいても同様なことが観察された。以上の結果は、唾液腺で産生されたアミラーゼが導管ではなく何らかの機序で血液中に逸脱する可能性を示している。この可能性を確かめるために、ラットの静脈もしくは耳下腺の導管にカニューレーションを行いマーカーを投与し、電子顕微鏡にて唾液腺腺房組織を観察した。組織学的には出血は認められなかった。またアミラーゼの分子量との関係に関わらず、照射ラットの耳下腺では細胞間隙を介して腺腔にマーカーが観察されたが、非照射ラットでは観察されなかった。これらのことは放射線により tight junction 機構が破綻し、細胞間隙に漏出したアミラーゼが何らかの機構をへて血管中に逸脱

する可能性を示しており、現在血管内に入る機構を検討している。

【特定領域研究（2）】

20. XPG 欠損マウスを用いたヌクレオチド除去修復と塩基除去修復の相互作用の解析

(1) 研究代表者

塩見 忠博（放射線安全研究センター低線量生体影響プロジェクト）

(2) 研究概要（目的）

色素性乾皮症 (XP) G 群患者では成長障害や早期死亡を特徴とするコケイン症候群 (CS) を併発する場合がある。CS 発症に関係する Xpg 領域を特定するためエクソン 15 を欠損した Xpg Δ ex15、811 番目のアミノ酸（アスパラギン酸）をストップコドンあるいはアラニンに置き換えた XpgD811stop と XpgD811A の 3 系統の変異マウスを作製した。XpgD811stop では明らかな成長障害がみられ早期（誕生後約 4 週間以内）に死亡したが、他の 2 系統のマウスでは成長障害はみられなかった。成長障害のみられなかった 2 系統のマウスではヌクレオチド除去修復能 (NER) が部分的に残されていたので、NER 完全欠損の Xpa ノルマウスと交配し、NER 活性を失った二重変異マウスを作出した。これらの二重変異マウスでは、ともに NER 活性は失っていたが、エクソン 15 欠損マウスとの二重変異マウスのみ CS の症状を示した。このことから CS を発症するためには、NER 活性を完全に消失することと Xpg のエクソン 15（C 末 183 アミノ酸に相当）を欠損することが必要であることが明らかになった。

【萌芽研究】

21. 象牙芽細胞分化モニター法の開発とその応用

(1) 研究代表者

二藤 彰（先端遺伝子発現研究センター高精度遺伝子発現プロフィールプロジェクト）

(2) 研究概要（目的）

間葉系幹細胞 C3H10T1/2 細胞を用いた象牙芽細胞分化のモニター法の開発を試みる方法として象牙質特異的遺伝子 Dspp のゲノム DNA の単離と knock-in による LacZ 遺伝子の挿入を行うための targeting vector の作製を行った。ゲノム情報をもとにプライマーを設計し C3H10T1/2 細胞のゲノムから long PCR により Dspp 遺伝子 10kb（6kb + 4kb）を単離し、それぞれサブクローニングした後に、シーケンスに

より塩基配列を確認した。knock-in vector となるプラスミドは、遺伝子発現マーカーとして IRES-EGFP、選択マーカーとして neomycin を用いた。さらに negative selection として HSV-TK 遺伝子を置き、neomycin 遺伝子は loxP site ではさみ、必要な時期に neomycin を抜けるようにした。コンストラクトを間葉系幹細胞 C3H10T1/2 細胞に遺伝子導入した。その際、ほぼ同じサイズの (15 kb) コントロールプラスミドを用いて導入効率を検討した。さらに、ES 細胞では targeting を行う配列によって相同組み換えの起こりやすさが異なることが知られているため、すでに ES 細胞において gene targeting が行われた遺伝子に対する knock-in vector プラスミドを作成し、それを相同組み換えのモニターの positive control とした。それぞれの遺伝子に対する knock-in vector を用い、遺伝子導入後、選択培地で培養し、いくつかのクローンを回収した。

【若手研究 B】

22. 低線量中性子線による発がんに関する実験病理学的研究（ガンマ線との比較実験）

(1) 研究代表者

大町 康（放射線安全研究センター低線量生体影響プロジェクト）

(2) 研究概要（目的）

1999 年 9 月に東海村のウラン加工工場で起こった臨界事故は、中性子線が大量に放出されるという国内ではこれまでに経験のない事故であった。中性子線の生体影響に関しては、人における疫学データは皆無であり、動物実験データが極めて重要である。しかしながら、低線量中性子線の影響に関しては、生存率や発がん性についての研究報告があるものの、病理発現機序を含めた詳細な検討はなされていない。放射線で誘発される重要な腫瘍の一つに白血病があげられるが、中性子線でマウスに誘発される白血病に関しては、病理発生や分子病理学的な解析はなされておらず、今なおその病理学的特性については不明な点が多い。そこで、C3H 系雄性マウスにサイクロトロン発生 10MeV 中性子線 (0.05 ~ 2Gy) を単回照射後終生飼育し、死亡あるいは瀕死動物の病理解析を行い、中性子線により誘発される腫瘍性・非腫瘍性病変を、ガンマ線 (0.2 ~ 4Gy) 照射マウスのそれらと比較検討する。また、瀕死動物より得た腫瘍組織あるいは血液サンプルについて染色体異常解析、組織細胞化学的解析およびがん抑制遺伝子突然変異

解析などの分子生物学的な解析を行い、中性子線誘発白血病のタイピングならびに病理発生を明らかにすることを目的とする。

23. 飛翔体内の高エネルギー中性子測定用ホスウィッチ型検出器の応答関数と特性評価の研究

(1) 研究代表名

高田 真志（放射線安全研究センター宇宙放射線防護プロジェクト）

(2) 研究概要（目的）

航空機、宇宙飛翔体の搭乗員の放射線被ばくは、ICRP が定めた公衆の年間許容線量を超える場合がある。飛翔体内部での放射線環境は地上と大きく異なり中性子、ガンマ線以外に 100 MeV 以上の陽子が混在する。これまで陽子などの荷電粒子成分は測定がなされたが、中性子に関しては、中性子と陽子の粒子識別の困難さから不十分であった。このため、30 ～ 60% を占める中性子の線量当量の評価の不十分さにより、飛翔体内部の線量評価には不確定要因が残る。飛翔体内部で粒子識別を行い中性子エネルギー計測が可能な検出器とデータ計測装置を製作し、本研究では検出器とデータ取得装置の粒子識別特性と応答関数を評価する。放医研サイクロトロンと HIMAC の高エネルギー陽子と中性子を検出器に照射し、検出器からの波形の相違から、検出器自身の十分な粒子識別能力を確認したが、データ取得装置の波形識別能力にはトリガー分解能に改善の余地を残した。検出器の中性子に対する応答関数は、汎用型モンテカルロコード MCNPX を用いて、中性子により生成された 2 次荷電粒子のシンチレーターへのエネルギー付与を計算し、付与されたエネルギーは、実験により計測した荷電粒子（陽子、重陽子、アルファ粒子）による液体シンチレーターの発光量とエネルギーの関係を用いて発光量に変換し求められた。中性子の応答関数を、放医研サイクロトロンに p-Li 反応を用いて準単色中性子を発生し、TOF 法を用いて 38, 68 MeV のピーク中性子を選択して計測し、100 MeV 以上の中性子は HIMAC で計測を行った。中性子エネルギー 68 MeV について、計算値は絶対量を含め実験値と比較され、部分的な不一致箇所はあるが全体的に良い一致をみた。今後、より幅広いエネルギーについて比較を行い、数 100 MeV までの応答関数のマトリックスを作成し、飛翔体内の中性子エネルギー計測に備える。

24. 細胞の放射線応答に関与するタンパク質の網羅的プロファイリング法の開発

(1) 研究代表者

道川 祐市（フロンティア研究センター放射線感受性遺伝子プロジェクト）

(2) 研究概要（目的）

本年度は異なるサンプル間の 3 次元プロファイルと比較するために必要なデータ取得法及びその後の統計解析法の検討を行った。

本研究計画で開発した方法ではタンパク質は最初に液相等電点電気泳動で分画され、次に疎水性度での分画、最後に 1 次元 SDS-PAGE により分離される。従って、その 3 次元プロファイルは SDS-PAGE ゲル上で複数のレーンが示すバンドパターンとして検出される。このパターンを分子量と濃度のデジタルな情報に変換するために、分子量及び濃度既知の分子量マーカーを用いた 2 段階内部標準法を導入した。2 段階内部標準法では、分子量マーカー単独、分子量マーカー＋測定試料、測定試料単独の 3 レーンを設定し、測定試料単独レーンでもレーン内で分子量と濃度の検量線を作成することを可能とする。尚、分子量マーカーは全タンパク質用とリン酸化タンパク質用の両者を目的に応じて使い分けている。デジタル情報に変換されたプロファイルはその後 Phoretics 社の 1D Analysis ソフトウェアのプログラムを用いてサンプル間における分子量マッチングを行うことにした。同一分子量として認識されたバンドは、その濃度数値を用いて各種統計解析ソフトにより変動比較を行うことが可能となる。

本法は特別に高額な装置を必要とせず手軽に細胞内のタンパク質発現変動を解析することが可能である。細胞の放射線応答は照射線量ごとの経時的変化を捉えることがその全体像を把握するために必要であり、多数の試料を同時に処理して比較できる本法はその目的に適した方法である。

25. RNA 干渉で乳がん関連遺伝子を破壊したヒト乳腺細胞の放射線感受性と造腫瘍性の検討

(1) 研究代表者

相良 雅史（フロンティア研究センター放射線感受性遺伝子プロジェクト）

(2) 研究概要（目的）

本研究の目的は、遺伝子の発現を人為的に抑制することによってそれらの遺伝子の機能を調べる方法として、近年新しく開発された手法である RNA 干渉

法を利用して、目的とする癌関連遺伝子 BRCA1 および 14-3-3 σ 遺伝子の発現を抑制することで、その細胞が相同組換え修復能あるいは G2/M チェックポイントを喪失し、放射線高感受性になることを確認することである。

そこで、Elbashir らの方法を参考にして、ヒト正常乳腺由来細胞 MCF10 において BRCA1 または 14-3-3 σ 遺伝子の発現を抑制できる dsRNA を作製した。その際、以下の点について検討を行った。

- 1) それぞれの遺伝子の発現抑制に有効な dsRNA の配列を検討するため、3 種類ずつの dsRNA を合成して細胞に導入後、mRNA の発現レベルを調べたところ、それぞれ 70 ~ 90% の減少が認められた。
- 2) 発現抑制に最適な dsRNA の導入濃度を検討したところ、100nM で導入した際に最も発現レベルの抑制が認められた。
- 3) 細胞への dsRNA の導入法を検討したところ、Oligofectamine を用いた導入法が最も適していた。
- 4) 発現抑制の持続期間を測定した結果、導入後 72 時間で最も発現レベルの抑制が認められた。
- 5) 各遺伝子の発現を抑制した細胞において、他の遺伝子発現がどのように変化しているかをマイクロアレイを用いて解析した。それぞれの遺伝子の発現を抑制した場合において、発現が抑制された遺伝子群および活性化された遺伝子群、また挙動が共通した遺伝子群に分類した。
- 6) 各遺伝子をターゲティングした細胞に種々の線量の放射線を照射したところ、BRCA1 および 14-3-3 σ 遺伝子のどちらの場合でも発現を抑制した細胞は放射線に対して高感受性となっていることが明らかとなった。

26. ラジカル消去反応機構に基づく新規抗酸化剤の開発

(1) 研究代表者

中西 郁夫（放射線安全研究センターレドックス制御研究グループ）

(2) 研究概要（目的）

前年度に得られたラジカル消去反応機構に関する知見に基づき、新規抗酸化剤の設計および合成を行う。まず、天然抗酸化剤に、有機合成の手法を用いて、種々の置換基を導入する。具体的には、電子移動反応を経て、反応中間体としてラジカルカチオンが生成する場合には、それを安定化できるような電

子供与性の置換基を導入する。また、電子移動反応を経由しないラジカル消去反応の場合には、フェノキシルラジカルが生成するので、それを安定化するような分子設計を行う。具体的には、フェノキシルラジカルの不対電子を分子全体に非局在化することにより共鳴安定化できるような、 π 電子を有する二重結合性の置換基を導入する。以上のように、ラジカル消去反応で生成する中間体を安定化するような分子設計を行えば、抗酸化活性は飛躍的に増強できると考えられる。実際、我々はすでに電子供与性のイソプロピル基を導入することにより、天然のカテキンよりも 5 倍優れたラジカル消去活性を示すカテキン誘導体を得ている。次に、上述のように設計および合成した新規抗酸化剤の抗酸化活性の評価を行う。評価法としては、まず、ガルビノキシルラジカルや DPPH ラジカルの消去反応を、フォトダイオードアレイ分光光度計やストップフロー分光測定装置で追跡することによって反応速度定数を決定し、従来の抗酸化剤と比較する。また、過酸化水素に紫外光照射することにより活性酸素の中でも最も酸化力の強いヒドロキシル・ラジカル発生させ、ヒドロキシル・ラジカルによるプラスミド pBR322DNA の酸化的損傷に対する新規抗酸化剤の防御効果についても検討する。従来の抗酸化剤よりも極めて活性が高いものが得られた場合には、細胞レベルでの抗酸化作用についても検討する。

27. 再発腫瘍における放射線抵抗性のメカニズムと癌関連遺伝子変異に関する基礎的研究

(1) 研究代表者

石川 仁（重粒子医科学センター病院治療課）

(2) 研究概要（目的）

癌細胞に対する放射線照射により、さまざまな癌関連遺伝子および細胞周期関連遺伝子によるシグナル伝達機構が働くことによって、アポトーシスをはじめとする細胞死が誘発されることが知られている。また、アポトーシスがより多く観察される細胞では、放射線感受性が良好であることも明らかとなってきた。それ故、アポトーシスに導くシグナル伝達経路の遺伝子異常や遺伝子発現の抑制が認められると放射線感受性が低下することが予想される。現在まで、分子生物学的手法を用いて、放射線感受性を修飾する薬剤や癌関連遺伝子の異常がどのように放射線感受性を左右するかについて実験的に検討してきた。さらに、臨床的に子宮頸部扁平上皮癌の進行症例で p53 遺伝子異常が放射線治療における局所再発と相

関していることについて報告した。一方、臨床的に放射線治療や化学療法施行中もしくは施行後の腫瘍がしばしば治療抵抗性となることが知られており、癌細胞に生ずる遺伝子変化が細胞増殖の亢進や治療抵抗性の獲得を誘発させることが考えられ、このメカニズムの解明は今後の放射線・化学療法にとって重要な課題であると考えられる。

本研究では既に放射線感受性を獲得したヒト神経外胚葉性腫瘍株に放射線照射を施行し、照射後に存在する細胞から放射線治療抵抗性を獲得した細胞を同定・分離し、親株との放射線感受性および細胞増殖能の相違を検討するとともに、p53, p21, c-erb-2, Bax, Bcl-2などの癌関連遺伝子・細胞周期関連遺伝子を中心とした遺伝子発現の変化ならびに遺伝子変異の誘発について検討する。さらに、それらの放射線照射後のシグナル伝達について研究をすすめ、放射線抵抗性獲得のメカニズムについて究明する。

28. X線照射後の再増殖腫瘍の分子病態解明

(1) 研究代表者

三枝 公美子 (小山 公美子) (フロンティア研究センター・放射線感受性遺伝子プロジェクト)

(2) 研究概要 (目的)

ヌード腫瘍 (ヒト大細胞性肺癌由来:IA) を用いて光子線照射前後の同腫瘍の clonogen の growth kinetics の研究を行い、放射線抵抗性低酸素下分裂細胞の存在を明らかにした。同細胞の再分裂増殖は、再発の源であり、分割照射時の repair に続く repopulation の本体と考えられた。当細胞は、P-53 のエクソン 6 コドン 192、P-16 のエクソン 2 コドン 101 および K-ras のエクソン 1 コドン 12 の point mutation を有している。また同腫瘍はトリプシン処理によらず物理的に単個細胞となる特性を有する。X線照射後に同腫瘍の clonogen の Growth Kinetics を分析したところ、1日目までの 12Gy 照射で 10 倍以上の著しい生存率の回復 (PLD repair)、3-5 日以降に急速に生存率の上昇 (accelerated repopulation) が起った。昨年までにマイクロアレイ法にて培養細胞およびヌードマウス腫瘍における遺伝子発現変化の解析を行い放射線照射後の再増に関わる遺伝子候補を検討した。今年度は RT-PCR 法を用いてマイクロアレイの結果の再確認を行いさらに候補遺伝子の同定を行った。

マイクロアレイの結果を解釈するためにX線照射後に特異的に起こる現象であるか否かの検討を加える必要が有ると考えX線照射実験の追試およびIA細

胞移植ヌードマウス腫瘍に対しコロニー形成実験にて炭素線照射後の clonogen の生存率の解析を行った。同腫瘍に対し炭素線照射後の clonogen の生存率の解析を行ったところ、X線と炭素線に 3-5 日以降の repopulation は観られたが、1日目の PLD repair 現象は観られず、X線照射後の再増殖は遺伝子修復能の違いによって起こる事が示唆された。今後、マイクロアレイの結果、候補となった細胞接着や免疫関連遺伝子と遺伝子修復との関連性について機能解析を進める必要がある。

29. PET による [¹¹C]DAA1106 を用いた脳内活性型ミクログリアの非侵襲的定量

(1) 研究代表者

生駒 洋子 (重粒子医科学センター脳機能イメージング研究開発推進室)

(2) 研究概要 (目的)

近年開発された末梢性ベンゾジアゼピン受容体リガンド (*N*-5-fluoro-2-phenoxyphenyl)-*N*-(2,5-dimethoxybenzyl) acetamide (DAA1106) は、従来の末梢性ベンゾジアゼピン受容体リガンドに比べて高集積の放射能画像が得られ、活性型ミクログリアの脳内分布の観察に役立つものと期待されている。しかしながら、特異的結合が存在しない参照部位の同定が難しいこともあって、[¹¹C]DAA1106 の定量解析法は確立されていない。そこで本研究では、[¹¹C]DAA1106 を用いた PET 動態計測において、生体内活性型ミクログリアの定量評価を行うための手法を確立することを目的とする。受容体計測における定量法としては、これまでに、結合能 (BP) および分布容積 (DV) を求めることができる Nonlinear Least Squares (NLS)、DV のみを求めることができる簡易法として Graphical Analysis (GA)、Multi Linear Analysis (MA) 等が提案されている。精度の高い定量のためには、臨床データおよびシミュレーションデータを用いてこれらの解析法の特性を調べ、リガンドに応じた定量法を選択することが必要となる。そこでまず、健常者の [¹¹C]DAA1106 PET 画像に対しいくつかの関心領域を選択し、NLS で BP および DV を、GA、MA で DV を推定し、各手法による定量値を比較検討する。次に、シミュレーションを行い、各解析法についてノイズレベルと推定精度の関係を調べ、[¹¹C]DAA1106 の結合能定量に最適な方法を検討する。

30. 統合失調症の活性型ミクログリアの関する脳機能画像を用いた研究

(1) 研究代表者

高野 晶寛（重粒子医科学センター脳機能イメージング研究開発推進室）

(2) 研究概要（目的）

統合失調症は幻覚、妄想や引きこもり、意欲の低下、認知機能の障害などの症状を呈するが、薬物療法により幻覚、妄想が軽減した後も長期にわたり意欲の低下、認知機能の障害などが残存することが多々ある。このことは家庭復帰、社会復帰への障害となり、長期入院につながり、その予後に大きく影響を与えることになる。一方、脳損傷や神経疾患における神経変性などにおいて重要な働きをするミクログリアは中枢神経系の構造上の変化をきたさないような微小な病理変化に対応して活性化されるため、その活性型ミクログリアの脳局在を同定することで脳内の微小な炎症や神経変性を同定、診断することができると考えられている。免疫染色による研究ではアルツハイマー病などの神経変性疾患のみならず、統合失調症などの精神疾患においても活性型ミクログリアの存在が報告されている。また、選択的に活性型ミクログリアに存在する末梢型ベンゾジアゼピン受容体に対する死後脳研究では統合失調症での変化に関してはこれまで一致した報告はないが、その精神症状の違いにより、末梢型ベンゾジアゼピン受容体の分布が異なる可能性も示唆されている。本研究では、慢性期統合失調症、健常対照群を対象に以下の研究を行い目的達成を目指す。

1) [¹¹C]DAA1106(末梢型ベンゾジアゼピン受容体)を用いた PET 検査により、統合失調症における活性型ミクログリアの変化を明らかにする。2) [¹¹C]NNC112(ドーパミン D1 受容体)を用いた PET 検査により、統合失調症における大脳皮質ドーパミン神経系の変化を明らかにする。3) 以上の結果、および神経心理、認知機能、臨床症状、臨床背景、治療法などの諸要因を統合的に解析することによって慢性期統合失調症の大脳皮質ドーパミン神経系、活性型ミクログリアの脳内分布と症状、認知機能との関連を明らかにすることにより、統合失調症の予後を改善する新たな治療法の開発の一助となるようにする。

【特別研究員奨励費】

31. 粒子線の悪性脳腫瘍細胞に対する治療効果比向上に関する研究

(1) 研究代表者

盛武 敬（放射線安全研究センターレドックス制御研究グループ）

(2) 研究概要（目的）

放射線の治療効果は、腫瘍に対する効果と正常組織に対する傷害の比、すなわち「治療効果比」によって判定されるが、膠芽腫は難治性脳腫瘍であり放射線感受性が極めて低く、従来の低 LET 光子線による治療だけでは十分な治療効果は得られていない。いっぽう高 LET の炭素線に対しては感受性が高いことが放医研より報告されている。放射線の主たるターゲットは細胞中の DNA であり、水由来のラジカル種であるヒドロキシルラジカル (OH[•])、水素原子 (H[•])、水和電子 (eaq⁻) などにより DNA は酸化損傷を受けるが、これらラジカル種のなかで OH[•] の組織傷害活性が最も強く、生物効果の主体とされている。そこでまず、高 LET 炭素線で生じる OH[•] を ESR 法で直接観察し、さらに DNA の酸化損傷を 8-OHdG を指標として観察することで、OH[•] の細胞傷害への寄与を明らかにする。この観察によって、炭素線により生じる OH[•] の深度方向に関する特性を得ることができ、治療の際の腫瘍周辺正常組織防護の為の有用な情報となると期待出来る。すなわち高 LET 炭素線の通過領域の傷害を防ぐことで「治療効果比」の向上が期待できると考えている。本研究はその可能性に対して細胞レベルでの理論的証明と、動物を使った基礎的なデータを得ることを目的としている。さらに、患者に施される一連の医療行為での被曝低減努力が、最終的には放射線治療の「治療効果比」向上につながると考えており、そのための臨床用被曝線量測定装置の開発も併せて行っている。

32. DNA 修復過程におけるクロマチン構造の影響とその構造変化制御機構の解明

(1) 研究代表者

安田 武嗣（放射線安全研究センター低線量生体影響プロジェクト）

(2) 研究概要（目的）

ヌクレオチド除去修復 (NER) は、紫外線や化学物質などによる DNA 損傷の修復に関わっている。ゲノム全体を対象とした NER においては、特異的な DNA 結合タンパク質による損傷認識に続いて、損傷塩基

を含むオリゴヌクレオチドが切り出される。真核細胞では、クロマチン構造をとった DNA に発生した損傷を認識して修復しなければならないことから、我々はヒト NER 反応に関わる損傷認識因子である XPC 複合体と UV-DDB の DNA 結合に及ぼすヌクレオソーム構造の影響を調べた。XPC 複合体は紫外線損傷の (6-4) 光産物などに対して特異的に結合するが、裸の非損傷 DNA に対しても非特異的に結合するため、裸の非損傷 DNA を過剰に添加すると、損傷 DNA に対する特異的な結合が競合的に阻害され、その結果試験管内 NER 反応も阻害された。一方、ヌクレオソーム構造をとった非損傷 DNA を competitor として添加した場合には、これらの阻害的影響が抑制された。損傷部位のヌクレオソーム構造は XPC 複合体の損傷結合を強く阻害したが、非損傷 DNA 領域のヌクレオソーム構造は XPC 複合体の非特異的 DNA 結合を抑制することにより損傷認識特異性を上げることが示唆された。一方、UV-DDB 場合は、XPC 複合体よりも効率的にヌクレオソーム構造をとった紫外線損傷 DNA に特異的に結合した。以上の結果から、ヌクレオソーム構造をとった損傷の認識には、UV-DDB が重要な役割を果たすことが示唆された。UV-DDB はヒストンアセチル化酵素である p300 や CBP との相互作用が報告されていることから、UV-DDB が損傷部位にこれらのヒストンアセチル化酵素をリクルートし、ヒストンのアセチル化を誘導することが示唆される。そこで、この可能性を試験管内で解析するために、p300 と CBP のタンパク質を精製した。

2. 4. 1. 3 その他の競争的資金

【がん研究助成金（厚生労働省）】

1. PhIP によるラット乳腺発がん機構の解析

(1) 研究代表者

島田 義也（放射線安全研究センター低線量生体影響プロジェクト）

(2) 研究概要（目的）

人間は多数の発がん要因へ複合的に暴露されているが、複数の要因による発がん機構には不明の点が多い。本研究では、環境中の発がん要因としてヘテロサイクリックアミン（PhIP）、ニトロソ化合物（MNU）、電離放射線に注目し、これらの複合暴露による乳腺発がんの機構を解析する。

(3) 研究実績

7 週齢の Sprague-Dawley ラットを、 γ 線（0, 0.5, 1, 2 Gy）を単回照射、PhIP（0, 40 mg/kg、経口 10 回）あるいは MNU（0, 20, 40 mg/kg、腹腔内単回）を投与したのち、高脂肪飼料を与えて乳腺腫瘍の発生を観察した。触知腫瘍を発生した個体は 50 週齢に解剖した。一部について病理組織解析および遺伝子解析（H-*ras* 遺伝子の突然変異解析）を実施した。

γ 線による触知乳腺腫瘍の発生には、線量との間に直線関係が認められ、PhIP および MNU 処理による触知腫瘍の誘発も認められた。PhIP および γ 線 2 Gy 群においては約 50%、MNU 40 mg/kg 群では約 70% の腫瘍が悪性の腺癌であった。PCR-RFLP 法による H-*ras* 遺伝子変異解析では、悪性腫瘍における変異が MNU 群で多く（54%）、自然発生ならびに γ 線誘発腫瘍では皆無で、PhIP 群では 2 例（18%）のみが観察された。MNU 処理群では第 12 コドンの GGA → GAA 変異が特徴的であったが、PhIP 処理群では第 13 コドンの GGC → CGC 変異も認められた。

【地球環境保全等試験研究費（環境省）】

2. 環境有害物質が人の健康に及ぼす影響を評価するためのセルチップの開発に関する研究

(1) 研究代表者

高橋 千太郎（放射線安全研究センター長）

(2) 研究概要（目的）

環境有害物質が人の健康に及ぼす影響を推定する新しい予測評価システムの開発に向けて「新しい毒

性予測評価システム（セルチップとその計測系）のプロトタイプの作成と評価」を行うとともに、「siRNA で機能を変化させた細胞の本システムへの利用の可能性」について検討した。

(3) 研究実績

1) 新しい毒性予測評価システム（セルチップとその計測系）のプロトタイプの作成と評価

スライドグラス程の大きさのガラス板上に 50 個のウェルを有する特殊な細胞培養器（セルチップ）の各ウェル内で、培養条件が確立されているチャイニーズハムスターの株化細胞である CHO 細胞を培養し、環境有害物質として、毒性発現のメカニズムが比較的良く分かっているパラコート曝露するモデル実験を実施した。CHO 細胞をモデル細胞とした場合、集積度の高い細胞培養法として本細胞培養器を利用出来ることを明らかにした。パラコート曝露 3 日後に各ウェル内の細胞数を、本研究所において開発された広領域画像高速取得顕微鏡システムを用いて計測することにより細胞増殖率に及ぼすパラコートの影響を調べ、顕微鏡画像を高速でデジタル化し、専用ソフトウェアで解析する広領域画像高速取得顕微鏡システムが、集積度の高い細胞培養器を使った有害物質の新しい毒性予測評価システムのプロトタイプの開発に有用であることを実証した。

2) siRNA で機能を変化させた細胞の利用の可能性

最近、遺伝子発現を抑制するために広く利用され始めた siRNA 技術を駆使し、細胞機能を人為的に変化させた細胞を新しい毒性評価システムに応用できるか検討を行った。そのモデル実験として、DNA の損傷修復に関与している DNA リガーゼ IV 遺伝子の配列に特異的な 21 塩基の短い二本鎖 RNA (siRNA) を細胞内に導入し、その遺伝子発現を低下させたヒト正常胎児肺繊維芽細胞 (HFLIII 細胞) の放射線感受性をコロニー形成試験、PCC 法並びに DNA-PKcs Foci 形成法等により調べた。その結果、siRNA の導入により DNA リガーゼ IV の発現を低下させた細胞は、放射線に対し感受性になることが証明され、本モデル細胞を放射線或いは放射線と類似した機構で DNA 損傷を引き起こす環境有害物質の毒性評価試験に利用出来ること、さらに siRNA 技術で細胞機能を変化させた多種類の細胞を本システムに応用する可能性が示唆された。

3. 放射性核種をマルチトレーサーとした海洋表層での二酸化炭素循環メカニズムに関する研究

(1) 研究代表者

日下部 正志（放射線安全研究センター那珂湊支所長）

(2) 研究概要（目的）

海洋に吸収された二酸化炭素は植物プランクトンの光合成により有機物となり、その一部は海洋深部に粒子として運ばれ、一部は分解して再び無機の炭素になる。これら一連のプロセスは、いくつかの物理的、化学的、生物学的過程の影響も受けている。本研究の目的は、海洋表層における炭素循環に関連するこれらの諸過程に関わるパラメータを明らかにして、相互の関係を定量的かつ総合的に把握することである。実際には、各々の過程で行動を共にすると考えられる化学的性質の違う4種類の放射性同位体（Th、Ra、P、Be）の存在量、移動量、変化量を見積もることにより、それを行う。

(3) 研究実績

北部北太平洋の海洋表層での鉄散布に伴うプランクトンの増殖を促進する実験に参画した（白鳳丸航海）。本航海では、昨年度開発した現場型大容量海水濾過装置を用いた試料採取法により、様々な存在形態別の放射性核種の採取を行った。更に、西部北太平洋航海における物質循環の解明に関する航海に乗船し、東経155度線にそって北緯35度より赤道まで、同様の試料採取法を用いて試料採取を行った（「みらい」航海）。

放射性リンの分布より、鉄散布後の栄養塩の循環に関する解析を行った。また、Th同位体の分布等から、下方への粒状有機物輸送量の変化量について推定を行った。これらの解析結果及び今後得られる他の測定結果を使い、生物活動の変化に伴う炭素とそれに関連する物質の移動変質過程の定量化を行なう。また、西部北太平洋における海域の特性による放射性核種の分布及び炭素循環の変動の一端を明らかにした。

【先端計測分析技術・機器開発事業（科学技術振興機構）】

4. 局所スペクトル情報取得のための感応点法の開発

(1) 研究代表者

安西 和紀（放射線安全研究センターレドックス制御研究グループ）

(2) 研究概要（目的）

小動物のESRイメージングにおいてスペクトル空間イメージング法で空間上の各部位のスペクトル情報が得られるが、実験によっては局所部位のスペクトル情報だけを素早く取得することが重要な場合がある。このために、感応点法を適用して目的とする小領域のみからESRスペクトル情報を得る方法を開発することを目標とする。今年度は、当研究所で所有するESRイメージング装置の磁場勾配発生部位へ感応点法に必要な交流電流を負荷する方法およびその後のスペクトル取得のための装置改良について検討する。

(3) 研究実績

当研究所で所有するESRイメージング装置（日本電子製、JES-MREi-8）を本研究に使用できるかどうかについて検討した。すなわち、磁場勾配コイルにどの程度の周波数の交流を負荷可能であるかが不明であったので、実測した。

3軸磁場勾配電源の1軸のみに通電した状態で発振器から500 mVp-pの正弦波を1秒以内に出力し、サーチコイルにて受信した信号の電圧値を読み取った結果、X軸とY軸はZ軸に比べて周波数応答性が良く、1kHzまでは交流に完全に追随することがわかった。一方、Z軸は周波数応答性が悪く350Hz程度で-3dBに達することがわかった。この原因として、Z軸方向は静磁場と同じ方向であり、静磁場用のコイルの影響が考えられる。

本装置をそのまま用いて感応点法を適用しようとすると、Z軸方向の交流磁場のかけ方に大きな制限があることがわかった。しかし、本装置を感応点法の実験レベルでの解析に用いる場合は、X軸あるいはY軸を用いることにより1kHz程度までの交流磁場を負荷することが可能であるといえる。本装置の自動試料移動装置を活用することを考えると、最初にX軸を用いて実験することが最適であると結論された。

【研究成果最適移転事業（科学技術振興機構）】

5. 超強力永久磁石を応用した医療用加速器の小型化

(1) 研究代表者

熊田 雅之（重粒子医科学センター加速器物理工学部／JST）

(2) 研究概要（目的）

円形の医療用加速器を小型化するには磁場強度の

高い磁石を開発する必要がある。荷電粒子ビームの曲率半径はその運動量に比例し磁場に反比例するからである。一方希土類系の永久磁石の強さを表す指標の残留磁場 (Br) は最強の NEOMAX といえども 1.3 テスラ (T) までである。加速器等の所要の空間 (ギャップ) に生成される磁場強度は通常の設計では原理的にその 1/2 を超えられない。本研究ではこれよりもはるかに強い磁場で、10MeV の実物大の陽子サイクロトロン用の永久磁石のヒル磁場を 2.3 T になる設計を行い製作時、性能の実証を行い、普及の為の製品化に向けた研究を行う。

(3) 研究実績

京都大学 (岩下)、大阪府立大学 (松田)、理化学研究所 (後藤) 等との共同研究体制を組に、上記の目的にむけた研究の結果、以下のような成果を得た。

- 1) 磁束を圧縮する回路を考案して磁場強度を既存の磁気回路の 4 倍近くまで増強した。
- 2) サイクロトロンへの用途であるので製作時、コミッショニング時、定期点検時、故障時等に磁石を分解する必要がある。10MeV の永久磁石サイクロトロンの場合、磁極間の電磁力は約 30 トンにもおよび、組み立て分解に大きな力が必要で作業に危険性が伴う。この問題を解決する為に“双対磁石” (特許申請中) をもちいて、磁力源の強さを正負に振れ、ゼロ出力をも可能にする“磁束制御回路 (Flux Engine, FE)” (特許申請中) を考案し、製作して、これを実証した。
- 3) 永久磁石は電源を必要としない利点があるかわりに、温度が変化すると、残留磁場 (Br) の変化やあるいは加速した高エネルギー荷電粒子などによって、ギャップ中の磁場も変化してしまう欠点がある。上記の“磁束制御回路 (Flux Engine, FE)” を磁場安定化フィードバック回路に組み込むことによりこの問題は解決可能であるという解決案を提示した。

【戦略的創造研究推進事業 (科学技術振興機構)】

6. 高度放射線医療のためのシミュレーション基盤の開発

(1) 研究代表者

全体研究代表者

佐々木 節 (高エネルギー加速器研究機構)

放医研代表者

金井 達明 (重粒子医科学センター医学物理部)

(2) 研究概要 (目的)

炭素線治療のための体内での線量分布を精度よく計算するために汎用モンテカルロコードである Geant 4 を用い、効率的な計算コードおよび環境を開発する。研究グループは全体で 4 つのサブグループに組織され、放医研は重粒子コード検証グループとして、主にモンテカルロコード Geant 4 の妥当性を実験的に検証する研究グループとして担当する。

(3) 研究実績

Geant 4 の検証として、1) 生物実験ポートで行ってきた粒子識別の実験結果を Geant で検証する。2) ペンシルビームで水、アルミニウムに入射したときの粒子ごとの角度分布測定、を行うこととし、また、3) 重粒子治療計画の実証としては、臨床線量の導出の仕方について検討することを行っていくことにした。

- 1) 生物ポートの幾何学形状を Geant 4 に組み込み、検証作業をおこなった。飛程、粒子分布および LET について Geant 4 の組み込みソフトの比較を行っている。
- 2) 実験として、水に対する角度分布は得られているので、照射ポートの重量な構成要素になっているアルミニウムに対する実験を行ってきた。
- 3) 臨床線量の組み込みを試みて、放医研方式の RBE 導出方法に準拠すれば放医研で採用している臨床線量が導出できることが判明した。
- 4) 線量・LET の最終的な実験との比較を行う場として、普及型 R & D コースを使用することにした。このために、幾何学形状を Geant 4 に組み込む作業を行った。

【受託研究 (理化学研究所)】

7. 日本人由来不死化細胞の寄託

(1) 研究代表者

今井 高志 (フロンティア研究センター放射線感受性遺伝子プロジェクト)

(2) 研究概要 (目的)

当プロジェクトで収集し、株化した日本人由来細胞は生物遺伝資源 (バイオリソース) として非常に貴重なものである。そこで、提供者の許可を得た細胞株については理研バイオリソースセンターへ寄託し、人類共有の財産としてライフサイエンス研究の発展に資することを目的とする。

(3) 研究実績

ボランティアの日本人健常者から提供された血液サンプルをリンパ球分離用試薬を用いて分離し、PBSで2回洗浄後に得られたリンパ球の沈殿にEpstein Barr Virus (B95-8株) 溶液を加えて振盪培養した。cyclosporinAを添加した培養液を追加し24ウェルプレートで3～6週間培養後、増殖が確認されたサンプルをフラスコに移し、細胞数が10の7乗に達するまで培養を継続後、5本ずつ液体窒素タンクで保存した。その後、保存した細胞株の再培養を行い、増殖が確認されたサンプルについて登録した。

このようにして株化した日本人健常者由来細胞を、平成16年度には7月に50株を寄託した。安全性を考えて寄託は2度に分け、輸送方法は凍結アンプルで行った。

【受託研究（日本宇宙フォーラム）】

8. 粒子放射線低密度照射が及ぼす遺伝的影響に関する研究」

(1) 研究代表者

鈴木 雅雄（放射線安全研究センター宇宙放射線防護プロジェクト）

(2) 研究概要（目的）

より現実化する人類の宇宙空間への進出にともなって問題となる宇宙放射線に対する宇宙環境や高高度飛行における宇宙船・航空機内での人体影響は、地球環境科学や宇宙環境科学の分野において大きな関心事の一つである。このような放射線源に対する生物影響研究で特に問題となってくるのは、低線量・低線量率の照射効果であり、特に宇宙放射線による生物影響を考える時、全放射線に対する存在比で約90%を占める陽子線と、存在比では約10%であるが生物学的効果比(RBE)が大きな陽子線以外の粒子放射線の低密度・低線量率被曝による生物影響を明らかにしなければならない。このような放射線被曝条件下では、時間的・空間的に直接放射線被曝した細胞と被曝していない細胞との混合集団であることは間違いなく、それを一つの細胞集団として解析した時は正確な放射線被曝の人体リスク評価を行うことは不可能である。さらに近年粒子放射線マイクロビームを用いた粒子線の照射場所と照射個数をより精密に制御した照射実験によって、直接被曝した細胞から二次的・三次的な何等かのメカニズムによってその近傍に存在する被曝していない細胞にも同様の影響が生じるということを仮定しなければ説明の

付かない生物影響研究の結果(バイスタンダー効果)が報告されている。

本研究は、スペースシャトルや宇宙ステーションで被曝する可能性の高い高LET粒子放射線と中性子線をそれぞれ宇宙空間で被曝する線量と同レベル(数ミリグレイ/日)の低密度・低線量率で照射したときの生物影響を調べ、宇宙ステーションでの長期滞在や火星への長期の宇宙飛行を目指すために不可欠な宇宙放射線による人体影響を評価するために不可欠な生物学的基礎データを集積することを目的とする。

(3) 研究実績

平成16年度においては、HIMAC炭素イオン(290MeV/n; 13.3keV/ μ m) faint beamを用いて炭素イオンを直接低密度(約1mGy/8h)であらかじめヒト皮膚由来正常細胞に照射し、引き続きX線(200kV; 1.5Gy)を急性照射して、そのX線に対する細胞致死感受性と誘発突然変異を調べた。コロニー形成法で検出した細胞の増殖死は、炭素イオンをあらかじめ低密度照射前処理を行いそれに引き続きX線の急性照射(1.5Gy)を行った場合と、対照実験として行った電磁波放射線(^{137}Cs γ 線)の低線量照射前処理(1mGy/8時間)を行い引き続きX線を急性照射した場合とで、両者に差が現れなかった。一方、hprt遺伝子座を標的として、6チオグアニン耐性コロニーの出現頻度より算定した突然変異誘発効果は、 γ 線前処理を行った細胞集団の場合は、放射線前処理無しの対照群と比べて変化がなかったが、炭素イオン前処理を行った細胞集団の場合は、対照群に比べて約6～7倍高頻度に突然変異誘発が増強されることが判った。これらの結果は、僅か1mGy程度の放射線線量であっても、約8時間掛けて炭素イオンビームが低密度で照射された結果、細胞内に何等かの応答が生じて、それに引き続きストレス(X線急性照射)に対して、突然変異を高く誘導するような不安定な状態に細胞自体を陥らせることを示唆するものであると考える。

【都市エリア産学官連携促進事業（千葉県産業振興センター）】

9. 臨床応用に向けたラジオアイソトープ標識抗ネイシンC抗体のFvフラグメント化と最適抗体の選択試験—組織再構築の非侵襲的評価法の開発

(1) 研究代表者

小高 謙一（重粒子医科学センター画像医学部）

(2) 研究概要 (目的)

創傷治癒や癌、炎症といった組織再構築の盛んな部位で、テネイシンCは一時的に発現される。特に心臓においては、組織再構築の程度を早期に非侵襲的に予測できれば、心不全を予防するために有効な治療法の開発が可能となる。標識抗テネイシンC抗体を世界に汎用される製剤として確立する第一歩として、臨床実用化に向け、遺伝子工学的手法による抗体の低分子化を行い、作製したFvフラグメント抗体を作製し、テネイシンCに対する特異性や親和性を検討する。

組織再構築を非侵襲的に評価するために、これまで使用してきた抗テネイシンC Fab 抗体に代えて、アナフィラキシー反応の危険が低くなり、画像診断能の向上も期待される。

(3) 研究実績

2種類の抗テネイシンC抗体(4F10TTタイプと4C8MSタイプ)を導入し、それぞれを¹²⁵Iと¹³¹Iを用いて抗体を標識し、8匹の心筋梗塞ラットに静注し、臓器ごとの放射活性分布を測定した。¹³¹I-4C8MSのほうが¹²⁵I-4F10TTより、肝臓で低値、梗塞部心臓や腎臓で高値を示した。

¹¹¹Inを用いて標識し、SPECT装置にて測定し体外評価すると、4F10TTを心筋梗塞ラットに静注したときと4C8MSのときでは、どちらも良好な心筋梗塞部への集積がみられた。肝臓の集積にも明らかな相違は認められなかった。

SPECTのピンホールコリメーターの1mmタイプと2mmタイプを用いて画像収集してみると、2mmタイプでは収集カウントがほぼ4倍になり、画像は鮮明になるが、分解能が低下し、心臓の内腔が判別できなくなってしまう。小動物を用いる本研究においては1mmタイプを使用することが適当と判断された。まず、抗テネイシンC抗体を産生するハイブリドーマから総RNAを抽出し、RT-PCR法により遺伝子をクローニングし、新規遺伝子を構築した。さらに適当な発現ベクターにサブクローニングしたのち大腸菌に導入して、タンパク質を調製した。そのテネイシンCに対する結合特性をELISAで調べたところ、もとのマウス抗体の活性を保持していることが確認された。

【助成金 (喫煙科学研究財団)】

10. 喫煙に対する渴望に関連した脳機能局在部位と脳内ドーパミン神経系との関連に関する研究

(1) 研究代表者

須原 哲也 (重粒子医科学センター能機能イメージング研究開発推進室)

(2) 研究概要 (目的)

煙草の精神運動的要素は中枢神経システムに影響を及ぼすニコチンである。ニコチンは乱用されるほかの薬剤と共通の薬理的性質を有している。すなわち、摂取欲求(渴望)の原因となり薬物依存の形成と維持を促す。ニコチンはドーパミン神経系を賦活することが知られているが、主観的な渴望を測定する方法については動物モデルにおいては困難があり、喫煙者で見られる渴望の背景にある局所的な分子機構については十分に明らかではない。

本研究において、我々はニコチン依存性の喫煙者に対してPETを用いた機能および分子の神経画像検査の双方を行う。 $H_2^{15}O$ -PETによる賦活課題において喫煙を中断した状態で喫煙に関連した刺激を提示し、それにより誘導される神経活動を同定する。さらに、選択的ドーパミンD1受容体に対する放射性薬剤である[¹¹C]SCH 23390を用いたPETにより、刺激誘導性の局所脳血流変化を客観的な渴望の指標として、渴望に関連した神経伝達機能変化について検討をおこなう。

12名の喫煙者および12名の非喫煙者を対象とする。喫煙者は一日あたり15本以上喫煙をしている者とし、検査の前日より喫煙を中断する。すべての被験者には、検査内容に関して文書および口頭で説明を行い、同意は書面で取得する。

撮像装置はECAT EXACT HR+ (CTI-Siemens, Knoxville, TN, USA)を用いる。10分の吸収補正後、[¹⁵O]-waterによる脳血流賦活検査を行う。[¹⁵O]-waterの投与量は10mCiとし、前腕部静脈より20秒間で注入する。脳における放射能が検出された時点から3Dモードで、90秒間のデータ収集を行う。賦活課題としてスキャン毎に喫煙誘導刺激と対照刺激の2つの異なる内容からなるビデオ画像をモニター上で提示した。各提示の直後に被験者は5ポイントの渴望評価質問を受ける。有意な局所脳血流変化のみられた部位で、血流変化量と渴望指標との間の相関を検討する。

ドーパミンD1受容体結合能と渴望中の局所能血流変化の間の関連について評価するために、我々は同じ被験者に対して[¹¹C]SCH 23390を用いたPET検査

を実施する。得られたデータからドパミン D1 受容体結合能のパラメトリック画像を作成し、渴望と直接関連する部位における局所ドパミン D1 受容体結合能と脳血流変化量の間の相関について検討する。さらに喫煙のドパミン D1 受容体に対する効果を前向きに評価するために、我々は5名の喫煙者に禁煙をさせ、禁煙前と禁煙後3か月と6か月の時点でのドパミン D1 受容体結合能について評価を行う。

11. 肺癌重粒子線治療患者の予後に関する喫煙の影響—I期非小細胞肺癌の重粒子線（炭素線）治療後の局所制御、生存率に与える喫煙の影響—

(1) 研究代表者

宮本 忠昭（重粒子医科学センター病院第1治療室長）

(2) 研究概要

1) 研究目的

重粒子線治療を行ったI期非小細胞肺癌患者の宿主、腫瘍諸因子と喫煙との関係を明らかにして、治療効果および予後に及ぼす影響を調査する。

2) 研究方法

1994年10月から1999年2月まで炭素線治療を行った81名（82病巣）を対象として喫煙指数と放射線肺臓炎、局所制御率、原病および粗生存率との関係をLogisticおよびCox回帰分析法等を用いて解析した（図1）。

3) 研究成果

当対象患者における喫煙と有意に関係する臨床的諸因子は、単変量解析では性、COPD、間質性肺炎、CRP、LDH、腫瘍マーカー、%DLco、PAO2であった。一方、多変量解析では放射線肺臓炎の発生、局所制御率、生存率との間に有意な関係は見出せなかった。しかし、喫煙指数を900(pack-years: 45)に設定すると重喫煙群において局所制御率は有意に低下した。また生存率では低下傾向が見られた。

重粒子線（炭素線）治療肺癌では重喫煙者において生存率の低下が見られたのみならず、治療の直接的効果と思われる局所制御率の低下が見られた。これは重喫煙者の肺癌が重粒子線に抵抗性を示すことを示唆している。

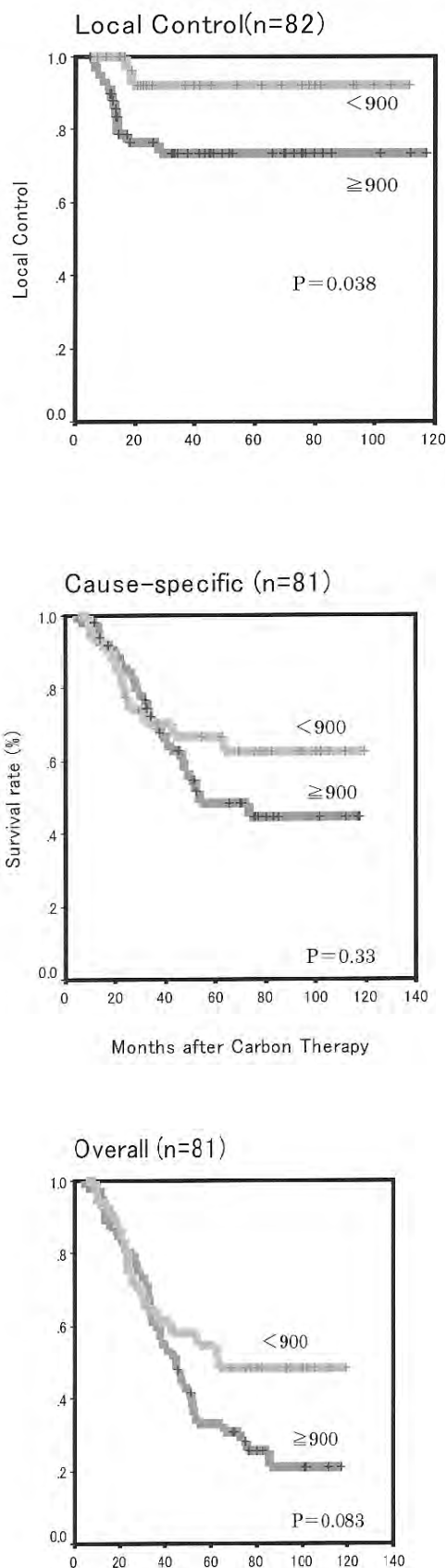


図1 局所制御率 (Local Control)、原病生存率 (Cause-specific)、粗生存率 (Overall)

【助成金（住友財団）】

12. 転写共役修復過程におけるRNAポリメラーゼIIのリン酸化の変化の解析」

(1) 研究代表者

菅谷 公彦（放射線安全研究センター放射線障害研究グループ主任研究員）

(2) 研究概要（目的）

RNAポリメラーゼIIの最大サブユニット（RPB1）のカルボキシル末端には、真核生物に特異的な7個のアミノ酸の繰り返し領域（CTD）が存在し、そのリン酸化がRNAポリメラーゼII転写装置の機能変化（不活性型、開始型、伸長型など）と関連している。DNA修復のうち、除去修復には転写の鋳型DNA上の損傷を効率よく取り除く修復経路があり、転写共役修復（TCR）とよばれている。TCRにはRNAポリメラーゼIIによる転写DNA鎖上の損傷の認識、RNA合成を停止・再開させる機構、転写鎖DNA損傷部位へのDNA修復分子の誘導機構、細胞周期停止を指令する機構などさまざまな分子機構が関与している。高等真核生物のTCRに関しては、関与する分子の探索が進んでいるが、その機構に関しては未知の部分が多い。そこでTCRにおけるRPB1分子のCTDのリン酸化とRNAポリメラーゼIIの活性との関係を解析することを計画した。

(3) 研究実績

RNAポリメラーゼIIの温度感受性変異株やその形質変換株そして野生株を対象に、紫外線照射後の転写活性をRNAポリメラーゼIIのリン酸化と関連付けて解析した。[³H]ウリジンをを用いたin vivoの転写活性測定において、紫外線照射後の転写活性は、2 mJの紫外線照射の場合、少なくとも1時間後には非照射細胞と比べて半減、16 mJの場合はさらに減少して約10%となった。また、プロモウリジンをを用いた新生RNA鎖の標識と間接蛍光抗体染色でも、紫外線照射の影響は顕著で、照射直後から転写活性が急速に低下し、1時間後には完全に不活性となる結果を得た。また、少なくとも8時間後には一部の細胞で転写活性が回復することも確認した。リン酸化に関しては、RNAポリメラーゼIIに対する抗体を用いた間接蛍光染色により、転写伸長複合体に含まれるリン酸化型のポリメラーゼが紫外線照射後も核内に存在すること、遅くとも12時間後には核内の特定部位へのポリメラーゼの蓄積が始まっていることを見出した。

【助成金（日本化学工業協会）】

13. 複合暴露における発がん因子の閾値変動とその分子学的機構解明

(1) 研究代表者

島田 義也（放射線安全研究センター低線量生体影響プロジェクト）

(2) 研究概要（目的）

低線量放射線並びに低用量の化学物質の健康リスクは、現代社会の大きな関心事である。ヒトは生活環境中の医療放射線、たばこ、食事中の成分、大気汚染物質など複数の発がん要因に暴露している。従って、ヒトの発がんリスクは複合暴露の結果として捉える必要がある。しかし、現在のリスク評価は個々の物質についてのみなされておられ、複合暴露のリスク評価法の開発についてはほとんど報告がない。本研究では、マウスのT細胞白血病をエンドポイントとして、化学物質と放射線の線量効果関係ならびに複合暴露における発がんの様式を低用量・低線量域に着目して調べる。さらに、放射線発がんと化学発がんを区別するゲノム変異をもとに、複合様式を説明する分子メカニズムを提唱する。

(3) 研究実績

T細胞白血病（TL）は、4週齢のマウスに4回照射（4週間）もしくはアルキル化剤であるエチルニトロソウレア（ENU）を飲料水で4週間投与して、発生させた。その結果、単独投与の場合、線量効果関係はともに見かけ上の「しきい値」があることがわかった（X線は0.4Gy/回、ENUは100ppm）。しきい値以上の線（用）量では、X線はシグモイド、ENUは直線型のモデルが適合した。複合暴露は、X線照射の後ENU処理を行った。しきい値線量以下の低線量（0.4Gy以下）のX線と低用量のENUとの複合暴露は、発がん率の増加をみなかった。しかし、高用量のENUによる発がん率の低下を引き起こした。一方、高線量（1.2Gy以上）のX線との複合暴露の場合は、ENUの濃度に関わらず相乗的に発がん率が増加した。しきい値に着目すると、X線のしきい値はENUの複合によっても存在するが、ENUのしきい値は高線量のX線との複合によって消失することが明らかとなった。また、ゲノム解析の結果から、以前我々は、第11番染色体のLOHと第12番染色体のLOHがX線誘発TLに特徴的であることを報告した。今回、複合によって第11番染色体のLOHをもつTLは増えずに、第12番染色体のLOHをもつTLのみが相乗的に増えた。従って、複合暴露において促進される発がん経路は個々に異なることが示唆された。

【助成金（中富健康科学振興財団）】

14. 皮膚の健康と老化防止に関する基礎的研究
活性酸素を視点とした放射線による皮膚障害発生と
その防御

(1) 研究代表者

安西 和紀（放射線安全研究センターレドックス制御研究グループ）

(2) 研究概要（目的）

X線やγ線等の電離放射線の利用は現代医療において診断・治療に欠くことができない。しかし、生体への電離放射線の照射（医療においては比較的高線量であり数十グレイに達する場合がある）では副作用として放射線障害が起こる場合があり、皮膚における炎症や脱毛は典型的なものである。このような医療行為による被ばくは、一般公衆が受ける被ばくの中で最も大きな割合を占める。一方で、地球環境の悪化により地表に降り注ぐ紫外線量が増大しており、この環境紫外線も皮膚障害を惹起する要因となっている。したがって、このような電離および非電離放射線による皮膚障害を軽減化する方法を開発することは人類に大きな利益をもたらすと期待される。そこで本研究では、活性酸素・フリーラジカルの視点から皮膚障害の化学的防御法の開発を目指す。そのための基礎として、放射線が当たった皮膚におけるラジカル生成と皮膚障害との関係を明らかにする。

(3) 研究実績

X線照射による活性酸素関連タンパク質発現の変動をウエスタンブロットティング法を用いて調べた。X線照射によりiNOSは一過的に上昇し、約2時間で照射前の約1.5倍まで達したが、12時間以降では照射前よりも少々低下した。アポトーシスの指標であるBAXタンパク質も照射により増大していった。BAXの変化は脳よりも皮膚で顕著であり、皮膚でのアポトーシスの進行を示唆していると考えられる。

マウスを照射後、適当な時間で断頭し、背部の皮膚をはがしてESR用tissueセルに入れ、XバンドESRにてスペクトルを測定した。アスコルビン酸ラジカルは経時的に増大していく傾向があった。これは、照射後も二次的反応によってラジカル生成が継続していることを示していると考えられる。

以上の結果をまとめると、iNOSが一過的な増大を示すのに対してBaxおよびアスコルビン酸ラジカル量は時間とともに増大しており、酸化ストレスの蓄積がBax量から予想されるアポトーシスと関連していることを示している。

今回の研究では皮膚全体を試料として用いて時間軸に沿った変化を調べた。一方、X線による皮膚障害に関連したタンパク質やラジカルは局在している可能性が高い。従って、今後は組織免疫染色法を用いて変化する部位を同定することにより空間軸に沿った変化を調べたい。また、真皮と表皮を分けて測定できれば、今回の経時変化がより強調されるものと期待される。

【助成金（昭和シェル石油環境研究財団）】

15. 放射線発癌の標的としての乳腺肝細胞系

(1) 研究代表者

今岡 達彦（放射線安全研究センター低線量生体影響プロジェクト）

(2) 研究概要（目的）

石油資源は人間活動のエネルギー源として有用であるが、その有限性や地球環境への影響を考慮すると、原子力が将来的に有用である。原子力の利用は常に、人体が放射線に被曝する可能性をとまなうため、被曝によるリスクを最低限に保ちながらの利用が求められる。

広島・長崎の原爆被爆者の追跡調査によれば、放射線が誘発する固形癌の第一位は乳癌である。しかも被爆ののち数十年を経て発生した例も少なくない。放射線に被曝したことを数十年も記憶し、癌を発症させる細胞の正体は、いったい何であろうか。その答えは、組織幹細胞であると考えられる。この細胞は各組織のあらゆる細胞を生み出す根幹であり、しかも数十年にわたって生存する。放射線の影響もここに蓄積すると思われる。したがって、この細胞への放射線影響を明確にし、これを放射線から守ることが、被曝によるリスクの低減の要となるはずである。しかし放射線に被曝した乳腺において幹細胞が受ける影響は、いまだによく解明されていない。本研究では、乳癌のモデル動物であるラットを用い、乳腺の幹細胞系が放射線被曝後にどのように変化するかを明らかにする。

(3) 研究実績

雌のSprague-Dawleyラットでは、7週齢において2Gyの放射線（平均的な日本人の1年の被曝量のおおよそ500倍）を照射すると、10ヵ月以内に約3分の2の個体に乳腺の悪性腫瘍が発症する。最も早期の発症は照射後8週に見られ、10ヵ月後まで発症はほぼ一定の頻度で起こる。そこで、このラットにエクソ線2Gyを照射し、6時間、1日、3日、1週、2週、

4 週および 8 週後に屠殺して、その乳腺組織を採取した。その際、細胞増殖の状態を観察するために、DNA 標識物質であるブロモデオキシウリジン (BrdU) を屠殺 2 時間前に投与した。また放射線を照射しない個体を同じタイミングで屠殺し、乳腺を採取して対照群とした。1 群あたり 3 匹を割り当て、計 42 匹を使用した。

乳腺においては、乳管と呼ばれる細管が張り巡らされた構造が基本であり、その各所から、乳汁を分泌する腺房と呼ばれる腺組織が二次的に発達する。基本構造である乳管が発達するとき、その最先端部には幹細胞が存在しており、これが乳腺のすべての細胞を生成する。そこで乳腺の全体標本を作製し、乳管先端の幹細胞系の放射線照射による形態変化を解析した。その結果、エックス線 2Gy 照射後の乳腺でも発達の減退は観察されなかったが、正常な発達過程でおこる乳管末端の退縮が、照射群では抑制的であった。また上記の全体標本から乳管先端の幹細胞系を採取してパラフィン包埋切片を作製した。これを HE 染色して観察すると、前癌病変に見られるような構造的異常は見られなかった。また BrdU の染色を免疫組織化学的手法により行ったが、全体標本からの採取検体であるにもかかわらず染色性は良好であった。BrdU 標識率を指標とする細胞増殖は照射 6 時間後に激減し、さらに 2～8 週後には起こるべき増殖減退が抑制された。形態学的細胞死の計測による細胞死の解析では、死細胞の割合も照射直後に増加し、4～8 週後に見られる細胞死の減退にも抑制傾向が見られた。

これらの結果から、放射線照射を受けた乳管末端において、一時的な増殖停止と細胞死ばかりでなく、少なくとも数週間にわたって持続する細胞増殖過多の状態が存在することが明らかとなった。乳腺幹細胞がこのような環境に置かれることにより発癌が促進される可能性が示唆される。

【助成金（島津科学技術振興財団）】

16. 微量生体内物質イメージングのための高分解能かつ高感度な小動物用 PET 装置の基礎設計

(1) 研究代表者

山谷 泰賀（重粒子医科学センター医学物理部）

(2) 研究概要（目的）

マウスやラットなどの小動物を対象にした Positron Emission Tomography (PET) 計測は、分子レベルの生体機能解明や遺伝子発現の画像化を可能にするため、ポストゲノム研究を推進する有力な手法

として期待を集めている。小動物イメージングでは、ターゲットの物質が微量であるため、小動物体内の微量物質の空間分布および時間変化を追跡するダイナミックイメージングを実現するためには、装置感度が十分に高い PET 装置が不可欠である。しかし、従来の小動物用 PET 装置は、装置感度を犠牲にして高解像度のみを追求しており、分解能と感度を共に両立する小動物用 PET 装置は存在しない。これは、消滅 γ 線は高いエネルギー（511keV）をもつため、検出能力を高めようと検出素子を厚くすると、斜め入射の γ 線に対する検出位置精度が劣化してしまうという PET の本質的な性質による。

これに対して、放射線医学総合研究所では、検出素子の深さ方向の γ 線相互作用位置 (depth-of-interaction, DOI) を計測する新たな 3 次元放射線検出器 (DOI 検出器) を開発している。DOI 計測によって、分解能を劣化させることなく、検出素子を厚くすることができる。そこで研究では、DOI 検出器を応用して、高解像度と高感度を共に実現する新たな小動物用 PET 装置を実現することを目指し、装置の基礎設計を行った。

(3) 研究実績

1) 小動物 DOI-PET 検出器の試作・性能評価

特殊な結晶間の反射材構造によりシンチレーション光の分配をコントロールして、超小型の結晶においても 4 層 DOI 計測を可能にする方法を開発した。この方法に基づき、小動物 DOI-PET 検出器を試作し、性能を実験評価した。具体的には、結晶素子サイズ 1.44 mm × 1.44 mm × 4.50 mm の LYSO 結晶を 32 × 8 配列を 4 層に組み上げ、PET イメージングに影響する検出器性能である応答関数を測定した。その結果、半値幅にて約 1.5 mm の良好な平均位置分解能が得られることを示した。

2) 画像再構成手法の開発とイメージングシミュレーション

正確な観測モデルに基づく画像再構成手法は、画質が向上する一方、計算コストが大きい点が問題である。特に DOI-PET 装置では、DOI 層数の 2 乗に比例して検出素子対数が増加してしまう。これに対し、DOI-PET 観測系の冗長性に注目し、深い DOI 層ペアのデータを画像への寄与の大きい浅い DOI 層ペアのデータに足し合わせる DOI compression (DOIC) 法を提案した。そして、試作した検出器に基づき、検出器リング内いっばいに視野領域（直径約 9cm × 体軸方視野約 10cm）が広がる小動物専用の PET 装置を想定し、イメージングシミュレーションを行った。そ

の結果、提案装置によって、視野領域中ではほぼ均一で、1mm 台の解像度が得られる可能性を示した。

2.4.2 その他の外部資金研究

2.4.2.1 放射能測定調査研究

※文部科学省からの委託調査研究の成果である。

1. ラドンの低減に関わる対策研究

床次眞司、卓 維海、高橋博路、山田裕司

(1) 目的

自然放射線源による被ばく線量のうち、ラドンによる被ばくがかなりの割合を占めることは共通の認識である。わが国においては、「ラドン調査等の今後の進め方について」（平成15年6月 ラドン調査等専門家会合）に、従来のラドン濃度の水準及び地域差を把握する調査の段階から、ラドン対策のための基礎調査の段階に移行することが妥当であると記載されている。本研究は、わが国の今後のラドン調査の基本方針・計画の一つである、「我が国の建屋の特性を踏まえた低減化方策及びその効果を明確化するための調査」と位置づけられ、わが国の住宅構造に適した、効果的な屋内ラドンによる被ばくの低減法を確立することを目的とする。

(2) 方法

わが国の住宅構造に適した、効果的な屋内ラドンによる被ばくの低減法を確立するため、次の項目に従って研究を進める。

- 1) 高ラドン濃度要因分析：住居内の高ラドン濃度化の原因となりうる建材、土壌、地下水（井戸水）等からのラドン散逸率や各種試料中のラドン濃度を評価し、散逸率を支配するパラメータを調べた。
- 2) 特定地域におけるラドン濃度の詳細調査：地質・気候などの状況や過去に実施された水準調査の結果を参考にして、居住環境におけるラドン濃度の分布や時間変動を調べた。
- 3) 屋内ラドンの低減法の検討：欧米で利用されている低減策に関する情報収集を行った。
- 4) 国際校正試験の実施：分析センターによる調査で用いられているラドン測定器の品質保証のため、海外の国際標準機関において比較校正実験を行った。図1には校正実験に使用したパッシブ型ラドン・トロン弁別測定器（ラデュエット）の概要を示す。

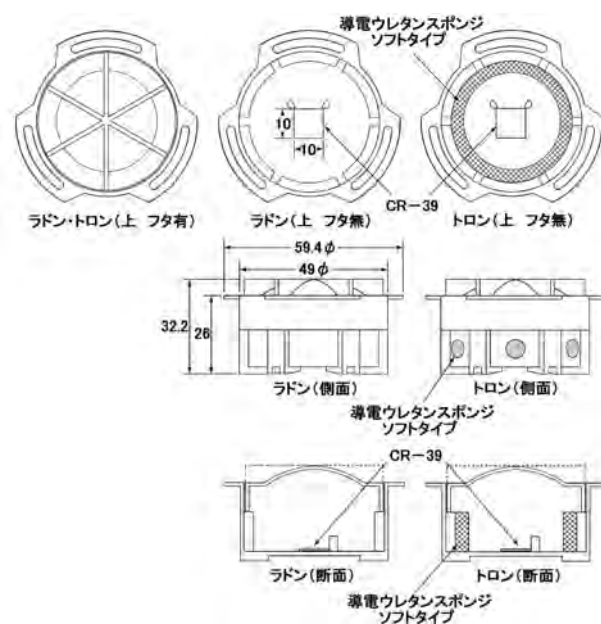


図1 校正実験で用いたパッシブ型
ラドン・トロン弁別測定器

(3) 結果

1) 高ラドン濃度要因分析

ラドン発生量評価と移行経路の特定のため、調査対象地域（神戸、福岡、鹿児島、沖縄）において、地下水については、現地にて水中ラドン濃度を測定し比較的高レベルにあることが確認された。上水道中のラドン濃度を測定したところ、0.6～175 Bq/Lに分布し、平均濃度は58.4 Bq/Lであった。さらに個人宅に設置している井戸水についても水中ラドン濃度を測定したところ、2.6～287 Bq/Lに分布し、平均濃度は81.7 Bq/Lであった。この周辺一帯が花崗岩に覆われていることから、水中ラドン濃度は総じて高く、今後は水中から大気中へのラドンの散逸のメカニズムについて詳細に調査を進める予定である。土壌については、実験室に持ち帰りラドンの発生源となるウラン系列核種濃度について、ゲルマニウム検出器を用いて評価した。目下、ラドン散逸率とウラン系列核種濃度の定量的関係を調査中であり、土壌水分率によってラドン散逸率が支配されることが示唆された。

2) 特定地域におけるラドン濃度の詳細調査

鹿児島では大気中ラドン濃度測定器を活火山近傍の測定地点に設置し、連続測定を行っておりその解析を進めた。結果の一例を図2に示すが、その結果

と火山情報と気象要素との関連を詳細に調査した結果、火山活動により周辺の活断層からのラドンの散

逸が上昇していることが示唆された。

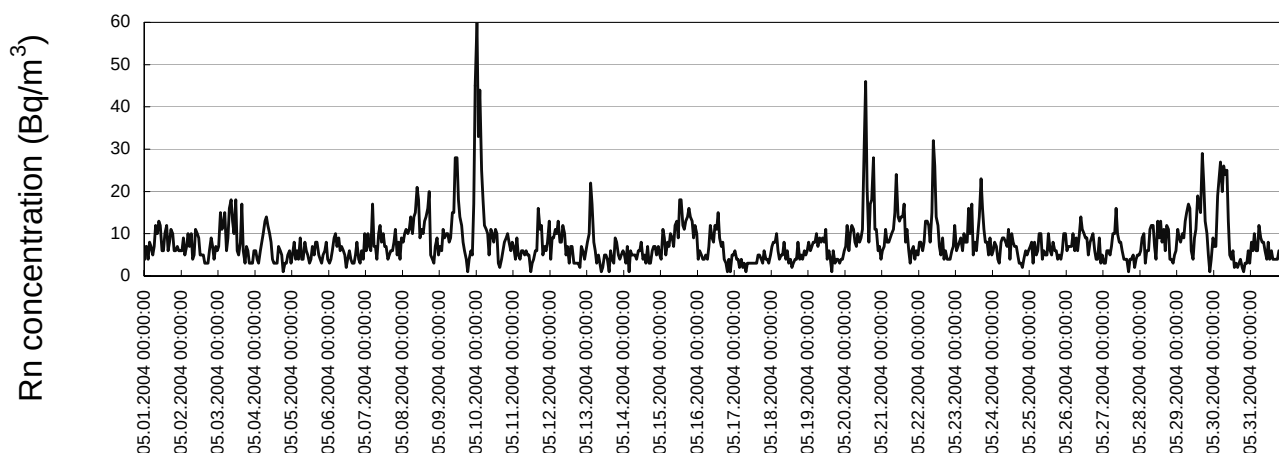


図2 活火山周辺における屋外ラドン濃度の変動例

3) 屋内ラドン低減法の検討

海外などで利用されているラドン濃度低減法のうち、代表的なものについて下記のとおり纏めた。

1. 土壌減圧法（屋内設置タイプ）

ラドンの低減方法として最も推薦される方法である。床下の土中にラドンを吸引するための穴を掘り、そこから屋外に向けてラドンを吸引、排出するシステムである（図3）。このシステムは土中から屋内に侵入するラドンをあらかじめ防ぐことにより、屋内のラドン濃度を非常に低い状態にし、それを維持し続けることのできるシステムである。

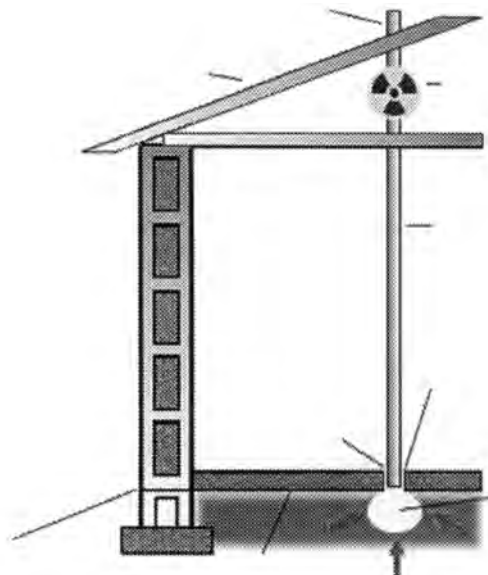


図3 屋内設置型土壌減圧システム

2. 土壌減圧法（屋外設置タイプ）

このシステムは建物の構造特性もしくは依頼人の選択によって屋外に設置されるという点でのみ、上記の1のシステムと異なる。

3. 床下被膜減圧法

地下に床下スペースがある家屋に適用される。床下をプラスチック被膜などで覆い、被膜下の空気を吸引、排出することによって、ラドンが床下スペースやその構造物に侵入する前にラドンを外気中に排出するものである。商業用の施設でも、家屋に取り付けるシステムと基本的に同様に扱うことができる。ただし排気装置は、不用意に誰かに干渉されない場所に設置しなければならない。

4. その他の低減方法

換気（機械式、自然）、目張りなどがしばしば使用される。これらの選択肢は、構造上の理由もしくは高地下水位といったその他問題により土壌減圧装置を設置できない時に選択される場合が多い。

換気は、最も簡便で、費用もかからない方法であるものの、屋内の冷房・暖房の効率が下がるという欠点も併せもっている。極端に寒いまたは暑い気候の地域ではあまり推奨されない方法である。また、非常に高濃度の屋内ラドンに対しては、あまり低減の効果が無いとの報告もある。低減の効果は換気の頻度に依存し、特に自然換気（窓を開けることによる換気）では、効果は家の所有者に委ねられるという点にも留意するべきである。

目張りは新しい建物において最も有効な低減方法といえる。家が建てられた後からは、目張りできる場所は限られるため、目張りは主要なラドン低減策にはなりえないが、他の低減策と併用することで効果を高めることができる。目張りすべき場所としては、床下基礎中の割れ目、垂直な貫通管、電気回路の貫通孔などである。

4) 海外における比較校正実験

現在分析センターが実施しているラドン測定器の品質保証のため、海外の標準機関（ニューヨーク EML とドイツ PTB）の 2 機関において、それぞれ トロンとラドンに関する国際比較校正実験を実施した。表 1 には今回の実験で得られたパッシブ型ラドン・トロン測定器の濃度換算係数を示す。これらの値は国内で校正を行った結果と比べてもほぼ同じ値を示しており、調査結果の信頼性を国際的にも担保した。

表 1 ラデュエットによる
ラドン・トロン濃度換算係数（2004 年現在）

ラデュエット	ラドン $tracks\ cm^{-2}\ kBq^{-1}$ $m^3\ h^{-1}$	トロン $tracks\ cm^{-2}\ kBq^{-1}$ $m^3\ h^{-1}$
低換気型	2.0	0.1
高換気型	1.9	1.9

4. 過去の調査研究の経過と経緯

平成 14 年度まで生活環境中のラドン濃度調査として、各種環境中におけるラドン濃度レベル調査を中心に調査を進めてきた。さらに平成 15 年度より本研究課題「ラドンの低減に関わる対策研究」を実施している。

5. 今後の調査研究計画・方針

昨年度より新たにラドンの低減に関わる対策研究として、高ラドン濃度家屋の要因調査と効果的な低減法の検討を進めている。今後も引き続き分析センターによる調査で見つかった家屋を中心にその要因分析、被ばくの実態の把握、低減効果の検証を進める予定である。

2. 環境生態系のトリチウム安全評価モデルとデータベース構築

宮本霧子、武田 洋、井上義和、本郷昭三、竹下 洋、佐野理江、山本一英^{*1}、一政祐輔^{*2}、百島則幸^{*3}、佐竹 洋^{*4}（^{*1} ㈲ワイファースト、^{*2} 茨城大・理、^{*3} 熊本大・理、^{*4} 富山大・理）

(1) 目的

3H （半減期 12.4 年）は、宇宙線が大気中窒素と衝突して生成される宇宙線生成核種であるため、本来地球上には微量に存在したが、1950 年代からの核実験で大量に生成されて拡散し、環境中の濃度が一時は 100 倍のレベルまで上昇した。そのフォールアウト 3H も現在では放射壊変により減少したため、環境にとってインパクトになる 3H 放出源は、重水炉、核燃料再処理施設、 3H 標識化合物工場、放射性廃棄物処分場などである。またフランスと日本が建設を誘致している国際共同開発核融合実験炉 ITER は、燃料として $10^{18}Bq$ の 3H を利用するため新たな潜在的ソースと考えられる。本研究では、 3H がそれらの施設から定常的に、また一時的（緊急時）に放出された場合について、環境生態系における大気拡散、農水産物への移行を定量的に予測し、ヒトの被ばく線量を評価し、防護対策を提言することを目的とする。

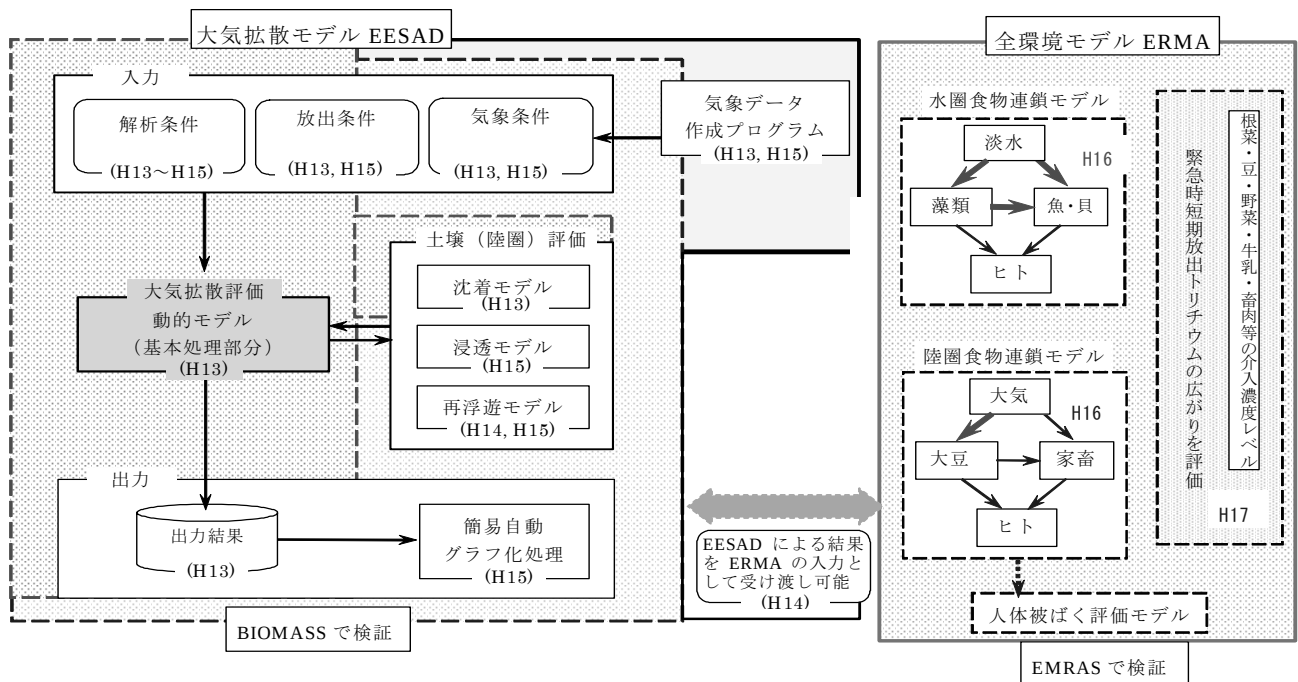
(2) 方法

2001 年度より、ランダムウォーク型大気拡散プログラムを 3H 用に変換して（Tritium-EESAD）、放医研の環境・人体核種移行評価システム（Tritium-ERMA）に組み込み、線源から人体までの 3H 移行量と線量をパーソナルコンピュータで評価・計算するための体制構築に着手した。その後システムは、IAEA 主催の BIOMASS 国際共同事業（BIOsphere Modelling and ASSESSment program、生物圏モデル化評価、1996 年～2000 年）の「 3H 作業グループ」で利用されたシナリオを計算し、BIOMASS 参加国の報告値を参考に、プログラムコード及び計算に利用するパラメータの不都合部分を順次改変する、検証・改訂作業を進めてきた。シナリオは、兵器製造や重水炉開発によって環境が 3H 汚染された、カナダ、フランス、ロシアから提供されたもので、その内容は地形・植生の様態、放出形式、実測した気象や環境 3H 濃度のデータセットである。参加国は各自のモデルを用いて、 3H の環境移行後の濃度を推測計算し、その結果を参加者相互に、また実際の測定値と比較して議論した。

2003 年 9 月からは IAEA-BIOMASS の後継事業として IAEA-EMRAS（Environmental Modeling for

RA radiation Safety、放射線安全のための環境モデル化、2003～2007年）が開始され、植物や動物中のOBT（有機結合型 ^3H ）への取り込み評価について更にモデルを詳細化することや、大量の ^3H が一時に放出されたときの農水産物の摂取制限を議論することなども目的にして「 ^3H と炭素14モデル作業部会」が設けられた。放医研が主宰する ^3H 研究者ネットワーク、「Japanet」は、当作業部会に参画し、Tritium-ERMA

の更なる詳細化とパラメータの充実を図り、改訂作業を進めることとした。今年度は主に、湖の食物連鎖及び大豆の大気中 ^3H の取り込みに関する2つのシナリオの評価計算を行い、水圏及び日本の主幹食品についてモデルの検証・改訂を行った。図1にこれまでの放医研 ^3H 環境・人体核種移行評価システム（Tritium-ERMA）の開発過程を示す。



（H13）等の表記は開発・作成年度。EESADのユーザインタフェースはモデル等の作成/改良に伴い、随時改良。

放医研モデル名：大気拡散用 EESAD(Easy Evaluation System for Atmospheric Dispersion)、
陸水圏人体用 ERMA(Environmental Radionuclide Movement Assessment)
IAEA モデル比較検証事業名：BIOMASS(Biosphere Modeling and Assessment program)、
EMRAS (Environmental Modeling for Radiation Safety)

図1 ^3H 環境・人体核種移行評価システム（Tritium-ERMA）の開発過程

(3) 結果

作業部会の主査が属するカナダ・チョークリバより、湖の食物連鎖シナリオが提供された。チョークリバの施設敷地内には、1940年代から行われたCANDU型重水炉の開発過程で、恒常的に ^3H で汚染されたパーチ湖がある。その湖水の実測濃度から、魚、貝、水草等のTFWT（組織自由水 ^3H ）とOBT（有機結合型 ^3H ）濃度を推測計算させるシナリオである。計算に参加した英・仏・露・独等8グループの結果は、水圏を平衡状態とするか、生物の取り込みを動的に解析するかなど、モデルの特徴によって、実測値と相違するところがそれぞれに異なった。Japanetの計算は、3種類の水生植物の各生理学的特徴を考慮に入れず、OBT / TFWTの比を一般の植物の0.8としたが、パーチ湖の実測値は、浮遊性の水草は0.6、微小

藻類は0.5、湖底の根から吸水し、葉が湖面上にある大型の水草は0.3という結果であった。魚、貝などの水生動物については、Japanetは実測値とよく一致した。六ヶ所村は、小川原湖の他にも湖沼の多い地域で、水産物利用が商業レベルでも行われている。今後の課題として、六ヶ所村で実際に食用にされている藻類に対応した取り込みパラメータの選択と、その藻類を捕食する貝類の食物連鎖のパラメータについて個別に検討すべきであることが示唆された。

大気から大豆マメへの ^3H 取り込みに関するシナリオが韓国から提出され、12グループが計算に参加した。シナリオの基になった韓国の実験では、ビニールハウスに植木鉢の大豆（枝豆）苗を並べ、 ^3H 水蒸気（HT0）を1時間曝露して葉から取り込ませ、その

後は野外に取り出して収穫まで3ヶ月間普通に育てられた。HT0 曝露実験は、開花前から、葉の黄変後まで、6つの生育段階別に計6回行われた。シナリオの主な要求は、曝露した生育段階の相違によって、収穫期の大豆マメのOBT濃度にどれだけ違いがあるか計算させることである。Japanetは、茨城大学の野外ビニールハウスで数回行われた、重水素水蒸気放出実験で求められたモデルとパラメータを利用して計算を行い、かなり実測値に近い計算値を得た。他グループのモデルでは、収穫期に近い生育段階で曝露したケースについては、計算値が実測値よりかなり低く、その論理的な理由がまだ呈示できていない。一方Japanetは、最も取り込みの盛んな生育段階の曝露実験で、参加国の中で実測値と最もよく合った結果を出しており、またその後の収穫期に近い生育段階でもほとんど変わらずに、実測値よりやや高めの結果であった。Japanetのモデルは、日本人が最も食用消費する緑色枝豆と黄色大豆の2回の収穫時期に注目して、 ^3H がOBTとして残存する率を安全サイドで評価するのに適したモデルである。従って、モデル予測に基づいて防護安全上の初期段階の施策を行う場合には問題はない。しかし六ヶ所村は畜産業が盛んである。今後は、収穫後の大豆マメ部以外の、家畜の餌として利用される全植物体中OBTについて取り込みパラメータを求め、六ヶ所村の農産物消費の実態に即した予測計算を行うためのデータベースをより充実させる必要がある。

4. 過去の調査研究経過と経緯

1969年より全国の原子力発電所、茨城県東海村、青森県六ヶ所村においてフォールアウトや施設起源の ^3H の環境レベルや局地動態を調査し、そのモデルを構築した。2001年度より、環境生態系を構成する種々の動植物に移行する ^3H 核種の動態モデルと、それに関わるデータベース構築の高度化に焦点を定めて、新たな研究を開始した。

5. 今後の調査研究計画・方針

2003～2007年に行われるIAEA—EMRAS事業の ^3H & $\text{C}14$ 作業グループにおいて呈示されるシナリオを利用して、放医研の環境移行モデルを検証・改変し、周辺パラメータの充実を図る。特にフランスの提出した、仮想緊急時放出シナリオの計算に重点を置き、緊急時の農産物摂取制限等の介入条件について検討を行う。また、放医研が1980年代に放射能調査研究によってデータを蓄積した、東海村における松葉中OBT濃度の経時変化の研究結果を「松葉シナリオ」として提出し、各国参加者のモデル検証に提供する。

2.4.2.2 その他の受託研究

1. 先進小型加速器の要素技術の普及事業

電源立地等推進対策委託費

(放射線利用技術・原子力基盤技術移転事業等委託費)

(1) 研究担当者

加速器物理工学部長 山田 聡

(2) 事業概要

本事業は、8大学・研究機関との共同研究を通じて、新しい技術によるがん治療用小型重イオンシンクロトロンおよび小型硬X線放射光源など小型実用加速器の実証機製作を目指した要素技術開発を目的としている。平成16年度は前年度に引き続き、小型加速器のキイ・エレメントの製作と性能試験を実施すると共に、これらのR&Dを通した加速器関係若手技術者の育成を行った。

1) 小型重イオンシンクロトロンの製作

① レーザーイオン源

超短パルス高強度レーザーを金属薄膜に照射すると高エネルギー電子が発生する。この電子の作る静電場によってイオン加速が起こるが、金属表面には水分や炭化水素などが付着しており、結果として質量に対し電荷の比の最も大きい陽子にほとんどの加速エネルギーが消費される。CH膜を金属膜にコートしたターゲットを用いて陽子量を増やす実験および円偏光レーザーを用いた実験を行った。

② ビーム蓄積・冷却装置

平成15年度までに行った偏向電磁石の磁場測定結果から得られた電磁石の個性差を用い、閉軌道の歪み(Closed Orbit Distortion-COD)を最適化する配置を求め、全周にわたるCODを推定した。また、電子ビーム冷却装置を完成し、磁場測定と電子ビームの輸送テストを実施し、設計通りの性能の実現を確認した。

③ 小型シンクロトロンリング

動的三次元磁場解析からコイル導体をストランドケーブルからホローコンダクターに変更しても磁場分布大きな影響が出ないことが予想されたことから、昨年度はコイル導体をホローコンダクターに変更して偏向電磁石を製作した。今年度はこの電磁石の磁場測定を実施した。

加速空洞についてはその高周波電源と組み合わせ高レベル試験を実施し、長さ40cmの空洞で2～18MHzの広帯域において必要な加速電圧を発生することに成功した。この可変周波数帯域は5msecの極めて短時間に2MeVから200MeVに陽子を加速する周波数に相当し、この間の加速電圧フィードバック制御、偏向磁場に対する加速周波数の追従性試験を高周波加速システムの低レベルと高レベルの組み合わせ試験において行い、実用的な高周波加速システムとして動作することを確認した。

④ F F A G加速器

F F A Gの最大のメリットである高繰り返し加速を実現する為に、高周波加速空洞の高性能化、省電力化、低コスト化が重要である。平成15年度から本事業が要素技術の普及事業に変更された事を踏まえ、シンクロトロン加速器などにも応用が可能な高周波加速空洞の要素技術を中心に開発を行ってきた。特に省電力化を目指して、高透磁率を有する新しい磁性体コアの開発を行った。新しいコア材(Co基アモルファス)を使用することで空洞のシャント抵抗が従来のコアを装荷した空洞に比べ2倍程度向上することを示した。

2) 小型硬X線放射光源

①-a

大強度パルス放射光源(レーザープラズマカソード)阪大では、ガラスキャピラリーを用いて加速長を1cmにのばし、100 MeV(1億電子ボルト)を達成した。また、産総研は、世界に先駆けてモノエネルギーピークを検証した。阪大の加速長長尺化、産総研のモノエネルギー化とともに東大では、電子を捕捉し効率よく加速位相に乗せる方法として、独自の波破碎機構を提案実証した。

①-b

大強度パルス放射光源(Xバンド電子線型加速器)平成16年度は、XバンドRF源性能評価試験を行うための準備としてクライストロンエージングを行った。当面の目標としていたRFパワーに達したことから、電子銃へのRFの投入を開始した。

次に、Xバンド線形加速器の構築と平行して、X線強度を1桁以上増強できるレーザー光周回システムの原理実証実験を行い、10倍以上のエネルギー増大効果を確認した。

②－a

高フラックス放射光源（レーザー蓄積装置）レーザー蓄積装置としての第1期目標のパワー増幅率1000倍以上を得る技術を357MHz Mode-lock レーザー発生装置で確認した。

又、100bunches/pulse マルチバンチ電子ビーム生成運転およびレーザーと電子ビームの衝突技術を高度化した。

②－b

高フラックス放射光源（高品質電子ビーム源）平成16年度から、矩形化されたピコ秒パルスを高効率で紫外域へ高調波変換が出来る光学系を、第三高調波生成光学系（THG, 269nm）と第四高調波生成光学系（FHG, 197nm）の効率重視でそれぞれ開発を進めている。

次に、石英板空間位相変調器の構成光学系を変更することで高効率化を図り、15年度よりも30%高い効率とすることが可能となった。

又、さらなるビームの低エミッタンス化を目的として二空洞方式のRF電子銃を設計し、その第1空洞の製作を行った。

3) 加速器関係技術者の育成

合計15名（内新規採用3名）のポスドクを採用し、開発研究に参加させることにより若手技術者の育成を行った。

4) 小型加速器製作・普及委員会の開催

本事業を効率的に推進するために、平成16年度の事業期間内に先進小型加速器開発委員会を合計2回、推進調整小委員会を3回開催した。

(3) 事業期間

平成13年～平成17年

2. 三次被ばく医療体制整備調査

原子力発電施設等防災対策等委託費

（原子力発電施設等緊急時対策技術調査等委託費）

(1) 研究担当者

緊急被ばく医療研究センター 緊急被ばく医療推進ユニット長・明石真言、同ユニット推進室長・近江谷敏信、同業務推進室長・平間敏靖

(2) 事業概要

緊急被ばく医療とは、放射線の線量評価、放射線

防護に支えられた医療であり、その特殊性は非常に症例が少ないこと、被ばくによる症状が現れるまでに時間がかかることから、予後の予測や治療方針の決定に迅速かつ正確な線量評価が不可欠とされている。また、線量評価とそれに基づく予後の予測や治療方針の決定には高度の専門的知識と技術が要求される。これらの専門的知識や技術を維持するには、日常の研究及び教育・研修、事例の追跡調査とその解析等の業務が必要となる。

放医研は、三次被ばく医療機関として緊急被ばく医療を迅速に行うため8道県の地域との連携協議を行ってきた。

本年度は、ネットワークを含めた被ばく医療体制の構築、緊急時のための原子力防災研修について下記のとおり実施した。

1) 三次被ばく医療機関としての地域との連携

① 地方自治体等で開催される講習会等への参加

医療従事者、消防関係者などの緊急被ばく医療関係者は、原子力災害及び放射線事故に伴う放射線被ばくや放射性同位元素等で汚染された被災者が発生した際の対応に必須な知識として、放射線の測定、人体放射能測定、健康影響、除染等の基礎的知識を習得し、更にこれらを応用して被災患者の搬送、除染などの実際的な対応を経験していくことが必要である。地方自治体では、年1回以上の原子力防災訓練を計画実行するほか、関連する講習会を開催し、原子力防災関係者の知識・技術の向上・維持を図っている。

放医研では、地方自治体等が整備を進める緊急被ばく医療体制の整備事業の一環として行われている関係機関・関係者への知識普及・教育に対して、専門家の派遣などを行い、被ばく患者の診療に対する無用な不安を払拭させて円滑かつ迅速に患者の診療などが出来る緊急被ばく医療体制の構築に支援している。

平成16年度は、国及び地方自治体の原子力防災訓練に際して、緊急被ばく医療の専門家を現地のオフサイトセンター等に派遣し、助言・指導を行った。また地方自治体等の緊急被ばく医療訓練、緊急被ばく医療に関する講習会等の実施に際して、専門家等を派遣し、救護所に参集する関係者に対して、原子力防災訓練の事前講習、本訓練対応の技術向上を図るため、放射線測定・除染法、放射線防護・管理法など技術的対応の基礎から応用に至る内容の講義・講習を行った。

平成 16 年度 原子力防災訓練に
おける指導のための専門家派遣実績

訓 練	人 数	派 遣 先	場 所
静岡県原子力防災訓練	1	静岡県浜岡原子力防災センター	静岡県御前崎市
茨城県オフサイトセンター機能班別訓練	1	茨城県原子力オフサイトセンター	茨城県ひたちなか市
新潟県原子力総合防災訓練事前訓練	1	新潟県柏崎刈羽原子力防災センター	新潟県柏崎市
茨城県原子力防災訓練	5	茨城県原子力オフサイトセンター	茨城県ひたちなか市
北海道原子力防災訓練	1	北海道原子力防災センター	北海道岩内町
愛媛県原子力防災訓練	1	愛媛県オフサイトセンター	愛媛県伊方町
横須賀市原子力総合防災訓練	1	横須賀アリーナ	神奈川県横須賀市
佐賀県原子力防災訓練	3	佐賀県原子力オフサイトセンター他	佐賀県唐津市
福島県原子力防災訓練	1	福島県オフサイトセンター	福島県双葉郡大熊町
文部科学省原子力防災訓練	1	文部科学省非常災害センター他	
鹿児島県原子力防災訓練	4	鹿児島県原子力オフサイトセンター	鹿児島県薩摩川内市
福井県原子力防災訓練	3	高浜町中央体育館 高浜町原子力防災センター	福井県高浜町

平成 16 年度 緊急被ばく医療関係講習会・
講演会へ講師派遣実績

講習会・講演会	人 数	派 遣 先	場 所
緊急被ばく医療「福島フォーラム」	1	大熊町文化センター	福島県大熊町
新潟県緊急時医療講習会	2	新潟県庁警察庁舎	新潟県新潟市
鹿児島県原子力救護研修会	2	川薩保健所	鹿児島県川内市
福島県緊急被ばく医療活動講習会	1	福島ビューホテル	福島県福島市
佐賀県緊急被ばく医療対策講習会	1	唐津シティホテル	佐賀県唐津市
福島県消防職員対象原子力災害講習会	2	福島県原子力災害対策センター	福島県双葉郡大熊町
認定看護管理者セカンドレベル教育	1	茨城県看護研修センター	茨城県水戸市

② 地域緊急被ばく医療連携協議会の開催

a. 目的

放医研は、原子力安全委員会が取りまとめた「緊急被ばく医療のあり方について」（平成 13 年 6 月）、「地域の三次被ばく医療機関が担う役割等について」（平成 14 年 4 月）及び「緊急被ばく医療体制における地域ブロック化のあり方について」（平成 15 年 7 月）の提言により、三次被ばく医療機関の中心的機関としての役割を果たすと共に、地域の三次被ばく医療機関としては、地域の緊急被ばく医療の初期及び二次被ばく医療機関等との連携を図り、実効性のある地域の緊急被ばく医療体制を構築することが求められた。放医研は、東日本ブロックの原子力発電所立地自治体 8 道県（北海道、青森県、宮城県、福島県、新潟県、茨城県、神奈川県、静岡県）が整備する地域の緊急被ばく医療体制と機能的な連携を図るため、①地域緊急被ばく医療の初期・二次被ばく医療機関の位置付け・役割の把握、②命の視点を最重要視した患者受入・搬送を基本にした患者搬送フローの構築などの協議方針に従って、具体的な協

議を実施した。

2) 染色体線量評価ネットワークの整備

① 染色体線量評価ネットワーク会議の開催

本会議は、緊急時において染色体による線量評価を迅速かつ正確に実施するためネットワークの推進を図るとともに、染色体線量評価の研究・技術の後継者育成を推進していくことを目的として以下の会議等を開催した。平成16年6月25日、平成16年度染色体ネットワーク会議では、緊急時の染色体ネットワークの役割について、染色体異常による線量評価法の標準化の進捗状況について審議が行われた。委員の所在地域周辺の事故に際しては、緊急時における線量評価等の対応は、放医研が主体的に実施し、必要に応じて委員が支援する。各委員は、分担して協力する場合と専門家として地域で直接対応することとなった。また、染色体異常による線量評価法の標準化については、各機関に分析細胞を配布し、標準化曲線を得る準備が進められている報告があった。

平成17年2月28日、染色体ネットワーク会議技術検討会を開催した。本検討会では、線量評価法の標準化に向けた以下の検討が行われた。異常染色体の判定基準については、判定困難な異常染色体画像は、染色体分析の専門家である委員間において、判定誤差を招くおそれがあるため、200個の分裂細胞画像に対して、分裂細胞の選別基準に沿って、検討が行われ判定の基準方針が確認された。

② 染色体ネットワークの推進に関連した機器の配備

染色体ネットワークは、線量評価法の標準化の確立及び後継者育成を推進するため、ネットワークに参画する6機関（旭川医科大学、環境科学技術研究所、愛知県心身障害者コロニー発達障害研究所、大阪府立大学、放射線影響研究所、放医研）に対し、本年度は、染色体標本作製装置を配備したことにより染色体分析システムが完成した。

3) 物理学的線量評価ネットワークの整備

① 物理学的線量評価ネットワーク会議の開催

本ネットワーク会議では、被ばく線量評価業務体制の充実・強化を図るため放医研を中心として日本原子力研究所、核燃料サイクル開発機構、日本分析センターの協力機関において協力協定が締結された。この締結によって、事故時の物理学的線量評価を実施する上で必要な人材、資機材、施設・設備の提供、測定のコラボなどが可能となる円滑な被ばく線量評価業務体制が構築した。

本年度に実施した会議の概要は以下のとおりである。平成16年7月21日、第1回物理学的線量評価ネットワーク会議では、本ネットワーク会議と地域の三次被ばく医療機関（広島大学）の連携については、特に西日本ブロックの線量評価機関として期待できる原子力緊急時支援・研修センター福井支所、ホールボディカウンタを有する二次被ばく医療機関との連携の重要性が確認された。

放医研と協力機関間における被ばく線量評価業務については、緊急時には放医研が初期対応するが協力協定に基づき、協力依頼することがある。事故発災現場の直近の地域に位置する協力機関は、測定試料の入手、スミヤ・エアロゾルの計測、現場の測定などを依頼する他、線量再構築、資機材、施設の提供、線量計算等を考えている。

平成17年3月16日、第2回物理学的線量評価ネットワーク会議では、平成17年2月18日に開催した緊急被ばく医療ネットワーク会議で承認された「放医研における患者受入の基本方針」に基づく線量評価の課題について審議が行われた。

治療が必要である内部被ばく患者に関しては、検出漏れ核種の有無を検討する際は、計測法のみでは限界があるため、発災事業所からの事故情報などの提供が重要である。また、検出されたとしても医療行為上、無視できる「目安」の取りまとめに関しては今後の課題とされた。協力機関間の連携体制については、日本原子力研究所と核燃料サイクル開発機構の統合に伴う新法人設立後、放医研は、機関間協力協定書で示される協力事項の条文に実施部署など盛り込み実効性のある内容として速やかな再締結の対応を図ることとした。

4) 緊急被ばく医療ネットワークの整備

① 緊急被ばく医療ネットワーク会議の開催

本ネットワークでは、被ばく患者の受入に伴う、緊急被ばく医療業務実施の連携・強化を図るため放医研と協力医療機関における協力協定の推進が行われてきた結果、平成15年度には日本医科大学と締結し、本年度は杏林大学との締結が行われた。

平成17年2月14日に開催した本会議では、「放医研における患者受入の基本方針」について審議が行われ一部修正の後、承認された。

今後、他大学病院等についても機関間の協力協定の締結を推進するよう提案があった。地域の三次被ばく医療機関の広島大学は、ヘリポートを備え、高度救命救急センターを有していることから高線量被ばく患者の受入を中心とする。今後、放医研と広島大学は、患者受入の役割分担等の連携について具体

的な整理が必要とされた。α線放出核種を含む汚染患者の受入に対する放医研の施設・設備の現状については、放医研が有するα線放出核種の汚染患者の受入施設としては、暫定的なものとして内部被ばく実験棟の管理区域を改修した除染施設が存在するだけであり、今後の施設充実にについて問題提起がなされた。放医研の患者受入に関しては、受入施設、既存設備、被ばく・汚染・合併症の程度に応じた受入可能な患者数などの組合せを一覧化しておく必要があるとの意見があった。施設の整備も含めてα線放出核種の内部汚染患者の対応に関しては、継続審議の必要がある旨、委員長の発言があった。

5) 緊急時の原子力防災研修の実施

平成16年度は地域の緊急被ばく医療に参画する医療機関、搬送機関、地方自治体等の関係者に対して、各々の役割業務を迅速かつ実践的に処理する能力が発揮できるよう下記の研修等を実施した。

① 緊急被ばく救護訓練課程

本課程は、消防・警察・海上保安・放射線管理要員・医師・看護師・保健師・防災行政関係者などが相互に連携をして被災者の救助・救急・搬送、放射線管理及び医療活動を適切かつ円滑な対応がなされることを目的とする。

平成16年 緊急被ばく救護訓練課程の開催実績

回 (実施期間)	受講者数 (計)	医療関係		消防・警察	その他
第53回 (H.16.4.19 ～4.23)	30名	医師	4名	13名	10名
		看護師	—		
		診療放射線技師	3名		
第54回 (H.16.10.4 ～10.8)	30名	医師	1名	14名	8名
		看護師	3名		
		診療放射線技師	4名		
第55回 (H.17.1.17 ～1.21)	30名	医師	3名	13名	8名
		看護師	3名		
		診療放射線技師	3名		

② 医療従事者のための緊急被ばく医療セミナー

本セミナーは、緊急被ばく医療に対応する可能性のある医療施設の医師・看護師などに対して、被ばくしないし汚染を伴う被災者の受入に必要な知識と技術の習得を目的とする。

平成16年度 緊急被ばく医療セミナーの開催実績

回 (実施期間)	受講者数 (計)	職種	国公立・私立 病院関係者	大学 病院関係者	その他
第15回 (H.16.5.26 ～5.28)	19名	医師	2名	2名	1名
		看護師	2名	—	1名
		診療放射線技師	11名	—	—
第16回 (H.16.10.18 ～10.20)	20名	医師	2名	—	2名
		看護師	4名	2名	3名
		診療放射線技師	6名	1名	—
第17回 (H.17.2.28 ～3.2)	20名	医師	2名	2名	—
		看護師	3名	1名	1名
		診療放射線技師	9名	1名	1名

③ 緊急被ばく医療のためのホールボディカウンタによる計測セミナー

本セミナーは、被ばく医療機関等に求められる放射線計測に関わる技術水準を確保し、迅速かつ正確に線量評価の支援業務が機能することを目的として実施した。

第1回開催 平成16年7月14日～16日
受講者数6名(診療放射線技師)

(3) 事業期間

平成14年度～平成18年度

3. 沿岸・外洋域における放射性核種の動態の総合的調査

原子力施設等防災対策等委託費
(海洋環境放射能総合評価委託費)

(1) 研究担当者

日下部正志(那珂湊支所長)

(2) 事業概要

海洋にもたらされた放射性核種が海水でどのような動態を示すのかを明らかにすることは、原子力施設立地の円滑化にとって重要である。このため海洋環境放射能の総合的な評価のために、プランクトン等について放射性核種の濃度を明らかにし、生物が関

与したときの放射性核種の海洋での動きを的確に把握し、同時に、海水からプランクトン、海底土や高等生物に至る食物連鎖及び物質循環を定量的に明らかにすることにより、最終的にはモデル化による海洋環境における放射能の挙動予測を行う。また、外洋漁業への影響等を評価するため、再処理施設等原子力施設の沿岸海域から外洋への海水混合による放射性核種の移動過程、粒子による除去過程等の基礎データを収集し、広域的な海洋環境保全のためモデル化を行う。これらにより、沿岸－外洋境界域において、放射性核種の混合拡散、粒子による除去、プランクトン等による濃縮過程を総合的に調査研究を行う。

16年度は昨年度開発した試料採取法・分析法を活用し、以下の事業を行った。

1) 調査海域における観測と試料採取

備船を用い、青森県再処理施設周辺海域において、10日間の調査航海を行った。同海域において、平成15年度に開発した現場型超大容量海水濾過装置を使用して、海水中の人工及び天然の放射性核種を存在状態別（溶存態、懸濁粒子態）に捕集・濃縮した。同時に一般海洋観測（温度、塩分等）も行い、青森県再処理施設周辺の海域特性を把握した。また、現場型懸濁粒子計測装置（粒度粒径分布測定器）を新たに導入して、懸濁粒子のサイズ別分布を北部北太平洋及び上記再処理施設周辺海域で観測した。

2) 海洋試料中における放射性核種の分離精製および定量

多種類の放射性核種を測定するために、迅速かつ簡便な分離精製およびその定量法について昨年度より引き続き検討を行った。更に、この分析法を用い、現場型超大容量濾過装置によって捕集された粒状試料、吸着剤によって濃縮された海水試料やプランクトン試料等の海洋試料について、試料の分析を行った。

3) 生物サンプルの採取および分析

青森県再処理施設周辺海域において、前年度試作したプランクトンネットを用いて動物プランクトンを採取した。当該海域における生物種および発生量を調べるために採取した試料について、種同定（ソーティング）を行った。また別途採取した試料について、前年度開発した手法を用いた核種分析を実施した。一方、当該海域生態系において特徴的な海藻、無脊椎動物、魚類を収集、核種分析を開始し、海洋生物が物質循環に果たす役割に関するデータを

入手した。

4) プランクトンによる放射性核種の濃縮

青森県再処理施設周辺海域において、プランクトンネットを用いて採取した植物及び動物プランクトンの最適培養条件（水温、照度、栄養塩の種類と濃度など）について検討するために培養装置の形状や温度管理、照明装置、攪拌装置、エアレーション装置、滅菌装置などの性能を考慮しながら培養装置の開発および試作を行った。また、濃縮実験に供する植物プランクトンを購入し、試作した培養装置を用いて安定培養を試みた。

(3) 事業期間

平成15年～平成19年

4. 緊急被ばく医療に関する実証及び成果提供等

原子力施設等防災対策等委託費

（原子力発電施設等緊急時対策技術調査等委託費）

(1) 研究担当者

緊急被ばく医療研究センター 被ばく医療部長・明石真言、調整管理室長・近江谷敏信

(2) 事業概要

三次被ばく医療機関の中核機関に位置付けられる放医研は、従来より「防災基本計画」及び「防災指針」に基づき、緊急被ばく医療に関するプロジェクト研究を推進し、中期目標の研究成果を取りまとめる段階にある。これまでの研究で得られた技術的手法及び研究成果を活用して地域の医療機関への専門知識の付与に必要な治療モデル及び評価システム等に関する具体的な実行性などを検証のうえ、医療機関に対し効率の良い成果提供を図ることを目指す。また、被ばく医療に関する海外被ばく医療機関等の活動、技術等の情報システムの構築及び放射線事故の医療的側面に関するデータベースの構築を目指すため下記の研究業務が行われた。

1) 高線量被ばく時の治療方針決定と治療法の標準化

① 高線量被ばくの治療方針モデルの作成

高線量被ばく患者の診断・治療を迅速かつ円滑に行うため、皮膚障害を中心に高線量被ばくの病体解明の基礎となる治療モデル系を構築のために動物臨床実験、文献等の情報を集積する。更に、頭頸部被ばくの症状についても診断と治療方針の基礎モデル

の検証が行われた。

② 放射線障害の高度な治療法の標準化

症例数の多い熱傷及び化学熱傷と放射線熱傷を医学的側面からの比較検討、重症感染症による臓器不全の治療との比較、また、皮膚移植による高度な放射線障害の治療法などについて標準化に必要な基礎的臨床データなどの成果が取りまとめられた。

2) 体内除染薬剤等の投与法等の最適化

細胞並びに動物実験を基礎に確立される体内除染として用いる薬剤の人体への安全な投与法等について、 α 線放出核種のプルトニウムに適しているキレート剤DTPAについては、これまでの副作用を中心とした臨床実験等の結果を集約し、標準化に必要とされる取扱量の安全性、臨床的効果及び測定機器の計測限界のバランスなどの指針に沿った基礎データの分類作業が行われた。

3) 放射線防護剤の効果及び作用機序に基づく投与法の標準化

放射線による障害を出来る限り低減化し、放射線防護剤の選択並びに投与法に関する標準化を確立するため、放射線により体内で産生されるフリーラジカルを除去する物質として有効である承認医薬品の放射線防護剤を用いて、防護作用に関する臨床実験等の成果を検証した。

4) 汚染放射性核種の同定と線量評価技術の標準化

① 生物試料の形態に応じた検出器等を用いた評価システムの標準化

被災者の血液、尿、便などの生物試料を測定対象にした場合、生物試料は、測定精度の障害となる不純物を除去する前処理法が必要である。この作業の簡便化についても文献・実験等で比較検討が行われた。また、適切な検出器で構成された放射線測定装置のシステム改良が重要である。本年度は、尿等のバイオアッセイ測定法として変型ウエル型NaI(Tl)シンチレータにライトガイド付液体シンチレータを挿入した同時計測型全線種計測システムの標準に必要な基礎データを集積し、その検証を行った。

② 生活物質からの緊急時測定システムの最適化

放射線汚染事故時には、生活空間にある試料（衣類、金属等）から放射性物質の同定、放射能測定など線量評価の基礎情報を得る最適な放射線測定法を確立するため、放射能測定分析システムの構築、放射線量算出システムの開発などに必要な基礎データ

を集積し、最適化情報の分析・検証が行われた。

5) 被ばく医療に関する情報システムとデータベースの構築

① 海外被ばく医療機関等の活動及び技術等に関する情報システムの構築

症例の少ない放射線障害の情報については、各国の医療機関と連携し、医療情報の交換を行うことが不可欠である。本年度は、主に東南アジアのベトナム、フィリピンの医療機関等において実践されている医療処置技術及び医療活動状況に関する情報交換を行って、貴重な情報を収集した。国内の被ばく医療機関の医療関係者には、逐次、分類・整理した情報の提供に努めた。

② 放射線事故の医療的側面に関するデータベースの構築

第5福竜丸を始めとする日本国内の事故事例の医療情報を保存するとともにロシアからの被ばく事故事例の医療情報を集積した。

(3) 事業期間

平成16年度～平成20年度

5. 放射性核種生物圏移行パラメータ調査

電源立地等推進対策委託費

（放射性廃棄物共通技術調査等委託費）

(1) 研究担当者

内田滋夫、田上恵子¹、石井伸昌¹、中丸康夫、セルゲイ・トルマチョフ、荻生延子、寺田美奈子、若江奈生、田部井健²、小磯寛之²、平井育子²

（廃棄物技術開発事業推進室）

1：比較環境影響研究グループ

2：東京ニュークリア・サービス株式会社

(2) 概況

平成14年度から開始した本事業は、我が国における様々な環境移行パラメータの収集を行い、データベース構築を目指すとともに、水田における核種移行予測モデルの開発などを行うものである。

今年度は、全国の30地点から土壌及び農作物を採取し、元素濃度測定を行い、土壌から農作物への移行係数(TF)を求めた。

環境影響評価で重要核種とされる放射性セシウムとストロンチウムを対象とした水田モデルの構築を

行った。さらに、構築したモデルによる試計算を実施し、モデルの機能確認も行った。

また、環境中に存在する放射性核種が長期間、または短期間における環境の変化によりその存在形態が変化することにより、例えば、土壌に固定されやすくなったり、植物に吸収されやすくなったりする。今年度は、水田生態系におけるテクネチウム (Tc) の挙動を明らかにするため、湛水土壌の表面水における Tc の化学形態変化、特にその変化に対する微生物の直接的・間接的な寄与について検討した。

(3) 目的

原子力発電によるエネルギー生産に伴って発生する放射性廃棄物の地層処分に係わる安全評価では、放射性核種が地下処分場から人間の生活環境を含む生物圏に到達する移行プロセスとこれによる被ばく経路についてモデル化を行い人間への影響を評価することが必要である。しかし、生物圏においては、その移行パラメータはその地域の環境や人間活動に大きく影響される。本調査は、特に、土壌生態圏に焦点を絞り、日本の風土、農業活動などを反映した種々の環境パラメータを収集し、データベース構築、および放射性核種の環境挙動に影響を及ぼす重要因子の抽出などを行うものである。

(4) 研究経過

平成 14 年度及び 15 年度において、全国から水田土壌、畑土壌およびそこに生育している農作物を収集し、土壌から農作物への放射性核種移行を予測するパラメータである移行係数を求めた。平成 16 年度も引き続き、全国から試料を収集し、安定元素および放射性核種分析を行い、移行係数を求めた。また、昨年度に検出できなかった元素についても、分析法の改良を行い、測定可能とするように努めた。

わが国の農業環境に即した環境影響評価に資することを目的として、平成 15 年度において放射性ヨウ素の水田移行モデルを構築した。今年度は、放射性セシウムとストロンチウムを対象とした水田移行モデルを構築し、その試計算を行った。

水田のように還元状態が発達する環境においては、放射性核種の存在形態が変化するものもあるが、存在形態の変化は、放射性核種の環境挙動を左右する重要な因子の一つである。今年度は、Tc に着目し、湛水した水田土壌の表面水の Tc の存在形態の変化をトレーサ実験により究明した。

(5) 研究成果

平成 16 年度は、以下の研究を行った。

1) 環境パラメータ取得

TF は、土壌中に存在する放射性核種がどの程度農作物 (可食部) に移行するかを予測するパラメータであり、次式で表される。

$$TF = \frac{\left(\begin{array}{c} \text{農作物 (可食部) 中の放射性核種} \\ \text{濃度 (Bq kg}^{-1}\text{-dry)} \end{array} \right)}{\left(\begin{array}{c} \text{土壌中の放射性核種濃度} \\ \text{(Bq kg}^{-1}\text{-dry)} \end{array} \right)}$$

TF は、農作物摂取に伴う被曝線量予測を行う際の重要なパラメータの 1 つである。欧米諸国では、内陸地域に設置されている原子力施設が多く、陸圏における核種挙動パラメータである TF に関する研究が精力的に進められている。一方、わが国における TF の研究は、比較的限られた核種についてのみ行われており、多くの核種に関する調査は充分とは言えない。そのような観点から、本調査では、フィールドにおける TF データの収集およびデータベース構築を主要テーマの一つと位置づけ、平成 14 年度からデータ収集に努めてきた。

本年度は、全国の 30 地点から土壌 (水田土壌が 13 試料、畑土壌が 17 試料) およびそこに生育している農作物を採取した。採取した土壌および農作物試料は、直ちに実験室に送付し、前処理を行った後、土壌の物理化学的特性の測定、土壌および農作物の元素分析に供した。元素分析は、誘導結合プラズマ発光分光分析装置 (ICP-OES) および誘導結合プラズマ質量分析装置 (ICP-MS) で行った。これらの測定結果を用いて土壌から農作物への元素移行パラメータである移行係数 (TF) を求めた。

図 1 にすべての農作物 (24 種類) の移行係数の平均値と最大・最小値を示す。移行係数の平均値は、最も小さい Al の 0.0008 から最も高い K の 1.5 まで約 4 桁の幅があった。元素ごとに TF の最大値と最小値を検討すると、例えば、Sr (0.09 ~ 0.88)、Cs (0.005 ~ 0.07)、Th (0.002 ~ 0.03)、U (0.002 ~ 0.03) のように、ほぼ 1 桁であった。本調査で得られた移行係数値は、IAEA がまとめたパラメータ集 (TRS-364) に示されている値の範囲内であった。

2) 水田土壌生態系移行モデル開発

環境中へ放出された放射性核種は、環境の違いによってその動態が大きく異なることが予想される。そのため、精度よい環境影響評価を行うためには移行モデルを十分検討する必要がある。特に、水稻は日本人の主食であり、全耕作地に占める水田の割合は約 40% に上る。また、水稻は東南アジアの広範囲

で栽培されていることから、影響を評価するモデルの整備が急務である。しかしながら、これまで構築された耕作地モデルの多くは、ヨーロッパの農地の形態である畑地を対象として開発されていた。

そこで、わが国の農業環境に即した環境影響評価に資することを目的として、環境影響評価で重要核種とされる放射性セシウムとストロンチウムを対象とした水田モデルの構築を行った。また、構築したモデルによる試算を実施し、モデルの機能確認も行った。

水田モデルの基本となるイネの生長モデルについては、シグモイドによる近似式を改良することで、ヨウ素モデルで課題となっていた誤差の問題を解決した。また、生長曲線や生育期間のパラメータは、文献値を基にして日本の平均的な耕作状況に即した値を設定した。

コンパートメント構成については、水田土壌を移行の速い成分と遅い成分に分割し、土壌への収着機構に関してヨウ素モデルより詳細な設定を可能とした。

移行パラメータやモデルについては、可能な限り文献を参照して設定した。特に経根吸収経路については、移行経路やモデル式、パラメータを核種別に検討し、ストロンチウムおよびセシウムの挙動を再現できるようにモデルを構築した。

構築した水田モデルを使用して、短期および長期放出シナリオによる試算を実施した。また、経根吸収による汚染シナリオを設定し、放医研が分析した実測データ（土壌植物移行係数 TF）との比較ならびに、昨年度整備した感度解析機能の適用試験を行い、動作を確認した。短期および長期放出シナリオによる計算では、構築したモデルや設定パラメータを反映した妥当な結果を得ることができた。実測データとの比較においては、計算で得られた TF 値の方が実測値より高い結果となったが、一般に放射性核種の TF 値は安定元素よりも大きいことから、概ね妥当な結果が得られた。

3) 環境挙動に及ぼす重要因子の抽出

湛水土壌の表面水におけるテクネチウムの物理化学形態変化、特にその変化に対する微生物の直接的・間接的な寄与について検討した。その結果、湛水土壌表面水中において、細菌の直接作用により TcO_4^- が不溶化することが分かった。可溶性の TcO_4^- は稲によく吸収されるが、細菌により不溶化した Tc が稲へ移行することはほとんどないと考えられる。

しかしながら、細菌は原生動物の餌として非常に重要な資源であるため、細菌に蓄積された Tc は微生

物食物網を通じてより高次生物へと移行し生物濃縮される可能性もある。たとえば Tc を取り込んだ細菌が原生動物の摂食を免れたとしても、水田落水後、土壌表面上に細胞の状態で蓄積されるかもしれない。今後、不溶化した後のテクネチウムの挙動についても明らかにする必要がある。

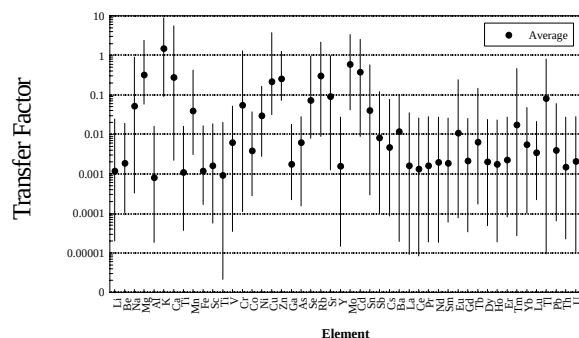


図1 全国から収集した様々な農作物の移行係数
バーは、最小値・最大値を示す

6. 初期痴呆病における核医学診断の役割

受託研究 (IAEA)

(1) 研究担当者

棚田修二 (画像医学部)

(2) 事業概要 (目的)

1) Objectives:

As the Nuclear Core Laboratory for the project “Role of Radionuclide Techniques in the Diagnosis of Early Dementia” (Role of Radionuclide Techniques in the Diagnosis of Early Dementia (F1.01. Activity 5)), National Institute of Radiological Sciences (NIRS) has been working for analysis of data which have been submitted from the participating centers.

Brain perfusion SPECT could detect functional impairment that often precedes structural changes in dementia, and the quantitative analysis has a powerful role in the diagnosis and therapeutic management, and follow-up of patients.

A standardized protocol of brain perfusion study along with quantitative analysis will be eminently suitable for use in the cost-effective evaluation and management of dementia. Statistical imaging analysis should be

applicable to better diagnostic accuracy and easier understanding of disease entity. These procedures will bring developing countries powerful diagnostic tool for early dementia and mild cognitive impairment (MCI).

To achieve the objectives, NIRS has been trying to establish an easy access and dedicated computer systems, which will enable the participating centers to share common data analyzing systems and data base of normal controls and patients.

2) Progress of researches:

- ① Data analysis and statistical quantitative analysis: NIRS has already introduced the computer analyzing system for the data gathered from the participating centers either through e-mail communicating system or CD based data.
- ② NIRS has established the statistical analysis method both of the statistical parametric mapping (SPM) and the three-dimensional stereotactic surface projections (3D-SSP). NIRS is working on the feasibility of the proposed method.
- ③ Since the above analyzing programmes have been applied to Japanese hospitals where the statistical analysis method is used for the diagnosis of brain diseases, NIRS is now working on modification of those programmes for the international version that can be used by the participating centers.
- ④ NIRS has received patient and normal control data from Bangladesh, China, Cuba, Czech Republic, India and Singapore. Korea reported the result of studies on patients and normal controls, however, the data themselves have not been received yet. Those data are now being analyzed using SPM and/or 3D-SSP method. However, some of data were failed to be analyzed due to the difference in the data format.
- ⑤ List of patient and normal control data submitted from participating centers is shown below:

Participating centers	No. of Patients	No. of Normal controls	Total No.	Notes
Bangladesh	11	19	30	
China	7	4	11	
Cuba	18	10	28	
Czech Republic	23(+8)	11	34(+8)	8 patients underwent one-year follow-up study.
India	45	10	55	
Korea	(7)	(6)	(13)	Data have not been received, but the report was received.
Singapore	2	0	0	

- ⑥ NIRS have realized to modify the data formats submitted from the participating centers by using some kind of file exchange formatting computer programme.

(3) 事業期間

2004 年 7 月～ 2005 年 6 月

7. 放射線による環境影響等に関する調査

内閣府原子力安全委員会委託調査費

(1) 研究担当者

土居雅広（放射線安全研究センター・比較環境影響研究グループ）、三枝 新（放射線安全研究センター・低線量放射線影響研究プロジェクト）

(2) 事業概要

近年、国際放射線防護委員会（以下 ICRP）において提案された放射線の環境影響等を含めた新しい放射線防護体系案（ドラフト）に関連する国際的な動向について、調査を行った。環境や人以外の生物への影響の評価と防護に関する国際的な枠組みの構築については、ICRP の提案を受けて、国際原子力機関（IAEA）、経済協力開発機構／原子力機関（OECD/NEA）、原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR）、等が、事業計画案の策定や報告書の策定のために国際学会や専門家会合を相次いで開催したため、その概要を調査し、とりまとめた。

具体的には、国際放射線防護学会第 11 回会合（スペイン、2004 年 5 月）において提示された ICRP の

新しい放射線防護体系案（ドラフト）およびパネル討論の概要、IAEAの「放射線の環境防護」行動計画に関する技術会合（ウィーン国際センター、2004年6月）、放射性物質からの環境の防護の学術的基礎に関する国際会合（エクサンプロバンス、2004年9月）、チェルノブイリ地域における放射生態学に関する国際ワークショップ（キエフ、2004年9月）、IAEAの放射線安全のための環境モデリング合同会合（ウィーン、2004年11月）について、概要を調査した。また、OECD/NEAの放射線防護に関する専門家会合（パリ、2004年11月）についても、概要を調査した。

UNSCEARに関しては、放射線による環境への影響等について、学術的知見の収集、整理等が進められており、その進捗と動向を調査し、国内の専門家による対応を行い、放射線による環境影響について学術的知見の収集整理を行った。

これらの収集した学術情報をデータベースとして整理し、検索、利用が可能なように整備した。

(3) 事業期間

平成16年9月1日～平成17年2月28日

8. ステークホルダー関与に関する海外事例等の調査

内閣府原子力安全委員会委託調査費

(1) 研究担当者

土居雅広（放射線安全研究センター・比較環境影響研究グループ）、神田玲子（放射線安全研究センター・放射線障害研究グループ）

(2) 事業概要

近年、ステークホルダー関与に関して、経済協力開発機構／原子力機関／放射線防護・公衆衛生委員会（OECD/NEA/CRPPH）や国際放射線防護委員会（ICRP）等の国際機関等において検討が進められており、国外においては、ステークホルダー関与を原子力分野に適用する試みがなされている。一方、国内においては、学協会等において諸外国の動向の紹介や議論は行われているが、ステークホルダー関与のあり方や適用方法等については、まだ十分な検討は成されていない。また、改訂が予定されているICRP勧告には、ステークホルダー関与に関する事項が含まれることが予想され、今後、我が国の放射線防護体系に新勧告を取り入れる際には、ステークホルダー関与

についての十分な検討が必要となる。

本委託調査では、原子力分野（放射線防護分野）におけるステークホルダー関与の海外事例に関して文献等を中心に調査し、その概要や要点の整理を行った。また、様々な分野におけるステークホルダー関与と考えられる国内事例に関して文献等を調査・整理し、海外における考え方との違いや国内における課題等についてとりまとめた。

(3) 事業期間

平成17年2月～平成17年3月31日

9. 菌根菌バイオレメディエーション技術の開発に関する研究

受託研究（委託元：株式会社関西総合テクノス生物環境研究所）

(1) 研究担当者

吉田 聡（放射線安全研究センター比較環境影響研究グループ）

(2) 事業概要

植物に菌根菌が共生することによって重金属元素等の取り込みがどのように変化するのかを明らかにし、菌根菌を利用した有害元素の回収・固定技術を開発することを目的とする。研究は、野外での調査と実験室でのモデル実験に大別され、放医研では、得られた土壌、植物、菌根等について、ウラン・トリウム及び各種金属元素を部位別に分析した。これにより、植物への元素集積の程度と集積部位を明らかにし、集積における菌根菌の役割とその集積機構を推定するための基礎データとした。

本試験では、多元素分析装置である誘導結合プラズマ質量分析法（ICP-MS）及び、ICP-発光分光分析法（ICP-AES）を主な手段として、植物、土壌中の元素を分析した。分析のための試料の前処理方法及び分析条件は放医研において確立されたものを基本とした。分析の対象とした試料は、1）温室で育苗された松とその土壌、2）鉱山跡地で採取された植物と土壌、である。

1）温室で育苗された松とその土壌

温室にて松を育苗し、根に3種類の異なる菌根菌を摂取、菌根を形成させた。一定期間育苗後に、苗を部位別に土壌とともに採取した。（ここまでは委託元にて実施。）放医研ではこれらの試料に関して元

素分析を行った。土壌について約50元素、植物について約40元素を定量した。その結果、葉・根・土壌中の元素濃度の特徴、植物中の元素濃度への菌根の影響等が明らかになった。

2) 鉱山跡地で採取された植物と土壌

3ヶ所の鉱山跡地に5m×5mの試験区を設定し、試験区内の全種類の植物と土壌を採取した。(ここまでは委託元にて実施。)これらについて上記1)と同様の元素分析を放医研にて実施した。この結果、植物と土壌中の元素濃度の特徴が明らかになるとともに、特定の元素を特異的に集積する植物が複数種見いだされた。今後これらの植物の共生菌が明らかになれば、放射性核種や有害元素の回収・固定に応用可能な菌根共生系の確立が期待できる。

(3) 事業期間

平成16年度

10. 大強度陽子加速器施設建設場所におけるラドン・トリウム濃度の調査

日本原子力研究所委託費

(1) 研究担当者

床次 眞司 (放射線安全研究センターラドン研究グループ主任研究員)

(2) 事業概要

日本原子力研究所・東海研究所の委託により、同所内に建設中の大強度陽子加速器施設におけるラドンおよびトリウム濃度の調査を行った。

本委託調査の目的は、近接する常陸那珂火力発電所(石炭を燃料とした)からのラドンおよびトリウムの影響をあらかじめ把握し、発電所による環境影響と同施設の稼働による影響を弁別することである。

測定点は、発電所からの排ガスの拡散と風向を考慮して、地理的にほぼ直線上にある4ポイントとし、モニタリングポストを設置した。

まず、パッシブ型測定器による長期間の測定を実施した。測定器は、ラドンとトリウムを弁別できるラデュエット(Raduet)を使用した。各ポストに3セットずつ設置し、四半期ごとの平均ラドン濃度を求めた。

上記の長期間測定データの信頼性を担保するため、パルス型電離箱(AlphaGuard)を使って、1時間ごとの測定を行ない、ラドン濃度の時間変動や温

度や湿度、気圧も併せて測定した。

ラドンの線量評価を行なうためには、平衡ファクタの評価が必要である。それを求めるために、ラドン濃度を併せて、平衡等価濃度の測定も行なった。測定には、積算型ラドン EEC (平衡等価濃度) モニタを併置した。この測定器は小型ポンプを使って空気をサンプリングし、フィルタ濾紙上に集められたラドン壊変生成物(子孫核種)が放出するアルファ線をCR-39(アルファ線固体飛跡検出器)に記録するものである。本調査では、平衡等価濃度値の信頼性を確保するために、グラブサンプリング(間欠式捕集)によるラドン壊変生成物の個別濃度も同時に測定した。これは、表面障壁型シリコン半導体検出器を用い、ラドン壊変生成物をフィルタ濾紙上に集めながら測定、捕集後さらにもう1回測定を行なうTremblay法を採用した。

調査結果は、線量評価上必要となる平衡ファクタについて、国連科学委員会などが示している屋外の代表値である0.6-0.8に近い値となっており、一般的な傾向がみられた。

ラドンおよびトリウム濃度については、トリウム濃度はほとんどが検出限界以下だったものの、発電所に最も近い測定ポイントでは比較的高いラドン濃度であった。一方の発電所から最も遠い測定ポイントでは、低いラドン濃度となった。通常、海岸に近い地域ではラドン濃度は、内陸に比べて低い傾向がみられるが、本調査における長期間の測定結果ではラドン濃度が測定ポイントに抛らないか、むしろ逆の傾向が見出されている場合もあった。現状では測定地点が少なく期間も短いことなどから、発電所に近い地点でのラドン濃度が高くなるという傾向が発電所に起因するものであるか否かの判定は難しく、その実態を解明するためには更なる調査を継続して実施する必要がある。

(3) 事業期間

平成16年度～

11. 食物中のヘムオキシゲナーゼ-1誘導活性成分に関する研究

受託研究 サントリー株式会社

(1) 研究担当者

鈴木 桂子 (放射線安全研究センターレドックス制御研究グループ主任研究員)

(2) 研究概要

最近、ブロッコリ、トマトなどの緑黄色野菜、もやしなどのスプラウト類、柑橘類、緑茶などを摂取することにより、食品に含まれる生理活性物質が人間を酸化ストレス、発ガン物質などの攻撃から守ることが報告されている。そのメカニズムとして、これらの食物に含まれる生理活性物質があらかじめ軽いストレスを細胞に与えることにより、次に外から来る有害な攻撃に対抗するシステムをあらかじめ誘導することがこの数年証明されてきている。

ところで、アルコール類は過剰摂取による障害から体に有害であるという印象があるが、一方昔から酒は百薬の長という言葉もある。ウイスキーには、樽の中で熟成中樽から溶出した成分及びそれが変化した多くの化合物が含まれる。ヘムオキシゲナーゼ-1はすべての細胞に普遍的に存在しヘムを分解する酵素であり、細胞に対する保護作用、障害軽減効果がよく知られている。本研究では、日常摂取する食品による健康増進効果を調べるため、ヘムオキシゲナーゼ-1がウイスキー成分により誘導されるかどうかをマウスマクロファージ細胞を用いて明らかにする。

(3) 研究期間

平成 16 年度

2.5 実態調査

2.5.1 ビキニ被災者実態調査

明石真言、中山文明、蜂谷みさを、高井大策、山本哲生（研究生）（被ばく医療部）
吉田光明（線量評価部）

昭和29年3月1日ビキニ環礁で行われた核実験で放射性降下物により静岡県焼津市の第五福竜丸の乗務員23名（当時18～39歳）が被ばくした。この実態調査はこれら被ばく者の健康状態を長期的に観察し、晩発性放射線障害を調査・研究するものである。50年近くに及ぶ被ばく例の調査追跡は世界でも稀であり貴重なデータである。被ばく様式は急性及び亜急性の外部被ばくと体内被ばくの混合被ばくであり、推定線量は1.7～6.0 Gyであった。最近では平成15年5月に1名が肝臓で死亡、これまでに死亡者12名となった（内訳は肝臓6名、肝硬変2名、肝線維症1名、大腸癌1名、心不全1名、交通事故1名）。

平成16年度は放医研1名、焼津市立総合病院の協力の下に6名、計7名の健康診断を行った。上部消化管造影検査にて1名、胃に異常影を認め、内視鏡検査を行ったが悪性所見は認めなかった。眼科検査にて、糖尿病コントロール不良が原因と思われる眼底出血が1名おり、焼津市立病院で加療中である。その他年齢相当の水晶体混濁を数名認めた。腹部と頭部に見られる皮膚障害については色素脱失、毛細血管拡張、皮膚萎縮等の所見、悪性化の傾向は認めなかった。甲状腺腫、甲状腺機能の異常は認めなかった。肝機能異常が多くの例に認められ肝炎ウイルスの検査では、陽性率が非常に高い。被ばく当時、全員が骨髄抑制や凝固異常に対して全血もしくは血漿の輸血を受けており、このことが一因となった可能性がある。

被災者は高齢化に伴い、糖尿病、高尿酸血症、心疾患、脳血管障害等に罹患している例が多い。今後とも地域の病院と密接に連携し患者の病態に応じた調査を行ってゆく。

2.5.2 トロトラスト沈着症例に関する実態調査

明石真言、平間敏靖、中山文明、蜂谷みさを、山本哲生（研究生）（被ばく医療部）
南久松真子（放射線障害研究グループ）

二酸化トリウムを主成分とする造影剤トロトラストは1930年にドイツのハイデン社により製品化された血管造影剤で、我が国では主として1932年から1945年にかけて戦傷者を中心に使用された。その数は、10,000-20,000人と推定される。この調査の目的は、血管内に注入後、長期生存しているトロトラスト沈着例についてTh-232沈着量の推定と臨床症状、特に悪性腫瘍との関係を明らかにし、長期内部被ばくの人体に与える影響を解明しようとするものである。平成16年度には1名が入院し検診を受けた。貧血があるが、症状の進行なく経過観察している。患者の高齢化等により現在では極めて限られた患者の調査となりこの種の調査・研究の限界が考慮される。

3. 運営業務

3.1 広報業務

開かれた透明性の高い研究所を目指した積極的な広報活動を展開し、より広い市民の理解のもとに研究成果の普及に努めるため、広範な情報の伝達を図った。

1. ホームページの充実

- ・各センターの研究成果や、放射線医学に関する市民向け解説をはじめとする放医研の情報を、国内外に速やかに公開するため、ホームページの積極的な活用を推進した。特に専門家向け情報と一般市民向け情報を整理し、所内外ホームページについては掲載の迅速化と情報伝達の高効率化を図っている。
- ・関係部署との調整を図りながら、一般市民にとっても見やすく親しみやすいホームページの確立を目指した改訂を進めた。
- ・海外向けホームページを拡充し、国外への情報発信に注力した。
- ・放医研の活動を網羅的に紹介するページを構築し、放医研における各研究センターの組織や役割をわかりやすく掲載した。
- ・重粒子線がん治療の高度先進医療への移行に伴い、重粒子医科学センター病院の一般向けホームページを拡充し、特に治療希望者に対応したわかりやすい情報発信をはかった。

○平成16年度所外向けホームページアクセス数：
訪問者数 796,845（前年度比103.2%）
総ページ数 4,466,733（前年度比97.6%）

2. 広報・情報発信機能の強化充実

- ・独立行政法人として、透明度の高い研究開発業務を推進するために、研究者との個別面談を頻繁に開催、広報活動の重要性を知らしめる研究者全般への所内意識醸成に取り組んだ。

3. 広報関連制作物の作成

- ・「放医研ニュース」を毎月発刊した。2,700部／月発行
- ・雑誌「放射線科学」を毎月発刊した。2,000部／月発行
- ・広報活動の基本となる印刷物の拡充を図った。
新規作成：「放医研の緊急被ばく医療」
「重粒子線がん治療Q&A」(DVD・英文版)

改訂・更新：

- 「放医研要覧」
- 「放医研概要」
- 「放医研リーフレット」
- 「重粒子線（重イオン）治療の臨床試験について知りたい方のために」
- 「重粒子線がん治療装置 HIMAC」
- 「重イオン線治療プロトコールにおける適応疾患について」
- 「がん治療の期待を担って HIMAC」

4. 一般公開、一般講演会、公開講座の開催

- ・放医研一般公開を、開かれた放医研の主要催事として位置付け全所員協力の下に開催し、前年度を大きく上回る2,788名（内、那珂湊支所236名）の来所者があった。（平成16年4月22日）
- ・一般講演会を平成16年7月（HIMAC10周年記念）、11月（日本放射線腫瘍学会共催）、平成17年1月（JAXA後援）、公開講座（放医研所内）を平成16年4月、8月、平成17年3月に実施した。（一般講演会）

- ①「がん治療の新しい展開 HIMAC10周年を記念して」
有馬朗人先生、海老原敏先生、森田皓三先生他、
平成16年7月2日
大手町経団連会館（経団連ホール）
入場者数565名
 - ②「切らずに治す放射線療法」
松島英介先生、関口建次先生、丸木一成氏、田村和子氏他、平成16年11月20日
幕張プリンスホテル プリンズホール
入場者数355名
 - ③「宇宙と放射線医療」
若田光一先生他、平成17年1月22日
日本科学未来館 みらいCANホール
入場者数167名
（公開講座）
- ①－自然放射線・分子イメージング・放射線がん治療 「目で確かめる放射線と医学」
放医研研究推進棟大会議室 入場者数140名
 - ②「画像医学の進展と放射線がん治療」
放医研研究推進棟大会議室 入場者数84名

5. 研究部門の紹介

- ・外部ホームページに研究部門の内容について新規に作成や更新を行い内容の充実を図るとともに、他研究機関とのリンクを拡充し、研究部門の紹介体制を整えた。

6. プレス発表および取材対応

- ・プレス発表 総数 12 件 取材対応 32 件（新聞・雑誌 27 件、テレビ 5 件）
- ・研究成果に関するプレス発表
 - 1) 放医研、原研・サイクル機構・日本分析センターの三機関と緊急被ばく線量評価業務で協力協定を締結
 - 2) 新しい抗うつ薬の画像を用いた治験を実施 人への臨床用量設定目的の治験に、我が国初めて PET を導入
 - 3) わが国の事前放射線線量地図「全国屋内ラドン濃度マッピング」
「我が国における宇宙線からの線量マッピング」を作成
 - 4) 少量の放射線で制御できる遺伝子発現ベクターを開発
効果的ながんの遺伝子治療につながる大きな一歩
 - 5) 全方向性（0 ～ 360 度）ガンマ線検出器の開発に成功
放射線事故の発生地点、放射線漏洩箇所や放射性物質の存在位置を遠方から発見
 - 6) 韓国原子力医学院との研究協力覚書を締結
 - 7) 神戸製鋼（JASTEC）が世界初の横型超電導磁石を開発
生体高分子イメージングや MRS 等の計測に革新をもたらす
 - 8) 長期動物発がん実験データベースの構築に着手
国内研究機関の体系的データ保存・保管・相互作用を推進
 - 9) 次世代 PET 試作機による高解像度撮像に世界で初めて成功
従来の PET の課題である高感度と高解像度の両立を目指し、世界に先駆けて 3 次元放射線検出器を実用化
 - 10) がんや動脈硬化などの予防新薬開発に期待
抗酸化物質による生活習慣病や老化防止のメカニズムを分子レベルで解明
 - 11) 食道がん由来細胞で初の「がん幹細胞」を発見
食道がんの発生メカニズム解明や治療法確立

に期待

- 12) 精子中の微量スズ検出に世界で初めて成功
細胞内の元素を計測するナノ領域測定手法を確立
- ・その他
 - 1) 4 月 19 日、河村文部科学大臣ご視察
 - 2) HIMAC10 周年記念講演会（7 月 2 日・経団連ホール）開催案内
同シンポジウム（7 月 3 日・放医研講堂）開催案内
 - 3) 第 7 回公開講座 開催案内
 - 4) 重粒子線がん治療 10 周年記念 公開市民講座 開催案内
 - 5) 第 6 回一般講演会 開催案内
 - 6) 元放射線医学総合研究所所長 熊取敏之氏訃報

7. 研究所訪問者数の増加施策

- ・研究所公開、一般公開講座、シンポジウム、見学対応等の充実に努め、当年度の研究所訪問者数は 5,742 人となった。

8. 地域交流

- ・地域催事（稲毛区民祭）に出展し地域住民との交流を図った（平成 16 年 10 月）

3.2 施設整備

平成16年度は、施設整備費補助金にて以下の事業を実施した。

1. 施設整備費補助金

廃棄物保管棟（新名称：廃棄物処理棟）・廃液貯留槽棟新築工事

平成15年度施設整備費補助金で廃棄物保管棟・低レベル貯留槽の解体工事を行った。

その跡地に平成16年度施設整備費補助金において、放射線・放射性物質を用いた研究を円滑に推進していくため、放射性廃棄物を安全かつ確実に処理処分する施設として、廃棄物処理棟および廃液貯留槽棟の新築工事を行い、平成17年3月31日に竣工した。

3.3 国際・研究交流・研修業務

3.3.1 国際協力業務

1 研究者の交流

来所外国人総数は305人であった。このうち、7日間以上の受け入れ数は79人で、このうち国等による外国人招聘制度対象者は13人であった。国内の利用可能な奨学金リストなど問い合わせに応じて情報提供し、また、国際研修コースの際にもこれらの情報を配布し、将来の放医研への留学の便宜を図った。

国外への出張者総数は、357人で、このうち国等による派遣制度対象者は11人であった。これらの出張者に対して、必要に応じて事前に渡航情報（危険情報）を配信し安全確保につとめた。

また、下記の7つの国際会合を開催した。第5回日仏ワークショップ（6月、於放医研）；IAEA/RCAアジア地域の多発癌小線源治療の治療技術の品質管理に関するトレーニングコース（下記）；FNCA上咽頭癌の治療技術に関する会合（下記）；第6回高自然放射線とラドン国際会議（9月、於近畿大学）；NIRSセミナー「放射線防護の最先端」（9月、於放医研）；JICA集団研修「放射線防護：線源から影響まで」（11月、於放医研）；KIRAMS/NIRS緊急被ばく医療のためのセミナー（1月、於放医研）。

2 共同研究等

施設間の国際共同研究等については、今年度国際原子力機関（IAEA）との「日本における食用穀物への放射性各種の移行係数変動に関する研究」及びポーランド放射線防護中央研究所との「土壌中のヨウ素-129の中性子放射化分析法によるポーランドにおけるチェルノブイリ起源のヨウ素-131」の2件の研究協定が終了した。一方、韓国がんセンター病院（KCCH）との緊急被ばく医療に関する覚書を終了し、これを発展させた形で韓国原子力医学院（KIRAMS）と緊急被ばく医療体制、放射線腫瘍学及び核医学、医学物理学及び加速器物理学に関する覚書を締結した。これらにより、従来の12件が今年度は10件となった。

さらに、国際共同研究に関連して、「FNCA上咽頭癌の治療技術に関する会合」を7月に放医研で開催した。また、4回のFNCA会合に専門家を延べ6名派遣した。さらに、マレーシアへFNCA核医学プロジェクトの活動の具体化、調査等のため専門家を1名派遣した。

3 国際機関への協力

a) 原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR）：

放医研のUNSCEAR国内対応委員会を1回開催（11月）するとともに、昨年度に引き続き、110人のコレスポンデンスメンバーを委嘱し、ドラフトへのコメントを集め、取りまとめた。これに関連し、UNSCEARを扱う原子力安全研究専門部会に委員として役員が1名参加した。また、ウィーンで開催されたUNSCEAR会合（4月）にて、理事長が議長を務めた。同会合にはその他2名の職員を派遣した。

b) 国際放射線防護委員会（ICRP）：

3回の会合に専門家を延べ3名派遣した。

c) 国際原子力機関（IAEA）：

「IAEA/RCAアジア地域の多発癌小線源治療の治療技術の品質管理に関するトレーニングコース」を7月に群馬大学と放医研で開催した。IAEA調整研究（CRP）“Role of radionuclide techniques in the differential diagnosis of dementia”に研究者を1名参加させている。このCRPに関連し、「“初期痴呆病における核医学診断の役割”プロジェクトのための核医学中核研究室」と題する研究協定の技術契約（外部資金獲得）をIAEAと締結した。その他、15回の専門会合に専門家を延べ18名派遣した。

また、IAEA/RCA核医学プロジェクト2件の日本代表を本所専門家が引き受けており、IAEA/RCA放射線防護プロジェクトの日本代表も本所専門家が引き受けている。

d) 世界保健機構（WHO）：

WHOの緊急被ばく医療の国際ネットワーク（REMPAN; Radiation Emergency Medical Preparedness and Assistance Network）にLiaison Instituteとして協力した。

e) その他：

3回の国際放射線単位測定委員会（ICRU）の会議に専門家を延べ10名派遣した。また、3回の経済協力開発機構 原子力機関（OECD/NEA）の会合に専門家を延べ3名派遣した。

f) 職員としての派遣：

引き続き、IAEA の職員（核医学課）として専門家を 1 名派遣した。

4 国際化への取り組み

外国人職員増加のため一部研究員の国際公募を行った。また、外国人職員の為の関連所内規定英文版をホームページから閲覧可能とした。

また、所内外国人向けの英文ホームページを整備し、所外向け英文ホームページに放医研の国際活動を紹介するページを新設した。

千葉県の構造改革特別区域：新産業創出特区（知的特区）のうち、外国人研究者受入関連の事業を実施した。

3.3.2 研究交流業務

1 研究者の交流

外部研究員等の積極的な受入れを図る。また、国内外の各種制度を活用し、外国人研究者の受入れを積極的に図るとともに放医研研究者・技術者を国内外研究機関・研究集会等に積極的に派遣することを目的として次の業務を行った。

- ・外部研究員等、合計 1,140 人を受入れた。

(内訳)

博士号取得若手研究員	41 人
リサーチフェロー	15 人
テクニカルスタッフ	30 人
客員研究員	39 人
客員技術員	35 人
客員協力研究員	319 人
客員協力員	46 人
共同利用研究員	552 人
連携大学院生	20 人
707070 研究センター研究員	6 人
707070 研究センターテクニカルスタッフ	14 人
先端遺伝子発現研究センター研究員	3 人
先端遺伝子発現研究センター テクニカルスタッフ	2 人
外国人特別研究員	2 人
科学技術特別研究員	1 人
日本学術振興会特別研究員	3 人
重点研究支援協力員	6 人
招へい外国人研究者等	6 人

1) 若手研究者の育成

若手研究者に研究の現場を提供するとともに本研究所の研究課題を効率的に推進するため、各種プロジェクト研究等に外部若手研究者及びポストドク等を積極的に参加させること、連携大学院等の強化、拡大により放射線医学等に関連した研究者の育成を図ること、研究生・実習生を受け入れ、放射線医学等に関連した研究者・技術者の育成を図ることを目的として次の業務を行った。

- ・博士号取得若手研究員 41 人、科学技術特別研究員 1 人、日本学術振興会特別研究員 3 人の合計 45 人を受入れた。
- ・所内ホームページにより、研究者への啓発・奨励、手続き等の周知を行うとともに、外部向けホームページにも掲載した。

- ・職員採用（公募）案内を、所外ホームページへ掲載を実施した。
- ・既に連携していた連携大学院に加え、新たに平成 17 年 1 月より、群馬大学医学系研究科との連携を開始した。
- ・連携大学院生として 20 人を受入れた。
- ・研究生 116 人、実習生 147 人の合計 263 人を受入れた。

2) 特殊分野の研究者・技術者の育成

重粒子線がん治療の確立・普及に必要な人材（医学物理士等）を育成するため、自治体、民間企業等からの人材を受け入れることを目的として次の業務を行った。

- ・医学物理に興味を持つ人材を客員協力研究員、博士号取得若手研究員などとして積極的に受け入れた。
- ・日本医学物理学会、日本応用物理学会、日本原子力学会など関係学会を通じて上記の人材受け入れの周知を図った。
- ・粒子線治療に関して、国公立がんセンターや県保健部等からテクニカルスタッフ 1 人、客員研究員 1 人、客員技術員 2 人、客員協力研究員 11 人、博士号取得研究員 1 人（計 16 人）を受け入れている。

2 共同研究

研究の効率的推進、研究能力の向上等を図るため、関連研究機関との共同研究等を行った。

- ・国内の関連研究機関との共同研究等は、契約書、覚書等 68 件の締結、取り交わしを行い、延べ 87 機関（公的機関等 24、大学 30、企業 33）と実施している。
- ・今後の研究開発の進展に資するため、所内研究実施者及び相手方機関に共同研究の効果等についての調査を実施した。
- ・（財）環境科学技術研究所との覚書による「環境放射線による生物学的影響及び環境放射能の挙動・分布等に関する研究の相互協力」について、研究協力会議を設置し第 3 回目の会合（平成 16 年 10 月）を開催した。
- ・千葉県が主催するバイオ・ライフサイエンス分野の研究開発及び産業振興を図るための「千葉県バイオ・ライフサイエンス・ネットワーク会議（県内の企業・大学、公的機関等が参加）」に参画して

いる。

3 シンポジウムの開催

- ・第4回放射線安全研究センターシンポジウムについては、テーマを「放射線の個体影響--- 機構研究からのアプローチ」とし12月2、3日に開催した。
- ・第4回重粒子医科学センターシンポジウムについては、テーマを「重粒子線治療の普及に向けて」とし12月16、17日に開催した。
- ・重粒子線がん治療10周年を記念し、HIMAC10周年記念シンポジウムを7月3日に開催した。

上記の他、以下の研究発表会等を実施。

- ・平成15年度HIMAC共同利用研究成果発表会(4月5、6日)
- ・原子力災害時における緊急モニタリング活動(9月24日)
- ・利益相反マネジメントについてーより安心して、産学官連携を進める為にー(11月9日)
- ・Biological Optimized IMRT and Light Ion Therapy(12月7日)
- ・次世代PET研究会「次世代PET装置開発の意義」(17年1月24日)
- ・医療事故防止について(17年1月31日)

4 研究成果の普及・活用促進

知的所有権の積極的獲得に努めるとともに当研究所が取得している特許等の積極的利用を図るため、取得している特許等の情報をホームページ等により公開し、あわせて特許出願に対する支援、特許の管理等を充実するため、弁理士の活用を図るなど次の業務を行った。

1) 知的所有権の積極的獲得のための方策

- ・13年度から、所内ホームページ等を活用し、研究者への啓発・奨励、手続き等の周知を行っている所内ホームページは適宜改善・充実を実施している。
- ・技術移転等を促進するため、パンフレット「産学官連携と研究交流の推進」を作成し、各種行事等で頒布した。
- ・特許出願・維持管理等の業務について、民間企業で知的財産を担当した経験のある人材をテクニカルスタッフとして1名雇用し配置している。
- ・特許出願にあたり先行調査を充実させるため、PATOLIS(パトリス：特許情報データベース検索システム)や特許庁電子図書館のシステム等を活用している。

2) 特許等の利用

- ・出願公開特許について、外部向けホームページに掲載し、その充実を図った。
- ・遺伝子発現解析技術に関する放医研の特許(出願中)を用いたベンチャー企業 メッセンジャースケープ社(平成14年3月29日設立)から実施契約に基づき実施料収入があった。(高精度遺伝子発現プロフィールプロジェクト)。
- ・民間企業から高速画像取得顕微鏡に関する放医研の特許(出願中)に係わる実施契約に基づいて実施料収入があった。(宇宙放射線防護プロジェクト)。
- ・放射薬剤自動合成装置に係わる特許及びノウハウについて、実施契約に基づいて実施料収入があった(画像医学部)。
- ・科学技術振興機構(JST)の委託開発事業へ「全方向性ガンマ線検出器」が採択され、JSTと実施契約を締結した。
- ・上記を含め、実施契約件数は継続分を含め、特許7件、ノウハウ3件の計10件となっている。
- ・民間企業と、放医研が放射薬剤の品質管理に係わる分析業務を行う契約は、民間企業3社と締結している(画像医学部)
- ・JSTの研究成果展開総合データベース「J-STORE」へ未公開特許と公開特許の情報を掲載するため、JSTと確認書を締結し、掲載を開始した。

3) 特許出願

(1) 特許出願件数 40件

平成13年度からの累計数145件

うち

・国内出願 31件

うち単独出願 23件

他機関・企業等との共同出願 8件

・外国出願 9件

(他機関・企業等との共同出願)

(2) 特許登録件数 4件(他機関・企業等との共有4件)

国内

①コンピュータによる画像処理方法(平岡武他)

②放射線入射位置3次元検出器(村山秀雄 他)

外国

①磁界発生装置(熊田雅之)

②フェニルオキシアニリン誘導体(鈴木和年他)

4) 知的基盤等

- ・「研究成果物取扱規程（平成 14 年 5 月 13 日）」を策定し、研究試料、生物資源、データ等の研究成果物の外部への提供などについて必要な事項を定めているが、16 年度の研究成果物の提供許可数は 31 件、本規程制定後の累計は 68 件となっている。
 - ・「ナショナルバイオリソースプロジェクト」の一環として、日本人由来不死化細胞 50 株を理化学研究所バイオリソースセンターに寄託した。（フロンティア研究センター）
 - ・知的基盤整備推進ワーキンググループを設置し、過去に作成された標本サンプルなどの研究用材料やデータベースなど、放医研が所有する知的基盤において、退職等により試料の散逸が考えられる緊急性のあるものについて優先的にその充実を努めている。
- 外部向け H P に公開しているデータベース等は、次のとおり。
- ・タンパク質の多形データベース
 - ・内部被ばく線量算定支援グラフデータベース
 - ・放射線安全研究成果データベース
 - ・公開 DNA データ
 - ・発表論文等データベース
- ・「知的基盤整備計画（科学技術・学術審議会 平成 13 年 8 月 30 日策定）」に基づき、放医研のフォローアップ調査を実施した。

5) 研究論文発表

- ・原著論文、口頭発表など、職員の研究成果の実績等を把握する業務実績登録システムの改良・改善に努めた。
- ・原著論文数は 286 報

6) 出版物刊行業務

当研究所では、毎年実施した研究成果を和文、英文年報あるいは特別研究等の報告書にまとめて刊行している。

平成 16 年度は次の通りである。

(1) 定期刊行物

- 1) 和文年報平成 15 年度：NIRS-AR-47
- 2) Annual Report, April 2003 – March 2004

(2) 不定期刊行物

- 1) 我が国における宇宙線からの線量マッピング (Mapping of Cosmic Ray Doses in Japan) :NIRS-M-170
- 2) 全国屋内ラドン濃度マッピング (Mapping of

Mationwide Indoor Radon Survey in Japan) :NIRS-M-171

- 3) 平成 15 年度放射線医学総合研究所重粒子線がん治療装置等共同利用報告書：NIRS-M-173
- 4) 平成 15 年度サイクロトロン利用報告書：NIRS-M-174
- 5) 第 3 回重粒子医科学センターシンポジウム「再生医療と分子イメージング」：NIRS-M-176
- 6) HIMAC10 周年の歩み：NIRS-M-177
- 7) 平成 16 年度次世代 P E T 装置開発報告書：NIRS-M-178
- 8) 原子力あるいは放射線緊急事態におけるモニタリングの一般的手順 (Generic procedures for monitoring in a nuclear or radiological emergency (IAEA TECDOC-1092)) : NIRS-M-179

(3) 一般向け図書

- 1) 切らずに治す がん重粒子線治療がよくわかる本 (辻井博彦・遠藤真広 著)
- 2) 宇宙から人を眺めて—宇宙放射線の人体への影響— (藤高和信・福田俊・保田浩志 著)

3.3.3 研修業務

1 概要

放射線による人体への影響、人体の障害の予防、診断及び治療並びに放射線の医学的利用等に関する研究者及び技術者等の養成及びその資質の向上を図るために必要な研修課程等を、社会的ニーズや国からの要請に応じて実施することを目的として次の業務を行った。

- ・ 予定されていた8種類の課程16回を実施した。研修生の研修に対する総合評価は100点満点で80点以上であり良好であった。研修生からのアンケート結果を研修課でとりまとめ、担当講師に報告し、今後の研修に反映させるように依頼した。また、研究交流施設（宿泊施設）の利用者に対してもアンケートを実施し、対応可能な事項については対応した。
- ・ 8種類16回の研修の定員350名に対して、521名の応募があり、369名が受講した。
8種類の課程のうち3種類の課程（放射線看護課程・緊急被ばく救護訓練課程・医療従事者のための緊急被ばく医療セミナー）で定員を上回る研修生を受け入れた。欠員が生じた放射線防護課程では24名の定員に対し18名、緊急被ばく医療における放射線計測セミナーでは18名の定員に対し6名、ライフサイエンス課程では16名の定員に対し9名が受講した。
- ・ 研修課程については開催案内を関係雑誌に広告した。所外向けの放医研ホームページの改訂については必要に応じて広報室に依頼した。
- ・ 要請に基づいて以下の研修等を実施した。
 - 1) 愛知県一宮高校物化部体験学習への協力（平成16年7月28日開催。参加者8名）。
 - 2) 文部科学省が原子力安全技術センターに委託している「体験型講習会」を実施（平成16年8月11日（参加者20名）及び平成17年3月10日（参加者7名）開催）。
- ・ 施設設備等の更新として、研修棟教室1の改装工事及び研究交流施設寝具類の更新を実施した。
- ・ 外部有識者による平成17年度研修業務への助言会合を3月に開催した。
- ・ 放射線看護課程・放射線防護課程・環境放射線科学リフレッシュセミナー・ライフサイエンス課程・海上原子力防災研修において所定の受講料を徴収し、8,615,050円を得た。また、研究交流施設利用者281名から、所定の利用料を徴収し、

1,775,500円を得た。

2 研修課程の実施

平成16年度は「放射線防護課程」を1回、「ライフサイエンス課程」を1回、「緊急被ばく救護訓練課程」を3回、「放射線看護課程」を5回、「医療従事者のための緊急被ばく医療セミナー」を3回、「緊急被ばく医療における放射線計測セミナー」を1回及び「環境放射線科学リフレッシュセミナー」を1回実施した。

また、海上保安庁からの委託による「海上原子力防災研修」を1回行った。

以下に各課程の概要と実施状況を示す。

1) 放射線防護課程

本課程の目的は、放射線防護の意識に裏打ちされた放射線管理能力を高めることにある。そこで、(1)放射線防護に関する考え方を確立し、(2)放射線管理に必要な放射線測定器の取扱に習熟し、(3)放射線取扱に関する管理・運営までを含む実務能力の向上を図るため、講義・実習を行っている。

第107回

平成16年6月7日～平成16年6月25日

定 員 24名

応募者数 19名

受講者数 18名

2) ライフサイエンス課程

本課程では、ライフサイエンス分野の研究に必要な、放射線の基礎及び放射性同位元素の利用技術に関する講義・実習を行っている。特に、放射性同位元素の取扱に必須な放射線防護の知識・技術を習得することを目的としている。

第8回

平成16年7月26日～平成16年8月6日

定 員 16名

応募者数 9名

受講者数 9名

3) 環境放射線科学リフレッシュセミナー

本セミナーは、これからの環境放射線分析のあり方を考慮した、より高度かつ応用的な新しい知識と技術の習得を目的としている。環境放射線分析に関する最先端の理論や技術を短期間で学び、時代の変

化や社会のニーズに対応した能力を高める研修である。

第2回

平成16年8月30日～平成16年9月3日

定 員 16名

応募者数 16名

受講者数 16名

4) 放射線看護課程

本課程は、看護師が放射線に対する理解を深め、放射線に正しく対処することにより、放射線看護の向上を図ることを目的としている。そこで、放射線の基礎・放射線の人体に対する影響・放射線の防護・放射線診療患者の看護などについての基礎知識・技術に関する講義・実習を行っている。

第36回

平成16年5月17日～平成16年5月21日

定 員 24名

応募者数 30名

受講者数 30名

第37回

平成16年7月5日～平成16年7月9日

定 員 24名

応募者数 30名

受講者数 30名

第38回

平成16年8月23日～平成16年8月27日

定 員 24名

応募者数 31名

受講者数 28名

第39回

平成16年11月15日～平成16年11月19日

定 員 24名

応募者数 44名

受講者数 28名

第40回

平成17年1月31日～平成17年2月4日

定 員 24名

応募者数 44名

受講者数 30名

5) 緊急被ばく救護訓練課程

本課程は、原子力施設に関連した機関において、緊急時に救助・救急活動に携わる者を対象としている。被災者の救助・救急措置、人体放射能汚染計測・放射線管理、搬送及び医療に必要な基本知識と技術を習得させることを目的としている。

第53回

平成16年4月19日～平成16年4月23日

定 員 24名

応募者数 47名

受講者数 30名

第54回

平成16年10月4日～平成16年10月8日

定 員 24名

応募者数 79名

受講者数 30名

第55回

平成17年1月17日～平成17年1月21日

定 員 24名

応募者数 63名

受講者数 30名

6) 医療従事者のための緊急被ばく医療セミナー

本セミナーは、緊急被ばく医療に対応する可能性のある医療施設の医師・看護師・診療放射線技師を対象として、放射線被ばく患者、もしくは放射性核種に汚染された患者を安全に受け入れ診療を行う上で必要な知識を習得し、所属機関における被ばく患者対応全般において指導的な役割を担えるようになることを目的としている。また、二次医療機関からの医師、看護師などと当研究所が今後長期にわたって協力関係を形成することを目的としている。

第15回

平成16年5月26日～平成16年5月28日

定 員 15名

応募者数 24名

受講者数 19名

第16回

平成16年10月18日～平成16年10月20日

定 員 15名

応募者数 27名

受講者数 21名

第17回

平成17年2月14日～平成17年2月16日

定 員 15名

応募者数 27名

受講者数 20名

7) 緊急被ばく医療における放射線計測セミナー

本セミナーは、緊急被ばく医療において、2次被ばく医療施設などに求められる放射線計測に係わる技術水準を確保し、国全体として調和のとれた体制を築くことを目的としている。今回は、体内汚染患者の体外計測法に係わる放射線計測の基礎から実際

まで、また体外計測法による内部被ばく線量算定の基礎から実際までを習得することを主眼に実施した。

第1回

平成16年7月14日～平成16年7月16日

定 員 18名

応募者数 6名

受講者数 6名

3.4 放射線防護・安全業務

1. 概況

放射線安全管理業務では、放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律（以下「放射線障害防止法」という。）並びに核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（以下「原子炉等規制法」という。）に基づく文部科学省への申請、届出、放射線施設・設備の点検管理、放射線測定、放射線業務従事者の個人被ばく管理、放射線安全に係る教育訓練等を行い、防災環境対策業務では、環境放射線監視、放射性廃棄物処理、原子力防災対応等を行った。

放射線施設の老朽化対策では平成15年度からの2ヵ年計画により、廃棄物処理棟を建設した。また、老朽化に伴い、旧サイクロトロン排水系のR Iコンクリート槽及び鋼板タンク（10ト）を解体撤去した。

一般安全管理業務では、月1回の安全パトロール、年1回の安全総点検並びに消防訓練等を行った。

内部被ばく実験棟管理業務では、各設備は、順調に運転を継続した。

放射線安全技術開発業務では、作業環境測定技術の高度化等を実施した。

2. 放射線安全課業務

2-1 申請業務

放射線障害防止法並びに原子炉等規制法に基づき、平成16年度に文部科学大臣の許可を受け又は届出したものは表1のとおりである。

表1 平成16年度 法に基づく申請・届出等の状況

申請又は届出等	放射線障害防止法関係	原子炉等規制法関係
変更許可申請	3件	0件
施設検査申請	1件	0件
届出	6件	0件
報告	1件	9件
合計	11件	9件

2-2 放射線安全会議

放射線安全会議は、放射線障害予防規定に基づき、当研究所における放射線障害の防止に関する重要事項等を審議するために設置されている。

平成16年度は3回開催され、主な審議案件は次のとおりであった。

- ①廃棄物処理棟他変更許可申請等について
- ②放射線障害予防規定の変更について

- ③各要領の一部変更について

2-3 核燃料安全会議

核燃料安全会議は、核燃料物質使用施設保安規定に基づき、当研究所における核燃料物質等の使用等に係る重要事項等を審議するために設置されている。

平成16年度は3回開催され、主な審議・報告案件は次のとおりであった。

- ①内部被ばく実験棟品質保証計画について
- ②核燃料安全会議規定の取り扱いについて
- ③核燃料物質の使用に係る計画・報告、保安教育について

2-4 個人被ばく管理

(1) 放射線業務従事者

平成16年度の当研究所における放射線業務従事者（以下、従事者という。）の数は、のべ2,016名であった（図1参照）。

（内訳）	職員	314名
	外来の研究員	819名
	研修生	49名
	請負会社従業員	834名

(2) 外部被ばく線量の測定

外部被ばく線量の測定はガラスバッジ等を用いて1ヶ月毎に行った。

また、局所被ばくの可能性のある従事者（R I生産業務関係者、診療放射線技師等）にはガラスバッジに加え、ガラスリングを用いて1ヶ月毎に測定を行った。

(3) 内部被ばく線量の測定

非密封R Iを扱う者については、空気中のR I濃度を計算又は実測により求め、このうち、吸入摂取のおそれのある放射線作業に従事する者についてはヒューマンカウンタによる測定を行い、有意な体内汚染がないことを確認した。

(4) 個人被ばく評価結果

従事者の実効線量は、法令で定められた線量限度以下であった。

実効線量の結果は表2、検出された等価線量（皮膚）の結果は表3のとおりである。

2-5 健康診断

新規、再登録の従事者を対象とした就業前健康診断を52名に対し実施した。また、職員など当研究所で管理している482名に対して、定期健康診断を2

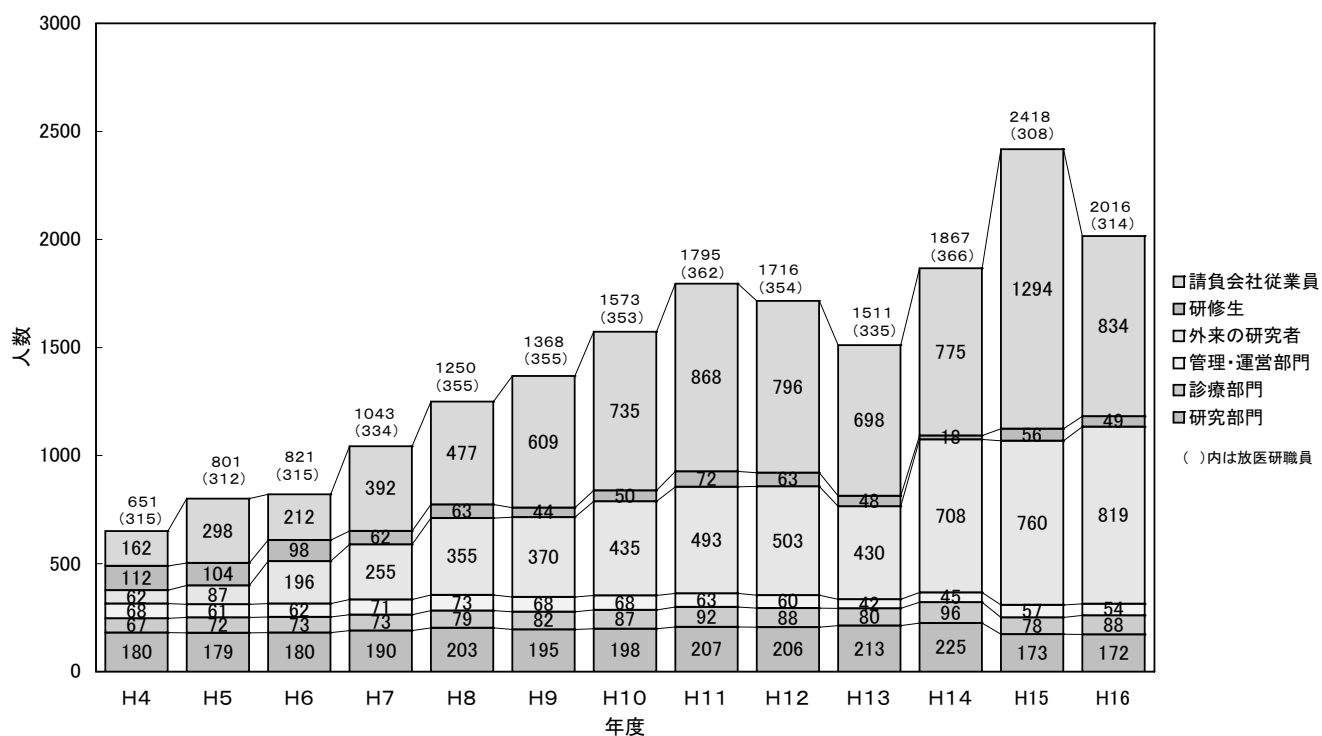


図1：放射線業務従事者数の推移

表2 平成16年度放射線業務従事者の実効線量分布等

線量 (mSv)		0.1 以下	0.1 を 超え 0.5 以下	0.5 を 超え 5 以下	5 を超え 15 以下	15 を 超え 20 以下	20 を 超え 25 以下	25 を 超え 50 以下	50 を 超える もの	総 数 (人)	総線量 (人・mSv)	平均線量 (mSv)
職 員	研 究 部 門	166	1	5						172	5.6	0.033
	診 療 部 門	87	1							88	0.8	0.009
	管理・運営部門	52	2							54	0.9	0.017
	計	305	4	5	0	0	0	0	0	314	7.3	0.023
外 来 の 研 究 者		799	12	8						819	12.8	0.016
研 修 生		49								49		-
請負会社従業員		809	8	15	2					834	47.7	0.057
合 計		1,962	24	28	0	0	0	0	0	2,016	75.1	0.037

表3 平成16年度放射線業務従事者の皮膚の等価線量分布等

線量 (mSv)		1.0 以下	1.0 を超え 10 以下	10 を超え 50 以下	50 を超え 100 以下	100 を超え 200 以下	200 を超え 300 以下	300 を超え 500 以下	500 を 超えるもの	総 数 (人)
職 員	研 究 部 門	3								3
	診 療 部 門	1								1
	管理・運営部門	1								1
	計	5	0	0	0	0	0	0	0	5
外 来 の 研 究 者		2								2
研 修 生										0
請負会社従業員		12	12	5	1					30
合 計		19	12	5	1	0	0	0	0	37

回実施した。

2-6 放射線安全に係る教育訓練

新規、再登録の従事者を対象とした就業前教育訓練及び新たに別の管理区域に立入る前の施設別実地教育訓練を受講した者は、のべ768名であった。

また、管理区域立入後、1年を超えない期間ごとに行う教育訓練については、平成17年2月に放射線安全課長による「その他の注意事項・R I 法と労安法の運用について・一時立入者の管理について・防護衣服・個人被ばく測定器の着用について」と題する講演及び「放射線障害予防法令等の改正について」

「今年度の事故例」と題する講演を、従事者608名に対し実施した。

2-7 放射線安全管理

(1) 放射性同位元素の受入れ及び管理

平成16年度に受入れた放射性同位元素の種類及び数量は、表4のとおりである。使用される放射性同位元素は、作業計画書及び使用記録により、核種、使用数量、実験方法等を把握するとともに、貯蔵中の放射性同位元素については、定期的に在庫調査を実施し、入荷、使用、保管、廃棄等の管理に万全を期した。

表4 平成16年度放射性同位元素入荷量

1. 非密封放射性同位元素

＜ 研 究 用 ＞			
＜ 第 1 群 ＞		＜ 第 3 群 ＞	
		³² P	814.370 MBq
＜ 第 2 群 ＞		³³ P	9.250 MBq
⁴⁵ Ca	74.000 MBq	³⁵ S	3.700 MBq
¹⁵² Eu	1.000 kBq	⁵⁹ Fe	74.000 MBq
⁶⁵ Zn	2.000 MBq	⁶⁸ Ge	370.000 kBq
⁷⁵ Se	30.000 MBq	¹¹¹ In	185.000 MBq
⁸⁵ Sr	18.500 MBq		
^{95m} Tc	2.000 MBq	¹²³ I	333.000 MBq
⁹⁹ Tc	37.000 MBq	¹³¹ I	37.000 MBq
¹²⁵ I	148.000 MBq	＜ 第 4 群 ＞	
¹²⁹ I	1.105 kBq	³ H	1184.000 MBq
²² Na	20.000 MBq	¹⁴ C	532.970 MBq
		⁵¹ Cr	2.000 MBq
		＜ 混 合 ＞	
		混合核種	273.200 kBq

＜ 医 療 用 ＞	
＜ 第 3 群 ＞	
⁶⁷ Ga	518.000 MBq
⁹⁹ Mo	185.000 GBq
^{99m} Tc	1.1285 GBq

2. 密封放射性同位元素 (3.7MBq を超えるもの)

⁶⁸ Ge - ⁶⁸ Ga	2.331 GBq
¹⁹² Ir	1.480 TBq

(2) 線量当量率、表面汚染及び排気・排水中の濃度の測定

管理区域内、事業所境界等における線量当量率の測定は、1ヶ月ごとあるいは6ヶ月ごとにサーベイメータ、モニタリングポスト（ガラスバッジ及びTLDを含む）により実施し、法令で定められた線量限度以下であることを確認した。

表面密度の測定は、1ヶ月ごとにスミア法またはサーベイメータによる直接測定法により実施し、法

令で定められた表面密度限度以下であることを確認した。

排気中の放射性同位元素の濃度は、排気モニタ（ガスモニタもしくはダストモニタ）による連続測定及び計算により、1ヶ月及び3ヶ月間の平均濃度をそれぞれ算出し、年間を通じて法令で定められた濃度限度以下であることを確認した。

排水中の放射能濃度は、放出前にバッチ毎に測定し、放出に係る濃度限度以下であることを確認した。

(3) 放射線安全管理用機器等整備として、重粒子線棟内エリアモニタの一部更新を行った。

2-8 核燃料取扱施設の放射線安全管理

(1) 内部被ばく実験棟

平成16年度は、ラットへの投与実験（プルトニウム1件、劣化ウラン8件）及びプルトニウム電着線源を用いた培養細胞への α 線照射研究が行われた。プルトニウム溶液の調製、取扱いはグローブボックス内で行われ、その他の実験に伴う動物、器具の取扱いは、汚染拡大防止策を施したフード内で行われた。

排気・排水系統及び焼却炉等廃棄設備の開放を伴う主要な点検・修理は、排気フィルタの交換など8件を実施した。

これらの作業にあたっては、事前に作業計画を確認し、必要に応じ作業立会、作業環境測定を実施して作業の安全性を確認した。

これらの実験・作業終了後に実施した汚染検査では、作業室への漏洩・汚染は認められなかった。また、作業者の予期しない被ばくや核燃料物質等による身体汚染は認められなかった。

各作業室内の空気中濃度は、主にエアースニファシステムにより集塵・採取し、濾紙上に蓄積した放射能を測定した。排水については、放流の都度、採取した試料を測定した。測定の結果は、いずれの試料も法令に定められた放出に係る濃度限度未満であることを確認した。

なお、原子炉等規制法に基づく保安規定の遵守状況の検査を四半期毎に計4回、受検した。

(2) アルファ線棟

核燃料物質を使用した実験等は行われなかった。

定期的に線量率等の測定を行い、法令値未満であることを確認した。

(3) 第3研究棟

核燃料物質を使用した実験等は行われなかったが、環境試料分析等の実験は継続して行われた。

定期的に線量率等の測定を行い、法令値未満であることを確認した。

2-9 環境放射線監視

環境試料等のプルトニウムの分析及び測定を行うと共に、事業所の境界における線量当量率の測定は、野外エリアモニタを11ヶ所、ガラスバッジを17ヶ所設置し、環境放射線の連続監視を行った。その結果は、自然の変動範囲内であった。

防災環境対策室に構築した放射線環境監視システムにて環境放射線の集中監視業務を実施した。

2-10 原子力防災業務

国が定める防災基本計画及び原子力安全委員会が策定した防災指針に基づき、緊急時において当研究所に与えられた責務を果たすこととなっている。平成16年度は、「3. 7 原子力災害対応業務」に詳述する業務を行った。

2-11 放射性廃棄物処理

所内（内部被ばく実験棟、アルファ線棟及び放射線安全研究センター那珂湊支所を除く。）の各R I等使用施設から発生した放射性廃棄物の処理の概要は次の通りである。老朽化対策では、昨年度に引き続き廃棄物保管棟の解体した跡地に除染、解体詰替、保管及び有機廃液の焼却等をする廃棄物処理棟を建設した。また、R I排水設備では、サイクロトロン排水系のコンクリート槽（45^ト）、鋼板タンク（10^ト）を解体撤去した。

(1) 固体廃棄物

可燃物、難燃物、不燃物は、主にR I実験室から排出されたものである。塩ビ・金属配管等の大型廃材、大型金属については減容し、非圧縮性不燃物とした。これら放射性廃棄物は、それぞれ専用の50^ℓドラム缶に詰替え後、廃棄業者に引き渡した（年4回）。また、昨年度に引き続き鋼板タンク、コンクリート槽の解体及びR I施設の改修等により、非圧縮性廃棄物が大量に発生し、200^ℓドラム缶に収納後、廃棄業者に引き渡した。

(2) 液体廃棄物

中レベル廃液（0.37Bq/cm³以上37Bq/cm³未満）は、専用の容器に詰替え後廃棄施設に保管した。本年度は廃棄業者への引き渡しは無かった。

低レベル廃液（ 3.7×10^{-4} Bq/cm³以上0.37Bq/cm³未満）については、排水設備により法律に定められている排水濃度限度以下に処理し、放流した。

極低レベル廃液（ 3.7×10^{-4} Bq/cm³未満）についても、法律で定められている排水濃度限度以下であることを確認した後、放流した。

無機廃液は、捕水（動物死体乾燥に伴い発生する液体）を液体廃棄物として廃棄業者に引き渡した。

有機廃液は、平成16年度より廃棄業者に引渡しが可能になったため、高レベルの廃液を中心に廃棄業者に引き渡した。

(3) 動物死体等廃棄物

放射性動物死体等は、廃棄物処理棟建設のため、専用の冷凍庫に保管のみ実施した。

本年度の放射性廃棄物の発生量、処理状況及び廃棄業者への引き渡し数量は表5のとおりである。

表5 平成16年度放射性廃棄物の発生量、処理状況及び廃棄業者への引き渡し数量

種 類	発 生 量	処 理 方 法	引き渡し数量
固体可燃物(50 ℓ)	28 本	廃棄業者へ引き渡し	28 本
固体難燃物(50 ℓ)	51 本		51 本
固体不燃物(50 ℓ)	38 本		38 本
固体非圧縮不燃物(50 ℓ)	17 本		17 本
固体非圧縮不燃物(200 ℓ)	48 本		44 本
動物(乾燥処理)(50 ℓ)	0 本		0 本
通常型フィルター	8893 ℓ (82 梱包)		8893 ℓ (82 梱包)
焼却型フィルター	383 ℓ (4 梱包)		383 ℓ (4 梱包)
*無機廃液(25 ℓ)	6 本		6 本
*有機廃液(25 ℓ)	5 本		5 本
処理施設低レベル排水	199t	測定後放流	199 t
処理施設極低レベル排水	1104t		1104 t
重粒子線棟排水	347t		347 t
ポジトロン棟動物排水	851t		851 t

注) 無機、有機廃液の容器は 25 ℓ の専用容器を 50 ℓ ドラム缶に詰めて引き渡し)

3. 安全管理室業務

施設関係では、安全管理上不可欠な、月1回の職場巡視及び安全衛生委員会、年1回の本所及び放射線安全研究センター那珂湊支所の安全総点検を実施した。

防災関係では、年4回の消防訓練及びはしご車からの非難訓練を行った。また、法令に基づく総合点検を年1回、機器点検を年2回実施した。

環境安全関係について、下記の内容を実施した。

- ・毒劇物等薬品、感染性廃棄物の廃棄に伴う外部業者への回収委託処理。
- ・有機溶剤を扱う実験室等、エチレンオキシドを用いた滅菌作業場の年2回の作業環境測定を実施した。
- ・飲料水等の水質の維持を図るため「簡易専用水道」の水質検査を年1回実施した。
- ・焼却施設から排出されるばい煙及びダイオキシン濃度測定を実施した。
- ・平成14年4月以降届出が義務付けられている化学物質の環境の保全上の支障を未然に防止することを目的に作られたP R T R制度に基づく、第一種指定化学物質の排出量及び移動量を千葉市に届出を行った。
- ・特定機器等の設置の届出として、第一種圧力容器（オートクレーブ1件）の届出を行った。
- ・「毒物及び劇物取扱規定」に基づき、毎年9月末及

び3月末時点における毒物の保管量及び使用量の報告を取りまとめた。

4. 内部被ばく実験棟管理業務

4-1 施設管理

本棟の各設備は、平成16年度についてもフル稼働運転を行った。原子炉等規制法に基づく保安規定に定められた給排気設備、非常用発電機、無停電電源装置、通報連絡設備の自主検査を実施するとともに自動制御設備、中央監視盤等の各種点検整備を行い、施設・整備の保全を図った。

4-2 廃棄物処理設備管理

平成16年度実施した乾留灰化設備（焼却炉）による放射性廃棄物の焼却処理量は、以下の通りであった。

可燃性雑固体	5,309kg
廃活性炭	1,164kg
有機廃液（バイアル容器）	918kg
脱水汚泥	3,736kg
動物	220kg
焼却総量	11,347kg

上記焼却処理の結果発生した焼却灰の量は、601kgであった。

排水処理設備では、11,946m³の処理を行い、このうち9,953m³を中水として循環再利用し、放射能濃

度の基準値以下の放流総量は、 $3,061\text{m}^3$ であった。

処理設備の保全については、定期検査及び保安規定に基づく自主検査を例年どおり実施した。定期検査では従来の検査実績から立てた計画に基づき、検査及び整備を実施し予定どおり完了した。保安規定に基づく自主検査では対象設備全て強度、機能に異常の無い事を確認した。

5. 放射線安全技術開発業務

国家基準とのトレーサビリティが確保された線源整備を完了し、放医研内での放射線管理機器の校正基準体系を確保した。

また、平成15年度末から開発に着手した、PET核種製造／使用施設における空气中放射能濃度測定用にGSOシンチレータを用いたfast-slow coincidence方式の陽電子放出核種専用4 π 検出器を開発し、法令値以下の空气中濃度まで十分な検出感度を有することを確認した。

低線量影響実験棟からの小動物搬出用にはプラスチックシンチレータ方式の4 π 放射能／表面汚染モニタを開発し、実運用に向け条件整備中である。

6. その他

平成16年度に文部科学省原子力安全課長通知等により、国に報告すべき事故等はなかった。

3.5 研究基盤・技術支援業務

3.5.1 研究基盤部

1. 概況

研究基盤部は、技術支援・開発室、実験動物開発・管理室の2室からなり、放医研の共通部門として、研究部門の研究支援業務を担当するとともに、業務に関連した研究技術開発も行っている。また、共同実験施設運営委員会、実験動植物委員会等、研究の円滑な遂行に必要な審議を行う多くの委員会の事務局を努めている。本年度は、新たに運用を開始した低線量影響実験棟と改修後の晩発障害実験棟の円滑な運用をはかるため、ユーザー会議が設置され、共同実験施設運営委員会の元に位置づけられた。

技術支援・開発室の担当する共同実験施設関連業務では、既存の機器・実験室の効率的利用を図るため、管理・補修・更新を行うとともに、研究用機器の新規導入において、共実機器に位置づける支援を行った。また、照射関連業務では、X線及びγ線照射装置等の線量管理を行い、照射線量の品質保証に努めた。PIXE分析専用加速器システムは、平成15年度に共用施設と位置づけられた事をふまえ、所外の研究者との共同研究を推進した。また、平成16年3月に導入されたマイクロビーム細胞照射装置（SPICE）に関しては、調整運転を行い、細胞照射試験を開始した。低線量影響実験棟においては、ガンマセル型照射装置及び低線量率ガンマ線連続照射装置のマシントime供給を開始した。

実験動物開発・管理室では、実験動物の生産と供給、実験動植物施設の管理運営、及び実験動物の衛生・検疫や発生工学による研究支援を行った。実験動物施設のうち、昨年度に低線量影響実験棟と探索研究棟の新営工事及び晩発障害実験棟全面改修工事が終了し、本年度は飼育装置の設置や動物区域のク

リーンアップ作業を実施して、動物飼育を本格的に開始した。

2. 技術支援・開発室業務

2-1 共同実験施設

(1) 共同実験用機器の整備では、R I画像解析システム及び自動細胞分取装置システムを新設した。また、第1研究棟1階組換えDNA実験室の超低温冷凍庫、オートクレーブ、炭酸ガスインキュベータを更新した。これらの共同実験用機器は、研究の基盤を支える設備・機器として広く活用されている。

主要機器の使用状況を表1に示す。

(2) 共同実験施設及び機器の運用面では、本年度は次のような技術業務を実施した。

- ①研究棟関係については、第1研究棟地階第1微量放射能測定室に換気装置を設置し、ラドントロンの影響を低減した状態での測定が可能となるよう努めた。
- ②組換えDNA実験施設関係については、機器の更新を行うと共に、前年と同様に第1研究棟1階組換えDNA第1実験室、2階P2実験室、R I棟2階化学-1及び化学-11室の安全キャビネットの定期点検を行った。
- ③第1研究棟1階と2階低温実験室の断熱パッキン等の更新を行った。
- ④R I棟2階化学-6室と化学-4室のフードと流し台及び実験台の更新を行った。
- ⑤共同実験室管理のため、非接触式ICカードでの入退出システムを第2研究棟1階組織培養施設出入口と2階共同実験室に設置した。

表1 平成16年度 共同実験用主要機器使用状況

機 器 名	台数	使 用 部 課 室 名	使用件数	使用時間 (h)
製氷器	各種	比較環境影響研究グループ、放射線障害研究グループ、レドックス制御研究グループ、医学物理部、治療システム開発室、線量評価部、宇宙放射線防護プロジェクト、低線量生体影響プロジェクト、廃棄物技術開発事業推進室、粒子線治療生物研究グループ、脳機能イメージング研究開発推進室、放射線安全課、実験動物開発研究グループ、被ばく医療部、技術支援・開発室、放射薬剤製造・開発室、総務課、画像医学部、フロンティア研究センター、情報システム開発課、重粒子医科学センター運営室	5021	常時運転

機 器 名	台数	使 用 部 課 室 名	使用件数	使用時間（h）
純水製造装置	各種	比較環境影響研究グループ、放射線障害研究グループ、遺伝子発現ネットワーク研究グループ、レドックス制御研究グループ、医学物理部、治療システム開発室、線量評価部、宇宙放射線防護プロジェクト、低線量生体影響プロジェクト、廃棄物技術開発事業推進室、ラドン研究グループ、粒子線治療生物研究グループ、脳機能イメージング研究開発推進室、放射線安全課、会計課、施設課、実験動物開発研究グループ、被ばく医療部、研修課、診療放射線技師室、加速器物理工学部、技術支援・開発室、放射薬剤製造・開発室、病院、画像医学部	1633	常時運転
化学発光画像解析装置	1	低線量生体影響プロジェクト、レドックス制御研究グループ、放射線障害研究グループ、脳機能イメージング研究開発推進室	66	35
紫外可視分光解析システム	1	放射線障害研究グループ、被ばく医療部、技術支援・開発室	46	17
CHN自動分析装置	1	比較環境影響研究グループ	2	5
エレメントモニタ卓上蛍光X線分析計	2	技術支援・開発室	6	3
自記旋光分散計	1	低線量生体影響プロジェクト	3	8
高感度蛍光分光高度計	1	比較環境影響研究グループ	2	4
自動細胞解析装置	1	被ばく医療部、放射線障害研究グループ、低線量生体影響プロジェクト、レドックス制御研究グループ、比較環境影響研究グループ	317	224
画像解析装置・蛍光イメージアナライザー	1	レドックス制御研究グループ、比較環境影響研究グループ	136	118
遠心機	各種	放射線障害研究グループ、比較環境影響研究グループ、被ばく医療部、レドックス制御研究グループ	87	118
凍結乾燥機	3	比較環境影響研究グループ、レドックス制御研究グループ、研究基盤部、低線量生体影響プロジェクト、防護体系構築研究グループ	83	3100
細胞周期解析装置	1	比較環境影響研究グループ、放射線障害研究グループ	7	63
電子スピン共鳴装置	1	レドックス制御研究グループ	105	420
液体シンチレーションカウンタ	2	放射線障害研究グループ、画像医学部、線量評価部、比較環境影響研究グループ、廃棄物技術開発事業推進室、粒子線治療生物研究グループ、被ばく医療部	305	1093
半導体検出装置	3	比較環境影響研究グループ、廃棄物技術開発事業推進室、放射線安全課、線量評価部	62	2345
オートウェルガンマ	2	廃棄物技術開発事業推進室、線量評価部、画像医学部	37	1675
ダブルビーム分光光度計	1	廃棄物技術開発事業推進室	5	5
電子天秤	各種	廃棄物技術開発事業推進室、比較環境影響研究グループ	68	68

機 器 名	台数	使 用 部 課 室 名	使用件数	使用時間 (h)
コールターカウンタ	3	低線量生体影響プロジェクト、遺伝子発現ネットワーク研究グループ、放射線障害研究グループ	110	50
フーリエ変換核磁気共鳴装置	1	画像医学部、レドックス制御研究グループ	151	450
ヒューマンカウンター	1	放射線防護・安全部、緊急被ばく医療研究センター、研究推進部研修課	22	176

2-2 照射施設

(1) X線棟

X線発生装置、ガンマ線照射装置ともほぼ順調に稼働し、マウス・ラット・培養細胞・血液・イースト等の生物照射、TLD及び線量計等の校正、医療被ばく線量評価のための測定、技術者の養成訓練に対する実習等の物理実験及びマウス等の撮影に使用された。

(2) 第1ガンマ線棟

第1照射室の回転シャッタ式ガンマ線照射装置 (^{60}Co - 111TBq) は順調に稼働し、菌系・プランクトン・植物等、細胞・ラット等の照射実験に使用された。

第2照射室の ^{137}Cs 吊上式ガンマ線照射装置 (370GBq) は、順調に稼働し、マウスの長期低線量率連続照射実験に使用された。

(3) 中性子線源室

中性子線源 (^{241}Am -Be 線源 (185GBq)) は、順調に稼働し、線量計の校正照射等に使用された。

(4) 静電加速器棟

PIXE分析用加速システムは順調に稼働した。本PIXE装置の使用状況は、使用件数192件、使用時間は1,275時間であった。平成15年3月に導入されたマイクロビーム細胞照射装置 (SPICE) の調整運転を始め、平成17年3月に二度目の細胞照射試験を行った。SPICEの調整運転件数は64件で、使用時間は356時間であった。静電加速器の総使用件数は356件で1,824時間であった。また、導入から5年が経過したこと、マシンタイムを安定供給する目的で、メーカーによる本格的なオーバーホールを行った。

(5) 低線量影響実験棟

平成16年度より運用を開始したガンマセル型照射装置及び低線量率ガンマ線連続照射装置は順調に稼働し、マシンタイム提供を開始した。ガンマセル型照射装置の使用件数は23件、使用時間は9.95時間であり、SPF動物照射及び血液照射実験に使用された。低線量率ガンマ線連続照射装置1.11TBqの使用件数は14件、使用時間は54.6時間、111GBqの使

用件数は4件、使用時間は20.7時間であり、照射野の確認等の線量測定に使用された。

平成15年度に設置された中性子線発生用加速器システムは、上半期は水素イオンを用いて設置後の調整運転を行った。下半期は重水素による試験調整を試みたが、フル出力を行った場合、管理区域境界における線量限度を超える可能性のある中性子線の発生が認められたため、放射線安全課と安全を確認しながら主に水素イオンによる調整運転を行い、遮蔽対策等の検討を行った。

(6) 線量管理

X線照射のモニタとして使用しているAE-1320型線量計、AE-1321型線量計、AE-1321M型線量計の線量計の校正試験及びX線装置の出力試験を定期的に行い、照射実験の精度の向上に努めた。RAMTEC1000型線量計、AE-132S型線量計、AE-2960B型線量計の線量校正 (X及び γ) を校正認定機関にて行った。

(7) その他

晩発障害実験棟X線装置 (パンタックHF-320型) に関しては、モニタ線量計の定期校正の実施、照射に関する技術指導等を行った。本年度の放射線照射装置の使用状況は、表2のとおりである。

2-3 ラドン実験棟

ラドン実験棟は、施設の運転管理及び放射線管理、ラドン標準場装置の保守点検を業務委託することで、実験施設の管理を行った。また、RI排水ポンプの整備を行った。

2-4 液体窒素貯蔵施設

液体窒素貯留槽については年2回の定期保守点検および日常巡回点検を行っているため、供給管理面は順調であった。液体窒素は、主に半導体検出器の冷却、細胞組織等の凍結保存に使用された。使用量については、液体窒素ローリーの受入回数51回、受入量59,284Kg、使用量30,161kg、使用している部署は18グループであった。

表2 平成16年度照射装置使用状況

装 置 名	件 数	使用時間
KXO-15E型 X線装置	68	27.2
パンタック-S型 "	833	565.5
パンタック-HF型 "	1,125	438.9
シールド型パンタック-HF型 " (RI棟)	89	44.4
パンタック-HF-320型 " (晩発棟)	182	227.4
M70WE-特型 軟X線装置	10	9.0
EMB型 "	4	2.2
X線装置 (計)	2,311	1,314.6
標準線源遠隔操作装置	1	2.3
スタンド型γ線照射装置	111	1,737.0
⁶⁰ Co-111TBq " (第1γ線棟-1)	55	166.2
¹³⁷ Cs-370GBq " (" -2)	16	3798.6
Am-Be-185GBq 中性子線照射装置	18	31.7
低線量影響実験棟 γ線連続照射装置 1.11TBq	14	54.6
" 111GBq	4	20.7
低線量影響実験棟 ガンマセル型照射装置	23	10.0
密封線源照射装置 (計)	242	5,821.1
静電加速器棟 PIXE 分析用加速装置コンベンショナル PIXE	91	415.0
マイクロ PIXE	63	275.5
インエア PIXE	138	584.4
マイクロビーム細胞照射装置	64	356.0
静電加速器棟 PIXE 分析用加速装置 (計)	356	1630.9
低線量影響実験棟 中性子発生用加速器システム		
イオン源調整 (加速無し) 重水素	2	8.6
水素	8	23.5
生物照射室 重水素	21	98.8
水素	8	52.9
SPF 動物照射室 重水素	2	5.8
水素	11	44.0
低線量影響実験棟 中性子発生用加速器システム (計)	52	233.6
合 計	2,961	9,000.2

3. 実験動物開発・管理業務

3-1 実験動物の生産・維持・保存

(1) 系統維持

本年度維持したマウス系統は、A/J、BALB/c-*nu/nu*、C3H/He、C3H/He-*Atm*^{fl} ノックアウト、C3H-*scid*、C57BL/6J、C57BL/6J-bg-*nu/nu*、C57BL/10、C57BL/10.BR/Sn、C57BL/10.D2/newSn、C57BL/10-*Thy1.1*、C.B-17/Icr-*scid*、C.B-17/Icr-+/+、RFM/Ms、STS/A の15系統である (表3)。この15系統について遺伝的モニタリングを実施し (表4)、いずれも遺伝的汚染はなく品質は保証されていた。

(2) 実験動物の生産と供給

本年度は、SPF マウスとして、BALB/c-*nu/nu*、C3H/He、C3H/He-*Atm*^{fl} ノックアウト、C3H-*scid*、C57BL/6J、C57BL/10、C57BL/10-*Thy1.1*、C.B-17/Icr-*scid*、C.B-17/Icr-+/+、STS/A、の9系統を生産した。総生産数は12,919匹であり、そのうち7,193匹を供給した。また、里親として、23匹の哺乳 SPF マウスを動物開発研究グループに供給した。

購入したマウスは、A/J、B6C3F1、BALB/c、BALB/c-*nu/nu*、BDF1、C3H/He、C57BL/6、C.B-17-*scid*、C.B-17、DBA/2Cr、ddY、ICR、MCH、ヘアレスマウス (HOS:HR-1) の14系統8,479匹およびB6C3F1哺乳マウス50

匹であった。購入したラットは、CD(SD)IGS、F344/N、F344/N-*rnu/rnu*、SD、WM、Wistar、Wistar/Ms、Wistar-Imamichi、BN、LECの10系統2,731匹、およびSD妊娠ラット38匹、BN妊娠ラット1匹、SD哺乳3匹であった。

また、ウサギ(NZW)23羽、ヒヨコ15羽、カニクイザル4頭、アカゲザル4頭、マーモセット4頭を購入した。

(3) 遺伝子改変マウス等の作製・凍結保存・供給

(a) 遺伝子改変マウス作製の卵子凍結保存をC57BL/6Jにて行い、前核注入用受精卵1135個、ES細胞とのキメラマウス作製の2-8細胞期卵943個を凍結保存した。新規に未受精卵凍結保存を開始するための凍結・融解-体外受精-移植実験を行った。C57BL/6Jマウス未受精卵639個を凍結-融解し、546生存卵子(85%)、290受精卵(53%)が得られ、2細胞期に発生した226卵子を移植し、94匹(42%)の胎児を得た。これは対照区での移植結果(124匹/291移植卵子:43%)と有意差が認められなかったため、未受精卵凍結保存を開始し、2956個を凍結保存した。

またC3H/Heにおけるトランスジェニック(TG)マウスの作製用凍結卵を保存するため、本系統での凍結条件設定を行った。DMSO、DAPの平衡時間を3、4、5分間で比較したところ、有意差は得られなかったが、4分間平衡時での融解-移植後の産子発生率が良好であったため、本条件にて前核注入用受精卵5790個を凍結保存した。その後、TGマウスの作製を他研究グループとの共同研究として開始した。

TGマウス3系統について急速凍結法での凍結保存を行い、C57BL/6Cr@Slc;129X1/SvJ(F0,N7)-XpgD811Stopにて440卵子、C57BL/6J@Slc-TgN(NHK112)4にて210卵子、C57BL/6J@Slc-TgN(NHK112)5にて250卵子を保存した。これらの凍結卵子の融解-移植後の発生率を検定したところ、それぞれ33%(+/-11匹/33卵子)、20%(+/-4匹/20卵子)、22%(+/-6匹/27卵子)のヘテロ個体を得られた。また、体外受精-移植法での個体生産をC57BL/6-TgN(Δ gtp)マウスにて行い、149受精卵(ホモ×野生型)を移植し23匹のヘテロ雄マウスを供給した。またキメラマウスの生殖系列伝播確認のためにC57BL/6J@Slc-Recq14K0マウスで体外受精にて得られた251卵子を移植したが、生殖系列伝播は認められなかった。

(b) 昨年度に引き続き、所内研究グループからの

要請に基づき、新規遺伝子改変マウスの作出を目的として毛色キメラ個体及びこれらキメラと野生型個体とのテスト交配によるF1個体の作出を実施した。マウス宿主胚と遺伝子改変ES細胞による毛色キメラ個体作出技術は、当室が確立した凝集法による簡便で実用的な実験系を用いた。その結果、今年度はBDF1マウス胚-ES(R1)細胞に由来する凝集キメラ胚を受容雌に移植し、総匹数242匹の毛色キメラ個体の作出に成功した。また、遺伝子改変マウス作出用の凝集胚に供す宿主胚に凍結・融解胚の利用の検討を開始した結果、キメラ個体作出成績が非凍結胚区と凍結胚区それぞれ40.7%と38.1%となり、両区に差は無く高率にキメラ個体を得られることが分かった。本成果を基に、今後は宿主胚に凍結・融解胚の利用をさらに進め、より効率的な遺伝子改変マウスの作出を行う。

(4) 生産マウスの基礎データ収集

昨年度に引き続き、実験動物開発研究グループと共同開発したデータベースソフトを用いて生産マウス6系統の解剖学的基礎データを集計し、そのうち1系統(C3H/HeJ-*bg*)について公表した。

(5) 遺伝子組換え動物使用施設の整備等

改修や新設された実験動物施設においては、法規制に従い拡散防止措置の区分がP1A及びP2Aレベルの遺伝子組換え動物飼育・実験施設を整備した。また、当室内において遺伝子組換え動物使用や実験等に関する勉強会を開催し、技術や資質の向上を図るとともに安全確保に努めた。

3-2 実験動物施設の管理と利用

(1) SPF動物生産・実験棟

本年度は、研究基盤、低線量プロジェクト、病院治療、粒子線治療生物遺伝子感受性プロジェクト、フロンティア研究センターの5研究グループ等で、3室42.5飼育棚を使用した。本年度の立入登録者は46名であった。

施設・設備関係では、実観棟よりケージワッシャーを移設し、玄関前高圧蒸気滅菌器を廃止し、本棟洗浄室の高圧蒸気滅菌器の移設工事を行ない、R0水製造装置の全面的修理を実施した。なお、高圧蒸気滅菌器2台の法令適用に伴う性能検査を実施した。また、エチレンオキシドガス滅菌器の修理工事を行い、焼却釜及び貯油槽の塗装工事を実施した。

(2) 哺乳動物実験観察棟

CV施設として改修後の晩発棟に動物を移動し、本棟を廃止する(4月末)までの期間、研修課、動物開発、障害研究、発現ネットワーク、内部被ばく、

表3 放医研で系統維持しているマウス系統

平成 17 年 3 月 31 日現在

系 統	放医研での世代数	由 来	特 徴
A/J	104	Jax1964→京大1971→放医研	乳がん発生率が経産に高く未経験には低い、肺腫瘍は経産で高い。老令のものでは腎臓ガンの発生率が高い、仔の5～10%に口蓋破裂が生ずる。
BALB/c- <i>nu/nu</i>	31 SPF 化 (1990) 後の世代数	実中研 1982 →放医研	胸腺欠損による免疫機能不全。人ガンの移植可能。
B10. BR/Sn	39 SPF 化 (1991) 後の世代数	Jax1973 →放医研	組織適合性遺伝子のうち H-2 が異なる以外はすべて B10 に同じ。Tlaa 遺伝子を有す。
B10. D2/new-Sn	41 SPF 化 (1990) 後の世代数	Jax1973 →放医研	水頭症多発。Tlac 遺伝子を有す。
B10. Thy1. 1/Nrs	33 SPF 化 (1993) 後の世代数	1976 年から放医研で作出。Sib1979 年。	胸腺由来リンパ球(T細胞)にThy1. 1抗原を表現している。他はB10系と同じ。NRH系のThy1. 1を導入、11代戻し交配し育成。
C3H/HeNrs	128	Heston → 阪大医病理 1952 → 遺伝研 1963 → 放医研	赤血球が少ない。血中カタラーゼ活性が低い。腰椎数 6 が主。照射後悪性肝腫(Hepatoma)発生、♂で85%。照射により骨髄性白血病を多発。C3H/HeMsNrs と同一。
C3H/HeNrs-TgH(Atm ^{tm1Awb} Im) fnt	7 兄妹交配 (2001、SPF 条件下) 後の世代数	1997 年 に NIH より 129/SvEv-Atm ノックアウトマウスを放医研 に 導 入 し、C3H/HeNrs に戻し交配。2001年にN15より兄妹交配を開始して育成。	使用に際して条件あり。ホモ欠損個体は放射線高感受性。ホモ個体は胸腺リンパ腫の発生率が高い。
C3H- <i>scid</i>	24 SPF 化 (1997) 後の世代数	JAX → 日本クレア 1997 → 放医研	胸腺リンパ腫の発生率が高い。
C57BL/6JNrs	116	Jax1964→京大1965→放医研	乳ガン発生1%、眼の異常が多く、放射線に抵抗性。照射後胸腺リンパ腫とHepatoma多発。
C57BL/6J- <i>bg-nu/nu</i>	35	愛知ガンセンター 1976 → 医科研 1981 → 金沢大学 1985 → 放医研	T細胞及びNK細胞機能不全。
C57BL/10	28 SPF 化 (1994) 後の世代数	Jax1973 →放医研	B10系コンジェニックマウスの基本系統。1937年以前にC57BL/6から分離した系統。
C. B-17/Icr-+/+	33 SPF 化 (1992) 後の世代数	FOXCHASE ガ ン セ ン ター → 日本クレア → 1993 放医研	Igh 遺伝子座が異なる BALB/cAn のコンジェニック系である。
C. B-17/Icr- <i>scid</i>	29 SPF 化 (1993) 後の世代数	FOXCHASE ガ ン セ ン ター → 日本クレア 1993 → 放医研	ホモ個体(<i>scid/scid</i>)は機能的なT細胞、B細胞が欠如しているため、細胞免疫に加えて免疫グロブリンもほとんど産生されず、ヒトの重症複合型免疫不全症と類似した症状を呈す。

系 統	放医研での世代数	由 来	特 徴
RFM/Ms	41 SPF 化 (1990) 後の世代数	独国 1958 → 日赤 1958 → 遺伝研 1960 → 放医 研 → 遺伝研 1968 → 放 医研	骨髄性白血病低発だが放射線により高まる。 (25%/300Rad)。生殖器官の異常多発。
STS/A	43 SPF 化 (1990) 後の世代数	チャールスリバー 1989 → 放医研	胸腺リンパ腫の発生率が低い。

注) 由来・特徴は放医研年報 1976, 1984, 1988, 1990 を参照。

表 4 遺伝的モニタリング・遺伝検査結果

染色体番号および遺伝子座

系統名	検 査 個体数	1 Idh1	1 Pep3	1 Akp1	2 Hc	3 Car2	4 Mup1	4 Gpd1	5 Pgm1	6 Ldr1	7 Gpi1	7 Hbb	8 Es1	8 Es2	9 Thy1	9 Mod1	9 Trf	11 Es3	17 H2K	17 H2D
(G6pd1)																				
A/J	f1, m1	a	b	b	0	b	a	b	a	a	a	d	b	b	b	a	b	c	k	d
BALB/c- <i>nu</i> /+,	f	a	a	b	1	b	a	b	a	a	a	d	b	b	b	a	b	a	d	d
BALB/c- <i>nu</i> / <i>nu</i>	m	a	a	b	1	b	a	b	a	a	a	d	b	b	ND ^{***}	a	b	a	d	d
C. B-17/Icr-+/+	f1, m1	a	a	b	1	b	a	b	a	a	a	d	b	b	b	a	b	a	d	d
C. B-17/Icr-scld	f1, m1	a	a	b	1	b	a	b	a	a	a	d	b	b	b	a	b	a	ND ^{***}	ND ^{***}
C3H/He	f1, m1	a	b	b	1	b	a	b	b	a	b	d	b	b	b	a	b	c	k	k
C3H- <i>scld</i>	f1, m1	a	b	b	1	b	a	b	b	a	b	d	b	b	ND ^{***}	a	b	c	ND ^{***}	ND ^{***}
C57BL/6J	f1, m1	a	a	a	1	a	b	a	a	a	b	s	a	b	b	b	b	a	b	b
C57BL/6J- <i>bg-nu</i> /+	f	a	a	a	1	a	b	a	a	a	b	s	a	b	b	b	b	a	b	b
C57BL/6J- <i>bg-nu</i> / <i>nu</i>	m	a	a	a	1	a	b	a	a	a	b	s	a	b	b	b	b	a	b	b
C57BL/10	f1, m1	a	a	a	1	a	b	a	a	a	b	s	a	b	b	ND ^{****}	b	a	b	b
C57BL/10•BR/Sn	f	a	a	a	1	a	b	a	a	a	b	s	a	b	b	b	b	a	k	k
C57BL/10•BR/Sn	m	a/d	a	a	1	a	b	a	a	a	b	s	a	b	b	b	b	a	k	k
C57BL/10. D2/newSnf1	m1	a	a	a	1	a	b	a	a	a	b	s	a	b	b	b	b	a	d	d
C57BL/10-Thy1. 1	f1, m1	a	a	a	1	a	b	a	a	a	b	s	a	b	a	b	b	a	b	b
STS/A	f1, m1	a	b	a	0	b	b	b	b	a	b	d	b	b	b	b	b	c	d	- ^{**}
RFM/Ms	f2	b	b	b	0	a	b	a	a	a	a	d	b	b	a	a	b	b	- ^{**}	- ^{**}
C3H/HeNrs-Atm+/-	f	a	b	b	1	b	a	b	b	a	b	d	b	b	b	a	b	c	k	k
C3H/HeNrs-Atm+/+	m	a	b	b	1	b	a	b	b	a	b	d	b	b	b	a	b	c	k	

括弧内の遺伝子座は現在使われている名称 (Mouse Genome Vol. 95 (2))

※: b, d, k, q, S いずれの抗血清に反応しない。

※※: 細胞がとれないため未検査

※※※: バンドが確認できず

報告書作成日 2005 年 1 月 12 日

財団法人実験動物中央研究所

ICLAS モニタリングセンター遺伝検査部による。

防護体系、比較環境、低線量プロジェクト、レドックス、粒子線治療生物、病院治療、画像医学、宇宙プロジェクト、重粒子共同利用、緊急被爆、フロンティア、線量評価の17研究グループ等が、マウス飼育区域：飼育室7室（普通飼育棚43台、アイソラック飼育棚13台）、P2マウス区域：2室分1室（フードアイソラック2台、アイソラック6台、普通飼育棚7台）、ラット飼育区域：飼育室8室（カスケード飼育棚18台、普通飼育棚25台）を使用した。立入登録者は213名であった。

(3) 低線量影響実験棟

昨年度新営工事が終了し、飼育装置等の設置準備、ホルマリン燻蒸等バリアー構築を行った後、11月より仮設動物棟のSPFマウスを移動し飼育を開始した。低線量プロジェクト、内部被ばく、フロンティアの3研究グループ等でSPFマウス37飼育棚、SPFラット15飼育棚を使用した。立入登録者は125名であった。また、高圧蒸気滅菌器2台の法令適用に伴う性能検査を実施した。

(4) 晩発障害実験棟

昨年度全面改修工事が終了し、飼育装置等の設置準備、ホルマリン燻蒸等バリアー構築を行った後、4月末より哺乳動物実験観察棟及び隔離動物棟のマウス、ラットを移動し飼育を開始した。低線量プロジェクト、宇宙プロジェクト、比較環境、レドックス、放射線障害、遺伝子発現、実験動物、内部被ばく、緊急被ばく、線量評価、脳機能、画像医学、粒子線治療生物、フロンティア、先端遺伝子、重粒子共同利用の16研究グループ等でマウス飼育区域：飼育室8室（普通飼育棚48台、アイソ及びラミナーフローラック飼育棚16台）、P2A動物区域：2室（ネガティブラック9台、普通飼育棚1台）、ラット飼育区域：飼育室4室（カスケード飼育棚11台、普通飼育棚23台）、隔離飼育区域：2室（ネガティブラック1台、一方向気流式飼育装置4台）を使用した。立入登録者は195名であった。

施設・設備関係では、空調ダクト破損事故の修理工事及び空調センサー交換工事に伴う対応を行った。また、高圧蒸気滅菌器2台の法令適用に伴う性能検査を実施した。

(5) 仮設動物棟

本年度は、低線量プロジェクト、放射線障害研究、発現ネットワーク、緊急被ばく医療の4研究グループ等でSPFマウス20飼育棚、CCVマウス24飼育棚を使用した。立入登録者は30名であった。

(6) 霊長類実験棟

脳機能イメージング研究グループが5室（最大28ケージ分）を使用し、立入登録者は24名であった。

飼育数は年度当初15頭であったが、今年度カニクイザル4頭とアカゲザル4頭を新規導入して実験に供した。探索棟の新設とポジトロン棟の飼育室増設に伴いサルを探索棟とポジトロン棟へ移動を行った。そのため年度末にはサルは0頭となった。施設・機械設備関係では、空調機vベルト交換、冷却水ポンプ更新工事、高圧蒸気滅菌器の性能検査を行った。

(7) ポジトロン棟

脳機能研究グループと画像医学部が、2室でマウス・ラット飼育装置2台、ウサギ・モルモット飼育装置1台、マカクサル飼育装置4台（6頭飼育用2台と4頭飼育用2台）マーモセット飼育装置1台を使用し、立入登録者は47名であった。サル飼育数は年度当初10頭であったが、年度末にはアカゲザル8頭、ニホンザル4頭、カニクイザル8頭の合計20頭となった。ウサギ・モルモット飼育装置1台の更新を行った。

(8) 探索研究棟

昨年度新営工事が終了し、アルコール消毒によるクリーンアップを行った後、飼育設備等の準備を終了して7月よりげっ歯類を、9月よりサルの飼育を開始した。

げっ歯類のマウス飼育室1室とラット飼育室1室、サル（マカク）飼育室2室、サル（マーモセット）飼育室1室、検収室1室がある。立入登録者は46名であった。今年度はマーモセット4頭を新規導入した。その結果、年度末の飼育数は、マカク属で、アカゲザル4頭、ニホンザル1頭、カニクイザル4頭の合計9頭、及びマーモセット4頭となった。各飼育室に除湿機を10台取り付け、湿度対策を行った。

(9) ラジオアイソトープ実験棟

線量評価、比較環境、病院治療、廃棄物技術開発の4研究グループが8室を使用し、立入登録者は28名であった。ケージ保管庫、器具除染室、飼育室など整理した。飼育室等の改修調査を行った。

(10) 第1ガンマ線棟

障害研究グループ、遺伝子発現が2室においてマウス用飼育棚14棚を使用した。地下Cs137照射飼育室を障害研究グループ、遺伝子発現が使用した。立入登録者は33名であった。飼育室1のエアコン2台を更新した。

(11) 重粒子線棟動物飼育室

重粒子共同利用研究用の共用動物飼育室として、マウス及びラット飼育室（各1）において各3台のアイソラックを使用した。RI/組換え実験室の飼育装置1台ではウサギ、組換えマウスを飼育した。立入登録者は225名であった。平成16年8月、11月及び平成17年3月、重粒子線棟のメンテナンスによる

停電のため、動物を晩発障害実験棟に移動した。

(12) 隔離動物棟

隔離飼育室として改修後の晩発棟 1 階に動物を移動し、本棟を閉鎖 (4 月末日) するまでの期間ラット隔離飼育室では低線量プロジェクトが 3 普通飼育棚を使用した。P2 動物隔離飼育室では発現ネットワーク、障害研究の 2 研究グループ等が 2 普通飼育棚を使用した。立入登録者は 15 名であった。その後晩発棟及び第 1 ガンマー線棟へ移動を行った。

(13) 水生動物舎、魚飼育池

水生動物舎では、動物開発グループが 9 室で 24 メダカ飼育棚、研究基盤部が 1 メダカ飼育棚、比較環境が 1 室を使用した。

魚飼育池では 80 池を使用して、自家繁殖用及び系統維持等長期飼育実験用としてメダカ約 13,547 匹を維持し、実験用に 1799 匹を当室と動物開発グループに供給した。

(14) 植物栽培施設

温室では、比較環境、廃棄物技術開発の 2 研究グループ等が 10 室で稲、アラビドプシス、エンドウ、水性プランクトン、トマト、ナス、ピーマン、小麦、ダイズ、キュウリ、インゲン、ユリ、小松菜等を栽培した。屋外の空調機を修理した。実験室の水圧減少を解消した。玄関の天井排水対策を行った。

(15) 内部被ばく実験棟

緊急被ばく医療センター、比較環境の 2 研究グループ等で、マウス、ラット 13 飼育棚を使用した。本年度の実験動物管理区域 (立入登録) 者は 7 名であった。

オートクレーブの法定点検を実施した。

3-3 実験動物の衛生管理

3-3-1 マウス・ラット等の実験小動物

病原微生物汚染検査、生産実験小動物の実験施設の病原体汚染検査を月 1 回定期的に実施し、その結果を使用者に報告した。

マウス・ラットの検査では解剖検査及び以下の SPF 指定病原体の検査を行った。1. 細菌培養検査：*Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella* spp., *Pasteurella pneumotropica*, *Bordetella bronchiseptica* (Bb), *Citrobacter rodentium*, *Corynebacterium kutscheri* (Ck), *Mycoplasma* spp. 2. 血清検査：Sendai virus, Mouse hepatitis virus, Tyzzer's organism, *Mycoplasma pulmonis* (Mp), Ck, Bb, CAR bacillus, 腎症候性出血熱 (HFRS) virus、3. 顕微鏡検査：*Spirochaeta muris*, *Giardia muris*。

マウス糞便検査では緑膿菌、サルモネラ菌、病原

性大腸菌を検査した。動物施設検査では床の拭き取り検査 (緑膿菌)、落下細菌検査を実施した。

(1) 生産動物・生産施設

a) SPF 動物生産・実験棟 (生産区域)

毎月 SPF マウス 30 ～ 34 例、同核マウス 4 ～ 5 例の病原微生物汚染検査及びマウス糞便検査を行った結果、いずれも SPF 指定病原体は陰性であった。生産施設の床拭き取り検査及び落下細菌検査でも異常はなかった。

b) エスエルシー委託生産ラットの検査

平成 16 年 4 月より 10 月まで、12 例について定期的に病原微生物汚染検査を行った結果、SPF 指定病原体は陰性であった。また、平成 16 年 1 月に 6 例について HFRS の血清検査を行ったが、いずれも陰性であった。

(2) 実験飼育施設

a) SPF 動物生産・実験棟 (実験区域)

毎月 12 例のモニターマウスの病原微生物汚染検査を実施したが、いずれも SPF 指定病原体は陰性であった。落下細菌検査及び糞便検査でも異常はなかった。

b) 晩発障害実験棟

改修工事終了により、CV 動物施設として、3 階でマウス、4 階でラット (一部遺伝子改変マウス) の飼育が開始された。平成 16 年 12 月、ラット 13 例について病原微生物検査を行った結果、1 例が Mp 陽性となり、淘汰を指導した。HFRS は、いずれも陰性であった。

c) 内部被ばく実験棟

平成 16 年 12 月に 3 階飼育ラット 5 例及び 4 階飼育ラット 6 例について病原微生物検査を行った結果、2 例が Mp 陽性となり、淘汰を指導した。HFRS は、いずれも陰性であった。

d) 仮設動物棟

平成 16 年 4 月より 11 月まで SPF 区域マウス 8 例について病原微生物検査を実施したが、SPF 指定病原体は陰性であった。また、4 月より 11 月まで同区域の落下細菌検査及び糞便検査を行ったがいずれも異常はなかった。なお、SPF 区域のマウスは、11 月に低線量影響実験棟に移動し、CCV 区域のマウス飼育のみとなった。

e) 低線量影響実験棟

SPF 動物施設としての低線量影響実験棟の稼働に伴い、2 階飼育室でラット、3 階飼育室でマウスの飼育が開始された。これに伴い、平成 16 年 11 月より、モニターマウス 8 ～ 16 匹、モニターラット 16 匹の検査を開始した。いずれも SPF 指定病原体は陰性であった。また、10 月より落下細菌検査、11 月より糞

便検査を開始したが、いずれも異常はなかった。12月にラット 16 例について病原微生物検査を行ったが、HFRS を含めて、いずれも陰性であった。

(3) 検査依頼動物

研究部からマウス 8 例の検査依頼があった。いずれも SPF 指定病原体の感染は認められず、特に問題はなかった。

3-3-2 サル類

飼育サル類の一般健康検査を月 1 回、血液検査及び腸内細菌検査を年 4 回、ツベルクリン検査を年 2 回、ウイルス検査及び寄生虫卵検査を年 1 回定期的に実施し、特に異常は認められなかった。

3-4 実験動物の新規導入・検疫・清浄化

3-4-1 マウス・ラット等の実験小動物

新規動物種等導入は、晩発障害実験棟へのマウス 6 系統 (IL-1 α / β 、TNF α 、clock、NKT、Nrf2、MPO ノックアウトマウス (C57BL/6J 系統)) の導入 1 件、探索研究棟へのマウス 2 系統 (DA96 (DA0 欠損マウス)、ddY) の導入 1 件及び低線量影響実験棟へのラット 3 系統 (コペンハーゲン (COP/Hsd)、ウィスター・ファース (WF/NHsd)) の導入 1 件の計 3 件であった。また、放射線障害研究グループの依頼により、C57BL/6J-rgt10 マウスを帝王切開法により清浄化した。

3-4-2 サル類

カニクイザル雄 4 頭、アカゲザル雄 4 頭の計 8 頭について購入に伴い検疫を行った。ウイルス抗体検査では麻疹抗体陽性 (8/8 頭)、B 型肝炎抗体陽性 (1/8 頭) であったため、検疫期間を延長して再検査を行った結果、異常は認められなかった。糞便からの細菌学的検査では病原性大腸菌 (06、0119、018) (4/8 頭) および *Campylobacter jejuni/coli* (1/8 頭) が分離されたが、検疫期間中に異常は認められなかった。左後肢飛節部の脱臼が 1 頭に認められたが非侵襲的処置の結果、実験供用は可能であった。以上の検疫検査結果より、全てのサルについて検疫合格とした。検疫合格後は、探索研究棟及びポジロン棟に導入して研究に供した。

脳機能研究グループで実験中のアカゲザルが死亡して発見されたが、事前の定期検査結果等から感染症予防法上の届出が必要な感染症は否定された。また死後長時間経っていたこと及び RI を投与された個体であったため、内ばく実験棟にて速やかに焼却処分した。

放医研で初めてコモンマーモセットの雄 4 頭を導

入し探索研究棟で検疫を行った。その結果、全頭とも異常はなく検疫に合格し研究に供した。

3.5.2 情報業務室

1. 概況

情報業務室は、研究基盤部から分かれた「情報システム開発課」と、研究所の情報化並びに電子計算機ネットワーク・システムの利用の推進に関する業務に加え、旧・国際・研究交流部の図書・研究情報系の業務や放射線医学に関するデータベースの整備などを行う「情報利用推進課」の2課構成で、平成16年1月に新設された。以来、情報関連業務推進の中核組織として、より一層の事務手続きの電子化や情報の共有化に貢献することが期待されている。

平成16年度は、それまで室長が併任していた両課長職にそれぞれ専任の職員を配置し、さらに新規採用職員1名を配置、専門調査役として民間企業からの人材を1名受け入れるなど、体制を強化して業務にあたった。

2. 情報利用推進業務

全所的な情報システムの利用者支援や不具合対応、プログラム改修などの恒常業務に加えて、以下の業務を実施した。

・情報業務推進委員会（委員長：研究推進部長）の

事務局として委員会を開催し、関連するシステムの運用方針や会計システムの更新方針などを検討した。

- ・全般的な研究所の業務運営の見直し、効率化の具体策の検討を進め、個人情報データベースシステムと業務実績登録システムの運用方針を見直した。
- ・職員等の個人情報の整備と共有を図るため、採用申請情報や住所情報の発生源入力を実現する申請システムを開発し、運用を開始した。
- ・平成17年4月から施行される個人情報保護法に対応するため、情報セキュリティ委員会（委員長：理事長）を開催し、情報セキュリティポリシーおよび情報セキュリティ委員会規程を見直すとともに、情報システムの安全点検を実施した。
- ・ネットワーク・システム利用者の情報セキュリティポリシーへの理解と情報セキュリティ意識の向上を目的として、利用者マニュアルを見直し説明会を開催した。
- ・業務実績登録システムでデータベース化した原著論文、口頭発表など職員の研究成果情報の一部を、「発表論文等データベース」として外部向けホー

表1 放射線安全研究成果データベース一覧

（平成17年3月現在）

No.	データベース略称	データベース名	内部公開年月	外部公開年月	データ件数	備考
※1	NABDS DB	環境中の大気浮遊塵測定調査データベース (Sr-90)	H14年 4月	H14年 4月	全 312 件	日本語版
※2		環境中の大気浮遊塵測定調査データベース (Cs-137)	H14年 4月	H14年 4月	全 372 件	日本語版
※3	NETS DB	環境中のトリチウム測定調査データベース (降水)	H14年 4月	H14年 4月	全 647 件	日本語版
※4		環境中のトリチウム測定調査データベース (河川水)	H14年 4月	H14年 4月	全 487 件	日本語版
※5		環境中のトリチウム測定調査データベース (海水)	H14年 4月	H14年 4月	全 74 件	日本語版
※6	MDAID	内部被ばく線量評価のための代謝データベース	H14年 4月	H14年 4月	H-3: 334 件、 C-14: 88 件	日本語版
※7	GPMD	グラフィックデータベース：体内残留率・排泄率のモデル予測値	H14年 4月	H14年 4月	全 1,852 グラフ	日本語版 / 英語版
※8	NECS DB	環境中の C-14 比放射能測定調査データベース	H14年 10月	H14年 10月	全 249 件	日本語版
※9	TSNFDB	原子力施設付近の環境水トリチウムデータベース	H15年 5月	H15年 5月	全 720 件	日本語版 / 英語版
※10	ERLABE DB	阿部の環境における空間放射線レベルデータベース (全国版)	H15年 11月	H15年 12月	全 800 市町村	日本語版
11		離島における空間放射線レベルデータベース	H16年 3月	H16年 4月	26 島	日本語版
12	PuDB	プルトニウム内部被ばくに関する動物実験病理データベース	H17年 3月	未 定	全 3,578 件	英語版

注) ※1～※10のDBについては、国立情報学研究所情報検索サービス・データベースディレクトリへ登録済み。

ムページ上で公開した。

- ・放射線安全研究成果データベースに、新たに「プルトニウム内部被ばくに関する動物実験病理データベース」を加え、内部公開した。
- ・外部向けホームページで公開している「放射線安全研究成果データベース」の利用状況は、TOP ページの総アクセス件数 3,982 件（平成 14 年 4 月より）（平成 16 年度分アクセス数 966 件）、利用申請者数は合計 115 名（国公立機関：47、民間企業：41、学生：15、その他：12）（平成 16 年度新規申請者数 38 名）であった。
- ・放射線安全研究成果データベースについて一層の利用の促進を図るため、所外利用者へのアンケート調査を実施した。

3. 情報システム開発業務

全所的な情報システム基盤の稼動監視や障害対応、点検・保守などの運用業務に加えて、以下の業務を実施した。

- ・平成 17 年 3 月の時点で NIRSnet の登録ユーザー数は 1,718 名、接続計算機は 3,688 台となっている。
- ・研究系ネットワーク改良 3 年計画にそって、第 1 研究棟と第 2 研究棟のネットワークの最適化・高速化を図った。
- ・重粒子医科学センター病院棟内の診療系ネットワークを、縦渡りギガビット化および棟内支線 100Mbps 化を行い、ネットワークの高速化を図った。
- ・プロキシシステムの構成を見直し、ネットワーク通信量の改善を行った。
- ・計算科学を推進するクラスタ型コンピュータの一部を更新し、グリッドコンピューティング環境を構築した。
- ・老朽化のため、情報発信用ファイルサーバ、メールサーバの一部、情報発信用 WWW サーバおよび駅すばあと WWW サーバ等を更新し、併せてネットワーク監視システムを再構築した。
- ・メールサーバーの設定変更等、迷惑メール対策を強化した。
- ・Windows PC のアップデート状況の監視や自動アップデートが可能な WindowsUpdate サーバを導入し、セキュリティ対策、外部通信量軽減等の強化を図った。
- ・昨年度に導入したサーバ群の OS バージョンアップに伴い、フリーソフトウェアによるアプリケーション開発環境の整備・更新を行った。
- ・病院におけるフィルムレス診療のために、画像参

照用プロキシサーバをあらたに構築し、利用頻度の高い画像データの高速配信を可能とした。

4. 図書業務

平成 16 年度は、図書購入他 予算 128,694 千円を計上して下記の業務を行った。

1) 収集

	洋 書		和 書	
	購入	寄・交	購入	寄・交
単行本（冊）	158	39	209	25
雑 誌（タイトル）	281	21	37	42
新 聞（種）	2	0	9	3
レポート等（冊）	46	86	142	263
*新着資料案内他利用者へのお知らせとして、らいぶらりーニュース（月刊）を発行、配布している。				
*雑誌は洋書 5,968 冊（購入 5,719 冊、寄・交 249 冊）、和書 1,022 冊（購入 529 冊、寄・交 493 冊）、計 6,990 冊の受け入れ業務を行った。				

2) 蔵 書（平成 17 年 3 月末現在）

	洋 書	和 書	合 計
単行本	9,115	6,451	15,566
製本雑誌	47,042	5,182	52,224
レポート	1,756	253	2,009
*レポートは IAEA、ICRP、NCRP 等関係機関で発行しているもの。			

3) 資料、機器の利用等（支所を除く）

a. 貸出冊数	単行本	1,968 冊
	雑 誌	1,400 冊
	その他	403 冊
貸出者数		1,219 人
支所巡回雑誌（毎月 17 日）		564 冊
b. 文献複写	モノクロ	271,764 枚
	カラー	54,003 枚
c. 情報検索	Medline	967 件
	INIS	360 件
	オンライン (DIALOG)	20 件
	WoS	1,972 件
JCR (6 月-)		919 件
d. OHP 原稿作成		458 枚
e. 文献製本（ホリゾン他）		846 件
f. パウチ		657 枚
g. 図書室利用登録者数		685 人
(新規登録者数 129 人、抹消 97 人)		
h. 利用	時間内	14,647 人
	時間外	3,019 人

4) 相互利用

外部閲覧者（大学）	22 人
（企業他）	54 人
資料貸出（千葉大学他）	19 冊
資料借受（大学等他図書館）	8 冊
外注文献複写	2,580 件
受注文献複写	275 件

5) 職員業績のまとめ及び業務実績登録

平成 14 年度の職員原著業績の製本及び、平成 15 年度以降の原著業績の収集を行った。

さらに業務実績登録システムの稼働に伴い、刊行物データベースの整備及び 185 件の刊行物申請登録を行った。

6) 対外

専門図書館協議会会員、千葉市図書館情報ネットワーク協議会会員として、会議出席他事務処理等を行った。

国立情報学研究所の総合目録データベースにも、積極的に登録をおこなった。

平成 17 年 3 月 31 日現在 7,849 件 (7,220 件)

7) 特記事項としては、

- * 担当者 1 名が専門図書館協議会関東地区協議会幹事として、協議会の活動に協力した。
- * 円滑な相互貸借業務を行うため、国立情報学研究所 (NII) の ILL システムの文献複写等料金相殺サービスに平成 16 年 4 月から参加した。
- * 国立情報学研究所 (NII) の目録システム講習会（雑誌コース）を受講した。
- * 雑誌目録を作成、職員及び関係機関に配布した。
- * 図書室ホームページの電子ジャーナル（オンラインジャーナル）のページ充実を図った。
- * 13 年度以降に出版された図書を対象に、職員等の執筆による一般向け図書のコーナーを設置した。
16 年度の新規登録は 2 件。
- * Web of Science (Science Citation Index) の運用を平成 16 年 4 月から開始した。
- * JCR (Journal of Citation Reports) の Web 版の利用を平成 16 年 6 月から開始した。

3.5.3 放射線安全研究センター

3.5.3.1 放射線安全研究センター

1. 概況

放射線安全研究センターは、平成13年度の独立行政法人化を契機として、それまで生物系の研究と環境系の研究として区分されて実施されてきた研究課題や組織を統合し、放射線安全や放射線の影響に関わる研究をよりシステマチックに実施することを目的に設置された。平成16年度は、前年度に引き続き、低線量放射線の生体影響に関する総合的研究、宇宙放射線による生体影響と防護に関する研究の2つのプロジェクト研究、および環境放射線防護体系構築のための研究、放射線等の環境リスク源による人・生態系への比較影響研究、ラドンの環境中における動態と生物影響に関する研究、放射線に対するレドックス制御に関する研究、放射線障害に関する基盤的研究、放射線応答遺伝子発現ネットワーク解析研究、放射線影響研究のための実験動物の開発に関する研究、プルトニウム化合物の内部被ばくによる発がん効果に関する研究の8つの基盤研究を実施し、放射線生物学、放射線障害、放射線環境科学、保健物理学などの多方面から放射線安全に関する研究を総合的に進めた。常勤研究員数は93名、博士号取得若手研究員13名、リサーチフェロー・テクニカルスタッフ・客員研究員・客員技術員34名、業務補助員98名を数え、極めて活発に放射線安全に関わる研究を実施した。

組織業務見直しおよび次期中期計画策定が進行する中、サイエンス・ストラテジー・ミーティング：「放射線影響研究・放射線安全研究の世界的な拠点になるには、この領域（課題）の研究を進めるべきである」を開催し、提案された7課題について取りまとめ役による発表と出席者による討論を行った。また、放射線安全研究センターの構成員（約100名）の意見や要望、感想などを聞くため、センター長が個別の面談を行い、「サイエンス・ストラテジー・ミーティングの報告書」に対する意見、及び各人が今後実施を希望する研究内容などについて話し合った。意見の概要はセンター長がまとめ、センターから中期計画策定ワーキンググループへの要望資料とした。

2. 研究成果の公表

研究成果の公表は順調に行われ、原著論文は、主論文が110編、副論文が68編、学会等での口頭・ポスター発表等も多数あり、極めて活発に行われた。

また、12月には、第4回放射線安全研究センターシンポジウム「放射線の個体影響－機構研究からのアプローチ」を開催し、所内外で活躍している専門家による研究や情報の紹介と討論を行った。

3. 人事

人事面では、高橋千太郎センター長が平成17年度より研究担当理事に就任するため辞職し、藤高和信プロジェクトリーダー及び荻生俊昭上席研究員が定年退職した。また、石樽信人グループリーダー、古川雅英チームリーダー及び竹下啓蔵主任研究員が大学教授として転出した。

4. 推進室の活動

センターにおける研究業務の支援と調整のため設置された推進室では、今年度も、各種会議の開催、講演会の開催、研究等の補助など、多様な業務を実施した。センター内のさまざまな要望の実現を図り、会計執行状況の集計や公開を行うとともに、研究報告や業務監査のための資料作成等を行った。平成15年度の業務実施状況は以下の通りであった。

1. 会議開催	1) センター会議	22回
	2) 研究推進会議	5回
	3) 事務担当者の会	2回
2. サイエンス・ストラテジー・ミーティング		1回
3. 講演会（推進室主催）		1回
4. 研究費補助		19件
5. 緊急補助		15件
6. 若手研究者海外		6件
7. 論文作成補助	1) 論文別刷代補助	10件
	2) 英文コンサルティング	66件

なお、各プロジェクト・グループの平成16年度の研究経過及び研究成果については、それぞれの欄に詳細に記載されている。

3.5.3.2 放射線安全研究センター那珂湊支所管理業務

1. 一般管理

放射線安全研究センター那珂湊支所（以下「那珂湊支所」という。）における一般管理業務は、庶務、会計、図書の事務全般の管理業務から、受変電設備、ボイラー、空調設備の運転保守管理及び特定装置の維持管理など多岐にわたる技術支援業務があり、これらの業務を確実に遂行するとともに円滑で効率的な運用に努めた。

運営交付金では、日本原子力研究所東海研究所敷地内にあった放射性廃液貯留タンクの解体撤去工事を行った。また海水設備関係で屋外の海水給水管の改修並びに第1研究棟衛生設備の改修工事及び第3研究棟エレベーターの主ワイヤーロープ等を交換した。

県及び市町村関係では、迅速かつ的確な初期対応及び通報連絡の確保を図ることを目的とした「原子力施設における事故・故障発生時の通報連絡訓練」が実施され、県職員監視のもと、対策本部員の招集、関係機関への通報連絡及び防災施設に係るモニタリング等実地訓練を行い、緊急時における体制強化に努めた。

また、品質保証活動の実施状況、不具合等の未然防止活動状況、放射性廃棄物の保管管理状況、運転中の施設の保安管理状況を目的とした「平成16年度平常時立入調査」が実施され、県及びひたちなか市の調査員に対し、当該項目の回答及び現場説明等実施した結果、平成16年度における指摘事項はないものとして回答を得た。

放射線安全研究センター那珂湊支所

平成16年度

4月26日	茨城県による年間主要事業計画ヒアリング
6月16日	理事長安全総点検
6月25日	那珂湊支所放射線安全会議
7月1日	一般定期健康診断及び特別健康診断
7月21日	所内一般公開
9月7日	水道水質検査
9月28日	那珂湊支所放射線安全会議
10月1日	健康相談
10月14日	通報連絡訓練
12月7日	消防訓練
1月11日	特別健康診断、電離放射線健康診断
1月18日	会計実地検査
19日	〃
2月16日	茨城県による平常時立入調査
3月15日	一般健康診断
3月25日	那珂湊支所放射線安全会議

2. 放射線安全管理業務

那珂湊支所における主たる放射線安全管理業務は、放射線障害防止法等に基づく各種の申請及び届出等、個人被ばく管理、健康管理、放射線業務従事者等の教育訓練及び放射性廃棄物処理等、また、地域協定（茨城県原子力安全協定）に基づく環境放射線監視と、それに係る測定結果の連絡である。なお、平成16年度の業務概要は、次のとおりである。

(1) 申請等業務

放射線障害防止法に基づく文部科学省水戸原子力事務所経由文部科学大臣への届出等

- 1) 許可使用に係る変更許可申請書
提出日：平成16年12月21日
許可：平成17年1月24日
- 2) 許可使用に関する軽微な変更に係る変更届
提出日：平成16年12月7日
許可：平成16年12月20日
- 3) 平成15年度放射線管理状況報告書
提出日：平成16年6月30日
- 4) 放射線障害予防規定変更届
提出日：平成16年11月15日

5) 放射線障害予防規定変更届

提出日：平成 17 年 3 月 30 日

茨城県原子力安全協定に基づく茨城県知事及びひたちなか市長あての報告等

1) 平成 16 年度年間主要事業計画書等

提出日：平成 16 年 4 月 26 日

2) 茨城県環境放射線監視計画に基づく放出源測定項目（排気）の測定結果の報告

平成 15 年度第 4 四半期分

提出日：平成 16 年 4 月 28 日

平成 16 年度第 1 四半期分

提出日：平成 16 年 7 月 13 日

平成 16 年度第 2 四半期分

提出日：平成 16 年 10 月 26 日

平成 16 年度第 3 四半期分

提出日：平成 16 年 1 月 28 日

3) 原子力施設周辺の安全確保及び環境保全に関

する協定に基づく原子力施設の運転状況の報告

平成 15 年度第 4 四半期分

提出日：平成 16 年 4 月 28 日

平成 16 年度第 1 四半期分

提出日：平成 16 年 7 月 13 日

平成 16 年度第 2 四半期分

提出日：平成 16 年 10 月 26 日

平成 16 年度第 3 四半期分

提出日：平成 17 年 1 月 28 日

(2) 個人被ばく管理

平成 16 年度的那珂湊支所における放射線業務従事者は表 1 のとおりであった。

また、放射線業務従事者の外部被ばくについては、ガラスバッチの測定結果を主体に評価し、その結果は全て法定の実効線量限度以下であった。なお、一時立入者に対しては、ポケット線量計により測定及び評価を行った。

表 1 平成 16 年度放射線業務従事者の実効線量当量分布

線量当量 (mSv/年)		0.1 未満	0.1 以上 0.5 以下	0.5 を超え 5 以下	5 を超え 15 以下	15 を超え 20 以下	20 を超え 25 以下	25 を超え 50 以下	50 を超え るもの	総 数 (人)
職 員	研 究 部 門	14								14
	管 理 担 当 者	7								7
	外 来 研 究 者	0								0
	請 負 業 者	30								30
	合 計	51								51

内部被ばくについては、本所と同様の方法により評価を実施したが、確認モニタリングを行うまでの対象者はいなかった。

管理医から検査及び検診（血液、皮膚及び眼の検査）の対象者に指定された者はなく、放射線作業による被ばくに起因する異常は認められなかった。

(3) 健康管理

問診票により放射線業務従事者等に対して健康診断を実施した。この問診票の調査結果により、健康

(4) 放射性同位元素の受け入れ

平成 16 年度に受け入れた「密封されていない放射性同位元素」は、表 2 に示すとおりであった。

表 2 非密封放射性同位元素の受入れ

	核 種	数 量
第 1 群		
第 2 群	⁶⁰ Co (他 8 核種)	150.38 MBq
第 3 群	⁵⁹ Fe	0.02 MBq
第 4 群	⁵¹ Cr	0.05 MBq
総 計	11 核種	150.45 MBq

(5) 放射性廃棄物及び処理済液の処理

低レベル放射性液体については、放射性海水廃液処理装置で排水濃度限度以下に処理を行った（以下「処理済液」という。）。放射性廃棄物及び処理済液の処理状況は、表3に示すとおりであり、日本原子力研究所東海研究所に処理を委託し、引き渡した。

(6) 放射性同位元素等に係る線量測定及び汚染の状況の測定

線量測定は、管理区域内の人が常時立ち入る場所、管理区域境界並びに事業所境界について、1ヶ月毎に実施し、いずれも法令で定められた線量限度以下であることを確認した。

管理区域の汚染の状況の測定は、随時及び1ヶ月毎に実施し、いずれも法令で定められた表面密度限度以下であることを確認した。

排気中における放射性同位元素の濃度の測定は、連続して行っており、その結果、年間を通じて法令で定められた排気中濃度限度及び茨城県原子力安全協定に定められた管理目標値以下であった。

(7) 環境放射能監視等

排気中の放射性同位元素の濃度の測定結果について、茨城県環境放射線監視計画に基づき、茨城県東海地区環境放射線監視委員会あて四半期毎に所定の連絡書により連絡を行った。

また、放射性同位元素の使用、放射性廃棄物の処理状況及び教育訓練実施状況等については、茨城県原子力安全協定に基づき茨城県知事及びひたちなか市長あて四半期毎に所定の連絡書により連絡を行った。

表3 廃棄物処理状況

種 類		排 出 量 (m ³)	備 考
低 レ ベ ル 放 射 性 固 体	可 燃 物	0	原子力研究所東海研究所に 処理を委託
	不 燃 物	0	
	フ ィ ル タ ー	0	
	特 殊 固 体	8.6	
低 レ ベ ル 放 射 性 液 体	一 般 無 機 廃 液	0	
	海 水 廃 液	0	
中 レ ベ ル 放 射 性 無 機 廃 液		0	
処 理 済 液 （排水濃度限度以下）		27	

3.5.4 緊急被ばく医療研究センター

3.5.4.1 緊急被ばく医療研究センター

緊急被ばく医療研究センターは国の原子力防災を支える重要な三次被ばく医療機関としての役割を担うべく努力を重ねて来ている。平成16年3月には広島大学が日本の西半分（西ブロック）を担当する三次被ばく医療機関としての指定を受け、放医研はまずは東ブロックを、更には全国を担当する三次被ばく医療機関という位置づけとなった。現在センターは調整管理室、緊急被ばく医療部、線量評価研究部で構成されている。当センターは放医研の規定により、1. 緊急時における被ばく医療業務及び関連業務に関すること、2. 中期目標において設定された緊急被ばく医療重点領域課題に関すること、3. 放射線障害医療に関することの、3つの研究・業務を行うことになっている。この中で、2は主としてプロジェクト研究として遂行されている内容であり、研究成果についてはその項目の中で報告されている。ただし、線量評価研究部の5つの研究室のうち3室は防護体系構築研究グループとして研究活動を行っているため、研究成果はその項目の中で、残りの2室はこの範疇で研究活動を行っており、その成果はここに記載する。当センターは研究以外業務比重が大変大きいことが特徴となっている。ここではこの業務と一部の研究について報告する。

1. 原子力安全委員会の防災指針等において放医研は三次被ばく医療の中核機関として位置づけられており、その要請に応えるべく原子力事故の際の現地への支援要員・機器の動員体制の維持、管理及び緊急被ばく医療施設の維持・整備を行った。具体的には、平成16年度において緊急被ばく医療ネットワーク会議（1回）、染色体ネットワーク会議（2回）、物理学的線量評価ネットワーク会議（2回）を開催し、地域緊急被ばく医療連携協議会の活動としては東日本ブロックの7道県を対象とする会合を持った。さらに、原子力防災訓練の一環として、9月30日には茨城県原子力防災訓練のヘリによる患者搬送訓練に協力し、患者受け入れ訓練、11月2日には緊急被ばく医療施設において、線量評価チームによる汚染患者の線量評価対応訓練を実施した。また、同時4チャンネル映像記録装置を導入するなど、設備の近代化を図ると共に、体内汚染患者対応訓練、緊急被ばく医療施設の備品等の整備、体内除染剤等の更新、緊急被ばく医療に関する測定器、医療機器の点検及びヨウ素剤

等の点検（1回／月）を実施した。

2. 各地の緊急被ばく医療に従事する人々の教育訓練、育成を目的として放医研において研修コースを8回開催した。具体的には8件の研修コースにおいて講義と実習を行った。全受講者数は180人となる。
3. 国及び地方自治体等の防災訓練への参加協力（11件）、地方自治体等の講習会、研修会への協力（60件）、原子力安全委員会を始めとする各種委員会への参加（31件）を行い、我が国の緊急被ばく医療体制の整備・維持及び人材の育成に貢献した。
4. 放射線事故の医療的側面に関するデータベースを構築するために、被ばく医療に関する情報の集積及び発信を行った。具体的には、ロシア生物物理研究所保有の患者データの入手、ビキニ被災者、トロトラスト、JC0事故被ばく者等の追跡調査によるデータの集積、中国の被ばく事故症例の収集である。
5. 過去の被ばく事例の追跡、実態把握、医療相談を実施した。具体的には①過去の被ばく事例の追跡、実態把握としては、ビキニ被災者の定期的追跡調査、トロトラスト沈着症例に関する実態調査を行った。②医療相談は、医療被ばく、胎児への影響、職業被ばく等に関連した健康相談等、20件を取り扱った。③JC0事故関連周辺住民等の健康診断および健康診断結果相談会へ職員を派遣した。
6. 韓国のKorea Institute of Radiological and Medical Sciences (KIRAMS)と研究協力覚書を結び、平成17年1月11日から13日に放医研において「KIRAMS/NIRS 緊急被ばく医療のためのセミナー」を開催し、韓国の12関連機関から24名が参加した。

7. 線量評価研究部・計測技術開発室

平成16年4月より、退官した野田豊の後任として鈴木敏和が室長に就任し、以下の活動を行った。

緊急被ばく医療研究施設における体内放射能計測をより迅速かつ確実なものとすべく、立位型ヒュー

マンカウンタ並びに甲状腺モニタを標準化するとともにバイオアッセイ用 α 、 β 、 γ 線スペクトロメトリシステムを導入した。

立位型ヒューマンカウンタは、日本人標準体型に合わせたANSIベースのBOMABファントムを開発し、放射能国家基準とのトレーサビリティを確保した。

甲状腺モニタは電気冷却方式のGe半導体検出器の立ち上げ・標準化を完了し、I-125、129等の低エネルギー核種からI-132、133に至る全放射性ヨウ素を測定対象とするとともにIAEAによる甲状腺ファントムを用いた国際比較にも参加した。

α 線スペクトロメトリーは6系統のSi半導体検出器の立ち上げ・標準化を完了した。ベータ線スペクトロメトリーは、凍結乾燥試料計測を主目的にピコ β 検出器1系統の立ち上げ・標準化を完了した。

γ 線スペクトロメトリーは、電源系統及び冷却系統を完全冗長化したGe半導体検出器4系統の導入・標準化を完了し、IAEAによる標準環境試料を用いた国際比較にも参加した。

一方、陽電子放出核種の大気内放出事故への対応を図る目的でGS0シンチレータを検出器とした多重同時計測方式の空気中PET核種放射能濃度測定器を開発し、法定濃度限度以下のMDAを有する事を確認した。

8. 線量評価研究部・生物線量研究室

当研究室は、緊急被ばく事故等による被ばく者の被ばく線量を推定するための細胞遺伝学的手法の確立および新たな生物学的線量推定法の開発を主たる業務としている。平成16年度は検量線作成を目的として、健常人の末梢血を7ポイントの線量の γ 線で照射、リンパ球を分離、培養して染色体異常の出現頻度を解析した。また、局所被ばくを念頭にヒトケラチノサイトの細胞株を入手、細胞株の染色体を解析した。しかし、本細胞株は染色体が多倍体化している上、標本の作製が極めて困難であったため検量線作成に適していないことが明らかとなった。そのため、新たにヒト新生児および成人由来の皮膚線維芽細胞株を入手し照射実験を検討中である。また、線量評価のための指標となる染色体異常とくに二動原体染色体や環状染色体の検出誤差を少なくするために、セントロメアやテロメアに特異的なDNAプローブを用いたFISH法について、市販のプローブおよび独自に作成したプローブを用いて実験を開始した。本手法が確立されれば染色体の凝縮の状態に左右されない染色体異常の検出が可能となる。1, 2, 4番染色体の転座を解析する方法についてもより精度を高めるために3組の染色体を別々のカラー

で染め分けるFISH法の検討も行なっている。

また、本来の業務に加え、マウスにおける放射線誘発胸腺リンパ腫の染色体解析も行なっている。これまでにX線および重粒子線（炭素線）誘発の胸腺リンパ腫やMLH1ノックアウトマウスにおけるX線誘発リンパ腫などの解析を終了した。さらにヒトがんの発生・進展機構における染色体異常の役割あるいは臨床経過と染色体異常との関連性を解明すべく、ヒト腎細胞癌、大腸がん、子宮がんなどを用いた解析も行なっている。

（緊急被ばく医療研究センター長 藤元憲三）

3. 5. 4. 2 緊急被ばく医療研究センター調整管理室

緊急被ばく医療研究センター調整管理室

緊急被ばく医療業務の調整について

放射線医学総合研究所は、三次被ばく医療の中核機関として被ばく患者の常時受け入れ態勢を維持・整備するとともに、地方自治体等の原子力防災訓練、国等への各種委員会への専門家について派遣調整を行った。

また、所内においては、緊急被ばく医療に関する原子力防災訓練として「放医研緊急被ばく医療診療チーム等による線量評価等の内部汚染患者対応訓練」を実施した。

緊急被ばく医療業務推進ユニット推進室

文部科学省電源特会受託事業

平成 14 年度から文部科学省から委託事業として、電源特会委託事業「三次被ばく医療体制整備調査」を受託（平成 14 年度～平成 18 年度）している。

平成 16 年度は、予算 158,924 千円が計上され、事業として「人材育成のために必要な機器整備、被ばく医療に関する地域との連携、緊急時に備えた染色体ネットワークの推進、物理学的線量評価ネットワークの構築・運用、緊急被ばく医療ネットワークの構築・運用」及び「緊急時のための原子力防災研修」を実施した。

染色体ネットワーク会議

本会議は、緊急時において染色体による線量評価を迅速かつ正確に実施するためネットワークの推進を図るとともに、染色体線量評価の研究・技術の後継者育成を推進していくことを目的としている。

今年度は、平成 16 年 6 月 25 日、第 1 回会議を開催し、「緊急時の染色体ネットワークの役割」、「緊急時における地域対応体制」等について、具体的審議が行われた。平成 17 年 2 月 28 日、染色体ネットワーク会議技術検討会を開催し、協力機関間の線量評価誤差を最小にするため「異常染色体の判定基準」等の検討が行われた。

物理学的線量評価ネットワーク会議

本会議は、被ばく線量評価業務実施の充実・強化を図るため放医研と日本原子力研究所、核燃料サイクル開発機構、日本分析センターの各協力機関との間に

において協力協定が締結された。今年度は、平成 16 年 7 月 21 日、第 1 回会議を開催し、西日本ブロックの地域三次被ばく医療機関に広島大学が指定されたことに伴う、「地域三次被ばく医療機関間の協力体制」、「放医研と協力機関における被ばく線量評価業務のあり方」について検討した。

平成 17 年 3 月 16 日に第 2 回会議を開催し、緊急時における全国規模の線量評価実施体制を構築するため本会議の協力機関における線量評価業務の具体化・連携体制について検討した。更に「放医研における患者受入の基本方針」に基づき、線量評価上の課題について検討した。

緊急被ばく医療ネットワーク会議

本ネットワークでは、被ばく患者の受入に伴う、緊急被ばく医療業務実施の連携・強化を図るため放医研と協力医療機関における協力協定の推進が行われてきた結果、今年度は杏林大学との締結が行われた。平成 17 年 2 月 14 日に開催した本会議では、「放射線医学総合研究所における患者受入の基本方針」について審議し、一部修正の後、了承された。

また、上記患者受入の基本方針の実施体制構築に伴う課題について審議された。

地域緊急被ばく医療連携協議会

地域三次被ばく医療機関である放医研は、東日本ブロックの 7 道県に対して、地域緊急被ばく医療体制に参画する関係機関と地域協議会等を開催し、地域緊急被ばく医療体制を整備している 7 道県の取組の現状把握、患者受入・搬送シミュレーションの実施、患者受入・搬送フローの基本型を提示して 7 道県毎に今後の課題を検討するとともに、放医研が地域緊急被ばく医療関係機関に実施する助言・指導、専門家の現地派遣、患者受入の具体的支援策を説明した。

3.5.5 重粒子医科学センター

3.5.5.1 加速器物理工学部

(1) 大型サイクロトロン運転関係並びに施設管理業務

本年度は、建屋空調設備の運転管理体制の問題により2日間停止したが、それ以外は、前年度に引き続きサイクロトロン全系は、故障の発生は少なく良好な状態で稼働した。

本年度の運転時間は計1588.3時間であり、利用内容による運転時間の内訳とその百分率は次の通りである。

短寿命R I の生産と生産法研究	606.6 時間 (38.2%)
宇宙放射線防護プロジェクト	217.5 時間 (13.7%)
低線量生体影響プロジェクト	38.3 時間 (2.4%)
生物・物理の基礎研究	139.9 時間 (8.8%)
有料ビーム提供	137.1 時間 (8.7%)
放射線安全管理測定	5.3 時間 (0.3%)
サイクロトロンの改良開発研究等	52.4 時間 (3.3%)

調整運転 391.2 時間
(24.6%)

また、表1には利用に供された粒子の種類とエネルギーを運転時間と共に示す。

放射線安全測定は例年のとおり放射線防護・安全部放射線安全課の協力を得て、定期点検及びマシンタイム中の調整運転時に併せて実行した。

サイクロトロン本体の状況は老朽化対策の成果と運転および管理技術の向上により極めて良好である。この良好な状況をより長く持続させると共に新しい利用に応えるための強力な運転管理体制の確立が今後より一層大切となる。

設備等の増強関係では、前年度にECRイオン源の導入された大型サイクロトロンの垂直入射系において、真空度良化のために真空排気装置を増設した。また、大型サイクロトロン本体からの漏れ磁場の影響を抑え、ビームの輸送効率を向上させるために、磁気シールドの設置を行なった。

その他、汎用照射室のビーム輸送系では、ビーム輸送の効率化を図り、ステアリングマグネットの増設および制御システムの改造を行った。

老朽化対策としては、大型サイクロトロンの内部磁場調整用のトリムコイルC11電源において、大電

表 1. 平成 16 年度大型サイクロトロン利用状況

陽 子		アルファ粒子		そ の 他 の 粒 子	
エネルギー (MeV)	運転時間 (h)	エネルギー (MeV)	運転時間 (h)	エネルギー (MeV)	運転時間 (h)
80.0	5.0	$^4\text{He}^{++}$ 100.0	13.7	D 25.0	13.7
70.0	310.7	$^4\text{He}^{++}$ 65.0	139.3		
65.0	27.2	$^4\text{He}^{++}$ 60.0	83.0	$^3\text{He}^{++}$ 40.0	16.0
60.0	37.8	$^4\text{He}^{++}$ 40.0	69.2		
40.0	149.3	$^4\text{He}^{++}$ 24.0	53.3	$^{12}\text{C}^{4+}$ 144.4	4.5
30.0	291.9	$^4\text{He}^{++}$ 15.0	7.5	$^{12}\text{C}^{4+}$ 72.0	5.0
25.0	22.1				
18.0	285.2				
15.0	14.5				
8.0	5.0				
	計 1148.7		計 352.3		計 39.2

流極性切換器の更新を行なった。

故障は、電磁石電源及びサイクロトロン内部のビーム検出部に発生した。電磁石電源では、ビーム輸送系スイッチング電磁石電源の制御回路に故障が発生し、制御回路を予備器と交換し、復旧した。また、サイクロトロン内部の、ビーム検出部であるメインプローブでは、電流検出が出来なくなる事例が生じた。原因は、プローブヘッドの絶縁不良によるものであった。そのため、絶縁部品のセラミックへの改造を行い復旧した。

サイクロトロンの運転に関しては、大小2台のサイクロトロンの並行運転により、マシンタイムの増大とその運用の柔軟性が発揮されている。特にR I 生産に関しては大小2台のサイクロトロンは相補の関係にありそれぞれの特徴を生かして運用されている。今年度も前年度に引き続き40MeV陽子を利用した³⁸K生産の試験研究が継続して利用され、ターゲットに15 μ Aのビームの提供を行っている。さらに、生物照射室C-4コースにおいて、SPECT用核種で比較的寿命の長い核種の製造実験のために、 α 65MeVの提供も行われた。また、30MeV陽子を利用した⁶²Zn生産の試験研究も多く行なわれるようになって来た。汎用照射室では、C-6コースを使用して宇宙環境中で使用する中性子測定器の開発実験や、C-10コースを用いて水分子における低速領域の重イオンによる二次電子エネルギー測定実験が行われ、C-8コースでは、有料ビーム提供への対応も行っている。C-3コースでは、前年度に引き続き25MeV重陽子を厚さ3mmのBeターゲットに照射し発生する中心エネルギー10MeVの中性子を用いて、中性子線の生体影響に関する研究の一環として、SPF動物への中性子照射実験が行われている。今後も引き続き、装置の性能向上と老朽化対策を強力に推進する。併せて装置の効率的運用を図り、利用成果を含めた全体性能の向上に向け努力する。

施設関連業務では施設の老朽化対策として、駆動制御圧縮空気用エアーコンプレッサの更新や、空調用冷凍機冷水三方弁制御および、冷水ポンプの落水防止弁等の更新、その他の機器等の経年劣化によるベアリング等の交換作業を行うなど、補修・改善を行い、施設の維持管理に努めている。

(2) 小型サイクロトロン運転業務

小型サイクロトロンの利用は、治療に伴う診断用薬剤の製造が、画像診断棟の小型サイクロトロンを主体として行っている為、その補助及び研究に利用された。

建設後10年目を迎えた小型サイクロトロンはた

いへん良好に稼働し、運転時間はビーム調整時間が120.4時間、RI生産が1246.6時間合わせて1367.0時間であった。加速粒子の種類別では陽子が、1068.4時間、重陽子が298.6時間であった。C1、C2ポートへのビーム提供回数も839回の多数に及んだ。また、直結ターゲットでのRI製造回数が66回と大型サイクロトロンからのC1、C2ポートへの提供が187回あり、また、C4ポートへの照射も64回行われた。

冬のメンテナンス期間にサイクロトロン製造業者による定期メンテナンスを実施した。イオン源カソード、フォイルストリッパー等の交換を行った。また、冷却系において、真空管、マグネットコイル等における各冷却配管系統の流量検出部の改造を行った。故障事例としては、真空管からの水漏れが生じたが、真空管を予備と交換し、復旧した。その他、大きな故障は発生していないが、制御計算機におけるトラブルが幾度か生じたが、予備器と交換を行い復旧した。

運転パラメータも安定しており、代表的な消耗部品であるイオン源カソード、荷電変換用フォイルの寿命は比較的長く、保守は簡易であった。

今後ともサイクロトロンが二台存在する特長を生かした利用の展開に向け努力する。

(3) 重粒子線がん治療装置運転関連業務

2004(平成16)年度も、重粒子線がん治療装置の運転は概ね予定通りに実施された。年度前半は、4月冒頭より(2003年末より高度先進医療が開始されたので、従来から継続されている臨床試験と合わせて、)治療用ビーム供給を開始し、8月6日まで毎週月曜午後立上げ、土曜夜又は日曜朝までの連続運転を定常的に行なった。共同利用研究の実験にも各種のビームを供給し、時分割加速による異種イオンビームの各リング・コースへの供給も引き続き実施した。2週間連続の週も含めて、約2500時間の運転であった。

夏期定期点検を8月に実施し、9月には点検後の確認・調整を行なった後、年度後半の高度先進医療と臨床試験への供給を再開した。治療には、引き続き炭素ビームが水平照射用290及び400MeV/u、垂直照射用290、350と眼治療用140MeV/uで用いられており、「呼吸同期」照射時を含め、安定に利用された。更に、月1回程度は月曜午後に治療照射を行なう試みも始めた他、今年度も年末30日まで及び年始4日からのビーム供給・患者照射を行なった。

本年度の治療と共同利用は、2月25日までビーム供給を行ない、累計の照射患者数は2100人を超えた。

又、100 を超える共同利用研究課題（治療・診断班、生物班、物理・工学班の全体で）にビームを供給した。

年度末には、定期点検とともに、高エネルギービーム輸送系制御計算機の更新、主加速器下リングベーキング等の整備の作業を実施した。

運転状況の経過は以上の如くであるが、年間の運転時間から見た概括を述べると次のようになる。

イ) 運転時間は、入射器で 5780 時間余り、上下リングで 5700 時間前後となっている。これは、2003 年度の入射器 5520 時間余、上下リング 5400 時間前後と比べて 300 時間程度多く運転したことに相当する。

ロ) 故障によるロス時間は、入射器、上下リング、上下ビーム輸送系の各々で 1～11 時間、平均で年 6 時間余であった。これは前年度の平均 4 時間半弱よりは増加しているが、運転時間の 0.1% 前後であり、良好な運転状況といえる。

ハ) 高度先進医療と臨床試験用にビームを供給し、或は直ちに供給できる状態であった時間は 1550 時間程度であり、治療スケジュールされた 43 週

（原則、火～金）の毎日 9 時間強が充てられていたことに相当する。

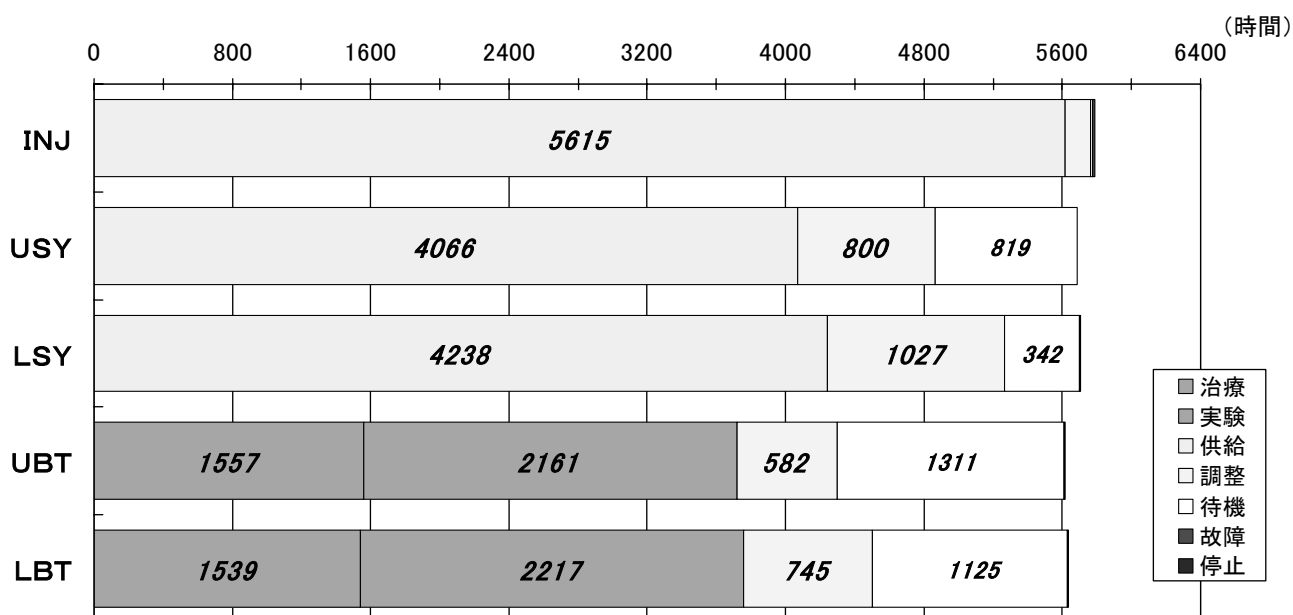
ニ) 共同利用実験への供給時間は、入射器（中エネルギー実験室コース）で約 700 時間（前年 510 時間余、但し前々年度 670 時間弱）、上リングで 2160 時間強（前年度 2070 時間弱）、下リングで 2220 時間近く（同 2230 時間強）であり、全体として前年度より増加している。

ホ) イオン種毎の加速供給時間（表参照）を見ると、炭素が約 5050 時間（61%、前年 4760 時間強）、アルゴン約 990 時間（約 12%、同 610 時間弱）、鉄が約 340 時間（約 4%、同約 470 時間）、ヘリウムが 310 時間強 3.9% で前年並み、水素が 310 時間弱（前年 440 時間弱）3.8%、シリコンが 302 時間 3.7%（前年 200 時間弱）と続き、以下、ネオンが 2.5%（－50 時間）、キセノン 2%（－7 時間）、マグネシウム 2% 弱（150 時間強、前年比＋120 時間余）、酸素 2% 弱（＋40 時間）、クリプトン 1% 弱（約－120 時間）、同じく窒素 1% 弱（－50 時間余）、等となる。この合計が運転時間を超えているのは、時分割加速によって、異なるイオン種を各コース毎に供給しているためである。前

表：HIMAC 入射器でのイオン種別 2004[H16] 年度と前年度の加速実績（単位：時間）

イオン種	炭素 C	アルゴン Ar	鉄 Fe	ヘリウム He	水素 H	珪素 Si	ネオン Ne	キセノン Xe	マグネシウム Mg	酸素 O	クリプトン Kr	窒素 N
今年度	5048	992	342	314	309	302	200	179	151	135	69	69
前年度	4761	608	475	313	489	199	253	186	27	94	186	122

2004 年度 系別運転実績



年度に引き続き、炭素、アルゴン、鉄が上位を占めているが、マグネシウムや酸素等のイオンの加速時間が増加しているのが見られる。

へ) リングでの加速エネルギーについて見ると、上リングでは 290 MeV/u が 2010 時間余と 49% 以上を占めている。これは、このエネルギーが治療用に用いられていること及び生物実験の多くに用いられていることの反映である。2 番目に多いのは、 350 MeV/u の 760 時間弱であり、これも治療用である。次いで、医療用加速器の研究等に用いられる 400 MeV/u が 360 時間強、アルゴンや鉄ビームを用いた実験で使われる 500 MeV/u が 240 時間弱、眼治療用の 140 MeV/u が 180 時間弱と続いている。下リングでは、 400 MeV/u が 1535 時間で最大であり、 290 MeV/u が 1156 時間で続いている。この二エネルギーに治療用ビームが含まれている。以下、 100 MeV/u が 360 時間弱、 430 MeV/u が 250 時間使われている他、電子冷却ビームの開発研究に用いられる入射 6 MeV/u での使用から、HIMAC で加速可能な最大エネルギーの 800 MeV/u まで、多くのエネルギーでの運転が行なわれている。

以上の様に、重粒子線がん治療装置は、本年度も良好に稼動し、又、一層の改善を目指して維持保守と開発の業務が行なわれているといえる。

治療関係以外のビーム利用では、本年度は（新規、継続合わせて）物理・工学系 66 課題、生物系 53 課題の合計 119 課題が採択・実施された。これは、前年度の 114 (59 + 55) 課題より増加している。ビーム利用調整室では、これらの課題の遂行のため、マシンタイム（課題毎に割当てられた HIMAC ビーム利用時間）に応じた、課題間の準備作業調整、必要な消耗品の確保等を行なっている。又、これらの課題では、内外の大学・研究所から共同利用研究員が登録されており、実験参加時の様々な要望に対処し、所内手続の援助等を行なった。更に、研究発表会の開催や共同利用研究報告書の取りまとめ等によって、各研究課題の進捗を明らかにし、共同利用研究体制の改善を図るように努めている。

(4) 重粒子線がん治療装置施設管理業務

重粒子線がん治療装置の運転・利用にあたっては、同装置を設置する重粒子線棟の施設設備の適切な稼動が必要であり、空調機械設備、電気設備、衛生設備等の運転保守並びに監視業務を行なっている。設備の性質上、365 日 24 時間の連続体制で監視すると

共に、加速器の運転状態を最良に維持するための受電状況、温・湿度管理等に注力している。

設備関係は運転開始以来 11 年を越えて、従来の消耗交換部以外にも機械本体の部分でも交換を推奨される時期がきたり、熱負荷等で比較的條件の厳しい箇所等で摩耗・疲労が大きくなりつつある。例えば、前年度の冷温水機 R B - 2 の炉筒液管修理に引続いて、今年度は同 R B - 1 の炉筒液管修理工事が必要であった。従って、日常保全巡回での異常の早期発見・対応を重視すると共に、計画的な更新にも着手しはじめ、R B - 3 の消耗部品交換等を実施している。同時に、従来業務の見直しを行なってフィルター交換を定期一斉方式から性能確認順次方式にする等の合理化を図りつつ、重粒子線がん治療装置の運転・利用に支障を来さないように、業務の遂行にあたっている。

3.5.5.2 医学物理部

概況

医学物理部は、独立行政法人移行に伴う機構改革に際して、関連部署を統合して重粒子医科学センターに設置され重粒子治療の臨床試験とPETを中心とする画像医学臨床研究において、医学物理に関わる業務を遂行するとともに、その改善のための研究開発を行っている。また、このような日常業務と平行して、4次元CT装置と次世代PET装置を開発するプロジェクト研究およびいくつかの基盤研究を医科学センターの関連部門と共同で遂行している。プロジェクト研究および基盤研究については、それぞれの項目で述べられているので、ここでは業務を中心に述べる。

当部はビーム測定・開発室、治療システム開発室、診断システム開発室、医療被ばく防護研究室の4室からなる。ビーム測定・開発室は重粒子線を患者に照射するときの線量および線質の品質を保証することを業務とし、同時に医療用放射線の線量を標準化するナショナルセンターの役割も果たしている。治療システム開発室は、重粒子治療患者の治療計画案の策定および補償フィルタや患者コリメータなど治療補助具の製作を業務としている。この両室は病院および加速器物理・工学部などと協力して、重粒子治療の臨床試験を遂行している。また、診断システム開発室は、画像診断棟のPET装置の画像品質を保証すること及び同棟のネットワーク機器を維持管理することを業務とし、画像関係の基盤研究に貢献している。さらに、医療被ばく防護研究室は、医療被ばくの実態の全国調査を行うことを業務としている。

各室の常勤研究員数（平成16年度末）は、ビーム測定・開発室4名、治療システム開発室2名、診断システム開発室3名、医療被ばく防護研究室2名であり、部長含めて12名となる。常勤研究員以外では、博士号取得若手研究員3名およびテクニカルスタッフ7名が常勤的な勤務を行っている。また、これら以外にも客員研究員5名、客員技術員6名および客員協力研究員、研究生、実習生多数を外部研究員として受け入れている。

以下に医療被ばく防護研究室を除く3室の業務をより詳しく述べる。医療被ばく防護研究室の業務は同室の基盤研究と強く関連しているため、基盤研究の項で述べる。

(1) ビーム測定開発室

ビーム測定開発室は、重粒子線治療の照射に関する運営を加速器物理工学部の照射装置開発室とともに支える役割を負っている。特に、重粒子線の線量測定、新しい照射法における線量測定法の開発に関しては第一義的な責任を負っている。また、重粒子線治療全体の物理的側面におけるQA活動についても主体的な役割を果たしている。

・HIMAC 照射系線量測定の管理維持

HIMAC 治療では、エネルギーの切り替え毎に標準状態での深部線量分布を測定し、システムの健全性と線量モニタの安定性をチェックしている。この作業から得られたデータのチェックを医学物理側で行っており、日常的にその精度を管理している。

・HIMAC-QA システムの運営

日常の治療実施時に発生する様々の問題を中心になって解決している。これらの問題を整理し定期点検時に装置の改良改善を行っている。また、これらの活動を第3者としてのネットワーク会議のQA分化会に報告している。

・医療用線量標準の維持と配布

放射線治療においては標的に処方線量を精度良く照射することが要求される。線量のQAには線量計が高精度に較正されている必要があり、当室ではその出発点となる医療用線量標準（2次標準）を産業技術総合研究所の線量計国家標準（1次標準）から移し変え維持している。今年度から、この校正事業を財団に移行させ、これらの移行が円滑に行われるように技術指導を行っている。

(2) 治療システム開発室

治療システム開発室は重粒子線治療において、治療計画案の策定および治療補助具の製作を業務として行うとともに、それに関する研究開発を行っている。

重粒子線治療は10年目に入って順調に進行し、平成16年度においては、延べ417名〔396名〕の患者を治療した。これに伴うルーチン業務は治療患者の固定具製作521件、治療計画案策定896件〔875件〕、補償フィルタ製作1437個、うち内作746個、テンプレート製作1203個であった。治療患者の漸増に伴い、業務量も増大しているが、省力化・合理化により経費増にならないように努力している。

当室は上記の業務を遂行しながら、単独または病

院、加速器物理・工学部、医療情報室などセンター内の部、室と共同で、重粒子治療の円滑な推進とその高度化をはかるための研究・開発を遂行している。

(3) 診断システム開発室

画像解析室では、研究系、診療系、PET、MRI ネットと4系統のネットワークが扱える端末があり、特に診療系、PET、MRI ネットに関しては、患者データが保管されている機器が数多くあるため、セキュリティ管理の観点から端末にアクセスする利用者の管理を行った。

また、画像解析室のみならず PET 検査室・研究室・実験室での機器、ソフトウェアについて環境設定や操作等の説明を行った。

さらに、サーバ室に設置してあるサーバ及びデータのバックアップ、ログの監視を行い、サーバ機器変更と端末障害及びセキュリティレベル等の対応を行った。

次期設備更新計画（PET ファイリングシステム）に参画し、H17/6 現在、新システム本番稼働の準備を進めている。

構内ネットワーク高速化の利用者要望に関して、利用グループ・情報業務室関係者と具体化に向けたマイルストーンを作成・提案中である。

この他、研究報告と画像診断棟を紹介する所内外向けホームページの作成・更新を行っている。

3.5.5.3 画像医学部（放射薬剤製造、画像診断棟・探索研究棟管理関係）

1. 短寿命放射薬剤製造業務

本年度も、サイクロترون棟内のホットラボ2室と、画像診断棟のホットラボ2室を合わせた計4室のホットラボ室を利用して短寿命放射薬剤の製造・開発に関する業務を行った。

本年度の「治験等審査委員会」において新規にβアミロイド測定用 [^{11}C]BTA、NMDA型受容体のグリシン結合部位計測用 [^{11}C]AcL、低酸素部位計測用 [^{62}Cu]Cu-ATSM が承認され臨床利用が可能となった。

本年度に製造した標識化合物の種類、生産量、診断提供量及び実験提供量を表1に示す。製造した短寿命放射薬剤は、がん診断（メチオニン、FDG）、脳機能測定（DOPA、Verapamil、FETDAA など）の臨床利用、サル、ウサギなどの動物実験（FLB、PE2I、ラクロプライドなど）、校正用ファントム線源（FDG など）植物実験（ H_2^{15}O 、 $^{38}\text{K}^+$ ）等に提供した。また、新規薬剤製造法研究、高比放射能化研究等のためにも短寿命放射性同位元素が製造された。

新合成装置として「多核種対応型多目的装置」をサイクロترون棟と画像診断棟に1台ずつ導入した。また、合成に使用した交換ユニットを効率よく洗浄するための「合成ユニット洗浄装置」を新たに開発し、導入した。また画像診断棟の汎用ホットラボに、「 $^{62}\text{Zn}/^{62}\text{Cu}$ ジェネレータ用分注装置」を設置し、本格的に金属ポジトロン核種を臨床提供する環境を整えた。

本年度はサイクロترون棟、第一ホットラボ室の壁面塗装を行った。また第一ホットラボ室に設置してあるホットセルに製造した放射薬剤を取り出すための子扉を設けた。子扉を使用することでメインドアを開けることなく放射薬剤用のバイアルを取り出すことが可能になったため、作業者の被ばくを低減することが可能であると思われる。

本年度の [^{18}F]FDG 受託試験は、152 検体（40 施設分）について実施した。

2. 画像診断棟・探索研究棟保守管理業務

画像診断棟内の諸施設は、医療施設、放射薬剤製造施設及びクリーンルーム、研究施設、一般施設が設置されており、施設の良好な環境を維持するため、

1) 空調設備運転保守管理、2) 衛生設備運転保守管理、3) 電気設備運転保守管理、4) 防災設備運転保守管理、5) 自動制御設備運転保守管理、6) 各設備機器類の定期点検、などの業務を行った。本

施設設備点検を行った結果は、良好であったが、一部、温水2次ポンプインバーターの故障が生じた。また、本施設設備の運転を開始して以来、毎年、夏季に、1階前室(4)、サイクロترون電気・機械室側鉄扉（壁一部含む）で、結露が発生していたが前年度に対策工事を行なった結果、本年度夏季には発生しなかった。

平成15年5月より建設が進められていた探索研究棟が、平成16年2月27日に放医研に引き渡された。引き渡し後から平成16年3月31日まで施設課で保守管理を行い、その後、平成16年4月1日から画像医学部で保守管理を行うこととなり、6月より動物飼育が可能となった。

探索研究棟では、霊長類実験動物飼育施設、NMR施設、化学実験施設、細胞培養施設などの実験施設があり、本施設の設備管理は一般施設と比べ、より細かな調整が必要である。施設の良好な環境を維持するため、1) 空調設備運転保守管理、2) 衛生設備運転保守管理、3) 電気設備運転保守管理、4) 防災設備運転保守管理、5) 自動制御設備運転保守管理、6) 各設備機器類の定期点検、などの業務を行った。本施設は、平日朝8時30分から夕方5時15分までを定常時間帯として運用し、画像診断棟1階安全管理室に作業員を在駐させる体制とした。それ以外の時間帯は、原則的には自動運転を行い、緊急時には、重粒子医科学センター中央監視室で応急的な対応を行うこととした。設備の初期故障として、受水槽9tが空になる故障が起きたが、その後順調に稼動している。

表 1. 平成 16 年度に製造した標識化合物および生産量

核種	化学形	生産量（回数） GBq		診断供給量（回数）（人数） GBq			動物供給量（回数） GBq	
¹¹ C	DOPA	120.057	(66)	72.659	(63)	(79)	5.134	(21)
	DASB	9.139	(4)	3.946	(3)	(4)		
	DAA	226.441	(61)	134.04	(52)	(52)	5.4999	(18)
	FLB	239.7155	(96)	21.7598	(35)	(38)	15.3985	(37)
	MP4A	103.93	(25)	65.833	(23)	(24)	0.767	(2)
	MP4P	73.33	(18)	45.671	(18)	(18)	1.409	(3)
	SCH	76.532	(33)	6.275	(10)	(11)	11.858	(25)
	Ro1788	203.75	(55)				0.408	(1)
	RAC	174.6589	(101)	11.5403	(28)	(29)	24.1997	(66)
	WAY	58.3456	(16)	10.116	(11)	(11)	0.93	(2)
	PE2I	129.555	(33)	9.603	(8)	(10)	11.0088	(25)
	PK11195	2.056	(5)					
	NNC	70.729	(22)	4.201	(10)	(10)	5.585	(13)
	AcL703	25.713	(15)					
	VER	221.27	(45)	144.416	(45)	(61)		
	BTA	11.083	(10)					
	MET	1368.926	(273)	617.396	(259)	(695)	4.057	(6)
	C2H5I	33.759	(9)					
	C3H7I	31.413	(10)					
	CH3I	97.21	(55)					
	その他	96.31058	(108)				1.352	(2)
	合計	3373.924	(1060)	1147.456	(565)	(1042)	86.2549	(219)
¹³ N	NH3	14.013	(16)					
	その他	1.6	(1)					
	合計	15.613	(17)					
¹⁵ O	H2O	494.0861	(92)				67.74	(18)
¹⁸ F	FDG	278.9566	(105)	118.491	(90)	(240)	9.8297	(26)
	FEtDAA	25.4992	(32)	6.427	(12)	(12)	0.9992	(5)
	F-	67.29629	(53)				6.0056	(11)
	合計	371.75209	(190)	124.918	(102)	(252)	16.8345	(42)
^{34m} Cl	^{34m} Cl-	6.66022	(29)				0.035	(2)
³⁸ K	K+ 水溶液	14.592	(21)					
⁶¹ Cu	Cu	2.30616	(10)					
	Cu-ATSM	0.925	(3)					
	合計	3.23116	(13)					
⁶² Cu	Cu-ATSM	6.84	(5)					
⁶² Zn	⁶² Zn+	0.857697	(17)					

3.6 診療業務

医 事 統 計

表 1 外来入院別患者統計

入 院											外 来			
入院患者数			退院患者数			入 患 者 延 数	取 扱 者 延 数	1 日 平 均 患者数	病 床 利用率	平 均 在 院 日 数	新 患 者 数	外 来 者 延 数	1 日 平 均 患者数	平 均 通 院 回 数
総数	男	女	総数	死亡	その他									
1,169	704	465	1,189	9	1,180	25,129	26,311	68.8	68.8	21.4	1,483	20,137	82.9	13.6

表 2 年齢階級別、性別、放射線障害による入院患者数

年 令		総 数	9 歳以下	10 ～ 19	20 ～ 29	30 ～ 39	40 ～ 49	50 ～ 59	60 ～ 69	70 ～ 79	80 ～
性 別	男	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	女	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3 疾病分類別悪性新生物による入院患者数

疾 病 分類数		D57 口腔および 咽頭 悪性新生物	D58 胃の 悪性新生物	D60 直腸および S 字状結腸 移行部の 悪性新生物	D61 その他の 消化器 および 腹膜の 悪性新生物	D62 咽頭の 悪性新生物	D63 気管、 気管支 および肺の 悪性新生物	D65 骨の 悪性新生物	D66 皮フの 悪性新生物	D67 乳房の 悪性新生物
性 別	男	5	0	54	62	0	251	96	68	0
	女	24	0	24	20	2	73	60	99	7
計		29	0	78	82	2	324	156	167	7

D68 子宮頸の 悪性新生物	D70 その他の 子宮 悪性新生物	D71 卵巣の 悪性新生物	D72 その他 および 詳細不明の 女性器の 悪性新生物	D74 睾丸の 悪性新生物	D75 膀胱の 悪性新生物	D77 脳の 悪性新生物	D78 その他の 明示された 部位の 悪性新生物	D82 白血病	D83 その他の リンパ および 増血組織の 悪性
0	0	0	0	0	4	7	265	0	15
146	17	6	8	0	2	9	52	0	10
146	17	6	8	0	6	16	317	0	25

表 4 照射方法別、線源種類別、悪性新生物の放射線治療件数

方 法 別		外 部 照 射									内部照射（小線源）		
種 類 別	総 数	リ ニ ア ッ ク									陽子線 70MeV (サイクロトロン)	¹⁹² Ir 370GBq (マイクロセレクトロン)	¹³⁷ Cs 26. 2MBq (セレクトロン)
		X 線 MV			電 子 線 MeV								
		4	6	10	4	6	9	12	16	20			
実 数	475	6	168	262	4	15	15	4	1	0	0	94	3
延 数	22, 619	148	7, 552	14, 533	15	238	110	18	5	0	0	282	9

表 5 X 線診断件数

	件 数
透 視	3,573
撮 影	5,578

表 6 X 線 CT 診断件数

実 数	延 数
3,176	557,064

表 7 MRI 診断件数

実 数	延 数
2,015	175,716

表 8 RI 診断患者数

		実 数	延 数
性 別	男	418	938
	女	266	631
総 数		684	1,569

表 10 臨床検査件数

尿 一 般 検 査		5,018
生 化 学 検 査		106,084
血液検査	末 梢 血 液	10,395
	骨 髄 検 査	0
	交差試験・血液型	96
細 菌 検 査 （ 環 境 検 査 ）		794
免 疫 血 清 検 査		11,691
生 理 機 能 検 査		2,861
外 注 検 査		10,410

表 9 P E T 検査

メチオニン P E T	F D G P E T	総 数
781 (74%)	274 (26%)	1,055

表 11 病理検査件数

病理組織検査	747
--------	-----

表 12 病理解剖件数

死 亡 数			剖 検 数			剖検率	院外死亡者剖検数		
総 数	男	女	総 数	男	女		総 数	男	女
9	5	4	4	3	1	44%	0	0	0

表 13 採血件数

外来・入院採血	3,254
---------	-------

表 14 入院患者給食統計

総 給 食 数	62,208 食	延給食人数		20,738 人			平均年齢	60.7 歳	栄養指導	2 件
栄養給与量 1 人 1 日平均	エネルギー	蛋白質	脂肪	Ca	Fe	ビタミン A	ビタミン B ₁	ビタミン B ₂	ビタミン C	
	Kcal 1,923	g 81.8	g 48.2	mg 662	mg 12.3	μ g 800	mg 1.05	mg 1.38	mg 104	
穀物エネルギー比	47%	動物蛋白質比			51 %		PFC/E%	P17% F23% C60%		

表 15 薬剤業務

	処 方 箋 枚 数	調 剤 件 数	調 剤 延 日 数
外 来	4,206	10,981	135,853
入 院	9,304	16,467	89,780

表 16 注射業務

	注射処方箋枚数	注 射 件 数	注射延薬剤数
外 来	3,267	4,573	7,316
入 院	10,354	20,501	43,053

表 17 製剤業務

	製 剤 回 数	製 剤 件 数	製剤延薬剤数
一 般 製 剤	28	28	91
滅 菌 製 剤	6	6	25

表 18 血液業務（血液製剤管理簿対象）

	依 頼 伝 票 数	取 扱 件 数	血液製剤単位数
血液成分製剤	34	90	258
血漿分画製剤	110	110	110

表 19 麻薬業務（麻薬管理簿対象）

	麻薬処方箋枚数	麻薬取扱件数	麻薬延薬剤数
麻薬内服剤	1, 203	1, 400	30, 617
麻薬外用剤	364	364	1, 319
麻薬注射剤	39	39	54

表 20 医薬品情報業務

	情報提供件数（発刊回数）	情報誌（ページ数）
医 薬 品 鑑 別	31	
薬 剤 ニ ュ ー ス	8	12
医 薬 品 情 報 誌	4	43

表 21 医薬品等供給業務（処置薬剤等払出）

払出請求伝票	払 出 件 数	払出延薬剤数
302	1, 420	11, 627

3.7 原子力災害対応業務

放射線医学総合研究所は、中央防災会議「防災基本計画」により、緊急被ばく医療活動を行うこと、また、原子力安全委員会原子力発電所等周辺防災対策専門部会「緊急被ばく医療のあり方について」において、三次被ばく医療機関の中核機関に位置付けられている。

平成16年度に実施した原子力災害対応業務活動を下記にまとめる。

1. 現地への要員・機器の支援体制の維持・整備

放医研原子力防災訓練の実施

中央防災会議が決定した「平成16年度総合防災訓練大綱」に基づいて行う原子力災害に係る訓練の一環として、防災週間に以下の訓練を実施した。

- 1) 所内原子力防災関係者間の緊急時通報連絡訓練
- 2) 緊急モニタリングチーム及び関係職員に対する講習会を開催した。
- 3) 緊急被ばく医療に関する原子力防災訓練
 - イ) 茨城県原子力防災訓練のヘリによる患者搬送訓練に協力し、放医研として患者受入訓練を実施した。
 - ロ) 緊急被ばく医療施設において、線量評価チーム等による汚染患者の線量評価対応訓練を実施した。

2. 緊急被ばく医療施設の維持・管理

- (1) 緊急被ばく医療対応時の記録・保存及び教育訓練時の記録・トレーニングに利用するため、同時4チャンネル映像記録装置、患者情報モニタを整備した。
- (2) 体内除染剤、医療機器等の管理
 - イ) 国内では許可されていない薬剤も含めた体内除染剤等の更新を行った。
 - ロ) 体内除染剤、キレート剤、ヨウ素剤等の点検を月1回の頻度で実施した。
 - ハ) 緊急被ばく医療に関する測定機器、医療機器の点検を実施した。
- 二) モニタリング用資機材の維持・管理を行った。

3. 染色体ネットワーク会議

本会議は、緊急時において染色体による線量評価を迅速かつ正確に実施するためネットワークの推進を図るとともに、染色体線量評価の研究・技術の後継者育成を推進していくことを目的としている。

今年度は、平成16年6月25日、第1回会議を開催し、「緊急時の染色体ネットワークの役割」、「緊急時における地域対応体制」等について、具体的審議が行われた。平成17年2月28日、染色体ネットワーク会議技術検討会を開催し、協力機関間の評価誤差を最小にするため「異常染色体の判定基準」の検討が行われた。

4. 物理学的線量評価ネットワーク会議

本会議は、被ばく線量評価業務実施の充実・強化を図るため放医研と日本原子力研究所、核燃料サイクル開発機構、日本分析センターの各協力機関間との間において協力協定が締結された。今年度は、平成16年7月21日、第1回会議を開催し、西日本ブロックの地域三次被ばく医療機関に広島大学が指定されたことに伴う、「地域三次被ばく医療機関間の協力体制」、「放医研と協力機関における被ばく線量評価業務のあり方」について検討した。

平成17年3月16日に第2回会議を開催し、緊急時における全国規模の線量評価実施体制を構築するため本会議の協力機関における線量評価業務の具体化・連携体制について検討した。更に「放医研における患者受入の基本方針」に基づき、線量評価上の課題について検討した。

5. 緊急被ばく医療ネットワーク会議

本ネットワークでは、被ばく患者の受入に伴う、緊急被ばく医療業務実施の連携・強化を図るため放医研と協力医療機関における協力協定の推進が行われてきた結果、今年度は杏林大学との締結が行われた。平成17年2月14日に開催した本会議では、「放射線医学総合研究所における患者受入の基本方針」について審議し、一部修正の後、了承された。また、上記患者受入の基本方針の実施体制構築に伴う課題について審議された。

6. 地域緊急被ばく医療連携協議会

地域三次被ばく医療機関である放医研は、東日本ブロックの7道県に対して、地域緊急被ばく医療体制に参画する関係機関と地域協議会等を開催し、地域緊急被ばく医療体制を整備している7道県の取組の現状把握、患者受入・搬送シミュレーションの実施、患者受入・搬送フローの基本型を提示して7道県毎に今後の課題を検討するとともに、放医研が地

域緊急被ばく医療関係機関に実施する助言・指導、専門家の現地派遣、患者受入の具体的支援策を説明した。

7. 原子力災害対応研修について

原子力災害に関わる緊急被ばく医療体制の関係者に対して、緊急被ばく救護・訓練課程、緊急被ばく医療セミナーの継続研修の他、新規研修としてホールボディカウンタによる計測セミナーを開始した。また、韓国原子力医学院との研究協力覚書締結に基づいて被ばく医療セミナーを実施した。

- ・第53回緊急被ばく救護・訓練課程
(受講者数 30 名)
- ・第54回緊急被ばく救護・訓練課程
(受講者数 30 名)
- ・第55回緊急被ばく救護・訓練課程
(受講者数 30 名)
- ・第15回緊急被ばく医療セミナー
(受講者数 19 名)
- ・第16回緊急被ばく医療セミナー
(受講者数 21 名)
- ・第17回緊急被ばく医療セミナー
(受講者数 20 名)
- ・第1回ホールボディカウンタによる計測セミナー
(受講者数 6 名)
- ・平成16年度海上原子力防災研修
(受講者数 24 名)
- ・研究協力覚書に基づく被ばく医療セミナー
(受講者数 24 名)

8. 国及び地方自治体等の防災訓練への参加

国及び地方自治体が主催する原子力防災訓練に専門家を派遣し、助言・指導を行った。

(1) 国が主催する原子力防災訓練への参加

「原子力災害対策特別措置法」及び「16年度総合防災訓練大綱」に基づいて行う原子力災害に係る訓練の一環として国が主催する訓練に専門家が参加した。

- 1) 平成16年度原子力総合防災訓練（新潟県）
 - イ) 事前訓練に参加
 - ロ) 第2回通信訓練に参加
- 2) 平成16年度文部科学省原子力防災訓練
 - イ) 文部科学省他関係機関との通報連絡訓練
 - ロ) 文部科学省原子力災害対策本部機能班対応訓練

(2) 地方自治体が主催する原子力防災訓練へ参加

地方自治体が主催する原子力防災訓練に参加し、緊急被ばく医療に関する専門家及び緊急被ばく医療

派遣チーム要員を派遣した。

- 1) 静岡県原子力防災訓練に参加
- 2) 政府における総合防災訓練（通報訓練）
- 3) 茨城県オフサイトセンター機能班別訓練
- 4) 茨城県原子力防災訓練
- 5) 北海道原子力防災訓練
- 6) 愛媛県原子力防災訓練
- 7) 横須賀市原子力防災訓練
- 8) 佐賀県原子力防災訓練
- 9) 福島県原子力防災訓練
- 10) 鹿児島県原子力防災訓練
- 11) 福井県原子力防災訓練

9. 地方自治体等が主催する講習会、研修会における講義・実習

地方自治体等の講習会、研修会への要請60件に専門家を派遣し、講義を行った。

- 1) 平成16年度第1期原子力防災専門官基礎研修
- 2) 東邦大学理学部研究科講義 分子生理学持論 I
- 3) 第67回原子力防災基礎講座（救護所活動）
- 4) 第42回放射線防護基礎過程
- 5) 平成16年度原子力専門官研修
- 6) 第12回原子力防災実務講座（警察）
- 7) 第68回原子力防災基礎講座（救護所活動）
- 8) 第69回原子力防災基礎講座（救護所活動）
- 9) 第70回原子力防災基礎講座（救護所活動）
- 10) 長野県消防学校講演
- 11) 緊急被ばく医療「福島フォーラム」
- 12) 第71回原子力防災基礎講座（救護所活動）
- 13) 原子力事故災害・Nテロ原子力災害に関する勉強会
- 14) 第13回原子力防災実務講座（警察）
- 15) 第72回原子力防災実務講座（救護所活動）
- 16) 第15回原子力防災実務講座（消防）
- 17) 第8回放射線事故医療研究会 パネル討論打合せ会
- 18) 平成16年度第2期原子力防災専門官基礎研修
- 19) 第73回原子力防災基礎講座（救護所活動）
- 20) 原子力体験セミナー〔生活科学コース I〕
- 21) 緊急時医療講習会（新潟県）
- 22) 厚生労働省厚生科学課レクチャー
- 23) 第8回原子力防災実務講座（搬送）
- 24) 第11回原子力防災実務講座（救護所活動）
- 25) 日本学術会議シンポジウム パネル討論
- 26) 京都府消防学校講演
- 27) 第9回原子力防災実務講座（搬送）
- 28) 原子力体験セミナー〔環境科学コース I〕
- 29) 第16回原子力防災実務講座（消防）

- 30) 認定看護管理者セカンドレベル教育
- 31) 千葉県消防学校初任科第 138 期教育
- 32) 第 8 回放射線事故医療研究会 パネル討論会
- 33) 第 12 回原子力防災実務講座（救護所活動）
- 34) 第 10 回原子力防災実務講座（搬送）
- 35) 原子力体験セミナー〔生活科学コースⅡ〕
- 36) 第 74 回原子力防災基礎講座（救護所活動）
- 37) 第 75 回原子力防災基礎講座（救護所活動）
- 38) 第 13 回原子力防災基礎講座（救護所活動）
- 39) 第 76 回原子力防災基礎講座（救護所活動）
- 40) 日本学術会議シンポジウム パネル討論
- 41) 京都府消防学校講演
- 42) 第 29 回佐賀麻酔・救急懇話会
- 43) 第 3 期原子力防災専門官基礎研修
- 44) 鹿児島県原子力救護研修会
- 45) 佐賀県緊急被ばく医療対策講習会
- 46) 緊急被ばく医療活動講習会（福島県）
- 47) 警察大学校専科「NBC テロ対策」講義
- 48) 仙台市講演（保健所・医療機関職員対象）
- 49) 日本放射線腫瘍学会第 17 回学術大会
佐賀麻酔・救急懇話会
- 50) 第 43 回放射線防護基礎過程
- 51) 原子力体験セミナー「鳥取コース」
- 52) オフサイトセンター運営研修（横須賀）
- 53) 愛知県消防学校講演
- 54) 第 31 回原子力入門講座
- 55) 放射線防護研修会講義
- 56) 静岡県消防学校講演
- 57) 第 47 回原子力防災対策講座「放射線の人体への影響」
- 58) 千葉市消防学校救急標準過程
- 59) 福島県消防職員対象原子力災害講演会
- 60) 原子力体験セミナー「環境科学コースⅡ」

10. 国内における委員会等の専門家派遣

国内における 49 の委員会等への参加を行った。

- 1) 原子力安全委員会 原子力施設等防災専門部会
被ばく医療分科会委員（第 13 回）
- 2) 原子力安全委員会 原子力事故・故障分析評価
専門部会（第 2 回）
- 3) 緊急事態応急対策調査委員会
- 4) 平成 16 年度原子力総合防災訓練に係る調整会議
（第 1 ～ 4 回）
- 5) 研究炉等安全規制検討会委員（第 13 回～ 19 回）
- 6) INES 評価ワーキンググループ委員（第 2 回）
- 7) 平成 16 年度原子力総合防災訓練に係る新潟県と
の打合せ（第 1 ～ 2 回）
- 8) 原子力総合防災訓練検討会委員

- 9) 原子力防災研修部会委員（第 1 ～ 2 回）
- 10) 原子力防災研修事業 教材作成ワーキンググ
ループ委員（第 1 回）
- 11) 原子力防災研修事業 救護所活動講座テキスト
検討サブグループ委員（第 1 ～ 3 回）
- 12) 緊急被ばく医療に係る防災訓練のあり方検討委
員会委員（第 1 ～ 4 回）
- 13) 緊急被ばく医療対策専門委員会委員（第 1 回）
- 14) 医療支援構築委員会委員（第 10 回）
- 15) 緊急被ばく医療関係者実務研修専門委員会委員
- 16) 被ばく医療講師連絡会委員（第 1 回）
- 17) 福島地区緊急被ばく医療ネットワーク調査検討
会（第 5 回） オブザーバー
- 18) 宮城地区緊急被ばく医療ネットワーク調査検討
会（第 5 回） オブザーバー
- 19) 神奈川地区緊急被ばく医療ネットワーク調査検
討会（第 3 回） オブザーバー
- 20) 青森地区緊急被ばく医療ネットワーク調査検討
会（打合せ会） オブザーバー
- 21) 北海道地区緊急被ばく医療ネットワーク調査検
討会 オブザーバー
- 22) 緊急被ばく医療「全国ネットワーク会議」
- 23) 千葉県原子爆弾被爆者医療審査会委員（7 回）
- 24) JCO 事故対応健康管理委員会委員（第 1 ～ 3 回）
- 25) 茨城県原子力防災連絡協議会幹事会（第 16 回）
- 26) 第 5 回原子力事故災害・N テロ原子力災害に関
する勉強会
- 27) 福島県防災会議原子力防災部会委員（1 回）
- 28) 青森県緊急被ばく医療検討委員会委員
- 29) 愛媛県原子力防災訓練に係る訓練評価
- 30) 緊急被ばく医療対策連絡会議（福島県・第 1 回）
- 31) 成田 NBC テロリズム対策研究会（世話人会、WG、
専門分化小委員会）

11. 被ばく医療に関する情報の収集・発信

- 1) 中国北京放射医学研究所が保有している急性被
ばく患者の治療等情報を 40 件入手した。
- 2) ロシア生物物理研究所が保有している急性被ば
く患者の治療等情報を 40 件入手した。今後、中
国・ロシアのデータベース化により我が国におけ
る急性放射線被ばく患者の治療に備える。
- 3) ビキニ被災者、トロトラス、JCO 事故被ばく
患者等の追跡調査を行い、被ばく医療情報を集積
した。
- 4) ファイルドキュメンテーションシステムに第 5
福竜丸をはじめとする事故情報の保存作業を行っ
た。
- 5) WHO/REMPAN のデータベースとの互換性を担保し

ながらデータベースの基本部分を構築した。

12. 過去の被ばく事故例の追跡、実態把握、医療相談等

1) 過去の被ばく事故例の追跡、実態調査

- ・ビキニ被災者の定期的追跡調査 7 人
- ・トロトラスト沈着症例に関する実態調査 1 人
- ・JC0 事故の患者追跡健康調査 1 人
- ・八日市場市の軟 X 線発生装置による右手被ばく事故 3 人
- ・長崎県の非破壊検査による右手被ばく事故 1 人

2) JC0 事故関連周辺住民等の健康診断及び健康診断結果相談会

- ・東海村・那珂町住民の健康相談・診断を行った。
- ・住民等の健康診断結果について、説明と相談を行った。

13. 医療相談

- ・医療被ばく、胎児への影響及び職業上の被ばく等に関連した健康相談 20 件

14. 国際協力

- (1) 韓国原子力医学院 (KIRAMS) と緊急被ばく医療、放射線腫瘍学等について研究協力覚書を締結した。
(平成 16 年 11 月)
- (2) 放医研において開催した「KIRAMS/NIRS 緊急被ばく医療のためのセミナー」に KIRAMS 他 12 機関 24 名が受講した。

15. 調査等

- (1) REAC/TC (米国) の「放射線事故における保健物理講習会」及び「緊急部要員による放射線事故対応講習会」に職員 2 名を派遣した。

3.8 施設・設備の共用

施設設備の共用の目的は次の通りである。

- ・放射線医学その他の科学技術に関する研究開発のため、放医研業務の遂行に支障のない範囲で、施設・設備を共用に供する。
- ・当面重粒子線がん治療装置及び各種放射線照射装置（医療用装置、サイクロトロンを除く）を共用させる。

平成13年度より、これらの具体策の検討や実施が行われている。

- ・HIMAC ではすでに「HIMAC 共同利用研究」という形態で約 552 人の所外研究者が利用しており、広範囲に施設、設備の共用が実施されている。また HIMAC 棟内で共用に資する設備の検討も行われており、共用に資する設備については必要な維持、管理の体制が取られている。
- ・平成 16 年 3 月共用施設に指定された PIXE 分析装置（PASTA）について共用を開始し、装置の概要、機能・性能、利用条件、利用形態、手続き等の情報を平成 16 年 6 月に外務向けホームページに公開した。また、共用の具体的な進め方（共用の方法、利用料の算出等）について引き続き検討を行っていく。
- ・外部研究機関、民間企業からの施設・設備の個別利用希望に応え、HIMAC、サイクロトロン（大型）、コバルト照射装置、MRI 撮影装置について、契約を締結・実施し利用料を徴収した。

平成17年3月31日現在
役員：5名（非常勤1名を含む）
職員：353名



平成 16 年度放医研関係予算額事項別表

(単位：千円)

事 項	前 年 度 予 算 額	平成 16 年度 予 算 額	対前年度 比較増△減額	備 考	平成 16 年度 予 算 額	前 年 度 予 算 額
[支出]						
[運営費交付金部門]	14,460,811	14,280,809	△ 180,002			
I. 人件費	4,120,588	3,795,025	△ 325,563		3,405,002 390,023	(3,506,368) (614,220)
II. プロジェクト研究開発費	6,823,777	7,094,538	270,761	1. プロジェクト研究経費 (1) 宇宙放射線による生体影響と防護に関する研究 (2) 低線量放射線の生体影響に関する総合的研究 (3) 重粒子線がん治療臨床試験 (4) 高度画像診断技術の研究開発 (5) 緊急被ばく医療に関する研究 2. 基盤研究経費 (1) 環境系基盤研究 ・環境放射線防護体系構築のための研究 ・放射線等の環境リスク源による人・生態系への比較影響研究 ・ラドンの環境中における動態と生物影響に関する研究 (2) 生物系基盤研究 ・放射線に対するレドックス制御に関する研究 ・放射線障害に関する基盤的研究 ・放射線応答遺伝子発現ネットワーク解析研究 ・放射線影響研究のための実験動物の開発に関する研究 ・プルトニウム化合物の内部被ばくによる発がん効果に関する研究 (3) 重粒子線治療に関する基盤研究 ・重粒子線がん治療装置の小型化に関する研究開発 ・照射方法の高精度化に関する研究開発 ・重粒子線及び標準線量測定法の確立に関する研究開発 ・粒子線治療の生物効果に関する研究 ・重粒子線がん治療臨床試験評価のための情報処理に関する研究 (4) H I M A C 共同利用研究 (5) 画像診断に関する基盤的研究 ・PET 及び SPECT に関する基盤的研究 ・NMR に関する基盤的研究 ・放射光を用いた単色 X 線 CT 装置の研究開発 (6) 医学利用放射線による患者・医療従事者の線量評価及び防護に関する研究 3. 脳機能研究 4. 原子力基盤技術総合的研究 (1) 放射線損傷の認識と修復機構の解析とナノレベルでのビジュアル化システムの開発 (2) 放射性核種の土壌生態圏における移行および動的解析モデルに関する研究 (3) マルチトレーサーの製造技術の高度化と先端科学技術研究への応用をめざした基盤研 5. 国際共同研究 6. プロジェクト研究開発推進費 (1) 重粒子線がん治療装置設備整備 (2) 重粒子治療推進棟開発推進費 (3) 画像診断研究開発推進費 (4) 低線量影響実験棟運営費 7. プロジェクト研究開発診療経費	1,116,674 132,417 123,835 661,373 199,049 0 1,457,471 177,403 69,791 55,372 52,240 145,241 36,049 16,000 65,982 16,000 11,210 902,213 757,671 67,500 40,000 11,038 26,004 123,281 96,309 58,564 15,779 21,966 13,024 110,000 0 0 0 0 5,814 3,745,369 2,825,220 157,160 512,989 250,000 659,210	(1,348,633) (132,417) (154,794) (661,373) (199,049) (201,000) (780,711) (190,463) (69,791) (55,372) (65,300) (145,241) (36,049) (16,000) (65,982) (16,000) (11,210) (212,393) (67,851) (67,500) (40,000) (11,038) (26,004) (123,281) (96,309) (58,564) (15,779) (21,966) (13,024) (110,000) (35,664) 0 (21,302) (4,362) (10,000) (5,814) (3,883,745) (3,139,134) (174,623) (569,988) (0) (659,210)
III. 重点研究開発費	307,070	319,254	12,184	[II. プロジェクト研究開発費×0.045]		
IV. 間接経費	1,423,212	1,510,699	87,487	1. 管理費 [= (II. プロジェクト研究開発費+III. 重点研究開発費+研究部門人件費) ×0.263 - 管理部門人件費]	1,510,699	(1,423,212)
V. 放射線感受性遺伝子研究プロジェクト	461,949	461,949	0	1. プロジェクト研究開発費 2. 間接経費 [1. プロジェクト研究開発費×0.263]	365,755 96,194	(365,755) (96,194)
VI. 独法成果活用事業	320,000	320,000	0	1. プロジェクト研究開発費 (1) 4次元ビューワーの開発とナビゲーション外科手術への応用 (2) 多核種多次元NMRの臨床測定法の開発とテーラーメイド医療への応用 (3) 遺伝子特許獲得体制の整備 (4) リエゾン機能の付加 2. 間接経費 [1. プロジェクト研究開発費×0.263]	253,365 87,094 102,962 33,772 29,537 66,635	(253,365) (87,094) (102,962) (33,772) (29,537) (66,635)
VII. 特別の施設・設備経費	1,004,215	779,344	△ 224,871	1. 特殊実験棟運営	779,344	(1,004,215)
[施設費補助金部門]	323,000	310,000	△ 13,000			
I. 施設整備費	323,000	310,000	△ 13,000	1. 改修等工事 廃棄施設の更新工事 (第2期) (静電加速器棟改修工事) (第1研究棟空調設備更新工事)	310,000 0 0	(169,000) (101,000) (53,000)
支 出 計	14,783,811	14,590,809	△ 193,002			
[収入]						
国庫ベース	14,022,971	13,829,969	△ 193,002			
I. 運営費交付金	13,699,971	13,519,969	△ 180,002			
II. 施設整備費補助金	323,000	310,000	△ 13,000			
III. 自己収入	760,840	760,840	0			
収 入 計	14,783,811	14,590,809	△ 193,002			

第 4 期 事 業 年 度

自 平成 16 年 4 月 1 日
至 平成 17 年 3 月 31 日

財 務 諸 表

独立行政法人 放射線医学総合研究所

貸 借 対 照 表

平成 17 年 3 月 31 日

(単位：千円)

科 目	金 額	科 目	金 額
(資産の部)		(負債の部)	
I. 流動資産	5,130,670	I. 流動負債	5,101,820
現金及び預金	4,410,443	運営費交付金債務	1,479,147
売掛金	339,045	預り寄附金	2,051
貸倒引当金	△ 722	買掛金	1,493,118
小 計	338,323	未払金	1,701,553
たな卸資産	70,506	前受金	39,643
施設費未収金	310,000	短期リース債務	317,992
その他の流動資産	1,400	その他の流動負債	68,314
貸倒引当金	△ 2		
小 計	1,397	II. 固定負債	11,181,401
II. 固定資産	41,421,319	資産見返負債	10,634,719
1. 有形固定資産	41,401,350	資産見返	4,081,509
建物	30,033,293	運営費交付金	
減価償却累計額	△ 9,801,536	資産見返寄附金	27,815
小 計	20,231,757	資産見返	6,525,393
構築物	892,117	物品受贈額	
減価償却累計額	△ 374,996	長期リース債務	256,176
小 計	517,120	長期未払金	290,506
機械装置	10,837,238		
減価償却累計額	△ 4,048,022		
小 計	6,789,215		
医療用器械備品	2,103,902		
減価償却累計額	△ 1,470,501		
小 計	633,401		
車両運搬具	85,194		
減価償却累計額	△ 63,440		
小 計	21,753		
工具器具備品	12,101,804		
減価償却累計額	△ 7,812,171		
小 計	4,289,633		
その他の有形固定資産	24,878		
減価償却累計額	△ 16,409		
小 計	8,468		
土地	8,910,000		
2. 無形固定資産	15,875		
電話加入権	15,747		
その他の無形固定資産	128		
3. 投資その他の資産	4,094		
互助会預け金	4,094		
破産債権等	920		
貸倒引当金	△ 920		
小 計	0		
		負 債 合 計	16,283,222
		(資本の部)	
		I. 資本金	33,648,457
		政府出資金	33,648,457
		II. 資本剰余金	△ 3,768,501
		資本剰余金	6,466,101
		損益外減価償却累計額	△ 10,234,603
		III. 利益剰余金	388,812
		積立金	163,422
		当期末処分利益	225,390
		(うち当期総利益)	225,390
		資 本 合 計	30,268,768
資 産 合 計	46,551,990	負 債 資 本 合 計	46,551,990

損 益 計 算 書

自 平成 16 年 4 月 1 日

至 平成 17 年 3 月 31 日

(単位：千円)

経常費用

研究業務費

給与、賞与及び手当	3,525,985	
法定福利費及び福利厚生費	361,052	
退職金費用	386,445	
外部委託費	3,264,789	
研究材料費	1,392,768	
賃借料	63,996	
減価償却費	3,016,004	
保守修繕費	1,158,020	
水道光熱費	977,269	
旅費交通費	200,186	
消耗品費	954,666	
貸倒引当金繰入	1,566	
貸倒損失	7	
その他の研究業務費	426,319	15,729,079

一般管理費

役員報酬及び賞与	69,292	
給与、賞与及び手当	392,559	
法定福利費及び福利厚生費	54,913	
退職金費用	37,312	
業務委託費	165,474	
減価償却費	11,050	
保守修繕費	73,386	
水道光熱費	128,816	
旅費交通費	12,229	
消耗品費	20,956	
広告宣伝費	65,587	
その他の一般管理費	74,062	1,105,641

財務費用

支払利息		17,334
------	--	--------

雑損

為替差損	213	
その他雑損	2,965	3,178

経常費用合計

16,855,234

経常収益		
運営費交付金収益		11,285,883
臨床医学事業収益		1,827,381
受託収入		
政府受託収入	1,821,194	
その他受託収入	48,170	1,869,365
寄附金収益		3,766
資産見返負債戻入		
資産見返運営費交付金戻入	675,370	
資産見返寄附金戻入	7,342	
資産見返物品受贈額戻入	1,351,739	2,034,451
その他事業収益		45,874
財務収益		
受取利息		70
雑益		13,830
経常収益合計		17,080,624
経常利益		225,390
臨時損失		
固定資産除却損		12,487
臨時利益		
固定資産除却に係る		912
資産見返運営費交付金戻入		
固定資産除却に係る	11,574	12,487
資産見返物品受贈額戻入		
当期純利益		225,390
当期総利益		225,390

キャッシュ・フロー計算書

自 平成 16 年 4 月 1 日

至 平成 17 年 3 月 31 日

(単位：千円)

Ⅰ．業務活動によるキャッシュ・フロー	
原材料、商品又はサービス購入による支出	△ 8,727,825
人件費支出	△ 5,044,946
その他の業務支出	△ 505,510
科学研究費補助金支出	△ 124,849
運営費交付金収入	13,519,969
臨床医学事業による収入	1,835,614
受託収入	1,918,200
寄附金収入	3,450
科学研究費補助金収入	125,550
その他事業収入	45,553
その他の収入	16,624
小 計	3,061,830
利息の受取額	64
利息の支払額	△ 17,119
業務活動によるキャッシュ・フロー	3,044,775
Ⅱ．投資活動によるキャッシュ・フロー	
定期預金の預入による支出	△ 83,002
有形固定資産の取得による支出	△ 3,353,561
施設費による収入	311,370
投資活動によるキャッシュ・フロー	△ 3,125,194
Ⅲ．財務活動によるキャッシュ・フロー	
リース債務の返済による支出	△ 532,888
長期借入れによる収入	979,145
財務活動によるキャッシュ・フロー	446,257
Ⅳ．資金に係る換算差額	—
Ⅴ．資金増加額	365,838
Ⅵ．資金期首残高	3,881,182
Ⅶ．資金期末残高	4,247,020

利益の処分に関する書類

（単位：円）

I . 当期末処分利益		225, 390, 020
当期総利益	225, 390, 020	
II . 利益処分額		
積立金	225, 390, 020	
	<u>225, 390, 020</u>	<u>225, 390, 020</u>

行政サービス実施コスト計算書

自 平成 16 年 4 月 1 日

至 平成 17 年 3 月 31 日

(単位：千円)

Ⅰ．業務費用

損益計算書上の費用

研究業務費	15,729,079	
一般管理費	1,105,641	
財務費用	17,334	
雑損	3,178	
臨時損失	12,487	16,867,721

(控除)

臨床医学事業収益	△ 1,827,381	
受託収入	△ 1,869,365	
寄附金収益	△ 3,766	
資産見返寄附金戻入	△ 7,342	
その他の事業収益	△ 45,874	
財務収益	△ 70	
雑益	△ 13,830	△ 3,767,631

Ⅱ．損益外減価償却等相当額 13,100,090

損益外減価償却相当額	2,195,944	
損益外固定資産除却相当額	3,736	2,199,681

Ⅲ．引当外退職手当増加見積額 △ 217,607

Ⅳ．機会費用

政府出資等の機会費用	370,484	
無利子による融資取引の機会費用	73,923	444,408

Ⅴ．行政サービス実施コスト 15,526,572

決 算 報 告 書

自 平成 16 年 4 月 1 日

至 平成 17 年 3 月 31 日

(単位：千円)

区 分	予 算 額	決 算 額	差 額	備 考
収 入				
運 営 費 交 付 金	13,519,969	13,519,969	—	
施 設 整 備 費 補 助 金	310,000	310,000	—	
施 設 整 備 資 金 貸 付 金 償 還 時 補 助 金	5,720,000	5,719,716	△ 283	
無 利 子 借 入 金	—	979,145	979,145	決算金額は、平成 14 年度予算の未 実施分を今年度に執行したもの
自 己 収 入	761,000	1,891,044	1,130,044	臨床医学事業収益が増加したため。
受 託 事 業 収 入 等	1,837,000	1,869,365	32,365	
計	22,147,969	24,289,241	2,141,272	

支 出				
運 営 費 事 業	14,338,000	14,584,418	246,418	
人 件 費	3,852,000	3,776,148	△ 75,851	
業 務 経 費	10,486,000	10,808,269	322,269	高度先進医療の推進に伴い、必要 経費が増加したため。
施 設 整 備 費	310,000	310,000	—	
施設整備資金貸付金償還費	5,720,000	5,719,716	△ 283	
受託事業等(間接経費含む)	1,837,000	1,869,365	32,365	
計	22,205,000	22,483,500	278,500	

注 1) 平成 16 年 3 月 29 日に中期計画が変更になったため、上記の予算金額は、当初の年度計画に記載されている予算額に、以下の項目を加算しております。

(収入) 施設整備資金貸付金償還時補助金(借入償還金) 3,803,000 千円

(支出) 施設整備資金貸付金償還費(借入償還金) 3,803,000 千円

注 2) 損益計算書の給与、賞与、及び手当に含まれている雑給は、運営費事業の業務経費に含めております。

注 3) 前年度予算分に対して今年度消化した額が決算金額に含まれております。その金額は、業務経費 770,585 千円です。