

和文年報平成 7 年

I. 概要

本研究所は、昭和 32 年の設立以来、放射線による人体の障害とその予防・診断・治療及び放射線の医学的利用に関する調査研究並びにこれらに従事する技術者の養成訓練について多くの成果を挙げてきた。チェルノブイリ事故の後、放射線の人体への影響や環境中の放射能の挙動に対する関心が高まった。また、高齢化社会の到来とともにがんによる死亡率が増大してきていることから、放射線の医学利用に対する社会の関心も一層高まっている。特に、平成 6 年度から開始した重粒子線がん治療装置による臨床試行に対する本研究所への社会的期待が一層強いものとなっている。

本研究所としては、このような社会的、国家的要請に応じるとともに、長期的展望のもとにその使命を達成できるよう、これまでの実績の上に立って、調査研究活動の一層の計画的、重点的推進を図る必要がある。

また、研究所全体の活性化を高め、研究の進展に対応するため、組織体制の見直しを行った。本年度においては、放射線医学分野における基盤的研究の新たな展開を目指すと同時に科学的技術全体の進歩をもたらすことが期待される先導的研究を推進する研究グループ制を導入するとともに、生物部門については専門ごとに細分化されていた放射線影響研究の集約化を行った。また、各調査研究の共通基盤となる基礎的調査研究の充実を図った。さらに、これらの新しい研究組織体制の下で関連研究分野の動向を的確に把握・分析し、今後の研究開発をみすえ、研究内容の深い理解に立脚した企画・運営等を行うため、企画調整部門の強化を図った。

以上のような情勢を踏まえ、「新世紀に向けてとるべき科学技術の総合的基本方策について」(科学技術会議答申、平成 4 年 1 月)、「原子力開発利用長期計画」(原子力委員会決定、平成 6 年 6 月)、「平成 7 年度原子力開発利用基本計画」(平成 7 年 3 月)、「新世紀の宇宙時代の創造に向けて」(宇宙開発委員会長期ビジョン懇談会報告、平成 6 年 7 月)、「環境放射能安全研究年次計画」(原子力安全委員会策定、平成 2 年 9 月)、「原子力基盤技術開発の新たな展開について」(原子力委員会基盤技術推進専門部会報告、平成 5 年 3 月)、「放射線利用の新たな展開について」(原子力委員会放射線利用専門部会報告、平成 5 年 6 月)等をもとに作成された放射線医学総合研究所長期業

務計画(平成6年8月策定)の方向性を踏まえて策定した平成7年度の業務計画に従い、調査研究の効率的推進を図った。

I. I. 研究業務

I. I. 1. 総合研究

総合研究は、外部の研究者、医療関係等の参加を得て、研究班を設置し、高度な研究を推進するための枠組みであり、この総合研究の最初の課題である「重粒子プロジェクト研究」を平成6年度から実施している。所長の諮問機関である研究総合会議、重粒子線がん治療装置等共同利用運営委員会(研究課題採択部会、研究成果評価部会、マシントイム部会を含む)等の検討、審議を経て調査研究の進捗状況の把握と計画的な推進に努めた。

重粒子線がん治療法は、重粒子線の特徴である速中性子線に匹敵する優れた生物効果と陽子線に匹敵する優れた線料分布を生かすことにより、がんの放射線治療の改善に寄与することが強く期待されている。重粒子プロジェクト研究は、平成元年度から平成5年度までの特別研究「重粒子線によるがん治療法に関する調査研究」の研究成果を基盤として、社会的要請であるがんの治療効果向上、患者の生活の質の向上を目指し、平成6年度から平成15年度の10ヶ年(・・・期各5年)を目途とし推進している。

さらに、世界で唯一の医療専用重粒子線がん治療装置の利用により粒子線医学における世界的なCOEを目指す。このため、本年度は、今後開かれた研究所として世界的に重粒子線治療関連研究を円滑に推進するため、医学、生物学、物理・工学等国内外の研究者、医療関係者等の参加を得て、「研究班」方式を主体として臨床試行等以下の研究を実施した。

(1) 臨床研究班

(頭頸部、中枢神経系、肺、肝、婦人科(子宮頸部)、泌尿器(前立線))重粒子線治療ネットワーク会議の定めた頭頸部、中枢神経系、肺、肝、婦人科、泌尿器の腫瘍に対するクリニカルトライアル要領に従い、上記腫瘍患者を対象に重粒子線治療の臨床試行を行った。

(2) 治療研究班

重粒子線治療の治療技術並びに治療成績向上のために必要な基礎的・臨床的研究を行うとともにその治療成績の評価法に関する研究を行った。速中性子線治療成績の解析を行う等重粒子線治療に必要な調査研究を行った。

(3) 診断研究班

PET と MRS を用いて悪性腫瘍の浸潤範囲の同定、治療効果判定及び再発、放射線壊死の診断法の確立を行った。また、DNA 診断、がん遺伝子関連蛋白の免疫染色等により、がんの悪性度や放射線感受性に関する診断法の確立を行った。ラセン CT を搭載した胸部検診システムを開発し、これを用いて早期肺癌の発見に努めた。

(4) 生物学研究班

腫瘍治療効果を最大にし、正常組織障害を最小にする重粒子線照射法の最適条件を見出すよう努めた。重粒子線の生物効果に関する機序の解明と定期的解析を行った。

(5) 物理・工学研究班

重粒子線治療に関係した医学物理の研究、特に関連した治療物理・装置工学の研究を通じて高度の治療に結びつける技術的方法を目指した。

I. I. 2. グループ研究

本年度、創設されたグループ研究は、研究の新たな発展を目指す先導的研究について一定期間に達成すべき明確な目標を設定した上で、所内外の適任の研究者を結集させてプロジェクト的に推進し、これらによって人材の流動性を高め、研究所全体の活性化を図る枠組みである。なお、研究内容については、所長の諮問期間である研究総合会議の検討、審議を経て、計画的な推進に努めた。本年度は次の3つの課題を実施した。

(1) 第1研究グループ「放射線に対する生体制御機構解明に関する研究」

本調査研究は、放射線障害や発がん、老化、炎症等の種々の疾病を引き起こす要因と考えられる活性酸素・フリーラジカルの研究が世界的に行われ始めていることや本研究所において蓄積された研究成果等を背景として、分子、遺伝子、細胞から個体レベルに至る放射線に対する生体制御機構を総合的に解明し、さらにそれらの予防、診断、治療等医学利用に寄与するために本年度から5ヶ年計画により開始した。本年度は、放射線等により生体内で生成される活性酸素・フリーラジカル種を明かにするとともに、生体内に内在的に存在する活性酸素・フリーラ

ジカルに対する制御化合物を遺伝子レベルから細胞・組織レベルまでの実験系を用いて検索した。本年度は、以下の調査研究を実施した。

生体ラジカルに関する研究

生体制御物質の発現に関する研究

細胞機能調節に関する研究

生体制御物質に関する探索研究

(2) **第2研究グループ「放射線の生物影響に関連するヒトゲノム領域の解析・遺伝子情報解析研究」**

ヒトの放射線影響のリスク評価の精度向上を図るとともに、我が国のヒト・ゲノムプロジェクトに寄与するため、内外のライフサイエンス分野の研究動向、原子力開発利用長期計画、本研究所において発展、蓄積された研究成果等を背景として、平成5年度から5ヶ年計画により開始した「放射線の生物影響に関連するゲノム解析研究」を充実させるとともに、さらにヒト・マウスゲノム解析を協力を進展させDNAデータを系統的に世界に提供するための「遺伝情報解析研究」を加えて本年度から6ヶ年計画により開始した。本年度は、放射線感受性機構及び放射線発がん機構に関するヒト及びマウスゲノム領域の解析研究、DNA塩基配列を決定して遺伝情報を解析するための技術的基盤を確立し、リスク評価に定性的・定量的な科学的根拠を提供するとともに、ヒト・ゲノムプロジェクトの国際協力に貢献するための調査研究を推進した。本年度は、以下の調査研究を実施した。

遺伝情報解析研究

放射線感受性に関与するヒト及びマウスゲノム領域の解析研究

放射線発がんの生成機構に関与するマウスゲノム領域の解析研究

(3) **第3研究グループ「宇宙環境生物医学及び粒子線生物学研究」**

本調査研究は、人類の活動領域が拡大され、2000年過ぎに運用が開始される宇宙ステーションでは日本人が宇宙に長期滞在することが予定されていることを背景として、搭乗員の宇宙活動の安全確保に寄与することを目的に、高エネルギー粒子線の健康影響・防護について研究及び、粒子線照射治療の最適化に関する研究を本年度から6ヶ年計画で開始した。本年度は、宇宙環境生物医学研究については、高エネルギー粒子線の線量・LET等を精度良く測定する機器、宇宙放射線

の生体影響を精度良く定量的に評価できる機材・手法についての調査研究を実施した。粒子線生物学研究については、重粒子線の生物効果の作用秩序に関する基礎的研究を行うとともに、炭素線の分割照射効果等治療に関する応用的研究も併せて総合的に行った。重粒子線治療に必要な生物データの取得、炭素より重い粒子線を用いた生物実験のための検討・準備を行うとともに、サイクロンを用いてヘリウム等軽い粒子に関する研究を実施した。1)宇宙放射線の放射線特性に関する調査研究 2)粒子線照射の生物物理学学的影響に関する調査研究 3)粒子線照射治療効果の最適化に関する調査研究

I. I. 3. 特別研究

特別研究については、国連科学委員会、国際放射線防護委員会等への貢献、社会的要請及び科学技術政策上のニーズへの対応のために研究所の総合性を発揮して、特に大規模に行う必要のあるもの、早急に解決が望まれるもの等について、課題に応じ所内の関連研究者が班を構成して推進している。本年度は次の3つの課題を実施した。

(1) 放射線被ばくのデトリメントとその修飾因子に関する生物学的調査研究

本調査研究は、放射線被ばくがもたらす人体への影響を最近の放射線リスク概念であるデトリメント(放射線の生物影響を人間生活の質に対する影響として総合的にとらえた概念)の観点で捉え、世界の研究動向、我が国の原子力開発利用長期計画並びに平成4年度まで実施してきた「公衆被ばくのリスク評価に関する生物学的調査研究」を背景とし、放射線によるデトリメントの定量的評価とそれを引き起こす機構の解明を目的に、平成5年度から5ヶ年計画により推進している。本年度は、現在考えられる被ばく形態における人体への放射線の影響に関連して、放射線発がん、胎児影響、内部被ばく影響について、それぞれのデトリメントを定量的に評価するための研究を行うとともにその発生機構に関する研究を実施した。

- 1) 放射線による発がんとその修飾因子に関する調査研究
- 2) 放射線及び放射性物質の胎児影響に関する調査研究
- 3) アルファ放射体による内部被ばくの生物学的影響とその修飾因子に関する研究

(2) 環境における放射性物質の動態と被ばく線算定に関する調査研究

本調査研究は、これまでに得られた重要核種の環境から生体移行に関するパラメータ等を、線量評価モデルと計算コードに直接関係づけて整理・解析することにより、健康・環境安全評価ネットワークシステム(HESANS)及び被ばく線量評価システム(IDES)高度化、精密化を図るため、平成5年度から5ヶ年計画により推進している。本年度は、これに必要となる新たな情報の創出やパラメータの精度向上を図り、様々な地域、環境条件等において適用可能な日本人の一般公衆を対象とした、より現実的な被ばく線量評価法の確立を図るとともに核燃料サイクルの確立に伴って重要視された超ウラン元素等の被ばく経路の体系化を図りつつ、環境から人体にいたる分布と挙動に関するデータベースを構築するための調査研究を推進した。

- 1) 重要核種の環境及び人体移行パラメータの整備と線量評価モデルの開発に関する研究
- 2) 長半減期核種の環境挙動と公衆被ばくに関する研究
- 3) サイクロトロン生産核種による先導的トレーサー法の開発と生体機能解明に関する総合的調査研究開発と生体

(3) 機能解明に関する総合的調査研究

本調査研究は、平成元年から平成5年度までの特別研究「重粒子線によるがん治療に関する調査研究」の研究成果を基盤として、これまでに培われてきた核医学に関する基礎的研究を拡大、発展させて、平成6年度から5ヶ年計画により推進している。サイクロトロンで生産されるポジトロン放出核種の優れた特性を生命科学及び臨床医学の分野に活かすべく、標識合成及び計測の技術開発を進めるとともにポジトロン放出核種トレーサーの体内動態と機能の相関やアイソトープによる生理活性物質の動態・代謝測定に関する研究、生体機能及び病態の解明等アイソトープ利用の基礎から応用にいたる広範囲の高度核医学を目指し、その基礎的研究を実施した。

- 1) サイクロトロン生産核種の生産・標識合成及び計測の技術開発に関する研究
- 2) アイソトープの生命科学への応用に関する研究
- 3) アイソトープの医学への応用と病態解明に関する研究

I. I. 4. 指定研究

本年度の指定研究については、特別研究に準ずる性格を有し、他の部または他の機関と相互に、密接な協力の下に行うことによって所の目的に対して適切、有意義と認められる研究を、長期業務計画等の趣旨に基づき研究所として特に強力に推進すべき研究課題として積極的に推進した。

本年度は、次の4課題について実施した。

- (1) 放射線発がんの分子生物学的特異性 – 自然発がん、化学発がんとの相違 –
(生物影響研究部、第2研究グループ)
- (2) 放射線誘発突然変異における核酸合成前駆体代謝経路関連遺伝子群の役割に関するゲノム解析研究
(第2研究グループ、生物影響研究部)
- (3) 緊急時被ばく患者治療のための総合的データベースの作成
(障害・臨床研究部、環境衛生研究部、総括安全解析研究官付、環境放射生態学研究部)
- (4) 放射線及び微小重力の骨及びカルシウム代謝に及ぼす影響
(内部被ばく研究部、第3研究グループ、環境放射生態学研究部)

I. I. 5. 経常研究

経常研究については、当面する諸情勢の変化及び研究の進展に即応しつつ、調査研究を推進し、学問的水準の一層の高度化を図るようその充実に努めた。また、長期的展望のもと継続的に取り組む必要のある放射線影響研究については、専門ごとに細分化されていた研究を集約化して効果的、効率的な推進を図った。さらに、研究の円滑な推進に資するため、数学、物理学、科学、生物学等総合的な放射線科学の基礎研究に取り組んだ

I. I. 6. 安全解析研究

本研究所は、放射線の生物学的安全研究に関する中核的研究機関として、原子力安全委員会を始めとする国の原子力安全行政の推進に寄与するため、放射線のリスク評価のための組織体制の整備を進めてきた。

本年度は、以下の研究を実施した。

- (1) リスク解析・評価用情報管理システムの整備を進め、これを用いて情報の収集・整理を行った。(総括的安全解析研究官付)

- (2) 環境中に放出される放射性物質の人体及び環境への影響を解析評価するための総合的なシステムとして平成元年度より実施してきた「健康・環境影響評価ネットワークシステム」の構築にかかわる研究を関連各研究部等の協力のもとに第Ⅱ期計画として平成6年度より平成10年度までの5年計画で実施している。第Ⅱ期計画においては、より現実的な評価モデルの作製を目標とし、第Ⅱ期計画の2年度である本年度は、システム開発を進めるとともに、このシステムの健康障害評価コンピュータプログラムを運用する上でのデータベースとして必要な日本人集団における放射線晩発影響の定量的データに関して、所管関連機関の協力を得て、種々の疫学データの収集を図った。(総括安全解析研究官付、環境衛生研究部、環境放射生態学研究部、海洋放射生態学研究部、生物影響研究関連各研究部等)
- (3) 急性放射線骨髄障害、消化管障害の治療に関する基礎的研究として、実験動物により放射線防護剤・回復剤(CSF等)の効果を検討し、その最適投与法の確立を図るとともに、同系骨髄移植と放射線防護剤・回復剤の併用効果等の検討も行い、放射線皮膚障害の定量法を確立し、薬物療法の効果判定に役立てた。(障害・臨床研究部、生物影響研究部、障害基盤研究部、第1研究グループ(生体制御)、治療・診断部)
- (4) 低線量放射線の生物作用に関しては、従来高線量放射線による障害の外押から論じられてきた。しかし、近年、低線量による刺激により高線量と異なる生体反応が生じ、それにより放射線に対する抵抗性が増加する“適応応答”の誘導が多様な系で報告されている。本研究は、未解明の放射線に対する適応応答現象を各種の指標で検出し、その成立条件を明かにするとともに、機構解明のための研究を行った。
- (5) (障害・臨床研究部、生物影響研究部) (5) 低線量放射線によるヒント集団の健康リスクの定量的評価に関して、自然放射線の中で最も寄与の大きいラドンならびに近年注目され始めたトロンによる被ばく線量の評価、体内放射能測定等に基づく被ばく線量の断続的な評価及び染色体異常等の生物学的指標によるリスクの定量化等について調査研究を進めた。(総括安全解析研究官付等)

I. I. 7. 実態調査

本研究所の調査研究に関連する分野のうち、特に必要な事項について実態調査を行い、その結果を利用して調査研究の促進を図った。本年度は、次の課題についてそれぞれ調査を実施した。

- (1)ビキニ被害者の定期的追跡調査(障害・臨床研究部、障害基盤研究部)
- (2)トロトラスト沈着症例に関する実態調査(障害・臨床研究部、障害基盤研究部、養成訓練部)
- (3)医療及び職業上の被ばくによる国民線量のための実態調査(総括安全解析研究官付、放射線科学研究部)

I. I. 8. 受託研究

本研究所における受託研究は、本研究所の所掌業務の範囲において所外の機関から調査研究を委託された場合に、本研究所の調査研究に寄与するとともに研究業務に支障をきたさない範囲において受託している

I. I. 9. 原子力基盤技術総合的研究

原子力委員会基盤技術推進専門部会報告「原子力基盤技術開発の新たな展開について」(平成5年3月)を踏まえて、平成3年度から実施された「放射性核種の環境中移行の局地規模総合モデルに関する研究」のうち放医研担当研究及び平成6年度から実施された「新たなDNA解析手法を応用した放射線突然変異の検出・解析技術の開発」のうち「DNA変異検出技術の開発及び構造変化の画像解析に関する研究」について実施した。(障害基盤研究部、放射線科学研究部、生物影響研究部、環境衛生研究部、総括安全解析研究官付、環境放射生態学研究部)

I. I. 10. 放射能調査研究

原子力平和利用の進展に伴い原子力施設等から放出される放射性物質及び国外の核実験等に伴う放射性降下物による環境放射能レベルの調査並びにこれらの解析を行なうとともに、ロシアによる放射性廃棄物の海洋投棄に関連し、日本周辺海域の放射能レベルの調査・解析の一層の拡充を図った。

(環境衛生研究部、環境放射生態学研究部、海洋放射生態学研究部等)

また、ラドン・トロン及びこれらの娘核種の居住環境における測定を行ない、国民の被ばく線量の推定に資するための基礎的な調査研究を継続して行なった。

(環境衛生研究部)

国内外の放射能に関する資料の収集、整理、保存等のデータセンター業務及び放射能調査結果の評価に関する基礎調査の業務を遂行した。

(企画室)

我が国における環境放射線モニタリングの技術水準の向上を図るため、都道府県の関係職員を対象とする技術研修を行なった。

(養成訓練部)

さらに、原子力施設における災害に起因する人体の放射線被ばく、環境の放射能汚染による影響等に関する対策を確立するため、調査・測定及び研究を推進した。

(環境衛生研究部、養成訓練部、治療・診断部、障害・臨床研究部、環境放射生態学研究部)

また、救護要員等に対し、緊急被ばく時の測定、防護、救護、被ばく評価等について教育及び訓練を行なった。

(養成区練部)

本年度における放射能調査研究に関する事項は、次のとおりである。

- (1) 環境、食品、人体の放射能レベル及び線量調査
- (2) 原子力施設周辺のレベル調査
- (3) 放射能データセンター業務
- (4) 放射能調査結果の評価に関する基礎調査
- (5) 環境放射線モニタリング技術者の研修
- (6) 緊急被ばく測定・対策に関する調査研究等

I. I. 11. 科学技術振興調整費による研究

科学技術振興調整費による研究については、科学技術会議の方針に沿って、放医研に役割が期待される研究テーマを実施した。

平成7年度の科学技術振興調整費による研究課題は、次のとおりである。

- (1) 免疫・造血システムの体細胞改変による制御技術の開発に関する研究（総合研究）
 - 1) 免疫・造血システム制御のための基盤技術の開発
 - ① 多能性幹細胞の分化制御技術の開発
 - (i) 多能性幹細胞の機能制御技術の開発（障害・臨床研究部 第I期 平成6年度～平成8年度）

- (2) 生体制御物質の分子設計と精密合成のための基盤技術開発に関する研究（総合研究）
 - 1) 生体制御精密を生物合成するための基盤技術の開発
 - ① 生体制御物質の高選択的合成技術の開発
 - (i) 生体制御物質の合成に関する研究
 - (ア) ポリヒドロキシアミン系生体制御物質の合成に関する研究(第 I 研究グループ、障害・臨床研究部 第 I 期 平成 5 年度～平成 7 年度)
- (3) エイズ等感染・発症制御のための基盤技術の開発に関する研究（総合研究）
 - 1) HIV/HTLV 感染・発症の制御技術の開発に関する研究
 - ① 感染標的細胞の制御技術の開発に関する研究
 - (i) 骨髄細胞への遺伝子導入による HIV 制御法（制御影響研究部 第 I 期 平成 5 年度～平成 7 年度）
- (4) がん細胞の浸潤・移転機構解明のための基盤技術の開発に関する研究（総合研究）
 - 1) がん細胞の浸潤制御技術の研究
 - ① 浸潤制御機構の研究
 - (i) 補体成分 C1s の浸潤能に関する研究（生物影響研究部 第 II 期 平成 5 年度～平成 7 年度）
 - 2) がん細胞の転移機構の制御技術の開発
 - ① 組織親和性発現機構の制御技術の研究
 - (i) 臓器親和性の制御技術の研究（第 3 研究グループ 第 II 期 平成 5 年度～平成 7 年度）
- (5) ヒト遺伝子地図作製技術の開発に関する研究（総合研究）
 - 1) ヒト遺伝子地図作成に関する基盤技術の開発
 - ① モデル 2－ヒト第 11 番染色体遺伝子地図
 - (i) 11q13 領域及び 11q23 領域を中心とした詳細な遺伝子地図作製（第 2 研究グループ 第 II 期 平成 6 年度～平成 7 年度）
- (6) 縁辺海における物質循環機構の解明に関する国際共同研究（総合研究）

- 1) 粒子状態物質の海水中輸送過程の研究
 - ① 放射性核種を用いた物質輸送の研究（海洋放射生態学研究部 第Ⅱ期 平成7年度～平成8年度）
- (7) 次世代型医用画像管理・診断ネットワークシステムの開発と地域医療への応用に関する研究（生活・地域流動研究）
 - 1) 地域中核病院における医用画像総合管理システムの開発と臨床評価に関する研究
 - ① 画像評価法の確立に関する研究（重粒子治療センター医療情報室 平成6年度～平成8年度）
- (8) 心臓血管（循環器）系の医用工学的計測制御に関する基礎研究（生活・地域流動研究）
 - 1) 臨床及び基礎的な循環器イメージの高度化・容易化研究
 - ① PET 及び MR による循環器イメージ解析に関する研究（障害・臨床研究部 平成6年度～平成8年度）
- (9) 省際ネットワークを利用した医療研究支援アプリケーションの調査研究（研究情報整備・省際ネットワーク）
 - 1) 医療分野の特殊性を考慮した医療研究支援アプリケーションの調査研究
 - ① 放射線医療研究における医療研究情報の活用支援機能に関する調査研究（放射線科学研究部 平成7年度～平成9年度）
- (10)放射線誘発骨髄性白血病の高リスク集団の同定に関する研究（個別重要国際共同研究）（生物影響研究部 平成7年度）
- (11)突然変異誘発機構と関連修復遺伝子の研究（個別重要国際共同研究）（障害基盤研究部 平成7年度）
- (12)発生における細胞間相互作用の解析（重点基礎研究）（生物影響研究部 平成7年度）
- (13)電離放射線感受性に関する DNA 切断修復遺伝子の研究（重点基礎研究）（障害基盤研究部 平成7年度）
- (14)水田土壌中におけるテクネチウム挙動に関する研究（重点基礎研究）（環境放射生態学研究部 平成7年度）

(15)海洋における放射性ヨウ素の循環に関する基礎的研究 (重点基礎研究) (海洋放射生態学研究部 平成7年度)

(16)放射線の生物影響研究及び放射線への応用に関する国際ワークショップ (重点国際交流) (特別研究官他 平成7年度)

I. I. 12. 官民特定共同研究

昭和61年度から発足した本研究については、国の機関以外の者と研究組織の枠を越えた共同研究を行い、効率的かつ効果的に研究開発を実施した。

平成7年度の研究課題は次のとおりである。多様同時計測による生態機能解析法の研究(放射線科学研究部 平成7年度～平成11年度)

I. I. 13. 共同研究

関連各研究機関及び産業界等との密接な連携のもとに、技術知識の交換及び研究分担を行なうことにより、研究を効率的に推進するための共同研究を行った。

I. I. 14. 電源多様化技術開発評価費による評価試験

大型再処理施設環境安全試験研究の評価に資するため、次の課題を実施し科学技術庁担当部局と協議しつつ技術評価の目標を明確にし、計画的に実施した。本年度は、以下の評価を行なった。放射性廃液除染試験に関する評価(環境放射生態学研究部、環境衛生研究部 平成7年度～平成11年度)

I. II. 重粒子線がん治療臨床試行の推進

放医研がこれまでに積み重ねてきた各種放射線によるがん治療の経験と実績を踏まえて、速中性子線の優れた生物効果と陽子線の優れた線量分布の2つの特長を併せ持つ重粒子線による臨床試行を実施するため、総合的な重粒子線がん治療臨床試行の推進を図った。

I. II. 1. 重粒子線がん治療装置の運転と性能の向上

重粒子線がん治療装置は平成5年度に完成し、平成6年度に臨床試行を開始した。最初の治療ビームとして炭素イオンを選定し、臨床試行を行なっているが今後の部位、症例に応じて、他の核種及び異なるエネルギーのビームに対応すべく準備を進めた。一方、重粒子線治療の精度を高め、信頼性を高めるため装置の高度化を進めるとともに、ビームを安定に供給するための維持管理に努めた。また、装置高度化開発研究の

一環として二次ビームポートの整備を開始した。さらに、重粒子線がん治療研究の推進では、臨床試行的のみならず治療のための基礎研究並びに治療技術開発研究について、装置を国内外の関係機関にも広く開放し、共同利用研究に対応した。

I. II. 2. 重粒子線がん治療体制の整備

重粒子線がん治療施設(新病院)の建設重粒子線がん治療臨床試行的の本格化、患者の増大に対応するため、前年度に引き続き、重粒子線がん治療施設(新病院)の建設を行なった。本施設の建設用地については計画的に取得を進めた。

重粒子線高度がん治療推進センターの建設 重粒子線がん治療の普及に向け、以下の機能等を有する重粒子線高度がん治療推進センターの建設に着手した。

患者が近くの病院で重粒子線治療のための術前、術後の診断を受けられ、患者にかかる負担を軽減するための遠隔治療の情報ネットワーク化治療に参加する外部の医療関係者等の養成及び、治療法高度化のための共同研究

I. II. 3. 重粒子線がん治療の推進体制の強化

重粒子治療センターの充実 重粒子線がん治療臨床試行的を計画的に実施していくため、組織の管理、医療事務、本装置の運転等を行う運営部門(管理課、運転課)、診断、治療等を行なう医療部門(治療・診断部)及び医療面・装置面の研究開発部門(障害・臨床研究部、医用重粒子物理・工学研究部)、さらに医療部門、研究開発部門にまたがり治療の解析、治療精度を向上させるための部門(医療情報室、治療システム開発室)を結集した組織体制によって研究の内容を充実させた。

関係医療機関で構成される重粒子線治療ネットワーク会議を前年度に引き続き開催し、治療研究の計画、実行等について審議するとともに、同会議計画部会等を開催し、その具体的方策等について審議する。重粒子線がん治療装置による臨床試行的は、重粒子線治療ネットワーク会議、臨床医学研究倫理審査委員会の審議を受けて策定したプロトコールに従い、治療部位別の臨床研究班を編成して行なった。本年度は、頭頸部、中枢神経系、肺の他、新たに肝、婦人科(子宮頸癌)、泌尿器(前立腺)を加えて6部位の腫瘍患者を対象として重粒子線がん治療装置による臨床試行的を行なった。

照射治療を終えた患者については、重粒子治療ネットワーク会議評価部会において適時部位別研究班が実施した臨床結果の評価を行い、適応疾患の選定等を図った。

I. III. 国内外関係機関との協力

当研究所の調査研究の促進等に資するため、客員研究官制度、外来研究員制度等を活用し、国内の関係機関との交流の一層の充実・活発化に努めた。さらに原子力研究交流制度、科学技術振興調整費個別重要国際共同研究制度等を活用し、国際的な貢献度の向上及び国際化の推進を図った。

I. III. 1. 客員研究官制度

本研究所においては、研究所の活性化及び研究業務の効率的・効果的推進を図るため客員研究官制度を設けている。本年度は、当研究所の最重点プロジェクトである重粒子プロジェクト研究等に外部の研究者を参画させ、同プロジェクト等を強力に推進した。

I. III. 2. 外来研究員制度

本研究所においては、所外の関連専門研究者の協力を得て、相互知見の交流と研究成果の一層の向上を図るため、外来研究員制度を設けている。

本年度は、次の研究課題について、それぞれ、担当する研究部に外来研究員を配属し研究を推進した。

- (1) 抗酸化剤及び抗ガン剤の合成に関する研究(薬理化学研究部)
- (2) ポリアミンのストレス防御機能に関する研究(生物研究部)
- (3) 放射線感受性 Scid マウス由来の培養細胞を用いた in vitro transformation(試験管内発がん)と DNA 損傷修復能の関連性の研究(生理病理研究部)
- (4) 個体発生、浸潤転移における補体第一成分 C1S とマトリクスメタロプロテアーゼ-9(MMP-9)の協同作用(生理病理研究部)
- (5) 高 LET 線の正常組織(ラ氏島)に対する RBE に関する研究(障害基礎研究部)
- (6) α 放射体被ばくにおける細胞線量のバイオドシメトリーによる評価(内部被ばく研究部)
- (7) 環境放射性核種の経気道被ばく線量算定に関与する環境パラメータ解析に関する研究(環境衛生研究部)
- (8) 健康環境安全影響評価ネットワークシステムデータベースとしての日本における放射線関連疾病統計の解析と整理(安全解析研究官付)
- (9) アポトーシスの分子機構に関する研究(障害・臨床研究部)

(10)重粒子線線量分布計算法の開発とその評価に関する研究(医用重粒子物理・工学研究部)

(11)経口摂取にともなう長半減期核種の体内移行の研究(環境放射生態学研究部)

I. III. 3. 原子力研究国際交流

原子力開発利用長期計画等に基づき、研究活動の一層の国際化を推進し、国際的な貢献を図った。

日・米、日・独、日・露、日・伊等の科学技術協力協定等の傘下で、また、国際原子力機関等を通じ、在外研究員制度、外国人研究者招へい制度等により、関係研究分野における国際研究交流を推進した。特に、日本と旧ソ連邦との協力の関連ではチェルノブイリ原子力発電所事故の影響に関する協力が、ロシア、ウクライナ、ベラルーシと3カ国にわたるため、一層効果的な研究交流を図った。

開発途上国等との協力として、原子力研究交流制度、RCA計画等に基づき、特に東南アジアからの研究員の受け入れ、専門家の派遣を推進した。また、国際協力事業団のアイソトープ、放射線の医学、生物学利用コースによる研修についても、積極的に対応した。

I. III. 4. 研究評価

企画室を中心に所外の委員によって構成される「放射線医学総合研究所研究評価委員会」を活用し、順次分野ごと計画的に研究評価を進めるため、評価委員会のもとに専門部会を設け、科学的観点から専門的、詳細に評価を行う研究評価システムを構築し、研究業務の効率化を図ることを目的として、所外の委員によって構成される「生物部門研究評価部会」及び所内の委員によって構成される「生物部門研究評価準備委員会」を設置、生物部門の研究評価について準備を行った。また、国際的視野のもとに研究評価を行うための方策についても検討した。

I. III. 5. 技術支援

技術支援部門においては、調査研究、診療等の遂行に必要な実験施設、共同実験用機器、電気・機械等施設の運用、職員及び放射線施設の放射線安全管理、実験動植物の生産供給、飼育・栽培・免疫等及びこれらに関する施設の運用、附属設備の管理並びに国有財産の管理、職員・施設の安全保持安堵の諸業務を行った

1) 技術部

技術部技術課においては、受変電、ボイラ、空調等基幹設備の効率的な運用及び空調設備等老朽化設備の計画的な改修に努めるとともに、施設管理室の設置に伴い、国有財産の管理、職員並びに施設、設備の安全の保持、職員の公務災害補償に関する業務を行った。また、内部被ばく実験棟における放射性同位元素及びプルトニウムを用いた実験研究の実施に伴う同棟の安全かつ効果的な運用に努めた。本年度は、放射線安全管理に万全を期するため、焼却設備の改修を実施した。共同実験施設(測定・分析機器、放射線発生装置及び放射性同位元素照射装置)の運用に関しては、機器・装置の計画的更新及び新規導入を行うとともに、これらの維持と適切な運用に努めた。情報処理業務では、電子計算機の利用に関し、引き続き研究需要及び情報の管理、内外関連機関間との更新等 OA 化及び LA 化の要望に対応すべく効率的な運用に努めるとともに、研究者等への支援、指導の強化を図った。研究面では、ビーグル犬生産技術の開発及び電子計算機ネットワーク高度利用に関する調査研究を行った。

技術部放射線安全課においては、経常業務の推進に努めるほか、管理機器の更新、施設の整備・維持の強化促進を進め、放射線安全管理に万全を期した。また、廃棄物処理業務は、低レベル排水処理設備等の老朽化対策を進めるとともに前年度に引き続き有機廃液の処理業務を行った。内部被ばく実験棟については、保安規定に基づき核燃料物質等の使用に関する安全対策の周知徹底を図り、同棟の効果的な運用に努めた。重粒子線棟については、同棟の放射線安全管理体制の強化・充実を図るとともに、機器の計画的な整備を進めた。また、作業要領等の見直しを行い放射線安全管理の周知徹底を図り、一層の強化に努めた。

技術部動植物管理課においては、SPF 動物生産・実験棟の円滑な運用に努め、実験研究に必要な実験動植物の安定供給を計画的に行うとともに、改修工事が完了した哺乳動物舎においては、医学、生物学研究の高度化に対応した。また、系統維持については、マウス受精卵の「凍結保存を推し進め、その効率化を図った。管理業務では、各種実験動物施設の効率的運用と衛生管理の強化に努めるとともに、老朽化対策を推進した。研究面では、小動物の微生物管理・疾病管理に関する研究及び系統動物の各種特性を明らかにする研究を行うとともに、特別研究等のプロジェクト研究に参加した。

2) 重粒子治療センター運転課

重粒子治療センター運転課においては、サイクロトロン及び重粒子線がん治療装置の円滑かつ効率的な運用に努めた。サイクロトロンについては、関係機関への開放に努

め、運転・利用の充実を図るとともに、短寿命 RI の生産の一層の充実を図った。サイクロトロン運転関係業務では、ビーム診断系の整備、機器の更新等を行い、サイクロトロンの加速性能の維持向上を図った。また、サイクロトロン棟施設の実効ある管理運営を図るとともに、老朽化対策を推進した。短寿命 RI 生産関係業務では、11C、13N、18F 等の標識化合物の経常的な生産・供給に努めるとともに、自動合成装置用調剤装置等を整備し、作業者の放射線被ばくの低減を図りつつ、短半減期放射性薬剤製造機能の一層の充実を図った。また、製品や製品原料の品質管理能力の向上を図った。さらに、ホットラボ室の設備を総合的に調整し、短半減期放射性薬剤の円滑な供給を図った。研究面では、特に重イオンの加速を行うために垂直入射系・重イオン発生装置を使用したビーム加速試験を継続して行った。また、前年度に引き続きポジトロン棟の内部整備を推進するとともに、放射性薬剤製造用自動合成装置の開発並びに標識反応中間体を効果的かつ高品質に製造するための技術開発を行った。重粒子線がん治療装置運転関係業務では、医用重粒子物理・工学研究部との緊密な協力のもとに、重粒子線がん治療装置の未整備部分の整備を重点的に進め、装置全体の安定性と性能の向上を図るとともに、2リング・システムの特徴を生かした運転方法の実現に努めた。同装置を用いた臨床試行及び共同利用研究の円滑な実施に向けて、照射装置・治療装置を含む装置全体の運転、維持管理を行った。また、外注運転要員の教育・訓練を行うことにより装置の運転・維持に関連するさらなる技術の習熟に努め、運転体制の確立を図った。さらに、重粒子線棟施設の適切な管理運営に努め、治療並びに装置運転に求められる作業環境の実現を図った。研究面では、重粒子線がん治療装置が安定して運転性能を発揮することを第一義的な目標とし、運転パラメータの最適化等の他、制御系を含む装置全体の維持・開発・改良のための各種試験を行った。

I. III. 6. 養成訓練

養成訓練部門については、前年度に引き続き、関連各部の緊密な協力のもとに、放射線防護、RI の医学利用等に関する技術者の養成訓練のほか、緊急被ばく医療対策の一環として、緊急被ばく救護等にかかわる要員の養成訓練等を実施した。さらに、原子力委員会による原子力開発利用長期計画を踏まえ、社会的要請等に応じた養成訓練業務全般のあり方について検討を行った。研修内容については社会的要請に応じて常に見直しを行っているが、本年度は特に「RI 利用生物・基礎医学課程」を見直す一方、全般的に核課程のカリキュラムを再検討するとともに、原子力委員会による原子

力開発利用長期計画を踏まえ、時代の要請に応じた要請訓練業務全般のあり方について検討を行った。また、内外の養成訓練制度について調査を進めるとともに、研修成果の向上を図るために必要な研究も行った。

I. III. 7. 診療部門

診療部門については、前年度までに得られた医療成果を基盤として、関連各部との密接な協力のもとに重粒子線がん治療装置を利用した臨床試行等業務を推進するとともに、増加する臨床試行患者数に対応するため、医療情報を管理・運用する医療情報室、治療計画・治療補助具の作製等を行う治療システム開発室を新たに設置して業務の合理的運営に努め、一層の充実を図った。また、特別診療研究の推進により診断法と治療法の高精度化等の研究に資するとともに、重粒子線がん治療装置による臨床試行を推進した。緊急被ばく医療対策については、関係各部との緊密な協力のもとに、一層その充実を努めた。重粒子治療センターの治療・診断部は、診療技術水準の維持向上と運営の円滑化、効率化に努めた。このため、各領域ごとに、以下の諸項に重点を置き、診療・研究の遂行に遺漏のないよう期した。

放射線障害研究においては、放射線被ばくに伴う急性、晩発性の両障害の診療と追跡調査を実施した。

放射線診断研究においては、ポジトロン CT、X 線 CT 及び MRI(磁気共鳴映像法)の利用を含む画像診断全般について技術の向上を図るとともに、特に、重粒子線がん治療装置による臨床試行では、より高精度の診断を目指した研究を進めた。

重粒子線治療の適応を明らかにするため、その治療技術の確立を重点的に進め、重粒子線がん治療装置による臨床試行を推進した。また、他の放射線治療については、陽子線治療症例の集積・解析を進めるとともに、X 線治療、コバルト治療、小線源治療についても治療技術の改善向上に努め、集学的治療においても新たな開発研究を行った。速中性子線治療については、これまでの治療研究を踏まえた総合評価を行った。さらに、重粒子線がん治療装置と医用サイクロトロンの利用に関しては、関係医療機関への開放の推進に努めた。

新設された医療情報室では、診療業務のシステム化を進め、医療情報を管理、運用し、放射線治療の解析を図った。このため、電算機による放射線診療記録、医療画像等医療情報の統計、管理並びに処理に関する開発研究を行った。また、新設された治療システム開発室では、放射線治療の精度維持とその向上を図った。このため、患者

の位置決め、治療計画、診断画像システム、治療補助具(固定具,ボークラス、コリメータ等)及び治療データ管理等に関する基礎的研究並びに治療計画装置に関する開発研究を行った。

I. III. 8. 緊急被ばく医療対策

本研究所は、原子力安全委員会「原子力発電所等周辺の防災対策について」(昭和 55 年 6 月平成 4 年 6 月一部改訂)に示された緊急医療体制の整備等に関する施策の必要性に対応して、原子力発電所等の万一の緊急時における緊急医療対策の一環として、所内における体制の整備を行うとともに、緊急被ばく医療のための設備、機器等の整備及び看護要員に対する養成訓練を行った。また、原子力安全委員会の「ソ連原子力発電所事故調査特別委員会報告書」(昭和 62 年 5 月 28 日)を踏まえ、骨髄移植及び放射線火傷の治療の必要性が生じた際に対応するため、治療マニュアルの作成、ネットワークの構築、技術課題の検討等を行った。

I. III. 9. 施設整備

施設整備については、調査研究の遂行に必要な実験施設・設備の整備を行うとともに、老朽化対策、研究の進展に対応した施設の改修に努めた。本年度は内部被ばく実験棟について、昭和 58 年度竣工以来 10 年を経過していることから、計画的な改修を実施した。

II. 調査研究

II. I. 総合研究 -重粒子プロジェクト研究-

II. I. 1. 臨床研究

(掲載の有無および内容不明)

II. I. 2. 治療研究

宮本忠昭、松岡祥介、中野隆史、寺原敦朗、辻井博彦(治療・診断部)、佐藤眞一郎(医療情報室)、赤沼篤夫(障害・臨床研究部)、中村 譲(治療システム開発室)、磯野可一* (*千葉大学第2外科)

1)

平成7年度は、以下の10課題が採択され実行された。治療研究班は臨床試行に直接関係する基盤的、技術的研究を分担する研究班として位置づけられている。今回は重プロ発足後、2年目となるので具体的な研究成果の得られた者を主体に報告する。

1. 速中性子線及び陽子線による治療研究(7C-001) 宮本 忠昭
2. 重粒子線治療の患者固定法と照射技術法の研究(7C-002) 松岡 祥介
3. 重粒子線治療における至適分割照射法の研究(7C-003) 宮本 忠昭
4. 重粒子線治療における各治療粒子線による腫瘍別、臓器別の治癒・障害確率の研究(7C-004) 中野 隆史
5. 重粒子線治療における診断情報処理の最適化に関する研究(7C-005) 佐藤 眞一郎
6. 患者設定の際の画像照合法の研究(7C-006) 寺原 敦朗
7. 重粒子線治療の臨床研究計画法ならびに評価法の研究(7C-007) 赤沼 篤夫
8. 重粒子線治療における生物効果を考慮した治療計画法に関する研究(7C-008) 中村 譲
9. 重粒子線治療における照射位置の3次元的确認・修正法の研究(7C-009) 辻井 博彦
10. 乳癌縮小手術と重粒子線照射(特に乳房温存療法に対する応用)(7C-010) 磯野 可一

2)

7C-002(松岡)、009(辻井)は重粒子治療計画および治療技術の研究であり併せて報告する。

1. 患者固定法では、全症例に対してユニバーサルな舟形の全身固定具を開発した。頭頸部では頭部回転用固定具とシエル、躯幹部はシエルを加えて患者の固定を行い重粒子線照射に用い有用性の研究を行った。頭位・体位ともに患者固定の再現性が明らかになった。また、照射は短縮され、快適性も高まった。
2. 物理工学研究班 7P-020:重粒子線による呼吸同期法に関する研究と共同で呼吸同期装置の開発に成功した。臨床班は、特に呼吸の信号をキャッチする赤外線センサーの研究と実用化の研究、装置の利用評価の研究を行った。

3. CT 治療計画時、ターゲットを正確にしかも迅速にマークするため、MRI 画像を CT 画像に自動的に重ねる研究を行った。現在、完全自動化という点では問題を残しているが、ほぼ完成した。

3)

7C-006 (寺原) は、診断画像と治療画像を照合して治療位置を自動的に決定することを目的とした研究である。このための方法論を研究した。これに基づいて 8 年度は、7C-002, 009 の一部として実用化の方向を研究する。

4)

7C-003 (宮本)、010 (磯野) は採択委員会の指示に従い共同で研究を進めている。平成 7 年度は、肺癌細胞を対象を絞り、速中性子線との RBE の比較、および現在使用中のカーボンビームによるリッジフィルターの肺癌細胞に対する適応性の評価研究を行った。対象とした 4 腫肺癌細胞の速中性子線と 80keV 炭素線の RBE は一致した。また、リッジフィルターの評価は 80keV の RBE10 が予測より低い傾向が得られた。この結果、現在使用中のリッジフィルターの修正の必要性が示唆された。

5)

7C-001 (宮本) は、眼腫瘍臨床研究班の先駆的研究であり、現在サイクロトロンから噴出される陽子線を用いて行われている。平成 7 年度は 7 人の網膜メラノーマの患者が治療された、また、臨床研究のためのプロトコールが別途作成され、平成 8 年度から班研究が発足する予定である。

6)

7C-004 (中野)、008 (中村) は、重粒子線治療計画、治療評価に RBE を導入しようとする研究である。その対象である光子線の TDF の線量分布を自動的に治療計画装置に載せる段階であり現在ソフトを開発中である。8 年度は、両研究は一つとなる。研究の目標、具体性について再検討を要求されている。

7)

7C-007 (赤沼) は、テーマとは離れた別の研究内容である。今年度で終了する。

8)

7C-005 (佐藤) は、重粒子線治療に伴う診療情報の研究である。電子カルテを目指し、今年度は病歴データのインフラとなる医療情報のコード化の研究として既存の標準コード体系の検討を行った。対応コードの作製は次年度になる。一方、医療画像

の病歴データ化の研究では放医研病院の PACS 類似システムの整備を目指して CT、MRI、内視鏡画像のデータセーブを行った。しかし、実用化に難点がある。現在の重粒子線治療の診療情報の管理への応用は次年度の課題である。

II. I. 3. 診断研究

吉川京燦、西村恒彦、中野隆史、松本 徹 他

概要

診断研究ではがんの診断に関して、病理・免疫学的アプローチ、形態診断の新展開、画像による機能・代謝診断法、および画像診断による副作用へのアプローチという 4 つの課題が研究され成果が得られた。

1) 画像によるがんの機能診断と治療効果判定法に関する研究および画像診断法の総合的システム化の研究 (7D-101)

吉川京燦、古賀雅久、加藤博敏、溝江純悦、宮本忠昭 (治療診断部)、吉田勝哉、鈴木和年、須原哲也 (障害・臨床研究部)、村山秀雄 (放射線科学研究部)、松本徹、佐藤真一郎 (医療情報室)、遠藤真広 (物理・工学研究部)、宍戸文男*、福田 寛*、井上修* (特別研究員)

II. I. 4. 生物研究

(掲載の有無および内容不明)

II. I. 5. 物理・工学研究

(掲載の有無および内容不明)

II. II. グループ研究

II. II. 1. 放射線に対する生体制御機構解明に関する研究

1) 概況

本研究グループは、4つのサブグループから構成され、分子、遺伝子、細胞から個体レベルに至る放射線に対する生体制御機構を総合的に解明するために、平成7年度より研究が開始された。第一サブグループでは生体ラジカルに関する研究、第二サブグループでは生体制御物質の発現に関する研究、第三サブグループでは細胞機能調節に関する研究、第四サブグループでは生体制御物質に関する探索研究を行うことを旨としている。

第一サブグループでは生体ラジカルの生成、反応性あるいは挙動の解析を分子、細胞レベルで行っている。心臓での虚血-再灌流障害に活性酸素・フリーラジカルの関与していることが示唆されている。そこで、虚血-再灌流障害の機構解明のために、心筋小胞体からのカルシウム遊離機能を担っているリアノジン受容体（カルシウムチャンネル）へのヒドロキシルラジカル($\cdot\text{OH}$)の影響を再構成膜法を用いて調べた。心筋小胞体のカルシウム遊離チャンネルであるリアノジン受容体をブタ心臓から精製し、脂質平面膜に再構成した。この膜にエチレンジアミン-銅(II)錯体と過酸化水素から発生させた $\cdot\text{OH}$ を作用させると、チャンネルの開口確率が著しく上昇した。この $\cdot\text{OH}$ による作用は、SH 試薬により阻害された。これらの結果から、 $\cdot\text{OH}$ がリアノジン受容体への作用を通じて細胞内カルシウム増大を引き起こすことが虚血-再灌流障害の発生の作用機序の一つであることが示唆された。

第二サブグループでは放射線・活性酸素などの生体ストレスに対する生体防御機構の解析を分子、遺伝子レベルで行っている。本年度は、核抽出物-DNA 結合の特異性の検討、および標的塩基配列の特定のために、標的 DNA 領域をさらに分割し、塩基配列の決定、核抽出物と結合活性を持つ領域の位置の決定、および合成二本鎖オリゴ DNA を競合阻害物質とした電気泳動シフト法を行った。その結果、核抽出物と特異的な相互作用を持つ 180bp, 220bp および 130bp の DNA 部位の同定、単離に成功し、ゲノム領域での位置を特定することができた。

第三サブグループでは細胞機能調節に関する研究の一環として組織分化と放射線誘発腫瘍の関係を調べた。ラットの妊娠期乳腺や授乳期乳腺は放射線感受性が高く、放射線被曝により高率に腫瘍を発生する。この両時期の乳腺に作用するホルモンは異なっている。各々の時期の異なるホルモンの作用で組織分化をした乳腺の放射線感受性を検討した結果、放射線による乳腺腫瘍発生のイニシエーションをエストロゲンが直接的または間接的に調節し、発生する腫瘍のホルモン依存性にも影響を及ぼしていることが示唆された。

第四サブグループでは生体制御物質の探索研究を行っているが、本年度はヒスチジン含有ペプチドを化学合成し、ESR-スピントラッピング法、DNA 切断法によりこれら化合物のスーパーオキシド(O_2^-)、ヒドロキシルラジカル($\cdot\text{OH}$)に対する消去能を検討した。ヒスチジン含有ペプチドとして Ac-D-Pen-Gly-His-Gly(1), Pro-His-Cys-Lys-Arg-Met(2), Met-Gln-Phe-His-Thr(3)を合成した。 O_2^- に対する消去能はペプチ

ド 1,2,3 とも低かった。しかし、 $\cdot\text{OH}$ に対する消去能はペプチド 1 と 2 がグルタチオンに比べ高かった。この理由としてこれらペプチドが $\cdot\text{OH}$ を直接消去するよりもむしろ $\cdot\text{OH}$ の生成を抑えていることが推測された。

平成 7 年 4 月 1 日付で本研究グループが発足し、総合研究官として小澤が、第一及び第四サブグループのサブグループリーダーを併任し、第二サブグループリーダーとして常岡和子旧薬理化学第三研究室長が、第三サブグループリーダーとして稲野宏志旧薬理化学第四研究室長が就任した。旧遺伝研究部から稲葉浩子主任研究官が第四サブグループに加わった。平成 7 年 6 月 1 日付で伊古田暢夫主任研究官が第四サブグループリーダーに昇任した。平成 7 年 9 月 1 日付で東京大学薬学部より中川秀彦研究員を第四サブグループに迎えた。色田幹雄前薬理化学研究部長及び花木昭静岡大学工学部教授は 1 ヶ年特別研究員として第一研究グループを指導された。内海英雄九大一生州大学薬学部教授を客員研究官として第一研究グループに迎え、invivo ESR による生体内フリーラジカルの画像化に関して研究を行った。三浦科学技術特別研究員は脳の生理と病態でのフリーラジカルに関する国際会議（東京）で、伊古田第四サブグループリーダー、稲葉主任研究官および石原主任研究官は第 10 回国際放射線影響会議 (Wurzburg) で、伊古田第四サブグループリーダーは AFMC 国際医薬化学シンポジウム（東京）で、小澤は食品因子の化学とがん予防の国際会議（浜松）および 1995 環太平洋化学国際会議（ハワイ）で、安西主任研究官はキーストンシンポジウム（サンタフェ）で、小澤、稲葉主任研究官および中川研究員は生物における酸素ラジカルに関するゴードン会議（ベンチュラ）でそれぞれ研究発表を行った。

第四サブグループにニュージーランドのオークランド大学より Ranjith Gamage 博士を 9 月 16 日より 2 年間の予定で STA フェローとして迎え、共同研究を開始した。第三サブグループに和歌山県立医科大学の山内洋助手を外来研究員として迎え、乳腺腫瘍に関する研究を行った。（小澤俊彦）

2) 生体ラジカルに関する研究

小沢俊彦、島津良枝、上田順市、安西和紀、三浦ゆり（科学技術特別研究員）

心臓における虚血・再灌流障害には活性酸素・フリーラジカルが関与していると言われている。我々は、虚血・再灌流障害の機構解明のために、心筋小胞体からのカルシウム遊離機能を担っているリアノジン受容体（カルシウムチャネル）へのヒドロキシルラジカルの影響を再構成膜法を用いて調べた。

心筋小胞体のカルシウム遊離チャネルであるリアノジン受容体をブタ心臓から精製し、脂質平面膜に再構成した。このカルシウムチャネルはカルシウムがない場合にはカリウムを通し、カリウムの方が電流値が大きいことから、実験にはカリウム電流を測定した。その結果、900/200mM KCl (シス/トランス) の溶液条件においてコンダクタンスが 731 pS でカリウムイオンと塩素イオンの透過性比が 1 対 0.03 である単一チャネル電流が観察された。この結果より、精製したリアノジン受容体は正常なイオン透過能を有することが確認された。

このようにリアノジン受容体を組み込んだ脂質平面膜に銅・エチレンジアミンと過酸化水素から発生させたヒドロキシルラジカルを作用させたところ、チャネルの開口確率が著しく上昇することが見いだされた。この実験系では精製イオンチャネルを用いているので、活性酸素の作用点はイオンチャネル蛋白質自身にあると結論される。このヒドロキシルラジカルによる作用は、SH 試薬の 5,5'-dithio-bis(2-nitrobenzoic acid) によって阻害されたことから、ヒドロキシルラジカルはイオンチャネル蛋白質の SH 基に作用してその開口確率に影響を与えていると言える。この結果は、ヒドロキシルラジカルがリアノジン受容体への作用を通じて細胞内カルシウム増大を引き起こすことが虚血・再灌流障害の発生の作用機序の一つであることを示唆するものである。

[研究発表]

- (1) Ueda, J., Shimazu, Y. and Ozawa, T.: Free Rad. Biol. Med., 18, 929-933, 1995.
- (2) Ueda, J. Hanaki, A. and Nakajima, T.: Chem. Pharm. Bull., 43, 359-361, 1995.
- (3) Anzai, K., Yoshioka, Y., Hatanaka, K., Nakagawa, Y. and Kirino, Y.: J. Biochem., 117, 1232-1237, 1995.
- (4) Sakamoto, S., Mihara, H., Matsuo E., Niidome, T., Anzai, K., Kirino, Y. and Aoyagi, H.: Bull. Chem. Soc. Jpn., 68, 2931-2939, 1995.
- (5) Miura, Y., Ueda, J., and Ozawa, T.: Inorg. Chim. Acta, 234, 169-171, 1995.

3) 生体制御物質の発現に関する研究

常岡和子、石原弘、古瀬雅子、田中泉

生物は、生体内外からの多様な障害を軽減するための制御機構を備えている。本研究は、放射線・活性酸素に応答して誘導される遺伝子発現の機構を解析し、生体ストレスに対する生体制御機構を分子・細胞レベルで解析することを目的とする。

放射線・活性酸素に対する生体応答の分子機構を解析するために、正常マウスの脾細胞における放射線応答遺伝子を検索してきた。そして、IL-1 β 遺伝子や fos/jun 族腫瘍原遺伝子が、放射線照射直後、一過性に発現することを見いだした。前者は放射線防護作用を持つ蛋白質を、後者は遺伝子転写調節因子をコードする遺伝子であることに注目し、その発現動態を研究してきた。

IL-1 β 遺伝子の放射線に対する応答機構を解析するために、IL-1 β 遺伝子上流およそ 10,000 塩基のゲノム DNA 領域をクローニングした。転写調節領域を含むと思われるこの DNA 領域を対象とし、電気泳動度シフト法により、照射細胞の核抽出物との特異的結合を解析した。そして、照射細胞の核抽出物には結合することなく、正常細胞の核抽出物に特異的に結合する DNA 領域を同定した。このことは、正常時、これらの DNA 領域に結合している核内物質が照射により解離することを示唆している。

本年度は、核抽出物-DNA 結合の特異性の検討、および標的塩基配列の特定のために、標的 DNA 領域をさらに分割し、塩基配列の決定、核抽出物と結合活性を持つ領域の位置の特定、および合成二本鎖オリゴ DNA を競合阻害物質とした電気泳動度シフト法を行った。そして、核抽出物と特異的な相互作用を持つ 180bp, 220bp および 130bp の DNA 部位の同定、単離に成功し、ゲノム DNA 領域での位置を特定することができた。

【研究発表】

- (1) Ishihara, H., Tanaka, I., Nemoto, K., Tsuneoka, K., Cheeramakara, C., Yoshida, K. and Ohtsu, H.: J. Radiat. Res., 36, 112-124, 1995.
- (2) Nemoto, K., Ishihara, H., Tanaka, I., Suzuki, G., Tsuneoka, K., Yoshida, K. and Ohtsu, H.: J. Radiat. Res., 36, 125-133, 1995.
- (3) Tanaka, I. and Ishihara, H.: FEBS Letters, 376, 146-150, 1995.
- (4) Ishihara, H., Tanaka, I. and Tsuneoka, K.: 10 th ICRR, Wurtzburg, Germany, 1995. 8.
- (5) 石原、田中、常岡: 日本放射線影響学会 38 回大会、千葉、 1995. 11.

- (6) 石原、田中：第 18 回日本分子生物学会年会、名古屋、1995.12.
- (7) 常岡、古瀬、色田、野本、横倉：日本放射線影響学会 38 回大会、千葉、1995.11.
- (8) 常岡、古瀬、色田、内田、野本、横倉：日本薬学会第 116 年会、金沢、1996.3.

4) 細胞機能調節に関する研究：組織分化と放射線誘発腫瘍の関係

稲野宏志、鈴木桂子、小野田眞

ラットの妊娠期乳腺や授乳期乳腺は放射線感受性が高く、放射線被曝により高率に腫瘍を発生する。この両時期の乳腺組織は処女期乳腺と比較すると顕著に発達しているが、しかし、作用するホルモンは妊娠期と授乳期では異なる。即ち、妊娠期間中は血中プロラクチン(PRL)値が低値を示し、卵巣からエストラジオールとプロゲステロン(Pg)の分泌量が増大して乳腺組織を発達させる。一方、授乳中は血中の高濃度の PRL が乳腺に作用し、プロゲステロン レセプターが消失して乳汁蛋白質の合成、泌乳が行われる。各々のホルモンの作用で異なる組織分化をした乳腺の放射線感受性を検討するため、性周期開始前の 23 日令に両側の卵巣を摘出し、2 ヶ月令の時エストラジオール-3-ベンゾエート(EB), 50 µg/日、Pg, 5 mg/日の単独投与または併用投与をした。更に、PRL 分泌を促進するためハロペリドール(halop), 50 µg/日の単独投与または EB との併用投与を 2 週間続けた。これらの処置後に現れる生物学的、生化学的変化については、平成 6 年度の和文年報で報告した。未成熟時に両側卵巣を摘出されて成長したラットの乳腺は乳管が細くて短く、組織学的に未発達であった。EB 投与群は乳管が発達して太くなり、腺胞形成がみられた。Pg 投与群と halop 投与群は腺胞形成が不十分であった。EB と Pg の併用投与により乳管伸長と腺胞形成が促進された。EB と halop の併用投与では小葉形成がみられ組織分化が最も進んでいた。DNA 合成は、これらの組織分化と相関して、EB 単独, EB と Pg の併用, EB と halop の併用投与群が活発であった。各々のホルモン処置により異なる分化度を示した乳腺組織に γ-線生(2.6 Gy) を照射後、ジエチルスチルベストロールをプロモータとして連続投与し腫瘍発生を検討した。その結果、EB 投与群:12/21(57.1%), Pg 投与群: 8/25(32.0%), halop 投与群:6/20(30.0%),EB と Pg の併用投与群: 9/23(39.1%), EB と halop の併用投与群:13/23(56.5%)の発生率に対して、オリーブ油を投与した対照群は 6/23(26.1%) の発生率を示した。統計学的に、EB 単独投与群と EB と halop の併用投与群が有意に高い腫瘍発生率を示した。EB 単独投与

群は 4 例の腺癌を発生したが、EB と halop の併用投与群では発生した腫瘍の全てが腺腫であった。発生した腫瘍の特性として、腫瘍増殖のホルモン依存性を調べるためエストロゲンレセプター(ER) とプロゲステロン レセプター (PgR) をスキッチャード法で解析した。EB 単独,EB と Pg の併用, EB と halop の併用投与後 放射線照射で発生した乳腺腫瘍は ER(+)PgR(+) が多発しホルモン依存性を示し、一方、Pg 単独投与群では ER(-)PgR(-)が多くホルモン非依存性を示した。以上の結果から、放射線による乳腺腫瘍発生のイニシエーションをエストロゲンが直接的または間接的に調節し、発生する腫瘍のホルモン依存性にも影響を及ぼしていることが示唆された。

【研究発表】

- (1) Inano, H., Yamanouchi, H., Suzuki, K., Onoda, M. and Wakabayashi, K.: Carcinogenesis, 16, 1871-18 77, 1995.
- (2) Inano, H., Suzuki, K., Onoda, M. and Wakabayashi, K.: Carcinogenesis, 17, 355-360, 1996.
- (3) 稲野:第 10 回下垂体研究会、シンポジウム、広島、199 5.7
- (4) 稲野、石井、鈴木:第 54 回日本癌学会、京都、1995.10
- (5) 鈴木、石井、山内、稲野:第 20 回日本比較内分泌学会、静岡、1995.10
- (6) 稲野、山内、鈴木、小野田、若林:日本放射線影響学会、第 38 回大会、千葉、1995.11
- (7) 鈴木、石井、山内、稲野:日本放射線影響学会、第 38 回 大会、千葉、1995.11
- (8) 小野田、稲野:日本薬学会 第 116 年会、金沢、1996.3

5) 生体制御物質の探索研究

伊古田暢夫、浜・稲葉浩子、中川秀彦、Ranjith Gamage (STA フェロー)

生体は空気中の酸素を体内に取り入れ効率良く利用して生存するが、より反応性の高い活性酸素が常に作られている。そしてこの活性酸素が種々の疾病・老化の原因になっている。また一方では、活性酸素は殺菌作用や抗がん作用を示し、生体にとってプラスの作用を示す場合もある。従って、活性酸素・フリーラジカルの発生・消去に関与し、その障害を軽減化させる生体制御物質の開発をめざし探索研究を進めている。本年度は ヒスチジン含有ペプチドを化学合成し ESR スピントラッピング法、DNA 切断法によりこれら化合物のスーパーオキシド、ヒドロキシルラジカルに対する消去能を検討した。

ヒスチジン含有ペプチドとして Ac-D-Pen-Gly-His-Gly(1)、Pro-His-Cys-Lys-Arg-Met(2)、Met-Gln-Phe-His-Thr(3)を合成した。ペプチド 1 は α -アミノ基の保護に 3 級ブトキシカルボニル (Boc)基を、またイミダゾール基の保護に 4-methoxybenzenesulfonyl(MBS)基を用い、Boc 基切断に HCl/AcOEt を使用する液相法にて行った。グリシンベンジルエステルから stepwiseelongation 法にて、順次保護した α -アミノ酸をジエチルホスホロシアニデートを用いて縮合し保護されたペプチドを合成し、無水フッ化水素ならびにイオン交換樹脂処理にてペプチド 1 を得た。ペプチド 2 ならびに 3 は、 α -アミノ保護基にフルオレニルメトキシカルボニル (Fmoc) 基を用い、Fmo 基の除去にはピペリジンを使用する固相法にて合成した。トリフルオロ酢酸処理した粗生成物を μ -ボンダスフェア 5C18-100 Å カラムを用いて精製した。ヒスチジン含有ペプチドの活性酸素消去能の測定は、スピントラップ剤として 5,5-dimethyl-1-pyrroline N-oxide(DMPO)を用いる ESR スピントラッピング法にて行った。O₂-はヒポキサンチン-キサンチンオキシダーゼ系により、また・OH は H₂O₂-Cu(en)₂ 系により発生させた。

ペプチド 1,2,3 存在下での DMPO-O₂-体ならびに DMPO-OH 体の ESR シグナル強度の減少度により、ペプチドの O₂-ならびに・OH に対する消去能力として評価した。その結果ペプチド 1,2,3 とともにスーパーオキサイド消去能は低かった。しかしながら Cu(en)₂-H₂O₂ 系により生成させた・OH に対する消去能は Met-Gln-Phe-His-Thr を除き 1 と 2 はともにグルタチオンに比べて DMPO-OH 体の生成を顕著に抑えることが明らかになった。

ペプチド 1 ならびに 2 の DMPO-OH 体生成阻止メカニズムについては次のメカニズムが考えられる。1 つは、生成した・OH を直接トラップして消去する場合、他は・OH の生成系を抑える場合である。そのために円偏光二色性 (CD) スペクトルを測定した。エチレンジアミン(en)はキラルな分子ではないので Cu(en)₂ の CD スペクトルは観測されない。光学活性アミノ酸からなる合成ペプチドはいずれもキラルであり、CD スペクトルが観測されれば、ペプチドが Cu(II)に配位していることになる。Cu(en)₂-ペプチド 1,2 の反応混合物は CD スペクトルを示した。この結果は、これらのオリゴペプチドがエチレンジアミンと配位子交換し、Cu(II)イオンに配位したことを示している。このことからこれらペプチドが Cu(II)イオンと錯体を形成することに

より Cu(II)イオンの酸化還元電位を変化させ、その結果 H₂O₂ と反応せずヒドロキシルラジカルを生成させないものと推定した。

【研究発表】

- (1) Ikota, N.: *Heterocycles*, 41, 983-994, 1995.
- (2) Hanaki, A., Saito, M. and Ikota, N.: *Nippon Kagaku Kaishi*, 388-393, 1995.
- (3) Kanai, M., Ikota, N. and Tomioka, K.: *Tetrahedron Lett.*, 36, 9349-9352, 1995.
- (4) Hanaki, A., Nagai, A. and Ikota, N.: *Chemistry Lett.*, 611-612, 1995.
- (5) Tomioka, K., Kanai, M. and Ikota, N.: *Heterocycles*, 42, 43-45, 1996.
- (6) Ikota, N. and Hama-Inaba, H.: *Chem. Pharm. Bull.*, in press.
- (7) 町田、稲葉：抗変異原・抗発がん物質とその検索法、219-228、講談社サイエンスティフィク、1995.
- (8) 花木、平岡、斎藤、伊古田：第10回生体機能関連化学シンポジウム、京都、1995、5、木田金生
- (9) 斎藤、花木、伊古田：第7回金属の関与する生体関連反応シンポジウム、浜松、1995、6.
- (10) Irie, T., Fukushi, K., Ikota, N., Namba, H., Iyo, M. and Nagatsuka, S.: 11th International Symposium for Radiopharmaceutical Chemistry, Vancouver, 1995, 8.
- (11) Ikota, N., Ueda, J., Ozawa, T., Shimazu, Y.: 10th International Congress of Radiation Research, Wurzburg, 1995, 8.
- (12) 浜・稲葉、山内、辻、田草川、森明：日本生物物理学会 第33年会、札幌、1995、9.
- (13) Ikota, N. and Ozawa, T.: AFMC International Medicinal Chemistry Symposium, Tokyo, 1995, 9.
- (14) 伊古田：第27回放医研シンポジウム、千葉、1995、12.
- (15) 浜・稲葉：第27回放医研シンポジウム、千葉、1995、12.
- (16) 中川、伊古田、小沢俊彦：生体フリーラジカル研究会第9回学術大会、東京、1995、12.
- (17) 中川、伊古田、小澤：日本薬学会 116年会、金沢、1996、3.

(18) 伊古田、中川、小澤：日本薬学会 116 年会、金沢、1996、3.

Ⅱ. Ⅱ. 2. 放射線の生物影響に関連するヒトゲノム領域の解析・

遺伝情報解析研究

1) 概況

本研究グループは旧遺伝研究部を母体として平成 7 年度より新たに発足したプロジェクト研究グループで、「放射線の生物 影響に関連するヒトゲノム領域の解析および遺伝情報解析研究」を研究課題として、5 サブグループ（研究室）構成で本年度より 6 カ年計画で研究を開始した。

本研究グループは放射線感受性機構、放射線発がん機構、ゲノム不安定性機構、細胞周期チェック機構、放射線応答機構、発生・分化制御機構等に関連するヒト、マウスおよび酵母の遺 伝子群と特定ゲノム領域についてその構造と機能を明らかにすることを目標とする。また、大量 DNA シーケンシング技術 とデータ処理技術とから成る遺伝情報解析システムを確立する とともに、マッピングおよびシーケンシング・データを GDB(Genome Data Base)と DDBJ(DNA Data Bank, Japan)に登録して国際ヒトゲノム機構（HUGO）の国際的プロジェクト の進展に貢献する。さらに、遺伝子改変技術を用いて、放射線 高感受性モデルマウス、高発がん性モデルマウス並びにヒト遺 伝性疾患モデルマウスを樹立して、放射線の生物影響に関する 総合研究に資することを目的とする。

人事面では、4 月 1 日付で三田和英主任研究官と東智康研究員が旧生物研究部より第 1 および第 2 サブグループへそれぞれ移動し、稲葉浩子主任研究官が旧遺伝研究部より第 1 研究グループへ移動した。また、同日付で菅谷公彦と小池学が第 1 および第 5 サブグループへ研究員としてそれぞれ着任した。戸張巖 夫前遺伝研究部部長は特別研究員として第 2 研究グループ全体の研究を指導された。堀、森明サブグループリーダーおよび今井主任研究官は第 10 回 ICRR（8 月、Wurzburg）に出席し、シンポジウムと一般講演で研究発表を行った。森明サブグループリーダーは国際分子生物学会議（9 月、San Diego）で分裂酵母ゲノムプロジェクトについて報告した。また、三田サブグループリーダーは第 31 回米国細胞生物学会（12 月、Washington D.C.）で分裂酵母 cDNAJ タログ化について報告した。

本年度は以下の 3 中課題を設定して研究を実施した。

- I. 遺伝情報解析研究（第 1、2 サブグループ）
- II. 放射線感受性に関与するヒト及びマウスゲノム領域の解析研究（第 3、4、5 サブグループ）
- III.放射線発がんの生成機構に関与するマウスゲノム領域の解析研究（ゲノム特研の継続課題）
（堀 雅明）

2) 遺伝情報解析システムの開発・改良に関する調査研究

三田和英、菅谷公彦、市村幸子（生物影響）、根井 充（養訓）（第 1 サブグループ）

(1) 分裂酵母 cDNA カタログ化と 3 番染色体ゲノム解析に関する研究

放射線の生物影響の機構解明には放射線感受性遺伝子や発ガン関連遺伝子の解析及びそれら遺伝子周辺の構造の情報が不可欠であり、メガベース単位の大量 DNA シーケンシングが必要である。分裂酵母を高等生物の最も単純なモデル生物として位置付け、分裂酵母の cDNA カタログ化やゲノム解析を通して大量ゲノムシーケンシングシステム確立を目指している。

真核生物に必須の遺伝子を網羅する目的で分裂酵母の cDNA カタログ化を進め、12000 以上のクローンのシーケンスを決め、2500 以上の遺伝子を分類した。これまでに 20 個の放射線感受性遺伝子、約 20 個の細胞周期関連遺伝子および翻訳機構に関わる大部分の遺伝子をリストアップできた。分裂酵母 3 番染色体（3.5Mb）のゲノムシーケンシングを進めるため、cDNA カタログ化から得られているクローンで 3 番染色体に存在する遺伝子をハイブリダイゼーションによって決めた（約 200 の cDNA マーカー）。大量 DNA シーケンシングシステムの構築を行い、ショットガン法で連続したシーケンス 6-15kb/週を決める技術確立している。

(2) ハムスター RpII 遺伝子変異株の変異部位の同定

細胞周期に以上のあるハムスター培養細胞温度感受性（ts）株の遺伝的欠損の原因遺伝子が RNA polymerase II largest subunit (RpII) 遺伝子であることを同定した。RpII 遺伝子の細胞周期における機能を明らかにするために、ts 株での RpII 遺伝子の突然変異部位を決めることが不可欠である。この目的で正常ハムス

ターRpII 遺伝子と ts 株 RpII 遺伝子の DNA 塩基配列を決定し、ts 株におけるアミノ酸変異部位を同定した。

(3) ユビキチン遺伝子に関する研究

紫外線照射によって活性化するヒトユビキチン遺伝子と活性化しないハムスターユビキチン遺伝子の 5' 上流域の DNA シーケンスを決め、上流域のゲノム環境がヒトとハムスターで全く異なることを明らかにした。

[研究発表]

- (1) Mita, K., Tsuji, H., Morimyo, M., Takahashi, E., Neno, M., Ichimura, S., Yamauchi, M., Hongo, E. and Hayashi, A.: Gene, 159, 285-286, 1995.
- (2) Mita, K., Neno, M., Morimyo, M., Tsuji, H., Ichimura, S., Sawai, M. and Hamana, K.: Gene, 162, 329-330, 1995.
- (3) Muto, M., Chen, Y., Kubo, E. and Mita, K.: Jpn. J. Cancer Res., 87, 247-257, 1996.
- (4) Neno, M., Mita, K., Ichimura, S., Cartwright, I.L., Takahashi, E., Yamauchi, M. and Tsuji, H.: Gene, in press, 1996.

3) モデル生物ゲノムの構造と機能解明に関する調査研究

森明充興、本郷悦子、東智康、浜（稲葉）浩子、（味村正博）（第 2 サブグループ）

生命現象を解明するために、一つの生物が持つ全遺伝情報の解明を目指すゲノム計画が種々の生物種で進められている。分裂酵母は、最も単純な真核生物でゲノム・サイズが 14Mb と小さい点やヒトの遺伝子が分裂酵母内で正常に発現すること、ヒトの相同遺伝子とのアミノ酸保存性が高いこと、遺伝子破壊が簡単で機能解析に向いていることなどから、ヒト細胞のモデルとして酵母を促え DNA 修復機構解析を計画した。分裂酵母から mRNA を抽出し、cDNA ライブラリーを作成して、12000 を越すクローン総ての DNA 塩基配列を決定した。400bp 以上の大きさのクローンが全体の 30%、100-400bp 以上の大きさのクロー ンが 25%、100bp 以下が 20%、インサート DNA を持たないものや混合物で DNA 塩基盤 配列の解読不能なものが 25%存在したため、9000 クローンについて解析した。cDNA ク ローン同志での比較から、cDNA クローンの重複度は 3.2 で、独立のクローン数は 2500 以上存在した。これは、酵母の全遺伝子が 7000 と推定されているため、おおよそ 1/3 の遺伝 子を網羅したことになる。分裂酵母の遺伝子は今までに約 300 程度しか報告されておらず、

殆どが新規遺伝子である。これら 2500 個の遺伝子のアミノ酸配列や DNA 塩基配列の類似性をデータベースに登録されている既知遺伝子と比較検討したところ、1/3 に当たる約 800 個のクローンが、既知分裂酵母遺伝子と同一か他種生物で報告されている遺伝子と相同な遺伝子と推定された。残り 2/3 を占める 1800 クローンは既知遺伝子とは類似性のない新規遺伝子と推定される。DNA 修復関連遺伝子は 19 個得られた。既知遺伝子 10 個、新規遺伝子 9 個である。9 個の新規遺伝子のうち 8 個は相同なヒト・マウス遺伝子が未分離のため、酵母遺伝子の情報を基にヒト・マウス遺伝子分離の方法を検討した。酵母 DNA ヘリケースで保存されているアミノ酸に対応する 20mer をプライマーにし、マウス cDNA ライブラリーを鋳型にして PCR で対応する遺伝子のクローニングを試みたところ、DNA ヘリケース活性をもつマウスの TrcF 遺伝子を得られた。完全長 cDNA は約 4700bp、1182 アミノ酸をコードし、5' UTR は 650bp、3'UTR は 500bp であった。3 種の既知 trcF 遺伝子 (E.coli, B. sub., H. infl.) との比較から、アミノ酸保存性は全体で 35-40%、特に中央部 500 番目から C 末端側 1000 番アミノ酸の間では 70% と高い類似性が示され、この方法の有効性が実証された。

【研究発表】

- (1) 森明、三田、本郷、菅谷、東、山内、辻、平山、朴：第 38 回日本放射線影響学会、千葉、1995.11.
- (2) 森明、三田、本郷、菅谷、東、山内、辻、平山、米田：第 18 回日本分子生物学会、名古屋、1995.12.
- (3) 東、本郷、三田、菅谷、平山、浜 (稲葉)、森明：第 18 回日本分子生物学会、名古屋、1995.12.
- (4) 浜 (稲葉)、山内、辻、田草川、森明：日本生物物理学界、札幌、1995.9.
- (5) Morimyo, M., Mita, K., Hongo, E., Sugaya, K., Higashi, T., Yamauchi, M., Tsuji, S., Park, W., & Hirayama, Y : 34th Annual Meeting of American Society for Cell Biology, Washington DC., 1995.12.
- (6) Morimyo, M., Mita, K., Hongo, E., Sugaya, K., Higashi, T., Yamauchi, M., Tsuji, S., & Park, W : The Molecular Biology Conference, San Diego, 1995.9.

- (7) Morimyo, M., Mita, K., Hongo, E., Yamauchi, M., Tsuji, S., Park, W., & Yoneda, K : 10th ICRR, Wurzburg, 1995.9.
- (8) 本郷、菅谷、東、平山、三田、森明 : 第 38 回日本放射線影響学会、千葉、1995.11.
- (9) 味村、森明、掘 : 第 18 回日本分子生物学会、名古屋、1995.12.

4) 放射線感受性に関連する特定ゲノム領域の同定に関する調査研究

堀 雅明、松田洋一、斎藤俊行、今井高志、伊藤綽子 (第 3 サブグループ)

第 3 サブグループでは、ゲノム解析的研究アプローチをとって、放射線感受性に関わるヒトおよびマウスの遺伝子群を同定して、その特定ゲノム領域について染色体ゲノム地図を作製するとともに、物理的コンティグ地図とその領域の遺伝子発現 (転写) 地図を作製して、放射線感受性に関わるゲノム構造と機能を解析することを目的とする。

(1) マウスゲノムの遺伝的連鎖地図作製システムの確立

実験用近交系マウス(C57BL/6)とヨーロッパ産野生マウス系統(Mus spretus)の戻し交雑マウス 150 個体について、サテライト DNA のコピー数の種間差を利用してセントロメアのマッピングパネルを作製し、各個体より抽出した DNA 試料を用いてマイクロサテライト DNA マーカーをアンカー座とした遺伝的連鎖マッピング・システムを確立した。FISH 法と併用することにより、迅速かつ正確なマウス遺伝子マッピングが可能となった。

(2) 電離放射線感受性に関与する AT 遺伝子領域のヒトゲノム解析

Ataxia telangiectasia(AT,毛細血管拡張性運動失調症)は電離放射線高感受性、ゲノム不安定性、好発がん性等の表現型を示す常染色体劣性遺伝病で、その原因遺伝子は DNA 損傷の監視機構に関わると考えられている。本年度は、ポジショナル・クローニング法により AT 原因遺伝子を同定することを目標に、遺伝的連鎖解析から示唆されている主 AT 座位(11q22.3-23.1)領域を完全にカバーする約 2Mb の YAC コンティグ地図を作製した。さらに、このゲノム領域より新しい 2 種類の遺伝子(T441 と T451)を同定するとともに、T441(NPAT) 遺伝子が ATM 遺伝子とゲノム上でオーバーラップして存在し、遺伝子の転写方向が逆であることを明らかにした。

【研究発表】

- (1) Saito, T., Seki, N.*, Matsuda, Y., Kitahara, M.*, Murata, M.*, Kanda, N.*, Nomura, N.*, Yamamoto, T.* and Hori, T.: Genomics, 26, 382-384, 1995. (*Kazusa DNA Res. Inst.)
- (2) Matsuda, Y. and Chapman, V.M.*: Electrophoresis, 16, 261-272, 1995. (*Roswell Park Cancer Inst.)
- (3) Matsuda, Y. and Tobar, I. : Int. J. Radiat. Biol., 68, 615-623, 1995.
- (4) Inoue, S.*, Orimo, A., Matsuda, Y., Inazawa, J., Emi, M., Nakamura, Y., Hori, T. and Muramatsu, M : Genomics, 25, 581-583, 1995. (*Saitama Univ. Sch. Med.)
- (5) Ichinose, H.*, Ohya, T.*, Matsuda, Y., Hori, T., Balau, N.*, Burlina, A.*, Rouse, B.*, Matalon, R.*, Fujita, K.* and Tagatsu, T.*: J. Biol. Chem., 270, 10062-10071, 1995. (*Fujita Health Univ.)
- (6) Hori, T.: Molecular Cytogenetics (Symposium), 10th ICRR, Wurzburg, August 31, 1995.

5) ヒト特定ゲノム領域の構造及び機能解明に関する調査研究

佐伯哲哉、辻 秀雄、山内正剛、辻さつき (第4サブグループ)

DNAの遺伝情報は極めて安定であるが、また劇的な変動を示すことが次第に明らかになってきている。ゲノム内には染色体不安定性領域が多数存在することが知られてきており、他方でゲノム安定性保持に関与する遺伝子群が存在しているものと考えられる。本研究はゲノム変異誘発に関与する特定ゲノム領域の構造と機能の解明および関連遺伝子群の分離と構造解析を行うことを目的とする。

- (1) 急性骨髄性白血病M4Eoの発症は16番染色体の長腕q22のPEBP2 β 遺伝子と短腕p13のMYH11遺伝子との融合遺伝子の形成を伴うことがcDNA分析で知られてきたが、本研究では9名の患者の血液DNAの分析により、ゲノムDNA上の切断部位を決定した。9名の患者の内7名では同一染色体内の融合遺伝子形成(inv-16)を示し、1名では2本の16番染色体間の転座によるもの、さらに1名ではinv-16と更に他の染色体とのrearrangementを示していた。そして逆位の相互産物の内5'側PEBP2 β 、3'側MYH11の融合遺伝子が発症原因と考えられることが知られた。

- (2) M4Eo 患者の中に脆弱部位 Fra16q22.1 (Fra16B) を PEBP2 β 遺伝子を含む 16 番染色体 22 に持つ例が見い出されている。この Fragile site と PEBP2 β との位置関係を FISH 法で調べたところ、PEBP2 β は Fragile site の端部側に位置した。次に 16q22.1 に位置する YAC クローンより、Fragile site の両側にシグナルを示すものが得られた。現在この YAC クローンから FRA16B の単離を試みている。
- (3) 脆弱 X 症候群は先天性精神遅滞症の中でも頻度が高いものである。原因遺伝子 FMR-1 の 3 塩基反復配 [(CCG) n] の反復数の増幅が発症をもたらすが、その過程は正常多型から premutation という中間段階を経て full mutation の増幅数に達して発症する。この増幅は常に女性を通じて生じることが明らかとなった。本研究で独自に調整した診断用プローブ pPCRfx1 を用いて、脆弱 X 症候群の出生前診断への応用も行われた。1 例としては、兄弟が発症した母親の妊娠 9 週令胎児につき、絨毛細胞の biopsy と培養によって診断が行われた。父親は正常、母親は carrier で、胎児 DNA 女子であり、脆弱 X 染色体をもつことが知られた。この症例では胎児は出生前に死亡したが、出生すれば少なくとも carrier となることが知られた例である。医療機関との協力により、臨床的応用が行われているところである。

[研究発表]

- (1) 辻、三田、山内、麻生*、大里*、柳澤**、伊藤***：日本遺伝学会第 67 回大会、岡山、1995.10. (*熊本大、**愛媛大、***京大)

6) 遺伝子改変技術の開発と疾患モデルマウスの作製に関する調査研究

塩見忠博、原田良信、小池学 (第 5 サブグループ)

遺伝子改変技術を確立するため、色素性乾皮症 (XP) の G 群遺伝子を欠損したマウスを遺伝子ターゲティング法を用いて作製することを試みた。

- (1) 生殖系列キメラの作製 遺伝子ターゲティングより xpg 遺伝子に変異が導入された ES 細胞クローンより、細胞形態及び核型が正常なクローンを選び、C57BL/6 (B6) マウスの初期胚に微量注入した。このような初期胚から得られたマウス個体のうち、1/3-1/12 は ES 細胞と B6 由来の細胞からなるキメラ個体であった。これらキメラ個体のキメラ率は 50-80%であった。次に生殖系列キメラを

選び出すため、キメラ個体と B6 とを掛け合わせた。その結果調べたすべてのキメラ個体で ES 細胞が生殖細胞に分化していることが確認できた。

- (2) xpg 遺伝子ノックアウトマウス系統の樹立 xpg 遺伝子の N 末端近くをノックアウトした TV2 由来のキメラ個体と B6 とを掛け合わせ変異をトランスミットしたヘテロ個体を得た。ヘテロ個体は外見上は正常個体と見分けがつかなかった。ヘテロ個体の遺伝的バックグラウンドを B6 にそろえるため、さらに 3 回 B6 との掛け合わせをおこなった。バックグラウンドを B6 にそろえたヘテロ個体同志を掛け合わせるによりホモノックアウトマウス (ホモ) 個体を得ることができた。このホモ個体は出生時には正常個体あるいはヘテロ個体と差がなかったが、それ以後の成長が抑制され体重の増加は非常に遅れ、離乳期前までにはすべてのホモ個体は死んでしまった。ヘテロ個体同志の掛け合わせにより生まれた個体の遺伝子型を調べると $-/-$ (ホモ) : $+/-$ (ヘテロ) : $+/+$ (正常) は 35 : 89 : 39 であった。これはメンデル性の遺伝様式に当てはまりホモ個体は胎仔期において死亡することなくすべて生まれてきていることを示している。従って、出生以後何らかの異常により正常な成長が阻害され、結果的に離乳期までに死にいたるものと考えられる。

【研究発表】

- (1) 原田、塩見、小池、井川、岡部、塩見：第 42 回日本実験動物学会、横浜、1995.5.
- (2) 原田、塩見、小池、井川、岡部、塩見：日本遺伝学会第 67 回大会、岡山、1995.10.
- (3) 塩見、塩見、原田、伊藤、山泉：日本遺伝学会第 67 回大会、岡山、1995.10.
- (4) 原田、塩見、小池、塩見：日本放射線影響学会第 38 回大会、千葉、1995.11.
- (5) 三浦、佐々木、近藤、高崎、塩見：日本放射線影響学会第 38 回大会、千葉、1995.11.
- (6) 原田、塩見、小池、井川、岡部、塩見：第 18 回日本分子生物学会、名古屋、1995.12.
- (7) 塩見：文部省重点領域研究・公開シンポジウム、遺伝情報維持の分子機構、吹田、1996.1.

(8) Harada, Y., Matsuda, Y., Shiomi, N., Shiomi, T., Genomics, 28, 59-65, 1995.

7) 放射線誘発のゲノムDNA再配列の解析

巽 紘一, 高萩真彦, 古野育子 (生物研究部)

X 染色体長腕上のヒポキサンチン・フォスフォリボシルトランスフェラーゼ

(HPRT) 遺伝子を含む欠失領域の大きさと切断点の塩基配列特異性の解析、および常染色体16番長腕上のアデニン・フォスフォリボシルトランスフェラーゼ (APRT) の欠失、体細胞分裂組換え (染色体乗り換え)、および染色体不分離の解析に基づき、発がん要因である電離放射線が誘発する突然変異と自発突然変異との質的差異の有無、ならびに正常ヒト由来細胞と放射線高感受性または高発癌性遺伝病患者由来細胞に生ずる突然変異の質的相違の有無を明らかにし、突然変異事象が放射線誘発がんの律速段階になり得るかを考察する資料を取得することを目的とした。

HPRT 遺伝子は全長 43kb で 9 つの exon からなる。変異のために HPRT が失活した変異体クローンは 6 チグアニン (TG : 5 μ g/ml) 抵抗性指標で選抜されるが、各 exon ごとにプライマーを用意し多重 PCR を行って、欠失の大きさを大まかに知ることが可能になった。また HPRT 遺伝子を挟む 5'側、3'側領域についても調べて最大約 1.2mb までの欠失が検出できた。ヒト・リンパ芽球様細胞 WIL2NS の自発突然変異では 28%が欠失を伴ったが、全 exon が欠失するものが 8%あった。一方、高発癌性遺伝病ブルーム症候群由来リンパ芽球様細胞では自発 TG 抵抗性変異体の 83%が欠失を伴い、加えてその半分以上が全欠損であった。さて、2Gy の γ 線照射により誘発された WIL2NS 細胞変異体クローンの 54.8%が欠失を伴い、38.7%が全欠損を示した。DNA 組換え欠損細胞の TK6 では γ 線誘発変異における欠失の関与が WIL2NS より小さかった。

低 LET のガンマ線誘発変異と自発変異の欠失が占める比率は大きく異なるが、京大熊取原子炉 (KUR) での熱中性子、中速中性子照射ではさらに欠失の比率が高かった。

欠失変異の比率は照射線量が高いと増加するが、照射線量率の影響はこれまで調べられていなかった。30Gy/y の急照射から 5000 分の 1 に下げる (線量は 3-4Gy) と自発変異の寄与分が相対的に増えるが、TG 抵抗性変異頻度は約 1/3 に低下する。その場合、果たして変異の種類まで変化しているかを、自発変異は影響を受けないもの

と仮定して検討した。その結果、精度の許す範囲で線量率低下は欠失の比率には大きく影響しないことが判明した。すなわち、修復されやすい DNA 損傷とされにくい損傷との間には欠失生成に関して特に関係がない。

【研究発表】

- (1) 巽, 安倍, 笠井, 寺岡, 明石, 大山, 高萩, 古野: 日本放射線影響学会第 38 回大会, 千葉, 1995.11.
- (2) 巽, 高萩, 三田, 古野, 有田, 錦織, 立花, 加藤: 第 54 回日本癌学会総会, 京都, 1995.10.
- (3) 巽, 立花, 藤森, 佐々木: 日本環境変異原学会第 24 階大会シンポジウム, 豊中, 1995.11
- (4) Tachibana, A., Tatsumi, K., Masui, T., Kato, T.: Mol. Carcinogenesis, in press.
- (5) Furuno-Fukushi, I., Tatsumi, K., Takahagi, M., Tatchibana, A.: Int. J. Rad. Biol., in press.

8) 放射線誘発マウス骨髄性白血病の生成機構の解析

石原弘、田中泉、常岡和子（第一研究グループ）、吉田和子（生体影響研究部）

代表的な放射線の晩発障害である骨髄性白血病は C3H 等の近交系マウスに 3Gy 程度の X 線を全身照射することでも発生する。本研究はこの実験腫瘍発生系を利用して、放射線障害から腫瘍発生までの過程に寄与するゲノム領域を検索し、その構造機能の異常ならびに腫瘍化の分子機構を解析することを目的とする。

放射線誘発腫瘍発生の分子過程を解析するためにはその過程のインジケータとなり得る異常ゲノム領域を直接単離することが必要である。さらに、発生来歴の異なる複数の骨髄性白血病細胞に共通した普遍的異常が理想的なインジケータである。これまで特定の白血病細胞に特異的な腫瘍遺伝子異常等を同定してきたが、その異常にレトロトランスポゾン (RTn) の関連する例の多いことに注目した。特に正常マウスゲノムに約 1000 コピー散在している intracisternal A-particle (IAP) と呼ばれる RTn の逆転写 DNA エlement数が、多数の独立発生白血病細胞ゲノムにおいて 10-20% 程度変動していたことから、IAP 関連異常が白血病細胞で頻発していることが示唆された。

本年度は IAP エlement挿入が普遍的な事象であることを証明するために、まず、骨

髓性白血病細胞に特異的な IAP エlement 挿入部位を配列特異 PCR に利用して検索した。別種のゲノム内散在配列である short interspersed element-B2 の近傍 4000 塩基以内に挿入されている IAP エlement 領域を増幅したところ、腫瘍細胞ゲノムに特異的な増幅が、複数の独立発生骨髄性白血病細胞において多数観察された。さらに、これらの増幅 DNA のクローニング、塩基配列決定およびこれを探索体としたゲノム構造分析を進め、正常細胞では発生し難い IAP エlement の新規挿入が、骨髄性白血病細胞で頻発していることを証明した。

骨髄性白血病発生過程で IAP によるレトロトランスミッションが頻発・蓄積し、ゲノム構造のみならず遺伝子機能に影響を与え、細胞の腫瘍形質に寄与することが、少なくとも C3H マウスにおいて示唆された。

【研究発表】

- (1) Tanaka, I. and Ishihara, H.: FEBS Letters 376, 146-150, 1995.
- (2) 石原、田中：第 18 回日本分子生物学会年会、名古屋、1995.12.

9) 放射線誘発胸腺リンパ腫の生成機構と系統間差異の解析

武藤正弘、久保あい子、藤森亮、福村龍太郎、相沢志郎、神作仁子、(生物影響研究部)

これまでに放射線誘発リンパ性白血病の系を使用して、T 細胞リセプター遺伝子再配列のパターンとがん化に伴う遺伝的变化を比較解析することによって、発がんの多段階過程を解析する実験系を開発し、がん抑制遺伝子、染色体異常の生じる時期について解析してきた。その結果ある照射個体からのリンパ腫においては、発がんの初期過程において特定の転座を含む染色体異常が生じることが明らかになった。そこで、X 線誘発 T 細胞リンパ腫に特異的に異常発現している遺伝子を同定・分離するため、cDNA サブトラクション法を使用して解析を行った。B10.Thy 1.1 マウス由来の染色体転座(1A; 13B)が生じている X 線誘発 T 細胞リンパ腫及び B10.Thy 1.1 マウス正常胸腺細胞より poly A mRNA を抽出し、それぞれ cDNA を合成した。これらの cDNA を Sau3AI で切断した後、正常 cDNA はビオチン化したリンカーを付加し、リンパ腫の cDNA には別のリンカーを付加して、アベジン磁気ビーズ法によって、cDNA サブトラクションを行った。得られた cDNA を M13 ベクターに組み込み、インサート cDNA を分離した。これまでに 1750 個の cDNA クローンを分離し、ドットハイブリダイゼーション等により、220 個のリンパ腫特異的に発現しているクローンを

得た。さらに特徴的な染色体異常を伴っている別のX線誘発T細胞リンパ腫群A-H由来のcDNAをprobeにして、ドットハイブリダイゼーションを行った結果、G群リンパ腫特異的に発現しているcDNAクローンの多くは、他のリンパ腫(A-H)でも異常発現していることが示された。この結果は別々に生じてきたリンパ腫にもかかわらず、共通の異常発現が見られることを示しており、今後これらのcDNAを詳しく解析することによって、共通の機構による発がん様式が存在するかを明らかにしたい。

また、B10.Thy 1.1マウスをX線照射後、14-26日目の胸腺からmRNAを抽出し、cDNAを合成して、それをプローブにしてドットハイブリダイゼーションを行った結果、リンパ腫特異的cDNAクローンの多くは、これらのプローブと反応した。このことは放射線照射によって初期に発現してくる異常なmRNAが、リンパ腫になってもそのまま発現していることが示唆された。

【研究発表】

- (1) Muto, M., Chen, Y., Kubo, E., and Mita, K. : Jpn. J. Cancer Res. 87, 247-257 (1996).
- (2) Aizawa, S., Kamisaku, H. and Sado, T. : Bone Marrow Trans. 16, 603-609, 1995.
- (3) Muto, M., Utsuyama, M., Horiguchi, T., Kubo, E., Sado, T., and Hirokawa, K. : Cell Prolif., 28, 645-657, 1995.
- (4) Kitagawa, M., Aizawa, S., Kamisaku, H., Ikeda, H., Hirokawa, K. and Sado, T.: Blood 86, 1557-1563, 1995.
- (5) Muto, M., Chen, Y1., Kubo, E. and Mita, K. : 10th International Congress of Radiation Research, Wurzburg, Germany, 1995, 8. (1Dep. of Radiobiology, CIRP, China)
- (6) 藤森、グプタ, M.1, 法喜、ポミエ, Y.1 (1 米国国立がん研究所、分子薬理学) : 第87回米国国際がん学会、ワシントン、1995, 4.
- (7) 武藤、久保、五十嵐 1、三田、(国立がんセンター1) : 第54回日本癌学会、京都、1995, 10.
- (8) 北川、相沢、池田、佐渡、神作、広川 : 第54回日本癌学会、京都、1995, 10.
- (9) 久保、Chen Y1、武藤、(1 中国輻射防護研究院) 第38回日本放射線影響学会、千葉、1995, 11.

(10) 相沢、神作、五十嵐、佐渡：第 38 回日本放射線影響学会、千葉、1995,11.

(11) 武藤、Chen Y1、久保、池村 2、三田（1 中国放射防護研究院、2 遺伝学研究所）第 38 回日本放射線影響学会、千葉、1995, 11.

(12) 相沢、神作、五十嵐、佐渡：第 25 回日本免疫学会、福岡、1995,11.

1 0) 放射線発がんの修飾因子の遺伝子解析

鈴木元、野村昌行、中田有紀子、鶴澤玲子、能勢正子、明石真言（障害・臨床研究部）

放射線誘発胸腺リンホーマ細胞は、正常胸腺細胞と異なり、ストローマ細胞由来の液性因子（胸腺リンホーマ細胞刺激因子；TLSF）に対する反応性を持つ。私達は、TLSF 反応性の獲得が発がん過程で重要な役割を果たしていると想定し、TLSF 遺伝子および TLSF レセプター遺伝子のクローニングを行ってきた。

TLSF 遺伝子は、 α ケモカインに属する遺伝子で、機能不明の遺伝子 SDF-1 (Science 261 : 600、1993) と同一であった。TLSF/SDF-1 遺伝子の染色体マッピングを行ったところ、この遺伝子は、従来 α ケモカイン遺伝子群がマップされている部位とは無関係の染色体上にマップされることを発見した。すなわち、マウス染色体 6F1 領域、D6Mit55 から 0.8cM 下流で D6Mit12 よりは 3.0cM 上流であることが判明した。また、ラット TLSF/SDF-1 遺伝子は、相同染色体部位である 4q42.1 にマップされた。これらの領域は、他の α ケモカイン遺伝子群がマップされるヒト 4 番染色体とは関連がない。この結果は、TLSF/SDF-1 遺伝子が新たなケモカインファミリーを構成する可能性を示唆しており、興味深い。

生体の中で TLSF/SDF-1 に反応してミグレートしてくる細胞は、c-kit マーカー陽性でリニエージマーカーを持つ一定程度分化した骨髄細胞であった。正常な未分化胸腺細胞は、TLSF/SDF-1 に反応しない。この結果は、TLSF/SDF-1 に対するレセプターの発現が分化段階特異的に制御されている可能性を示唆している。この点を明らかにするため、T L S F とヒト免疫グロブリンの融合タンパクの作成および T L S F レセプター遺伝子のクローニングを行っている。これまでに、TLSF 反応胸腺リンホーマ細胞から、ケモカインレセプター IL-8RB 遺伝子、CC-CKR4 類似の遺伝子、およびヒト LCR1 類似の遺伝子をクローニングした。全長 cDNA 遺伝子配列の決定を行っている。

【研究発表】

- (1) M. Nomura, Y. Matsuda, H. Itoh et al. Cytogenet. Cell Genet. In press.
- (2) M. Nomura, Y. Nakata, T. Inoue et al. J. Immunol. Methods 193: 41-49, 1996.
- (3) S. Ichikawa, H. Sakiyama, G. Suzuki et al. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 93: 4638-4643, 1996.
- (4) Y. Nakata, K. Matsuda, A. Uzawa et al. J. Immunol. 155: 4231-4235, 1995.
- (5) G. Suzuki, M. Nomura, A. Uzawa et al. Int. Immunol. 7: 37-43, 1995.

II. II. 3. 宇宙環境生物医学研究及び粒子線生物学

1) 概況

宇宙ステーションと放射線防護への準備

西暦 2002 年に完成予定の国際宇宙ステーション「アルファ」はいよいよ 1997 年 11 月に建設が開始され、最初の機材はロシアのバイコヌール基地から打ち上げられる。この国際宇宙ステーションは日本、米国、カナダ、欧州連合、ロシアが共同で建設するもので、日本実験 (JEM) と呼ばれる「軌道上研究所」モジュールがあり、ここに日本人宇宙飛行士が交替で常駐して様々な研究活動を行う。完成前の 2000 年に米国のスペースシャトルで機材をそこに運んで実験する予定があり、第 3 研究グループの安藤らの細胞照射実験計画が宇宙開発事業団の 1 次選定で採択されている。

同ステーションは従来は日米加欧が共同建設する予定だったが、ロシアの参加が決まったため予定軌道を変更し、すでに飛んでいるロシア製宇宙ステーション「ミール」をドッキングさせることになった。そのため軌道傾斜角 (赤道からの傾き) は当初予定の 28.5 度から 51.6 度に変更された。これは放射線被曝の観点からは重要な意味を持つ。なぜなら、特に大きな太陽面爆発 (SPE) によって 100MeV 程度の高エネルギー陽子線が大量に放出された時、それが新軌道を直撃する可能性があるためである (地球磁場の形状のせいである。28.5 度の場合は余り問題ない)。そのような巨大爆発は 11 年に 2 回程度 (継続時間は 10 時間程度) あり得るので、宇宙飛行士の放射線防護が必要である。

そこで、第 3 研究グループでは国際宇宙ステーションと同等軌道を飛ぶミールを利用して予備実験を行う。保田、高田らは宇宙飛行士の個人モニタ候補であるガラス線量計、TLD、フィルム、ESR 線量計などを入れたパッケージを製作し、今年 12 月

20日にバイコヌール 基地から打ち上げ、来年2月に回収する便に搭載する予定である。現在その校正に向けて HIMAC ビーム照射実験等を行っている。なお他機関の共同研究者はミールに生物試料を搭載する。

概況

本研究グループは本年度新たに設立されたもので、宇宙活動の発展による人類の活動領域の拡大に対応した様々な研究、即ち宇宙放射線防護や宇宙放射線被曝によって生じる生体影響の解明を大きな目的の一つとする。宇宙放射線の特徴は極めて高エネルギーの粒子線という点であるが、これはがん治療照射で用いる加速器ビームと共通する性質である。放医研にあるがん治療装置（HIMAC）で潜在的に利用可能な粒子種は炭素から鉄までであるが、いずれも宇宙放射線の中に含まれる成分である。この共通点を考慮して当グループでは宇宙だけでなく、がん治療効果の最適化を目的とする研究も実施している。

当グループの構成メンバーの出身は旧物理研究部（山口）、旧薬理化学研究部（松本）、旧生理病理研究部（根本）、環境衛生研究部（藤高）、旧障害・臨床研究部（安藤、小池）、医用重粒子物理・工学研究部（古澤）、環境放射生態研究部（保田）と多岐にわたり、全く新たに編成された組織である。平成7年9月からは障害・臨床研究部の客員研究官だった鈴木雅雄が加わり、さらに平成8年2月には東北大学から高田真志が採用されて加わった。また4月から野田豊（放射線科学）、笠井清美（障害基盤）、福田俊（内部被曝）、古川雅英（環境衛生）、山極順二（技術）、松下悟（技術）、河野明弘（技術）が併任として加わって当グループの研究活動を支援した。同様に4月から早稲田大学理工学総合研究センターの道家忠義教授が客員研究官として加わり、主として宇宙放射線の計測で指導助言を行った。また平成7年10月から坂下哲哉が新技術事業団の科学技特別研究員に採用されて当グループに参加し、特別研究の一環として放射性気体の輸送に関する計算コード作成を行った。当グループは重粒子プロジェクトの多くの共同研究課題に参加しているが、特に古澤は生物研究班の世話人として貢献した。また保田は5月に日本保健物理学会奨励賞を受賞した。研究生、実習生も多く受け入れた。

当グループは組織上4つのサブグループに分かれ、第1サブグループ（安藤興一サブグループ・リーダー）は治療効果の最適化および基礎的な放射線生物学の研究を分担、第2サブグループ（藤高和信がサブグループ・リーダーを兼任）は放射線生物学

と治療用ビームの最適設計等を分担、第3サブグループ（山口寛サブグループ・リーダー）は放射線防護のための物理計測と線量評価、および構造生物学を分担、第4サブグループ（松本真二サブグループ・リーダー）は放射線生物物理学の諸課題を分担する体勢であった。ただし当グループでは相互乗入れによって全体として成果を上げる体勢で臨んだ。先行母体のない新規グループであり、各メンバーの専門が物理、環境、生物、医学と幅広くまたがる学際研究集団であるため、様々な困難や戸惑いがあったが、日本における宇宙環境の放射線研究の中心的存在として育ちつつある。なお6月には宇宙開発事業団との間に共同研究契約が成立し、放医研はフロンティア共同研究の「宇宙生物医学研究」コアとして、成果の取りまとめ機関となった。これに伴い、藤高が宇宙環境利用推進センターの宇宙生物医学研究委員会の委員長になり、併任の福田が10月より委員に加わった。

国際的な活動も盛んで、山口は当グループ発足前から米国（ニューヨーク）で構造生物学研究を行っており、6月に帰国した。5月には古澤がBNL、NASA/JSC、LBNLの研究会出席のため米国へ渡航し、保田がAEAシンポジウム（ウィーン）に出席した。6月には藤高が国際自然放射線シンポジウム（モントリオール）で発表し、ラドンワークショップ（ニューヨーク）に出席した。また安藤は粒子線生物影響研究のため米国（ニューヨーク）に渡航した。8月には安藤、根本、古澤、鈴木が国際放射線影響会議（ヴュルツブルク）で発表し、古澤はスウェーデンのLund大学も訪問した。11月には藤高がEML（ニューヨーク）のラドン実験に参加した。一方、10月には米国NASAのT. YoungがSTAフェローとして滞在し、11月にはNASAのK. George及びM. DuranteがSTAフェローとして滞在した。12月には藤高が宇宙開発事業団主催の国際ワークショップ（筑波）に参加し、保田は日米リスク研究学会（ホノルル）に出席した。平成8年1月には太陽活動予測国際ワークショップ（日立市）で鈴木が発表を行なった。また1月にはケンタッキー大学の浦野宗保教授が来訪、2月には米国BNLのM. Vazquezが来訪した。

（藤高和信）

2) 宇宙放射線の計測と防護に関する調査研究

2. 1) 宇宙線線量評価の研究

藤高和信、保田浩志、高田真志、野田豊（放射線科学）、道家忠義（客員研究官）

この課題の主目的は宇宙ステーション搭乗員の放射線防護であり、副目的は航空機等の大気圏における2次宇宙線の線量評価である。国際宇宙ステーション建設計画にロシアが加わることが確かになり、ロシアのミール宇宙ステーションとドッキングできるように軌道が変更された。そこでミールを国際宇宙ステーションの予備実験の場として利用する実験計画がスタートした。これに積算線量計測で参加することにし、独自の線量計パッケージを設計した。これら宇宙実験の準備のため、宇宙開発事業団／宇宙環境利用推進センターの「JEMに先立つ宇宙実験計画—宇宙放射線モニタと生物影響調査実験計画検討」委員会に参加して計画立案と内容検討を行い、線量計の具体的な仕様を決めた。2次宇宙線については前年度までに富士山等で測定したデータを再解析し、国内における地磁気緯度依存性を明らかにした。また過去に国際線航空機で実測したデータを取りまとめ、欧米路線と赤道をまたぐ路線の積算線量に2倍も差があることを明らかにした。

2. 2) 構造生物学の研究

山口寛、Miroslav Pinak (STA フェロー)

粒子線による生物効果はその有効電荷と速度によって異なる。この線質の問題を「Dual Radiation Action 理論」により検討した。その結果、粒子線の効果（増殖死）は、標的の大きさとして、直径0.075 μm の球内のエネルギー付与で決まる成分と、直径0.2 μm の球内のエネルギー付与で決まる成分、からなっていることが示唆された。前者はDNA分子、後者は染色体の標的を示唆するものである。示唆されたこれらエネルギー付与の評価を、測定から求めるのか、飛跡シミュレーションから求めるのか、今後の検討課題である。

放射線損傷を受けたDNA分子の多くのものは修復される。この損傷と修復酵素の修復メカニズムを研究するために分子動力学の研究を行った。本年度は、まず損傷のあるDNA分子に如何なる形態変化が生起するのかを調べた。その結果、損傷（チミンダイマー）DNA分子は損傷部位で特異的なバンドを示し、周辺の水分子も正常DNA分子に比べ若干異なる分布をとることが示された。これらは回復酵素が損傷DNA分子を認識する信号である可能性がある。この点を明らかにするためにさらなる検討が必要である。

3) 粒子線照射の生物物理学的影響に関する調査研究

3. 1) 重粒子線照射の生物物理学的影響に関する調査研究

古澤佳也、鈴木雅雄、金井達明（重粒子物理・工学研究部）、安藤興一、山口寛、藤高和信

粒子線のエネルギー付与特性と生物効果との関係及び損傷生起のメカニズムを理論的及び実験的方法で明らかにするため、加速エネルギーや種類の異なる重粒子線を用いて、細胞の致死・突然変異誘発効果や遺伝子発現作用を調べるとともに、マイクロドシメトリー・ナノドシメトリーの観点から粒子線の生物物理学的特性の解析を試みることを目的とした。

放医研で粒子線治療の前臨床試行として行った理化学研究所リングサイクロトロン及び放医研医用サイクロトロンを用いた細胞実験の結果から、同じ LET の粒子線であっても粒子種によって細胞致死率が異なることや突然変異誘発の効率が異なることを見出してきた。本年度から HIMAC（重粒子線がん治療用装置）が本格的に生物実験に使用できるようになり、135MeV/u のみであった使用できるビームのエネルギーが拡大され、高エネルギー領域での実験がかのうとなったので、これを用いて実験を拡大してデータを蓄積した。

複数の異なったヒトの培養細胞系に対する重粒子線（炭素 290MeV/u、LET13 及び 77keV/ μm ）と X 線（200keV）による致死感受性の比は、細胞種によって異なるが、どちらの LET の炭素ビームでも、感受性の大小 2 つのグループに分類し得るような微細構造をとること、PCC 法で検出した致死線量あたりに生成される修復されないクロマチン切断数の比が細胞致死で見られた微細構造と定性的に同等であること、単位吸収線量あたりに生成される修復されないクロマチン切断数は X 線・炭素イオンビームいずれの場合にも細胞の致死感受性に比例して一律に決まること、などが判った。これらの結果から、特に修復されないクロマチン切断誘発と細胞致死との相関性が明確になり、がん治療に対する腫瘍の放射線感受性予測のための実験系と成り得ることが示唆された。また治療では分割照射が行われるが、分割照射の過程で細胞の放射線感受性が変化する可能性がある。この点に関してヒトの正常細胞及びがん細胞に対して X 線及び炭素イオンビームの分割照射を行った結果、正常細胞の X 線分割のみ、分割回数が多くなるに従って生存率の上昇が認められたが、炭素イオンビームではそのような現象は認められなかった。また、がん細胞については X 線・炭素イオンビームいずれも分割による感受性の変化は見られなかった。

治療に用いられるビームは、体内でのその生物学的効果が均一になるように設計さ

れているが、その均一性を体内の深度をシミュレートする照射容器を作成して評価を行った。通常の培養フラスコを用いた実験では予想値と異なった結果が得られ、二次粒子の空間分布の関与等を考慮したビーム設計が、より高度な重粒子線治療では要求されるであろう事が予備的に示唆された。

3. 2) 粒子線の飛跡構造と生物影響の研究

松本信二、後藤文史郎、玉野井逸朗（重粒子物理・工学研究部客員研究官）

粒子線の生物影響を明らかにするために、損傷の実体を調べ、損傷に対する耐性、修復されずに残る損傷はどのようなものか、残った損傷がどのように分裂を停止させて回復時間の延長を図っているか等を調べている。細胞は放射線を照射されると、DNA 損傷を修復するために細胞周期を停止して効率的な回復を図るようになる。類似の現象が細胞を高温におくことでも起きる。そのような高温で細胞を培養すると、分裂は停止する一方で細胞サイズの成長は続くため、細胞は巨大化する。このようなことの起きる境界温度を推定し、また含有元素量比および放射線感受性を調べた。境界温度は 40.0℃であり、その温度ではカリウムが顕著に増大することが判った。

3. 3) 微小重力における放射線生体影響の研究

福田俊（内部被曝研究部）、笠井清美（障害基盤研究部）、藤高和信

年度途中から宇宙開発事業団との協力で微小重力装置（クリノスタット）を製作できることが分かったため、小動物用の小型試作品の設計に取り組んだ。これは 3D 方式と呼ばれるもので、直交する 2 つの回転軸の周りを回転させることで重力を分散する原理に基づく。培養細胞用や植物用のものは既に他研究機関に存在するが、個体動物用のものは初めてのため、給餌、排泄処理等で実際上の困難が多くあり、今年度は基本設計を検討しつつ、一部の試作を開始するに留まった。次年度に完成する予定である。また骨粗鬆症モデルラットに重粒子線を照射して、そのミネラル代謝を調べる実験を行ったが、これは宇宙の微小重力環境における骨代謝のシミュレーションの一環と位置づけられる。

4. 1) 粒子線照射治療効果の最適化に関する調査研究

安藤興一、小池幸子、野島久美恵、陳玉昭、安藤総一郎（研究生）、大淵徹（研究生）、小林信義（研究生）、清水わか子

本年度に実施した研究は下記の通りである。

- 1) HIMAC290MeV/n 炭素線の腫瘍治療効果について調べた。マウス移植線維肉腫腫瘍の増殖遅延及び5%治癒率線量をガンマ線と比較すると、それぞれ1.9及び2.0（拡大ピーク内下流）であった。
- 2) C-10 神経膠種が照射実験に敵したヌードマウス移植ヒト由来脳腫瘍であることが判明した。
- 3) マウス皮膚早期反応をもたらす炭素線分割照射線量を線エネルギー別に調べ、入射平坦部では分割照射効果が高いが拡大ピークでは回復が少ないことが判明した。
- 4) マウス小腸クリプト細胞の致死に関する350MeV/n 炭素線3分割照射実験を行い、拡大ピークの生物効果が腸管にたいしても均一であることを確認できた。
- 5) 転移に対する粒子線照射の作用を調べるための予備実験を行った。皮下移植したC1300 マウス神経芽細胞腫にガンマ線照射した後に肝転移が増える実験系を確立した。
- 6) 微小重力宇宙ステーションにおける粒子線損傷修復を調べるための予備実験を行った。DMSO 添加されたL5175 細胞は急速凍結処理にたいして耐性を示すことが判明した。

4. 2) 臓器親和性の制御技術の研究

安藤興一、堀信一、小池幸子、荻生俊昭

A/J マウスの肝と肺より臓器由来血管内皮細胞を分離培養し、単層培養を用いて同系マウス由来神経芽細胞腫との接着性を検討した。早期継代培養の肝由来血管内皮細胞に対して神経芽細胞腫細胞（C1300、N18LM5）は高い接着性を示し、in vivo の転移実験の結果と良く相関する結果であった。培養血管内皮細胞に各種サイトカインや肝細胞、クッパー細胞の培養上清を加えたところ神経芽腫細胞との接着性が変化し、臓器内環境において、血管内皮細胞の接着性が周囲より制御されていることを示唆する結果であった。

性質の異なる2つの神経芽細胞腫について、転移実験における肝転移巣を比較したところ、一方は血栓を形成せず血管外に浸潤増殖が見られたのに対し（C1300）、他方は血栓を形成し膨張性に周囲に浸潤した（N18LM5）。腫瘍細胞の同種細胞間並びに細胞外器質や他の細胞との相互作用の相違を反映しているものと考えられ、転移形成

は必ずしも定まった一つのルートではなく、腫瘍の組織型により異なる道筋が存在する可能性があることがわかった。

【研究発表】

- (1) 藤高：宇宙環境利用フロンティア共同研究成果発表会、東京、1995.1.
- (2) Fujitaka,K. et al.:6th Int'l Symp.Natural Radiation Environment,Montreal, 1995.6.
- (3) 藤高：日本保健物理学会ミニシンポジウム、水戸、1995.5.
- (4) 山口、Pinak、曾我：日本医学放射線学会第70回大会、大鰐、1995.9.
- (5) 山口、Pinak、古川、Osman：日本放射線影響学会第38回大会、千葉、1995.11.
- (6) 山口、Pinak、古川、Osman：第9回分子シミュレーション討論会、東京、1995.11.
- (7) 山口：第27回放医研シンポジウム、千葉、1995.12.
- (8) 山口、Pinak、古川、Osman：生命工学研究所「構造生物学」国際ワークショップ、筑波、1996.3.
- (9) Yasuda, Uchida: Water Air Soil Pollut.,83,85-96,1995.
- (10) Yasuda: J.Nucl. Sci.Technol.,32,1272-1283,1995.
- (11) Yasuda: Int'l Workshop on Improvement of Environmental Transfer Models and Parameters,Tokyo,1996.2.
- (12) Takada et al.: Nucl.Instr.Meth.,A-372,253,1996.
- (13) 坂下ら：保健物理、31(2)、161-168、1996.
- (14) 古川ら：Radioisotopes、44、21-24、1995.
- (15) Doke et al.: Radiation Measurements,24,75-82,1995.
- (16) 古澤：Radioisotopes、44、44-49、1995.5.
- (17) Furusawa,Y.:6th Ann.Space Radiat.Health Workshop,1995.
- (18) Furusawa,Y.:Space Radiology Seminar, JSC/NASA,Houston,1995.5.
- (19) Furusawa,Y.:BiophysicSeminar,LBNL,Berkely,1995.5.
- (20) Furusawa,Y. et al.:3rd Int'l Sym. Biophysical Aspects of Auger Process,1995.8
- (21) Furusawa,Y. et al.:10th Int'l Con.Radiat.Res.,Wurzburg,1995.8.

- (22) Ando,K. et al.:10th Int'l Con. Radiat.Res.,Wurzburg,1995.8.
- (23)古澤ら：日本放射線影響学会第 38 回大会、千葉、1995.11.
- (24) 鈴木、加瀬、金井ら：宇宙生物科学、9、9214-215、1995.
- (25) 鈴木：Radioisotopes、44、818-823、1995.
- (26) 鈴木：放射線生物研究、30 (4)、241-260、1995.
- (27) 鈴木、金井、加瀬ら：第 1 回先端基礎研究シンポジウム、東海村、1995.3.
- (28) 鈴木、加瀬、金井ら：日本医学放射線学会第 34 回生物部会、名古屋、1995.4.
- (29) Suzuki,M., Watanabe,M., Kanai.T. et al.: 10th Int'l.Con. Radiat Res,
Wurzburg, 1995.8.
- (30) 鈴木、加瀬、金井ら：日本宇宙生物科学会第回大会、東京、1995.10.
- (31) 鈴木、加瀬、古澤ら：日本放射線影響学会第 38 回大会、千葉、1995.11.
- (32) Suzuki,M. et al.: Int'l Workshop on Solar-Terrestrial
Predictions,Hitachi,1996.1.
- (33) 後藤、船越、松本：日本放射線影響学会、千葉、1995.11.
- (34) 安藤、小池、陳、根本ら：日本放射線影響学会、千葉、1995.11.
- (35) Koike,S. et al.: GSI Seminar, Darmstadt, 1995.8.
- (36) 小池、陳、安藤、根本ら：日本放射線影響学会、千葉、1995.11.
- (37) 小池ら：日本放射線腫瘍学会、東京、1995.11.
- (38) 根本、小池ら：日本放射線影響学会、千葉、1995.11.
- (39) Nemoto: 5th Workshop pn Heavy Charged Particles in Biology and
Medicine,GSI,Darmstadt,1995.8.
- (40) Matsushta, Ando, Koike et al.: 43rd Radiation Res Society,San
Jose,1995.4.
- (41) 福田、飯田：第 12 回宇宙利用シンポジウム報文集、103-105、1995.
- (42) Fukuda et al.: Health Phys.,30,117-120,1995.
- (43) Eguchi-Kasai et al.: Adv.Space Res.,18,10-118,1996.

II. III. 特別研究

II. III. 1. 放射線被ばくのデトリメントとその修飾因子に関する 生物学的調査

1) 概況

本特別研究は、放射線の健康影響における「害」の概念を、ICRP等の動向に従い、従来の「リスク」から「デトリメント」として捉え直すことを念頭に、放射線による影響を定量的に明らかにし、影響発現機構を理解し、さらにその修飾因子の影響を評価することを通して、影響低減策につなげることを目的にしている。本研究は平成5年度からの5カ年計画の3年目に当たる。

内容的には、放射線影響としてデトリメント評価上問題の多い次の3点に絞った。すなわち、低線量域での放射線被ばくの最大関心事である放射線発がん、確定的影響としては極めて感受性が高く、社会的関心も高い胚と胎児への影響、ならびに原子力利用での放射線安全上極めて重要なプルトニウムを中心とする内部被ばくであり、それぞれを中課題として設定している。全体を通じ、動物実験を主体に種々のレベルの実験を行うことを特長とする。

放射線発がんとその修飾因子に関する研究では、SCIDマウスとその原系統C.B-17マウスの放射線発がん感受性の検討、ラット乳腺腫瘍発生へのホルモンの影響、カトリ制限によるマウス骨髄性白血病発生の抑制機構の解析、骨髄性白血病と肺腫瘍の線量線量率効果について研究を行ない、成果が上がっている。

放射線の胎児影響に関する研究では、プルトニウムの内部被ばくによる胎児造血器系障害の系統差、マウス中枢神経系の発生に対する外部照射の影響の研究に進展があった。

内部被ばく影響に関しては、模擬気道キャストによる放射性粒子状物質の吸入・沈着実験、ラット生体での代謝実験、アルファ放射体によるバイオドシメトリ法の確立、プルトニウムの吸入による肺腫瘍発生、注射投与による骨腫瘍発生とキレート剤による発がん低減化の研究が進んでいる。

所内の組織改革が進んでいる中で、各班員の努力により着実に成果の蓄積が進んでいる。

2) 放射線高感受性ミュータントマウスを用いた放射線発がんに関する研究

荻生俊昭、小林 森、石井洋子、島田義也、西村まゆみ、古野育子(生物影響研究部)、鈴木文男(外来研究員)、松本恒弥(動植物管理課)、研究協力者:早尾辰雄、上野 涉(動植物管理課)

SCID マウスは免疫不全を有すると共に、放射線感受性が 高く、ヒトの末梢血管拡張性運動失調症（A T）に類似した症状を示す。A T 患者や保因者は発がんリスクが高いことが知られており、SCID マウスは放射線高感受性モデル動物として、放射線感受性と発がん感受性の関連性の解析に 有用と考えられた。今回、それらの関連性の解析を目的に SCID（scid ホモ）マウスとその親系統である C.B-17 マウス およびそれらの交雑系 F1（scid ヘテロ）マウスを用い、SPF 動物施設内で γ 線の照射を行なった。

急性障害実験で各 マウスに 3～8 Gy の照射を行なった結果、LD50(30)値は、SCID マウスでは約 4 Gy、C.B-17 マウスでは約 7 Gy、F1 マウスでは約 6.5 Gy で、SCID マウスでの最大耐用線量は 3 Gy であったため、長期の発がん実験では各系統のマウス各々について 0、1、2 および 3 Gy の 4 照射群を設けた。発がん実験は、途中経過であるが、 γ 線の照射を受けた SCID マウスは実験 15 週頃から死に始め、78 週現在までに 90%以上が死亡し、その大多数が胸腺リンパ腫を有していた（発生率は 74～90%、対照群での発生率は約 30%）。C.B-17 マウス(137 週現在) および F1 マウス（79 週現在）では γ 線照射による胸腺リンパ腫発生率は 6%以下である。即ち scid 変異をホモに有するマウスでは、放射線の致死感受性が高く、また、放射線による胸腺リンパ腫発生の感受性が高いことが示された。次に、発生した胸腺リンパ腫について細胞膜 表面抗原の解析を行なった。この結果、ほとんどのリンパ腫は CD4+/CD8+の比較的分化した形質を示したが、CD4+/ CD8-または CD4-/CD8+、CD3-、TCR- $\alpha\beta$ -、TCR- $\gamma\delta$ -、IL-2R+、HSA+の未分化な腫瘍細胞を含むリンパ腫も少数ながら認められた。これらの特徴は SCID マウスの自然発生リンパ腫で見られたものとほとんど違いが無かった。

[研究発表]

- (1) Ogiu, T., Kobayashi, S., Shimada, Y., Nishimura, M., Suzuki, F.*, Sado, T.: Tenth International Congress of Radiation Research, Wurzburg, Germany, 1995.8. (* Kanazawa Univ.)
- (2) 荻生、小林、西村、島田：第 54 回日本癌学会総会、京都、1995.10.
- (3) 小林、島田、西村、鈴木*、荻生：第 54 回日本癌学会総会、京都、1995.10.
(*金沢大・薬)

(4) 小林、島田、西村、鈴木*、荻生：日本放射線影響学会第38回大会、千葉、1995.11. (*金沢大・薬)

(5) 西村、向川原、島田、小林、荻生：日本放射線影響学会第38回大会、千葉、1995.11.

3) 放射線による乳腺腫瘍の発生機構とその調節因子に関する研究

稲野宏志、鈴木桂子、小野田 眞 (第1研究グループ)

妊娠中や授乳中の Wistar-MS 系ラットに γ -線を全身照射すると、高率に乳腺腫瘍が発生し、この放射線によるイニシエーション作用にエストラジオールとプロラクチンが関与していることを既に報告した。一方、ヒトの場合、男性の乳癌の発生頻度は女性の場合の1%以下、また、男性の全癌患者の約0.2%とされ、男性の乳癌発生は非常に稀な疾患のため研究が遅れている。性成熟した雄性 Wistar-MS (W/MS) 系、Fisher-344(F-344)系、Sprague-Dawley(SD) 系ラットを用いて、放射線による乳腺腫瘍の発生を検討した。各系統のラットを四群に分け、I 群は無処置、II 群は3ヶ月令から1年間ジエチルstilbestロール(DES)の連続投与、III 群は2ヶ月令の時 γ -線(2.6Gy)を全身照射、IV 群は、III 群と同様に照射後、3ヶ月令からDESを連続投与した。実験を開始してから一年間に発生した乳腺腫瘍は、W/MS 系-I 群:0/12(0%), -II:0/20(0%), -III:2/29(6.9%), -IV:7/20(35.0%), F-344 系-I 群:0/5(0%), -II:0/30(0%), -III:0/20(0%), -IV:3/32(9.4%), SD 系-I 群:1/15(6.7%), -II:3/21(14.3%), -III:2/21(9.5%), -IV:17/21(80.9%) で、SD 系ラットが放射線感受性が高く、F-344 系ラットが低かった。担腫瘍ラット当たりの腫瘍数でも SD 系が多かった。各系統の無処置群の血中テストステロン値は $W/MS < F-344 < SD$ を示し、W/MS と F-344 系ラットは DES 投与により有意に低下した。SD 系ラットは DES 単独投与では血中テストステロン値は低下せず、放射線被曝後の DES 投与で低下した。精巣のアンドロゲン生合成に関与している酵素群の活性は血中テストステロン値の変動と相関していた。一方、血中プロラクチン値は、各系統共 DES により有意に上昇し、特に F-344 系-IV 群と SD 系-IV 群は脳下垂体腫瘍が発生してプロラクチン濃度が高値を示した。更に、ホールマウント法で乳腺組織を観察すると、SD 系ラットが分化度が高かった。これらの結果から、W/MS、F-344、SD 各系統雄ラットは γ -線被曝による乳腺腫瘍発生において異なる感受性が示唆された。精巣のテストステロン生合成能が高い SD 系ラットが特に高い

感受性を示したのは、乳 腺組織の分化度等からテストステロンが生体内でエストロゲン生合成の前駆体となっている可能性を示唆している。しかし、雄ラットの血中エストラジオール値は非常に低い値を示すため、正確に測定することが困難で今後の問題として残った。

【研究発表】

- (1) Inano, H., Yamanouchi, H., Suzuki, K., Onoda, M. and Wakabayashi, K.: Carcinogenesis, 16, 1871-1877, 1995.
- (2) Inano, H., Suzuki, K., Onoda, M. and Wakabayashi, K.: Carcinogenesis, 17, 355-360, 1996.

4) マウス骨髄性白血病の発症とその修飾因子に関する研究

吉田和子、井上 達* (生物影響研究部、* 客員協力研究員)、石原 弘(第 1 研究グループ)、早田 勇(障害基盤研究部)

C3H/He 雄マウスを 10 週令で 3 Gy 全身 1 回照射を行うと、骨髄性白血病の発症率は約 24%であるが、照射前および照射後より約 79%のカロリー制限を行うと発症率はそれぞれ 約 8%と 11%に減少する。この減少機構及び放射線誘発骨髄性白血病の発症機構を解明することが、最終目的である。 カロリー制限による減少機構の解明骨髄性白血病発症の標的細胞である、造血幹細胞の細胞 周期がこの減少機構に関与している可能性があるため、この点について BrdUrd-UV 法をもちいて検討した。ブドウ糖オキソリジン(BrdUrd)はチミンアナログであるため、S 期の細胞に特異的に取り込まれ、近紫外線照射は BrdUrd を取り込んだ細胞のみを殺傷する。従って、この方法(BrdUrd-UV 法) は IN VIVO で持続ラベルが可能である。この方法を用いて制限食と対照食群のマウスに 5 日間の持続ラベルを行い恒常状態における造血幹細胞の細胞周期内分画全体の 大きさを比較した。対照食の大腿骨は約 45%の造血幹細胞が細胞周期に入っていたのに対し、制限食群では約 26%と 減少していた。また、脾臓でも対照食群では約 26%が細胞周期内であったのに対して制限食群では約 19%へと減少していた。以上の結果より、カロリー制限による骨髄性白血病の発症率の減少機構の 1 つは、標的細胞である造血幹細胞の細胞周期の遅延が関与していることが示唆された。

【研究発表】

- (1) Yoshida, K., Nemoto, K., Inoue, T. and Sado, T.: Tenth International Congress of Radiation Research, Wurzburg, Germany, 1995.8.

- (2) Yoshida, K., Inoue, T. Matumura, T., Hirabayashi, Y., Nemoto, K. and Sado, T.: The XVIII Symposium of the International Association for Comparative Research on Leukemia and Related Diseases. Kyoto, 1995.10.
- (3) 吉田、井上、平林、松村、根本、佐渡：日本放射線影響学会第38回大会、千葉、1995,11.
- (4) Yoshida, K.: 2nd Italy-Japan Workshop on: Radiation Effects and Biomedical Applications, Rome, Italy, 1995.12. .

5) 放射線の低線量率による線量・線量率効果因子に関する実験的研究

大津裕司(特別研究官)、古瀬 健、野田攸子(生物影響研究部)、白貝彰宏(放射線科学研究部)、安田徳一(特別研究員)

ヒトの環境放射線によるリスクを推定する際に、高線量・高線量率被曝群から推定するには、推定の対象となる疾病等に関して、線量・線量率効果係数 (DDREF)を得る必要がある。これまでの研究では線量効果関係が必ずしも十分な確度で得られておらず、推定に困難がある。この研究は マウスにおける骨髄性白血病の発生に関する DDREF を広い 線量率範囲にわたって、より確度の高い線量効果関係から得ようとするものである。放射線による骨髄性白血病の好発系マウスとして C3H マウスを用いた。高線量率ガンマ線照射 (SPF 条件) は 88.2 cGy/min (H群)、低線量率照射 (CV 条件) は 0.0298cGy /min (A群)、0.0067cGy/min (B群)、0.0016cGy/min (C群) で8週齢から照射を開始し、照射終了後、終生飼育し、死後の解剖所見と病理所見から骨髄性白血病を同定した。これまでのところ照射は終了しており、終生飼育が行われている。これまでに得られた結果の一部を報告する。急照射での骨髄性白血病の発症が線量効果曲線上の3 Gy にピークがあり、低線量率照射では2~4Gy で有意に高く、対照群の0%と各線量群の値の回帰直線の傾斜の比を DDREF とするとH群とA群との比較で5.5、H群とC群との比較で11.7となった。さらに今回10Gyを低線量率のA、B二つの条件で照射した場合について報告する。照射期間はA群が56日齢から81日齢まで、B群が56日齢から181日齢までであった。A群では300日齢までに肺の不全、胸腺リンパ腫等による顕著な生存率の低下があり、B群では300日齢までの死亡は1例のみであった。その後500日齢までの死亡はA群で少なく、全期間を通して骨髄性白血病の発症はなかった。この期間のB群での死亡数はA群の2倍で、骨髄性白血病の半数が発症した。寿命短縮率で

はA群が 15.9%、B群 17.4%と有意ではないが線量率の低いB群が大きかった。骨髄性白血病の発症率はA群で 0% (0/152)、B群では 4.6%(7/151)であり顕著な差を認めた。このB群の値はA-、C-4 Gy群での骨髄性白血病の発症率と同程度であった。

[研究発表]

(1) 古瀬、野田、大津、白貝、安田：日本放射線影響学会第38回大会、千葉、1995.11

6) 発生過程における中枢神経系等の組織構築とその放射線損傷に関する研究 田口泰子、伏木信次*、石川裕二、広部知久(生物影響研究部、* 外来研究員)

大脳形成期の特定の時期に原子爆弾の胎内被曝を受けた者に精神遅滞が見られることと関連して、大脳皮質形成期における細胞分裂を終え、分化過程にある神経細胞への放射線の影響が注目されている。本研究では、マウス大脳皮質形成期にDNA合成期にある細胞をBrdUで標識してその細胞周期の中で産み出された神経細胞の移動を追跡する実験系を用いて、神経細胞の移動に対する低線量放射線の影響を調べた。本年度は、大脳形成中期の3日間の連続照射の影響を調べ、昨年度までの1回急照射の結果と比較した。

妊娠14日の母マウス(C57BL×C3H)にBrdU0.5mg腹腔内注射し1時間後から妊娠17日までの3日間、¹³⁷Cs- γ 線源からの種々の距離に置き一日の線量が0.1、0.3および1Gyになる様に照射した。照射直後の妊娠17日マウスからの胎仔、照射母マウスから生まれた出生後2、3および8週齢マウスの脳を4%のparaformaldehydeで固定し、大脳の海馬中央部を通る部分を前額断にて切り出し、常法で4 μ mのパラフィン切片を作製し、抗BrdU抗体を用いた酵素抗体間接法を行った。Diaminobenzidine発色により濃く黄褐色に染色された核を標識細胞として、それらの大脳皮質における分布を解析した。

妊娠14日の標識時点で産み出された神経細胞は、非照射群の成熟した大脳皮質のII-IV層に分布する。0.1Gy/dayおよび0.3Gy/dayの線量率で胎齢14日から17日の3日間 γ 線の連続照射をしても、大脳皮質形成期の神経細胞の移動に殆ど影響が見られなかった。また、1Gy/dayの連続照射群では、胎児期の大脳皮質での神経細胞のわずかの移動の遅れが観察された。また、成体になったマウスでは標識神経細胞の大脳皮質での分布の乱れの傾向は観察されたが、わずかの個体のみで有意のもので

なかった。これらの結果は、昨年度までに報告した妊娠 14 日の 1 回急照射に比較して、低線量率連続照射は脳皮質の組織構築に与える影響は少ないことが示唆された。また、メダカを用いた実験では、昨年度胚に X 線を急照射し、遊泳異常を伴う小さい視蓋（中脳）をもつ稚魚の出現することを示したが、本年度は、この遊泳異常稚魚は、脳胞形成期(stage 21-26)の胚に 10Gy 照射すると最も高率に生ずることを明らかにした。また、近交系メダカの脳の組織構築を調べる過程で、脳形態がメダカの系統により異なることが見いだされた。

【研究発表】

- (1) Hyodo-Taguchi, Y., Fushiki, S., Kinoshita, C., Ishikawa, Y. and Hirobe, T.: Tenth International Congress of Radiation Research., Wurzburg, Germany, 1995.8.
- (2) 田口、伏木、木下、石川、広部：日本放射線影響学会 第 38 会大会、1995.11.
- (3) 石川：第 100 回日本解剖学会大会、東京、1995.4.

7) 放射性物質の摂取に伴う胎児の被ばく線量とその影響に関する研究

久保田善久、高橋千太郎(内部被ばく研究部)、西村義一、武田 洋(環境衛生研究部)、上島久正(養成訓練部)

母体に摂取された放射性核種の内部被ばくに伴う胎児の デトリメントを実験的に検証することが求められている。そのため本研究課題は、1)放射性核種の受胎産物各部位における代謝パラメータを確定し、その線量を明らかにすること（代謝研究）ならびに 2)胎児内部被ばく影響を高 感度で検出できる指標を明らかにすること（影響研究）から放射性核種の胎児摂取量－線量－効果関係を実験的に求め、放射性核種の年摂取限度を胎児の放射線防護に適用することの妥当性を検証することを目的とし、本年度は以下の研究を遂行した。

化学形の異なる ^3H 、 ^{14}C を妊娠動物に投与し、化学 形によって胎児および新生児への移行率、組織内分布が異なることを実証した。

妊娠初期にプルトニウムを投与することにより B6 マウスでは胎児肝臓中の造血幹細胞数が有意に減少するのに対し、C3H マウスでは 10 倍量以上のプルトニウム投与によっても全く影響を受けないこと、このマウス系統差がプルトニウムの胎児移行量に起因するものではないことを定量的 オートラジオグラフィによって実証した。

妊娠時の放射線被ばくに伴う母体及び胎児の造血器系 障害の発生を ^{59}Fe の取り込みを指標として検討した。

【研究発表】

- (1) 高橋、久保田、越本、佐藤：日本放射線影響学会第 38 回大会、千葉、1995.11.
- (2) 久保田、高橋、佐藤、越本：日本放射線影響学会第 38 回大会、千葉、1995.11.
- (3) 越本、高橋、久保田、佐藤：日本放射線影響学会第 38 回大会、千葉、1995.11.

8) 吸入放射性物質の気道内沈着と体内動態に関する研究

稲葉次郎、佐藤 宏、山田裕司、宮本勝宏、小泉 彰(内部被ばく研究部)

本研究は、呼吸気道のキャストモデルを用いた実験によりエアロゾルの呼吸器道内への沈着機構を明らかにし、動物実験により吸入エアロゾルの沈着様相およびその後の体内動態ならびにそれらに影響を及ぼす因子について明らかにすることを目的としている。気道内沈着に関しては、呼吸気道内におけるエアロゾル沈着機構を解明するため、これまで各種の呼吸気道模擬キャストを導入してきた。1994 年末に、ICRP の呼吸気道モデルが Pub.30 から Pub.66 モデルへと改訂されたのに伴い、エアロゾル沈着実験に用いる呼吸気道模擬キャストも新たに 8 分岐気管支モデルを先に開発した 3 次元光造形法により作成した。また、形態が複雑でこれを数学的に表現することが困難であった喉頭部分についても、単純な直円管・放物球・楕円球などを組み合わせることにより 3 次元 CAD データを求め、これも 3 次元光造形法によりキャストモデルを作成した。エアロゾル沈着実験は現在 $0.01\sim 0.3\ \mu\text{m}$ 範囲でデータ収集中である。この粒子径範囲は新呼吸気道モデルで新たに熱力学的放射能中央径 AMTD で定義されるようになった領域である。これまでに気管支の分岐次数が浅くても粒子径が小さい場合にはかなりの効率でエアロゾルが沈着することが明らかになっている。一方、体内動態に関しては、1994 年 11 月に水酸化 Pu を吸入させたラットでの Pu の肺残留率、糞尿への排泄、肺からの全身への移行率を求め、それぞれについて水酸化 Pu を高温 (1150°C) 及び低温 (400°C) 焼結させることにより生成される 2 種の酸化 Pu の吸入実験で得られた結果との比較を行った。吸入後 2 日間の初期排泄量は高温の方が高い。水酸化 Pu の結果では、高温酸化 Pu よりも初期排泄率は高い値を示した。3 種の Pu 粒子の溶解性の高さは水酸化 > 低温 > 高温であることは容易に推測できるが、初期排泄は上部気道の粘液繊毛運動によると考えられるため粒子径の影響が大きいと推測される。低温酸化 Pu の粒子径は $0.29\ \mu\text{m}$ で高温より約 $0.1\ \mu\text{m}$

小さく、初期排泄率が低い。したがって、水酸化 Pu の初期排泄が高いのは、吸入直前では高温酸化 Pu とほぼ等しい粒子径であった水酸化 Pu は加熱されていないためミスト状で吸入され、吸入後、粒子径が大きくなったためと思われる。肺から肝への移行率、糞尿中への排泄率は水酸化 > 低温 > 高温の順に低下するのは各粒子の溶解性の違いを反映している。

【研究発表】

- (1) 山田、小泉、稲葉：日本保健物理学会第 30 回研究発表会、水戸、1995.5.
- (2) 山田、小泉、稲葉：第 12 回エアロゾル科学・技術研究討論会、八王子、1995.8.
- (3) 佐藤、山田、石樽、仲野、榎本、小泉、宮本、小木曾、福田、飯田、高橋、久保田、稲葉：日本放射線影響学会第 38 回大会、千葉、1995.10.

9) アルファ放射体による内部被ばくのバイオドシメトリに関する研究

石樽信人、仲野高志、榎本宏子、小木曾洋一、山田 裕、稲葉次郎(内部被ばく研究部)

アルファ放射体の呼吸器被ばくにおいて、感受性細胞の分布する組織層の線量を精度よく評価するためには、摂取した量、摂取物の性状、摂取の仕方等を把握した上で、組織の微細形態や沈着放射能の微細時空間分布を正確に決定しなければならないが、これらは容易な作業ではない。そこで、本研究においては、アルファ放射体を投与した実験動物の細胞サンプル等に生じた細胞遺伝学的変異等を評価することにより、物理学的手法によらず、直接線量を評価する“バイオドシメトリ”を開発し、細胞線量を規準とした発がんデータの解析を行なうことを目的としている。

アルファ放射体を実際に投与した実験動物からのバイオサンプルを用いる以前に、アルファ線被ばくのバイオドシメトリとして要求される条件（最小検出線量、感度、線量の計測可能範囲、再現性、測定の簡便さ、等）について検討しておくことが必須である。これまでに、細胞培養装置の導入、チャイニーズハムスター V79 細胞への試験的アルファ線照射実験等により、当小課題としての細胞培養実験技術能力の獲得、および実験設備の整備を図った。次いで、アルファ線の細胞致死効果および小核誘発効果の線量効果関係を検討し、バイオドシメトリの基礎的データを得た。さらに、得られた結果に基づき数理解析を実施した。

これまでに得られた結果は次のようにまとめられる。

アルファ線照射後の細胞生存率は、吸収線量の増加に伴い、指数関数的な減少を示した。

Do は 0.97Gy を示し、この時のアルファ粒子フルエンス から、反応断面積は $22\mu\text{m}^2$ と推定された。

小核誘発に関しては、直線モデルに適合した線量効果 関係が得られ、その関係式は、誘発率 = $0.019 + 0.111 \times \text{線量(Gy)}$ であった。これより、小核アッセイは、アルファ線被ばくのバイオドシメトリに対する指標として有力な候補の一つであることが示された。

アルファ粒子の単一ヒット当たりの lethal lesion の 数(p) と単一ヒット当たりの小核誘発率(m)とをパラメータとした数理解析の結果、p の増加に伴い、m は単調に増加することが示された。⑤ほとんどの領域で、m は p よりかなり小さい値となる ことが示された。

別の実験で p を求めることができれば、数理解析により m を決定できることが示された。

10) アルファ放射体による内部被曝発癌とその生物学的修飾因子並びに低減化に関する研究

小木曾洋一、福田 俊、山田 裕、飯田治三、石樽信人、仲野高志、榎本宏子、佐藤宏、山田裕司、小泉彰、稲葉次郎（内部被ばく研究部）

本研究は、プルトニウムの被曝様式と体内分布・代謝の 特異性にもとづく発癌効果とそれを修飾する生物学的要因並びに低減化因子について、動物実験により実証し、アルファ放射体による内部被曝発癌のリスクと機構を明らかにし、防護・低減化をはかることを目的とし、これまでの経過および成果は以下のように要約される。

酸化プルトニウム・エアロゾル吸入曝露ラットの生涯発癌（肺腫瘍）効果に関しては、中・低線量域での線量反応および腫瘍組織型による違いが明らかにされ、引き続いて低線量域に おける線量反応と発癌過程の検索を進行中である。

クエン酸プルトニウム注射投与 C3H マウスの生涯発癌効果 については、極低線量域から高線量域までの骨肉腫とリンパ性腫瘍（非胸腺型リンパ性白血病）の線量反応の違いと骨髄性白血病が全くみられないことがそれぞれ明らかにされ、引き続いて系統差による発癌スペクトルの比較検討を開始した。

一方、クエン酸プルトニウム注射投与ラットにおける骨腫瘍発生率は、マウスに比して極めて低く、かつ雌動物でのみ有意差がみとめられ、動物種差と性差が明らかにされ、その他の軟組織腫瘍を含む発癌スペクトルについても検討を続けている。

各種キレート剤の除去効果と影響低減化に関しては、プルトニウム注射投与 ラットにおける骨沈着阻止率は、DTPA よりも低毒性のアナログである CBMIDA が最大であることが明らかにされたが、さらにプルトニウムの化学形・曝露形式およびキレート剤の投与法等による除去効率の違いを検討中である。

バイオドシメトリーの生物学的指標解析のため、動物細胞によるアルファ線誘発遺伝子突然変異に関する検討を開始した。

【研究発表】

- (1) Oghiso, Y., Ishigure, N., Yamada, Y., Sato, H., Fukuda, S. and Inaba, J.: Tenth International Congress of Radiation Research, Wurzburg, Germany, 1995.8.
- (2) 小木曾、山田、飯田：第 38 回日本放射線影響学会、千葉、1995.11.
- (3) Fukuda, S., Iida, H., Hsieh, Y. and Chen, W.: J. Radiat. Environ. Health Phys., 30, 117-120, 1995.
- (4) 福田、飯田：第 30 回日本保健物理学会、水戸、1995.5.
- (5) 山田、Okinaka、Chen：第 38 回日本放射線影響学会、千葉、1995.11.

II. III. 2. 環境における放射能物質の動態と被ばく線量算定に関

する調査権究

1) 概況

放射性物質の環境中における動態や人体における代謝並びに線量付与について、過去 20 年間 4 次にあたり環境特別研究が実施された。今次特別研究の一つの目的は、蓄積されてきた知見を基に原子力施設等に起因する重要核種であるトリチウム、⁹⁰Sr、¹³¹I、¹³⁷Cs の気圏、陸圏、水圏の環境モデルを設定しこれを代謝モデルに繋げて被曝線量を推定するコードを作成することである。一方、再処理により発生が予測される長半減期核種の被曝線量コードの作成には環境動態や代謝のデータが不足の状況にあり、これらを蓄積することが今一つの目的である。

今年度は今次特別研究の中間にあたり、いかに述べるような進展が見られた。「重要核種の環境及び人体移行パラメータの整備と線量評価モデルの開発に関する調査研究」では、コードのソフトウェアについて、簡易な端末からの利用度を高めるための性能の改善が行われた。環境モデルについては各圏で基本的モデルの確定とパラメータの

データベース化 が核種により進度に大きな差があるが進捗している。各圏の接続に関してトリチウムはほぼ完了し、各パラメータを変動させて感度解析を行っている。他の3核種については各圏 のモデルの作成進捗が跛行しているため、圏の接続は遅滞している。集団線量予測の観点 から重要であるが数値の決定の困難な社会的パラメータが今後の問題として残されている。

「長半減期各種の環境挙動と公衆被曝に関する調査研究」は陸圏のU、Th、Tcの移行係 数を始めとするパラメータ及び海洋圏 Tc について各地の濃度調査が進行している。食品等 からの摂取に関してはTh、U、Raにつき濃度測定が行われた。体内移行に関しても Tc の 出納実験が実施された。吸入被曝については小村外来研究員らにより粒度別にダスト試料 のガンマ線放出各種の定量等が行われた。また、ICRP66 に示された新呼吸器モデルによる被曝線量計算に必要なパラメータとしての吸入ダストの形状を観察した。

2) 環境移行と線量算定モデル及びシステム化に関する研究

本郷昭三、山口 寛、竹下 洋、柴田貞夫、松本雅紀、藤高和信、内田滋夫、武田洋、西村義一、井上義和、岩倉哲男

本グループは気圏、水圏、陸圏、人体の各グループで得られたパラメータ、モデルの統合化を行い、環境中に放出された放射性核種による日本人公衆の被曝線量計算システムの 開発を目的としている。これまでに、種々の環境データが得られ、体内被曝線量計算システム (IDES) の開発、コンピュータネットワークに関する影響も整備されてきた。環境移 行と線量算定モデル及びシステム化エンジニアリング・ワークステーション (EWS) を要 としたネットワークシステムとして環境移行と線量算定モデルに関するシステム開発を進 めている。平成5年度に各圏のサブグループのモデルで共通に計算できるアルゴリズムの 設計を行った。システムの基本部分はコンパートメント・モデルを用い、すべてのコンパートメント間での放射性物質の移動が定義可能な環境移行マトリクスでモデルを記述する 方法を採用した。この環境移行マトリクスで表された連立微分方程式を逐次解くコードを 開発した。平成7年度はこのコードを用いて、試算がおこなわれるとともに、コードの汎用性、利 用性を高める改良、開発が加えられた。開発・改良の主な点を以下に示す。

- 1.ワールドワイドウェブ (WWW) 上でシミュレーションができるコードを開発。
2. WWW 上で体内被曝線量計算に関するデータの閲覧できるコードを開発。

3.拡散モデルについては立体表示機能を追加。

4.その他操作性を向上させる改良。

ワールドワイドウェブ（WWW）上で行うシミュレーションでは、新たなモデルをまだ WWW 上で作成することはできないが、既につくられているモデルに関しては、インターネット上から、計算することが出来る。また、WWW ブラウザさえ用意すれば、パーソナルコンピュータや、安価な、インターネット専用端末からも利用可能である。今後、体内被曝線量計算システムも WWW からアクセスできる様にするるとともに、環境移行、体内被曝線量計算システムを連結したシステムの開発を行う予定である。なお、本システムの目標は、トリチウム、ヨウ素、セシウムおよびストロンチウムを対象として、日本人特性を組み込んだ環境移行線量評価モデルとして、原子力の平和利用における安全性や危険度評価、予測に役立てることにあるが、他の核種、薬品や一般の環境汚染物質にも対応可能な汎用なシステムである。

3) 気圏における移行パラメータとモデルに関する研究

坂下哲哉、藤高和信、(第3研究グループ) 古川雅英、松本雅紀、床次真司、宮本霧子 (環境衛生研究部)

気圏放出された放射性核種が大気運動によって拡散輸送され、沈着して被曝源になるプロセスをモデル化し、関連するパラメータ値を決め、線量算定コードに組み込むことを目標とする。また気圏中の移行を実験的に調べられるパソコン仕様の計算コードの開発も目指す。

大気中での放射性核種の移行をシミュレーションできる3次元大気拡散モデルを作成する。この大気拡散モデルには、モンテカルロ法を用い、核種の沈着、崩壊等を組み込む。原子力施設のような点線源から放出された核種が施設周辺に広がる局地的な移行と、アジア大陸で発生した核種が日本海を横断して日本まで運ばれるような広域的な移行をシミュレーションの対象としている。モデルに使用するパラメータ値は、各種文献より収集する。

広域での放射性核種の移行計算では、高・低気圧スケールに相当する気流場を正確に把握しておく必要がある。この気流場を推定するために、現在入手できる中で最も正確な気象データである気象庁のGPV (Grid Point Value) データを入手した。また、GPV データは特殊な方法で圧縮されているため、処理プログラムを作成し解凍した。加えて、広域移行の計算格子点に、気圧、風速 (水平方向2成分)、ジオポテ

ンシャル高度、気温の地上 から 200hPa までの高度のデータを補間した。

マップファクタと地形準拠座標パラメータの作成を行った。アジア域での計算は、地図 投影された計算領域で行うため、実際の空間にたいしてずれが生ずる。このずれかを補正 するためのパラメータテーブルを作成した。基準格子間隔は 225km であるが、この補正に より、地図上での格子間隔は、170km から 230km まで変化することがわかった。また、複雑地形上でのシミュレーションを行うため、デカルト座標形でなく地形準拠座標を、モデルに採用した。この座標変換パラメータは各格子点で定義されるため、この変換パラメータを作成し、テーブルとして保存した。

大気拡散モデルのメインプログラムを作成した。大気拡散モデルは、各種入力データ、パラメータ及び特殊関数を含むシステムである。このモデルのメインプログラムを作成した。試験した結果、各関数の読み込み、出力等において正しく運用されていることを確認した。

4) 陸圏における移行パラメータとモデルに関する研究

内田滋夫、保田浩志、村松康行（環境放射生態学研究所） 井上義和、府馬正一（環境衛生研究所）

環境中に放出された放射性核種により、一般公衆が受ける被曝線量を推定する被曝線評価モデルを構築するため、陸圏におけるトリチウム [T]、⁹⁰Sr、¹³⁷Cs、¹³¹I の環境移行パラメータの収集・整備並びに移行モデルに関する研究を実施している。平成 7 年度は、本特研で提案した陸圏におけるトリチウムの移行モデルを用いて、移行パラメータの感度解析を行った。トリチウムは、大気、土壌さらに植物中において、その化学形態が変化する。植物中の HTO と OBT 濃度に着目して、HTO で大気中に放出されたトリチウムの大気-土壌-植物系の移行過程で、そのパラメータが最も大きい影響を与えるかを検討した。

その結果、大気放出直と (0.1 日) では、HTO に関しては大気から植物表面への沈着係数の、OBT では沈着係数および植物中での HTO から OBT への変換係数の感度が大きいことがわかった。一方 10 日後では、HTO に関しては、植物から大気への蒸散係数と大気から土壌へ沈着係数が最も感度が大きく、次に土壌から植物への経根吸収係数が大きい。OBT に関しては、蒸散係数および変換係数の感度が大きく、土壌への沈着係数や土壌からの経根級数係数はそれほど重要ではないことがわかった。

また、本モデル開発に必要なパラメータの整備、並びにデータベース構築をめざし、移行パラメータやフォールアウトのデータの収集を継続して実施した。

【研究発表】

- (1) 井上、武田、宮本、府馬、他：第1回核融合エネルギー連合講演会、京都、1995.12.
- (2) Yasuda, H., Uchida, S. : Health Phys.,30, 15-18, 1995.
- (3) Yasuda, H., et al. : Water Air soil Pollut., 83, 85-96, 1995.
- (4) Yasuda, H., Uchida, S. : IAEA-SM-339/1, 259-267, Vienna, 1995.5.
- (5) Yasuda, H. : Environ. Technol., 16,. 197-200, 1995.
- (6) 内田：日本分析センター広報、27, 44-52, 1995.
- (7) 内田、保田、他：JAERI-Review, 95-009, 1995.
- (8) 保田、内田：日本保健物理学界第30回研究発表会、水戸、1995.5
- (9) 保田、内田、他：日本原子力学会1995年秋の大会、東海村、1995.10.

5) 淡水および汽水を含む水圏における移行パラメータとモデルに関する調査

研究

中村良一、中原元和、石井紀明、松葉満江（海洋放射生態学研究部）、宮本霧子（環境衛生研究部）、服部輝久（環境放射生態学研究部）、鈴木譲（那珂湊支所）

トチリウムの水圏移行モデルに関しては、水圏コンパートメント間の移行のマトリックス形記述が完成し、ユーザー端末から使用できる計算システムにパラメータを入力してコンパートメント間の移行分布計算を繰り返し行い、パラメータの入出力方法、使い勝手など一般研究者レベルでのユーザーインターフェースの問題点を洗い出した。また、気圏、陸圏および人体における同様のコンパートメント群との連結もほぼ完了した。

セシウム、ストロンチウムおよびヨウ素の移行モデルに関しては、コンパートメントの確定が必要であり、さらに、それらをマトリックス形で記述し、とりあえずパラメータを導入してコンパートメント間の核種の濃度分布を試算することを目的とした。水生生物への核種の移行は環境水と共に自然の植物連鎖に依存しているが、生物種や成長段階などの多様性のため、現実の植物連鎖関係は極めて複雑であり、その再現は必ずしも容易ではない。しかしながら、植物連鎖に関わると確定される生物の多様性をできる限り忠実に再現することとし、生物群に対応したコンパートメントの設

定を試みた。その結果、水生生物を含む水圏の物質移行は、約 50 のコンパートメントで表すことを基本とし、必要に応じて それらを取捨選択することとした。さらに、茨城県大洗沿岸や青森県六ヶ所村沿岸における食物連鎖の実際例に移行パラメータを入力し、市販の計算コードによる核種の生物間移行分布を試算し、入出力値の検討や計算コード使用上のテストケースとして活用した。また、水圏から陸圏および人体への核種の移行を決定する重要な因子の一つとして漁獲量等 水産物の供給に関する情報および水産食品需要実態を取り上げ、当面の評価対象地区である茨城県について、海域別の漁獲量、魚種別の魚獲量、生食・加工向流通実態等の漁獲・流通統計、各市町村における水産食品の需要等を各種の統計表から抽出し、データベース化を図った。

移行・代謝パラメータの収集に関しては RI トレーサー実験により、餌からの取り込み・排出を調べた。沿岸生態系での植物連鎖による放射性各手の移行およびその後の排泄状況を観察するため、青森県六ヶ所村の尾駮沼産のビリングおよびヌマエビを ^{125}I 、 ^{85}Sr 、 ^{137}Cs 他 4 各種で標識し、それをクロソイに経口投与して消化管からの吸収を見た。ビリングおよびヌマエビ共、5 個体のクロソイに各 1 尾ずつを投与し、その後、各個体全身の放射能の変化を 300 日以上追った。投与後 2 日目の放射能の残存%の平均は、ビリングを投与したグループで ^{125}I が $63.4 \pm 9.03\%$ 、 ^{85}Sr が $34.3 \pm 11.4\%$ 、 ^{137}Cs が $68.1 \pm 5.24\%$ 、ヌマエビを投与したグループで ^{125}I が $61.1 \pm 6.01\%$ 、 ^{85}Sr が $27.2 \pm 22.8\%$ 、 ^{137}Cs が $79.2 \pm 7.67\%$ となり、両グループ共に近似した値を示した。その後は、 ^{125}I 、 ^{85}Sr が速く排出されたのに対し、 ^{137}Cs はクロソイに保持され易く、排出が遅いのが観察された。

[研究発表]

- (1) Miyamoto, K. Kimura, K. & Hongo, S. : Fusion Technol., 28, 910-917, 1995
- (2) 石井他 BUNSEKI KAGAKU, 44 821-827, 1995
- (3) 中村 (良) : 放医研環境セミナーシリーズ No. 22, NIRS-M-105, 74-84, 1995

6) 人体における移行パラメータとモデルに関する研究

武田洋、湯川雅恵枝、西村義一、内山正史、渡辺嘉人 (環境衛生研究部)、土居雅広、石川徹夫 (安全解析)、河村日佐男 (環境放射生態学研究部)、田中義一郎 (特別研究員)

本研究は、日本人公衆を対象とし、 3H 、 90Sr 、 131I 、 137Cs の4核種についての体内代謝モデルを構築するとともに、関連する代謝あるいは解剖学的パラメータおよび食品摂取に関するデータベースを整備することを目的としている。 3H の代謝モデルについては、前年度までに基本設計とコンピュータソフトとしてのコード化を終了し、本年度はコンピュータ上で運用し、主にシステム全体の点検に使用してきた。また、モデル運用の結果は人と動物の生理学的パラメータより動物へ外挿し、動物実験データによる比較・検証を行うことによりモデルの改良を行った。改良したこの 3H 代謝モデルは、研究協力しているカナダ チョークリバー研究でも運用され、カナダでの 3H 被曝事故時の実測データとモデルシミュレーションの結果がよく一致することを実証した。

90Sr 、 131I 、 137Cs の3核種の代謝モデルについては、本特別研究開始当初よりモデルの基本構造はICRPモデルに従うが、日本人公衆を対象とする代謝パラメータへの修正を主たる研究課題と考えてきた。本年度は、被曝線量評価上重要なパラメータである生物学的半減期について、日本人を対象とする測定データを調査し、その結果から日本人への被曝評価により適切なモデルパラメータ値を決定した。

日本人公衆を対象とする解剖学的パラメータに関しては、3ヶ月、1歳、5歳、10歳、15歳および20-50歳の男女の全身120器官組織およびその内容物の質量や脂肪、蛋白質、ミネラルおよび水分の含有量などのデータ整備を行った。これらのデータはより信頼度の高い日本人年齢依存型モデルのパラメータ値設定に利用する。また、日本人の食品データに関しては、 90Sr 、 131I 、および 137Cs の摂取量を推定するために、日常食中の安定同位体濃度の測定を継続して行うとともに、集団線量算定値の妥当性を検証する目的で、過去に放射能監視ネットワークにより得られた食品データのデータベース化を行った。

【研究発表】

- (1) Takeda, H : Fifth topical meeting on Tritium Technology in Fission, Fusion and Isotopic Applications, Italy, 1995.6
- (2) Takeda, H : Fusion Technology, 28, 964-969, 1995.
- (3) Trivedi, A., Galeriu, d. and Takeda, H. : 40th annual meeting of the Health Physics Society Annual Meeting, Boston, MA, 1995.7.

(4) 内山、飯沼、石原、石川、松本：日本放射線影響学会 39 回大会、千葉、1995.11.

(5) Uchiyama, M., Ogyu, S., Kobayashi, S. : 9th ICRR, Wurzburg, 1995.8.

(6) Tanaka, G. and Kawamura, H. : NIRS-M-115, 1996, 3.

7) 陸圏における分布と挙動に関する研究

村松康行, 内田滋夫, 柳沢 啓, 吉田 聡, 坂内忠明, 田上恵子

長半減期核種の環境における分布と挙動に関するデータは不足しているのが現状である。これは、環境中での長半減期核種 (Pu, U, Th, 129I, 99Tc など) の濃度が低いこと、分析が難しいこと、これらの核種は種々の化学形をとるためその挙動が複雑であることに関係している。前年度までに U, Th, 129I 等の長半減期核種の分析法を確立して、環境試料分析への適応について検討した。今年度は、主として ICP-質量分析法を用い、東海村及び六ヶ所村で採取した種々の試料中の U, Th の分析を行った。分析結果のいくつかを次に示す。土壌中の濃度は、六ヶ所村の黒ボク土で、U : 2.6ppm, Th : 6.7ppm であり、茨城県で採取した黒ボク土と比べてそれ程大きな差はなかった。しかし、黄色土 (西日本に多い) などに比べると低く、泥炭土や砂丘未熟土と比べると高い傾向にあった。農作物では、キャベツ (乾, 平均) で U : 1.4ppb, Th : 2.7ppb, ニンジン (乾, 平均) で U : 1.1ppb, Th : 4.2ppb, ヤマイモ (乾, 平均) で U : 0.44ppb, Th : 3.1ppb という値が得られた。白米中の U, Th 濃度はさらに低い傾向にあった。

長半減期核種の環境挙動を調べるために、RI トレーサーを用いた実験も行った。Tc に関しては、前年度に引き続き 95mTc を用いて土壌から農作物への移行係数を求め、データを増した。特に、湛水状態で栽培した植物では Tc が植物へ移行し難いことが分かった。酸化還元電位 (Eh) の測定から、土壌が湛水状態になることで Eh が下がり、その結果 7 価で加えた可溶性の Tc が還元され不溶性の 2 価の Tc になったことが推定された。129I の土壌-植物系の挙動に関しては、125I を土壌が入ったポットに添加し東海施設のバイオトロンを用い栽培実験を行った。

【研究発表】

(1) Muramatsu, Y., Yoshida, S. and Ban-nai, T.: J. Radioanal. Nucl. Art., 194, 303-310, 1995.

(2) Uchida, S. and Muramatsu, Y.: Mat. Res. Soc. Symp. Proc., 353, 141-147, 1995.

(3) 村松, 吉田, 田上, 内田: 放射線影響学会, 千葉, 1995. 11.

8) 海洋における分布と挙動に関する研究

平野茂樹、山田正俊、青野辰雄、中村 清 (海洋放射生態学研究部)

沿岸海域における長寿命の人工放射性核種の分布と挙動の解明を目的として前年度より 継続して以下の研究を行った。すなわち、原子燃料サイクルの確立に向けて青森県六ヶ所 村に建設中の諸施設に保管或いは一部放出される長寿命の放射性核種の分布を予測するために既に環境中に微量に存在する長寿命放射性核種を核種試料について分析測定した。今 年度は ^{99}Tc について重点的に分布の解明を試みた。

^{99}Tc は過去の大気圏内における核実験等の結果、環境中に微量濃度に存在しており、特 に海藻に蓄積することが知られている。海藻の中でもウミトラノオは日本各地沿岸に分布 しており、またテクネチウムを高濃度に蓄積することが知られているのでこの核種の海洋 環境のレベルを知るのに良い指標となる。このウミトラノオ青森県の沿岸から採取し、 ^{99}Tc の濃度を測定すると同時に各地沿岸で採取したウミトラノオの濃度を測定し比較検討を行 った。

青森県においては日本海側で採取したウミトラノオ中の濃度が太平洋側より高い値を示し、1993 年から 1995 年にかけて深浦で採取したのものについて、その平均値は $27\text{mBq/kg} \cdot \text{生}$ であるのに対し、泊漁港付近で採取したものは $15\text{mBq/kg} \cdot \text{生}$ であった。これに対して日本各地沿岸で採取したのものについて測定した結果は青森県の場合と同様に日 本海側で高く、太平洋側で低い傾向が見られた。特に千葉県館山周辺では $10\text{mBq/kg} \cdot \text{生}$ 以下の低い値が得られている。

^{99}Tc と同様に過去の核実験の結果海洋中に存在している ^{137}Cs の濃度分布は日本周辺に おいて、ほぼ一定の濃度 (約 3mBq/l) であるのに対し、テクネチウムの分布は地域によりかなりの変化がある。従って、セシウムとは異なる挙動をしているものと思われる。

^{239}Pu , ^{240}Pu に関しても海水および海産生物中の濃度を測定してデータの蓄積を続けている。生物種の違いにより濃度の差は有るが、同じ種による地域差は少なく、また ^{137}Cs と比較 した場合の変動も大きくないことがわかって来た。特に海水中にお

ける ^{239}Pu , ^{240}Pu の鉛直分布は日本海と太平洋でほぼ同じパターンを示していることがわかった。

【研究発表】

(1) 平野：第 23 回放医研環境セミナー、千葉、1995.11.

9) 食品等からの摂取と体内移行に関する研究

河村日佐男、白石久二雄（環境放射生態学研究部）阿部道子（養成訓練部）、黒滝克己（環境衛生研究部）、今井靖子（養成訓練部）、小村和久*（*外来研究員）

長半減期核種から一般公衆の受ける体内被曝線量算定モデルの確立のため、食品摂取に伴う体内移行、および吸入に係わる大気における存在量と存在状態に関する測定を実施し、経口および吸入における線量算定のための日本および日本人に即したパラメータを蓄積することを目的とする。人が摂取した海草中 ^{99}Tc の吸収割合を求めめるため、摂取量と排泄量を検討した。吸入については大気ダスト試料の前処理法と粒子の形状測定等を行った。サンプリングした各種食品を 4 群に分け、ICP-MS 等による ^{232}Th 、 ^{238}U および ^{226}Ra の測定値から、既報の全摂取量に対する各食品群の寄与率を推定した。 ^{232}Th では、卵と乳製品（1 群）1~2%、豆類と魚肉類（2 群）、果実と野菜類（3 群）で 20~76%であった。なお、 ^{226}Ra では 1 群 7%、2~3 群および穀類、油脂類、その他食品（4 群）はほぼ同一の寄与率（約 30%）を示した。今後、食品群の数を 15 程度に増やし分析測定を行い寄与率を求める。

人が摂取した海草中の ^{99}Tc の体内移行につき、ヒジキからの摂取量・排泄量およびみかけの吸収率について引き続き検討を行った。現在までの結果では、みかけの吸収率はおよそ 0.5 と推定され、ICRP の作業員に対する f_1 値 0.8 より小さく、公衆に対する値 0.5 に近い。今後さらに吟味を進める予定である。

吸入に関しては、本年度は、低圧型大流量粒度別サンプラ（LPI、8 段階）および Anderson サンプラ（AH、5 段階）で経時的に収集したダスト試料につき、GeLEPS による非破壊計測と Ge 検出器による γ スペクトロメトリーを行った。AH による ^{210}Pb の粒度分布測定から AMAD 0.6~0.7 μm を得た。 ^{234}Th (^{238}U)、 ^{226}Ra および ^{228}Th (^{232}Th) の粒度分布からは各々の AMAD 3.7、2.9 および 2.4 μm を得た。これは土壌成分の舞い上がりの特徴を示す。また LPI 試料における ^{210}Pb と ^7Be の AMAD は 0.58 および 0.6 μm を得た。今後 ^{239}Pu 等を α 線計測や

ICP-MS により分析し、チェルノブイル事故を含むフォールアウトの影響につきまとめめる。また、Th の存在状態についても検討していく。

【研究発表】

- (1) K. Shiraishi : J. Radionucl. Chem., Articles, 196, 89-96 (1995) .
- (2) 河村、平野、西牟田 : 放射線影響学会第 38 回大会、1995. 11.
- (3) 阿部 : エアロゾル研究、10, 283-288 (1995) .
- (4) Kitamura, K., Imazawa, Y., Morimoto, T., Sato, K., Higuchi, H., Imai, K. and Watari, K. : 9th Internat. Conf. On Modern Trends in Activation Analysis, Seoul, 1995.9.

Ⅱ. Ⅲ. 3. サイクロトロン生産核種による先導的トレーサー法の

開発と生体機能解明に関する総合的調査研究

1) 概要

本特別研究は、サイクロトロン核医学関連部門の研究を一層充実・進展させることにより、高齢化社会における痴呆、癌、心臓病などの重要疾患の新規診断法の開発に貢献し、高次脳機能の解明や超微量での生命現象の探索など生命科学の幅広い領域における研究に貢献するため、平成 6 年度より開始された。そのため、今まで蓄積してきた標識薬剤製造システム開発力、標識薬剤開発力、計測システム開発力などの基盤的技術開発力と、マウス・ラットからサル・ヒトにいたる広範な生物・医学研究とその研究蓄積、PET、MRI などの高度診断機器を備えた動物実験・診断研究施設、また、外部研究機関とのネットワークなどを総合的に活用し、トレーサ法の新規展開とそれを用いた生体機能解析の一層の高度化を図る。

本年度は、平成 5 年度の補正予算で導入されたサイクロトロンや PET カメラなどの大型機器の本格稼働に伴い、その運用ソフト面の充実を図った。その結果、1 日平均 3 回程度の PET 臨床診断と、ウサギ・サルなどを用いた動物 PET 研究、新規 PET 薬剤開発研究などが可能となり、薬剤製造回数も 1 日平均 7~8 回に上った。

基盤的技術開発に関しては、今まであまりにも短半減期のため十分に利用されてこなかった ^{13}N に関してその迅速・高比放射能自動合成法を開発し、 ^{13}N 標識薬剤の臨床利用可能性を示した。また、アルツハイマー型痴呆の PET 診断を目的とした放

医研で独自に開発した[11C] MP4A とセロトニントランスポータの標識リガンドとして [11C]McN5652X について前臨床段階評価を行い、製造法と薬剤の安全性について、「短寿命及び陽電子 RI の医学利用に関する研究委員会」において審議され、承認された。計測法に関しては PET 画像の歪み化を目指して統計ノイズについての考察と信号対雑音比の最適化のための研究を行った。

アイソトープの生命科学への応用に関しては、標識化合物の生体内動態とその機能との相関を明らかにするため、本年度は MP4A の脳内摂取率と機能 (AchE 活性) 及び血流量との間の相関関係を検討するとともに、BAS などの新しいトレーサ技術をライフサイエンス分野に応用するための長所と問題点についても検討した。

アイソトープの臨床利用に関しては、脳機能の解明、心臓病診断、癌診断など高齢化社会に貢献する研究をめざし、PET および MR 技術を中心とした研究を行った。また、新規薬剤 [11C]MP4A と [11C]McN5652X の臨床利用に際しての倫理面などについて、「臨床医学研究倫理審査委員会」等において十分な審議がなされ承認された。これらの新規放射薬剤を用いてボランティア、疾患患者を用いた臨床研究が開始された。

1. サイクロトロン生産核種の生産・標識合成および計測の技術開発に関する研究

本中課題は、アイソトープの生命科学や医学への応用研究のため、小課題 1 でアイソトープ/放射薬剤製造技術開発、小課題 2 で新規薬剤の開発とその評価、小課題 3 で計測技術開発、等の基盤的研究領域を分担している。小課題 1 では、高比放射能 ^{13}N -標識化合物の迅速自動製造法をほぼ確立するとともに、[11C]CCK アンタゴニスト ([11C] L-365,260、[11C] L-365,346) の標識合成法を確立した。小課題 2 では、アルツハイマー病の PET 診断薬として

[11C] MP4A の前臨床段階評価を行い、「短寿命及び陽電子 RI の医学利用に関する研究委員会」、「臨床医学研究倫理審査委員会」等においてその臨床利用が承認された。この新規放射薬剤を用いてボランティア、アルツハイマー病患者を用いた臨床研究を開始した。小課題 3 では、PET 画像の 3 次元像再構成における統計ノイズを理論的に考察し、ノイズの計算式を導出するとともに画像ノイズの位置依存性について考察した。また、各画素の信号対雑音比を最適化する最大許容角の値を評価した。

2. アイソトープの生命科学への応用に関する研究

本中課題は、アイソトープおよびその標識化合物を利用して、生理活性物質の生体内動態と代謝測定を行うとともに、薬物の生体内動態と機能との関係を明らかにし、精神・神経疾患やがん、循環器障害などの診断や病態解明のための基礎的研究に資することを目的としている。

本年度は、アルツハイマー型痴呆のPETを用いた臨床診断を目的として、独自に開発したMP4Aの脳内摂取率と機能(AchE活性)及び血流量との間の相関関係を検討した。MP4Aの脳内動態についてコンパートメントモデルを用いた2変量回帰分析を行った結果、ヒトでの脳局所AchE活性のPETによる定量測定の可能性を示すことができた。新しい高感度トレーサ技術であるバイオイメージングアナライザー(BAS)について、その検出効率を測定した結果、 β,γ 核種同様、Puの α 線や ^{13}N の β^+ 線に対しても十分な感度を有し、無限厚試料の場合、約0.1Bq/mmの検出感度であることを見出した。また、ラットの脳血流の測定にBASによる定量的オートラジオグラフィ法を利用し、実際のトレーサ実験における問題点などについて検討した。

3. アイソトープの医学への応用と病態解明に関する研究

本課題では中課題1および2で開発された基盤技術の脳機能の解明、心臓病診断、癌診断などへの臨床応用をめざして、臨床研究を中心に研究が進められた。小課題1では脳機能の解明を中心に、小課題2では心臓病や癌を中心に高齢化社会に貢献する研究をめざし、PETおよびMR技術を中心とした研究が行われた。いずれにも共通する課題として、平成6年度に導入された新しいPETおよびMR診断装置のネットワーク化や性能評価、さらにそれから得られる画像や機能情報の解析法などの研究が進められた。また、臨床研究を行うための倫理面を含む基盤整備が行われた。

2) サイクロトロン生産核種標識合成技術の開発に関する研究

鈴木和年、原田平輝志(障害・臨床研究部)、山田隆信、秋葉 繁(運転課)

本年度は、前年度に引き続き、PET用放射薬剤の高比放射能化、標識法の開発、自動合成装置開発等を行った。特に、 ^{13}N に関しては、高比放射能対応型自動合成装置を開発し、モデル化合物として $[\text{13N}]$ p-nitrophenyl-carbamate ($[\text{13N}]$ NPC)の迅速合成に成功した。また、新規標識薬剤として $[\text{11C}]$ CCKア

ンタゴニスト（[11C]L-365,260、[11C]L-365,346）の標識合成法を確立した。
[11C]MP4Aについても高純度自動合成法を確立した。

高比放射能 [13N]NPC の製造：前年度までに確立した方法で製造した高比放射能無水 13NH₃ を THF 中、Na₂CO₃ 存在下、p-nitrophenylchloroformate と反応させ、[13N]NPC を合成した。これを SEP PAK C18 で精製した後、蒸発乾固し、注射用蒸留水に溶かし滅菌ろ過をする事により、静注用 [13N]NPC 生理食塩水溶液を製した。試作した自動合成装置を用いることにより、照射液の輸送、13NO_x-の還元とアルカリ蒸留、イオン交換樹脂による濃縮と溶離、CaO による脱水、標識反応、精製、調剤までの全行程を 9 分程度で行うことができた。製品の放射化学純度は 99%以上、比放射能 5～11 Ci/μmol、合成終了時の収量 40～90 mCi であった。以上の結果より、高比放射能 13N 標識薬剤の自動製造法はほぼ確立したと考えられるが、より一層の高比放射能化を目指し、製造工程全般にわたる改良を実施中である。

[11C]CCK アンタゴニストの合成：中枢性及び末梢性の CCK 受容体に高親和性、高選択性を示す L-365,260 と L-365,346 の 11C 標識体の合成を行った。これらのアンタゴニストはそれぞれ光学異性体の関係にあるため、ラセミ前駆体を高比放射能 11C-ヨウ化メチルでメチル化した後、光学分割用 HPLC にて分離精製を行い両標識体を同時合成した。比放射能は 1Ci/μmol 以上であった。

【研究発表】

- (1) Suzuki K., Shikano N. and Kubodera A.: J. Labell.compds.Radiopharm., 37, 644-645, 1995.
- (2) Suzuki K., Shikano N. and Kubodera A.: 6th Workshop on Targetry and Target Chemistry, Vancouver, B.C., Canada, 1995. 8
- (3) Sasaki M., Haradahira T. and Suzuki K.: J. Labell.compds.Radiopharm., 37, 761-763, 1995
- (4) Sasaki M., Haradahira T. and Suzuki K.: 6th Workshop on Targetry and Target Chemistry, Vancouver, B.C., Canada, 1995. 8
- (5) Haradahira T., Inoue O., Kobayashi K., Takai N., Nakano T. and Suzuki K.: J. Labell.compds. Radiopharm., 37, 409-411, 1995

- (6) Haradahira T., Inoue O., Kobayashi K., Takai N., Nakano T. and Suzuki K.: J. Labell.compds. Radiopharm., 37, 406-408, 1995
- (7) Haradahira T., Tanaka A., Maeda M., et al: Nucl. Med. Biol., 22, 719-725, 1995
- (8) 佐々木、久保寺、須原、鈴木：第35回日本核医学会 総会、横浜、1995.10.
- (9) 原田平、井上、小林、高井、中野、鈴木：第115回 日本薬学会年会、仙台、1995. 3
- (10) Suzuki K., Sasaki M., Yosida Y., Haradahira T. and Inoue O.: 7th Int. Symp. on Advanced Nuclear Energy Research, -Recent Progress in Accelerator Beam Application-, Takasaki, 1996. 3
- (11) 鈴木：放射線科学、39、86-93, 1996

3) トレーサーの分子設計と評価に関する研究

福士 清、入江俊章、伊古田暢夫、山口 寛

N-[11C]methyl-4-piperidyl acetate(MP4A)は中枢のコリン神経系酵素であるアセチルコリンエステラーゼ活性の測定を目的として当研究所で独自に開発したPET薬剤である。これまでの一連の動物評価により、その有効性を示してきた。今回、臨床利用を目的とした本薬剤の製造方法の確立と品質及び安全性の検討を行った。標識合成は、dimethyl体の[11C]methyl iodideとの一段階反応により達成され、逆相HPLCによる分離、精製を経て生理食塩水溶液として製された。所要製造時間は、照射終了時から約30分で、放射化学的純度99%以上、基質の混入0.5% (5 μ g)以下の製剤を臨床使用量に十分な放射エネルギーで得る製造法が確立された。本最終製剤の細菌及び発熱性物質の試験の結果は、3回のtest runにおいて全て陰性で、マウスを用いた急性毒性試験においても異常は観察されなかった。また、マウスでの生体内分布動態実験データをもとに、MIRD法によるヒトにおける被曝線量を推定した(35 μ Sv /mCi in whole body)。これらの検討、評価の結果は、製造規格等とともに所内外の委員会に提示し、品質及び安全性に関する承認を得た。

研究発表

- (1) Namba, H., Irie, T., Fukushi, K., Iyo, M. and Nagatsuka, S.: 17th International Symposium on Cerebral Blood Flow and Metabolism, Cologne, 1995. 7.

- (2) Irie, T., Fukushi, K., Ikota, N., Namba, H., Iyo, M. and Nagatsuka, S.: 11th International Symposium on Radiopharmaceutical Chemistry, Vancouver, 1995. 8.
- (3) Irie, T., Fukushi, K., Ikota, N., Namba, H., Iyo, M. and Nagatsuka, S.: J. Labell. compds. Radiopharm., 37, 214-216, 1995

4) 計測技術の開発に関する基礎的研究

村山秀雄 (放射線科学研究部)、吉田勝哉 (障害・臨床研究部)、田中栄一*、野原功全* (*特別研究員)

陽電子放射型 CT (PET) は、被検体を囲む多数の方向から放射線を計数して投影データを収集し、像再構成演算により被検体における放射線核種の濃度分布を計測する放射線放射型イメージングの典型的な例である。その特徴は、第 1 に投影データが放射線計測に基づく計数値であること、第 2 に線源から放射される方向を人工的に制御することがほぼ不可能であること、第 3 に投影データに吸収補正のような放射線特有の補正が必要なことなどである。このようなデータ測定上の特徴を活かして像を再構成するには、測定投影データに対して他の CT とは異なる 3 次元像再構成法が必要である。

PET の計測においては同時計数がポアソン分布に従う統計的変動を被るために、その再構成画像に統計的ノイズを派生する。感度を増すために異なる検出器リング間の同時計数をとる 3 次元 PET においては、その信号対ノイズ比はおおよそ全計数の平方根に比例するものの、位置分解能の 2 乗に比例する。このように 3 次元像再構成による PET 画像は 2 次元 PET 画像の場合と統計ノイズの特性の異なり、再構成アルゴリズム等にも依存する。原点を中心として一様線源分布をする半径 R の球形水ファントムに関して、その再構成像の統計ノイズを理論的に考察し、ノイズの計算式を導出した。その式により、放射線の吸収および非検体の大きさによるノイズへの影響を分析し、画像ノイズの画像位置による依存性について考察した。

2 次元 PET 像の再構成とは対照的に 3 次元 PET 像の再構成では画素の信号対雑音比が線源分布や吸収体のみならず、像再構成に寄与する投影データの方向領域にも依存する。ここでは簡単のために一様な線源分布をもつ球 A に隣接してもう 1 つ一様な線源分布をもつ球 B が存在する系を考えた。この場合の球 A の中心における統計雑音の大きさを分析することにより、各画素の信号対雑音比を最適化する最大許容角の値

を評価した。その結果、利用可能な 投影データのすべてを像再構成に使用することが必ずしも画像の信号対雑音比を最適化する訳ではなく、それぞれの画素ごとに利用可能な投影データから適当な組を選択する必要があることを示した。

また、放医研に設置された PET 装置である ECAT EXACT47 の性能評価のための物理測定を行った。(社) 日本アイソトープ協会医学薬学部会サイクロトロン核医学 利用専門委員会の作成した測定指針に基づき 2 Dモードに おける計数率特性等を測定し、性能評価を行った。

【研究発表】

- (1) Murayama, H., Nohara, N.: Proc. of 1995 International meeting on Fully Three-Demensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine(July 4-6,1995,Aix-les-Bains France)", 133-137, 1995.
- (2) 村山秀雄, 野原功全:放射線医学物理,15(2),156, 1995.
- (3) 村山秀雄, 野原功全, 篠原広行, 木村裕一: Med. Imag. Tech., 13557-558, 1995.
- (4) 村山秀雄, 野原功全: 第 7 0 回日医放物理学会妙録集, 51, 1995.
- (5) 村山秀雄, 野原功全: 第 3 5 回日本核医学会, 横浜, 1995.10.
- (6) 和田康弘, 海老原弘一, 村山秀雄, 野原功全: 放医研における ECAT EXACT47 の性能評価のための物理測定(3). 第 35 回日本核医学会, 横浜, 1995.10.

5) トレーサーの体内動態と機能との相関に関する研究

入江俊章、福士 清、須原哲也、鈴木和年、北爪雅之、 上島久正

アルツハイマー型痴呆患者の死後脳の分析では大脳皮質 のコリン系酵素活性が顕著に低下しているとされているが、 in vivo での評価法は今のところない。これまでにコリン 系酵素のひとつであるアセチルコリンエステラーゼ (AchE) 活性の in vivo 測定を目的にして、脳血液関門を 通過した後、AchE により代謝され脳内に蓄積されるトレーサーをデザイン合成し、動物評価実験でその脳内摂取率 が AchE 活性の変化に応答して増減することを示し、その 有用性を確証した。今回、PET 臨床利用をふまえた定量解 析法の基礎的検討として、トレーサー (MP4A) の脳内摂 取率と機能 (AchE 活性) 及び血流量との間の相互関係を 知るため、脳内動態をコンパートメントモデルで記述し、 3 者の関係式を導き 2 変量回帰分析を行った。解析データ は、片側前脳基底核を薬物破壊したラットに、¹⁴C-MP4A と脳血流トレーサー (¹²³I-

IMP) を投与し、線条体、大脳皮質(左右、前後に10分割)を切り出し、各組織のトレーサー摂取率とAchE活性の同時測定によりさまざまなAchE活性値をもつ脳組織の相対的MP4A, IMP摂取率を得た。回帰分析の結果、MP4Aの摂取率は脳組織のAchE活性と血流量でよく回帰説明される事が示され、回帰係数を用いて算出されたAchE活性と実測活性値の間にも高い相関性があった。この回帰解析の結果はヒトでの脳局所AchE活性のPET定量測定に基礎的、実証的な知見を与える。

[研究発表]

- (1) Irie, T. and Fukushi, K.: The 1995 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies, Honolulu, 1995.12.
- (2) 入江 : 第6回精神神経疾患における画像解析の応用に関する研究会、東京、1995. 11.

6) アイソトープによる生理活性物質の動態、代謝測定に関する研究

高橋千太郎(内部被ばく研究部)、安西和紀、中川秀彦、伊古田暢夫 小沢俊彦(第1研究グループ)

最近の技術革新に伴って、新しいトレーサ実験法が開発されている。本研究は、その中でも高比放射能、短半減期の特徴を持つポジトロン標識核種を利用したPET、光輝尽発光体をもちいた2次元放射能分布計測(バイオイメージングアナライザ)、固体シンチレータ等の技術は、ライフサイエンス分野の研究にとっても新しいツールである。本研究は、これらの新しいトレーサ技術を、生体内でのラジカルの産生・動態に関する研究や有害物質の毒性試験へ応用することを当面の目標とし、さらに、その過程で種々の問題点を明らかにすることを目的とした。

本年度はバイオイメージングアナライザ(BAS)の β 、 γ 核種に対する測定効率について、これまでの報告の追試を行うとともに、Puの α 線や ^{13}N の β +線に対する測定効率を検討した。その結果、 β 、 γ 核種用イメージングプレートならびにトリチウム用プレートのいずれも α 線および β +線に十分な感度を有し、無限厚の試料の場合約0.1 Bq/mmの濃度で検出可能であることが分かった。また、市販の固体シンチレータもこれらの核種に利用できることが明らかにされ、その際、溶液中の塩濃度や負荷量によって測定効率変動する現象が見いだされた。これらの成果をもとに、ラットの脳血流の測定にBASによる定量的オートラジオグラフィ法を利用し、その特性等について検討し、実際のトレーサ実験における長所、問題点を明らかにした。

一方、ポジトロン標識物質を用いた PET の応用に関しては、生体内ラジカルの測定への応用を目的に、適切なプローブについて検討した。その結果、¹⁸F-メチルグルコースおよび ¹¹C-スピンプローブが適当と分かり、その合成法について、現在、予備実験を進めている。

【研究発表】

- (1) 高橋, 栗原, 井尻 : Radioisotope, 44, 637-645, 1996.
- (2) Ishimaru, S.*, Hatashita, S.*, Tajima, A*, Ueno, H.*, Sato, H. and Takahashi, S.: 17th International Symposium on Cerebral Blood Flow and Metabolism. Colone, 1995. 6. (*Jyuntendo Univ.)
- (3) Tajima, A*, Ishimaru, S.*, Hatashita, S.*, Ueno, H.*, Sato, H. and Takahashi, S.: 17th International Symposium on Cerebral Blood Flow and Metabolism. Colone, 1995. 6. (*Jyuntendo Univ.)
- (4) Hatashita, S.*, Tajima, A*, Ishimaru, S.*, Ueno, H.*, Sato, H. and Takahashi, S.: 17th International Symposium on Cerebral Blood Flow and Metabolism. Colone, 1995. 6. (*Jyuntendo Univ.)

7) 脳機能の解明と脳疾患の病態解明に関する研究

須原哲也、吉田勝哉、入江俊章、福土清、鈴木和年（障害・臨床研究部）松本徹（医療情報室）古賀雅久、加藤博敏、吉川京燦（治療診断部）

本研究の目的は、PETを用いて各種トレーサーの動態から脳の生化学的情報を得て、精神神経疾患の病態の解明や薬物療法の進歩に貢献することを目指している。平成7年度はセロトニントランスポーターの標識リガンドである [¹¹C]McN5652 の人間での動態測定と抗うつ薬のクロミプラミンのセロトニントランスポーターにたいする効果を測定した。クロミプラミン 50mg の投与によって視床において 40-50% のセロトニントランスポーターが占有されることが確かめられた。また精神分裂病の脳内ドーパミン D₁ 受容体の測定では、前頭前野の D₁ 受容体結合の低下が精神分裂病の陰性症状と負の相関があることが明らかになった。一方 MRS 研究においてはリチウムの MRS およびその画像化に成功した。

【研究発表】

- (1) 須原哲也, 須藤康彦 : 臨床精神医学, 25 (4) ,431-441, 1996.

- (2) 大久保善朗, 須原哲也, 染谷康宏, 佐々毅, 須藤康彦, 鈴木和年, 小林薫, 寺崎太洋, 松島栄介, 井上修, 融道男: 第 18 回日本生物学的精神医学会, 大阪, 1996. 3.
- (3) Suhara T., Farde L., Halldin C., N 携 ren K., Karlsson P.: Ann Nucl Med, 10, 85-88, 1996.

8) 高齢化社会における重要疾患の病態解明と診断技術に関する研究

吉田勝哉、須原哲也、松本 徹、福久健二郎、加藤博敏、吉川京燦、古賀雅久、遠藤真広、山口 寛

PET に関する研究では、心臓病や癌の診断を定量的に行うために共通でかつ不可欠な検討を 2 つ行った。第 1 に動脈入力関数の計測を心臓の PET 画像から非侵襲的に行う方法を考案し、採血データと良い相関を得ることができた。第 2 にブドウ糖の類似物質 F-18 FDG の心臓や癌の画像を簡便に定量化するために、代謝による影響を受けない脳を基準にして定量化する方法を考案し、基礎実験、臨床研究を行い、方法の有効性を証明することができた。これらを基に定量的な動態解析を行うため、臨床例の N-13 ammonia 心 PET 画像から、定量的な血液と心筋の時間放射能曲線を得て、これをコンパートメント解析する研究も平行して行った。さらに動物 PET を用いた基礎研究をめざして、兔を用いた実験モデルの作成を開始した。MR 研究でも、スペクトロスコピーの技術をもちいて、腫瘍や臓器の血流評価のための研究が進められた。

【研究発表】

- (1) Yoshida K., Endo M., Fukuda H., Kagaya A., Himi T., Masuda Y., Inagaki Y., Iinuma T., Yamasaki T., Tateno Y.: J. Comput Assist Tomogr, 19, 182-187, 1995.
- (2) Nakagawa K., Namba H., Iyo M, Fukushi K., Irie T., Yamanouchi M., Shikama N., Himi T., Yoshida K., Masuda Y.: J. Nucl Med, 36, 2094-2102, 1995
- (3) Ikehira H., Miyamoto T., Yasukawa T., Obata T., Katoh H., Koga M., Yoshikawa K., Yoshida K.: Radiation Medicine, 13, 199-204, 1995.
- (4) Obata T., Ikehira H., Shishido F., Fukuda N., Ueshima Y., Koga M., Kato H., Kimura F., Tateno Y.: Acta Radiologica, 26, 552-555, 1995.

II. IV. 指定研究

II. IV. 1. 放射線発がんの分子生物学的特異性 – 自然発がん、化学発がんとの相違 –

島田義也、西村まゆみ、小林 森、荻生俊昭（生物影響研究部）、佐伯哲哉、辻 秀雄
（第2研究グループ）

放射線と化学発がん剤によって誘発された腫瘍の性状を 比較・検討し、放射線によって誘発された腫瘍に特異的な変異マーカー(細胞膜表面抗原、ゲノム変異等)を同定することは、放射線発がんのリスク推定やメカニズム研究において極めて重要である。5週齢雌 B6C3(C57BL/6×C3H) F1 マウスに X 線 161cGy を毎週 1 回、計 4 回照射、もしくは ENU(エチルニトロソ尿素)の 400ppm 水溶液を飲料水として 6~10 週間投与し、胸腺リンパ腫を発生させた。発生した腫瘍について膜表面抗原の発現パターンをフローサイトメトリで解析したところ、X 線誘発の腫瘍では、ENU 誘発の腫瘍に比べ、TCR- $\alpha\beta$ や CD3 の発現が高く、他方、TL-2 の発現は逆に低い傾向にあった。一方、ゲノムの組み換えのホットスポットと考えられているミニサテライト(Pc-1:Msh6m)の変異は、X 線誘発の腫瘍で頻繁に観察された。また、第 11 番染色体上の D11Mit2 により検出されるゲノムの LOH(loss of heterozygosity)は、放射線誘発の腫瘍でのみ観察され(~80%)、ENU 誘発腫瘍や自然発生腫瘍ではこのタイプの異常は極めて少なかった。以上の結果から、放射線誘発のリンパ腫では、組み換えや欠失などのゲノムの大きな変化が頻繁に起こっており、また、表現型が分化型を示すなどの特性があることが示唆された。

[研究発表]

- (1) 島田、西村、辻、石井、小林、荻生:日本放射線影響学会、千葉、1996.11.
- (2) 西村、向河原、島田、小林、石井、荻生:日本放射線影響学会、千葉、1996.11..
- (3) Kubota, Y.* , Murakami-Murofushi, K. **, Shimada, Y., Ogiu, T.,and Oikawa,T.* : Cancer Res., 55, 3777-3780, 1995. (* Sasaki Inst.,**Ochanomizu Univ.)

1) 放射線誘発突然変異における核酸合成前駆体代謝経路関連遺伝子群の役割に関するゲノム解析研究

山内正剛、辻さつき、斎藤俊行、辻 秀雄、佐伯哲哉、森明充 興、三田和英(第 2 研究グループ)、高萩真彦、巽紘一(生物 影響研究部)

近年のゲノムの構造解析情報の蓄積に対して、特定の代謝経路の構築のようなゲノムの機能に関する研究は未だ殆どなされていない。本研究は、核酸合成前駆体であるプリン化合物およびピリミジン化合物の代謝経路における機能的な構築を遺伝子レベルで解明し、放射線や環境変異原等による突然変異の発生機構における同代謝経路の関与を解析することを目的とする。初年度である平成 6 年度は、これまでの同代謝経路に関する研究成果の蓄積を基盤として、関与する遺伝子群のうち、ヒトからは 7 種類を、また分裂酵母からは 9 種類を分離・同定した。これらのうち、完全長クローンが分離できたヒト purH 遺伝子の構造解析の結果、cDNA は 2040 塩基対より構成されることが判明し、592 アミノ酸よりなる翻訳領域が同定された。本遺伝子クローンの生物活性は、purH 欠損変異の回復能力により証明した。また、完全長の遺伝子クローンが分離できなかった残り 15 種類の遺伝子断片については、部分的な塩基配列の決定を行った。次いで、平成 7 年度にはヒトから 8 種類、げっ歯類から 3 種類、そして分裂酵母から 3 種類の遺伝子をそれぞれ新たに分離・同定した。新たに分離した 14 種類の遺伝子についても部分的な塩基配列の決定を行った。

[研究発表]

- (1) Yamauchi, M., Seki, N., Mita, K., Saito, T., Tsuji, S., Hongo, E., Morimyo, M., Shiomi, T., Koyama, H., Ayusawa, D., Hori, T.: DNA Res. 2, 269-275, 1995.
- (2) 山内、斎藤、三田、本郷、堀:第 12 回 染色体ワークショップ、新潟、1995.2.
- (3) 山内:モロシヌス研究会、高崎、1995.6.
- (4) 山内、辻、三田、関、斎藤、辻、堀:第 18 回日本分子生物学会年会、名古屋、1995.12.

II. V. 経常研究

II. V. 1. 放射線科学研究部

1) 概況

放射線科学研究部は、平成 7 年 4 月 1 日に発足し、放射線の人体の障害並びにその予防、診断及び治療並びに放射線の医学利用に関し、各種調査研究の共通基盤となる研究を行っている。

第 1 研究室は、放射線による人体の障害、予防および放射線の医学利用に関する基礎研究として、Beckmann の電磁波の理論を適用した光の粗面反射特性解析の研究、半導体検出器タイム・ピック・オフ最適化の研究、一様吸収場における単光子型エミッション CT の吸収補正の研究、重イオン核反応を利用した放射化学に関する基礎研究およびタングステン酸の非イオン性吸着への吸着挙動に関する研究を行った。

第 2 研究室は、放射線の防護に関する研究として、低線量生物影響研究のための線量測定法の開発、ラドン濃度連続測定装置の開発、重粒子線治療における患者の臓器線量測定のための熱ルミネッセンス線量計の LET 依存性の基礎実験、高エネルギー中性子線量当量の測定および医療被曝に関する実効線量当量の計算を行った。

第 3 研究室は、生体情報イメージングに関する研究として、PET 画像のノイズに関する研究、3 次元 CT 像からの肺がんの自動抽出法に関する研究、生体多様同時計測法に関する基礎的調査研究および原子間力顕微鏡を用いる粒子線イメージングに関する基礎的研究を行った。

第 4 研究室は、放射線の吸収線量及び線質に関する研究として、電離箱による測定精度向上に関し電離箱の飽和特性と極性効果の研究、陽子線吸収線量の国際相互比較、およびカロリメトリによる陽子線の吸収線量の研究を行った。

平岡室長は平成 7 年 7 月 19 日から 8 月 2 日まで米国ボストンでの第 39 回米国医学物理学会年会に於て「超小型電離箱の飽和特性と極性効果」と題した研究発表した。

また、平成 8 年 2 月 27 日から 3 月 11 日まで、ドイツ GSI のグラントにより、「重粒子線の線量相互比較に関する実験」のためドイツ連邦共和国重イオン科学研究所 (GSI)、ドイツがん研究センター (DKFZ) および国立物理・工学研究所 (FFB) を訪問し実験を行った。村山秀雄主任研究官は 7 年 7 月 4 日から 7 月 6 日まで科学技術庁国際研究集会派遣制度により仏国エクスレバンでの LETI (仏国国立電子技術情報研究所) 主催の放射線医学および核医学における完全 3 次元像再構成に関する 1995 年会議において「一様円形吸収体中の一様軸対称線源における 2 次元 PET 画像のノイズ特性」と題した研究発表をした。また、平成 7 年 8 月 21 日から 25 日まで、オーストリア、ウィーンでの IAEA 主催の核医学における断層法の現状と将来に関する国際シンポジウ

ムにおいて「3D-PET 像の統計的雑音特性と再構成画像の信号対雑音比に関する最適化条件」と題した研究発表を行った。福村明史研究員は平成 8 年 2 月 27 日から 3 月 11 日まで、科学技術庁二国間協力に伴う専門家派遣により、「重粒子線の吸収線量に関する国際相互比較実験の実施及び線量標準施設の訪問」のためドイツ連邦共和国重イオン科学研究所(GSI)、ドイツがん研究センター(DKFZ)および国立物理・工学研究所(FFB)を訪問し実験を行った。

中国第 4 軍医大学西京医院の馬興栄研究員は日中医学協会フェローとして平成 7 年 4 月 1 日から 8 年 3 月 31 日まで「単光子エミッション CT の研究」に従事した。米国シアトルのワシントン大学の Hans Bichsel 教授は平成 8 年 3 月 16 日から 3 月 30 日まで科学技術関係外国人研究者招勝制度により来日し、「重粒子線のエネルギー損失」の共同研究を行った。タイ国 Rajavithi 病院の P.Sahachjesdakul 研究員は STA フェローとして平成 7 年 9 月 10 日より 12 月 9 日まで「吸収線量の標準測定法」の研究に従事した。(隈元芳一)

2) 放射線による人体の障害、予防および放射線の医学利用に関する基礎研究

(継続) ○富谷武浩、柴田貞夫、馬興栄* (日中医学協力)

(1) 光の粗面反射特性解析の研究

Beckmann の電磁波の粗面反射理論を光の粗面反射へ適用し、シンチレーション・カウンター、チェレンコフ・カウンターなどの発光を利用した放射線検出器の光伝達特性のシミュレーション実験に有効な事を前年度明らかにした。本年度は Beckmann model と鏡面反射および Lambert mode との比較研究を行った。Lambert model は Lambert 則に基づいている。Lambert 則とは角分布が一様な平面光源の発光を記述する法則で、本来は粗面反射とは無関係だが、透明な微粒子よりなる反射面では入射光が微粒子集合内で屈折、反射を多数繰り返す間に入射方向の履歴が無くなる場合には出てくる光の角分布はあたかも Lambert 則に基づく粗面発光のごとくになるためである。既存の光伝達特性を解析するシミュレーションはことごとく Lambert 則に基づいている。3 種のモデルを比較したところ、Beckmann model の結果は鏡面反射と Lambert model の結果の中間にあり、両モデルを滑らかに継ぐ事が判明した。

(2) 半導体検出器タイム・ピック・オフ最適化の研究

放射線検出器より得られる信号は根本的には特定の時間分布に従って発生する量子の集まりより成り、統計的推定理論を適用して最適タイム・ピック・オフ法を求められる事を以前導出し、シンチレーション・カウンター、チェレンコフ・カウンターに適用した。この手法を半導体検出器にも適用する研究に着手した。半導体検出器電極に発生する電子の時間分布の解析的な式をPN接合型、PIN接合型につき求めた。引き続きこれらの時間分布を基に最適タイム・ピック・オフの導出と理論的限界を求める研究を継続する。

(3) 一様吸収場における単光子型エミッション CT の吸収補正の研究

単光子型エミッション CT では、人体中の自己吸収の場と放射能分布との二つの未知量が絡むため、解析的な解は存在しない。しかし、吸収場が一様であれば解析的な解が存在する。ポジトロン CT では対ガンマ線を同時計数するため、対向するプロジェクションは同一だが、単光子型エミッション CT では自己吸収が異なるため対向するプロジェクション対は独立であり、荷重の仕方により複数の解が存在する。対向するプロジェクション対の最適荷重を求める問題は解かれていなかったため、この課題を本年度はとりあげた。しかし、8月に開かれた国際学会で Chicago 大学の Pan と Metz らがこの問題の解を報告し、線形画像処理の制約下で最適荷重が解かれたため、非線形画像処理まで拡張した最適荷重の研究に目標を変更し、荷重の満たす数学的特徴の研究に着手した。引き続き非線形画像処理の場合の最適化の課題を継続して研究する。(日中医学協力)

(4) 重イオン核反応を利用した放射化学に関する基礎的研究

重イオン核反応で生成する放射性核種をトレーサーとして利用するための分離法の開発を行った。すなわち、理研リングサイクロトロンの 135MeV/nucleon の N-14 で亜鉛ターゲットを 1 時間照射し、6M 塩酸 10ml に溶解した。溶液を陰イオン交換樹脂 Amberlite CG-400 カラムに通し、0.5M 塩酸 20ml で溶解することによりマルチトレーサー溶液を得た。 γ 線スペクトルから、マルチトレーサー溶液には Be、Na、Mg、K、Ca、Sc、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni および Ga が検出され、Zn は含まれていないことがわかった。照射終了時から 3 時間以内にマルチトレーサーを実験に供することができ、短寿命核種についての挙動も観測することが可能である。亜鉛をターゲットとしたマルチトレーサー溶液は、銅

あるいはゲルマニウムをターゲットとしたマルチトレーサーとした場合に比べ、調製が容易であり、鉄をターゲットとした場合に比べ Fe、Ni、Ga についての情報も得ることができる。この溶液を蒸発濃縮した後、臭化水素酸に溶解して、無機イオンの吸着挙動の実験に用いた。

(5) タングステン酸の非イオン性吸着体への吸着挙動に関する研究

水溶液中の無機の放射性核種のイオンが「イオン交換基を持たない有機物」に吸着する現象を調べ、イオンの分子構造が重要な因子であることをこれまでに明らかにしてきた。今年度は多核イオンを作るタングステン酸(185W042-)の非イオン性高分子吸着体および活性炭への吸着挙動をさまざまな pH について調べた。pH6~7 ではほとんど吸着したが、pH が 3 に近づくにつれ、急激に分配係数 (Kd)が増加し、さらに酸性側ではわずかに減少した。溶液中に存在すると思われる数種のイソポリタングステン酸イオンについて電荷当たりの表面積(単位電荷占有面積:Charge Spreading Surface Area of Ionic Molecule = CSSA)を計算し、実験でえられた Kd を用いてプロットしたところ、吸着化学種はかつて溶液化学から考えられていたものとは異なり、正八面体構造の W6O19²⁻として計算した位置が相関線の近傍に来ることが分かった。

[研究発表]

- (1) Tomitani, T.: IEEE Trans. Nucl. Scil, NS-43, 1544-1548, 1996.
- (2) 富谷武浩、金澤光隆、吉川京燦、吉田勝哉:日本医学放射線学会第 70 回放射線物理学会大会、大鰐、1995.9.
- (3) 富谷武浩、馬興栄:日本医学放射線学会第 70 回放射線物理学会大会、大鰐、1995.9.
- (4) 柴田貞夫、渡利一夫、野田 豊、安部静子、榎本秀一、前田はるか、安部文敏:第 39 回放射化学討論会、新潟、1995.10.
- (5) 森本直哉、井上貴和、向 和彦、横山明彦、斉藤 直、馬場 宏、大楽知久、室山敏浩、篠原 厚、柴田貞夫:日本化学会第 70 春季年会、東京、1996.3.

3) 放射線防護に関する研究

隈元芳一、白貝彰宏、野田 豊、岩井一男*、三浦正* (*研究生)

- (1) 低線量生物影響研究のための線量測定法の開発

低線量の連続照射実験のためのマウスの吸収線量測定法の研究を行った。マウス腹腔内に TLD 素子を挿入し、照射実験条件のもとでのマウスの腹腔内線量の実測を行った。この線量は 12ml 電離箱で測定したケ-ジ中心線量に比して小さいが、その差は線源-ケ-ジ間距離 2.5m の場合、最大で 5% である。この差はマウスの相互遮蔽によるものと判断される。

(2) ラドン濃度連続測定装置の開発

密封型および通気型の電離箱を用いた浜松ホトニクス製差動磁気浮上電離箱ラドン濃度計(ラドン濃度=通気型信号出力-密封型信号出力)を用いた環境 γ 線と大気中のラドン濃度を連続測定する装置を開発した。この装置は 8ch のマルチプレクサ-と 3・1/2 桁の ADC とパーソナルコンピュータとで構成され、温度センサー、湿度センサー及び気圧センサーと電離箱信号とを同時に連続記録する。実際の連続測定の結果、屋内ラドン濃度の変化と屋外、屋内の大気環境および生活活動とに相関があることが示された。

(3) 治療における患者の臓器線量測定の基礎実験

荷電粒子を受ける患者の主ビーム外の臓器線量を測定するために、熱ルミネッセンス(Mg₂SiO₄:Tb)の荷電粒子にたいする線量、線質依存の測定を行った。13 および 75keV/m の炭素イオンにたいする測定では LET の大きい方が同一線量に対する感度が低い。また、5Gy5 回の繰り返し照射において感度の変化はない。

(4) 中性子線量当量の測定

重イオンを銅ターゲットに当てたときに発生する中性子の遮蔽体後の線量当量を、従来型および C.Birattari によって開発された鉛円筒付きの改良型レムカウンタを用いて測定を行った。20MeV 以上の中性子に対する感度が低下することを補償するために高エネルギー中性子にたいする非弾性散乱断面積の大きい鉛を減速材として用いている。400MeV/n 炭素イオンによる中性子のコンクリ-ト遮蔽体 1.5m 後の測定の結果、0 度方向では従来型に対する線量の比は 1.5 となり、90 度方向ではほぼ同じであり線質の違いを反映している。

(5) 実効線量当量の計算法の開発

性別、年齢別の組織・臓器別名目確率係数を用いて集団検診における過剰がんによる死亡数と短縮寿命を計算した。受診者の年齢分布が一般公衆と大きくは異なるので、ICRP による年齢別でない係数によるものとの差は小さい。

[研究発表]

- (1) 隈元、野田: 第 69 回日医放物理学会、名古屋、1995.4.
- (2) 隈元、野田、他: 第 70 回日医放物理学会、大鰐、1995.9.
- (3) Kumamoto, Y. and Maruyama, T.: , Health Physics, 68, 827-831, 1995.
- (4) 田中栄一*(特別研究員)、野田、他: 第 32 回理工学における同位元素研究発表会、東京、1995.7.

4) 生体情報イメージングに関する研究

山本幹男、村山秀雄、野原功全*、田中栄一*、福田信男*、安田仲宏、平澤雅彦***、河野貴美子***、町好雄***、外山比南子***、篠原広之***、天羽優子***、西川慶一****、木村裕一****、長谷川智之**** (*特別研究員、**客員研究官、***客員協力研究員、****研究生)**

(1) 放射線の放射型イメージングに関する基礎的研究

従来、PET 画像のノイズ特性を分析する場合は一様分布する円形ファントムでのみ行われてきた。しかるに、実際の PET 画像においては線源分布の大きさが吸収体の大きさより小さい場合が一般的であり、そのような局所的線源分布が画像上の他の場所に与えるノイズの影響を知ることが重要となる。さらに、FDG の脳内集積分布が脳周辺の灰白質に顕著なことから、円環状に線源分布する場合についてその画像のノイズ特性の分析を行った。その結果、コールド領域を中央にもつ線源分布では、吸収の無い場合に中央のノイズが線源領域に比べて小さくなる傾向があるが、吸収のある場合は吸収体全域でノイズが一様となる傾向にあることが判明した 1-4。

(2) 3次元 CT 像からの肺がんの自動抽出法に関する研究

本研究は、3次元 CT が開発されつつある状況に鑑み、一度に非常に多数のスライスが撮像され、医師が肺がんを読影する困難を補助するスクリーニングを目的としている。ヘリカル X 線 CT により撮像し、1mm スライス間隔に再構成した多数のスライス像から、肺がん候補を自動抽出するアルゴリズムを開発した。本アルゴリズムは、がん候補領域内の濃度ヒストグラム分布の形とスライス相互を含む 3次元連結性を用いた。本アルゴリズムを各 1 個の腫瘍を含む 4 患者、全 47 スライスの実画像で試した結果、全ての腫瘍をマークし、拾い過ぎは 1 個のみであった 5-7。

(3) 生体多様同時計測法に関する基礎的調査研究

生体放射に関しては、人体から放射されている各種放射(生物フォトン、遠赤外線、オゾン、コロナ放電、など)の測定に関する前年度までの調査を基に研究を開始した。実験では、気功との関連で注目すべきデータが得られた。また、感覚外認知に関する聴性誘発電位実験装置を開発して 100 試行の実験を行い、感覚外認知の存在を示唆する誘発脳波潜時の統計的に有意なずれを得た。これらのシーズは、「多様同時計測による生体機能解析法の研究」として平成 7 年度から 5 年間の官民特定共同研究として発展中である 8-15。

(4) 原子間力顕微鏡を用いる粒子線イメージングに関する基礎的研究

本研究では、重粒子線によるがん治療を効果的に推進するために、前年度までに原理開発を行った、重粒子線の作用を、原子間力顕微鏡により、光学顕微鏡以下のナノスペースで微細にイメージングし解析する新しい方法に関し、定量的研究を開始した。原子間力顕微鏡で重粒子線を照射した熱硬化プラスチック CR-39 を数分間化学エッチングし観察することにより、今まで方法がなかった、治療状態での 106 粒子/cm² 以上の高密度照射に対しても、線束、微細線量分布、LET 分布を観察・解析できる可能性がある。本研究の成果は、重粒子線プロジェクト「重粒子線効果の微細イメージング解析」としても発展中である。また、長時間宇宙空間に打ち上げられ宇宙線により高密度照射された検出器の、今まで不可能であった解析にも道を開くものである 16-31。

[研究発表]

- (1) Murayama, H. : Proc. of Symposium on Tomography in Nuclear Medicine, Present Status and Future Prospects (August 21-25, 1995, Vienna, Austria)", IAEA-SM-337/18, 1995.
- (2) 村山: 日本医学物理学会 12 会研究発表会妙録集, 54-55, 1995.
- (3) 篠原, 長谷部, 新尾, 國安, 橋本, 村山: Med. Imag. Tech., 13, 533-534, 1995.
- (4) 村山: 日本医学放射線物理学会、Supplement No. 46, 1-22, 1995.
- (5) 山本, 久米*, 蔵野, 古角, 西川, 古川, 松本, 吉川, 滝口, 大松**, 森山** : 放射線医学物理, 15(2), 156, 1995. (*東邦大, **国立がんセンター東病院)
- (6) Yamamoto, M., Kurano, M., Kume, E. *, Kokado, T., Nishikawa, M., Furukawa, A., Matsumoto, T., Ohmatsu, H. **, Moriyama, N. ** : Med.

- Imag. Tech.,13, 553-554, 1995.(*Toho Univ.,**Natl.Cancer Center East Hospital)
- (7) 山本, 蔵野, 古川,古角, 西川, 松本, 西川*, 大松**, 森山** : 日本医学物理学会(JAMP'95)第 12 回研究発表会抄録集, 87-88, 1995.(*東歯大,**国立がんセンター-東病院)
- (8) 山本, 平沢 : 第 56 回応用物理学会学術講演会講演予稿集, 330, 1995.
- (9) 山本, 平沢* : 人体科学会第 5 回大会抄録集,74-75, 1995.(*変位指数研究所)
- (10)平澤, 山本, 河野*, 古川 : 日本超心理学会第 28 回年次大会発表論文集,23-24, 1995.(*日医大)
- (11)Hirasawa, M., Yamamoto, M. : J. Int. Soc.Life Info. Sci., 14, 32-37, 1996.
- (12)Hirasawa, M., Yamamoto, M., Kawano,K.*,Furukawa, A. : J. Int. Soc. Life Info. Sci., 14, 43-48, 1996.(*NipponMed. Sch.)
- (13)Yamamoto, M., Hirasawa, M., Kawano, K.*, Yasuda, N.,Furukawa, A. : J. Int. Soc. LifeInfo. Sci., 14, 97-101, 1996.(*NipponMed. Sch.)
- (14)山本, 平澤, 河野*, 古川 : 第 43 回応用物理学関係連合講演会講演予稿集,No.1, 374, 1996.(*日医大)
- (15)山本, 平澤, 河野*, 安田, 古川 :第 43 回応用物理学関係連合講演会講演予稿集, No.1, 374, 1996.(*日医大)
- (16)山本 : 電気学会研究会, NE-95-10, 29-34, 1995.
- (17)山本, 金井, 石樽,古川, 早田, 長坂*, 小倉** : 放射線, 21(4) , 89-101, 1995.(*東邦大,**日大)
- (18)山本, 金井, 石樽,土居, 早田, 古川, 古角, 西川, 蔵野 : 放射線医学物理,15(2) , 166, 1995.
- (19)Yamamoto, M.,Kanai, T., Ishigure, N., Doi, M.,Hayata, I., Furukawa, A., Kokado, T., Nishikawa, M.,Kurano, M., Nagasaka,H. *, Shibuya, H. *, Ogura, K. ** : Med. Imag. Tech.,13, 597-598, 1995.(* Toho Univ.,**Nihon Univ.)
- (20)山本, 金井, 石樽, 古川, 古角,西川, 蔵野, 長坂*, 渋谷*, 小倉** : 日本医学物理学会(JAMP '95)第 12 回研究発表会抄録集,99-100, 1995.(*東邦大,**日大)

- (21)山本, 石樽, 古川, 金井, 長坂*,小倉** : 第 56 回応用物理学学会学術講演会講演予稿集, 13, 1995. (*東邦大,**日大)
- (22)貝塚*, 高橋*, 井口*,樽, 貝塚**, 古川, 金井, 小倉*** : 第 13 回固体飛跡検出器研究会,東京, 1996.3. (*東邦大,**東大,***日大)
- (23)山本, 安田*, 石樽, 金井, 古川, 平澤, 蔵野,古角, 西川, 長坂*, 小倉** : 研究会「放射線検出器とその応用」要旨論文集,9-10, 1996. (*東邦大,**日大)
- (24)安田, 長坂*, 山本, 石樽, 宮原,古川, 金井, 小倉** : 第 43 回応用物理学関係連合講演会講演予稿集, No.1,9, 1996. (*東邦大,**日大)
- (25)山本, 金井, 石樽, 安田, 長坂*, 貝塚**,古川, 平澤, 小倉*** : 第 43 回応用物理学関係連合講演会講演予稿集, No.1,9, 1996. (*東邦大,**東大,***日大)
- (26)山本, 蔵野, 古角, 古川,安田, 長坂*, 平澤, 西川, 石樽, 金井, 小倉** : 第 43 回応用物理学関係連合講演会講演予稿集, No.1, 9, 1996. (*東邦大,**日大)
- (27)貝塚*, 高橋*, 井口*, 中沢*,山本 : 日本原子力学会 1996 年春の年会予稿集, 332, 1996. (*東大)
- (28)山本, 石樽, 古川, 金井, 小倉* : 第 12 回固体飛跡検出器研究会, 東京, 1995.4. (*日大)
- (29)山本, 金井, 石樽, 安田, 長坂*, 貝塚**, 蔵野, 古川, 平澤,中村, 小倉*** : 第 13 回固体飛跡検出器研究会, 東京, 1996.3. (*東邦大,**東大,***日大)
- (30)安田, 長坂*, 山本, 石貝塚*, 高橋*,井口*, 中沢*, 山本 : 第 13 回固体飛跡検出器研究会, 東京, 1996.3. (*東大)中沢*, 山本 : 日本原子力学会 1995 年秋の大会予稿集,C13, 1995. (*東大)
- (31)貝塚*, 高橋*, 井口*, 中沢*, 山本 : 第 13 回固体飛跡検出器研究会, 東京, 1996.3. (*東大)

5) 放射線の吸収線量及び線質に関する研究

平岡 武、福村明史、小俣 要、竹下美津恵、川島勝弘*、佐方周防、谷 英林** (*特別研究員、**研究生)**

- (1) 電離箱による測定精度向上に関する研究 放射線の線量を測定するために用いられる検出器には多種あるが、小照射野での測定に於ても絶対線量測定的面からは電離箱が最も有利である。ここでは 7 種類の電離箱[タイプと公称電離体積は PTW23323(0.1ml),Shonka ,Miniature(0.05ml),Markus(0.05ml),A1(0.05ml)

,Medic(0.01ml),FujitecMicro(0.009ml),A14(0.003ml)] を用い、このうちの2種類は A-150 と C-552 の壁材のものを用い、全部で 9 本の小型電離箱の飽和特性と極性効果について検討した。測定に用いた線源は 10MV-x 線で、極性効果についてはコバルト 60 ガンマ線に対しても測定した。また、極性効果がコンプトン散乱によるものかどうかを検証するため、70MeV 陽子線による測定も行った。極性効果は電離箱によってはかなり大きいものがあり、注意が必要である。イオン再結合損出については Boag の理論による式が、X 線にも陽子線にも適用できる。しかし、等価ギャップ間隔の算出に於て、理論的取り扱いが小型電離箱では極めて難しいことが判明した。

- (2) 陽子線吸収線量の国際相互比較 日本(放医研)、スイス(PSI)、フランス(CPO)、ロシア(JINR)および南アフリカ(NAC)の五カ国の間で治療用陽子線吸収線量の国際相互比較を実施した。各研究所の組織等価壁型空気電離箱線量計は、まずコバルト 60 の γ 線標準場で校正された。次に NAC の陽子線治療室内に設置された水槽の中に各研究所の電離箱を挿入し、一定量の陽子線を順次照射した。この時得られた収集電荷と、先に求めたコバルト校正定数とから、水中に於ける陽子線の吸収線量が評価された。測定は、水中飛程 24cm の単色ビームに対し水中深さ 5cm の点、同じ飛程で幅 10cm の拡大ブラッグピークを形成するビームに対し深さ 19cm の点、そして飛程が 12cm で幅 6cm の拡大ブラッグピークを形成するビームに対し深さ 9cm の点の、三点で行われた。吸収線量の評価は、ヨーロッパで標準的に用いられているプロトコルに基づいて算定された。得られた結果は、ロシアの一例を除いて、いずれの場合もプラスマイナス 1%程度の範囲内で良く一致した。また放医研の電離箱に対するコバルト校正定数についても、予め放医研で求めた値と NAC で得られた値の差はわずか 0.36%しかなかった。これにより陽子線の吸収線量及びコバルト 60 γ 線の照射線量に対する国際的な標準化の現状が確認できた。
- (3) カロリメトリ 電離箱形線量計を用いた線量評価法に必要な物理パラメータとして、衝突阻止能および w 値がある。これらが未だ精度良く知られていない放射線については、カロリメトリとの比較により決定しなければならない。今年度は、グラファイトを吸収体とする固体素子を用いた熱量計により陽子線の吸収線量の測定を試みた。測定には、放医研サイクロトロンで発生するビームエネルギー

70MeVのプロトンビームを用いた。測定は Mono エネルギーの表面近傍で行ない、同じ条件で3回の測定を行った。熱量計素子に対する線量率は1分あたり約11Gyで照射した。それぞれ9回から14回の照射を行なったところ、再現性は0.7%以内であった。

[研究発表]

- (1) 平岡:第51回日本放射線技術学会学術大会、名古屋、1995.4.14
- (2) 谷*、平岡、関口*、大島*:第69回日医放物理学会大会、名古屋、1995.4(*旭化成情報システム)
- (3) 小俣、平岡、福村、竹下、佐方*:第69回日医放物理学会大会、名古屋、1995.4(*千葉がんセンター)
- (4) Hiraoka, T., Omata, K., Fukumura, Takeshita, M.:37thAnn. Meeting of AAPM, Boston, Massachusetts, 1995.7.23-27
- (5) 平岡、小俣、福村、竹下:第70回日医放物理学会大会、弘前、1995.9
- (6) 平岡、小俣、福村、入船*、大谷*:第70回日医放物理学会大会、弘前、1995.9(*都立医療短大)
- (7) 斉藤*、平岡、藤崎**、福士*、福田*、入船*:第70回日医放物理学会大会、弘前、1995.9(*都立医療短大、**中央医技専)
- (8) 大谷*、入船*、平岡、津田**、斉藤*、副士*、福田*、乳井*:第70回日医放物理学会大会、弘前、1995.9(*都立医療短大、**東海大医放)
- (9) 平岡:第8回日本放射線腫瘍学会学術大会、東京、1995。11
- (10)平岡、谷:放射線科学、Vol.38, No. 6、197—200、1995
- (11)Hiraoka, T., Omata, K.,Fukumura,Takeshita, M.:Medical Physics, 22, 1541, 1995
- (12)平岡、小俣、福村、入船、大谷:日本放射線技術学会雑誌、第51巻、12号、1764—1769、1995

Ⅱ. V. 2. 障害基盤研究部

1) 概況

本研究部は本年度新設された研究部であり、3研究室より構成されている。第1研究室は、放射線による人体の障害に関する調査研究、第2研究室は放射線による人体の障害の防御機構に関する調査研究、第3研究室は放射線による人体の障害の予防および

び早期発見ならびに放射線の線量推定に関する調査研究を行うことを目的として設立された。研究員数は5月から大山と、9月から英国留学中だった福津が加わり総勢12名となった。本年度は設立初年度であるため後述の実験研究を行う傍らで研究室の改造整備と海外の研究状況の調査を活発に実施した。小島は日伊ワークショップ(ローマ、12.10~16)に出席し、イタリア研究者と放射線生物学に関する研究情報の交換を行った。笠井は米国サンノゼ(放射線科学会)とロスアラモス国立研究所(3.31~4.14)に出張し、研究発表と共同研究打ち合わせを行った。また、第5回医学生物重粒子ワークショップ(独国ダムスタット)と第10回国際放射線会議(独国ビュルツブルグ)(8.22~9.3)に出席し、研究発表と討論を行った。田中はキーストンシンポジウム(米国タオス、2.14~2.25)に出席し、研究発表と討論を行った。森は米国ロスアラモス国立研究所とカリフォルニア州バーナム研究所(3.31~4.11)を訪問し、研究情報交換を行った。南久松は英国NRPB研究所(2.16~3.19)へ出張し、共同実験を行った。古川は米国マウントサイナイ医科大学(ニューヨーク、3.5~3.12)に出張し、研究情報交換を行った。村上は放射線科学会と米国ロスアラモス研究所(3.31~4.20)に出張し、研究発表と共同研究打ち合わせを行った。また、第10回国際放射線会議(独国ビュルツブルグ、8.26~9.3)に出席し、研究発表と討論を行った。そして、9月30日からロスアラモス国立研究所に2年間の予定で出張し、共同研究を開始した。さらに、本年度は米国マウントサイナイ医科大学のオスマン教授(7.4~8.4)、英国MRC研究所のサッカー博士(11.3~25)、英国NRPB研究所のブフラー博士(3.24~30)、ロスアラモス国立研究所のチェン博士(3.17~31)、中国衛生部工業実験所の濤研究員(1.22~26)、韓国全南大学のチョイ研究員(12.11~12)、伊国カサチア研究所のパチエロッチ博士とマリノ博士(3.24~3.31)が来部して研究交流を行った。また、2月25日からはポーランド核化学技術研究所のクルツェウスキー博士が1年間の予定で本研究部にて共同研究を開始した。(早田 勇)

2) 生体の放射線障害とその防護機構に関する研究

小島栄一、江口-笠井清美、田中 薫

本研究は、放射線によって照射された生体における造血系細胞および培養系細胞の放射線影響とそれを修飾する各種因子の作用機序、ならびに細胞周期、再増殖などの機構について検討し、放射線障害とそれに対する防護の機構を解明することを目的とする。造血系における放射線障害からの回復や防護に関しては未分化造血幹細胞が重要

な役割を果たしている。引き続き、5-フルオロウラシル(5-FU)処理マウスにおける造血幹細胞(CFU-S)に対するサイトカイン IL-3 の効果を調べた。5-FU をマウスに投与した後、3 日目に IL-3 を投与した結果、対照群と比べて、骨髓由来の CFU-S はその後 2-7 日間に顕著な増加を示した。一方、脾臓由来の CFU-S では、IL-3 による効果が認められなかった。また、CFU-GM、CFU-Meg などについても検討したが、その効果は各系列前駆細胞によって異なった。マウス顆粒球・マクロファージ系前駆細胞(CFU-GM)に対する in vitro 等線量二分割照射の効果について、巨核球系前駆細胞(CFU-Meg)で得られた結果と比較検討した。骨髓由来の CFU-GM の線量一生存率曲線は、ほとんど肩のない直線性を示し、CFU-Meg のそれと同じ傾向を示した。脾臓由来の場合もほぼ同様であった。しかし、CFU-Meg においては分割照射の時間間隔を変えても回復が見られなかったのに対して、CFU-GM の場合は、骨髓では 1 時間と 3 時間の間隔で分割照射を行った時、また、脾臓では照射間隔が 3 時間の時に回復効果が認められた。放射線照射による細胞周期制御機構への障害を調べるために、X 線または炭素線照射後の細胞動態をフローサイトメーターを用いて解析した。チャイニーズハムスター由来培養細胞 V79 では、2Gy の炭素線(HIMAC、290MeV/u、細胞中での LET=約 75keV/μm)を照射したところ、G2/M 期での集積効果は X 線よりも高かった。一方、DNA 二重鎖切断修復欠損細胞では、X 線、炭素線ともに G2/M 期での停止時間が長かった。これらの結果と重粒子線誘発 DNA 二重鎖切断が修復されにくいというこれまでの研究結果とを総合すると、G2 期停止の長さには、修復されずに残る DNA 二重鎖切断の量が関係すると考えられた。重粒子線による造血組織への影響に関しては、炭素線(290MeV/u、LET=50keV/μm)のマウス CFU-S に対する効果を調べた。骨髓由来の CFU-S の不活化効果に関する RBE(vs.X 線)は 1.2 を示し、脾臓由来の CFU-S では炭素線の効果は高線量域において現われた。

【研究発表】

- (1) 坪井, 小島, 田中, 金井:日本医放会誌, 55, 247-252, 1995.
- (2) Eguchi-Kasai,K. et al. :Adv. Space Res., 18, 109-118, 1996.
- (3) Potempa,L.A.,Motie,M.,Wright,K.E.,Crump,B.L.,Radosevich,J.A.,Sakai,N.,Lai,G.,Tanaka,K.,Kojima,E.and Tsuboi,A.:Exp.Hematol., 24, 258-264, 1996.
- (4) 小島, 田中,古沢:日本放射線影響学会第 38 回大会, 千葉,1995. 11.
- (5) 田中, 小島, 坪井,E.マハイ:日本放射線影響学会第 38 回大会, 千葉, 1995.11.

- (6) Eguchi-Kasai, K. et al. : 5th Workshop on Heavy Charged Particles in Biol. and Med., Darmstadt, 1995.8.
- (7) Eguchi-Kasai, K. and Cox, A.B. : 10th Int. Congr. Radiat. Res., Wuerzburg, 1995.8.
- (8) Kojima, E. : 2nd Italy-Japan Workshop (Radiation Effects and Biomedical Applications), Rome, 1995.12.
- (9) Tanaka, K. and Kojima, E. : Keystone Symposia (Molecular Regulation of Platelet Production), Taos, 1996.2.

3) 放射線障害の防御に関する細胞学および分子生物学的研究

大山ハルミ、五日市ひろみ、福津久美子、村上正弘、森雅彦、田沼靖一(東京理科大学、外来研究員)

放射線により生じた DNA 損傷等は、一部修復され、あるいは細胞死や組織の障害をもたらす。従来、放射線による損傷とその修復機構の解明のため、修復遺伝子変異株を用いて解析を進めてきた。本年度はさらに、放射線障害の防御機構として働くと考えられている細胞死-アポトーシスについての研究も行った。放射線感受性および DNA 修復機構解明のため、マウス細胞由来の放射線感受性細胞を用いて相補群の検定を行い、一部については相補群を明らかにした。さらに、英、MRC との共同研究で新たな放射線感受性株の樹立を行い、相補群検定を進めている。また、DNA 二重鎖切断修復に関与する遺伝子のクローニングの準備を進めると共に、修復遺伝子変異株について細胞遺伝学および分子生物学的に解析を行った。放射線高感受性と DNA 修復欠損の関連を明らかにするため、マウス LAT 細胞株から樹立された放射線高感受性、DNA 修復欠損株 SL3-147 に対する活性酸素の関与に関して検討した。その結果、SL3-147 は過酸化水素およびパラコート処理に対し LAT より高感受性であるが、メナジオンに対しては逆に低感受性であることがわかった。また、パルスフィールドゲル電気泳動による DNA 切断検出で、過酸化水素およびメナジオン処理により両細胞ともに DNA 切断が検出されたが、パラコート処理では SL3-147 のみに検出された。この機構に関して、引き続き検討中である。アポトーシスに関して以下のような研究を行った。

これまで研究を進めてきた胸腺細胞の放射線誘発アポトーシスに対するタンパク質分解の関与を、タンパク質分解酵素阻害剤を用いて検討した。その結果、セリンプロテ

アーゼ阻害剤である TLCK は、DNA 断片化、クロマチン凝縮、細胞サイズ縮小などのアポトーシス変化を同程度に抑制するのに対し、同じくセリンプロテアーゼ阻害剤である PefablocSC ではクロマチン凝縮の抑制する濃度で、DNA 断片化抑制が低いことがわかった。この結果から、アポトーシスの発現に複数のセリンプロテアーゼが関与していることが示唆された。

放射線は典型的な酸化ストレスであり、活性酸素生成は細胞障害の要因と考えられている。上記、放射線照射後の胸腺細胞の系での過酸化物を、DCFHDA 蛍光試薬を用いてフローサイトメトリーにより測定、アポトーシスとの関連を調べた。その結果、過酸化物濃度は照射直後は低く、アポトーシス細胞で特異的に上昇することが明らかになった。同様な過酸化物増加は、グルココルチコイド誘発アポトーシスでも認められ、したがって、過酸化物の生成は放射線そのものによるものではなく、アポトーシスの過程で特異的に産生されたものであると考えられた。

放医研で樹立されたリンパ腫細胞 3SB は、きわめて放射線高感受性にアポトーシスを起こす。この細胞を用いて、X 線と紫外線照射によるアポトーシスの細胞周期依存性についての解析を行った。非同調細胞を用いた解析で、両者に著明な違いが認められたため、M 期同調剤であるノコダゾールによる同調後、さらに G1、S 期に進めた細胞について調べた。その結果、X 線ではとくに G1 期細胞が感受性であり、一方、紫外線では S 期細胞がとくに高感受性にアポトーシスを起こすことがわかった。DNA 損傷要因たる X 線と紫外線によるアポトーシス誘発の細胞周期が異なる分子機構について、現在検討中である。

マウス白血病細胞 L5178Y は照射後増殖死型のアポトーシスを起こすことが報告されている。そこで、その感受性株 L5178Y-S の放射線誘発アポトーシスについて調べた。その結果、L5178Y-S 細胞は、照射後 G2/M ブロックを長時間にわたり生じ、遅延間期死型のアポトーシスを起こすことが明らかになった。

[研究発表]

- (1) 坪内,福津,村上,古沢,笠井,金井,小池,安藤,大原,谷田貝,加納:日本医学放射線学会 第 34 回生物部会,名古屋,1995.4.
- (2) 五日市,下川,大山,山田:Apoptosis 研究会第 4 回集談会, 東京,1995.7.
- (3) 福田,大山,山田:Apoptosis 研究会第 4 回集談会,東京,1995.7.
- (4) 下川,大山,山田:Apoptosis 研究会第 4 回集談会,東京,1995.7.

- (5) 大山,山田:第 103 回,日本医学会シンポジウム「アポトーシ ス-概念と実体」,箱根,1995.8.
- (6) Murakami, M.,Eguchi-Kasai, K. and Sato,K.: 10th Int. Cong. Radiat.Res., Wurtzburg, 1995. 8 .
- (7) Yamada, T. and Ohyama, H. : 10th Int. Cong.Radiat. Res., Wurtzburg, 1995. 8.
- (8) Fukuda, Y., Shimokawa, T., Ohyama,H. and Yamada, T.: 10th Int. Cong. Radiat. Res.,Wurtzburg, 1995. 8.
- (9) Shimokawa, T., Fukuda, Y., Ohyama, H. and Yamada, T.: 10thInt. Cong. Radiat.Res., Wurtzburg, 1995. 8.
- (10)Ohyama, H. and Yamada, T. :Proc.10th Int.Cong.Radait. Res., I, 141, 1995.
- (11)河内, 塩川, 大山, 鈴木, 高橋, 田沼:第 68 回日本生化学会大会, 大阪, 1995.
- (12)五日市, 下川, 森, 村上, 大山:日本放射線影響学会第 38 回大会, 千葉, 1995.11.
- (13)坪内, 福津, 五日市, 村上, 笠井, 松下, 古沢, 大原,加納:日 本放射線影響学会第 38 回大会, 千葉, 1995.11.
- (14)大山, 能勢, 五日市,山田:日本放射線影響学会第 38 回大会, 千葉, 1995.11.
- (15)福田, 清水, 大山,山田:日本放射線影響学会第 38 回大会, 千 葉,1995.11.
- (16)下川, 大山, 山田:日本放射線影響学会第 38 回大会,千葉, 1995.11.
- (17)巽, 阿部, 笠井, 寺岡, 明石, 大山, 高萩, 古野:日本放射線影響学会第 38 回大会, 千葉, 1995.11.
- (18)塩川, 岩松, 大山, 山田, 田沼:日本分子生物学会,1995.12.
- (19)Murakami, M., Eguchi-Kasai,K. and Sato, K.: Mut. Res., 336,215-221, 1995.
- (20)大山, 山田:臨床医, 21, 2110-2113,1995.
- (21)大山,山田:遺伝, 49, 43-48, 1995.
- (22)山田, 大山:実験医学, 増刊号, アポトーシス研究の最前線,13,214-218, 1995.
- (23)山田, 大山:図説分子病態学(一瀬白帝, 鈴木宏治編)47-52,中外医学社, 1995.
- (24)大山, 山田:「アポトーシスの分子医学」(橋本嘉幸,山田武編), 151-163, 羊土社, 1995.

- (25)大山:最新アポトーシス実験,(辻本賀英,刀祢重信, 山田武編), 23-25, 羊土社, 1995.
- (26)大山:同上, 49-54, 羊土社,1995.
- (27)大山, 下川:同上, 61-67, 羊土社, 1995.
- (28)大山:同上, 82-85,羊土社, 1995.
- (29)大山, 山田:同上, 86-91, 羊土社, 1995.
- (30)大山, 福田:同上,92-99, 羊土社, 1995.
- (31)山田, 大山:同上, 185-193, 羊土社, 1995.
- (32)山田, 大山:同上, 172-174, 羊土社, 1995.
- (33)山田, 大山:アポトーシス,10-65, 日経サイエンス, 1995.
- (34)山田, 大山:組織培養, 21, 1-3 ,1995.
- (35)大山, 山田:看護技術, 41, 6-7, 1995.
- (36)山田, 大山:Lilly DATE 5,8-9 , 1995.
- (37)大山, 山田:TODAY'S THERAPY'95, 19, 1-2, 1995.
- (38)Murakami,M., Eguchi-Kasai,K., Sato, K., Minohara, S. , Yatagai , F. and Kanai,T. : J. Radiat. Res., 36: 258- 264,1995.
- (39)Eguchi-Kasai, K., Murakami,M., Itsukaichi, H., Fukutsu, K., Kanai, T. ,Furusawa, Y., Sato, K., Ohara, H. and Yatagai , F.: RIKEN Accel. Prog. Rep., 29, 1995.
- (40)村上:放射線科学,38, 201-203,1996.
- (41)大山, 山田:細胞自殺-アポトーシス(丸善),1995.
- (42)大山, 山田:第 103 回日本医学会シンポジウム記録集, 日本 医学会, 87-95,1996.
- (43)山田, 大山:Surgery Frontier, 3, 11-14, 1996.
- (44)山田, 大山:肝胆膵,32, 231-237,1996.

4) 放射線の人体への障害の予測に関する細胞遺伝学的研究

早田勇、南久松真子、古川章、小高武子

放射線の人体への障害の予測に関する細胞遺伝学的研究を行い、放射線による人体への障害の予防および早期発見と被曝線量推定に関する新知見を得ることが本研究の目的である。本年度はビキニ、トロトラスト被災者の血液細胞の染色体異常の追跡研

究、放医研で放射線治療を行ったがん患者のリンパ球の染色体解析、中国衛生部工業衛生実験所と共同で中国広東省の高自然放射線地域住民のリンパ球の染色体解析、白血病の細胞遺伝学的解析、染色体解析の精度の向上および自動化のための研究を行った。

Ⅱ. V. 3. 生物影響研究部

1) 概況

本研究部は、機構改革の結果、生物研究部と生理病理研究部の構成員が中心となつて、本年4月1日より新研究部として発足した。生命現象と放射線の関わり合いを、究極的には分子の相互作用として理解できることを目指し、特に、放射線に対する生物の応答現象の機構を解明することと、放射線による主たる晩発影響である放射線誘発がんの発生機構と修飾要因を解析することを目的として研究を行っている。

第1研究室

放射線ストレス防御反応、細胞情報伝達、細胞周期制御等の放射線応答機構を、生体膜の構造と機能、誘導タンパク質、および遺伝子の発現調節から解析し、放射線障害と防御の機構解明に資することを目指している。本年度は細胞情報伝達系の主要酵素のPKCが放射線照射により細胞質から膜画分へ移行することで活性化される事実と、膜脂質過酸化を阻害すると並行してPKC活性化も阻害されることを明らかにした。また、ストレスによるゲノム変異を解析する目的で蚕のレトロポゾンに着目し、新たに逆転写酵素の全配列を含む活性型の新規主要レトロポゾンを見出した。この転写活性上昇には遺伝子と核マトリックスとの相互作用が重要であることが判った。

第2研究室

放射線応答の一つである体細胞突然変異生成におけるDNA複製、修復、組換え、および転写の役割を明らかにし、これらに關与する新規機能タンパク質の同定を目指している。ヒトリンパ芽球様細胞 WIL2 の粗抽出液から DNA 構造特異的結合活性を持つ分子量 8 万のタンパク質を同定した。染色体外相同的 DNA 組換えおよび V(D)J 組換え能を欠き、X 線誘発 DNA 二本鎖切断再結合能も低下している syngeneic の放射線感受性亜株 TK6 細胞にはこのタンパク質が欠如していることが判明した。

第3研究室

脳・神経系の組織発生および形態形成と皮膚組織系の分化に及ぼす放射線影響の機構を細胞と組織環境の相互作用に着目して解析する。これまでにメダカの近交系を確立し、個体レベルのモデル実験系として放射線生物影響の解析に供してきた。新たに近交系メダカの雄配偶子に X 線照射又は ENU 処理を行って奇形を伴う新生突然変異 5 種を得た。このうちの 2 つについて奇形の形態形成過程を解析できた。また成熟マウスの皮膚よりメラノサイトを無血清で純粋培養する技法を確立した。これを用いて、紫外線(UVB)がメラノサイトの分化と増殖に影響を及ぼし、皮膚色(黒化)に關与する可能性を明らかにした。

第 4 研究室

マウス免疫系細胞の放射線感受性と増殖に關与する遺伝子の単離と遺伝子機能の解明を目指し、また緊急放射線被曝時の造血臓器移植と骨髓移植による白血病治療の放射線生物学、免疫学的基盤の確立を目的としている。本年度は正常細胞では S 期に限って発現し、胸線リンパ腫細胞では全周期にわたって発現する未知の核タンパク質に特異的に反応するモノクローナル抗体 Th-10a を作成し、これを用いて cDNA クローニングに成功した。ホモロジー検索からは新規遺伝子と考えられ、この新規タンパク質を np95 と命名した。

第 5 研究室

腫瘍性および前腫瘍性幹細胞の特徴を明らかにし、異なる線量、線量率、線質の放射線が及ぼす影響を解析する。本年度は中性子線照射によるマウス肝腫瘍の多発と多重がんの発生、老化マウス造血幹細胞回転の緩徐化、軟骨組織の再構築における補体第 1 成分の關与を明らかにした。

第 6 研究室

放射線生涯リスクを発現の時間的パターンを含めて解析し、低線領域の線量と線量時間分布の影響、リスク感受性の被曝時年齢依存性、性差、系統差を検討する。本年度は固形腫瘍誘発効果の解析方法を検討し、腫瘍発生に關して死因競合による影響を受けない累積相対リスクを用いて、線量効果曲線が上に凸であることを明らかにした。

第 7 研究室

放射線や化学物質への被曝による白血病と種々固形腫瘍の発生機構を病理組織学、細胞学、分子生物学の手法により解析する。本年は放射線照射による胸腺リンパ腫誘発に抵抗性の STS マウスにおいて、400ppm エチルニトロソ尿素含有飲料水の 4 週間

以上連続投与で 90%以上に胸腺リンパ腫誘発を認めたと、3 日間、1 週間では発生しないことを明らかにした。なお、各研究室においては、上記の経常研究のほか特別研究、指定研究、安全解析研究、原子力基盤技術総合的研究、科学技術振興調整費による総合研究、および重点基礎研究を行った。

Ⅱ. V. 4. 内部被ばく研究部

1) 概況

本研究部は、内部被曝の人体に対する健康影響を動物実験などにより明らかにすることを目的とし、内部被曝としての特徴が最も顕著であり原子力利用にかかわる保健物理学上重要なプルトニウムの吸入毒性とその防護を中心課題に据え、エアロゾル発生から生物影響まで広範にわたる領域を取り扱ってきた。特別研究にも参画しているが、経常研究では内部被ばくの基礎的あるいは基盤的課題を中心に研究を進めた。

第一研究室は放射性核種の代謝に着目し、*in vitro* 実験系での粒子状物質の溶解生研究とそれを用いた高分子キレート剤研究、イメージングプレートを用いた研究や遺伝子改変動物を活用した最新の内部被ばく研究を行った。第二研究室では影響評価における線量に着目し、固体飛跡検出器の基礎特性の研究を進め、また ICRP 新呼吸気道モデルによる内部被ばく線量評価コードを作成し、これを用いて種々のパラメータによる線量の変動特性を明らかにした。第三研究室では生物効果とその修飾因子に着目し、組織マクロファージの放射線感受性、サイトカインおよび活性酸素産生機構等における不均一性について知見を得るとともに、骨代謝に及ぼす放射線、栄養、運動、動力等の影響の研究を行った。また第四研究室では防護技術に関する研究として、蒸発凝縮法を用いた超微細エアロゾル粒子発生計測技術の研究、エアロゾルの filtration に関する研究などを基礎に空気汚染評価の精度向上を図った。また、動物実験に伴う空気汚染の研究を進めた。

本年度は組織上の変動はなかった。10 月には山田裕主任研究官が米国ロスアラモス研究所での 1 年間の留学を終え帰国した。一時帰国はあったが原子力留学の期間も含めると 2 年間の留学で今後の活躍を期待したい。研究推進の大きな戦力となった科学技術特別研究員の越本氏は 10 月に任期を終えた。外国出張として、稲葉が 4 月と 9 月に ICRP 関連の会合に出席し、8 月には稲葉、石樽、小木曾、山田、小泉が第 10 回 ICRP に、12 月に稲葉、小木曾がローマで開催された日伊研究交流ワークショップ

に、また小木曾、山田は10月にラドン関連の研究実態調査のためヨーロッパ6ヶ国の関連施設見学と情報交換を行った。(稲葉次郎)

2) 放射性物質の生体内代謝とその修飾要因に関する研究

高橋千太郎、佐藤宏、久保田善久

本研究の目的は、内部被曝の影響評価に関する基礎的な知見を得る目的で、放射性元素の生体内での挙動、組織・臓器沈着量、組織特異的沈着機構ならびにその修飾要因を定量的に明らかにすることである。本年度は、特に、従来の実験系に加え、バイオイメージングアナライザを用いた新しいトレーサ実験法や invitro 実験法、遺伝子改変動物などを活用して、放射性元素の生体内での挙動・代謝とその修飾要因を解明することを目的として研究を進め以下の成果を得た。

吸入された放射性粒子の呼吸気道における動態に粒子の溶解性が大きく関与していることから、試験管内で粒子の溶解性を評価する invitro 実験系を開発してきた。本年度は、重金属を多く含み溶解特性の複雑な石炭フライアッシュ粒子、化学性状がよく分かっている酸化ニッケル粒子などを試験粒子として使用し、生体内での溶解性と invitro での溶解性の比較を行った。

実際の環境中における放射性粒子および浮遊粒子状物質の物理化学的特性を明らかにするため、都内の地下街等におけるラドン濃度や SPM 濃度の測定を行った。

239Pu をマウスに静注し肝臓における臓器内不均等分布をバイオイメージングアナライザを用いて明らかにするとともに、細胞分画法によって細胞内での分布について検討し、臓器内の分布パターンには大きな変化が認められないが、経時的に細胞内での分布が変化することを見いだした。

[研究発表]

- (1) 古谷*、山田*、大石*、高橋：エアロゾル研究討論会、1995. 8. 東京>(*東京理科大学理学部)
- (2) 高橋、山田、久保田、越本、佐藤：(社)環境科学会 1995 年会、1995. 10. 東京.
- (3) 久保田、高橋、越本、佐藤、権籐*、勝木*：(社)環境科学会 1995 年会、1995.10. 東京>(*九大医、生体防御研)
- (4) 高橋、鈴木、久保田、佐藤：第1回日本エアロゾル医学会講演会、1995. 9. 東京.

- (5) 高橋、後藤*、仲本*、江坂*、古谷*：室内環境研究会平成7年度総会・第1回研究発表会、1995.9.東京>(*東京理科大学理学部)
- (6) 畑下*、石丸*、上野*、田島**、佐藤、高橋:第54回日本脳神経外科学会総会、1995.10.名古屋>(*順天堂大学浦安病院脳神経外科、**順天堂大学伊豆長岡病院脳神経外科)

3) 内部被曝の影響評価における線量の研究

石樽信人、仲野高志、榎本宏子

(A)ICRP 新呼吸気道モデルの解析

本研究では、現実に内部被ばく管理の対象となっている放射性核種の中で最も厳重な管理が要求される²³⁹Puについて、被検者の体格、身体運動レベル、呼吸習慣の差異により内部被ばく線量がどの程度変動するかを、ICRPの新しい呼吸気道モデルを用いて計算した。本研究の結果は以下のようにまとめることができる。

体格の差に関し、各組織の重量が体重に比例すると仮定した場合には、実効線量は体重の比を超えることはなく、体格差による最大の変動幅として、体重の逆比を想定すれば十分である。

身体運動レベルが高くなるにつれて単位放射能摂取当たりの実効線量は低くなる。従って、身体運動レベルによる単位時間当たりの線量の最大の変動幅として、呼吸率の比を想定すれば十分である。

呼吸習慣に関し、口呼吸の線量がかかり高くなるという点に注意を払う必要がある。

(B)成長する人体の内部被ばく線量評価法の検討

内部被ばく線量の年齢依存性を計算する上で、放射性核種の体内挙動の時間変化を正しく追うことは重要である。本年度は、ICRPのモデルとパラメータを利用し、プルトニウム、アメリカシウムおよびストロンチウムの体内挙動の時間変化を摂取年齢別に検討した。計算の結果、年齢依存性が最も顕著に現われたのは骨中濃度であった。以下、骨に対する計算結果に注目する。

これらのどの元素においても、若年齢摂取ほど骨中濃度は速く減衰し、15歳摂取で最も遅くなり、成人摂取ではこれよりわずかに速い減衰を示した。

アメリカシウムとプルトニウムは骨のモデルとパラメータが同じであるにもかかわらず、異なる年齢依存性を示した。骨以外の臓器のパラメータが影響しているものと思われる。

[研究発表]

- (1) 石樽, 稲葉: 保健物理, 30, 227-237, 1995.
- (2) Ishigure, N. and Inaba, J.: J. Nucl. Sci. Technol., 33, 179-186, 1996.
- (3) 石樽, 稲葉: 日本保健物理学会第 30 回研究発表会, 水戸, 1995. 5.
- (4) 石樽, 稲葉: 日本原子力学会 1995 年秋の大会, 東海, 1995. 10.
- (5) 石樽, 稲葉: 日本放射線影響学会第 38 回大会, 千葉, 1995. 11.

4) 内部被曝による生物効果とその修飾因子に関する基礎的研究

小木曾洋一、福田 俊、山田 裕、飯田治三

アルファ放射体による内部被曝の生物効果発現を修飾する生物学的要因を標的組織あるいは細胞ごとに明らかにする目的で、これまでに(1)増殖因子誘導骨髄性、組織常在性および炎症滲出性マクロファージによるサイトカイン、酸化窒素等産生能の不均一性、(2)放射線(X線あるいは重粒子線)照射ラットの骨代謝におけるカルシウム調節因子、年齢、性、種あるいは系統、栄養、運動、重量負荷等の諸要因による修飾効果並びに骨粗鬆症の食塩、遺伝的素因、カルシウム剤、VitaminAの修飾効果、(3)ビーグル犬等の成長に伴う骨形成過程と腫瘍等偶発病変の加齢性変化、および(4)アルファ線誘発 HPRT 遺伝子突然変異率および変異部位の特性について、それぞれ明らかにしてきた。引き続き、内部被曝に特異的な障害発現におけるそれぞれの修飾要因の役割についての実験的検討を、動物あるいは細胞を用いてすすめているところである。

[研究発表]

- (1) 福田, 飯田 : 日骨形態誌, 5, 47-51, 1995.
- (2) 福田, 飯田, 山崎, 若林 : 日骨形態誌, 5, 135-139, 1995.
- (3) 福田 : 医学のあゆみ, 173, 710-711, 1995.
- (4) 福田, 飯田 : 第 12 回宇宙利用シンポジウム報文集, 103-106, 1995.
- (5) 福田, 飯田, 土倉, 奈良, 家森 : 第 31 回高血圧症ラット学会, 横浜, 1995.9.
- (6) Fukuda, Iida, Koizumi : Proceedings of 10th International Congress of Radiation Research, 345, 1995.

- (7) Fukuda, Iida : XXV Congress of the World Veterinary Association, Yokohama,1995.9.
- (8) Fukuda, Tsuchikura, Iida, Ikeda, Nara and Yamori : Clin.Exp.Parmacol.Physiol.Suppl.S240-241, 1995.
- (9) 飯田, 福田 : 第 42 回日本実験動物学会, 横浜, 1995. 6.
- (10) 飯田, 福田 : 第 38 回日本放射線影響学会, 千葉, 1995. 11.
- (11) Yamada, Y., Park, M. S., Okinaka, R. T., and Chen, D. J. : Radiat.Res.,145, 481-490,1996.

5) 吸入による内部被曝の防護技術に関する基礎的研究

小泉 彰、山田 裕司、宮本 勝宏

本研究はアルファ核種による内部被曝の種々の評価方法に対し、その精度、感度の向上、評価の迅速化あるいは簡便化に資する基礎データを得ること、および空気中エアロゾル粒子の様々な存在形態における捕捉、沈着等の挙動を調べ、またエアロゾル粒子の呼吸気道内沈着の評価法の向上に有用な知見の集積を目的としている。

これまでに研究の基盤として、近年肺深部沈着率が注目されている $0.1\mu\text{m}$ 以下の粒子の計測技術を、静電分級法、凝縮核検出法、レーザー式計測法など最新の比較検討によって確立した。また、これらを用いてエアロゾルをサンプリングするエアフィルタの粒子捕集特性に関する基礎データを集積してきた。

一方、プルトニウム吸入投与実験に付随する安全性確認のための基礎研究を進め、空気汚染の管理、防止には動物の体表面汚染の低減化を図ることと、汚染のモニタリングが重要であることを明らかにしてきた。本年度は、実験動物に投与されたプルトニウムに由来する空気汚染、排泄物、および体表面汚染に対する新たに立案したモニタリング方法が、投与動物の飼育装置に移し替える時期を的確にかつ安全に判断判定できることを実務の中で確認した。

また、これまでのエアフィルタ性能評価技術の応用によって原子力施設の排気フィルタ設備の現場における性能評価試験の新しい方法論を提案し、必要な試験粒子発生装置の開発、新方式の試験システムの現場試験を実施して、その実用性を確認した。その結果、内部被曝実験棟に設置されているような 2 段の HEPA フィルタの捕集性能が測定評価できること、プルトニウム使用に対してフィルタ設備の性能が十分であることが確認された。

[研究発表]

- (1) 辺見, 吉田, 横山, 小泉, 福田 : 日本保健物理学会第 30 回研究発表会, 水戸, 1995. 5.
- (2) 山田, 小泉, 稲葉 : 日本保健物理学会第 30 回研究発表会, 水戸, 1995. 5.
- (3) 宮本, 山田, 小泉 : 日本保健物理学会第 30 回研究発表会, 水戸, 1995. 5.
- (4) 山田, 小泉, 宮本, 鈴木 : 日本保健物理学会第 30 回研究発表会, 水戸, 1995.5.
- (5) 山田, 小泉, 稲葉 : 第 12 回エアロゾル科学・技術研究討論会, 八王子, 1995.8.
- (6) 山田, 小泉, 宮本 : 第 12 回エアロゾル科学・技術研究討論会, 八王子, 1995.8.
- (7) 山田 : 空気清浄, 33, 172-177, 1995.
- (8) 宮本, 山田, 小泉 : 保健物理, 31, 33-39, 1996.

Ⅱ. V. 5. 環境衛生研究部

1) 概況

本研究部は、生活環境で生じる電離放射線による被曝線量やその変動要因等を放射線防護に資する観点から、30 数年間集学的かつ継続的に調査研究を実施してきた。人事異動が多い年度であり、藤高第一研究室長が第 3 研究グループの総括研究官、阿部第四研究室長が養成訓練部長、柴田主任研究官が放射線科学研究部へ所属が変更になった。10 月に井上第 3 研究室長が国際原子力機関へ環境防護専門官として赴任した。これらの人事異動により 3 研究室の室長は部長兼務となり、再編成への対応も重なり研究の活性は低下した。平成 8 年 1 月に米原主任研究官を滋賀医科大学から迎えた。

第 1 研究室

自然環境における電離放射線および関連する放射性核種の調査研究を実施した。7 月に韓国釜山大学物理学科鄭雲赫教授が環境放射線に関する研究調査に従事した。10 月に中国核工業総公司ウラン採鉱研究所から Pan Jia Liu 氏を STA フェローとして迎え、ラドン濃度測定器を共同開発した。商業便の利用で生じる被曝線量の評価には岡野真治特別研究員の協力を得た。

第 2 研究室

キチン、キトサン系物質を用いた放射性核種の体内からの除去を、東京農業大学和田外来研究員を招聘して進めた。石巻専修大学角田研究生および STA フェローとして中国から迎えた Jia Ming Hong 氏は生理学的側面から、化学的検討については渡利特別

研究員がこれに参加した。PIXE 分析等による生体および環境中の微量元素分析の研究を岩手医科大学櫻井研究生、東邦大学木村実習生の協力を得た。

第 3 研究室

14C,3H の個体残留の動物 モデルをヒトに外挿することの検討、マイクロコズムの実験環境の整備やその手法の予備的検討を行った。東邦大学大学院生の Wang Bing 氏が武田主任研究官の実験指導を受けた。

第 4 研究室は放射化学的手法によるフィールドからの放射能除去ならびにその被曝線量低減の評価手法を検討した。竹下主任研究官は所の電算機網整備・活用、保守に尽力した。研究発表等での海外出張や国内の研究集会、特別研究、他の研究機関との共同研究への参加が活発に行われた。(内山正史)

2) 自然放射線の源、挙動、ならびに線量推定に関する調査研究

内山正史、古川雅英、松本雅紀、床次眞司、岡野眞治>(*特別研究員)

国民線量推定に役立てることを目的に、地球から宇宙空間に至る様々な自然環境における放射線の性質と分布、および変動とその要因について調査研究を行っている。

これまでに全国調査等で得たバックグラウンド空間線量放射線レベルのデータを集約するとともに地球科学的に解析し、放射線レベルの分布と地質・地質構造との相関を明らかにすることを試みている。この空間線量の変動により公衆の外部被曝線量に地域差と経年変化のあることを明らかにしてきた。これらの成果を原子力施設モニタリングの対象データとしても役立てる。さらに測定方法の改善と解析法の開発を行う。

今年度は、山岳域(富士山、屋久島など)および東京～インド洋間の海面高度において得た宇宙線データを整理し、特に宇宙線線量率の 3 次元分布について解析した。現在、これらの結果を基に、高度、気圧、地磁気緯度および地球磁場強度を考慮した宇宙線線量率算出モデルの作成、ならびに宇宙線中性子成分線量率の地域別評価等を進めている。

宇宙線については、航空機搭乗中の宇宙線被曝に関する情報を得るため、航空機に搭乗する機会を利用し、簡易型計測器を用いた宇宙線線量率の実測を行った。

地震と断層の発生による自然放射線レベルの変動について兵庫県南部地震によって生じた地震断層とその周辺(淡路島北淡町)において得た地殻ガンマ線データを解析し、検討を行った。

新しいパッシブ型ラドンモニタならびにトロン濃度連続モニタを開発した。また環境大気中のラドンとその娘核種の挙動(散逸、輸送、沈着など)の計測から呼吸器被曝線量に対する影響因子の特性を検討するとともに、測定手法ならびに測定器校正法の改善・改良を進めた。

外部被曝線量に関して、外部放射線計測値への体内放射性核種の寄与を評価するコンピュータシミュレーション手法の開発を進めた。

[研究発表]

- (1) Furukawa, M.:R/V Hakuho-maru KH93-3 Cruise Report, Ocean Research Institute, University of Tokyo, 162-164, 1995.
- (2) Tokonami, S., Kurosawa, R., Iimoto, T. and Doi, M.: J. Nucl. Technol., 32, 702-712, 1995.
- (3) Fujitaka, K., Furukawa, M., Matsumoto, M., Tokonami, S., Abe, S. and Kai, M.: 6th International Symposium on the Natural Radiation Environment, Montreal, 1995.6.
- (4) Furukawa, M., Radioisotopes, 44, 21-24, 1995.
- (5) 黒澤龍平、飯本武志、床次真司: Radioisotopes, 44, 225-235, 1995.

3) 環境中の放射性物質の生体内代謝とそれによる被曝評価に関する研究

西村義一、湯川雅枝、渡辺嘉人、本郷昭三(併任)、渡利一夫*(^{*}特別研究員)、内山正史

環境中に放出された放射性物質が飲食物を介して生体に取り込まれたときの挙動や機構を解明し、これら放射性物質による内部被ばく線量評価および被ばくの低減を目的とした基礎的研究を行っている。

ヒトの被ばく線量を高い精度で推定する基礎データを得るため、常食中(青森、秋田、新潟、福岡、鹿児島、沖縄の各県でばいり陰膳方式により採取されたもの)の元素の濃度測定を継続した。京都大学医学部より凍結乾燥した試料の一部(約 400 食分)を入手し、中性子放射化分析法と PIXE 法により、多元素同時分析を進めた。植物から人体への移行経路の中で元素の存在形態を明らかにし、消化管吸収との関連で線量に及ぼす影響を検討するために、米とともに世界的に広範囲に生産されている大豆に着目し、大豆モヤシ中の微量元素分布の成長に伴う変動を PIXE 法で観察した。元濃度は部位によって異なり、Ca、Fe 皮と胚座、K、Cu は子葉と胚軸、Mn、Zn は胚軸で濃度が高

かった。また、根の先端では K、Ca、Mn、Fe、Cu、Zn の濃度が、子葉では K、Mn、Fe、Cu の濃度が高く、成長にしたがって胚軸や第一葉に移行することなどが明らかになった。

これまでに低分子キトサンは放射性ストロンチウムの排泄促進剤、防護剤として有効であることを動物実験により明らかにした。これを長期連続摂取した場合の生体への影響を調べるため、血清中の生化学的パラメータや臓器中の微量元素の変動、組織変化などについての観察を行った。また、ストロンチウムはカルシウム代謝と密接な関連を持ったため、これとカルシウム代謝への影響を調べる実験を行った。すなわち、セルロース及びキトサンを AIN-76 飼料組成に基づいてした完全精製飼料と市販の飼料(船橋農場 MB-1)に添加し、一定期間飼育した後に ^{47}Ca を投与し、体内残留率の変化を観察した。市販飼料にキトサンを添加した群では対照群に比べて顕著な体内残留率の低下が観察されたが、AIN-76 調製飼料摂取群では差が認められず、 ^{47}Ca 代謝は飼料中のカゼインなどの共存物質の影響を強く受けていることが推察された。一方、キトサンは胃腸管内で消化を受け低分子化されるときに種々の機能を発するといわれている。 ^{14}C -キトサンを合成し、代謝出納実験を行った結果、キトサンは胃腸管内で消化を受け体内に吸収されていることが明らかになった。体内被ばく線量計算システム(IDES)の整備、改良を進めるとともに、当研究所以外で開発された体内被ばく線量コードを収集し、IDES との比較・検討を行った。

[研究発表]

- (1) 渡辺、西村、湯川:第 9 回キチン・キトサン・シンポジウム、高松、1995.5.
- (2) 西村、今井、渡利:キチン・キトサン研究、1995
- (3) 湯川、櫻井、渡辺、西村:第 13 回 PIXE シンポジウム、1995.6.
- (4) Uchiyama, M., Ishikawa, T., Matsumoto, M.:9th ICRR, Wurtzburg,1995.7

4) 放射線からの防護と環境保全のための生体構成元素の物質循環に関する基礎的研究

武田 洋、宮本霧子、府馬正一、井上義和(IAEA 勤務)内山正史

放射線からの人体の防護と環境保全に資するため、トリチウムや ^{14}C などの生体を構成する元素の放射性同位体が、植物連鎖を介して環境から生体へ移行し、代謝される課程の機構を解明するとともに、必要なパラメータを収集する。

トリチウムに関して環境試料の測定データの速度論的解析や動物実験で得られたデータの解析により、移行係数や代謝速度定数などのパラメータを整備し、生体を構成する主要元素の一つである水素の環境から生体内への移行と動態をモデル化するための基礎試料とした。また、自然環境下では困難なパラメータの取得や物質動態のシミュレーション実験を可能にするモデル生態系の構築を目指し、情報の収集と実験環境の整備を行った。

モデル生態系として、物資移行の環境媒体に重要な水と土壌および生物(微生物、植物)を含む水田系生態系を対象に、実験室内に設置が可能で、かつ環境条件を変えて繰り返し実験が可能な実験システムを検討した。この結果、物質動態解析の研究手法として土壌-水-植物系からなるライシメータと水-微生物系からなるマイクロコズムの確立を図った。マイクロコズムについては、研究協力関係にある外部研究期間から導入し、予備的実験を開始していた。導入したマイクロコズムはこれまで主に生体系の構造と機能の解析に使用されてきたもので、ミドリムシ植物(コウグレナ)、原生動物(テトラヒメナ)および大腸菌で構成される水界微生物生態系である。このマイクロコズムは、自然生態系の基本的構成要素である生産者、消費者、分解者の3者を包含するが、きわめてシンプルなモデル生態系であり、本研究の目的である物質動態解析とシミュレーション実験には非常に有効な手法になると期待される。なお、モデル生体系の構築に関しては、次年度に発足が予定されているグループ研究(比較環境研究)においても、重要な研究手法になることを強く意図して研究を開始した。

[研究発表]

- (1) Takeda, H.:Fifth topical meeting on Tritium Technology in Fission,Fusion andIsotopic Applications, Italy,1995.6.
- (2) Takeda, H.:FusionTech., 28, 964-969, 1995.
- (3) 武田、府馬、岩倉、:第1回核融合エネルギー連合講演会、京都、1995.12.
- (4) 武田:科研費総合研究(A)斎藤班「トリチウムの環境内挙動と線量評価」専門研究会、大阪、1996.2.
- (5) Miyamoto, K., Kimura, K., and Hongo, S.:Fifth topicalmeeting onTritium Tecknology infission, Fusion and Isotopic Applications,Italy, 1995.6.
- (6) Miyamoto, K., Kimura, K., andHongo, S.:Fusion Tech.,28, 910-917, 1995.

(7) 宮本、井上、武田、府馬、本郷、岩倉:第 1 回核融合エネルギー連合講演会、京都、1995.12.

(8) Fuma, S. and Inoue, Y.:Appl.Radiat. Isot., 46, 991-997,1995.

5) 放射性物質の挙動と分析測定法の開発に関する基礎的研究

内山正史、黒龍克巳、米原英典、竹下 洋、今井靖子(併任)、柴田貞夫(併任)

放射性核種の存在状態と化学的挙動を正確に把握することは環境中の放射性核種を分析し、その動態を解析する上で必要不可欠である。被ばく線量を評価する上で重要な核種を対象に、種々の条件下での化合物の構造、水和、吸着、揮発などの現象について元素の周期率に基づいて検討するとともに、新しい分析法の開発をおこなった。

放射性核種に対するイオン交換能を有する合成繊維は環境中の放射性核種を除去する汎用性の大きい実用的な材料である。イオン交換基を化学結合させたアクリル繊維に対する水溶液中のセシウムなどの放射性核種の吸着条件を検討した。

さらにイオン交換基周辺に導入したさまざまな有機分子の物性を利用してイオン交換特性を変化させることを検討した。

人体に大きな影響を与える放射性ヨウ素はヨウ素がきわめて反応性に富んでいるため、その挙動が複雑である。ヨウ化物イオンは尿素金属錯体水溶液中でヨウ素に空気酸化されるが、ヘキサ尿素鉄(Ⅲ)錯体水溶液中ではヨウ素酸イオンまで酸化されることを見いだした。この現象をサイクリックボルタンメトリーによって検討した。

放射能除去による被ばく線量低減の評価法としては実際の汚染地域におけるフィールド実験と理論的解析を用いるが、フィールド実験において線量を把握する手法として用いるガラス線量系の測定条件について検討を開始した。

放射性ストロンチウム、ルテニウムなどのキチン・キトサンへの吸着挙動およびマルチトレーサーの分離分析への応用について検討をつづけた。

[研究発表]

(1) Yonehara, H.:Health Phys., 68, 683-688, 1995.

(2) 米原:日本分析センター広報、28、38-46、1996.

(3) 今井、西川、竹下、西村、渡利、阿部:第 32 回理同位元素研究発表会、東京、1995.7.

II. V. 6. 重粒子治療センター

1) 医療情報室

1. 1) 概要

本年度4月より当室は重粒子治療センター長直轄の組織として室員4人をもって正式に発足した。当室の母体は旧障害臨床研究部障害臨床第2研究室である。

1. 所掌業務 当室の所掌業務は以下の通りである。

- (1) 重粒子線治療に係る医療情報の電子計算機による管理システム(関係医療機関との間のネットワークを含む。以下、「重粒子線治療医療情報システム」という。)の構築・維持に関すること。
- (2) 重粒子線治療医療情報システムの調査研究に関すること。
- (3) 重粒子線治療医療情報システムに係る関係医療機関との連絡調整に関すること。
- (4) 重粒子線治療に係る医療情報処理に関する調査研究に関すること。ただし、昨年度から前述旧障害臨床研究部第2研究室の新しい調査研究課題となった「らせんCT搭載型肺がん検診車による肺がん検診に関する調査研究」も暫定的に当室で実施することとなった。

2. 構成人員

当室の構成員は、重粒子治療センター障害臨床研究部障害臨床第2研究室長、同センター障害臨床研究部主任研究官、同センター治療診断部医長および技術部技術課データ処理室研究員からの各振替えにより、合計4名から構成されている。なお、障害臨床研究部からの振替主任研究官は医療情報管理官を併任している。

3. 平成7年度業務概要

上記所掌に従い以下の業務を実施した。

- (1) 診療情報管理システムの運用および改良
 - (2) 重粒子線治療を中心とする病歴情報ファイリング・システムの開発
 - (3) 重粒子線治療のための画像情報交信システムの整備
 - (4) らせんCT搭載型肺がん検診車による肺がん検診に関する調査研究
- (1) 「放医研診療情報管理システム」の運用および改良 本システムは平成5年度補正予算により導入され、平成6年3月に完成したものであり、本年度も引き続き同システム運転の安定化および取得ステーション増設等に伴う運用ソフトウェアの改良を行った。本年度における月別モダリティ別収集画像数は、CT45,029件、

MRI38,646 件、内視鏡画像 1,049 件等となっている。今後、とくに再来患者に対する画像情報の迅速抽出提供に大きな貢献をはたすものと期待されている。しかしながら、システムの障害発生件数も少なくなく、今後は一層の装置運用の安定化をはかることが急務となっている。

- (2) 重粒子線治療を中心とする病歴情報ファイリングシステムの開発 速中性子線治療を含む本研究所病院で治療した患者病歴情報の主要部分は昭和 49 年に開発を開始した「新病歴登録システム」により登録されてきている。しかしながら、一般の重粒子線治療では、新たな情報の追加が必須となっているほか、医療現場における多様なニーズに対応するため、新しいシステムの構築が不可欠となってきた。このため、本年度は各医師の参加の下に基本構造調査を行うとともに新システム開発の設計を開始した。平行して、上記「新病歴登録システム」に対しても情報の登録・編集作業を継続した。
- (3) 重粒子線治療のための画像情報交信システムの整備 重粒子線治療臨床試行において、関連協力診療機関からの適用患者の症例検討業務は極めて重要である。昨年度よりこの症例検討業務をネットワークによるテレカンファレンスを通じて実施するための設備整備が重要課題として挙げられてきた。業務実施は治療・診断部が主体となるが、当室も重要な関連を有するため引き続き整備計画推進に協力を行った。具体的には NTT による高速マルチメディア実験を国立がんセンター中央病院と結び、また、1,500kbps ないし 64kbps の ISDN を国立がんセンター東病院(柏市)、千葉大学医学部(千葉市)、埼玉医科大学(川崎市)などの主要関連機関と結んで紹介患者の病状検討、治療患者の経過報告等に役立てるものである。
- (4) らせん CT 搭載型肺がん検診車による肺がん検診に関する調査研究 前年度、本研究所、(財)結核予防会千葉県支部および(株)日立メディコとの共同研究契約を締結し、本年度から本格的に標記調査研究を開始した。具体的には、検診時の騒音および車内外における被曝線量測定、被検者の被曝線量低減化と画質評価などの基礎的研究を行う一方、千葉県下に検診モデル地区を設定して CT 検診車を巡回させ、肺がんの二次検診をはじめ結核検診および循環器病検診などへの応用の可能性を検討した。また、前年度、はからずもこの検診車が阪神大震災に際して救護活動に参加し、災害時および緊急時の移動診断としても有用であることが確認され、本年度も引き続き科学技術庁をはじめ多くの関連機関にその経験等につき報

告した。これらが契機となって本年度の補正予算により上記経験に基づく改良型らせん CT 検診車を新たに製作導入するところとなり、その導入手続き等を実施した。

[研究成果]

1. 医用画像の管理システム開発に関する研究 上記(1)および(3)の業務遂行に必要な医用画像管理技術に関する開発研究を行った。多種類かつ大量の医用画像を効率的に利用するには、利用者の主観に基づいた分類をも適用せざるを得ない。このために、現行のファイルフォーマット中に利用者分類を記述するエレメントを追加設定し、読影系ソフトウェアと連携させた。本機能は、標準規格運用の範囲内で医療機関独自の要求に基づく機能を利用可能としたケースとして関連学界で注目されている*)。[研究報告] *)。佐藤眞一郎、福久健二郎、他:がん診療病歴システムの一環となる PACS の構築.11150 医金情報学連合大会論文集 p.149-152;1995.11
2. 医用画像の臨床的有効性の客観的評価に関する研究 本年度に結論を得た主要研究の概要のみを述べる。
 - (1) IAEA/RCA 共同研究による肝臓疾患の肝シシグラムおよび超音波断層像による診断能の客観的評価につき、最終報告を IAEA へ提出した。開発途上国では超音波診断が増加しているが、腫瘍の悪性・良性の質的診断基準および肝硬変ならびに肝炎等の読影基準を教育指導を広める必要性を指摘した。
 - (2) 労働省および中央災害防止協会主催の CT によるじん肺症診断に関する調査研究に参加し、その最終報告をまとめた。従来の X 線直接撮影によるじん肺診断では長い歴史の中で読影診断の基準が明確に定められているが、CT の場合は未整備である。しかし、CT 診断では、じん肺による胸部の変化が詳しく診断できるので、とくに職歴や肺機能検査から石綿症の疑いのある場合および病変によってじん肺が診断しにくい場合における参考診断として有用であること、今後は CT により直接診断できるような基準の策定が重要であるとの結論を得た。
 - (3) 頭蓋内疾患の MR および CT による診断能の客観的評価研究につき成果をまとめた。MR による頭蓋内疾患診断診断能は、情報収集法や電磁場強度が変化すると画質に大きく影響を与える特徴にも係わらず、経験を得た医師は CT

に匹敵する診断能を示すことが判明した。とくに若年患者の放射線被曝を考えると、MR による診断基準を明確にした上で腫瘍の質的診断や血腫の有無診断などに活用するのが効果的であるとの結論を得た。

[成果報告]

- (1) 福田守道、福久健二郎編著:がん画像診断の診断能の 客観的評価に関する総合的研究-厚生省がん研究助成金 福田班研究成果報告書-.平成 7 年 3 月
- (2) 福久健二郎、佐藤眞一郎、武田 栄子、他:MRI およ び CT による頭蓋内疾患診断の客観的評価に関する研究.MIT 誌 14:195-203,1996.3
- (3) 福久健二郎、本郷昭三、武田 栄子、他:放医研における汎用分散型電子計算機システム.放射線科学 38:166- 172, 1995.5

2) システム開発室

2. 1) 重粒子線治療システムの開発に関する研究

遠藤真広、古山浩子、古川重夫(治療システム開発室)、袁原伸一、宮原信幸(医用重粒子物理・工学研究部)、森田皓三(重粒子治療センター)

本研究では、重粒子線治療を高精度かつ円滑に行うことを目的として、患者位置決め、治療計画、診断画像システム、治療補助具(固定具、ボークス、コリメータなど)の製作及び治療データ管理について、装置・システムの開発に関する研究を行う。

本年度は治療計画装置を Kubota Computer の Titan 750V から Silicon Graphics の Indigo2 に変更した。このため、計算速度や画像表示機能の向上により、治療計画作業の能率が良くなった。

また、皮膚線量分布を視覚的に表示する手法を開発した。ボークス・コリメータの製作については、コリメータ製作専用装置(放電加工機)、3次元測定機の導入により本研究所内で一貫して製作できる体制を確立し、本年 11 月より、ルーチン生産を行っている。患者位置決めについては、位置決めコンソールの操作性を向上するとともに、X 線画像の画質向上を図っている。

【研究発表】

- (1) 遠藤、袁原、古山他:第 12 回日本医学物理学学会、東京、1995.7
- (2) 遠藤、袁原、古山他:第 70 回日本医学放射線物理学学会、弘前、1995.9

3) 障害・臨床研究部

3. 1) 概況

本研究部は研究所設立目的の第 1 にかかげてある放射線による人体の障害に関する診断と治療の調査研究と、第 2 にかかげてある放射線の医学利用研究を担当している。又緊急被ばく医療に関しての業務活動をも行っている。

放射線の医学利用研究はさらに、放射線診断に関する研究と放射線治療に関する研究とに分けられる。

第 1 研究室は、放射線診断および放射線治療の基礎となる化学・薬学的研究を行っている。その中心は加速器を利用した放射性薬剤の開発である。

第 2 研究室は、放射線診断の臨床的研究を担当し、ポジトロン核医学、核磁気共鳴映像法による新しい診断技術の開発と、X 線および RI による診断に関する有効性の評価に力を注いでいる。疾患としては中枢神経系の疾患および癌が中心である。

第 3 研究室においては、血液系に対する放射線の障害に関する研究が中心である。放射線による p53 に依存しない WAF1 が発現する事を見出した。正常な p53 を持った細胞では放射線被曝により WAF1 が誘導されるが、p53 を持たない細胞で放射線被曝により WAF1 が誘導される事を見つけた。また、ある白血病細胞株や繊維芽細胞株では放射線により MnSOD が発現し放射線被曝に対して一定の防護機構がある事が考えられた。

第 4 研究室では、胸腺リンパ球の放射線障害機序、ならびに初期糞化過程との関連についても研究を進めている。緊急被曝医療の業務に関しては、科学技術庁の委託による原子力安全技術センターにおける「SPEEDI ネットワーク調査検討委員会」、「原子力防災活動資機材調査連絡会」、「原子力防災研修事業検討委員会」に委員として参加した。放射線安全研究協会での「緊急時医療対策専門委員会」、「原子力施設事故情報調査専門委員会」に委員として参加した。また、北海道、青森、茨城、新潟、佐賀、鹿児島各道県の原子力防災教育研修会の講師として参加した。(赤沼篤夫)

3. 2) 放射性薬剤の開発に関する基礎的研究

リンク掲載ナシ

3. 3) 画像診断による生体機能解明の研究

吉田勝哉、須原哲也(障害・臨床研究部)古賀雅久、加藤博敏、吉川京燦(治療・診断部)

本研究は放射線を利用した画像診断法に関する基礎的、臨床的検討を行い、臨床医学の発展に寄与することを目的とする。研究の中心は PET と MR で、昨年度導入された新装置を用いた研究も開始した。

PET 研究の面では脳、心臓などのデータを定量化するための研究をすすめた。動脈血中のトレーサーの画像上での定量化、心筋糖代謝の定量測定法の開発、セロトニントランスポーターやノルエピネフリンの主要臓器での動態を研究した。MR では MR angiography による全脳血量の測定、炭素 13 スペクトロスコピーの開発などをすすめた。

[研究発表]

- (1) Yoshida K., Endo M., Fukuda H., Kagaya A., Himi T., Masuda Y., Inagaki Y., Iinuma T., Yamasaki T., and Tateno Y.: Measurement of Arterial Tracer Concentrations from Cardiac PET Images. *J. Comput. Assist. Tomogr.*, 19 (2):182-187, 1995.
- (2) Obata T., Ikehira H., Shishido F., Fukuda N., Ueshima Y., Koga M., Kato H., Kimura F. and Tateno Y.: Deuterium MR in vivo imaging of the rat eye using D_2O . *Acta Radiologica*, 36:552-555, 1995.
- (3) Nakagawa K., Namba H., Iyo M., Fukushi K., Irie T., Yamanouchi M., Shikama N., Himi T., Yoshida K., and Masuda Y.: Simplified PET Quantitation of Myocardial Glucose Utilization. *J. Nucl. Med.*, 36(11):2094-2102, 1995.
- (4) Farde L., Halldin C., Nagren K., Karisson P., Swahn C-G, Subara T.: PET examination of the monkey heart with high specific radioactivity [^{11}C] norepinephrine and [^{11}C] metaraminol. *Nucl. Med. Biol.*, 22:1053-1056, 1995.
- (5) Ikehira H., Miyamoto T., Yasukawa T., Obata T., Katoh H., Koga M., Yoshikawa K., Yoshida K.: Differences in Metabolic and Morphological Reactions after Radiation Therapy: Proton NMR Spectroscopy and Imaging of Patients with Intracranial Tumors. *Radiation Medicine*, 13(5):199-204, 1995.

(6) Suhara T., Farde L., Halldin C., Nagren K., Karisson P.: Effect of cocaine on [11C] norepinephrine and [11C]β-CIT uptake in primate peripheral organs measured by PET. *Ann Nuci Med.*, 10:85-88, 1996.

3. 4) 放射線による血液障害を中心とする基礎的及び臨床的研究

明石真言、下村 智、川瀬淑子、蜂谷みさを、大沢宣明(研究生:東邦大学理学部大学院生)、

1)放射線による p53 に依存しない WAF1 の発現細胞の増殖の分子機構は非常に複雑であり、その制御の破綻は悪性転換につながる。細胞周期は cyclin が発現し、cyclin/cyclin-dependent kinase (CDK) 複合体の活性化によって進行する。この調節は CDK の subunit のリン酸化の生活と阻害によって制御されており、細胞内には、各々異なった細胞周期を監視している check point がある。DNA を損傷する様な物質にさらされると、細胞周期を止めようとする negativeregulation が働き、DNA の損傷が修復されないうちは、次の細胞周期に入らないような機構が働く。ガン制御遺伝子 p53 は、多くのガンで遺伝子に変異が認められ、p53 活性の損失は細胞増殖の制御に破綻を来す。また p53 遺伝子産物はガン制御物質として知られており、p53 が遺伝子の promoter に結合し、下流にある遺伝子の転写活性を上昇させる。正常な p53 を持った細胞では放射線被曝後に DNA の合成は一時停止し、arrest をおこすが、変異型の p53 を持った細胞では起こらないことが報告されており、p53 が細胞周期の監視に重要な役割を果たすことが示唆されている。WAF1 (wild-type p53-activated fragment) は cyclin-Cdk の inhibitor であり Rb 遺伝子産物のリン酸化を阻害し、WAF1 の発現は細胞周期を止める。

この WAF1 遺伝子の promoter の蛋白質をコードしている領域から 2.4kb 上流には、p53 の結合部位が存在し、WAF1 の遺伝子の転写は p53 の下流にある事が報告されている。これらの研究によれば、正常な p53 を持つ細胞では、放射線被曝に対し WAF1 が誘導されるが、正常な p53 を欠く細胞では WAF1 が誘導されない。我々は、p53 を持たない細胞で、この WAF1 が放射線により誘導される事を見出した。ヒト骨髓系白血病細胞株 KG1 では、codon224 と codon225 の間に 5 塩基が挿入されているため p53 を欠き、Northern blotting や Western blotting で p53 の mRNA や蛋白質は検出できない。照射においてもこれらは発現されない。ところが、この細胞を照射すると WAF1 mRNA は線量依存性に増加し、同時に WAF1 蛋白質も増加が観

察された。KG1 細胞では、照射により tumornecrosis factor(TNF)の産生も増加するが、この TNF を抗体により中和すると、WAF1mRNA の増加は阻害された。また、WAF1 mRNA の増加は転写及び転写後調節、即ち mRNA の安定化の両者によることも明らかにされた。また、ヒト胎児由来の線維芽細胞では、interleukin-1(IL-1)により p53 の活性化せずに WAF1 が発現することも見いだした。これらの結果は、p53 によらない WAF1 発現経路が有る事を示している。2)放射線による MnSOD の発現機構 放射線は生体に様々な障害をひきおこす。放射線による apoptosis には O₂⁻などのフリーラジカルが重要な役割を果たしていると考えられているが、それに対する生体の反応に関しては不明な点が多い。Manganese superoxide dismutase(MnSOD)は、 $O_2^- + O_2^- + 2H^+ \rightarrow H_2O_2 + O_2$ を触媒する酵素である。生体で発生した O₂⁻は速やかに SOD により消去されるが、MnSOD は細胞質中に存在する Cu / Zn-SOD などと異なり様々な刺激に対して誘導される。この MnSOD がフリーラジカルからの防御に重要な役割を果たしている。ヒト白血病細胞株、線維芽細胞、卵巣癌細胞を用い、放射線による MnSOD 誘導について検討した。Monoblast 由来細胞株 T HP-1、白血病細胞株 HL-60 (promyelocytes)、KG-1(myeloblasts)は無刺激状態でほとんど MnSODmRNA の発現は見られないが、照射量および照射後の時間に依存して増加が見られた。ヒト線維芽細胞、卵巣癌細胞(SKOV3)は、無刺激状態においても MnSOD を発現し、放射線刺激に対し増加が認められた。また、この MnSOD 発現誘導は転写と転写後の両者により制御されている事も明らかにされた。今回のけっかは、放射線被曝に対して一定の防御機構が存在することを示唆している。

[研究発表]

- (1) Osawa Y, Hachiya M, Koefflelr HP, Suzuki G, Akashi M. IL-1 induces expression of WAF1mRNA in human fibroblasts: mechanisms of accumulation. *Biochem Biophys Res Commun* 189:986-993., 1995
- (2) Akashi M, Hachiya M, Oasawa Y, Spirin K, Suzuki G, Koeffler HP. Irradiation induces WAF1 expression through p53-independent pathway in KG-1 cell. *J Biol Chem* 270: 19181-19187, 1995
- (3) Akashi M, Hachiya M, Paquette R, Osawa Y, Shimizu S, Suzuki G. Irradiation increases MnSOD mRNA levels in human fibroblasts: possible mechanisms for its accumulation. *J Biol Chem* 270:154.64-15869, 1995

- (4) Akashi M, Hachiya M, H. P. Koeffler, Suzuki G, Akashi M. Tumor necrosis factor and interleukin-1 synergize with irradiation in expression of GM-CSF gene in human fibroblasts. *Leu5.mia* 9:1276-1281, 1995
- (5) 1995年12月1日-5日於シアトル、第37回アメリカ血液学会。Akashi M, Hachiya M, Osawa Y, Suzuki G, Koeffler HP: Activator of protein kinase C induces WAF1 expression: evidence of pathway which does not require p53.
- (6) 1995年12月1日-5日於シアトル、アメリカ、第37回アメリカ血液学会。Hachiya M, Osawa Y, Kawase Y, Suzuki G, Akashi M: Irradiation reduces level of myeloperoxidase mRNA through TNF production in HL60 promyelocytes.
- (7) 平成7年6月29日-7月1日 第57回日本血液学会総会、名古屋。明石真言、蜂谷みさを、大沢宣明、川瀬淑子、鈴木元。p53を持たない骨髄系白血病細胞分化とWAF1の発現: WAF1の発現における放射線に対する感受性。
- (8) 平成7年10月3-5日 第54回日本癌学会総会、京都。明石真言、蜂谷みさを、大沢宣明、川瀬淑子、鈴木元。放射線によるp53を介さないWAF1の誘導。
- (9) 平成7年11月8-10日 第38回日本放射線影響学会、千葉。放射線によるMPO遺伝子発現の阻害に於けるTNFの役割。蜂谷みさを、大沢宣明、川瀬淑子、赤沼篤夫、鈴木元 明石真言。
- (10) 平成7年11月8-10日 第38回日本放射線影響学会、千葉。マウスの末梢血から見た急性放射線造血障害: X線及び重粒子線照射後の白血球、血小板の回復動態。川瀬淑子、蜂谷みさを、赤沼篤夫、明石真言。

3. 5) 第4研究室

造血機構及びリンパ系への放射線障害とその治療に関する諸因子の検索に関する研究

鈴木元、能勢正子、鶴澤玲子、明石真言

本研究では、生体応答修飾剤 BRM の一種である OK-432 の放射線防護効果を放射線誘発骨髄障害や敗血症や消化管障害に注目して検討すると共に、輸血や骨髄移植で問題となる GVH 病の制御に関する基礎的研究を行っている。①OK-432 による敗血症の治療 これまでの研究で、OK-432 は G-CSF と併用すると放射線照射後でも防護効果があることが明らかとなった。私達は消化管障害を基盤としたグラム陰性菌感染に伴

う敗血症に注目して、細菌内毒素 LPS によるショックに対する OK-432 の治療効果を検討した。BDF1,B6,C3H,BALB/c、DBA/2 マウスにおいて、OK-432 の前投与は LPS によるショック死を防護した。BDF1 マウスにおいては、OK-432 の 24 時間前投与によって、LPS の LD50 値が 50 μ g から 500 μ g に変化した。OK-432 の前投与は、LPS によるプロ炎症性サイトカイン遺伝子およびタンパクの発現を抑制した。OK-432 は、重症放射線障害患者の治療に応用できる可能性が示唆された。②GVH 病の制御に関する基礎研究 輸血後 GVH 病の基礎疾患を検討すると、外科症例で多発し、内科症例で少ないことが判る。これは、輸血製剤に混入している GVH 病を起こすアロ反応性 T 細胞が、外科症例で活性化されやすく内科症例で寛容導入されやすいことを示唆している。この点を解析するため、SEB というスーパー抗原に反応する T 細胞の末梢性寛容をモデルにして、外科手術で誘導されるプロ炎症性サイトカイン IL-1 がどのように末梢性寛容を修飾するかを検討した。この結果、IL-1 は末梢性寛容の二大機序である活性化起因性細胞死とアナジの両機序を阻害し、T 細胞を活性化することを発見した。プロ炎症性サイトカインの制御が GVH 病の制御の上で重要であることを示唆する。

【研究発表】

- (1) M. Nomura, Y. Nakata, T. Inoue et al. J.Immunol. Methods193: 41-49, 1996.
- (2) M. Nomura, Y. Matsuda, H. Itoh et al.Cytogenet. CellGenet. In press.
- (3) S. Ichikawa, H. Sakiyama, G. Suzuki et al. Proc. Natl.Acad. Sci. USA 93: 4638-4643, 1996.
- (4) Y. Nakata, K. Matsuda, A. Uzawa et al. J.Immunol. 155: 4231-4235, 1995.
- (5) Harase, T. Moriyama, T.Kaneko et al. Immuno.Cell Biol. 73: 346-352, 1995.
- (6) G. Suzuki, M. Nomura,A. Uzawa et al. Int. Immunol. 7:37-43, 1995.
- (7) 鈴木 元 「アネルギー誘導の分子機構」、「炎症と免疫」3:343-348、1995.
- (8) 鈴木 元 「末梢性トレランスの成立機序」、「リウマチ'95」(柏崎禎夫 監修)pp34-40,1995.
- (9) 鈴木 元 「免疫寛容」Immunology Frontier 誌 5: 432-432, 1995.
- (10)鈴木 元 「T 細胞をアナジーに導くシグナル」、「臨床免疫」28: 255-259, 1996.

- (11)能勢、鈴木、五十嵐他:第 38 回日本放射線影響学会、1995,千葉
- (12)鶴澤、鈴木、中田他:第 38 回日本放射線影響学会、1995,千葉
- (13)G. Suzuki, Y. Nakata, A. Uzawa et al. In the 9th International Congress of Immunology, 7, 1995, San Francisco, U.S.A.
- (14)M. Nomura, Y. Nakata, A. Uzawa et al. In the 9th International Congress of Immunology, 7, 1995, San Francisco, U.S.A.
- (15)G. Suzuki, Y. Nakata, A. Uzawa et al. In the Keystone Symposia, 3, 1996, Hilton Head, U.S.A.

4) 医用重粒子物理・工学研究部

4. 1) 概況

平成 7 年度における当研究部の研究内容は、HIMAC からの重イオンビームを医療用として最大限その特徴を活かしたものにするため、加速装置、並びに照射利用技術の改良及び高度化に関する開発研究、さらには関連基礎研究を進めた。年度当初より、臨床試行で採用される炭素ビームの加速エネルギーを増やし、それぞれの線量分布や LET 分布などの物理的特性や RBE のファントム内における変化などの生物学的特性を調べ、拡大するプロトコールに対応した。

当研究部は 3 研究室で構成され、第 1 研究室は重粒子加速装置の入射器系、並びに低エネルギー重粒子線に関する物理・工学的研究、第 2 研究室はその主加速器系、ビーム輸送系、並びに高エネルギー重粒子線に関する物理・工学的研究、第 3 研究室は重粒子線治療・照射システム、並びに重粒子線の医学利用に関する物理・工学・生物学的研究を行うことを主たる業務としている。研究部のメンバーは、本年度より新たに設置された治療システム開発室、並びに第三研究グループへの等があったために、専任の研究員は定員削減も含めて 5 名減となった。7 年度末における部の構成は、部長、併任 5 名、第 1 研究室専任研究官 2 名、客員研究官 1 名、第 2 研究室専任研究官 4 名、客員研究官 4 名、客員協力研究員 2 名、研究生 1 名、第 3 研究室専任研究官 5 名、客員研究官 1 名、科学技術特別研究員 2 名である。

当研究部においては、加速装置に関する技術開発の分野で、PIG 及び ECR イオン源の各種多価イオン生成の安定化と収率向上に力が注がれ、ライナックでは高周波系の安定化に関する研究と、異種粒子時分割加速システムの開発により、治療室及び実験室に異なる粒子を同時に供給することを目指した研究を開始した。主加速器系では、電

磁石電源にアクティブフィルタを追加し、ノイズ成分を反転入力することなどにより、取り出しビームのリップルも大幅に改良された。

患者治療において最も期待された呼吸同期照射に関連して、シンクロトロンでも多くの開発研究が行われた。その主なものは、ビーム取り出しに関する高速応答性を追求する研究、また照射に利用しなかったビームの処理法に関する研究等である。一方、照射系においては呼吸信号の抽出と同期信号の発生、さらには、呼吸に同期したX線CTの撮影法等の確立を行い、重粒子による最初の呼吸同期照射法の患者治療への適用に漕ぎ着けた。

高エネルギービーム輸送系では、上下リングからのビームを合流し、85%以上の高デューティビームの生成に成功した。さらに、治療照射における重粒子の体内における停止位置を正確に把握できるように、陽電子放出核種を二次ビームとして取り出し、治療ビームとして使うと同時に、その停止位置から照射領域を確認するためのシステム開発及び製作を開始した。

照射系では、治療・照射の円滑化のために、治療制御のバージョンアップを行い、治療効率も大幅に向上した。一方、臨床試行のプロトコルの拡大に伴って、利用エネルギーに対する要望も増え、350 MeV/u 及び 400 MeV/u の炭素ビームに対する照射パラメータの決定、並びに物理及び生物学的基礎データの採取が行われ、臨床試行も順調に進めることができた。

4. 2) 重粒子線がん治療装置前段加速器に関する研究

佐藤幸夫,北川敦志,山田聡,村上健 b,山田孝信 b,吉澤潤 a, 河内清光 (a:客員研究官,b:運転課併任)

平成 7 年度に入って重粒子線がん治療装置は、昼の臨床試行及び夜間と週末の共同利用研究にほぼ定常的に利用されることとなった。このようなプログラムに対応した運転を安定に行なうため、前段加速器に関しては前年度に引続き 1)パルス PIG イオン源及び 10GHz-ECR イオン源による多価イオン生成の安定化及び収率向上,2)ライナックの高周波系の安定化及びビ-ム輸送効率に関する技術改良,3)治療室及び実験照射室に異なる粒子を同時に供給することを目指した「入射器の異種粒子時分割加速システム」の開発 4)鉄イオン生成を 目指した 18GHz-ECR イオン源開発,5)中低エネルギー重イオンを用いる共同利用実験に必要な技術開発等の性能向上研究を行なった。

1)PIG 及び ECR 両イオン源においては、特に将来の二次ビ-ム利用に対応すべく収率

向上を行なうため、生成されたイオン荷電別生成分布(スペクトル)を測定する装置を設計した。又、多価イオン生成に関する改良成果としては、10 GHz-ECR では Ar¹²⁺(0.6eμA)及び Kr¹³⁺(5.5e μA)が、パルス PIG では Si⁶⁺(145eμA)が得られた。2)ライナック系においては、真空管の動作 状況に関する静特性を調べる装置を設計した。又、前段加速器におけるビ-ム輸送効率に関する性能 向上としては、Si 及び Ar についても荷電変換後且つ質量分析後の強度(Si¹³⁺, Si¹⁴⁺, Ar¹⁷⁺,Ar¹⁸⁺) において数 10eμA 程度(シンクロトロン取り出し強度 2 x 10⁸pps 程度に相当)を上下二つのシンクロトロンと中エネルギービ-ムコ-スに安定供給できるようになった(従来の 10 倍)。3)時分割 加速システム開発においては、イオン源室及び線形加速器室における既存の DC 電磁石の一部を新しいパルス電磁石に置き換える工事を行なった。加えて、このシステムの運転と制御系設計に関する 最終的詰め作業を行なった 4)18GHz-ECR イオン源据え付けにおいては、高圧デッキを既存の二つの イオンの間の上方(床レベル 3m 程度)に設置し、最大 60 kV の印加試験を行なった。その後、Ar を 用いたビ-ム試験を開始した。5)中低エネルギー領域における共同利用関係では、DNA や細胞等の生物試料を大気中で照射できる装置を設置すると共に、微細試料を安定に照射するための金蒸着を施した鏡面仕上の試料板開発及び 10 mmφ 程度の一 様照射野を形成する技術を確立した。

[研究発表]

- (1) Sato,Y., et al.: Rev. Sci. Instrum., 67, No.5, 2000-2004 (1996).
- (2) Kitagawa,A., et al.: Rev. Sci. Instrum., 67, No.3, 962-964 (1996).
- (3) Yamada,S., et al.: Proc. 10th Sympo.Accel. & Tech., Hitachinaka, 5-7(1995).
- (4) Kitagawa,A., et al.: Proc. 12th Int. Wo rkshopECRIS, RIKEN,254- 258 (1995).
- (5) Kitagawa,A., et al.: Proc. 12th Int. Wo rkshop ECRIS, RIKEN, 259- 263 (1995).

4. 3) 重粒子線がん治療装置主加速器系び 高エネルギービーーム輸送系に関する研究

山田聡、荒木夏治 d、板野明史 c、小川博嗣 b、金沢光隆、熊田雅之、江田茂 a、高田栄一、取越正己、野田耕司、遠藤有声 a、佐藤健次 c、田辺徹美 a、保坂将人 a、松本啓 a、溝淵明 a(a:客員研究官、b:客員協力研究員、c:共同利用研究員、d:研究生)

重粒子線がん治療装置は臨床試行開始から 2 年目を迎え、治療照射、生物医学及び物理実験をより高精度、高効率に行うための開発研究が進められている。

患者の呼吸に同期した治療照射実現するための ビーム制御システムを開発中である。本システムは、主に高速応答性を持つ高周波ノックアウトビーム取り出し法及び高エネルギービーームによる不要な放射化を避けるためのビーム減速からなる。呼吸を模擬した動態ファントムでの試験では、呼吸同期照射を行わない場合に比べペナブラは 19mm から 6mm に低減し、放射線レベルも数分の一に低減することが確認された。この結果をさらに発展させ実用化を図ることにより、肺がん、肝臓がん 等の治療に効果を発揮することが期待される。

ワブラー法を用いた HIMAC の治療照射野の均 一度を向上させると同時にカウンター実験での効率向上のために、取り出しビームの平滑化を向上 させる研究が続けられている。その結果、QF 電源だけではなく BM 電源の電流リップルもビーム平滑 度を劣化させることが判り、BM 電源にアクティブフィルターを設置すると共に加磁場補正用 6 極磁場を下げることでスピル・リップルを 20dB 以上低減する事ができた。さらに QF 電源にバンドパス・フィルターを設けノイズ成分をアクティブフィルターに反転入力することで 100Hz 成分を 10dB、1200 成分を 20dB 低減することができた。

高エネルギービーーム輸送系では、上下 2 リング からのビームを合流し、85%以上の高デューティー ビームの生成に成功した。このような高デューティー・ビームは呼吸同期照射での照射線量率及びカウンターを用いた物理実験の効率を画期的に向上 させることになる。また、MWPC 型プロファイルモニターのセンサー部を大気中に設置することで、治療照射野に影響を与えることなく照射中にビームを監視することができるようになり、より信頼 性の高いビーム供給が可能となった。

治療照射において重粒子の停止位置を正確に把握するために、11C 等のポジトロン・エミッターを用いた診断・治療技術開発を目的とした照射領域 検出システムの建設が

開始された。本システムの主要部となる二次ビーム・コースは角度及び運動量アクセプタンスが各々26mrad,5%になるように光学設計され、現在、電磁石電源を始めとする機器の設計・製作を行っている。

[研究発表]

- (1) Paper Contributed to the 10th Symp. on Accelerator Science and Technology, Oct.25-27, 1995, Hitachi-naka, NIRS-M-110/HIMAC10, edit., S.Yamada, M.Torikoshi

4. 4) 医用重粒子線の照射・制御及び利用に関する研究

金井達明、取越正巳、蓑原伸一、宮原信幸、松藤成弘、河内清光、外村浩美 a、二見康之 a、東明男 b、古山浩子 c、稲田哲夫 d (a:客員研究官、b:共同利用研究員、c:システム開発室、d:筑波大学)

重粒子線がん治療装置照射系及び制御系に関する研究 平成6年度6月からの炭素線290MeV/uによる重粒子線治療試行を続けるなかで、治療照射系制御の整備を中心に、より安全な治療試行が続けられるように治療環境の整備を行ってきた。また、治療適用範囲が広まっていくにしたいが、350 MeV/u 及び 400 MeV/u の炭素線による臨床試行ができるようにデータの整備を行ってきた。

- 1) 照射系機器、制御系の整備 炭素線 290 MeV/u での臨床試行を行ないながら、治療中に発見された照射管理制御、治療照射制御、患者位置決め制御等のソフトウェアの不具合を改修して治療・実験照射の円滑化を図るための治療ソフトウェアのバージョンアップをはかってきた。さらに、治療部位を拡大できるように、290 MeV/u の垂直・水平ビーム利用に加え、350MeV/u の垂直ビーム、400 Me V/u の水平ビーム利用のための照射ポートの照射パラメータについて確認実験を行なった。また、治療数の増加に対応すべくC室の整備を行なった。また、治療ビームのQAとして、各治療室および生物照射室のワブラー電磁石上流に、連続測定可能なビームプロファイルモニターを取り付け、治療中の照射ビームの監視機構を整備した。
- 2) 呼吸同期照射法・3次元照射法の開発 肺・肝臓など呼吸性移動の大きな治療部位への照射において、正常組織への照射線量を少なくするための呼吸同期照射システムを開発した。加速器系の呼吸同期出射システムの開発を受けて、呼吸同期信号発生・インターロック・システムを構築した。また、呼吸に同期したCT

画像を得るための呼吸同期 CT 画像取得システムを完成した。また、呼吸同期照射に伴うシステムの整備を行なった。これにより、年度最後に患者への適用に成功した。治療部位を 3 次元的に照射し、正常組織への照射線量を軽減する照射法の開発・整備をおこない、基本的な機器の動作確認を行なった。

- 3) 治療ビームの物理・生物学的特性の測定 治療ビームの線質を明らかにするための粒子分布測定検出器を開発し、炭素 90,350,400 Me V/u のビームを使って、試験を行った。また、炭素線以外の重イオンを含めた最適な治療ビームを見出すために、ヘリウム、ネオン、アルゴン、シリコンなどのビームを使った物理・生物学的線質の実験ができるように照射パラメータの整備、線量分布の測定などを行なってきた。

[研究発表]

- (1) Kanai, T. et al., 加速器科学研究 発表会 (1995)
- (2) Torikoshi, M., et. Al., 加速器科学研究 発表会(1995)
- (3) Minohara, S. et al., XXIII PTCOG Meeting, (1995)
- (4) Tomura, H, et al., Int. Congress Radiat. Res. (1995)
- (5) Matsufuji, N, et al., Int. Congress Radiat. Res. (1995)
- (6) Futami, et al., 加速器科学研究発表会(1995) 7) Higashi, A., et. Al., 加速器科学研究発表会(1995)

II. V. 7. 環境放射生態学研究部

1) 概況

本研究部は、放射性物質の環境中での分布、挙動、存在形態および農作物への移行と食品摂取による放射性物質の人体組織への被曝線量算定のためのパラメータやモデルに関する調査研究などを実施している。

第 1 研究室では土壌中の長半減期核種、とくにテクネチウムの挙動、水文学的解析、線量におよぼす自然・社会的要因についての基礎的研究を行った。

第 2 研究室では ICP-質量分析法や ICP-発光分析法を用い、環境試料中の微量元素の測定を行った。また、森林生態系に着目してそこでの放射性 Cs と安定元素(安定 Cs も含む)の分布に関する研究も実施した。

第3研究室では、ICP-MS等による代表的食品群の天然アルファ放射能の研究に基づき、輸入食品による日本人の被曝線量への影響を検討した。また、人体の標準的データの見地から主成分元素の分析測定を行った。

特別研究「環境における放射性物質の動態と被曝線量算定に関する調査研究」には延べ7つの小課題に参加した。また5課題の放射能調査研究を引き続き実施した。

原子力基盤技術開発研究費による「放射性核種の環境中移行の局地規模総合モデルに関する研究」を継続して実施した。また、国際共同研究「IAEA-RCA 第2期標準アジア人調整研究」発足のため、セントラル・レファレンス・ラボラトリーの準備を行った。電源多様化技術開発費による新課題の研究・評価を開始した。

外国出張に関しては、内田がIAEA主催の研究調整会合でトルコ、及びクロスオーバー研究の一環としてカナダを訪問した。また、田上がスペインとオーストラリア、村松がアメリカ、河村がアメリカ、白石がイタリアに国際研究集会参加のため出張した。クロスオーバー関係でオランダのDr.M.Frissel、ドイツのDr. B. Schnetger、フィンランドのDr. A. H. Rantavaara、カナダのDr.B.D. Amiro計4名が来所した。平成8年3月、鈴木譲が定年退職した。

2) 放射性核種の環境挙動に影響をおよぼす諸要因に関する調査研究

渡部輝久、内田滋夫、田上恵子、横須賀節子 保田浩志(第3研究グループ)、

本研究は、線量評価に係わる放射性核種の環境挙動に影響を及ぼす要因について、その影響の程度を定性・定量的に把握することを目的としている。本年度は、前年度に引き続き、テクネチウム(Tc)の土壤中挙動、とくに土壌-植物系移行に及ぼす土壌の物理化学的諸特性の影響に関する検討を行い、また、環境中の放射性核種に起因する線量当量の地域特性に関して考察を行った。

Tcの土壌吸着挙動 湛水条件下の水田では還元状態が発達し、Tcは土壌によく吸着される。しかし、その化学的形態は不明である。今年度は、湛水状態におけるTcの吸着形態および落水による乾燥の影響を抽出実験により検討した。その結果、湛水条件下において土壌中の水溶性およびイオン交換性フラクションに存在するTcの割合は時間とともに速やかに減少すること、一旦土壌に吸着したTcは、土壌を風乾してもほとんど脱離しないこと等が明らかとなった。これらの結果から、水田土壌中のTcは植物に吸収されがたい形態に速やかに変化すること、一旦土壌に吸着したTcは、収穫前の落水

によってもあまり形態が変化せず水稲に吸収されないこと、さらに収穫後から次の年の田植え期までの乾燥期間においても土壌に強く保持されることが予想される。環境中の放射性核種に起因する線量当量の地域特性 環境中に放出された ^{137}Cs の食品摂取にともなう内部被曝線量(線量預託)を国連科学委員会の評価法を用いて推定した。本年度は、石川、福井、京都、大阪、兵庫、鳥取、岡山、および広島、北陸、近畿、中国 8 県について降下量-摂取量換算係数を求めた。この結果、単位面積(1m^2)あたりに ^{137}Cs が単位量(1kBq)降下したときに生涯を通じ摂取される食品中の ^{137}Cs の積分濃度は、 1.8 (石川)~ 3.8 (大阪、兵庫、岡山)(Bqa/kg)であり、これによる線量当量預託は、 $9\sim 20$ ($\mu\text{Sv per kBq/m}^2$)と計算された。これらの値は東日本における値とほぼ同等である。

[研究発表]

- (1) 田上、内田:Radioisotopes, 44, 528-530, 1995.
- (2) Uchida, S. and Muramatsu, Y.:Materials Res., 353, 141-147, 1995.
- (3) Tagami, K. and Uchida, S.: Materials Res., 353, 973-979, 1995.
- (4) 内田、田上:日本原子力学会 1995 年秋の大会、東海村、1995.10.
- (5) 内田、田上:日本原子力学会 1996 年春の年会、吹田市、1996.3.
- (6) 田上、内田:第 32 回理工学における同位元素研究発表会,東京,1995.7.
- (7) 田上、矢吹*、内田、岡田*:理研シンポジウム生体微量元素'96、和光市、1996.3.(*理研)
- (8) Tagami, K. Uchida, S.: 1st International Conference on Contaminants and the Soil Environment in the Australasia-Pacific region, Adelaide, Australia, 1996.2.
- (9) Yasuda, H.: Jpn. J. Risk Anal., 7, 74-80, 1995.
- (10) 保田浩志:京都大学環境衛生工学研究会第 17 回シンポジウム講演論文集、1995.7.
- (11) Yasuda, H.:Proc. The 3rd Japan-Russia Joint Workshop on Radiation Safety, Tokyo, 1995.9.
- (12) 保田浩志:京都大学原子炉実験所廃棄物専門研究会、京都、1995.11.
- (13) Yasuda, H.: 1995 Annual Meeting of Society for Risk Analysis, Hawaii, 1995.12.

(14)渡部:第 23 回放医研環境セミナー、千葉、1995.11.

3) 環境における放射性物質及び安定元素の存在形態と循環に関する生物地球

化学的調査研究

村松康行,柳沢 啓,吉田 聡,坂内忠明

放射性及び安定元素の環境における分布と挙動を明らかにし,環境安全評価に資することを目的として生物地球化学的研究を行っている。本年度は,ICP-質量分析法(ICP-MS)等を用い種々の環境試料中における微量元素の分析を中心に研究を行った。ここでは,降水中の微量元素と森林生態系における放射性セシウムと安定元素の分布について得られた結果をまとめる。

降水試料は,東海施設にて月ごとに採取し,ミリポアフィルターで濾過後分析に供した。ICP-MS 及び ICP-AES により測定できた元素

は,Cs,Sr,Co,Mn,Zn,Rb,Ba,La,Ce,Yb,Th,U をはじめ合計約 30 元素であった。それらの季節変化を調べたところ,U,Th,Cs,La,Ce,Yb は 4 月に高く,8~9 月頃に低い傾向にあった。一方,Zn,Cd,Mo,Cu,Ni 等はそれ程大きな季節変化は示さなかった。また,元素間の濃度の関係を見ると,La と Ce,U と Ce,Mn と Co,Al と Mn,Sr-Ba などが良い相関を示した。これらは,土壌粒子が大気中へ舞い上がり,雨水に溶けだしたものと推定される。月間及び年間の元素降下量についても試算した。

森林生態系における放射性及び安定元素の分布に関しては,東海村の松林で,土壌,植物,キノコを採取し,その中に含まれる放射性セシウム及び種々の微量元素を測定した。その結果,Co,Ba,La,Ce,Pb,Th,U の値は植物・キノコ共に低かった。これに対して Cu,Zn,Rb,Cd の値は両者共高い傾向にあった。キノコに対して特に高い値を示した元素は,Cs,Cd,Rb,Zn,Cu であり,逆に Sr,Ba 等のアルカリ土類元素は低い値であった。

^{137}Cs の濃度は植物に比べキノコのほうがはるかに大きかった。

[研究発表]

- (1) Muramatsu, Y., Yoshida, S. and Ban-nai, T.: J. Radioanal. Nucl. Art., 194, 303-310, 1995.
- (2) Muramatsu, Y. and Yoshida, S.: J. Radioanal. Nucl. Chem. Art. 197, 149-159, 1995.
- (3) Ban-nai, T., Muramatsu, Y., Yanagisawa, K.: J. Radiation Res., 36, 143-154, 1995.

- (4) Muramatsu, Y., Yoshida, S. and Uchida, S.: Proc. Int. Workshop on Improvement of Environmental Transfer Models and Parameters, p. 61-71, Tokyo, Feb. 1996.
- (5) Yoshida, S., Muramatsu, Y., Tagami, K. and Uchida, S.: Proc. Int. Workshop on Improvement of Environmental Transfer Models and Parameters, p. 174-180, Tokyo, Feb. 1996.
- (6) 村松, 吉田: 日本地球化学年会, 清水, 1995. 11.
- (7) 吉田, 村松, 内田: 日本地球化学年会, 清水, 1995. 11.

4) 環境・食品-人体系における放射性物質の移行と被曝線量に関する基礎的研究

河村日佐男、白石久二雄

放射性物質の環境・食品-人体系における移行機構の解明および公衆の被曝線量の算定モデルの改良に資するため、その基盤となる基礎的研究を行うことを目的とする。

前年度は、ICP-MS を用い、チェルノブイル事故の関連で旧ソ連地区から採取した陸水・飲料水中の天然アルファ核種(^{232}Th , ^{238}U)の迅速測定を行った。また、人体標準値の見地から、新しいデータが要求されている各器官の元素組成(C, H, N)に関して測定を行い ICRP 値と比較した。

本年度は、食品輸入の増加に鑑み、輸入食品の放射能が国民の被曝線量に与える影響につき ICP-MS 分析等を駆使して予備的な検討を行った。すなわち国産の代表的な食品群について天然アルファ核種 ^{226}Ra , ^{232}Th および ^{238}U の放射能濃度を測定した。外国産食品群に関しては国連科学委員会報告値(UNSCEAR 1993 年)を用いた。輸入食品による各核種の放射能摂取量の増加は、輸入率(統計)を考慮して推定した。その結果、 ^{226}Ra , ^{232}Th および ^{238}U の 1 人 1 日当たり摂取量は、自給率 100 % の場合に比べ、輸入食品を加えた場合には各々 2 倍, 1.3 倍および 1.6 倍になることがわかった。食品群別摂取量に基づく本法は、高放射線地域からの輸入食品あるいはチェルノブイル等の原子力施設事故に見られる海外の汚染食品の国民線量への影響を知る方法として有効である。人体の元素組成に関しては、人体代謝および被曝線量計算の基礎的・標準的データとして重要である。前年度までに若干の正常組織に対する分析測定値を取得して、ICRP 標準人の値と比較を行った。今年度は、いくつかの器官につき、代表的な元素

の炭素、水素および窒素の含有率が文献値と一致を見たものの、さらに検討を続行した。今後は上記 3 元素以外の組成についても検討する予定である。

[研究発表]

- (1) K. Shiraishi and M. Yamamoto: 4th Internat. Congress for Trace Elements Research in Humans, Taormina, Italy, 1995.9.
- (2) H. Kawamura and G. V. Iyengar: Guidelines on Analysis, in Report of the Project Formulation Meeting for Phase II of the Reference Asian Man Project, IAEA/RCA-95-03 (1995), 19-29.

2. V. 8. 海洋放射生態研究部

1) 概況

本研究部は、海洋環境中における放射性物質の挙動を検討して、海洋中に入った放射性物質がヒトへ回帰する時の被曝線量推定に資するために、挙動の一般則の抽出とこれにかかわるパラメータ・データベースを創出することを目的としている。本研究部の研究は多様なものがあるが、手法として、(1)フィールドにおける長寿命放射性核種と微量安定元素の分布・移行の追跡による挙動の予測、および(2) RI トレーサー実験による海洋生物の動的な濃縮機構の解析、にまとめられる。大型原子力施設を念頭においた沿岸海域の研究に関しては、平成 5 年度に発足した環境特研の中の 2 課題で主に実施した。経常研究としては海水中の自然放射能の挙動や海産生物の安定元素の濃縮機構の研究、調理による放射能の増減に関する予備実験等を行った。

一方、国の環境放射能調査の一部を分担し、継続的な 3 課題を実施した。旧ソ連・ロシアの放射性廃棄物の日本近海への投棄事件に関し、日本海沿岸に注目し、海産生物について放射能の測定・RI トレーサー実験を行った。また、科学技術振興調整費による総合研究 1 課題を国際共同研究として実施した。

海洋科学技術センターとの共同研究に加えて、本年度より海洋生物環境研究所との共同研究「海産硬骨魚スズキ等の放射性核種蓄積における環境条件の影響に関する調査研究」を開始した。外来研究員として東京理科大学の中井泉助教授を迎え、深海生物中の硫黄の化学形の研究を行った。10 月 1 日付で張勁を科学技術特別研究員として迎え、「海洋におけるランタノイドとアクチノイド核種の挙動の比較研究」が開始された。(中村清)

2) 海洋環境中における放射性物質の移行循環とそれに影響する因子の研究

平野茂樹、石川昌史、山田正俊、青野辰雄、中村清 張勁(科学技術特別研究員)

西部北太平洋は、日本を中心にしてオホーツク海、日本海、東シナ海、南シナ海などの縁辺海を有する特徴的な海域で、大陸から大量の栄養塩や金属化合物等の物質が河川や大気を通じて供給されることにより生物生産性が高いことが知られている。そこで、縁辺海における物質循環を明らかにして海洋全体での役割を解明することを目的とした。ウラン系列に属する鉛-210(半減期:22.3年)とポロニウム-210(半減期:138日)は、天然放射性核種であり、両者共に海水には難溶性で、そのために粒子表面に対する反応性が高く、海水からの除去トレーサーとして用いられている。そこで東シナ海の揚子江河口域から陸棚および沖縄トラフにおける海水中の鉛-210 および ポロニウム-210 を測定し、得られた結果から海洋における物質の除去過程を解明することを目的とした。

東シナ海陸棚でポロニウム-210 および鉛-210 濃度は 1993年冬季に比べて1994年秋季では4-6、5-9dpm/100lと2倍高い濃度を示した。この陸棚上での鉛-210の平均滞留時間は冬季が2ヶ月に対して秋季は6ヶ月と3倍長く、これは夏季に形成される温度躍層形成に伴い除去速度が遅くなったためと考えられる。陸棚縁辺部では、秋季におけるポロニウム-210 および鉛-210 濃度は、10-18、11-24dpm/100lで冬季に比べ1.5-2倍高い濃度を示した。また沖縄トラフ表層付近とポロニウム-210 および鉛-210 濃度は近似しており、これは、縁辺部が黒潮の影響を受けているが、夏季は陸棚で温度躍層が形成され、そこへ黒潮が流入するためと考えられる。これらの結果より、冬季の東シナ海では、上下混合により温度躍層が形成されず、そのために大気より供給された鉛-210は除去されやすく、黒潮と陸棚上の海水の接する陸棚斜面上の海域で、ポロニウム-210が比較的早い速度で海水から除去されていることが、また秋季では夏季に形成される温度躍層によってポロニウム-210 および鉛-210の平均滞留時間が冬季よりも長くなることが明らかとなった。

[研究発表]

- (1) 青野,山田,成田:1995年度日本海洋学会春季大会,東京,1995. 4.
- (2) 山田,青野,成田:1995年度日本海洋学会春季大会,東京,1995. 4.
- (3) 青野,山田,成田:1995年度日本海洋学会秋季大会,名古屋,1995. 10.
- (4) 山田,青野,成田:1995年度日本海洋学会秋季大会,名古屋,1995. 10.
- (5) 張、野崎:1995年度日本海洋学会秋季大会,名古屋,1995. 10.

- (6) 張、野崎:1995 年度日本地球化学会年会,清水,995. 10.
- (7) Yamada,M., T.Aono and H.Narita:1995 Inter-ationalChemical Congress of Pacific Basi nSocieties, Honolulu, 1995. 12.
- (8) Aono,T., M.Yamada and H.Narita:1995 Inter-national ChemicalCongress of Pacific Basi n Societies, Honolulu, 1995. 12.
- (9) 山田:シンポジウム「海洋同位体地球化学の展望」、東京、1996. 2.
- (10)Zang,J,H.Amakawa and Y.Nozaki,Oceano. Limno. Sinica.27,51-59(1995)

3) 元素の水圏挙動と生物濃縮に関する研究

中村良一、中原元和、石井紀明、松葉満江

水生生物は生息水中の微量元素を水中濃度よりも高い濃度で蓄積する 경우가多く、食品としての水産物はミネラル供給源の一つとしても重要である。他方、海洋の放射能汚染に関しては、水産食品からの人体の放射線被曝を無視することはできず、水生生物による放射性同位元素の濃縮は水産食品として不都合な現象である。そのため今回は生物による元素の濃縮にとどまらず、食品として調理・加工した場合、生物に濃縮された放射性物質の濃度や分布がどのように変化するかを RI トレーサー実験により調べた。また、前年にひき続き、水生生物による元素の濃縮機構解明の一環として、軟体動物によるヨウ素の特異的高濃縮について放射化分析法および誘導結合プラズマ質量分析法を用いて検討した。水圏生態系に放出された放射性核種に起因する人間の放射線被曝を考える上で、水産物の可食部の放射能汚染の程度を知ることが重要と考えられ、非可食部はあまり問題とされてこなかった。しかし、人間が水産物を食する場合、刺身の様に生で食べる以外は人間が口にするまでに調理という手続きが入ってくる。この調理の手続きで、水産物の可食部・非可食部の放射能の分布割合に変動がないか、また人間が口にする部分(食事としての可食部)の放射能がどのように変化するかは興味のあるところである。今回は、

^{125}I , ^{85}Sr , ^{137}Cs , ^{54}Mn , ^{57}Co , ^{103}Ru , ^{141}Ce を水槽実験で取り込ませたシジミを調理して、以上の点を検討した。実験には、上記の7核種が入っている汽水中で6日間飼育したシジミを用いた。この時点でシジミを殻、軟体部、体液に分けて放射能の分布を見ると、 ^{137}Cs 以外の核種は大部分(60~90%)が殻に存在した。 ^{137}Cs は殻への分布が低く、軟体部に80%以上が存在した。このシジミ10個体(合計38.6g)を200mlの蒸留水で5分間煮沸して、各部位から煮汁への放射能の移行を観察した。そ

の結果、 ^{54}Mn , ^{57}Co , ^{103}Ru , ^{141}Ce ではシジミ全身の放射能の 10~15%が煮汁に移行したのに対し、 ^{85}Sr では 37%, ^{125}I では 42%, ^{137}Cs では 96%が煮汁に移行することが判った。さらに、 ^{54}Mn , ^{57}Co , ^{103}Ru , ^{125}I では煮汁に移行した放射能の大半は殻に由来し、 ^{85}Sr , ^{141}Ce は体液から、 ^{137}Cs は軟体部からの移行割合が大きいことも判った。シジミ汁の場合は、煮汁も飲むことになり、水産物を食べることによる人間の放射線被曝を考える上で非可食部からの放射能の寄与も調理法によっては無視できない場合があることが示唆された。海洋生物 100 種について全体及び各部位に含まれるヨウ素濃度を放射化分析法で測定した。その結果、軟体動物を除く海洋生物中のヨウ素濃度は概ね $0.1\text{-}50\mu\text{g/g}$ ・生の範囲にあることが分かった。一方、軟体動物のソデガイ科に属する貝類はヨウ素に対して非常に高い濃度を示し、特に硬組織である蓋の中にはヨウ素が $18,000\mu\text{g/g}$ ・生も含まれていた。なお日本の沿岸水のヨウ素濃度は誘導結合プラズマ質量分析法で $0.6\mu\text{g/ml}$ であることを確認しているから、蓋における濃縮係数は 3×10^5 と計算された。このように軟体動物のソデガイ科に属する貝類は蓋の中にヨウ素を高濃度に濃縮する能力を持っていることが分かったが、蓋の中に高濃度に存在しているヨウ素の存在状態について高エネルギー物理学研究所の放射光実験施設を利用した広域 X 線吸収微細構造解析法で研究するとともに、ソデガイ科に属するマガキガイを用いてヨウ素の特異的濃縮機構を室内での RI トレーサー実験で検討する予定である。

[研究発表]

- (1) Ishii,T.et.al.:In "Metal Ions in Biological System",Vol.31,491-509(1995)
- (2) 中原、中村(良)、石井、:日本放射線影響学会 第 38 回大会、千葉、1995.11.
- (3) 中村(良):日本放射線影響学会第 38 回大会,千葉,1995,11.

II. VI. 安全解析研究

II. VI. 1. 放射線のリスク評価研究（総括安全解析研究官）

1) 概況

この組織は当研究所で得られた研究成果を健康と安全確保の立場から社会的に利用可能な形に纏め上げる こと、更にはその成果を行政等に反映させることを目的として昭和 59 年 4 月に発足された。発足以来その目的達成のため、全研究員の協力の下に努力してきた。限られた人員、時間、予算の中で、HESANS の開発、国際対応、マ

スメディア対応、リスク比較評価等に取り組み成果を上げてきた。しかし、平成5年に開始された放医研のリストラの最終年に当たる平成7年度において、総括安全解析研究官を含む環境系のリストラが行われ、その結果、当組織は今年度をもって解散となった。当研究部が担っていた主な研究内容は、従来の環境衛生研究部、総括安全解析研究官、環境放射生態学研究部が融合した人間環境研究部において新たな出発をすることとなる。今回の年報は総括安全解析研究官という組織の最終報告である。今年度は長年放射線のリスク評価研究を先導してきた小林定喜総括安全解析研究官が退官され、業務遂行上例年に増して苦難の年となった。更に土居雅広主任研究官が10月から9ヶ月間スウェーデンの放射線防護研究所へ原子力留学生として派遣された。しかしながら、一方では環境科学技術研究所（青森県六ヶ所村）に出向中であった中村裕二主任安全解析研究官が平成8年2月1日帰任し、出向者1名を含めて実定員は7名で研究活動が進められた。以下に活動の状況をI. リスク情報収集、整理、II. リスク評価手法開発、およびIII. リスク評価、について述べる。実際の研究業務は当研究組織発足以来の特徴として、これら3分野の研究室の枠を超えて全研究員の協力の下に実施されている。

- I. リスク情報収集・整理研究室（研究員1名）では、国連科学委員会(UNSCEAR) 関連の情報の収集整理、並びに、リスクデータベース構築のための基礎データ収集作業に当たった。また、人工放射線による人類の被曝の中で最も多い事が知られている医療被曝に関し、データの収集を開始した。本年度はX線診断に関する資料収集を行い、特にCTに着目して装置条件と臓器線量・実効線量に付いて調査した。
- II. リスク評価手法開発研究室では所内外の研究者の協力を得て、健康環境安全評価ネットワークシステム（Health and Environmental Safety Assessment Network System, HESANS）の開発を進めて来た。平成5年までの第一期計画において放射線人体影響評価に関するコンピュータ・コードの大枠が完成しており、種々の影響予測が可能となっている。また、環境中での放射性核種移行に関する予測システムの枠組みの整備が行われた。引き続きこれらのコードシステムを改良、充実するための第2期開発計画の作業を平成6年度より行っている。平成7年度は、新しいハードウェア環境の整備とコードシステムの移植、放射線の遺伝影響評価コードのバージョンアップ等を行った。

III. リスク評価研究室では、前年度に引き続き、「旧日ソ科学技術協力協定」に基づく「放射線医学分野における日ソ科学技術協力計画－放出された放射性核種による低レベル放射線の健康及び環境への影響についての共同研究」の枠組みに従い、環境衛生研究部などとの共同作業として「チェルノブイリ事故による環境影響の評価に係わる住民の被曝線量の算定、特にホールボディカウンタを用いての体内放射線の測定と、これに基づく内部被曝線量の算定」の研究を進めた。なおこの課題に関連して「日ソ外相覚書き」に基づく外務省の研究協力計画があり、この計画に基づいてロシアの研究者の受け入れが3月に行われ、環境衛生研究部、物理研究部、環境放射生態学研究部とともに当組織もこれに協力した。

(1) **安全解析に関する情報の収集・整理**

放射線リスクの解析評価に必要な各種のデータの収集と整理を行うと共に、国連科学委員会（UNSCEAR）への協力ならびに、国際放射線防護委員会（ICRP）や国際原子力機関（IAEA）等の放射線リスクに係わる情報の収集と紹介を行った。これらのうち主なものは以下の通りである。UNSCEAR 第44回会議に向けて事務局から送付されたドラフトに関し、国内の専門家にコメントを依頼するためリスク検討委員会において検討し、コメントを依頼・収集した。ドラフトは「被曝源」、「放射性核種に対する線量評価」、「環境への放射線影響」、「DNA修復と突然変異」、「放射線の遺伝的影響」、「放射線発がんの疫学評価」、「放射線と他の因子による複合影響」、「チェルノブイリ：地域線量と影響」が示された。これらのドラフトについて国内の専門家から寄せられた意見は整理され、UNSCEAR 第44回会議に提出された。リスク評価に関連して、(財)放射線影響研究所に「放射線リスク評価に係わる広島・長崎の疫学情報の収集－原爆被爆者におけるがん死亡率の研究」、(財)体質研究会に「放射線リスク評価に係わる職業被曝の疫学情報の収集－診療放射線技師における職業被曝のリスク評価」を委託し、疫学データの収集を行った。これらの収集データは放射線リスク評価研究委員会に設けられた疫学部会で検討された。昨年まで委託研究を行っていた甲状腺のRI投与による患者の健康に関する調査が終了した。本年度は甲状腺に関し医学利用放射線による被曝に拘る資料の収集を行った。また、医療放射線による外部被曝に関し、主にCTによる被検者の被曝に係る資料の調査収集を行った。

(2) **リスク評価手法の開発**

前年度に引き続きコンピュータコードシステム「健康・環境安全評価ネットワークシステム」(Health and Environmental Safety Assessment Network System, HESANS)の開発に重点を置いた。HESANSは原子炉等から環境中へ放出された放射性核種の濃度(または量)、あるいは環境中の放射線の線量(率)を出発点として、①放射性核種の環境移行、②食物連鎖、③体外・体内被曝線量の算定を経て、④放射線の健康影響(急性、晩発性、および遺伝性の影響)を算定するための「総合的な安全評価コンピュータ・コードシステム」である。

HESANSは平成元年度に着手し5か年計画で開発を進めてきたが、使用するコンピュータ(ワークステーション)などのハード設備の欠如や財政面での制約、担当研究者の出向転出による移動など、様々な困難があり、そのために開発の過程で計画の軌道を順次修正し、第一次5か年計画では細部にこだわらず全体の枠組みを組み上げた。具体的には「健康影響評価」と「放射性核種の環境移行評価」の各モジュールについてそのサブプログラム群の開発・改良・総合化、各種周辺ユーティリティの開発、このコードで使用される各種のパラメータデータベースの基本的部分の整備などが終了し、発生源から健康影響に至るまでの基本的枠組みが完成した。このコードシステムの開発に際しては、当初予定したプラットフォームオペレーティングシステムがその後のコンピュータ情報科学の進歩と世界の趨勢の変化により共通性を失ってしまったこと、データベースの整備が不十分であったことなど、技術的な面での見通しの不備による失敗もあり、これらの経験をふまえて平成6年度より第二期計画をスタートさせた。第二期計画では、環境移行モデルの高度化、健康影響評価モデルの改良、パラメータデータベースの改良、拡充整備、ネットワーク上への展開を目指すこととしている。平成7年度は、ソフトウェア開発では健康影響評価モデル、特に遺伝影響評価コードの改良(BEIR-Vモデル)を行った。またネットワーク上でのコードシステム運用を考慮し、ハードウェア機器の整備を行った。

(3) リスク評価

放射線リスク評価研究では、被曝線量評価に重点をおいてこれまで研究を進めてきた。特に、線量寄与の大きいラドンおよびトロンを対象に研究を進めている。全国屋内ラドン濃度測定調査に関しては、昨年度に引き続き日本分析センターによる調査に測定器・測定法の品質管理、英国の国立放射線防護庁における国際校

正の面 で協力支援を行った。また、特殊環境として職場環境のラドン濃度に関し、タイマーを取り付けた静電捕集型ラドン測定器を用いて一日の平均濃度と労働時間中の濃度を区別して測定し、オフィスによっては両者にかなりの 差があることを見いだした。これまで「リスク認知」に係わる研究として原子力発電をむくむ 30 項目の順位づけ 調査を行ってきた。しかし、この各項目のリスクの大きさは米国において推定されたものであって、わが国の値 とは異なり、また項目としてもわが国にはふさわしくない項目が含まれていた。これを解消する第一歩としてわが国における各種リスクの大きさの調査を行った。調査の対象は、各種疾病、自然災害、職業別リスク、日常の 様々な活動に伴うリスクである。これまで推定されていたリスクの値とかなり異なるものも見いだされた。この 調査においてリスク推定のための母集団の推定の難しさが浮き彫りになった。この母集団の推定のため今後さら に研究を進めて行く予定である。

【研究発表】

- (1) 西澤、他：日本医放会誌 55, 763-768, 1995.
- (2) 西澤：日本放射線技術学会雑誌 51, 636-639, 1995.
- (3) 西澤、松本、他：第 69 回日医放射線物理学会、名古屋、1995. 4.
- (4) 西澤：第 1 回 LSCT 研究会、千葉、1995. 5.
- (5) 土居、小林：日本保健物理学会第 30 回研究発表会、水戸、1995. 5.
- (6) 石川、松本、内山、水下、小林：日本原子力学会誌、37, 420-429, 1995.
- (7) 藤元：トロン研究会、熊取、1995. 6.
- (8) 藤元：熊取サマーセミナー、熊取、1995. 8
- (9) 藤元：シンポジウム「汚染物質の環境挙動予測に関する局地規模詳細モデルならびにその移行パラメータ に関する研究」水戸、1995. 9.
- (10) 藤元：第 38 回日本放射線影響学会、千葉、1995. 11.
- (11) 石川、松本、内山：第 38 回日本放射線影響学会、千葉、1995. 11.
- (12) 神田、鈴木、早田：日本放射線影響学会第 38 回大会、千葉、1995. 11.
- (13) 古川、神田、鈴木、早田、岡部：染色体学会 46 回年会、岡山、1995.11.
- (14) Kobayashi, S., Kanda, R. and Fujimoto, K. : 1995 Annual Meeting of the Society for Risk Analysis, Hawaii, USA, 1995. 12.
- (15) 西澤：第 2 回 LSCT 研究会、千葉、1995. 12.

(16) 土居、床次、藤元、古川、松本、藤高、小林：第37回環境放射能調査研究成果論文抄録集、9-10, 1995.

(17) 土居、藤元、小林、床次、古川、松本、藤高：放射能調査研究報告書（平成6年度）、NIRS-R30, 29-32, 1995.

(18) Kanda, R., Joshima, H. and Kobayashi, S. : Japanese Journal of Risk Analysis 7, 67-73, 1995.

(19) Kanda, R., Furukawa, A., Okabe, N. and Hayata, I. : BIOIMAGES 3, 101-105, 1995.

(20) 藤元：日本分析センター広報、28, 31-37, 1996.

(21) 西澤、松本、他：第3回胸部CT検診研究会、東京、1996. 2.

(22) 神田、神田（訳）「水環境の基礎科学」技報堂出版、1996.3.

2) 急性放射線障害における造血機能障害の細胞・分子レベルでの解析

相沢志郎、五十嵐美德、神作仁子（生物影響研究部）

放射線被曝による急性障害において感染防御に重要な役割を持つ免疫機能もまた重大な障害を受ける。免疫担当細胞であるT細胞の回復には骨髄での造血幹細胞およびpreT細胞の再生が必要となるが、特にpreT細胞の回復動態についての知見は限られている。本研究では、T細胞の回復に重要であると考えられる造血幹細胞、preT細胞及び骨髄、胸腺の造血微小環境の放射線障害からの回復動態について細胞・分子レベルで明らかにすることを目的とする。これまでに、分割照射（1.6 Gy x 4）後のpreT細胞、preB細胞を含めた免疫系細胞の回復が造血幹細胞や顆粒球系細胞の回復に較べて遅れること、そして、このリンパ系全体の回復の遅れはB10及びC3H両系統マウスで共通して観察されることを示した。今年度は、一回照射（6Gy）の場合にも分割照射と同様のリンパ系全体の回復の遅れが観察されるかを検討した。分割照射の場合と異なり、照射後直後の一過性のpreB細胞の増加が観察され、その後は分割照射と同様の顆粒系細胞の回復そしてリンパ系細胞の回復が観察された。preT細胞の回復については現在検討中である。分割照射後のリンパ系特にT細胞の回復の著しい遅れの原因を明らかにするために、造血・免疫系の分化に関与するサイトカインの遺伝子発現をNorthern法により調べた。その結果、分割照射後に胸腺においてIL7、TNF、胸腺リンホーマ刺激因子（TLSF）の発現が観察され、特にIL7の発現は照射後4週目まで増加した状態のままであった。このことは、分割照射後のpreT細胞

胞の回復の遅れにより胸腺内 T 細胞分化が正常に回復しないままであるためと考えられる。

【研究発表】

(1) 相沢、神作、五十嵐、佐渡：第 25 回日本放射線影響学会、千葉、1995. 11.

(2) 五十嵐、久保、武藤、相沢、神作、蜂谷、明石、鈴木：第 25 回日本免疫学会、千葉、1995. 11.

3) 急性放射線障害の治療に関する基礎的研究

チェルノブイリ事故以降、従来救命の対象とはならなかった高線量急性被曝患者の救命のために、最新の生命科学を応用する方向性が打ち出されている。事故症例では放射線による骨髄障害、免疫障害、消化管障害、皮膚障害、感染症など複数の障害を併発する例が多い。個々の障害は他の障害の増悪要因になり、また骨髄障害の特定のサイトカイン療法は、皮膚障害や消化管障害を増悪させる事が知られている。これらの事態に対処するために、急性放射性障害の諸側面を定量的解析する方法論を確立し、もって、新たな治療法の評価に役立てることを目的とする研究を平成 6 年度より組織した。

(1) 急性放射線障害の治療に関する基礎的研究

鈴木元、能勢正子、鶴澤玲子、明石真言、赤沼篤夫（障害・臨床研究部）

本研究では、生体応答修飾剤 BRM の一種である OK-432 の放射線防護効果を放射線誘発骨髄障害や敗血症や消化管障害に注目して検討すると共に、輸血や骨髄移植で問題となる GVH 病の制御に関する基礎的研究を行っている。これまでに、各種サイトカインの ELISA 法による定量法を確立し、また消化管障害の定量化のために腸内細菌のトランスロケーションの定量、エンドトキシンの定量を進めている。

I. OK-432 による敗血症の治療これまでの研究で、OK-432 は G-CSF と併用すると放射線照射後でも防護効果があることが明らかとなった。私達は消化管障害を基盤としたグラム陰性菌感染に伴う敗血症に注目して、細菌内毒素 LPS によるショックに対する OK-432 の治療効果を検討した。BDF1, B6, C3H, BALB/c, DBA/2 マウスにおいて、OK-432 の前投与は LPS によるショック死を防護した。BDF1 マウスにおいては、OK-432 の 24 時間前投与によって、LPS の 50%致死量 (LD50) が 50 μ g から 500 μ g に変化した。OK-432 の前投与は、LPS によ

るプロ炎症性サイトカイン遺伝子およびタンパクの発現を抑制した。以上の結果、OK-432 は重症放射線障害患者の治療に応用できる可能性が示唆された。

II. GVH 病の制御に関する基礎研究 輸血後 GVH 病の基礎疾患を検討すると、外科症例で多発し、内科症例で少ないことが判る。これは、輸血製剤に混入している GVH 病を起こすアロ反応性 T 細胞が、外科症例で活性化されやすく内科症例で寛容導入されやすいことを示唆している。この点を解析するため、SEB というスーパー抗原に反応する T 細胞の末梢性寛容をモデルにして、外科手術で誘導されるプロ炎症性サイトカイン IL-1 がどのように末梢性寛容を修飾するかを検討した。この結果、IL-1 は末梢性寛容の二大機序である活性化起因性細胞死とアナジーの両機序を阻害し、T 細胞を活性化することを発見した。プロ炎症性サイトカインの制御が GVH 病の制御の上で重要であることを示唆する。

【研究発表】

- (1) Y. Nakata, K. Matsuda, A. Uzawa et al. J. Immunol. 155 : 4231-4235, 1995.
 - (2) I. Harase, T. Moriyama, T. Kaneko et al. Immuno. Cell Biol. 73: 346-352, 1995.
 - (3) G. Suzuki, M. Nomura, A. Uzawa et al. Int. Immunol. 7: 37-43, 1995.
 - (4) 鈴木 元 「アネルギー誘導の分子機構」、「炎症と免疫」3 : 343-348、1995.
 - (5) 鈴木 元 「末梢性トレランスの成立機序」、「リウマチ 95」(柏崎禎夫監修) pp34-40, 1995.
 - (6) 鈴木 元 「免疫寛容」Immunology Frontier 誌 5: 432-432, 1995.
 - (7) 鈴木 元 「T細胞をアナジーに導くシグナル」、「臨床免疫」28: 255-259, 1996.
 - (8) 能勢、鈴木、五十嵐他 : 第 38 回日本放射線影響学会、1995,千葉
 - (9) 鶴澤、鈴木、中田他 : 第 38 回日本放射線影響学会、1995,千葉
 - (10) G. Suzuki, Y. Nakata, A. Uzawa et al. In the 9th International Congress of Immunology, 7, 1995, San Francisco, U.S.A.
 - (11) G. Suzuki, Y. Nakata, A. Uzawa et al. In the Keystone Symposia, 3, 1996, Hilton Head, U.S.A.
- (2) **サイトカイン誘導物質の放射線防護作用**
第一研究グループ 常岡和子、古瀬雅子

不慮の放射線事故や癌の放射線療法などにより生ずる骨髄障害の回復を促進する薬剤の開発をめざし、サイトカイン誘導物質の放射線防護作用に関する基礎研究を行った。サイトカイン誘導物質の一つ、乳酸菌加熱死菌体(LC 9018)が、被曝後に一回皮下投与するだけで、致死線量の放射線を被曝したマウスの30日生存率を著しく上昇させることを報告してきた。LC 9018は造血組織中の未分化細胞の増殖分化を促進することによりその効果をあらわすと考えられることから、フローサイトメトリにより造血系細胞の回復状況の詳細な解析を試みた。昨年度は顆粒球/単球系細胞の回復を中心に解析し、顆粒球の著しい増加が被曝マウスの30日生存率の上昇に不可欠であることを明らかにした。引き続き本年度は、LC 9018の被曝マウスに対する延命効果へのリンパ球の関与について解析した。

LC 9018投与群でのThy-1.2陽性細胞の回復は末梢血、脾臓、骨髄のすべての組織で遅く、回復の動態もSaline投与群との間に殆ど差が認められなかった。一方、B220陽性細胞の回復はLC 9018投与群ではむしろsaline投与群より遅く、骨髄死に決定的な被曝後、8、13日目でsaline投与群を下回った。以上の結果は、LC 9018の被曝マウスに対する延命効果のメカニズムの中にリンパ球が関与していないことを示唆している。一方、フローサイトメトリの解析と並行し、照射後にLC 9018を投与したマウス造血組織の組織標本を作り、回復状況を病理学的に解析した。その結果、LC 9018投与により放射線障害の程度が軽減されるのではなく、未分化細胞の増殖分化が促進されることが確認された。また、LC 9018投与により顆粒球系細胞の回復が促進されること、saline投与群の脾臓、骨髄中で観察される細胞増殖は、リンパ球様細胞であることが明らかとなり、フローサイトメトリによる解析結果と一致した。

【研究発表】

- (1) 常岡、古瀬、色田、野本、横倉：日本放射線影響学会38回大会、千葉、1995. 11.
- (2) 常岡、古瀬、色田、内田、野本、横倉：日本薬学会第116年回、金沢、1996. 3.
- (3) **急性放射線骨髄障害に対する各種造血因子の修飾効果に関する研究**
小島栄一、田中薫（障害基盤研究部）

本研究は、造血幹細胞や前駆細胞などに対する放射線効果が、各種造血刺激因子あるいは抑制因子によっていかに修飾されるかを検討し、放射線によって誘発される造血系障害の防護および治療に役立ち得る基礎的知見を得ることを目的とする。造血系障害に対する防護に関しては、未分化造血幹細胞の回復能が重要であることが示唆されている。5-フルオロウラシル (5-FU) 処理マウスにおいて、特定な時期に放射線抵抗性の造血幹細胞が存在し、それらは未分化の非分裂増殖系造血幹細胞であり、高い増殖能を有している。引き続き、IL-3の未分化造血幹細胞(CFU-S)に対する効果について検討した。マウスに5-FU (150mg/kg)を投与した後、3日目に、5 μ g/kgの量のIL-3を腹腔内投与した結果、骨髄由来CFU-Sは、再生期にある対照群(5-FU投与のみ)に比して、その後2-7日間に顕著な増加を示した。一方、脾臓由来CFU-Sの反応は、骨髄の場合と異なり、IL-3投与による効果がみられなかった。サイクロフォスファミド(CY)処理マウスにおける造血能に及ぼすSCF(幹細胞因子)の効果について調べた。CY(250mg/kg)をマウスに投与する前に、SCFを20 μ g/kg/日、1日2回、3日間皮下注した結果、対照群に比して、マウスの骨髄および脾臓における造血能全般に回復促進効果がみられ、この効果は脾臓で顕著であった。そこで、摘脾マウスを用いて、骨髄由来のCFU-S、Mix-CFC、GM-CFC、Meg-CFCなどに対するSCFの効果を検討した。普通マウスの場合と同様に、CYの処理前にSCFを投与することによって造血能の回復が促進し、なかでも、Mix-CFCで顕著な効果が認められた。また、マウス造血幹細胞(CFU-S)および巨核球系前駆細胞(Meg-CFC)の放射線障害に対する抗血小板血清の防護機構について検討し、CFU-SやMeg-CFCの回復促進がマウスの全身的障害の防御に重要な役割を果たしている確証を得た。

【研究発表】

- (1) 小島、田中、古沢：第38回日本放射線影響学会、千葉、1995. 11.
- (2) 田中、小島、坪井、E. マハイ：第38回日本放射線影響学会、千葉、1995. 11.
- (3) Kojima, E.: 2nd Italy-Japan Workshop (Radiation Effects and Biomedical Applications), Rome, 1995. 12.
- (4) **放射線皮膚障害の定量化とその修飾因子の検討**

研究担当者 溝江純悦、鎌田 正、松岡祥介

種々の放射線治療に於いては、急性期の皮膚反応が治療制限因子となることが多く、治療成績向上に於ける障害となっている。従って、皮膚反応の修飾因子を解明し、より軽度の皮膚反応で治療することにより、腫瘍 に対しより高線量の放射線治療が可能となり、治療成績の向上に連なる可能性がある 2)。

今までに、光子線・速中性子線・炭素イオンにて治療を行った症例の皮膚反応を、画像データ（ビデオ・35mmスライド）として記録してきた。さらに、これらの記録された皮膚反応を他覚的に評価するためのシステムを開発し、放射線線量との関連を研究した 3)。このシステムは、記録された画像データを使用し、放射線皮膚反応の部位の色調変化を RGB の 3 原色に分解し、その変化を解析するシステムである。又、炭素イオンの治療症 例はボースの使用により皮膚の部位によって線量が異なるために、皮膚表面線量を 3 次元表面モデルに表示 し、皮膚反応部位の線量を評価した 1)。その結果、本システムにて評価された皮膚反応と放射線線量との間には良い相関が見られ本他覚的評価システムの有用性を確認した。

照射線量以外の修飾因子として、皮膚の部位・皮膚の体積・線量分割法・体質・併用薬剤等が考えられ、今後 の例数の増加に伴ってその関連を解明する。又、照射皮膚のクーリングによる皮膚炎軽減の効果は良く知られて おり、反応の程度と皮膚温度の関係、及びクーリングの時間による軽減の程度に関するデータの集積中 である。

【文献】

- (1) 溝江純悦：重粒子線治療、頭頸部腫瘍、21：591-595, 1995.
- (2) 鎌田 正、他：放射線－治療計画・適応症・効果判定－、総合臨床、44：1962-1966, 1995.
- (3) 松岡祥介、他：放射線皮膚炎の他覚的評価法の研究、INNERVISION, 9：45, 1994.

(5) 急性放射線障害における造血機能障害の細胞・分子レベルでの解析

相沢志郎、五十嵐美德、神作仁子（生物影響研究部）

放射線被曝による急性障害において感染防御に重要な役割を持つ免疫機能もまた重大な障害を受ける。免疫担当細胞である T 細胞の回復には骨髓での造血幹細胞

および preT 細胞の再生が必要となるが、特に preT 細胞の回復動態についての知見は限られている。本研究では、T 細胞の回復に重要であると考えられる造血幹細胞、preT 細胞及び骨髓、胸腺の造血微小環境の放射線障害からの回復動態について細胞・分子レベルで明らかにすることを目的とする。これまでに、分割照射(1.6 Gy x 4)後の preT 細胞、pre B 細胞を含めた免疫系細胞の回復が造血幹細胞や顆粒球系細胞の回復に較べて遅れること、そして、このリンパ系全体の回復の遅れは B10 及び C3H 両系統マウスで共通して観察されることを示した。今年度は、一回照射(6 Gy)の場合にも分割照射と同様のリンパ系全体の回復の遅れが観察されるかを検討した。分割照射の場合と異なり、照射後直後の一過性の preB 細胞の増加が観察され、その後は分割照射と同様の顆粒系細胞の回復そしてリンパ系細胞の回復が観察された。preT 細胞の回復については現在検討中である。分割照射後のリンパ系特に T 細胞の回復の著しい遅れの原因を明らかにするために、造血・免疫系の分化に関与するサイトカインの遺伝子発現を Northern 法により調べた。その結果、分割照射後に胸腺において IL7, TNF, 胸腺リンホーマ刺激因子(TLSF)の発現が観察され、特に IL7 の発現は照射後 4 週目まで増加した状態のままであった。このことは、分割照射後の preT 細胞の回復の遅れにより胸腺内 T 細胞分化が正常に回復しないままであるためと考えられる。

【研究発表】

- (1) 相沢、神作、五十嵐、佐渡：第 25 回日本放射線影響学会、千葉、1995. 11.
- (2) 五十嵐、久保、武藤、相沢、神作、蜂谷、明石、鈴木：第 25 回日本免疫学会、千葉、1995. 11.

4) 放射線の適応応答の誘導機構に関する研究

大山ハルミ、能勢正子、湯川修身、中嶋徹夫、五日市ひろみ

低線量放射線による生体反応として“適応応答”が生じ、多様な系での放射線抵抗性の誘導が報告されている。適応応答は限られた条件で成立することが示唆されている。本研究では、低線量放射線による適応応答誘導現象を各種の指標で検出し、その成立条件を明らかにすると共に、機構解明のため、以下の実験を行った。

(1) 放射線前照射による造血系での適応応答誘導

0.5Gy の X 線照射により、2 週間後の高線量照射に対する抵抗性が誘導されることが報告されている。本研究では、この抵抗性誘導は造血系への影響を介して生じるのではないかと考え、その点を明らかにするため、0.5Gy 前照射効果が高いことが報告されている C57BL マウスを用い検討した。

C57BL、オスマウスを X 線 0.5Gy 前照射、2 週間後には高線量 (5.5-7.0Gy) 照射した。高線量照射後、2 週間後の 骨髄および脾臓造血幹細胞 CFU-C および末梢血球数の測定も行った。また、生存率測定のためには、6.5-7.0Gy 照射後、30 日間の生存に対する 0.5Gy 前照射の影響についても調べた。

6.5Gy の照射により全数 30 日までに死亡した。しかし、0.5Gy 照射群は 80%以上が生存し、著明な救命効果が確認された。造血系については、骨髄 CFU-C が 5.5Gy 単独照射群(n=15)では大腿骨あたり 1437.2 ± 454.9 に対して、0.5Gy 前照射群(n=14)は 3098.6 ± 586.3 、(空照射群は 45429 ± 1614)、脾臓の CFU-C は、前者が脾臓あたり 194.3 ± 80.7 に対し、後者が 446.7 ± 124.5 、(空照射群で 601.3) となった。これらの値は、前照射群は単独照射群よりいずれも有意に高い。また、末梢血の白血球、赤血球、血小板数に関しても、0.5Gy 前照射群は 5.5Gy 単独照射に比較して有意の増加が検出された。この結果は、前年度検討した BDF1 マウスにおける効果より著明であった。これらの知見から、0.5Gy 前照射による抵抗性誘導は、造血能への影響を介することを示していると考えられた。

【研究発表】

- (1) Fujita, K., Ohyama, H. and Yamada, T. : 10th Int.Cong. Radait. Res. , Wurtzburg, 1995. 8
- (2) 大山、能勢、五日市、山田：日本放射線影響学会第 38 回大会、千葉、1995. 11.
- (3) Ohyama, H. and Yamada, T. : Proc. 10th Int. Cong. Radait. Res., I, 141, 1995.
- (4) 福田、清水、大山、山田 : 日本放射線影響学会第 38 回大会、千葉、1995. 11.
- (5) 下川、大山、山田 : 日本放射線影響学会第 38 回大会、千葉、1995.11.
- (6) 大山、山田 : 臨床医、21 巻、2110-2113, 1995.
- (7) 大山、山田 : 遺伝、49 巻、43-48、1995.

(2) 低線量放射線によるラジカル消去能の誘導とその生理機能

低 LET 放射線の生物影響のほとんどが放射線により生ずる活性酸素・フリーラジカルに起因していることから、低線量放射線による適応応答の機構の1つとしてラジカル消去能の誘導による生体防御機能の昂進が考えられる。我々はこれまでにこの観点から解析を行い、ラット全身を5cGyのX線で照射すると肝細胞質のラジカル消去能が上昇すること、消去物質の検索によりGSH還元酵素の上昇が認められたことからラジカル消去能のきわめて高いGSHの生成効率の上昇が消去能の上昇に関連すること、および7.1Gy照射による肝小胞体膜の薬物代謝酵素活性の著しい低下が5cGy前照射により防御されること、等を明らかにしてきた。今年度は、この薬物代謝酵素系の防御機構を明らかにするため、酵素系の構成成分の解析を行った。7.1Gy単独照射により、NADPH酸化速度、NADPHチトクロームP-450還元酵素活性、チトクロームP-450量、ヘキソバルビタールに対するチトクロームP-450の結合能はいずれもかなり低下したが、5cGy前照射によりこれらの低下は著しく抑制され、特にチトクロームP-450の量と薬物に対する結合能は非照射の対照とまったく同じレベルであった。我々はすでにこの酵素系の失活が放射線により生ずる活性酸素・フリーラジカルによる小胞体膜の脂質過酸化が原因で生じることおよびこの脂質過酸化は細胞質のラジカル消去物質により抑制されることを報告している。従って、今回の結果は、低線量放射線照射による肝細胞質のラジカル消去能の上昇が大線量放射線により生じたラジカルを消去して小胞体膜脂質の過酸化を抑制し、その結果、特に脂質過酸化により容易に失活するチトクロームP-450の構造と機能の防御を含め酵素系の一連の反応系を正常により近い状態に維持していることを示していると考えられる。小胞体膜内の消去物質の解析に関しては現在行っている。

【研究発表】

- (1) 中島、湯川：環境変異原研究、16, 403-408, 1995.
- (2) 湯川、中島、小沢：ビタミンE研究の進歩口（ビタミンE研究会編）、232-237、共出立版、1995.
- (3) Nakajima, T. and Yukawa, O. : 10th Int. Congress Radiat. Res., Wurzburg, 1995. 8.
- (4) 中島、湯川：第33回日本生物物理学会、札幌、1995. 9.
- (5) 湯川、中島：日本放射線影響学会第38回大会、千葉、1995. 11.
- (6) 中島、湯川：日本放射線影響学会第38回大会、千葉、1995. 11.

(7) 中島、湯川：第 27 回放医研シンポジウム、1995. 12.

(8) Nakajima, T. and Yukawa, O. : Key-stone Symposia, New Mexico, 1996. 1.

II. VII. 実態調査

II. VII. 1. ビキニ被災者実態調査

明石真言、下村 智、蜂谷みさを、赤沼篤夫（障害・臨床研究部）

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沈降物により静岡県焼津市の第五福龍丸の乗組員 23 名（当時 18-39 歳）が被曝した。この実態調査はこれら被曝者の健康状態を長期的に調査し、晩発性放射線障害を調査・研究するものである。以来 40 年以上にわたる被曝例の調査追跡は世界でもあまりなく、貴重なデータとなるものである。被曝様式は、混合被曝であり推定線量は 1.7-6.0 Gy である。これまでに 8 名が死亡しており、3 名が肝癌、2 名が肝硬変、1 名が肝線推症、1 名が大腸癌、1 名が交通事故である。平成 7 年度は被災者が集中している焼津市において焼津市立病院の協力の元に 3 名、当研究所で 7 名につき調査した。3 名は来所希望はあるが、健康状態から来所出来なかった。

今回調査した 10 名は、特に通常の日常生活に支障のあるものはなく、腹部と頭部に認められる皮膚障害も色素脱失、毛細血管拡張、皮膚萎縮等の所見はなく悪性の傾向はない。眼科学的にも年齢相当の水晶体混濁以上の病的所見は認められなかった。悪性腫瘍の検索では早期胃癌と眼瞼周囲の悪性黒色種がそれぞれ 1 名手術を受けているが、甲状腺機能は全員正常で甲状腺腫は認められていない。全生存者 15 名中これまでに、3 名が原発性肝癌であり現在加療中である。また多くの症例で肝機能異常があり、ウイルス検査では、A、B、C 型とも陽性率が異常に高い。被曝当時全員が全血もしくはプラズマの輸血を受け手いるが原因については不明な点が多く、放射線との因果関係に関してもはっきりとしない。また患者の中には脳梗塞の者が出るなど高齢化の傾向も出はじめている。これまでのところその他の悪性腫瘍の所見はないが、長期的に全被災者の経過を追跡調査することが不可欠である。

II. VII. 2. トロトラスト沈着症例に関する実態調査

明石真言、下村 智、蜂谷みさを（障害・臨床研究部）、南久松真子（障害基盤）、今井靖子（養成訓練部）森武三郎（特別研究員）

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 にか

て戦傷者を中心に使用された。その数は 10000-20000 人と推定されている。この調査の目的は、血管内に注入後、長期生存例：トロトラスト沈着症例について ^{232}Th 沈着量の推定と癌床症状、特に悪性腫瘍との関係を明らかにし、長期内部被曝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 7 年度は 5 名が入院し検診をうけた。障害・臨床研究部設置以降は当部が患者を病院部に入院させ、対外測定は養成訓練部、染色体は障害基盤研究部の研究者が担当していた。最近では、患者の年齢の高齢化、体力の低下、家庭的問題などから放医研を訪れる数の減少と患者の固定化が進んでいる。今後特殊な症例に限定して調査を行う等調査のあり方を考え直す時期に来ている。

過去 14 年間における患者数の推移

昭和						平成						
58	59	60	61	62	63	1	2	3	4	5	6	7
36	29	23	29	14	15	22	18	13	13	11	15	5

II. VII. 3. 医療および職業上の被曝による国民線量推定のための 実態調査 – X線診断の全国実態調査 –

西澤かな枝、神田玲子（総括安全解析研究官付） 隈元芳一（放射線科学研究部）、岩井一男（研究生）

X線診断（集団検診を除く）による被検者の被曝は医療被曝の中で最も大きな集団線量を与える事が知られている。放医研では 1960 年以来およそ 5 年毎に調査を行い、診断件数、照射数などの推移を報告してきている。実態調査はアンケート方式により、性別、部位別、年齢群別の撮影・透視条件および撮影数、透視数、検査件数を調査する。調査対象は厚生省の調査(1994 年)によれば日本全国の診療用 X線装置を保有している病院はおよそ 9900 施設、また、診療所等は 50000 をこえる。これらをベッド数 1000 以上、～300、～20、20 床未満および特殊病院の 5 グループに分類し、それぞれ 100%、10%、5%、1.2%、2%を抽出した。調査期間は比較的検査数が安定していると思われる月の連続した 1 週間ないし 300 床以上の施設では平均的な 1 日とした。また、調査日を含む月の全撮影・透視数の記入も依頼した。一方、近年

コンピュータ技術の発達にともない、CT、血管造影検査装置、X線による骨塩定量装置等の特殊な装置の普及が著しく、CT、血管造影検査装置などは被曝線量の増加の方向に寄与している。図Iにこれらの推移を示した。

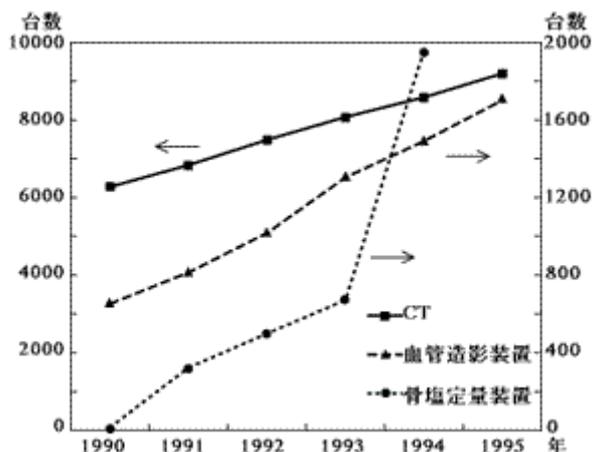


図1 特殊X線診断機器の設置数

これらCTおよび血管造影装置による検査は検査数の増加はもとより、個々の検査に於ける被曝線量も増加の傾向にあり、前回までの検査でも国民線量を引き上げる要因の一つと成っている。個人被曝低減の立場からも今後とも推移を注目して行くべきと考えられる。

II. VIII. 受託研究

II. VIII. 1. 施設間医療情報テレカンファレンスの開発研究

宮本 忠昭、溝江 純悦 (治療・診断部)

平成6年度に引き続き、重粒子プロジェクト研究・臨床研究班の研究課題「施設間テレカンファレンスの研究」と関連し、NTTデータ通信社の受託研究を行った。具体的には、デジタル情報通信網INSI500を介して遠隔地間で共有するテレカンファレンスシステムを用いて各種医療情報データ(X線、CT、MRI、音声、カルテ情報)の授受の実用性についての評価を行った。本年度は、がんセンター東病院、千葉大学医学部附属病院、埼玉医科大学脳外科との間の共同研究契約締結の実績にもとづき、放医研と上記施設の間に1500kb/sと64kb/sの回線を開設した。この回線を用いて、昨年度テレカンファレンス用に開発されたソフト機能の評価と改良を行った。その要点は以下のとおりである。

1. テレカンファレンスシステムの効率を上げるための「フリユケントリユーズ」画面の使用評価とデスクトップの改良。
2. M a cシステムからの文章化された診療情報および画像の同画面への取り込みによる多機能的機能の賦与。
3. テレカンファレンスサマリーの作成。

Ⅱ. IX. 原子力基盤技術総合的研究

Ⅱ. IX. 1. 新たなDNA解析手法を応用した放射線突然変異の検出・解析技術の開発

本年度は原子力基盤技術クロスオーバー研究で本研究を担当する国立予防衛生研究所、国立衛生試験所、国立国際医療センター研究所、および理化学研究所と合同で、7月に東京で国際シンポジウム「突然変異誘発の分子機構」を開催すると共に、3月の大阪大学での原子力学会においてスペシャルセッションを設けて成果報告会を行い、6月と12月には上記4研究機関と技術検討会を行った。また、米国マウントサイナイ医科大学のオスマン教授と英国 MRC 放射線生物学研究所のサッカー部長を招聘して計算機構造生物学と DNA 突然変異の研究につき指導、助言などを受けた。本研究は2年目に入り DNA の構造変化を画像として捉えるために必須のツールである超高感度蛍光画像入力システムと原子間力顕微鏡の一部が使用可能な状態になってきた。遺伝子座が既知の遺伝子の突然変異細胞株の解析と染色体の特定部分の蛍光標識法の改良については計画通りに研究が進んでいる。計算機構造生物学による変異 DNA の解析については、米国マウントサイナイ医科大学のオスマン教授との共同研究が進み、上記国際シンポジウムにおいて成果の一部が報告された。この共同研究をさらに効果的に推進する環境を作るために3月5日から12日まで古川がマウントサイナイ医科大学に出張しオスマン教授の指導を受けた。

1) DNA 変異検出技術の開発および構造変化の画像解析に関する研究

早田勇、古川章、南久松真子、村上正弘、森雅彦（障害基盤）、佐藤弘毅（科学研究官）、巽紘一、福土育子、高萩真彦（生物影響）、山口寛（第3G）、神田玲子（安全解析）

昨年度はチャイニーズハムスター細胞にヒトの11番染色体1本を導入した細胞に放射線を照射して、ヒトの11番染色体の長腕に座位する遺伝子M I C 1に変

異を生じた細胞を多数分離した。本年度はこれらの細胞についてM I C 1 遺伝子及び 11 番染色体上の様々な部位のDNA断片をプローブとしてサザン法で解析した結果、分離した変異細胞にはM I C 1 遺伝子が完全に欠損しているものや、部分的に変化しているもの、11 番染色体全体が欠損しているもの等、様々な構造変化が生じていることが解った。染色体着色法でヒト 11 番染色体のみを蛍光着色してこれらの変異細胞を解析したところ、サザン法による解析結果と良く一致した結果が得られた。一方、サザン法では 11 番染色体全欠損を示唆したが、実際には切断端断片がハムスター染色体に転座しているものも発見された。現在、これらの変異部分をマーク付けして画像表示する方法を開発中である。DNA 損傷の計算機構造生物学的解析については、本年度までに以下のような成果が得られた。まず、ブルックヘブンデータバンクのデータを使い、10 塩基対のDNA (G-C-G-G-T-T-G-G-C-G) をコンピュータ上に構築し、チミンダイマーと呼ばれる紫外線による損傷をチミンダイマーの化学的構造を量子化学的計算で定めてこのDNAの中に導入した。そして分子動力学法に従い、300K の水溶液中のこれらDNAのダイナミックスを計算し、熱的平衡になったと思われる状態で構造の解析を行ったところ、チミンダイマーのあるDNAはそのチミンダイマーのところで屈曲が観測された。その形態変化はこの損傷の修復に関与する酵素の結合状態の幾何学形と矛盾しないものであった。また、この酵素と変化したDNAの相対する面の表面電荷分布を解析したところ静電的に引き合う分布になっていることが観察された。さらにDNA分子近傍の水分子を解析したところ、チミンダイマーのところで水分子がゆるく結合していることが示された。これらのことすべては修復酵素がチミンダイマーを認識して結合するのに有利な条件になっていることを示しており、これまでに報告されている磁気共鳴法による構造解析研究の結果とも矛盾しない。現在さらにこれら複合系に対する計算機構造生物学的解析を行うための準備を進めている。

【研究発表】

- (1) Murakami, M., Eguchi-Kasai, K. and Sato, K. : Mutat. Res., 336, 215-221, 1995.
- (2) Cui, X., Eguchi-Kasai, K., Hayata, I., Sutou, S. and Sato, K. : Mam. Mutagenicity Study Group Comm., 3, 87-94, 1995.

- (3) Kanda, R. and Hayata, I. : Int. J. Radiat. Res. (in press) .
- (4) Pinak, M., Yamaguchi, H. and Osman, R. : J. Radiat. Res. (in press).
- (5) Tatsumi, K., Tachibana, A., Fujimori, A. and Sasaki, M. : Int. Sym. Mol. Mech. Mut. Ind., Tokyo ,1995. 7.
- (6) Osman, R., Yamaguchi, H., Luo, N. and Miaskiewicz, K. : Int. Sym. Mol. Mech. Mut. Ind., Tokyo , 1995. 7.
- (7) 古野, 高萩, 巽 : 日本放射線影響学会第 38 回大会, 千葉, 1995. 11.
- (8) 山口, 古川, Osman : 日本放射線影響学会第 38 回大会, 千葉, 1995. 11.
- (9) 神田, 鈴木, 早田 : 日本放射線影響学会第 38 回大会, 千葉, 1995. 11.

II. IX. 2. 放射性核種の環境中移行の局地規模総合モデルに関する研究

内田滋夫, 保田浩志, 吉田 聡, 村松康行, 中島敏行 (環境放射生態学研究部)

宮本霧子, 井上義和 (環境衛生研究部)

本研究は、放射性核種の発生源から生態系への移行について、局地的な環境条件（地形、気象、土壌、植生等）に対応した精密な移行モデルの開発を目的として、平成3年度から5ヶ年の計画で実施している。この研究を担当する機関は、放射線医学総合研究所、日本原子力研究所、動力炉・核燃料開発事業団、理化学研究所及び気象研究所である。放医研においては、1) 環境移行パラメータの地域特性および2) 陸圏水循環モデルの適用性の2つのテーマに関して調査研究を行っている。それぞれのテーマにおける平成5年度の研究成果を下記に示す。なお、本年度は、「原子力基盤技術総合的研究における外国人招へい制度」により、オランダの M.J.Frissel 博士 (IUR)、カナダの R.M.Brown 博士(AECL)、ドイツの B.Schnetger 助教授 (Oldenburg 大)、さらにフィンランドの A.Rantavaala 博士(CRNS)が来日し、放医研および本クロスオーバー研究に参加している上記研究機関において共同研究を実施した。また、本年度は5ヶ年計画の最終年度であるため、9月に水戸でシンポジウムを、2月に東京で国際ワークショップを開催した。それぞれ百名を越える参加者があり、本クロスオーバー研究の成果発表だけでなく、他研究機関の発表も行われた。各発表において活発なディスカッションが行われ、大変有意義なシンポジウムおよびワークショップであった。

1) 環境移行パラメータの地域特性

今年度は、土壌－植物への放射性核種の移行量予測に用いられる移行係数（TF）の変動要因について検討した。残念ながら我が国にはTFのデータベースは満足なものがなく、国際放射生態学者連合（IUR）が収集したCsのデータベース（1072個）を用いた。本データベースは実験条件等、多くの情報が記載されている。統計解析の結果、(1)フィールド実験で得られたTFの方がライシメータおよびポット実験の値より有意に大きい、(2)土質の違いについて検討した結果、砂質土で得られたTFは、ローム質土壌のものよりも大きい、さらにその変動は、砂質土の方がローム質土壌よりも大きい、(3)土壌pHとTFとの相関は認められなかった。これらの結果から、TFに関しては変動幅が4桁程度認められるが、実験条件、土質、作物種ごとにまとめることにより、その変動幅は2桁程度まで小さくできることがわかった。また、理化学研究所との共同研究により、マルチトレーサによりこれまでほとんど得られていなかった放射性核種の土壌－土壌液間の分配係数値を求めることができた。

[研究発表]

- (1) 保田, 内田, 安部*:第32回理工学における同位元素研究発表会, 東京, 1995.7. (*理化学研究所)
- (2) 内田, 保田, 吉田, 村松: クロスオーバー研究シンポジウム, 水戸, 1995.9.
- (3) 内田, 清水*編: 「汚染物質の環境移行予測に関する局地規模詳細モデルならびにその移行パラメータ」, 1995.(*:東大)
- (4) Frissel, M.J., Brown, R.M., Uchida, S. (Eds.): "Improvement of Environmental Transfer Models and Parameters", (Nuclear Cross-Over Research International Workshop Proceedings), 1996.
- (5) Yasuda, H., *Ambe, S., Uchida, S.: RIKEN Review, No.13, 13-14.(*:RIKEN)

2) 陸圏水循環モデルの適用性

陸圏中の放射性核種移行に大きく影響する水循環機構に着目して、実サイト周辺の気象・地質・水理・土地利用などの地域特性を考慮した詳細な局地規模の水収支モデルを構築し、適切なパラメータを選定する手法を確立することを目標に研究を進めてきた。具体的には対象の局地を青森県六ヶ所村にして、平成3年度よ

り5ヶ年に亘って環境水中のフォールアウトトリチウム濃度を測定し、水循環挙動解明のトレーサとして利用した。以前に行った関東平野の同様な研究から構築した水収支モデルは、まず地表に供給された降水は一旦地下へ浸透して地下水になること、そして地下水は3層の帯水層から成り、各層から一定の割合で地表面流出して河川や湖沼などの地表水を涵養すること、とした。この構造をコンパートメントモデルで表し、移行係数を仮定して、各コンパートメント間のトリチウム収支関係式を立て、地下水3層と地表水のトリチウム濃度の経年変化を合計4つの式で表した。本研究では、観測した地下水・河川水のトリチウム濃度の水平・垂直分布から、六ヶ所村も関東平野と同様のモデルを適用できることがわかった。しかし、その濃度レベルは、六ヶ所村の方が関東平野よりも相対的に高く、降水中濃度の年平均値も六ヶ所村の方が関東平野の1.5倍高かった。したがって、降水中トリチウム濃度の経年変化を上述の4つの式に代入し、実測した六ヶ所村の地表水中トリチウム濃度の経時変化をシミュレートするためには、地下水の第二帯水層の保水量を関東平野の3分の1と仮定する必要がある。この仮定は両者の平野の規模から見て合理的なものと思われる。本研究の結果、パラメータを地域固有の値に修正することにより、関東平野について開発した水循環モデルを六ヶ所村に適用することができた。

【研究発表】

- (1) Miyamoto, K., Kimura, K. and Hongo, S.: Fusion Technol., 28, 910-917, 1995.
- (2) 宮本：クロスオーバー研究シンポジウム，水戸，1995.9.
- (3) Miyamoto, K.: Proc. Nuclear Cross-Over Research International Workshop, 226-236, 1996.
- (4) 宮本，井上，岩倉，五代儀*：日本放射線影響学会 第38回大会，千葉，1995.10。（*環境研）
- (5) 宮本，井上，岩倉，五代儀*：日本原子力学会 1996年 春の年会，大阪，1996.3。（*環境研）

II. X. 放射能調査研究

II. X. 1. 環境中の空間ガンマ線線量調査

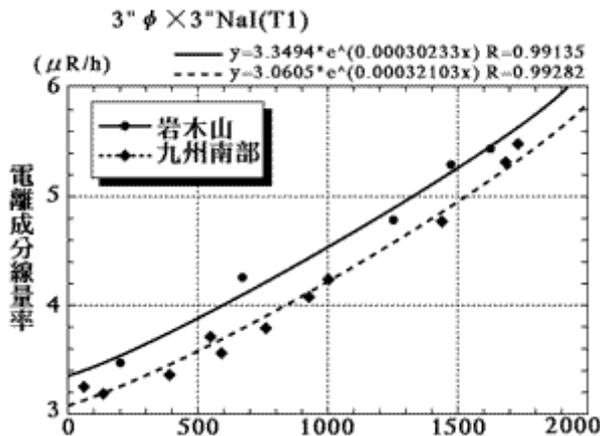
古川雅英、松本雅紀、床次真司（環境衛生研究部）、岡野真治*（*特別研究員）

生活環境の変化にともなう環境放射線レベルの変動について調査研究を進めている。変動の要因には、都市化や社会・生活習慣等の変化による人為的なものと、火山噴火や地震など自然条件の変化によるものがある。本年度は主に、宇宙線線量率の高度変化とその緯度効果、および平成7年1月17日に発生した兵庫県南部地震による空間ガンマ線線量率の変動を捉えることを目的として、屋久島 黒味岳、岩木山、開間岳、神戸市、淡路島北淡町において調査を実施した。

測定には、1"φ×2"NaI(Tl)、3"φ×3"NaI(Tl)、3"φ球形 NaI(Tl)の検出器から成る3種類のスペクトルサーベイメータを使用し、核種寄与スペクトルならびに宇宙線電離成分データを同時に入手した。さらに、中性子レムカウンタにより宇宙線中性子成分線量率を測定した。また、核種分析用の土壌・地質試料を採取した。

図1に、3"φ×3"NaI(Tl)スペクトルサーベイメータによって得られた宇宙線電離成分線量率の高度変化を示す。宇宙線線量率は標高が高くなるにしたがって増加するが、地磁気緯度 32.1° に位置する岩木山と、同様に約 23.5° に位置する九州南部（開間岳、屋久島）で得られた高度変化のプロファイルを比較した結果、緯度効果が認められた。緯度効果については、今後さらに異なる地磁気緯度において測定を実施し、詳細な解析を行う予定である。淡路島の北淡町（5サイト）で行った空間ガンマ線線量率測定からは、地震断層直上とその周辺でガンマ線レベルの大きな差異は認められなかった。神戸市内で得たデータについては、現在解析中である。以上の他、土壌試料の核種分析を行うとともに、火山による空間ガンマ線線量率の違い等について、最新の地球科学的知識に基づいた解析作業が進行中である。さらに高精度の評価・解析を行うため、様々なタイプの火山における調査を計画している。また、新たに得られた宇宙線データを用いて、これまでに全国調査によって蓄積してきた空間放射線データに含まれる地殻ガンマ線寄与と宇宙線電離成分寄与の分離評価を進めている。

図 1



[研究発表]

- (1) 古川, 松本, 床次, 藤高, 岡野: 放射能調査研究報告書 (平成 6 年度), 放射線医学総合研究所, NIRS-R-30, 19-22, 1995.
- (2) 古川, 松本, 床次, 藤高: 第 37 回環境放射能調査研究 成果発表会, 千葉, 1995.12.
- (3) 松本, 古川, 床次, 藤高, 中村: 第 32 回理工学における同位体元素研究発表会, 東京, 1995. 7.

II. X. 2. 居住環境中のラドン濃度の調査

床次真司, 松本雅紀, 古川雅英, 内山正史 (環境衛生研究部), 藤元憲三 (総括安全解析研究官付)

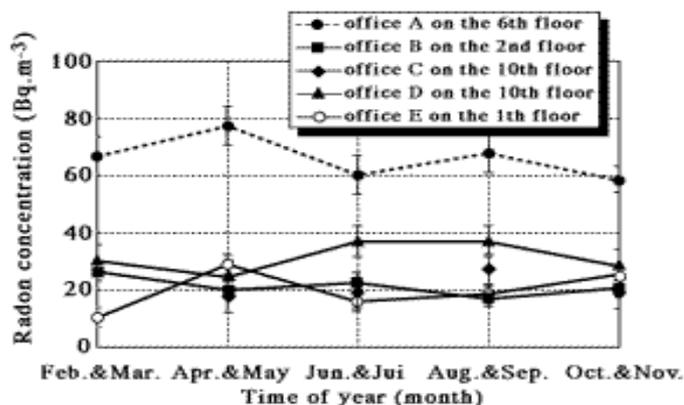
ラドン娘核種の吸入による被曝量は、公衆が受けるとされる被曝量の約半分を占めていることはよく知られている。諸外国では線量評価のためのラドン濃度調査が実施され、その結果がまとめられている。わが国においても、現在全国ラドン濃度水準調査を実施しデータを収集している段階である。この調査では、家屋を対象として調査が行われているが、正確な国民線量を評価するためには、家屋調査に留まらず、今後種々の環境において調査を行うことが必要であろう。そのため、我々は、1日の約1/3を過ごすと思われる職業環境での調査を、小規模ではあるが、平成6年8月より開始した。職業環境では人が終日その場所にいるわけではなく、また人がいる場合とない場合の環境パラメータ (空調設備の使用・窓の開閉) が異なるため、ラドン濃度が変動することは容易に予想される。

調査を行っている場所は、東京都新宿駅周辺の5軒のオフィスビルで、1軒につき、静電型ラドン モニタを2台ずつ設置した。1台は静電モニタの印加電圧をウィークリタイマーで制御することにより、一般的な就業時間とされる月曜日から金曜日の9:00~17:00の間のラドン濃度を測定した。これと同時にタイマーの付いていない従来のモニタ（この測定器により終日の平均ラドン濃度が得られる）も設置し、並行測定を行った。

図1に1年間を通して測定した就業時間帯の平均ラドン濃度（2ヶ月毎）を示す。この結果からは、有為な季節変動を見出すことはできなかったが、ある場所では比較的高いラドン濃度レベルを観測した。終日の平均ラドン濃度と就業時間帯の平均ラドン濃度の濃度比について検討を行ったところ、0.5~1.0の範囲で変動していることが明らかとなった。

我々が用いている測定方法は職業環境での調査に適しているが、この方法で大規模な調査を行うことは難しい。将来職業環境の調査を行うとしても、コストやメンテナンスの点を考慮すると、現在 進行中の全国調査で使用されている拡散付着を利用したラドンカップ（この種のモニタでは時間制御を行えない）を使用せざるを得ないであろう。したがって、上述の調査を継続して行うことによって、今後、終日平均と就業時間帯平均のラドン濃度差に関するデータを数多く蓄積し、信頼性の高い補正係数を得て、終日のラドン濃度から就業時間帯のラドン濃度を評価する方式を採用できると考えている。

図1 就業時間帯のラドン濃度の季節変動



[研究発表]

- (1) Tokonami, S., Iimoto, T. and Kurosawa, R.: 6th International Symposium on the Natural Radiation Environment, Montreal, 1995.6.

- (2) 黒澤、飯本、床次：低濃度レベルのラドン娘核種 測定法の開発, Radioisotopes, 44, 225-235, 1995.

II. X. 3. 人体臓器中の²³⁹・²⁴⁰Pu濃度

湯川雅枝、渡辺嘉人、西村義一（環境衛生研究部）、阿部享、滝澤行雄（秋田大学）、田中千枝子、佐藤愛子（技術補助員）

1) 緒言

核爆発実験等によって大気圏内に放出されたプルトニウム等超ウラン元素は徐々に地表に降下して蓄積されている。これらの元素は、大気、食品などの経路を通じて人体内に取り込まれる。これらの放射線性元素による国民の被曝線量評価のために環境から人体への移行の機構を知ることは重要である。このような見地から、環境試料及び人体臓器中のプルトニウム等超ウラン元素の濃度測定を継続実施している。

2) 調査研究の概要

(1) 試料採取

人体臓器試料は秋田大学医学部のご協力により、フォールアウトレベルの比較的高かった日本海側に居住していた人の主要臓器を毎年採取している。本年度は灰化試料としたものを5体分入手した。

(2) 試料の前処理

人体臓器試料を湿式灰化する前に、灰化時の硝酸使用量の低減と作業時間の短縮を目的として、試料の凍結乾燥を行っている。凍結乾燥の前後に試料の重量を測定し、臓器中の水分含量を求めておく。なお、1991年度より採取臓器の水分量の測定及び乾式灰化を秋田大学で分担している。

(3) プルトニウムの分離定量

科学技術庁編の「プルトニウム分析法」に従って、灰化試料から陰イオン交換樹脂（Dowex 1×8）を用いてプルトニウムを分離し、ステンレス板上に電着した。²³⁹・²⁴⁰Puの定量はアルファ線スペクトロメータにより実施した。

3) 結果

今年度は昨年度に引き続き、前年度採取分の4体分の主要臓器についてプルトニウムの定量を行った。結果を表-1に示す。臓器中のプルトニウム濃度は、試料の保存時

や解凍時に失われる組織水を考慮して乾燥重量当たりとした。また、湿重量当たりへの換算を可能にするため水分含有量も併記した。

4) 結語

人体臓器中のプルトニウム等超ウラン元素の濃度測定を継続する。また、環境から人体への移行を把握するために、必要に応じて大気浮遊塵、食品等の分析を行うとともに、移行に関して他の元素との関連等についても検討していく。

表-1 人体臓器中のプルトニウム濃度

検体 ; 男 70才 (16-89) 採取日 : 1989.3.5				
	湿重量(g)	乾重量(g)	水分(%)	239・240Pu Bq/g·wet
肺	126	不明	不明	(0.509×10 ⁻⁵)
肝臓	105	不明	不明	(0.506×10 ⁻⁵)
腎臓	49.2	不明	不明	(0.591×10 ⁻⁵)
脾臓	16.4	不明	不明	N.D.
生殖器	11	不明	不明	(1.99×10 ⁻⁵)
検体 ; 男 64才 (26-89) 採取日 : 1989.4.14				
	湿重量(g)	乾重量(g)	水分(%)	239・240Pu Bq/g·dry
肺	46.7	7.59	83.8	4.04×10 ⁻⁵
肝臓	150.5	36	76.1	測定不良
腎臓	39.6	5.68	85.6	測定不良
脾臓	30.6	5.77	81.1	29.8×10 ⁻⁵
筋肉	57.9	12.7	78	6.96×10 ⁻⁵
骨	16.1	7.19	55.4	N.D.
生殖器	7.33	1.63	77.8	N.D.
検体 ; 男 69才 (60-89) 採取日 : 1989.9.25				
	湿重量(g)	乾重量(g)	水分(%)	239・240Pu Bq/g·dry
肺	62.7	11.4	81.9	1.95×10 ⁻⁵
肝臓	87.4	22.7	74	未処理
腎臓	51.3	14.7	71.3	未処理
脾臓	16.6	4.77	71.3	N.D.
脾臓	24	4.91	79.6	未処理
生殖器	9.8	2.11	78.5	N.D.
胆のう	4.64	1.72	62.9	N.D.
検体 ; 男 83才 (53~89) 採取日 : 1989.7.25				
	湿重量(g)	乾重量(g)	水分(%)	239・240Pu Bq/g·dry
肺	82.6	14.4	82.6	1.95×10 ⁻⁵
肝臓	185	47	74.6	測定不良
腎臓	41.8	11	73.7	12.9×10 ⁻⁵
脾臓	24.2	5.18	78.6	測定中
胆のう	11.2	2.92	74	N.D.

N.D.;検出限界以下 (); 湿重量当り

[研究発表]

- (1) 湯川雅枝、田中千枝子、佐藤愛子、阿部享、滝澤行雄：第 37 回環境放射能調査研究成果論文抄録集、91-92、1995.

II. X. 4. 大気浮遊塵中の放射性核種濃度

湯川雅枝、渡辺嘉人、西村義一（環境衛生研究部）、本郷昭三（技術部）、田中千枝子、佐藤愛子（技術補助員）

1) 緒言

大気浮遊塵中の放射性核種の濃度を調査するために、千葉市穴川にある放射線医学総合研究所構内の地上 1~1.5m の外気浮遊塵を採取し、放射性核種の放射能測定を昭和 40 年 10 月より実施してきた。昭和 56 年 3 月までは静電式集塵機を用いて試料採取を行ったが、同年 4 月からは本研究所で開発試作した集塵器による試料採取を継続している。

2) 調査研究の概要

(1) 試料採取

浮遊塵は大口径のハイボリュームエアースンプラーを用いて、捕集効率が 0.995 以上の大型グラスファイバー濾紙（20.3cm×25.4cm）に連続して集めた。

サンプラーの流量は、マイクロコンピュータによって一定量を保つよう制御されている。濾紙の目詰まりのために流量が下がっても、積算流量は正しく表示されるように設計されている。

(2) 放射性核種の分析及び放射能測定

^{90}Sr はマイクロコンピュータによる自動解析装置付きの低バックグラウンドベータ線スペクトロメータにより定量を行った。また、平常時と緊急時の両方に対応可能なように開発された、大気浮遊塵大容量連続集塵分析装置による連続モニタリングを開始した。従来の集塵器によるデータとの整合性をチェックするため、平行して運転している。

3) 結果

本年度は 1994 年 2 月 18 日から 1995 年 3 月 17 日までの採取試料についてのガンマ線計測結果と 1989 年 12 月 22 日から 1991 年 3 月 4 日までの ^{90}Sr の分析

結果についてまとめた。表-1 にガンマ線放出核種（ ^{137}Cs のみ検出できた）の分析結果を、表-2 に ^{90}Sr の分析結果 について示した。

4) 結語

大気浮遊塵中の放射性核種の詳細かつ経時的濃度変動に対応するための放射能の自動モニタリング 装置の開発が必要である。この装置を用いて、放射能レベルの変動を認められた時点から浮遊塵サンプルの詳細な分析測定を行うなど、モニタリング方法の再検討を行う。既存の集塵装置で得られるデータ との整合性を図るため、当分の間大容量連続集塵分析装置と平行して、既存の装置の運転も行う。

表 1 大気浮遊塵中の γ 線放射性核種濃度

大気浮遊塵採取期間	通風量 $\text{m}^3(\times 10^3)$	放射性核種濃度($\times 10^{-5}\text{Bq}/\text{m}^3$)
		^{137}Cs
1994 2/18~3/17	21.7	--
3/17~4/18	30.1	--
4/18~5/18	30.8	--
5/18~6/17	28.5	3.0 ± 0.9
6/17~7/18	31.8	--
7/18~8/17	25.8	--
8/17~9/7	23.8	3.7 ± 1.3
9/7~9/26	11.8	--
9/26~10/17	23	2.3 ± 1.3
10/17~11/17	24.4	--
11/17~12/16	23.6	--
12/16~1995 1/17	26.6	--
1995 1/17~2/17	34	--
2/17~3/17	20.4	3.3 ± 1.5

検出限界以下

表-2 大気浮遊塵中のストロンチウム濃度

大気浮遊塵採取期間	通風量m3(×103)	放射性核種濃度(×10 ⁻⁵ Bq/m ³)
		90Sr
1989 12/22~'90 1/26	20.6	--
1990 1/26~3/5	22.2	--
4/27~5/25	9.59	--
9/28~10/29	20.9	--
10/29~12/3	23.6	1.8±0.6
12/3~12/28	18.4	2.7±0.9
12/28~1991 1/25	21.4	4.0±1.4
1991 1/25~1/28	3.1	--
1/28~2/4	24.8	--
2/4~2/12	3.21	--
2/12~3/4	19.3	--

--検出限界以下

【研究発表】

- (1) 本郷昭三、湯川雅枝、田中千枝子、佐藤愛子：第37回環境放射能調査研究成果論文抄録集、1-2、1995.

II. X. 5. 放射能迅速評価システム(ERENS – Enviromental radiation Estimation Network System –)

本郷昭三(技術部)、竹下 洋(環境衛生研究部)、内田滋夫(環境放射生態学研究部)

放射能、放射線は最も良く管理できているものの一つであるが、コンピュータネットワークを利用することにより、より確実な管理が可能になる。ERENS は分散処理型のコンピュータネットワークを用いて構築しているので、従来の大型汎用コンピューターを中心と中央集中型のネットワークでは難しかった

- * 世界規模の通信(インターネット)に参加する。
- * 研究者がそれぞれのコンピューターでデータを解析する。
- * 異なるオペレーティング・システム間でデータを共有する。

* 既存の機器や・ソフトウェアを無理なく統合する。

ことが容易にできる。

平成7年度は、インターネット、無線、電話回線から計測データを監視、計測データの転送の実験が行われ、実用化の見通しを得た。ERENSの計測器としては、Ge半導体検出器2台、β線スペクトル・アナライザー、空間γ線スペクトル・アナライザー、大気浮遊塵放射能モニターが接続され稼働している。平成7年度も、異常値は観測されていない。

放射能調査研究においても、線量解析のためには、核種分析が不可欠になり、データも巨大化し、データ管理保存が容易ではなくなりつつあるが、本システムのようなネットワーク・システムを構築することにより、大量データの保存管理が可能となる。また、現在では、ネットワークが急速に発展しており、許可さえ与えれば、世界中のステーションから、インターネットを介して、データや解析コードがお互いに利用可能であり、さらに、高次の資源の共有化、調査研究の能率化、迅速な緊急時対応も可能となるものと期待される。

II. X. 6. 環境中のトリチウムの測定調査

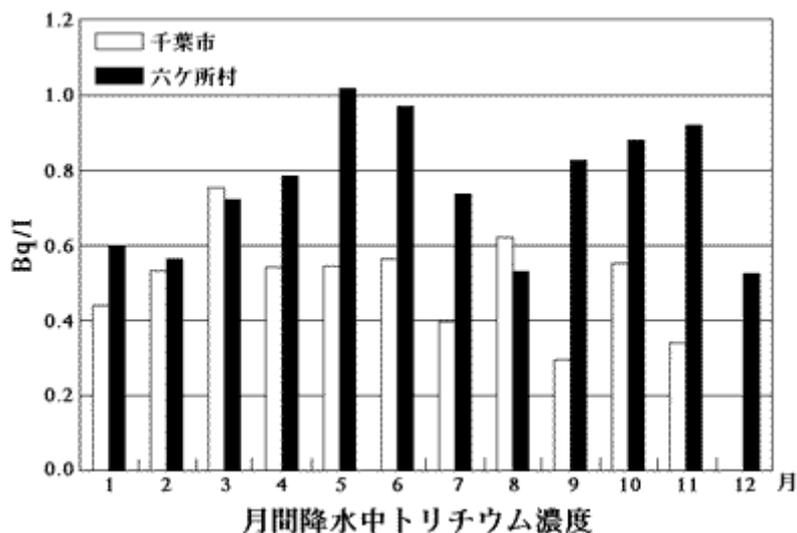
井上義和 (IAEA 勤務)、宮本霧子 (環境衛生研究部) 加瀬由美子 (技術補助員)

一般環境及び原子力施設周辺環境における環境試料中の³H濃度を長期に亘って継続測定し、その分布と時間変化に関するデータを蓄積してきた。これらの空間分布データ・時系列データは、まず³Hの環境中における動態を明らかにし、³H環境移行モデルを構築するために解析される。またモデルを運用するときの基盤データベースとしても利用される。³H環境移行モデルは、³Hによる環境汚染を予測するツールとして利用することによって、原子力施設の通常モニタリング法の改善や、ヒトの線量評価法の改良に役立つ。

最近是一般環境として千葉市を、施設周辺環境として茨城県東海村、青森県六ヶ所村を対象にして、データを蓄積している。今年度も引き続き、月間降水、地下水、河川水、海水などの環境水中の³H濃度を測定した。降水は、核実験により成層圏に多量に発生した³Hを、人間の生活圏にもたらした重要な媒体であったが、現在ではその濃度レベルはかなり低下している。一般環境である千葉市の、1995年平均値は、 $0.47 \pm 0.19 \text{Bq/l}$ であった。 $\pm 1\text{SD}$ の範囲で昨年 of 年平均値 $0.46 \pm 0.10 \text{Bq/l}$ と等しく、既に日本列島中心部における宇宙線自然生成レベルに到達したことが考えら

れる。一方青森県六ヶ所村は、村内尾駁の月間降水の1995年平均値が $0.76 \pm 0.17 \text{Bq/l}$ であり、1994年の平均値 $0.77 \pm 0.29 \text{Bq/l}$ と大差なかった。六ヶ所村での測定結果を、一般環境である千葉市と単純に比較すると1.6倍高いが、この差は、六ヶ所村の稼働施設の状況から判断して、自然現象である緯度効果で説明できる。緯度効果とは、宇宙線生成の核種量とフォールアウト核種量が緯度の高い地点に多いことであり、その原因は、成層圏における 3H の生成数が極地方の方が多いこと、また成層圏から対流圏への気流の降水量も緯度の高い地方に多いことによる。今年度は、日本列島の中で2地点の降水を並行して測定した結果として、その緯度効果を鮮明に観測することができた。

河川水や地下水もまた、原理的には緯度効果が表れるはずである。しかし降水は一旦地下水になり、ある滞留時間を経た後、河川へと表面流出する。またその地下の帯水層も 3H 濃度の異なる層が2層から3層見られることがある。従って地点の異なる河川水の 3H 濃度を単純に比較することは避けなければならない。最近5年間の測定によると、青森県六ヶ所村の河川水の 3H 濃度は関東平野に比べ25%程高い。河川水の涵養源である降水の緯度効果と、地下帯水層の構造の違いによる滞留時間の相違と、どちらがどの程度影響を与えているのか、今後モデルを利用したデータ解析により明らかにしていきたい。



[研究発表]

- (1) 井上、宮本、後藤、加瀬：放射能調査研究報告書、(平成6年度)、NIRS-R-30、放射線医学総合研究所、43-49、1995.11.

(2) 井上、宮本、加瀬、後藤：第 37 回環境放射能調査研究成果論文抄録集、(平成 6 年度)、科学技術庁、11-12、1995.11.

2. X. 7. 環境中の 14C の濃度調査

府馬正一 (環境衛生研究部)、井上義和(IAEA 勤務)

環境中の 14C の主な起源は、自然生成、大気圏核実験および核燃料サイクル関連施設などである。14C は半減期 (5730 年) が長いために、集団線量預託への寄与が、無視出来ないと考えられている。14C が集団に及ぼす線量影響を起源毎に評価するためには、施設の影響のない自然環境施設と周辺環境における 14C レベルの長期間の推移と変動および地域分布などに関するデータが不可欠である。

自然生成および核実験起源の 14C の環境レベルを把握する目的で、1960 年代初頭より現在に至るまで、主に日本産の植物精油と発酵アルコールを測定試料として 14C 濃度 (比放射能、dpm/gC) を測定してきた。植物では、ある年に生育した部分の炭素中の 14C 濃度は、その年の大気中の二酸化炭素中の 14C 濃度を良く反映すると考えられるので、測定値は、飲食物の摂取を通じて人体に摂取される 14C 濃度を推定し、線量評価を行う際の有用なデータとして使用出来ると考えられる。

今年度測定した試料は、1995 年に日本で収穫されたブドウを原料として発酵醸造されたワインが主である。蒸留精製し、約 90-96% のアルコールを調製した。比重を測定して正確なアルコール濃度を決定後、その 10ml を同量のトルエンシンチレータと混合し、液体シンチレーションカウンター Packard 社製 TRI-CARB 2260XL で 1 試料当たり 500 分測定した。バックグラウンド (B.G) 計測試料は、同量の合成アルコールを用いて調製した。この測定法では、1 試料に導入できる炭素量は約 4g であり、測定効率は約 60%、B.G 計数率は、約 3.3cpm であった。測定結果を表に示した。日本の各地の 14C 濃度は、 15.0 ± 0.1 dpm/gC ~ 15.5 ± 0.1 dpm/gC の範囲であった。平均値は、 15.3 ± 0.2 dpm/gC であった。測定誤差を考慮すると、14C 濃度の地域差は認められず、日本の 14C 濃度は工業地帯を除いてほぼ均一に分布していると考えられる。1980 年から 1989 年までの 10 年間の 14C の濃度は、年減少率、約 0.20 dpm/gC で低下してきた。その後、1990 年から 1995 年の最近 6 年間は、15.6 dpm/gC から 15.3 dpm/gC と緩やかな減少傾向を示した。1995 年現在のレベルは、自然レベルの約 12% 増である。1980~1995 年間の 14C 濃度のゆ

るやかな減少傾向は、炭素循環モデルに基づく対流圏の 14C 測濃度 (NCRP) と良い一致を示した。

今後は、核燃料再処理施設などの運転に伴い環境に放出される 14C が、局地的に環境濃度を上昇させる可能性があるので、施設周辺の環境試料を定期的に採取し、14C 濃度を測定し、経年変化に関するデータを蓄積する必要がある。

表 日本の 1995 年度産ワインの ¹⁴C 濃度

試料番号	ブドウの産地	14C濃度 (dpm/gC)	計測誤差、1SD(dpm/gC)
1	北海道	15.4	0.1
2	秋田県	15.2	0.1
3	福島県	15.4	0.1
4	山梨県	15.5	0.1
5	山梨県	15	0.1
6	山梨県	15.3	0.1
7	島根県	15.1	0.1
1995年平均値 = 15.3±0.2 dpm/gC			

【研究発表】

- (1) 井上、府馬、後藤：環境中の 14C の濃度調査、第 37 環境放射能調査研究成果論文抄録集、3-4、科学技術庁、1995.11.
- (2) 井上、府馬、後藤：環境中の 14C の濃度調査、放射能調査研究報告書、7-9、放射線医学総合研究所、1995.11.

II. XI. 科学技術振興調整費による研究

II. XI. 1. 生体制御物質の分子設計と精密合成のための共通基盤

技術の開発に関する研究 ポリヒドロキシアミン系生体制御物質

の合成に関する研究

小沢俊彦、伊古田暢夫（第一研究グループ）、入江俊章（障害・臨床研究部）

ポリヒドロキシピロリジン類はグリコシダーゼ阻害作用、抗生物質としての作用など種々の興味ある生理作用を有している。今回は、(S)-ピログルタミン酸誘導体から (-)- アニソマイシン誘導体の合成を検討した。(S)-ピログルタミン酸から容易に導か

れる N-tert-ブトキシカルボニル-5-トリチルオキシメチル-3-フェニルセレノピロリジノンを経たアルカリ加水分解後、メチルエステル化、脱セレノ化することにより対応するトランス- α 、 β -不飽和エステル体に至った (収率 80%)。この化合物にヒドロキノン9-フェナンスリルエーテル存在下オスミウム酸によるシス-ジヒドロキシル化を行うと、(1R,2S,3R)-体が優位に得られてくる (62%de)。このジアステレオマーの混合物をブチルジメチルシリル体で導きカラム分離し、主生成物を還元してアルコール体とし、メシラートを経てピロリジン体に閉環する (収率 48%)。保護基をベンジル基に変換後、トリチル基の除去ならびに一級アルコールの酸化によりアルデヒド体とし、4-メトキシフェニルマグネシウムブロミドを反応させて二級アルコールを得る (収率 59%)。この化合物をトリフルオロ酢酸存在下、トリエチルシラン処理にて水酸基を除去した後、ベンジル基を還元的に脱離させ、ベンジルクロホルムメート処理して N-ベンジルオキシカルボニルデアセチルアニソマイシンを合成した。

[研究発表]

- 1) Ikota, N.: *Heterocycles*, 41, 983-994, 1995.
- 2) Ueda, J., Shimazu, Y. and Ozawa, T.: *Free Radical Biol. Med.*, 18, 929-933, 1995.
- 3) Kanai, M., Ikota, N. and Tomioka, K.: *Tetrahedron Lett.*, 36, 9349-9352, 1995.
- 4) Hanaki, A., Nagai, A. and Ikota, N.: *Chemistry Lett.*, 611-612, 1995.
- 5) Ozawa, T., Ueda, J. and Anzai, K.: *Magnetic Resonance in Medicine*, 6, 150-152, 1995.
- 6) Irie, T., Fukushi, K., Namba, H., Iyo, M., Tamagami, H., Nagatsuka, S. and Ikota, N.: *J. Nucl. Med.*, 37, 649-655, 1996.
- 7) Ozawa, T., Miura, Y. and Ueda, J.: *Free Radical Biol. Med.*, 20, 837-841, 1996.
- 8) Ozawa, T. and Nakano, Y.: *Biochem. Molec. Biol. Int.*, 38, 231-238, 1996.
- 9) Irie, T., Fukushi, K., Ikota, N., Namba, H., Iyo, M. and Nagatsuka, S.: 11th International Symposium for Radiopharmaceutical Chemistry, Vancouver, 1995, 8.

- 10) Miura, Y., Anzai, K., Ueda, J. and Ozawa, T. : Free Radicals in Brain Physiology and Disorders, Tokyo, 1995, 8.
- 11) Ikota, N. and Ozawa, T. : AFMC International Medicinal Chemistry Symposium, Tokyo, 1995, 9.
- 12) Ozawa, T., Miura, Y., Anzai, K. and Urano, S. : International Conference on Food Factors: Chemistry and Cancer Prevention, Hamamatsu, 1995, 12.
- 13) Ozawa, T., Ueda, J. and Matsushima, Y. : 1995 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies, Honolulu, Hawaii, USA, 1995, 12.
- 14) 伊古田、中川、小沢 : 日本薬学会第116年会、金沢、1996、3.

II. XI. 2. 科学技術振興調整費による研究（総合研究）エイズ等

感染・発症制御のための基盤技術の開発に関する研究

相沢志郎（生理病理研究部）、池田秀利（家衛試）、北川昌伸（東京医歯大）

本研究は、マウス白血病ウイルスに対し強い干渉作用を発揮し、極めて強いウイルス抵抗性形質を示す Fv4r 遺伝子を用い、干渉作用によるウイルス抵抗性形質の獲得の機構の解明、骨髓細胞への遺伝子導入によるウイルス感染・発症阻止技術の開発を目的としている。本年度は、(1) Fv4r 遺伝子を含む欠損ウイルス粒子高産生株を作製し、この細胞と Fv4r 抗原陰性の C3H マウス由来骨髓細胞を共培養し、骨髓移植後の血液細胞の Fv4r 抗原の発現を経時的に調べ、Fv4r 遺伝子の導入効率及び遺伝子の発現効率とウイルス抵抗性の獲得に必要な条件を検討した。(2) C4W マウス血清中に存在する Fv4r 遺伝子産物によるウイルス抵抗性獲得の機構を明らかにするために、C4W マウスの血清を用いて Fv4r 抗原陰性の C3H マウス由来胸腺細胞を処理することにより Fv4r 抗原を発現するか、この血清処理によりフレンドウイルスの結合が阻害されるか、また血清中に存在する Fv4r 遺伝子産物の生化学的性状について検討した。その結果、(1) レトロウイルスベクターを用いて Fv4r 遺伝子を骨髓細胞へ導入し、骨髓移植後の血液細胞に導入遺伝子を一定程度発現させることが出来た。しかし、この場合リンパ系細胞での発現は常に低かったが、赤芽球、顆粒球系細胞での導入遺伝子の発現程度に応じてフレンドウイルスに対する抵抗性の獲得が可能であった。(2) C4W マウス血清中に存在する Fv4r 遺伝子産物は 78 kDa と 80-85 kDa の2種類の分子量からなり、Fv4r 抗原の発現組織によって2種類の分子種の存

在比合は変化した。リンパ系細胞では細胞表面に存在し、Fv4r 抗原を発現するウイルス粒子の存在は検出出来なかった。一方、唾液腺では細胞表面だけでなく細胞内の小胞体においても Fv4r 抗原が認められ、抗原蛋白の合成が盛んなことが示された。

[研究発表]

- (1) Kitagawa, M., Aizawa, S., Kamisaku, H., Ikeda, H., Hirokawa, K. and Sado, T.: Blood 86, 1557-1563, 1995.
- (2) Aizawa, S., Kamisaku, H. and Sado, T.: Bone Marrow Transplantation 16, 603-609, 1995.
- (3) 北川、相沢、池田、佐渡、神作、広川：第54回日本癌学会、京都、1995, 10.
- (4) 相沢、神作、五十嵐、佐渡：第38回日本放射線影響学会、千葉、1995,11.
- (5) 相沢、神作、五十嵐、佐渡：第25回日本免疫学会、福岡、1995,11.

II. XI. 3. 調整費による研究

1) 総合研究

(1)ヒト遺伝子地図作製技術の開発に関する研究

1) モデル2 – ヒト第11番染色体遺伝子地図

a)11q13 領域および 11q23 領域を中心とした詳細な遺伝子地図作製

堀 雅明、今井高志、松田洋一、斎藤俊行、山内正剛、伊藤綽子（第2研究グループ）

ヒト11番染色体の特定ゲノム領域(11q13 および 11q23)について、YAC クローンによるコンティグを作製し、領域内の特定遺伝子座位をカバーする YAC クローンについてはコスミド・クローンによる整列化を図るとともに、そのゲノム領域で発現されている遺伝子領域(cDNA)を同定することを目的とする。

[研究成果]

- ① 11q13 領域における遺伝子の検索多発性内分泌腺腫瘍症1型(MEN1)遺伝子領域の転写地図を作製するためにすでに単離した YAC、またはコスミドを用いて遺伝子の同定を試みた。方法はこれまで行っていた zoo プロット法、エクソントラップ法に加え、cDNA ハイブリッドセレクション法や CpG 領域のレスキュー PCR 法など新しい方法も導入して行った。これまでにエクソントラップ法により

8種類のオープンリーディングフレーム、cDNAハイブリッドセレクション法により11種類、哺乳動物間で保存されている配列の検索により1種類、CpGアイランドレスキューPCRにより9種類のDNA断片をそれぞれ単離した。これらDNA断片をそれぞれプローブとしてノーザンブロット解析、胎児脳、精巣、卵巣、骨髄性白血病細胞などのcDNAライブラリースクリーニング、さらに塩基配列の解析を行ったところ、現在までに少なくとも6種類の新しい遺伝子を同定した。

- ② 11q23領域のAT遺伝子座（毛細血管拡張性運動失調症、放射線高感受性好発がん性の劣性遺伝性疾患）におけるYACコンティグの構築AT遺伝子座に含まれるYACのスクリーニングを行い、合計20クローンを得た。11q13-q23境界領域にマップされる16個のSTSsを用いてこれらクローンのコンティグ化を行った。その結果これらのYACは4グループに分類でき、またこれらコンティグのオーダー、各コンティグ内のクローンオーダー、重なりを明らかにした。このうちひとつのコンティグは、10個のYACから成る2MbのコンティグでD11S1818とD11S1819によって挟まれる主AT遺伝子座を完全にカバーしていた。

【研究発表】

- (1) Imai, T., Seki, N., Saito, T., Yamauchi, M., Matsuda, Y., Ito, H., Ogiwara, A., Nomura, N. and Hori, T.: DNA Res., 2, 113-121, 1995.
- (2) Iida, A., Blake, K., Tunny, T., Klemm, S., Stowasser, M., Hayward, N., Gordon, R., Nakamura, Y. and Imai, T.: Genes Chromosomes & Cancer, 12, 73-75, 1995.
- (3) Miyoshi, H., Ohira, M., Shimizu, K., Mitani, K., Hirai, H., Imai, T., Yokoyama, K., Soeda, E. and Ohki, M.: Nucleic Acids Res., 23, 2762-2769, 1995.
- (4) Imai, T., Seki, N., Yamauchi, M., Saito, T., Nagase, T., Sugawara, T., Ishikawa, K., Nomura, N. and Hori, T. : 10th International Congress of Radiation Research, August 27- September 1, 1995, Wurzburg, Germany.
- (5) Inoko, H., Ando, A., Kimura, M., Kikuchi, Y., Kawata, H., Sugaya, K., Fukagawa, T., Matsumoto, K., Nagata, T., Taketo, M., Fujimoto, H.,

Okumura, K., Imai, T., Soeda, E. and Ikemura, T.: International Symposium "Large-scale DNA Sequencing" Mar 16-18, 1994, Tokyo.

II. XI. 4. 縁辺海における物質循環機構の解明に関する国際共同

研究

粒子状物質の海水中輸送過程の研究

放射性核種を用いた物質輸送の研究

山田正俊、青野辰雄（海洋放射生態学研究部） 張 勁（科学技術特別研究員）

海洋における物質循環を考えるうえで縁辺海は重要な海域であり、縁辺海の物質循環における役割、外洋への影響を解明することは極めて意義深いことである。第Ⅱ期においては東シナ海陸棚縁辺部に海域を絞り、海水、懸濁粒子、海底堆積物やセジメントトラップによる沈降粒子の採取を行い、その放射性核種の測定から、海水からの物質の除去過程と水平的な物質の輸送過程を定量的に解明することを目的とする。本年度は、東シナ海陸棚外縁、陸棚斜面域、沖縄トラフにおけるセジメントトラップ実験を中心に研究を行った。東シナ海陸棚外縁、斜面上の水深 132m, 301m, 604m の 3 測点に簡易型セジメントトラップをそれぞれ 3 層ずつ 9 日間係留し、沈降粒子を採取した。得られた成果は以下の通りである。

- ① 水深 132m(Stn.F-8)における全粒子束は、上層（海底から 60m）中層（海底から 35m）でそれぞれ、484, 557mg/m²/day と小さい値を示したが、下層（海底から 12m）で急激に増加し 9080mg/m²/day となり、わずか 23m の間に 16.3 倍になった。
- ② 水深 301m(Stn.F-6)における全粒子束も上層（海底から 60m）中層（海底から 35m）下層（海底から 12m）においてそれぞれ 1220, 2250, 5850mg/m²/day と深さとともに増加する傾向を示した。
- ③ 水深 604m(Stn.F-4)における全粒子束は、他の 2 点に比べ 顕著に大きく、上層（海底から 110m）中層（海底から 35m）下層（海底から 12m）においてそれぞれ 9710, 17800, 23300mg/m²/day であった。下層を他の 2 点と比較すると F-8 の 2.6 倍、F-6 の 4.0 倍という高い値を示した。またこの点において同時に海底から 30m と 102m の 2 層に時系式セジメントトラップも係留し、半日

毎の試料を採取した。それによると、わずか9日間の間でも全粒子束が5540から14700mg/m²/dayまでの範囲で大きく変動し、イベント的に起こる粒子の輸送は半日未満の時間スケールで瞬時に行われることが明らかになった。

- ④ 沈降粒子中の鉛-210濃度はF-8において42~47dpm/gと深さによらずほぼ一定であった。F-6においては83,74,63dpm/gと深くなるにつれ濃度が減少し、全粒子束の増加は比較的古い粒子の流入によると考えられる。F-4においては80dpm/g前後で一定であった。
- ⑤ 鉛-210のフラックスはいずれの測点においても深さとともに増加し、海底から12m層でのフラックスはF-8, F-6, F-4においてそれぞれ435, 369, 1880dpm/m²/dayであった。この値は大気からの流入フラックスに比べ、9倍から44倍であり、水柱中からの粒子束以外に海底直上での大量の輸送機構があることを解明した。

[研究発表]

- (1) 青野辰雄, 山田正俊, 成田尚史: 1995年度日本海洋学会春季大会, 東京, 1995. 4.
- (2) 片山肇, 渡部芳夫, 田中裕一郎, 山田正俊: 1995年度日本海洋学会春季大会, 東京, 1995. 4.
- (3) 山田正俊, 青野辰雄, 成田尚史: 1995年度日本海洋学会春季大会, 東京, 1995. 4.
- (4) 青野辰雄, 山田正俊, 成田尚史: 1995年度日本海洋学会秋季大会, 名古屋, 1995. 10
- (5) 山田正俊, 青野辰雄, 成田尚史: 1995年度日本海洋学会秋季大会, 名古屋, 1995. 10.
- (6) Katayama, H., Y. Watanabe, Y. Tanaka and M. Yamada: International Symposium on Material Flux in Coastal Seas with Special Reference to the East China Sea, Qingdao, 1995. 11.
- (7) Yamada, M., T. Aono and H. Narita: 1995 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies, Honolulu, 1995. 12.
- (8) Aono, T., M. Yamada and H. Narita: 1995 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies, Honolulu, 1995. 12.

(9) 山田正俊：シンポジウム「海洋同位体地球化学の展望」、東京、1996. 2.

II. XI. 5. 重点基礎研究 水田土壤中におけるテクネチウムの挙

動に関する研究

柳澤啓、村松康行、坂内忠明（環境放射生態学研究部）

テクネチウム-99 は半減期が極めて長い(2.1×10^5 y)核種である。しかも土壤から農作物への移行係数は他の放射性核種と比較して高いことが知られている。これは好気的な条件下で安定な化学形である過テクネチウム酸 (TcO_4^-) が植物に吸収されやすいためである。一方、水稲においては予備実験の結果、土壤から玄米への移行係数が他の農作物（小麦および陸稲の穀粒）と比較して著しく低い事が明らかになった。これは水田のような湛水条件下では水田土壤が還元状態となり還元されたテクネチウムが水に不溶性の TcO_2 または土壤固相（主として土壤有機物）との結合体に変化して水に不溶性となり稲に吸収されにくくなるためであろうと推察される。土壤の種類が異なると移行係数がどのように変動するかという点について日本に広く分布する黒ボク土と灰色低地土に $95mTcO_4^-$ を添加して水稲を栽培し、水稲玄米への移行係数を比較する実験を行った。その結果、両者における移行係数は黒ボク土では 0.00005 であったのに対して灰色低地土では 0.0006 であった。栽培期間中採取した土壤溶液中の $95mTc$ 濃度は黒ボク土と比較して灰色低地土の方が高かった。このように土壤溶液中のテクネチウム濃度は玄米中のテクネチウム濃度と関係のある事が示唆された。しかしながらこれは土壤中の還元化の指標である酸化還元電位の変化とは必ずしも一致せず栽培期間中の酸化還元電位は灰色低地土の方が低かった。この事は土壤の種類が異なると還元条件下において生成する土壤溶液中の水溶性テクネチウム濃度は異なり酸化還元電位の低下以外に水溶性テクネチウムの濃度に影響を及ぼす要因のある事を示唆している。本研究の目的はこのような湛水条件下におけるテクネチウムの挙動をテクネチウムの化学形の変化について性質を異なる土壤を用いて研究し、土壤から水稲へのテクネチウムの移行に関わる特徴を解明しようとするものである。実験は黒ボク土と灰色低地土に $95mTcO_4^-$ を添加して嫌氣的に培養しこれらを土壤に吸着して水に不溶性のテクネチウムと水に可溶性のテクネチウムに分離した。水溶性のテクネチウムについてはゲル濾過クロマトグラフィーで分析して有機物との結合の有無を調べると同時に分離した水溶性テクネチウムを水耕液に添加して稲幼植物に

よる吸 収実験を行った。実験の結果、培養液中の水溶性テクネチウムと水溶性有機物質の濃度は灰色低地土の方が黒ボク 土よりも高い濃度であった。両者から得られた水溶性テクネチウムは全て水溶性有機物との結合体であり、その濃度 は土壤溶液中に生成する水溶性有機物の濃度と密接な関係のある事が明らかになった。またこの結合体は TcO_4^- と 比較して稲に吸収されにくいことがわかった。

II. XI. 6. 重点基盤研究 電離放射線感受性に関する DNA 切断

修復遺伝子の研究

笠井清美、佐藤弘毅、五日市ひろみ、福津久美子、村上正弘、早田勇、南久松真子、森雅彦（障害基盤研究部）

マウス細胞から樹立した DNA 二重鎖切断修復欠損細胞株群を用いて、細胞障害における DNA 二重鎖切断修復系の役割、および相補性群の解析について研究を行った。DNA 二重鎖切断修復欠損細胞は X 線、ガンマ線に対して感受性が高い。活性酸素発生薬剤は、DNA に障害を起こすことが知られている。主として DNA 一重鎖切断を引き起こす過酸化水素よりも DNA 二重鎖切断を起こすと言われるパラコートの方が細胞の DNA 二重鎖切断修復能力の有無により効果に差を生じることから、その致死効果に細胞側の修復能力が関係していることが示された。しかしながら同じ DNA 二重鎖切断を生じるメナディオオンでは正常細胞の方に高い致死効果を示し、薬剤の膜親和性などの ファクターが大きく影響すると考えられた。細胞融合法による相補性試験では、種類の異なる DNA 二重鎖切断修復欠損細胞同士を PEG1500 処理により融合させ、極低線量連続照射による選別法を試みた結果、我々の樹立した 5 つの細胞株群は、それぞれ別の相補性群であること、またその内少なくとも 2 種類が既存の相補性群とは異なることが判明した。

【研究発表】

- (1) Sato, K., Chen, D. J., Eguchi-Kasai, K., Itsukaichi, H., Odaka, T. and Strniste, G.: J. Radiat. Res., 36, 38-45, 1995.
- (2) Murakami, M., Eguchi-Kasai, K. and Sato, K.: Mutat. Res., 336, 215-221, 1995.
- (3) Eguchi-Kasai, K. and Cox, A. B.: 10th Int. Congr. Radiat. Res., Wuerzburg, 1995.8.

II. XII. 国際研究協力

II. XII. 1. 国内外関係機関との交流 旧ソ連との研究協力

河内山正史、古川雅英、松本雅紀、床次真司、渡辺嘉人、黒瀧克己、米原英典(環境衛生)、藤元憲三、土居雅広、神田玲子、石川徹夫、吉永信治(安全解析)、白石久二雄(環境放射生態学)、藤高和信、保田浩志(第3グループ)隈元芳一、野田豊(放射線科学) 1989年に始まる「放出された放射性核種による低レベル放射線の健康及び環境影響についての研究(放出)」、1992年に始まる「チェルノブイリ事故後の健康影響の緩和についての国際協力」(日-旧ソ外相覚書に基づくプロジェクト研究)、「微量の放射線量が人体及び環境に与える影響についての共同研究」(日露科学技術協定に基づくプロジェクト共同研究)が鼎立して実施されている。(放出)は主としてウクライナとの間で行われてきたが、交流の根拠となる科学技術協定が締結されていず、共同研究の実施が困難な状況となったため、改善の努力が継続された。平成8年3月協定案をキエフで検討したが調印までには至らず、今後の展開に待つこととなった。ただし研究者間では交流が継続されてキエフの食品と食事試料の ^{232}U と ^{238}U を分析して、一日摂取量をそれぞれ $2.9 \pm 2.6 \text{ mBq/p/d}$ 、 $9.9 \pm 7.7 \text{ mBq/p/d}$ と推定し、特に高いことはないこと、従ってサンプリング地域においては事故影響は認められないことを見いだした。ベラルーシとの間は国家間の科学技術協定が必要で、再開まで時間が必要な情勢にある。外相覚書に基づく研究協力は平成8年3月派遣された米原、吉永がロシアのMedical Radiological Research Centerとの間で、線量登録、疾病登録および線量再構築について、またInstitute of Radiation Hygieneとの間で高度に汚染された地域の線量計測の方法、健康影響と交絡因子について検討した。同3月下旬には上述センターと研究所から各1名を招聘して、ガラス線量計等の実験と情報交換を行った。在日中に全身の放射性核種の定量を行い、ノバシコフ地方が現在なお放射性セシウムのうち5%の ^{134}Cs を含みオブニスクの約320倍の ^{137}Cs 体内量を持つことが示された。環境中のセシウムを除去する材料としてセシウムに対するイオン交換能を有する合成繊維の合成法について検討した。

[研究発表]

- (1) Shiraiishi, K. and Yamamoto, M*.: J. Radioanal. Nucl. Chem., 196, 89-96, 1995. *Kanazawa Univ.

- (2) 白石、田上、山本*1、村松(環境放射生態学)、Los*2, Phedosenko*2, Korzun*2, Tsigankov*2, Segeda*2 *1Kanazawa Univ. *2 ウクライナ放射線医学センタ
- (3) Yasuda, H.: J. Risk Anal., :7, 74-80, 1995.

II. XII. 2. IAEA-RCA第Ⅱ期標準アジア人調整研究(CRP):放射

線防護における重要微量元素の摂取と器官組成

河村日佐男、白石久二雄(環境放射生態)、湯川雅枝(環境衛生)、石井紀明(海洋放射生態)

被曝線量評価の基盤となる標準人および代謝線量算定モデルの構築を目標として、体格データ等に関する標準アジア人 CRP(I 期)の成果の上に、放射線防護における重要元素の代謝データの拡充のため、摂取と器官含有量に関する各国の標準的データを取得することを目的とする。

第Ⅱ期 CRP は、所内での検討の結果、放射性核種による被曝線量算定モデルに関連する、重要元素(Sr、I、Cs、U、Th 等)の摂取量および体内器官含有量につき、アジア各国における代表値を取得することとした。平成 7 年度末までに 8 ヶ国が IAEA と研究契約を交わし、放医研は次年度初頭、所長と IAEA との間で正式に研究合意書を交わすこととなった。

- 1) プロジェクト策定会合(前年度末那珂湊支所開催)で合意された 5 ヶ年計画に従い、IAEA および米国 NIST と協力して報告書(文献参照)を作成した。参加予定者に対してはインターネットなどを利用してプロトコル作成上の支援を行った。
- 2) 放医研に要請されたセントラル・レファレンス・ラボラトリーの機能を果たすため、外国研究者の研修、標準的方法(ICP-AES、ICP-MS、放射化分析、PIXE)による各国との比較分析、およびその他の事項の実行可能な方策につき、企画室の協力を得て検討するなど、準備を行った。また、国内他研究機関との協力関係については、放射化分析の一部および食事標準試料について、条件により協力が得られる可能性が開けた。

【文献】

Report, Project Formulation Meeting for Phase II of the ReferenceAsianMan Project, CRP on In- gestion and Organ Content of Trace ElementsofImportance in Radiological Protection, Hitachinaka City, Japan, 27 February- 3March 1995, IAEA/RCA -95-03, Regional Co-operative Agreement, IAEA.

II. XIII. 官民特定共同研究

II. XIII. 1. 多様同時計測による生体機能解析法の研究

山本幹男、平澤雅彦、安田仲宏、蔵野美恵子、古角智子、西川正子(放射線科学研究部)、福田信男*、河野貴美子、町好雄**、松本徹(医療情報室)、古川雅英(環境衛生研究部)、古川章(障害基礎研究部)、 諸江輝義***、竹内義雄***、佐藤耕一***、鈴木廣信***、小林泰男***、石井昭浩***(*特別研究官、**客員協力研究員、***共同研究者)**

本研究は、様々な精神状態下での人体について、その生理的計測(脳波、呼吸、等)に体外での物理計測(各種光子、磁場、電場、音波、等)を加え、またその環境計測をも含めて、多様に同時計測し、生体機能の総合的な計測解析方法を確立し、肉体と精神の結び付きをも含めた人体機能のシステムの解明の基盤を築くことを目的とする。本目的のために次の3研究項目を年次計画に基づき具体化し推進した。

1. 多様な情報の同時計測システムの設計開発
2. 人体機能のシステムの総合解析方法の研究
3. 様々な状況下での人体の多様同時計測と解析

1.に関し本年度は、第1期分として主に、脳波を中心とした生理的計測システムとデータ収集・記録システムの開発・構築を行った。2.と3.に関し本年度は、新しい計測解析法が最も真価を発揮できると考えられる生体特異機能である気功と感覚外情報伝達に焦点を当て、以下の脳生理情報を中心に、計測解析法を開発し、測定分析実験を行い、その計測解析法の試験・改良を行った。本研究は、国民の関心が高く、本年度内に大手新聞5件と大手週刊誌1件に、それぞれ大きく掲載された。

気功における対人遠隔作用での脳波測定実験 気功の熟練者による遠当てと呼ばれる現象が暗示によるものであるかないかを確認するために、感覚伝達を遮断したビルの2階と5階の2部屋に気功師とその弟子を配置し、遠当てを行ってもらい気功師側の作用時刻と弟子側の反応時刻を記録した。1秒以下の時間差で時刻が一致する場合は16

試行中に 6 回あった。このようなことが偶然に起こる確率は 0.0058 であり、十分に有意な一致を示していると言え、未知の伝達機能の存在が示唆された。約 1 秒差で遠当での作用と反応の時刻が一致した場合の、気功師とその弟子の脳波の α 波(8~13Hz)振幅トポグラフの時間変化を比較した。変化は 0.5 秒刻みで表示し比較した。上述の気功師の安静時における、脳波の α 波平均振幅トポグラフを検討した。振幅が数 μV と小さいこと、および、前頭中央に大きな振幅を示すスポットが見られることが特徴的であった。なお、前頭中央のアルファ波振幅は一般に精神集中時に大きくなることが知られている。

下意識に於ける未知情報伝達に関する聴覚誘発電位実験 本実験では、4 つの音を聞きその 4 音の中からコンピュータが事前は無作為に非公開で選定していた 1 音を識別するという試行を一般の被験者に繰り返させた。その結果、被験者が通常感覚では選定されていた音を有意に識別することができない場合でも、被験者の脳は選定されていた音を識別している可能性があるという事を、選定されていた音を聞いた時の被験者の聴覚誘発電位ピーク潜時の有意な変位の存在から示した。人間の下意識に於ける未知の情報伝達の存在可能性が示唆された。

感覚外情報伝達に関する脳波測定実験 情報送信者と情報受信者を感覚伝達を遮断した 2 部屋に配置し、感覚外情報伝達を試み、その時の受信者の脳波を測定した。感覚外情報送信は継続した 2 分間の内の無作為に選ばれた前半または後半において行い、受信者はその送信時間帯と送信内容を推測する。20 回の試行の結果、受信者は送信時間帯を統計的に有意に推測することができなかったが、感覚外情報送信時と非送信時の脳波の α 波平均振幅の間には統計的に有意な差が見られ、下意識における感覚外情報伝達の存在が示唆された。

[研究発表]

- (1) 山本 : Med. Imag. Tech., 13, 1-2, 1995.
- (2) 山本 編 : Med. Imag. Tech., 13, 23-73, 1995.
- (3) 平沢, 山本 : 日本超心理学会第 27 回大会発表論文集, 7-8, 東京, 1995.
- (4) 山本, 平沢 : 第 56 回応用物理学会学術講演会講演予稿集, 330, 1995.
- (5) 山本, 平沢 : 人体科学会第 5 回大会抄録集, 74-75, 1995.
- (6) 平澤, 山本, 河野, 古川 : 日本超心理学会第 28 回大会発表論文集, 23-24, 1995.

- (7) Hirasawa, M. and Yamamoto, M. : J. Int. Soc. Life Info. Sci., 14, 32-37, 1996.
- (8) Hirasawa, M., Yamamoto, M., Kawano, K. and Furukawa, A. : J. Int. Soc. Life Info. Sci., 14, 43-48, 1996.
- (9) Yamamoto, M., Hirasawa, M., Kawano, K., Yasuda, N. and Furukawa, A. : J. Int. Soc. Life Info. Sci., 14, 97-101, 1996.
- (10) 山本, 平澤, 河野, 古川 : 第 43 回応用物理学関係連合講演会講演予稿集, No.1, 374, 1996.
- (11) 山本, 平澤, 河野, 安田, 古川 : 第 43 回応用物理学関係連合講演会講演予稿集, No.1, 374, 1996.

II. XIV. 電源多様化技術開発評価費による評価試験

II. XIV. 1. 大型処理施設環境安全試験研究放射性廃液試験の技

術評価 「放射性核種の化学形を考慮した環境安全評価」

村松康行、内田滋夫、吉田聡、坂内忠明、田上恵子(環境放射生態学研究部)

大型処理施設環境安全研究の一環として、廃液の蒸発濃縮処理過程における放射性核種の移行挙動を明らかにするための試験が民間企業によって実施された。しかし、環境安全評価を行うためには、環境に放出された放射性核種の化学形を考慮した移行についての知見を得る必要がある。再処理に起因する長寿命核種(I-129, Tc-99 など)は様々な化学形態を取り、環境挙動も大きく異なることが予想される。ここでは、放射性核種の化学形に注目し、廃液処理試験における挙動を評価するとともに、放射性核種が環境に放出された場合の移行について環境安全の観点から研究を行う。

本年度は、再処理施設及び環境の両視点から特に重要とみなされているヨウ素を中心にその化学形に注目して評価を行った。ヨウ素は、マイナス 1 価からプラス 7 価までの原子価をとり、化学形態が多様に変化するため、複雑な化学挙動をとることで知られている。放射性廃液処理に係わる試験に関しては、「ヨウ素の蒸発処理試験」「ヨウ素の気液平衡試験」「ドデシルヨウ素の移行試験」について化学的及び環境科学的視点から検討した。放射性ヨウ素の水溶液中における主要なイオンである、I-(ヨウ化物イオン)と IO₃-(ヨウ素酸イオン)の分離測定法を開発した。原理的には、同位体交換反応あるいはイオン交換反応を利用し、短時間で放射性ヨウ素の形態を同定することが

できた。この手法は、環境中および廃液処理過程でのヨウ素の化学形態の評価に利用できる。また、中性子放射化分析法と ICP-質量分析法を用い I-129 の分析法を検討した。放射化分析法は感度的にも優れ環境レベルの濃度でも充分測定できることが分かった。また、ICP-質量分析法は、Xe-129 が妨害になるため、感度的には悪いが操作が比較的簡便であるためサイト内におけるモニタリング等の評価には有効と思われる。ヨウ素の環境中での挙動評価に関しては土壌が重要な意味をもっている。それは、ヨウ素は土壌に吸着され蓄積する傾向にあるためである。ここでは、土壌への吸着特性について、化学形を I-と IO₃-に調整したトレーサを用い実験を行い、土壌-溶液分配係数(K_d)を求めた。その他の核種として、テクネチウム-99 を取り上げ、文献調査を行い、その化学形と環境中での挙動についてまとめた。

Ⅲ. 技術支援

Ⅲ. I. 概況

技術部においては、各課が連係を保ちつつ所定の諸業務を実施し、技術支援を行った。

施設関係業務では、各棟の円滑な運用を図るため、給電・冷暖房設備等の運転及び保守に努めた。また、本年度は第 1 ガンマ線棟・RI 棟・付属棟等の電気設備及び空調設備等の改修工事を実施した。

共同実験施設関係業務では、原子間力顕微鏡、エレメントモニタ・卓上型蛍光 X 線分析計等を新規に設置し、純水製造装置等を更新した。また、機器の効率的利用を図るため、機器及び各実験室の整備等を行った。

照射関係業務では、X 線棟に工業用 X 線装置を設置した。また、バンデグラフ型加速器においては、年 1 回の定期オーバーホールを行うとともに、腫瘍部品である加速管及びイオンソース等を交換した。

この他、共同実験施設等のより有用な運営に期すること目的に、共同実験機器の整備計画及び設置場所等について見直しを行うため、共同実験施設運営委員会合同部会に 2 つのワーキンググループを設け調査検討を行った。

内部被ばく実験棟施設関係業務では、前年度に引き続き各設備は 24 時間フル稼動運転を継続した。また、各係においては研究の進展に伴い原子炉等規制法に基づく保安規定に係わる安全作業基準及び作業マニュアル等に従って作業を実施した。

情報処理業務では、平成 5、6 年度に所内ネットワークの整備、分散型電子計算機システムの更新、STA ネットワークへの接続を行った。平成 7 年度にはセキュリティ管理システムと研究情報発信システムを導入した。これにより、従来のデータ処理業務以外に所内外のネットワーク管理運營業務が急増し、これらに対応する体制、及び将来計画を検討し、平成 8 年度概算要求に反映させた。

放射線安全管理業務では、放射線障害防止法及び原子炉等規制法に基づく各種申請、放射線安全取扱いに関する管理、放射線業務従事者の個人被ばく管理、健康管理及び、教育訓練並びに放射性廃棄物処理等の諸業務を遂行した。RI 棟においては、放射性同位元素の使用、保管等の管理システムの整備及び同棟への入退域の管理の強化を行った。

申請業務の主なものとしては、重粒子線がん治療装置のイオン種の追加、重粒子線棟における非密封放射性同位元素の使用等の変更承認申請を平成 8 年 2 月 28 日に行った。

動植物管理業務では、各種実験動物の生産、供給及び動物施設の向上を図った。また、実験動物系統維持の効率化のため、本年度も積極的にマウス受精卵の凍結保存を推進した。

さらに、前年度改修を行った哺乳動物実験観察棟内の整備等を行い、年度後半から使用を開始した。

Ⅲ. Ⅱ. 技術業務

Ⅲ. Ⅱ. 1. 施設関係

変電、ボイラ及び空調の各施設は、おおむね順調に稼動した。

受電関係では、前年度同様 9,700KW の契約電力であった。実際の最大月間需要電力は、平成 7 年 7 月に最高 9,336KW を記録し、最低は平成 8 年 3 月の 6,264KW であった。年間総使用量に対する腫瘍施設ごとの使用割合は、重粒子線棟 55%、内部被ばく実験棟 19%、サイクロトロン棟（冷却水循環施設含む。）5%、晩発障害実験棟 4%であり、4 施設の合計は所内の使用電力の 83%余りを占めている。

電気設備関係では、老朽化の著しい第 1 ガンマ線棟キュービクルの更新工事及び RI 棟高圧受変電設備の改修工事を行った。また、耐用年数が過ぎている晩発障害実験棟の直流電源装置用整流器の更新工事を行った。

空調設備関係では、老朽化により使用不可能となった附属棟第 2 ボイラ室の 4 号ボイラの更新工事並びに老朽化の著しい晩発障害実験棟の貯湯槽及び滅菌用蒸気ボイラの更新工事を行った。また、晩発棟空調自動制御機器（ACU-5 系統）が老朽化により、故障が

生じたため修理を行ったが、他の空調自動制御機器の系統についても、老朽化が著しいため、修理が望まれている。

他に、SPF 動物照射実験棟を DNA 情報解析棟として利用するため、建屋、空調設備、電気設備の改修工事を行った。本年度における物品工作の申込みは、木工関係で 45 件、金工関係で 39 件の合計 84 件あり、所定の工作を行った。

Ⅲ. Ⅱ. 2. 共同実験施設

共同実験用機器では、原子間力顕微鏡 (Digital Instruments 社製 NanoScopeⅢ)、エレメントモニタ・卓上型蛍光 X 線分析計 (セイコー電子工業社製) マイクロエレメントモニタ SEA5120) 及び CHN自動分析装置 (LECO 社製 CHNS-932 型 4 元素同時分析装置) 等を新規に設置した。その他、純水製造装置 (ヤマト科学社製-オートスチル WF-12 型) 等を更新した。これらの共同実験用機器は、多くの研究分野において、今後とも広く活用されることが期待される。また、その他の共同実験用機器についても、前年度同様活発な使用がみられた。不要機器の使用状況を表 1 に示す。

共同実験施設及び機器の運用面では、前年度に引続き本年度も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、機器の効率的利用を図るため、機器及び各実験室の整備に努めた。
- ② 組換え DNA 実験施設関係について、第一研究棟組換え DNA 第 1 実験室及び RI 棟組換え DNA 実験室の安全キャビネットの定期点検を行った。
- ③ ヒューマンカウンタ測定装置 NaI 検出器のクリスタル部及び鉄室扉の蝶番交換を行った。

共同実験施設の円滑な運営を期することを目的に、共同実験施設運営委員会合同部会に、「共実機器等見直しワーキンググループ」を設置し、共実機器及び共同実験施設に設置された各研究部の機器を整理することにより新たに導入する機器等の設置場所の確保、共実機器の管理運用の見直し、及び共実機器の更新計画等について検討を行った。

表 1 平成 7 年度 共同実験用主要機器使用状況

機器名	台数	使用研究部等	使用件数	使用時間

分光光度計	各種	生物影響、環境衛生、第1研究グループ、障害・臨床	34	75
核磁気共鳴装置	1	第1研究グループ	58	263
液体シンチレーションカウンタ	3	生物影響、環境衛生、第1研究グループ、障害・臨床	93	417
放射線計測装置	各種	生物影響、環境衛生、第1研究グループ、障害・臨床	34	127
遠心機	各種	生物影響、障害基盤、環境衛生、第3研究グループ、障害・臨床	529	3042
真空凍結乾燥機	3	生物影響、環境衛生、第1研究グループ、障害・臨床	32	2196
電子スピン共鳴装置	2	第1研究グループ	68	291
ヒューマンカウンタ	1	企画室、環境衛生、養成訓練、障害・臨床	42	336
DNA塩基配列決定装置	1	第2研究グループ	459	6005
原子間力顕微鏡	1	放射線科学	84	516

組換えDNA実験施設		第1研究グループ	1 6 2	7 9 8
------------	--	----------	-------	-------

Ⅲ. Ⅱ. 3. 照射棟

- (1) X線棟；信愛号-250型X線装置の製造中止に伴い、第3照射室に設置されている同型のX線装置（老朽化）の代替えをして、工業用X線装置（パンタックHF-320型）を設置した。

他のX線発生装置、ガンマ線照射装置ともほぼ順調に稼動し、マウス・ラット・メダカ・マウス受精卵・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、医療被ばく線量測定、養成訓練部における実習等の物理実験及びマウス・ラット等の撮影に使用された。

- (2) 第一ガンマ線棟；第1照射室の回転シャッタ式ガンマ線照射装置（60Co-111TBq）は、年1回の定期保守点検の実施により順調に稼動し、イースト・細胞構成物質・DNA等の高線量照射及び細胞・ラット等の低線量照射実験に使用された。

第2照射室の137Cs吊上式ガンマ線照射装置（370GBq）は、タイマの老朽化による故障の他は順調に稼動し、マウスの長期低線量率連続照射実験に使用された。

- (3) 中性子線棟；226Ra-Be 37GBqは、レムカウンタ等の線量計の校正に使用された。

- (4) バンデグラフ棟；バンデグラフ型加速器は、比較的低エネルギーの陽子線・重陽子線専用の粒子加速器である。設置以来38年の長期にわたり、低エネルギーの放射線照射装置として使用されている。主要な交換部品については、製造メーカー（米国High Voltage Engineering Co）と技術提携している日新ハイボルテージ（NHV）社から供給されている。本加速器には定期的に交換しなければならない部品があるが、主要部品の交換作業については、年1回のオーバーホール時に、NHV社に委託し、行っている。本年度は、加速管・イオンソース等を交換した。

これらにより、本加速器は比較的順調に稼動しているが、システム全体の老朽化が進んでいるため、保守・修理に要する時間が年々長くなってきており、マシ

ンタイムをユーザの希望通りに供給することが、年々難しくなっている。
加速器本体の部品については、現在のところ、NHV社を通事、特に支障なく供給されているが、今後とも供給が継続されるかについては不明である。利用面では、種として陽子線はPIXE分析法（荷電粒子励起X線による微量元素の同時多元素解析法）、中性子線は線量測定等に利用されている。利用は、8部課（171件）に及んだ。

なお、年間の稼動時間は619時間で、利用の割合は陽子線が96%、中性子線が4%であった。X線装置、密封線源照射装置、バンデグラフ型加速器の使用状況は表2のとおりである。

(5) 線量管理；照射業務の一環として、アイオネクス線量計（標準線量計）及び広領域線量計（準標準線量計）の標準線源による安定性試験を定期的実施し、精度の維持管理に努めた。また、X線照射のモニタとして使用しているAE1320型線量計、AE-1321型線量計、RI棟のA-1142型線量計、その他の線量計の校正試験及びX線装置の出力試験を定期的実施し、照射実験の精度の向上に努めた。

(6) 液体窒素；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。なお、液体窒素取り出し用フレキシブルホースが破損したためホースを交換した。

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。使用量等については、液体窒素タンク・ローリーの受入れ回数42回、受入量32,123Kg、使用量17,262kg、使用している部課室グループは23とほぼ前年並みであるが、重粒子治療センター等個別に購入している部課があるため、全体として年々増加している。

(7) その他；

① 照射機器の整備等について検討するため、共同実験施設運営委員会合同部会に「照射機器ワーキング・グループ」を設置し、照射機器の更新計画、維持管理体制等について検討を行った。

- ② 晩発障害実験棟 X 線装置（信愛号-6 号）に関してはモニタ線量計の定期校正の実施、照射に関する技術支援等を行ってきたが、パンタック HF-320 型 X 線装置に更新したため、測定、調整等を行い、従来の実験が継続できるように技術支援を行った。また、前年度購入した哺乳動物舎の X 線装置（パンタック-320 型）については、モニタ線量計（AE-1320M 型）の試験及び校正、照射技術の指導及び支援を行った。

表 2 平成 7 年度照射装置使用状況

装置名	件数	使用時間
K X O - 1 2 型 X 線装置	15	48.9
信 愛 - 2 5 0 型 " (7号)	682	423.2
パンタック - S 型 "	508	268.1
パンタック - H F 型 "	7	10.5
信 愛 - 2 5 0 型 " (R I 棟)	90	87.6
M 7 0 W E - 特型 軟 X 線装置	24	98.4
E M B 型	3	2.2
X 線装置 (計)	1,329	9 3 8、9
標準線源遠隔操作装置	0	0
スタンド型 γ 線照射装置	22	149.4
$^{60}\text{Co} - 1 1 1 \text{TBq}$ " (第 1 γ 線棟 - 1)	92	119.5
$^{137}\text{Cs} - 3 7 0 \text{GBq}$ " (" - 2)	** 2 3	** 8、6 6 0. 0
R a - B e - 3 7 \text{GBq} 中性子線照射装置	35	44.1
密封線源照射装置 (計)	149	313
バンデグラフ型加速器	171	619
合計	1,649	1,870.90

**印は連続照射のための使用件数・時間数の合計から除いた。

Ⅲ. Ⅱ. 4. 部被ばく実験施設管理業務

(1) 施設管理

全棟の各設備は、平成 7 年度についてもフル稼動運転を行った。プルトニウムの使用に伴い、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・設備の保全を図った。また、老朽化対策として、平成5年度・6年度に引続き設備診断調査（建屋及び電気設備）を行い、老朽化の現状及びその原因を明らかにし、その対策を立案した。また、設備診断その1・その2に基づき、空調設備及び衛生設備の一部改修工事を行った。また、各種機器の修理等を行い、各設備等の維持・保全に努めた。

(2) 中型動物管理

本年度のビーグル犬の1日の平均飼育頭数は、放射線管理区域側：106頭、非管理区域側：107頭の213頭であった。生産数は、繁殖系統維持を目的とした2産の計10頭（雄6頭、雌4頭）であった。疾病及び実験に伴う減少は10頭であった。内部被ばく研究部への払い出し数は、雄4頭、雌4頭の計8頭であった。ビーグル犬の健康管理を目的とした定期的な血液及び血清生化学的検査は、1頭当たり4回実施し、疾病犬に関しては診断や治療の必要に応じて血液、血清生化学検査及び尿検査等の検査を随時実施した。平成4年度に酸化²³⁹Puを吸入させた長期観察実験を目的としたビーグル犬4頭のうち1頭病死、残り3頭を犬代謝室において引続き飼育観察を続けている。小動物（ラット、マウス）の1日の平均飼育頭数は放射線管理区域側：1083頭、非管理区域側：300頭であった。小動物の搬入数はラット1025頭、マウス56頭の計1081頭であった。この中で²³⁹Puの吸入、静注実験等に使用された数は、ラット108頭であった。²³⁹Puを投与した長期観察群の年度末の飼育数は、昨年度から飼育数も含めラット196頭であった。

(3) 廃棄物処理設備管理

平成7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量は、以下の通りであった。

可燃性雑固体	2,988kg
動物死体等	121kg
回収毛（Wet）	383kg
脱水汚泥	11,536kg
有機廃液	28.425m ³

焼却処理の結果発生した焼却灰は、817kg で一方、排水処理設備は、12,121m³ の処理を行い、この内 9,611m³ を 中水として再利用し、放出水総量は 5,435m³ であった。処理設備の保全については、定期点検及び保安規定に基づく自主検査を例年通り実施した。また、焼却炉の劣化したアームの交換工事を行い、設備の健全性を確保した。

Ⅲ. Ⅱ. 5. データ処理室業務

平成 5 年度補正予算により完成した所内ネットワークおよび、平成 6 年度 6 月に更新した分散処理型電子計算機システムを運営してきた。平成 8 年 3 月の時点での登録ユーザー数は 722 名、接続計算機は 740 台となっており、平成 6 年度に比べ、それぞれ、62 名、130 台増加している。

ネットワークトラブルは大小含めると週に数回程度発生しており、業務に重大な支障を与えるような大きなトラブルには到っていないものの、その危険性は小さくない
表 3 に平成 7 年度に発生したサーバ類等影響の大きいトラブルを示した。

表 3 平成 7 年度の主なトラブル

96/3/10 【日】	cp0 にディスク障害
96/3/1 【金】	支所、本所の通信不能
96/2/27 【火】	支所 NetWare サーババージョンアップがハードエラーのため中断
96/2/26 【月】	重粒子サブネット IPX が通信不能の原因は不良ケーブル一本
96/2/22 【木】	重粒子サブネット IPX が通信不能
96/2/19 【月】	重粒子サブネット通信不能..停電に際し nnr4_04 の fddi が障害
【月】	那珂湊ファイルサーバ障害

96/1/16 【火】	外部通信不能...上部(STA)ルータ経路情報の間違い
96/1/ 9 【火】	メインプリンター(GWP)故障
96/1/ 8 【月】	メール送受信不能...DNS のディスク破損..交換
95/12/25 【月】	重粒子-ポジトロン通信不能....経路変更
95/10/16 【月】	cp0 がオートリブートした。/Var が IpNet のため 100%を超えていた
95/10/12 【木】	cp0 からプリンターに出力不能
95/10/3 【火】	cp0 のプリンテットスケジューラ(lpsced)が停止した
95/10/1 【日】	cp0 のディスク(/Var)が FULL
95/9/29 【金】	cp0 からプリンターに出力不能
95/9/21 【火】	fs0 ファイルサーバ故障..メディアが詰まった裏を開けて取り出した
95/9/20 【水】	"メインプリンター停止..nirsfiio のシステムディスク不良, 交換再インストール"
95/9/19 【火】	cp0 不調..情報処理室サブネット異常発生
95/9/11 【月】	fs1 ファイルサーバ故障..マイグレーションファイルが見えない
95/9/ 6 【水】	fs2 ファイルサーバ故障..管理データが壊れていた
95/8/28 【月】	fs1 ファイルサーバ故障..レイドディスク故障
95/8/25 【金】	"fs1 ファイルサーバ故障..レイドディスク故障, 予備と交換"

95/8/22 【火】	cp0 不調..情報処理室サブネット異常発生..NFS マウントエラー多発
95/8/21 【月】	fs1 ファイルサーバ故障..レイドディスクのアラームリセットで解消
95/8/10 【木】	fs3 ファイルサーバの ups が障害..8/11 に急速充電して復帰
95/8/ 6 【日】	重粒子のルータが熱のため障害 7日にボード交換で復帰
95/8/ 1 【火】	CPI ディスク電源故障
95/7/25 【火】	cp0 の/Var が full IpNet を削除
95/7/11 【火】	那珂湊支所メールトラブル DNS の nirsena MX cp0 に変更
95/7/10 【月】	那珂湊支所メールトラブル
95/04/下旬	フルバックアップ不可能ドライブ交換
95/04/中旬	ファイルサーバのメディア不良別メディアへコピー
95/04/初旬	ネットワークプリンター利用可能

図1 ファイヤーウォールとホワイトセグメント

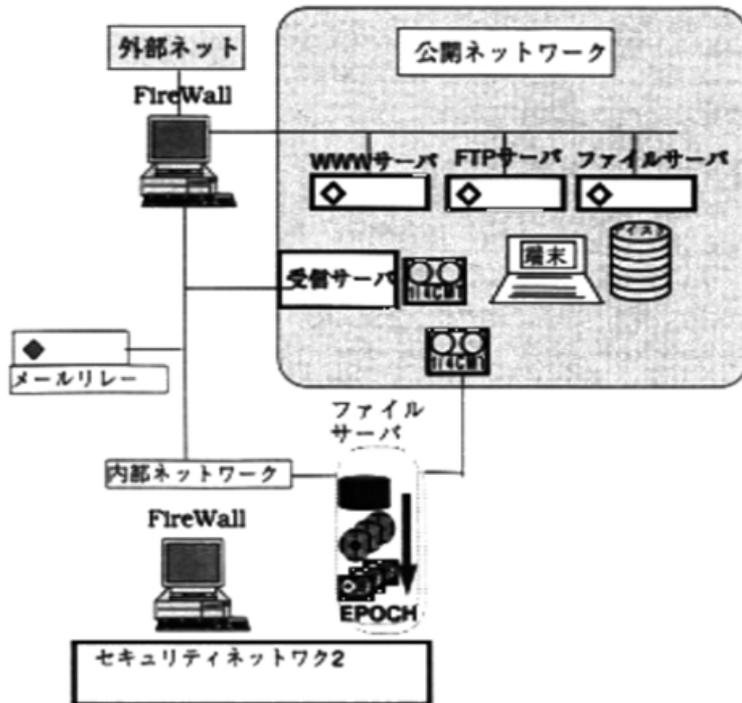


図2 メールシステム

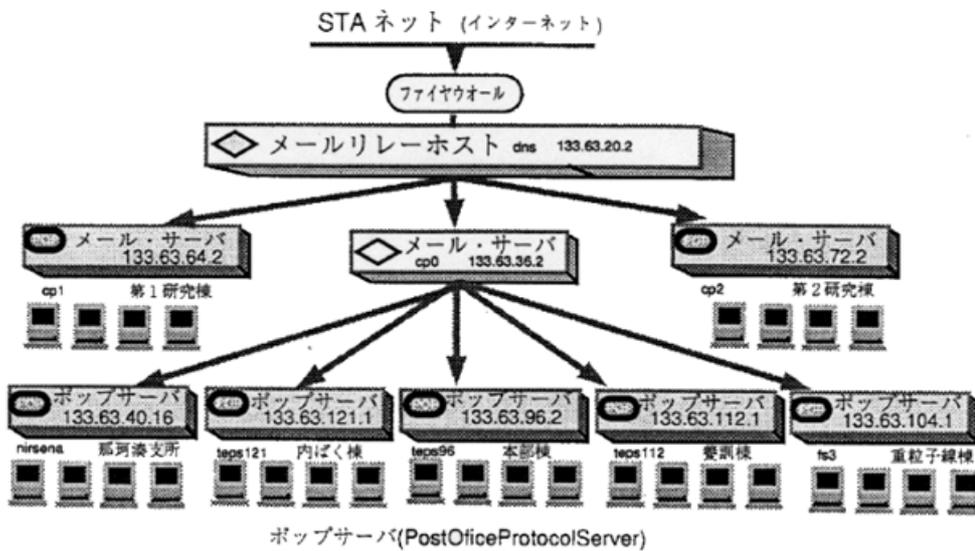
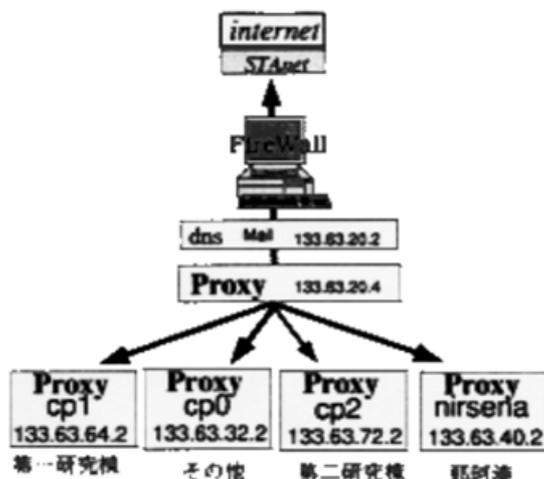


図3 WWWプロキシシステム



Ⅲ. Ⅱ. 6. 研究業務

(1) 実験用ビーグル犬の繁殖及び育成技術の開発に関する研究

福田 俊、飯田治三、朽木満弘

1. これまでに死亡した134例（雄56例、雌78例）を対象にして、自然発症による疾患 および平均寿命について検討した。全例の平均寿命は9.2歳で、雄（8.7歳）より雌（9.5歳）の方がやや長い傾向を示した。平均寿命に達するまでの疾患は、てんかん、椎間板 突出症状、子宮蓄膿症、肺炎など非腫瘍性であった。平均寿命以上の年齢では、雌に乳 腺腫が多くみられるようになり、その後全例の23.9%に癌の発生がみられた。好発部 位は消化器系が最も多かった。いわゆる老衰と判断された例は10.6%で、その平均寿命は14.3歳であった。
2. 突発性痙攣個体については、臨床観察および処置を行った。死亡個体の脳については 詳細な病理検索を引続き行った。
3. 自然発生した顎変形およびビーグルの上下顎に関する標準値の作成を歯科学的な形態測定法で解析した。

【研究発表】

- (1) 田中良成*、角田典隆*、夏目長門*、佐奈正敏*、山田晃弘*、宮島邦彰*、河合 幹 *、飯塚哲夫*、大野紀和*、福田 俊、：第35回日本先天異常学会学術集会、東京、1995.7。（*愛知学院大学歯学部）

(2) 福田 俊：第 11 回日本獣医畜産大学学術研究交流会、東京、1995.11.

(2) **電子計算機ネットワークの高度利用に関する調査研究**

本郷昭三、四野宮貴幸、竹下洋、福久健二郎、武田栄子、今関等、田端寛子

インターネットの接続により、電子計算機ネットワークの利用も国際的になっている。平成 7 年度は一般ユーザーが、安全にネットワークを利用できるように整備を行った。以下にその主なものを記す。

1. ファイヤウォールの導入
2. WWW (ワールドワイドウェブ) 専用サーバの導入
3. FTP、ニュースサーバの導入
4. メールシステムの再構築
5. WWW プロキシシステムの構築
6. 各種マニュアル、メニューの作成整備

ユーザーがネットワークを利用する目的としては、コミュニケーション・情報検索、アプリケーション処理、計算処理等があげられる。従来、計算処理・アプリケーション処理が主体であったが、ネットワーク環境の整備に従って、コミュニケーション・情報検索の方に主体が移りつつある。平成 7 年度の整備もこの観点から行った。ネットワークセキュリティを保つために、ファイウォールを導入し、WWW サーバ、ニュースサーバ、FTP サーバ等外部向けのは『ホワイトセグメント』と名付けた情報公開専用のサブネットに配置した。概要を図 1 に示した。ユーザーの増大に対応してメールシステムおよび WWW プロキシシステムを再構築した。その概要を図 2、図 3 に示した。7 台のポップサーバはユーザーが一々メールサーバにログインしなくても、パーソナルコンピュータでメールを受け取ることができる。また、4 台の多段プロキシサーバはより多くの人が WWW を利用可能としている。

平成 7 年度もまた、ネットワークの拡張、維持管理業務に追われ、必ずしも十分な整備、調査研究が出来なかったが、インターネットを利用する基盤は整備された。

【研究発表】

- (1) 田中良成*、角田典隆*、夏目長門*、佐奈正敏*、山田晃弘*、宮島邦彰*、河合幹*、飯塚哲夫*、大野紀和*、福田俊、：第35回日本先天異常学会学術集会、東京、1995.7. (*愛知学院大学歯学部)
- (2) 福田俊：第11回日本獣医畜産大学学術研究交流会、東京、1995.11.

Ⅲ. Ⅲ. 放射線安全業務

Ⅲ. Ⅲ. 1. 申請業務

本年度においては、放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法率（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率（以下「原子炉等規制法」という。）に基づき科学技術庁長官の承認を受け、または届出したものは、次のとおりである。（那珂湊支所等を含む。）

放射線障害防止法に基づく変更承認申請

承認使用に係る変更の承認申請（重粒子線棟及び非密封放射性同位元素使用施設）（平成8年2月28日申請）

放射線障害防止法に基づく使用の場所の一時的変更の届出

- ① 承認使用に係る使用の場所の一時的変更届（養成訓練：養成訓練部研修生の実習のため）
（平成7年4月28日届出）
- ② 承認使用に係る使用の場所の一時的変更届（養成訓練棟：養成訓練部研修生の実習のため）
（平成7年10月30日届出）

放射線障害防止法に基づく報告

- ① 放射線取扱主任者選解任届（本所）（平成7年8月28日届出）
- ② 放射線管理状況報告書（平成6年度本所分）（平成7年5月31日科学技術庁長官あて提出）
- ③ 放射線管理状況報告書（平成6年度那珂湊支所、東海施設分）（平成7年7月22日科学技術庁長官あて提出）

原子炉等規制法に基づく届出

- ① 核燃料物質の使用に係る変更届（本所）核燃料物質の予定使用期間の延長（平成7年4月15日届出）

- ② 核燃料物質の使用に係る変更届（那珂湊支所）核燃料物質の予定使用期限の延長（平成 7 年 4 月 15 日届出）
- ③ 国際規制物資の使用に係る変更届（本所）国際規制物資の予定使用期間の延長（平成 7 年 4 月 15 日届出）
- ④ 核燃料物質の使用に係る変更届（那珂湊支所）核燃料物質の予定使用期間の延長（平成 7 年 11 月 25 日届出）
- ⑤ 核燃料物質の使用に係る保安規定の変更届（平成 8 年 3 月 8 日届出）

原子炉等規制法に基づく報告

- ① 核燃料物質の収支報告及び実在庫量明細報告書（本所）
（イ）核燃料物質在庫変動・受払間差異・リバッチング報告書、（ロ）核燃料物質在庫変動等供給当事国別 明細報告書(1)、（ハ）核燃料物質収支報告書、（ニ）核燃料物質実在庫量明細報告書、（ホ）核燃料物質実在庫量供給当事国別明細報告書(1)
（平成 7 年 4 月 14 日科学技術庁で長 官あて提出）
- ② 核燃料物質の収支報告及び実在庫及び実在庫量明細報告書（那珂湊支所）（（イ）核燃料物質収支報告書、（ロ）核燃料物質実在庫量明細報告書及び（ハ）核燃料物質実在庫量供給当事国別明細報告書(1)）（平成 7 年 4 月 14 日科学技術庁長官あて提出）
- ③ 核燃料物質の収支報告及び実在庫量明細報告書（本所）（（イ）核燃料物質在庫変動・受払間差異・リバッチング報告書、（ロ）核燃料物質在庫変動等供給当事国別明細報告書(1)、（ハ）核燃料物質収支報告書、（ニ）核燃料物質実在庫量明細報告書、（ホ）核燃料物質実在庫供給当事国別明細報告書(1)）（平成 8 年 2 月 9 日科学技術庁長官あて提出）
- ④ 平成 6 年度下半期放射線管理報告書（平成 7 年 4 月 27 日科学技術庁長官あて提出）
- ⑤ 放射線管理報告書（平成 6 年度下半期本所分）（平成 7 年 4 月 27 日原子力安全局長あて提出）
- ⑥ 放射線管理報告書（平成 6 年下半期那珂湊支所分）（平成 7 年 4 月 27 日原子力安全局長あて提出）
- ⑦ 核燃料物質受払計画等報告書（平成 7 年 7 月 1 日から平成 7 年 12 月 31 日まで）
（平成 7 年 6 月 9 日科学技術庁長官あて提出）

- ⑧ 平成 7 年度上半期放射線管理報告書（平成 7 年 10月28日科学技術庁長官あて提出）
- ⑨ 放射線管理報告書（平成 7 年度上半期本所分）（平成 7 年 10月28日原子力安全局 長あて提出）
- ⑩ 放射線管理報告書（平成 7 年度上半期那珂湊支所）（平成 7 年 10月28日原子力安全局長あて提出）
- ⑪ 核燃料物質受払計画等報告書（平成 7 年 1月1日から平成 7 年 6月30日まで）（平成 7 年 11月27日科学技術庁長官 あて提出）

Ⅲ. Ⅲ. 2. 放射線安全会議

会議は、本年度 3 回開催され、審議された主要な議題は次のとおりである。

放射線施設の安全性に関する事項

- ① サイクロトロン棟及びポジトロン棟の安全対策
- ② 那珂湊支所及び東海施設の安全対策
- ③ 重粒子線がん治療装置の作業計画の放射線安全性
- ④ その他放射線施設の使用に基づく安全対策

放射線障害の防止に関する事項

- ① 短寿命 RI を投与する患者及び取扱い作業者の安全性に関する事項
- ② 重粒子線棟の使用に係る変更承認申請手続きに関する事項
- ③ 放射線障害予防規定及び関係規定類の改定に関する事項
- ④ 放射線管理区域の設定に関する事項

本年度の会議の構成員は、議長に河内重粒子治療センター医用重粒子物理・工学研究部長、委員に小泉内部被ばく研究部内部被ばく第 4 研究室長、（本所、放射線取扱主任者）、鎌倉技術部放射線安全課安全係長（本所、放射線取扱副主任者、平成 7 年 8月1日まで）、中山企画室総括研究企画官補佐（同取扱副主任者、平成 7 年 8月1日から）、内田環境放射生態学研究部主任研究官（那珂湊支所東海施設、放射線取扱主任者）、保田環境放射生態学研究部研究員（那珂湊支所東海施設、放射線取扱副主任者）、平野海洋放射生態学研究部海洋放射生態学第 1 研究室長（那珂湊支所、放射線取扱主任者）、石井海洋放射生態学研究部主任研究官（那珂湊支所、放射線取扱副主任者）、小田管理部長、近藤技術部長、左藤技術部放射線安全課長、森田重粒子治療センター長、隈元放射線科学研究部長、稲葉内部被ばく研究部長、武田環境衛生研究部主任研究官、上島養成訓練部指導室長、藤

高第3研究グループ総合研究官、吉田重粒子治療センター障害・臨床研究部障害・臨床第2研究室長、中村海洋放射生態学研究部長の19名であった。また、会議の下に設けられた専門委員会その審議された主要な議題は次のとおりである。

① サイクロトロン安全専門委員会

本委員会は、サイクロトロンの利用に伴う放射線に対する安全管理並びに安全対策を審議するため設置されている。本年度は、(イ) サイクロトロンの使用に係る作業計画の安全性、(ロ) 使用施設に係る安全測定の結果に対する評価等の審議を行った。委員会は、本年度5回開催された。

② 那珂湊支所放射線安全専門委員会

本委員会は、那珂湊支所における放射線施設に関する放射線の安全管理について調査審議するため設置されている。本年度は、(イ) 那珂湊支所と那珂湊支所東海施設の安全管理及び使用RI核種の検討、(ロ) 那珂湊支所放射線作業計画に基づく安全対策、(ハ) 那珂湊支所東海施設の核燃料物質使用承認申請の検討等の審議を行った。委員会は、本年度4回開催された。

③ 重粒子線安全専門委員会

本委員会は、重粒子線がん治療装置の使用に係る作業計画の安全性に関する事項、重粒子線がん治療装置の運転時の安全性に関する事項及び重粒子線棟における作業要領・各種マニュアルに関する専門的事項を調査審議するため設置されている。本年度は、(イ) 重粒子線棟の承認使用に係る変更承認申請の安全評価、(ロ) 作業計画の安全性等について審議を行った。委員会は、本年度7回開催された。

Ⅲ. Ⅲ. 3. 核燃料安全会議

会議は、本年度2回開催され、審議された主要な議題は、次のとおりである。

核燃料物質使用施設の安全性に関する事項

- ① 内部被ばく実験棟における核燃料物質の使用計画について
- ② 内部被ばく実験棟における核燃料物質の使用等に係る施設の安全対策
- ③ 内部被ばく実験棟焼却炉アーム更新工事に関する安全評価及び安全対策

核燃料物質等の使用等に係る放射線障害の防止並びに安全性に関する事項

- ① 内部被ばく実験棟における核燃料物質の取扱いに係る作業者の安全性に関する事項
- ② 核燃料物質等の使用施設に係る安全測定の結果等に対する評価
- ③ 保安規定に基づく定期の実施事項

放射線医学総合研究所核燃料物質使用施設保安規定及び計量管理規定等の一部改正

本年度の会議の構成員は、議長に早田障害基盤研究部長、委員に西澤総括安全解析研究官付主任研究官（核燃料取扱主務者）、曾我企画室長、小田管理部長、近藤技術部長、鈴木技術部技術課長、左藤技術部放射線安全課長、森田重粒子治療センター長、稲葉内 部被ばく研究部長、小泉内部被ばく研究部内部被ばく第4班研究長、内山環境衛生研究部長、今井養成訓練部主任研究官、明石重粒子治療センター障害・臨床研究部障害・臨床第3研究室長の13名であった。

Ⅲ. Ⅲ. 4. 個人被ばく管理

放射線業務従事者の安全を確保するために、放射線障害予防規定に基づき、外部被ばく測定、内部被ばく測定並びに教育訓練を実施し、個人被ばく管理に一層の充実を図った。

放射線業務従事者の記録

平成7年度の放射線業務従事者は1,004名（支所を除く）であり、その内訳は、次のとおりである。

職員 307名

外来研究者 251名

養成訓練生 62名

請負業者 384名

なお、上記の外来研究者のうち、重粒子線がん治療装置等の共同利用研究員は、143名であった。

外来被ばくの線量当量の測定

放射線業務従事者に対しては、フィルムバッジを主体に補助線量計としてポケット線量当量計、熱蛍光線量計（TLD）により測定した。現在使用しているフィルムバッジは、M型（X線・γ線・β線用）とA型（X線・γ線・β線用・中性子線用）の2種類を目的に応じて使用し1ヶ月ごとに交換した。医療関係者等不均等被ばく対象者には、フィルムバッジを更に頸部（衿）にも装着させ測定した。また、手の線量当量の測定については、β線を放出する非密封RIを取扱う放射線業務従事者を対象に、X・γ線の他、β線まで測定できるTLD指リングを装着させ、1ヶ月ごとに交換して測定した。また、一時立入者に対しては、ポケット線量当量計、TLDにより測定した。なお、フィルムバッジ及びTLD指リングの測定については、外部機関に委託した。

内部被ばくの測定

非密封放射性同位元素を取り扱う放射線業務従事者については、使用量、作業かんきょうから空気中濃度を計算で求め、内部被ばくのないことを確認した。また、核燃料物質を取扱う施設の放射線業務従事者については、肺モニタ（年2回）及びバイオアッセイ法（年1回）により確認モニタリングを実施し、測定を行った。内部被ばく線量当量の測定結果は、全員検出限界未満で異常はなかった。

個人被ばく評価結果

平成7年度における放射線業務従事者の被ばく線量当量は、法令で定められた線量当量限度以下であった。実効線量当量の評価結果は表1、検出された組織線量当量（皮膚）の評価結果は、表2のとおりである。

教育訓練

管理区域に立ち入った後の1年を越えない期間ごとに行う教育訓練は、（社）日本アイソトープ協会の池田正道氏を迎え「阪神・淡路大震災の経験を踏まえて」と題しての講演のほか、「放射線安全管理」について、放射線業務従業者のうち対象者303名に対し実施した。

表1 平成7年度放射線業務従事者の実効線量当量分布		0.1以下	0.1を超え 0.5以下	0.5を超え 5.0以下	5.0を超え 15.0以下	15.0を超え 20.0以下	20.0を超え 25以下	25を超え 50以下	50を超えるもの	総数
職員	研究者	167	4							171
	医療関係者	67	5	1						73

管理担当者	59	3	1						63
小計	293	12	2	0	0	0	0	0	307
外来研究者	249	2							251
養成訓練生	62								62
請負業者	377	1	4	2					384
合計	981	15	6	2	0	0	0	0	1,004

表2 平成7年度放射線業務従事者の皮膚の組織線量当量分布（0.1mSV以上）

線量当量 (mSv/ 年) 作業者区 分	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 超えるもの	総数 (人)
職員								
研究者	4							4
医療関係者	6	1						7
管理担当者	3			1				4
小計	13	1		1	0	0	0	15

外来研究員		1	1					2
請負業者	2		4	1				7
合計	15	2	5	2	0	0	0	24

注) フィルムバッチとTLDを併用している場合には、その中の大きい値で評価した。

Ⅲ. Ⅲ. 5. 健康管理

放射線障害防止法、人事院規則及び所内規定に基づき放射線業務従事者の健康診断を実施した。健康診断の実施状況は、新規の職員、外来研究者に対し就業前の健康診断を実施するとともに、年4回（被ばく歴の調査及び末しょう血液については年2回）対象者（述べ年間1,451名）に対して問診票（自覚症状の調査）により実施した。問診票の調査結果から健康管理医の指示により3名に対し血液、皮膚、眼の検査、1名に対し皮膚の検査を実施した。診断結果については、委託専門医の報告を踏まえた健康管理医の判断により、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。

Ⅲ. Ⅲ. 6. 放射線安全管理

(1) 放射性同位元素の受入れ及び管理

本年度に受け入れた放射性同位元素の種類及び数量は、表3のとおりである。入荷した放射性同位元素は、個々に管理番号を付け、所定の貯蔵庫に保管され、配分し使用された。放射性同位元素の使用に当たっては、6ヶ月又は3ヶ月（那珂湊支所）ごとに作業計画書により、核種、使用数量、実験方法等に把握するとともに、貯蔵中の放射性同位元素についても、定期的に在庫調査を実施し、管理に万全を期した。

(2) 線量当量率、表面密度及び排気中濃度の測定

秘密封放射性同位元素を使用する施設（以下「RI使用施設」という。）の管理区域内の人が常時立入る場所及び同区域境界における線量当量率の測定は、1ヶ月ごと、その他の放射線施設については、6ヶ月ごとにサーベイメータにより実施し、法令で定められた線量当量限度以下であることを確認した。RI使用施設の管理区域内の

放射性同位元素による表面密度の測定は、1ヶ月ごとにスミア法またはサーベイメータにより実施し、汚染の早期発見及び被ばく防止に努めるとともに、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の測定は、排気モニタによる連続測定及び計算により算出したが、法令で定められた濃度限度以下であった。

(3) **放射線施設の維持管理**

放射線施設並びにその周辺に設けている管理区域は、24ヶ所であるが、定期的に自主点検を行い、建物のクラックの補修、標識の張替え、フィルタの交換等施設の維持管理に努めた。

(4) **放射線安全管理者**

管理区域ごとに放射線安全管理者（那珂湊支所を含む）18名をおき、放射線安全管理に努めた。

(5) **一般管理**

サーベイメータ等の測定機器類の校正を行うとともに、施設ごとにサーベイメータ等を配置し、安全管理の強化に努めた。X棟、晩発障害実験棟に設置したX線装置並びにCT検診車について、使用前の測定、管理区域の設定等、所要の手続きを行った。本所及び那珂湊支所において放射性同位元素の入荷、使用、保管、廃棄等の在庫管理を行っているが、従来のシステムでは年々蓄積されるデータの処理に困難を来してきたため、システムを更新し、ネットワーク上においてデータ等の処理が実施できるRI管理システムを導入した。

表3 平成7年度RI入荷量

1. 非密封RI

<研究用>				<診療用>	
<第1群>		<第3群>		<第3群>	
90Sr	3.7MBq	32P	3.7GBq	67Ga	10.5GBq
<第2群>		35S	185.0MBq	99Mo-99mTc	129.5MBq
45Ca	37.0MBq	59Fe	129.5 "	111In	74.0 "
65Zn	37.1 "	131I	2.6 "	201Tl	999.0 "
85Sr	111.0 "	<第4群>			

100Cd	37.0 "	3H	1.1GBq	2.密封 RI (3.7MBq をこえるもの)	
125I	111.0 "	14C	158.2MBq	63Ni	3.7MBq
129I	17.0kBq	51Cr	426.7 "	68Ge-68Ga	18.5 "
137Cs	740.0 "				9.3 "
185W	37.0kBq				

Ⅲ. Ⅲ. 7. アルファ線管理

(1) **アルファ線棟関係**

環境試料等のプルトニウムの分析及び測定が実施された。放射線管理については、線量当量率等の測定を行い、法令で定められた値以下であることを確認した。

(2) **内部被ばく実験棟関係**

① 施設及び作業管理

過去にプルトニウムを投与したビーグル犬、ラット及び、マウスについて現在も長期飼育中である。今年度は、ラット及びマウスへのプルトニウム吸入投与実験が4回、注射投与実験が2回実施された。プルトニウムの取扱いはグローブボックス内で行われ、測定用試料やオートラジオグラフィ用試料をグローブボックスから取出し、フード内で汚染拡大防止上の必要な処置を施し、放射能測定や各種観察・試験が実施された。これらのプルトニウム取扱作業については事前に作業計画を確認し、必要により汚染検査・作業への立会いを実施した。プルトニウム及び実験動物の取扱い並びに使用設備の操作等について安全に行われたことを確認した。作業終了後の汚染検査では、作業室への漏洩・表面汚染等は認められなかった。排気・排水系及び焼却設備等の機器の開放を伴う点検・修理を実施するにあたっては、事前に作業計画の安全性を十分に検討し、汚染拡大防止を目的とした作業場所の養成、作業者の内部被ばく防護に注意を払う等の措置を行い、安全な作業の遂行を確認した。このように安全に係る作業管理に努めた結果、作業員への内部被ばくや作業場周辺等へのプルトニウムによる汚染及びその拡大は認められなかった。また、各作業室内の空気中プルトニウム濃度の管理については、主にエアースニフアシステムを用いて行い、法令で定められた値以下であることを確認した。

② 廃棄物管理

排水管理については、法令等で定められた値以下であることを確認し、約 5244m³の排水を 55 回 に分けて放出した。排気管理については、 α 線及び β (γ) 線を放出する核種は検出されず、法令で定められた値以下であることを確認した。管理区域内で発生した可燃性及び不燃性廃棄物は、地下廃棄物処理設備で焼却・保管排気した。なお、焼却灰を含む固体廃棄物は不燃性廃棄物ドラム缶(200l/本) 28 本(内、焼却炉改修工事で発生した廃棄物 12 本) 発生し、また焼却炉改修工事でアーム収納容器 6 本が発生し、地下廃棄物保管庫内に保管廃棄した。

③ 地下焼却炉内アーム更新工事

放射性廃棄物の処理設備である焼却炉について、炉内灰掻き出し用アームが経年劣化により、亀裂、脱落が生じたため、アーム更新工事が実施された。当該作業に関し、放射線管理を以下のとおり実施し、安全に作業を行うことができた。

1. 作業期間 平成 7 年 11月27日～平成 8 年 3月9日

2. 作業概要

所内手続き(従事者申請等)

焼却炉上部ハッチ及び側部ハンドホール部の汚染防止対策並びに機器類設置(グリーン・ハウス等)及び緩衝物撤去

焼却炉内放射線状況確認

本作業(アーム取出し、炉内清掃、新アーム取付)

現場復旧及び退所手続き

3. 放射線管理更新工事前に炉内放射線状況について事前モニタリングを実施し、特殊放射線管理計画書を作成した。それに従い、放射線管理を実施した。ほぼ、予想された放射線状況であり、それに対応した防護策を講じ、安全に作業を行うことができた。なお、作業者の個人被ばく値は、全て検出限界値未満であった。

Ⅲ. Ⅲ. 8. 中性子線安全管理

(1) 放射線安全管理用機器等整備

サイクロトロン棟及びポジトロン棟においては、ガスモニタ(3基)、ダストモニタ(2基)、排水モニタ、ゲートモニタ等により安全管理に努めた。重粒子線棟

においては、新たにゲートエリアモニタ（管理区域 1：1 基）を設置した。また、棟内エリアモニタ（ γ 線用/28 基、n 線用/10 基）、管理区域境界エリアモニタ（専用： γ 線用 2 基、n 線用/2 基、共用： γ 線用/4 基、n 線用/4 基）、ガスモニタ（6 基）、ダストモニタ（3 基）、排水モニタ（3 基）、及び測定機器等を整備し、安全管理の強化に努めた。管理区域の出入り管理は、ID カードにより総合的に管理するなど、安全管理に万全を期した。

(2) 線量当量率・表面密度及び排気中濃度の測定

線量当量率の測定は、照射線発生装置使用施設（重粒子線棟・サイクロトロン棟及びハンデグラフ棟）、照射装置使用施設（中性子線棟）の各管理区域内で人の常時立入る場所及び管理区域境界等については、6ヶ月を超えない期間ごとにサーベイメータ及びレムカウンタにより実施した。このほか、重粒子線棟にフィルムバッジを 51ヶ所、TLD を 13ヶ所、サイクロトロン棟にフィルムバッジを 34ヶ所、ハンデグラフ棟にフィルムバッジ及び TLD を 3ヶ所設置して施設の放射線監視を行った。表面密度・室内線量当量率及び放射性核種分析等の測定は、重粒子線棟・サイクロトロン棟及びポジトロン棟の各施設に応じて 1ヶ月あるいは 6ヶ月ごと及び随時に、スミヤ、サーベイメータ及び核種分析器等により実施した。排気中の放射能濃度の測定は、重粒子線棟・サイクロトロン棟及びポジトロン棟においてガス及びダストモニタで連続測定し、1ヶ月及び 3ヶ月間の平均濃度をそれぞれ算出した。これらの測定結果は法令で定められた値以下であった。ビーム照射室においては、照射直後の室内空間線量当量率の測定及びビーム照射された物については、表面の線量当量測定を行い装斜線作業従事者の安全を図った。また、重粒子線がん治療装置の運転及び研究の進展に伴い、

- イ) 直線加速装置、シンクロトロンの運転時間の延長及びイオン種の追加
- ロ) 管理区域 4 (RI 実験室) での、非密封 RI の使用
- ハ) 管理区域 3 (処理室) での、ポジトロン CT 装置設置に伴う密封 RI の使用等の変更申請を行い利用の便を図った。

Ⅲ. Ⅲ. 9. 環境放射線監視

(1) α 線の環境放射線監視

環境試料等のプルトニウムの分析及び測定が実施された。放射線管理については、線量当量率等の測定を行い、法令で定められた値以下であることを確認した。

(2) 事業所の境界における線量当量率の測定

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8ヶ所、フィルムバッジ及びTLDを17ヶ所設置して環境放射線の監視を行った。その結果は、通常の範囲内であった。

Ⅲ. Ⅲ. 10. 放射性廃棄物処理

所内（那珂湊支所を除く。）の各放射線施設から発生した放射性廃棄物の処理の概要は次のとおりである。

(1) 固体廃棄物

可燃物、難燃物及び不燃物は、主にRI使用施設から排出されたものであった。塩ビ等の大型容器、大型の金属などについては、減容し非圧縮性不燃物とした。これら放射性廃棄物は、それぞれ専用のドラム缶（50l/本及び1l/本）に詰替後、廃棄業者に引き渡し一部は廃棄施設に保管している。

(2) 液体廃棄物

高レベル液体（ $37\text{Bq}/\text{cm}^3$ **）、中レベル液体（ $0.37\text{Bq}/\text{cm}^3$ 以上 $37\text{Bq}/\text{cm}^3$ 未満）は専用の容器に封入後、液体廃棄物保管庫に保管した。低レベル廃液（ $3.7\times 10^{-4}\text{Bq}/\text{cm}^3$ 以上 $0.37\text{Bq}/\text{cm}^3$ 未満）については、排水処理設備によるイオン交換、凝集沈殿等の科学的処理を実施し、法令に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のち、放流した。極低レベル廃液（ $3.7\times 10^{-4}\text{Bq}/\text{cm}^3$ 未満）についても法令に定められた排水濃度限度以下であることを確認したのち、放流した。トリチウム廃液については、トリチウム廃液専用の希釈槽を用いて一部希釈処理を実施し、法令に定められた濃度限度以下であることを確認した。なお、平成7年度の放流はなかった。有機廃液は、法令で定められた核種については有機廃液焼却装置で廃液処理を行い、それ以外の核種については専用の容器に封入後、液体廃棄物保管庫に保管した。なお、有機廃液焼却装置にて焼却した後の残渣は対火容器に詰替後、保管棟に保管した。

(3) 動物死体等廃棄物

動物死体、しきわら等の動物死体等廃棄物は、専用の冷凍庫に保管した。

平成7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を表4に示す。

表4 平成7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	200l ドラム缶 3 本	保管中	0 本
	可燃物	50l ドラム缶 33 本	同上	0 本
	難燃物	50l ドラム缶 67 本	同上	0 本
	不燃物	50l ドラム缶 31 本	同上	0 本
	非圧縮性不 燃物	50l ドラム缶 26 本	廃棄業者に引き渡し	26 本
動物死体等		10l カートンボックス 100 個 (266.3Kg)	専用冷蔵庫に保管中	
排気フィルター	ヘパフィルター50 個		廃棄業者に引き渡し	29 個
	プレフィルター12 個		同上	8 個
	チャコールフィルター5 個		保管中	0 個
種類		放流又は回収量	処理状況	引き渡し 数量
液 体	高・中レベ ル	193l	保管中	0 本
	低レベル	395.15m3	化学処理し、測定後放流	
	極低レベル	1013.6m3	測定後放流	
	トリチウム	23.0m3	貯留中	
	有機廃液	46l	焼却量 274.5l 残渣 量.0Kg は保管中	

IV. 養成訓練業務

IV. I. 概況

放医研の養成訓練業務は、本研究所の設置目的の1つ「放射線による人体の障害の予防・診断および治療ならびに放射線の医学利用に関する技術者の養成訓練」に従い、昭和34年から養成訓練部において実施されてきた。以来37年間、表1にみられるごとく、平成7年度末で5,467人の研修生を送り出し、我が国の原子力・放射線関連分野においてこれらの卒業生は第1線で活躍しており、本養成訓練業務の存在は、きわめて重要な位置を占めている。内容面においても、時代の要請に即応しながら各課程の科目一覧に示されているように放射線・アイソトープの取扱い及び安全教育を重視してそれには、多くの時間を割いている。平成7年度の養成訓練業務は、所内はもとより所外の関連機関からの協力を得て、「放射線防護課程」3回、「RI利用生物学・基礎医学課程」1回、「緊急被ばく救護訓練課程」2回、「環境放射線モニタリング課程」1回および「放射線看護基礎課程」2回を実施した他、海上保安庁と科学技術庁の委託による「海上原子力防災課程」1回と「原子力軍艦放射能調査技術研修会」1回をそれぞれ行った。以下に各課程の概要を示す。また表1に修了者の機関別概要を、表2に各課程の科目内容を示す。

- 1) 放射線防護課程 本課程は、昭和34年に開設され、放射線の防護、放射線および放射性物質の安全取扱い、放射線施設の管理等に必要な知識と技術を習得させることを目的とし、研究期間4週間、定員30名、年3回実施している。最近の応募者の傾向は原子力・放射線施設または病院等で放射線防護、放射線取扱いに従事する関係者の増加が目立っている。
- 2) RI利用生物学・基礎医学課程 本課程は、昭和36年開設の「放射線・核医学基礎課程」と昭和40年度に開設の「RI利用生物学課程」を平成5年度から合併して新たに開設したものであるが、医学、生物学、農学、薬学、生化学等の研究にRI、放射線を利用する人を対象にしたもので必要な知識と技術を習得することを目的としている。応募者は多岐の分野にわたっている。
- 3) 環境放射線モニタリング課程 本課程は、昭和53年に開設されたものであり、主に都道府県の放射能調査担当者を対象とし、環境放射線調査の標準化、技術水準

の向上を図ることを目的としている。研修 期間 2 週間、定員 24 名、年 1 回実施している。応募者は各地方自治体の衛生公害研究 所等の実務担当者である。

- 4) 緊急被ばく救護訓練課程 本課程は、昭和 54 年度に開設されたものであり、主に原子力発電所等原子力施設また は放射線施設において従業員の健康管理あるいは診療所等に従事する看護要員、救急要 因を対象とし、放射線およびその人体に対する影響に関する基礎知識を与えるとともに、 放射線管理区域における労働災害の発生に際しての被害者の救急医療に必要な基礎知 識と技術を習得させることを目的としている。研修期間 1 週間、定員 20 名、年 2 回実 施している。応募者は原子力施設の救急要員および関連機関病院、消防関連要員が大部 分である。
- 5) 放射線看護基礎課程 本課程は、平成 6 年度に開設されてものであり、放射線診断や放射線治療にかかわる看 護婦（士）にたいして、放射線い関する基礎知識や放射線防護のために必要な知識・技 術を提供し、放射線看護における看護婦（士）の役割等を習得させ、もって医療放射線 利用の円滑化を図ることを主目的として いる。応募者は殆どが病院等で放射線診療にかかわる看護婦（士）である。

IV. II. 養成訓練業務

平成 7 年度の養成訓練業務は、計 9 回を次の様に実施した。

- (1) 放射線防護課程 第 95 回 平成 7 年 5 月 8 日～平成 7 年 6 月 2 日まで 第 96 回 平成 7 年 6 月 12 日～平成 7 年 7 月 7 日まで 第 97 回 平成 7 年 11 月 15 日～平成 7 年 12 月 13 日まで
- (2) RI 利用生物・基礎医学課程 第 31 回 平成 8 年 1 月 22 日～平成 8 年 2 月 16 日まで
- (3) 環境放射線モニタリング課程 第 18 回 平成 7 年 10 月 9 日～平成 7 年 10 月 20 日まで
- (4) 緊急被ばく救護訓練課程 第 31 回 平成 7 年 4 月 17 日～平成 7 年 4 月 21 日ま で 第 32 回 平成 7 年 9 月 25 日～平成 7 年 9 月 29 日まで
- (5) 放射線看護基礎課程 第 3 回 平成 7 年 7 月 11 日～平成 7 年 7 月 14 日まで 第 4 回 平成 7 年 10 月 30 日～平成 7 年 11 月 2 日まで以上、本年度は 9 課程を通し て 205 名が受講した。受講者を選定するには、その都度所 長を長とする選考委 員会を開催した。

- (6) 課程別の応募者数および受講者数 放射線防護課程 応募者数 受講者数 (女性数)
 第 95 回 14 14 (2) 第 96 回 20 20 (0) 第 97 回 25 25 (1) RI 利用生
 物・基礎医学課程 第 31 回 16 16 (0) 環境放射線モニタリング課程 第 18 回
 11 11 (1) 緊急被ばく救護訓練課程 第 31 回 29 28 (3) 第 32 回 41 30
 (7) (5)放射線看護基礎課程 第 3 回 160 30 (30) 第 4 回 104 31 (31)

表 1 修了者の所属機関別一覧表

平成 7 年度末現在 (※印は現在実施していない)

期間／課程名	国立行政機関	国立病院	国立大学	公立行政機関	公立病院	公立大学	市立大学	特殊法人	民間病院	民間会社	外国機関	その他	合計
放射線防護課程	501	137	527	219	134	65	294	118	44	738		10	2787
※放射線・核医学・基礎医学課程	18	58	289		40	46	158	11	4		1		625
RI利用生物・基礎医学課程	117	8	187	14	3	26	80	4	3	19		2	463
環境放射線モニタリング課程				398									398
緊急被ばく救護訓練過程	51	22	11	172	71		3	61	9	312			712
※放射性薬剤課程	29	35	70	11	12	4	25		2	73	1	1	263
※医療監視員放射線防護過程				70									70
※国際放射線防護過程	2	1	1	1				1					22
放射線看護基礎課程	8	11	16	2	33	3	21		33				127
合計	726	272	1100	886	293	144	581	195	95	1142	18	13	5467

表 2 各課程の科目内容

放射線防護過程

基礎	利用	管理	その他	実習
放射線物理	放射線発生器	法令講義	施設見学	計測値の統計とβ線の性質
放射線測定	原子炉概論	放射線被ばくの制限値	法令演習	サーベイ・モニタリング
液体シンチレーションカウンター	標識化合物	密封RIの安全取扱い	物理演習	ガスフローカウンター
線量標準測定法	オートラジオグラフィ	放射線施設概論	計測演習	液体シンチレーションカウンター
放射線科学		廃棄物処理技術	化学演習	γ線スペクトロメトリ
放射線生物学		放射線遮蔽	生物演習	RIの安全取扱法
放射線遺伝学		職業被ばく	ビデオ	非密封RI取扱法
放射線被ばくによる身体的障害		個人被ばく管理	実習講評	汚染管理
環境放射線			実習室整理	オートラジオグラフィ
環境放射能				急性放射線障害
				放射化学分析法

RI 利用生物・基礎医学課程

基礎	利用	管理・その他	実習
(共通)	(共通)	(共通)	(共通)
放射線物理	遺伝子工学	医療被ばく	計数値の統計とβ線の性質
放射線測定	染色体異常による線量推定	放射線被ばく	液体シンチレーションカウンター
液体シンチレーションカウンター	放射線病理学	身体的影響	γ線スペクトロメトリ
線量標準測定法	放射線と免疫	施設見学	RIの安全取扱法
放射線科学	がん研究におけるRIの利用	実習講評	ラジオイムノアッセイ
放射線生物学		実習室整理	サザンハイブリダイゼーション
放射線遺伝学			オートラジオグラフィ
モノクロナール抗体			
オートラジオグラフィ			
ラジオイムノアッセイ			
放射線治療の生物学的基礎			

生物系

基礎	生物学・基礎医学	管理・その他	利用	実習
放射化学分析	クロマチン構造	法令	物質代謝におけるRIの利用放射線応用	液シン試料調製法
放射線化学	放射線遺伝学特論	放射線被ばくの制限値分析		
	放射線とフリーラジカル	標識化合物		
	個人被ばく管理			
	内部被ばく線量評価			

医学系

基礎	生物学・基礎医学	管理・その他	利用	実習
	免疫核医学			急性放射線障害
	動態画像			
	PET			
	MR			
	医療画像評価法			
	核医学データ処理			
	放射線治療学			
	重粒子線治療の基礎			
	子宮頸がんの放射線治療			
	中性子捕捉療法			
	集学的療法			

環境放射線モニタリング課程

基礎	応用	実習
放射線と物質の相互作用	γ線モニタと緊急時サーベイ	サーベイメータ
放射生態学	環境モニタリングの実際	線量測定
食品中の放射性核種	電離箱	環境中ラドンの測定と線量評価
線量体系とICRP	線量標準	
放射線のリスクと被ばく限度	固定飛跡検出器	
	環境放射線モニタリングの現状	
	環境γ線調査の全国サーベイ	
	環境放射線トピックス	
	緊急時医療対策	

緊急被ばく救護訓練課程

基礎	応用	実習
放射線の基礎（線量と測定）	緊急被ばく医療の概念	サーベイメータ
放射線の生物影響	緊急被ばく救護概論	緊急蘇生法
放射線の人体への影響	放射線被ばく事故の概況と対策	緊急時の身体汚染測定と措置
	被ばく障害と汚染患者の取扱い	緊急時の被災者救助と移送
	緊急時の身体汚染測定と線量評価	ホールボディカウンター

放射線看護基礎課程

基礎	応用	その他	実習
放射線概論	放射線治療に於ける看護の役割	デモ：非密封放射性同位元素の安全取扱い	研修期間中における線量の測定
放射線の基礎	放射線防護	ビデオ：診断用X線の防護	放射線源の測定
放射線影響	放射線診断での看護	アイソトープ診療の防護医療施設における安全取扱い	放射線の性質と放射線被ばくの防護
放射線防護	密封小線源治療での看護		X線撮影の際の看護婦の被ばく
	放射線治療での看護		
	核医学での看護		

IV. III. 研究業務

(1) 放射線教育の質の向上と高度化にかかわる調査研究

安部道子、上島久正、今井靖子、根井 充、金原 進

原子力開発利用、放射線と RI の利用の進展に伴い、原子力・放射線関連科学技術者・研究者などの放射線教育は重要かつ不可欠である。そのため放射線防護・放射線影響などの観点から調査研究を行い、放射線教育の質の向上・高度化に資する。

- ① 気圏における放射性物質の挙動と呼吸器被ばく線量評価に関しては、千葉市で 5 年間観測した比較的正確な地表大気中 Be の AMAD から日本付近の大気中の滞留時間を Papastefanou らの計算式により求めた結果、6.6-8.3 日が得られた。本結果は種々の物質の環境挙動予測に役だてられる。
- ② 赤血球造血能の放射線障害からの回復と防護に関しては、免疫賦活剤 OK-432 の放射線防護剤としての有用性の検討を行った。OK-432 は最高 756cGy の X 線に照射された脾臓摘出マウスにおいても照射後の生存率を高め、赤血球造血能の回復促進に有効であることが示された。これまでに得られた結果を総合すると、OK-432 はヒトにおいても赤血球造血能の照射後の回復を促進するものと期待された。
- ③ 放射化学に関する基礎的研究に関しては、キチン・キトサン類などへの各種放射性核種の吸着挙動を検討している。本年度は主に放射性 Ru について調べ、塩化物、高酸化状態いずれの化合物でもキトサンに効果的に吸着すること、さらに他の核種に比べ容離しにくいことを明らかにした。
- ④ DNA 損傷誘導性遺伝子の発現制御に関する研究においては、様々な DNA 損傷誘導性遺伝子について、それらの誘導に機能する転写調節因子を同定し、DNA 損傷に起因する遺伝子転写調節機構を明らかにする研究を実施している。本年度はヒトのユビキチン遺伝子 UbC の紫外線誘導機構を明らかにするために、インビボフットプリント法を用いて UbC 遺伝子上流近接領域に存在する転写調節因子認識配列群での DNA-因子相互作用を検出した。
- ⑤ 原子核の構造および反応における相関効果の微視的研究に関しては、重イオンと物質との相互作用のメカニズムを計算機シミュレーションの方法を用いて微視的に解明している。本年度は重イオンを構成する原子核構造を理解するための数値計算プログラムを開発し、重イオン破砕反応の計算を行った。

【研究発表】

- (1) 安部：エアロゾル研究、10(4)、283-288, 1995.
- (2) 安部：日本分析センター広報(jcac)、29, 42-44, 1996.

- (3) 安部：保健物理、31、 16-23, 1996.
- (4) Joshima, H and Tamanoi, I : 10th ICRR, Germany, 1995.9.
- (5) 今井、西川、竹下、西村、渡利、安部：第 32 回理工学における同元素研究発表
会、千葉、1995.7.
- (6) 根井：放射線化学, 38, 251-258, 1995.
- (7) 根井、市村：放医研重粒子線がん治療装置等共同利用研究生物班成果報告会、千
葉、1996.2.
- (8) 根井、三田、市村：日本放射影響学会第 38 回大会、千葉、1995.11.
- (9) 根井、三田、市村：第 18 回日本分子生物学会年会、名古屋、：1995.12.
- (10) Kinpara, S : Prog. Theo. Phys., 93, 1157, 1995.
- (11) Kinpra, S : Prog. Theo. Phys., 94, 657, 1995.
- (12) Kinpara, S Prpg. Theo. Phys., 94, 1157, 1995.
- (13) 金原：日本物理学会秋の分科会、名古屋、1995.9.
- (14) 金原：核理論・実験合同研究会、大阪、1995.11.

IV. III. 1. 職員研究発表（養成訓練部）

A. 原著

1. 安部：エアロゾル研究、10(4)、293-288, 1995.
2. Kanda, R., Joshima, H. and Kobayashi, t. : Jan. J. Risk Analy., 7,67-73,
1995.
3. Mita, K., Tsuji, H., Morimyo, M., Takahasi, E., Nenoi, M., Ichimura, S.,
Yamauchi, M., Hongo, E. and Hayashi, A. : Gene, 159, 285-286, 1995.
4. Mita, K., Nenoi, M., Morimyo, M., Tsuji, H., Ichimura, S., Sawai, M. and
Hamana, K. : Gene, 162, 329-330, 1995.
5. Kinpara, S : Prog. Theo. Phys., 93, 1157, 1995.
6. Kinpara, S : Prog. Theo, Phys., 94, 657, 1995.
7. Kinpara, S : Prog. Theo. Phys., 96, 1157, 1995.

B. プロシーディング

C. 総説等

1. 安部：日本分析センター広報（JCAC）、29, 42-44, 1996.
2. 安部：保健物理、31, 16-23, 1996.

3. 上島：放射線科学、38, 60-65, 1995.
4. 根井：放射線科学、38, 251-258, 1995.

D. 口頭

1. 玉野井、仲村、星川、加地、松本、上島、今関、遠藤：第13回PIXE研究会、東京、1995.9.
2. Joshima, H. and Tamanoi, I. : 10th ICRR, Germany, 1995.9.
3. Tamanoi, I., Nakamura, A., Hoshikawa, K., Kachi, M., Joshima, H. and Matsumoto, M. : 10th ICRR, germany, 1995.9.
4. Inaba, J., Nishimura, Y., Takeda, H. and Joshima, H.; 10th ICRR, Germany 1995.9.

V. 診療業務

V. I. 概況

平成7年度は、治療・診断部にとっていろいろな意味で多忙な一年であった。重粒子線治療臨床試行の2年目に当たり、新たに3部位のプロトコールと放医研独自のプロトコール（総合）をスタートさせ、さらに平成8年度開始に向けて新規6種類のプロトコールを作成した。重粒子線関連の委員会がネットワーク会議を筆頭に数多く開催されたが、その回数は外部委員が加わったものは実に30回以上になり、内部委員だけのものは倫理審査部会29回を筆頭に合計50回以上に及んだ。次に、新病院の完成を一年後に控え、各種の大型医療機器購入の選定作業を行った。これが今年度から高額機器の選定法が変更になったということで、これまでにはなかった作業量を強いられた。

1. 重粒子線臨床試行

重粒子線治療は班研究方式で遂行することが決まり、その予算措置がなされてから2年目になる。始めは不慣れで、せつかくの研究費も十分に活用されなかった感もあったが、今年度はそろそろその成果が出始めたことを実感できる年でもあった。また、すべての患者さんにがんを告知しインフォームドコンセントを取得することもほぼ完全に軌道に乗り、臨床試行実施に伴う照射技術も重要なものがいくつか開発された。照射室が3室同時に使用可能になったのも7年度末のことである。

平成7年度までに作成したプロトコールは「重粒子臨床試行プロトコール」集としてまとめた。これまでに完成したプロトコール、及び8年度開始に向けて新規に作成したプロトコールは次の通りである。

平成6年度	頭頸部腫瘍(9301) 中枢神経腫瘍(9302) 非小細胞肺癌(9303) T3/4 舌癌(9304)
平成7年度	肝細胞癌(9401) 前立腺癌(9402) 子宮頸癌(9403) 総合研究(9404)
平成8年度予定	骨・軟部腫瘍 食道癌（術前） 食道癌（根治） 頭頸部腫瘍Ⅱ 頭蓋底腫瘍 眼腫瘍

新規のプロトコールについても冊紙として出版を計画した。

2. 新病院開設に向けて医療機器の整備状況

平成8年度末に新病院を開設することが本決まりになったのを受けて、各種大型医療機器の購入選定を行った。主なものは、立型X線CT装置、医療情報システム、スペクトガンマカメラ、対向型ガンマカメラ、CR装置、高エネルギーリニアック、X線CTスキャナー（CTシミュレータ）、自動化学分析装置、X線シミュレータ装置、ポジトロンCT装置、X線コンピュータ断層撮影装置、磁気共鳴断層撮影装置、リモートアフターローディング治療装置（高線量率）、リモートアフターローディング治療装置（低線量率）、デジタル・ラジオグラフィー装置など、これまでの内容をほぼ一新するものであった。

3. 診療体制の整備

診療業務を充実させるためには人材の補充が不可欠である。治療面では現在の医

師に加えてレジデントの強化に努めた。診断面では専門医を一名補充し、CT、MRI、核医学などの診断業務の整備を行った。

V. II. 放射線治療技術開発に関する研究

森田新六、宮本忠昭、向井 稔、溝江純悦、中野隆史、鎌田 正、松岡祥介、寺原敦朗、青柳壽幸、石井秀始、石川 敦子、高村 大、富澤 稔、吉岡 大、坂下邦雄、熊谷和 正、砂岡正良、柴山晃一、渡辺秀雄、石居隆義、佐藤弘史、鶴岡伊知郎、金津州亮、田尻 稔、黒岩俊隆、加藤博敏、古賀雅久、吉川京燦、辻井博彦、森田皓三（治療・診断部）、中村譲、古川重夫、遠藤真広、伊藤浩子（治療システム開発室）、佐藤眞一郎（医療情報室）、赤沼篤夫（障害・臨床研究部）

重粒子治療も順調に遂行され、それに伴った治療技術も確実に進歩発展した。毎週月曜日夕方の治療症例検討会では個々の症例毎の詳細な治療方針、照射方法などが、治療医、診断医、放射線技師、医用物理士の間で活発に討議されている。放射線治療の副作用を出来るだけ少なくすることが重粒子線治療の主目的の一つであり、更にこれを通常のX線治療に還元することが我々の大切な使命である。近年益々充実してきた放射線診断分野の腫瘍の局在、大きさ、浸潤範囲、周辺臓器との位置関係などに関する正確な診断にもとずいて、重要正常器官への被曝をさけて、いかに最小必要限度の照射範囲を照射するかという治療技術は患者を対象にしているので、複雑な事項のからみ合いとなる。患者用固定具の開発では患者に負担をかけないことを念頭に置いて、①どのような患者にも適合するユニバーサル固定ベッド、②うつぶせ用頭部固定具、③全身固定用の大型シェル、④MRI撮影と照射で同一体位をとることが可能な固定具、などが完成した。パッチフィールド照射とは腫瘍全体を一つの治療体積で囲む照射野の多方向、複数照射のことで、腫瘍周囲に耐容線量の低い重要臓器が存在するとき、照射範囲を分割して、重要臓器の照射を避ける角度に、それぞれの照射方向を設定して照射する。側方散乱が少なく、加速エネルギーに従ったブラッグピークを有する重粒子線照射では特に有効な照射技術である。実際の臨床でも、頭頸部腫瘍で眼球や脊髄を避けるために実用された。呼吸同期照射法も小さな照射体積の治療が可能な重粒子線治療では欠かせない治療技術である。患者の呼吸は胸壁と横隔膜の動きを伴っている。従って肝臓癌や下肺野肺癌、腎臓癌などでは呼吸に伴って、頭足方向への移動がくり返されている。通常の治療計画ではその移動量を計算に入れて、たて長の照射範囲を設定する。呼吸同期照射法では患者の体表面に置いた呼吸周期モニタ

一の情報から、比較的規則正しい呼吸周期の呼気終末に合わせて照射を行うことで、平均で約40%の照射体積の現象を実現させた。将来の副作用の減少に結びつくものとして考えられている。

V. III. 放射線障害の臨床的研究

宮本忠昭、石井秀始、青柳壽幸、向井 稔、溝江純悦、森 田新六、辻井博彦（治療・診断部）、赤沼篤夫、鈴木 元、明石真言（障害・臨床研究部）

- 1) 障害・臨床研究部によるビキニ被災者、トロトラスト症例の追跡調査研究に診療協力を行った。
- 2) a)悪性リンパ腫、肺小細胞癌などの進行性腫瘍患者に対する化学療法後の造血器障害を緊急時の外部被曝者のモデルとして無菌室治療を行った。無菌室治療使用患者は2名で延べ78日間使用した。
- 3) 免疫制御剤スパガリンの放射線防護作用の基礎的研究をマウスを用いて行い、その成果を発表した。Nemoto,K.,Horiuchi,K.,and Miyamoto,T.:Radiat Res., 141,223-226,1995.

V. IV. 癌の集学的治療の基礎的・臨床的研究

向井 稔、辻井博彦、森田新六、宮本忠昭、中野隆史、鎌田 正、松岡祥介、寺原敦朗、青柳壽幸、阿部敦子、溝江 純悦、加藤博敏

【研究経過】

放射線や化学療法の防護剤として用いられているBRM(biological response modifier)のなかで、ある種のもは腫瘍局所に投与すると放射線の治療効果の増感作用を有する事を、抗原性が弱く放射線抵抗性の腫瘍を用いた基礎的検討にて見いだした。溶血連鎖球菌の凍結乾燥製剤であるOK-432（ピシバニル）の増感率は1.38で、BCGの核酸成分であるMY-1（増感率1.2）や、かわら茸の抽出成分であるソニフィラン（増感率1.0）に比較し最も強い増感効果が認められた。乳酸菌製剤であるラクトバチラスカゼインも、局所投与により放射線増感効果が認められている。現在、OK-432の局所投与と放射線の併用療法を臨床症例、特に消化器癌に応用し、研究継続中である。臨床では、食道癌症例100例に応用し、その5年生存率は30.6%であった。この治療成績は、X線やニュートロンの治療成績をはるかに凌ぐものばかりでなく、手術療法にも勝るとも劣らない成績であった。その他、膵癌、胆管癌、直腸癌症例に、OK-432の局所投与と放射線の併用した集学的治療を継続施行

中である。さらにシスプラチン誘導体であるカルボプラチンの少量投与を併用した食道癌の集学的治療について、スタディが継続中である。

【研究発表】

- (1) Mukai,M.,Kubota,S.,Morita,S.,Akanuma,A.:CANCER, 75, 2276-2280,1985
- (2) 向井、森田、辻井、森田：第49回食道疾患研究会、大津、1995.6.
- (3) 向井、森田、辻井、森田：第33回日本癌治療学会総会、札幌、1995.9.
- (4) 向井：第8回日本BRM学会総会、岐阜、1995.12.

V. V. 画像診断による臓器疾患の評価研究

中野隆史、辻井博彦、森田新六、宮本忠昭、向井 稔、鎌田 正、松岡祥介、寺原敦朗、加藤博敏、古賀雅久、溝江 純悦、坂下邦雄、熊谷和正、柴山晃一、石居隆義、砂岡正 良（治療・診断部）、佐藤真一郎（医療情報室）

【研究経過】

- 1) CT画像やMRI、超音波断層像などの画像診断法を用いて癌病巣の進展範囲、転移部位等の診断を行い、治療領域の決定や放射線治療方針の決定に用いられた。
- 2) MRI画像はCT画像で抽出不可能な腫瘍の抽出や生化学的性状の検出に有効である。これを利用して、肺癌の脳転移の早期発見の試みがなされ、早期の治療に役立っている。また子宮癌でも腫瘍の抽出にはMRIが威力を発揮している。特に体部方向の腫瘍の浸潤の診断価値が高い。照射前の腫瘍量と照射後の腫瘍量の比較により、定量的な照射効果の解析が行われているのみならずMRI信号の照射に伴う変化の研究も行われた。特にT2強調画像が腫瘍の抽出に有効であった。これに用いて重粒子線治療の照射効果の追跡を行う事が可能であり、今後、照射効果の有力なパラメーターとなる事が考えられた。
- 3) RIは肝臓、肺、腎臓を中心に転移病巣の検出や生理学的機能の変化を検索し放射線照射に伴う変化を研究することができた。特に骨シンチは骨転移の早期診断に有用にであった。
- 4) X線CT画像を用い、治療計画を行い、患者の皮膚上にレーザービームで照射野を描画するX線シュミレーター装置により、X線透視で見えない腫瘍病巣の治療計画が可能となり、精度の良い放射線治療が行われている。

- 4) CT画像による陽子線治療計画システムにより眼球悪性黒色腫の治療計画を行い、精度が0.5 mm以内の精度で治療が行われた。
- 6)ポジトロンCTにより頭頸部癌や肺癌、肝臓癌、子宮癌 へのメチオニンの取り込みと照射による変化の研究を行い、照射効果の早期診断が可能であることが判った。

V. VI. 子宮癌の放射線治療における予後因子と照射による癌細胞の病理学的変化

中野隆史、石川敦子、寺原敦朗、大内隆三、清水一範、森 田新六、辻井博彦（治療・診断部）、佐藤真一郎（医療情報室）、安藤興一（第3研究グループ）

【研究経過】

放射線治療の対象となる子宮癌組織を免疫病理組織学的に検討し、予後因子ならびに放射線感受性の先行指標を検索した。また、癌に対する放射線治療効果の判定のための組織学的判定基準を確立する研究を行った。癌細胞の照射による病理形態や細胞動態を検討し、これにより重粒子線治療の照射効果の病理組織学的指標を確立する基礎研究を行った。X線治療を行った子宮頸癌患者の照射前の生検組織材料を用いて癌遺伝子 C-erbB-2 蛋白や P53 蛋白の腫瘍発現と 細胞増殖関連因子 Growth Fraction, pMI との関連や照射効果ならびに予後の相関について研究した。

この結果、癌遺伝子 C-erbB-2 蛋白を発現する子宮頸癌は Growth Fraction が低く、pMI が高いことが明らかとなった。これによりこの遺伝子が発現する腫瘍は細胞回転が早く、細胞増殖が旺盛な一方で、休止期の細胞集団を多く含んでいることが示唆された。さらに予後解析によると、C-erbB-2 癌遺伝子産物の発現陽性例の5年生存率は48.5%で、陰性例の68.7%に対し有意に予後不良であった。この遺伝子の発現する腫瘍患者は局所制御率と生存率ともに 対照患者に比べ有意に低いことが明らかとなった。また Mn-SOD が発現している子宮頸癌はそうでないものに比べ、照射効果が劣り、局所再発が多く、予後が不良であることが明らかとなった。

これらのデータは I A E A の Co-ordinated Research Program 「放射線治療に寄与する放射線感受性因子の共同研究」国際会議において報告された。

【研究発表】

1. Nakano, T., Oka, K.: Cancer 72, 2401-2408, 1993.
2. Oka, K., Nakano, T., Arai, T.: Cancer 73, 668-671, 1994.

3. Oka,K.,Nakano,T.,Arai,T.:Cancer 72.160-164,1993.
4. Oka,K.,Nakano,T.,Hoshi,T.:Cancer 72,2621-2627, 1993.
5. Nakano,T.,Oka,K.,Handa,K.,Morita,S.:Clin Immunol and Immunopathol 79,79-86,1996. 6.
6. Oka,K.,Nakano,T.,Hoshi,T.:Cancer 77,2280-2285, 1996.
7. .Nakano,T.,Oka,K.,Taniguchi,Y.:Cancer Res. 56,2771 -2775,1996.

V. VII. 陽子線治療に関する臨床的評価研究

中野隆史、森田新六、辻井博彦、寺原敦朗、石川敦子、宮本忠昭、溝江純悦、向井稔、鎌田 正、松岡祥介、柴山 晃一、石居隆義、森田皓三、(治療・診断部)、遠藤真広、古川重夫、中村 謙 (治療システム開発室)、佐藤真一郎 (医療情報室)、平岡武、福村明史 (物理研究部)、金 井達明 (医用重粒子物理工学研究部)

[研究経過]

ぶどう膜悪性黒色腫に対しては視力や眼球を温存して腫瘍を制御する方法として陽子線治療が注目され、欧米では治療の主力となっているが、本邦においてはその発生率が欧米に比べ極めて低いところから陽子線治療が一般化 されるに至っていない。放医研では1985年からシャープな線量分布を実現できる陽子線を用いてこの疾患の治療経験を蓄積してきた。治療開始後10年が経過したので長期の治療成績を分析した。この治療システムは重粒子線治療とほとんど同じであるところから重粒子線治療の適応および治療システムの開発研究の基礎研究としての役割を果たしてきた。重粒子線治療が始まったが、極めて小さい照射容積の腫瘍の重粒子線治療システムの完成には依然、基礎研究が必要である。また本研究は陽子線治療により超小照射容積の治療システムの開発を継続すると同時に治療経験を積み、来るべき超小照射容積の精密重粒子線治療に備える目的も持っている。

[対照と方法]

1995年12月までに47名のぶどう膜悪性黒色腫 患者が陽子線で治療された。うち1例は術前照射で46名が陽子線単続照射例であった。腫瘍の大きさと発生部位をみると(表1)、18例28.3%が小-中腫瘍で、29例61.7%が大-特大腫瘍患者であった。さらに、視神経乳頭、黄斑、毛様体や光彩に浸潤しているものが26例55.3%も認められた。腫瘍の小さいものはほとんどが視神経乳頭に発生したものであった。21例44.7%のみが重要部位から離れているものであり、腫瘍径が大きいも

のの眼球保存ならびに視力保存の期待できる対象であった。放医研のサイクロトロンにより加速された陽子線のエネルギーは70MeVであり、ビームの最大飛程が約36mmである。陽子線治療には垂直ビームポートを使用するので、患者は仰臥位に設定し、照射方法は前方1門照射法により週1回法で、10Gy-14Gy/回、総線量50Gy-70Gy、治療期間4-5週間で治療した。治療計画には眼球のCT画像を用い、眼球強膜にマーカリングを逢着し、陽子線治療計画システムにより照射野、コリメータ、飛程を決定した。毎回の治療位置の照合にはX線写真によりリングをマーカーに0.5mm以内の照合精度で治療を行った。

【結果】

照射後の腫瘍の縮小は極めてゆっくりと起こることが特徴的であり、数年後も縮小を示すものが多く認められた。47例の患者の治療成績は累積5年生存率=94.5%、10年生存率89.1%であった。また、累積5年、10年局所制御率はともに85.1%であり、腫瘍再増殖例は7名認められた。3名が原病死しており、その死因は肝臓転移(2名)、脳転移(1名)であった。

これまで13例が何らかの理由で眼球摘出されたため5年累積眼球保存率69.2%となった。眼球摘出の原因は再発が7名、網膜出血や緑内障などの合併症によるものが6例であった。主な合併症としては大線量照射のため全例が照射された網膜に放射線網膜症が発生したが、網膜出血が5名、緑内障は7名、白内障が2名に認められた。

腫瘍のために治療前に視力障害が多数認められ、0.1以上の視力が残存したものは27例であり、照射後も0.1以上の視力が保存された症例は12名おり、0.1以上の視力温存率は44.4%であった。眼瞼皮膚の放射線による色素沈着や色素脱失は照射後1年以内に強く認められたが、数年後には回復し、外見上ほとんど目立たなくなり美容上問題ない程度となった。

【考察】

ぶどう膜悪性黒色腫の治療は古くから眼球摘出術が施行されていたが、術後患者の長期生存率は必ずしも良好ではなかった。そこで、少なくとも眼球摘出と同等またはそれ以上の長期生存率が得られ、且つ視機能を保存することができるような治療法が近年、欧米を中心に積極的に試みられるようになってきた。光凝固、局所切除術は比較的小さな腫瘍を主たる対象とし、中等度大の腫瘍ではCobalt-60、I-125による強膜逢着照射、陽子線治療などの放射線治療が中心となっている。

本来、悪性黒色腫は極めて放射線抵抗性の腫瘍であり、1回線量を多くして、大線量を照射しないと局所制御を得ることができないことから、小さな照射野でもシャープな線量分布を実現できる陽子線は本疾患にはよい適応である。本疾患に対しては欧米ではすでに4000例以上の陽子線治療報告があり、その局所制御率は96%以上で5年生存率は約80-88%という優れた成績が得られている（研究発表1、2）。放医研の本治療成績は治療患者数が少ないものの、進行症例が多いにも関わらず、5年、10年生存率94.5%、89.1%、局所制御率85.1%、眼球保存率69.2%と良好な成績を示している。この成績は本邦の眼球摘出術の5年、10年生存率（全例141名）78.5%、65.9%と比較しても良好な成績であった。また、容貌変化や皮膚反応などは美容上問題ない程度であり、眼球保存や視力温存の点でも多くの症例に機能の温存を計ることもできた。このことから、ぶどう膜悪性黒色腫に対する陽子線治療は眼球や視力の温存が期待できるとともに高い生存率が望める治療法であることが確認できた。

【研究発表】

1. 森田、中野：眼科学体系 8B 眼腫瘍、29-35、1994.
2. Nakano,T.et al.:PTCOG21,Chiba,1994.
3. 中野他：日医放総会、横浜、1993.4.
4. 中野：日本眼科学会総会、京都、1996.5.

V. VIII. 子宮癌の腔内照射治療の最適化に関する臨床的研究

中野隆史、寺原敦朗、石川敦子、森田新六、辻井博彦、森田皓三（治療・診断部）、中村 謙、古川重夫（治療システム開発室）、佐藤眞一郎（医療情報室）

【研究経過】

子宮癌の放射線治療は腔内照射法により腫瘍に十分な線量を集中させることにより良好な治療成績を上げているが、腫瘍の大きな進行癌に対しては未だに線量分布が最適化されていない。そこで色々な医用画像を用いて子宮癌の形状に即した線量分布を実現するための臨床的研究を行った。

放医研では高線量率腔内照射法によりこれまで約1500例以上の子宮癌患者に根治治療を行って、その実績を基に子宮癌の放射線治療の基準化に大きく貢献してきた。しかし、腫瘍の大きな子宮頸癌は局所制御が不十分であり、その原因として腔内照射の線量分布が根治線量で腫瘍を包含していないことが考えられる。そこで、腔内照射の

線量分布の最適化プログラムを開発し、他施設間との共同研究によりその有用性の検討を行う研究を開始した。またMRIを用いて腫瘍の局在を診断し、線量分布の最適化に努めている。CT画像やMRIを駆使して子宮癌の局在診断を行うとともに腔内照射治療時のアプロケータ挿入CT画像により腔内照射の線量分布を計算し、最適な線量分布となるよう線源位置と照射時間を自動的に算出する治療計画装置の開発を行った。本年度は前年度に引き続いて線量分布計算システムの開発を開始し、基本プログラムの一部を完成させた。一方、子宮癌患者の腔内照射治療の線量分布をDVHを用いて解析し、線量分布と局所制御と放射線障害の関係を分析し、最適な線量分布を分析する研究を開始した。前年度に23例の症例について局所制御された患者と再発患者の腔内照射線量分布をDVHにより解析し、再発例は24Gy以下の線量容積が大きいことが明らかとなったことから本年度は子宮頸癌の腔内照射線量を最適化して治療を行い、患者治療データを収集・蓄積している。

1) 院内医学画像管理システムからCT画像やMRI画像をオンラインで転送し、この画像により腔内照射の治療計画や線量計算を行うシステムのほとんどが完成した。これは空間座標もあわせて取り込みこのCT画像から正確な腫瘍や臓器輪郭を抽出するためのシステムである。この画像に腔内照射の線量分布を重ね合わせ臓器の線量容積の解析を行う。

2) 子宮癌の腔内照射治療における局所制御と線量分布の関連の研究

これまでに放医研で治療され2年以上経過観察された子宮頸癌の腔内治療患者をDVH解析により検討した。その結果、局所再発例は腫瘍の24Gy以下の線量容積が大きい症例に多く、局所制御された症例は24Gy以下の線量容積が著しく小さかった。この結果から腔内照射の局所再発には腔内照射の線量分布が不十分なことが一因と考えられた。また、DVHの評価は一般に相対線量容積で分析される傾向が強いが、絶対線量容積の方が局所制御とより相関が強く、絶対線量容積での評価が重要と考えられた。さらに、腫瘍の大きさに対応した個別化治療が不十分であることが分かった。

3) 子宮頸部腺癌の放射線治療成績の解析

これまで放医研で治療された58名の子宮頸部腺癌の放射線治療成績を解析した。5年生存率はI期II期III期IV期それぞれ、85.7%、66.7%、32.3%、9.1%で子宮頸部扁平上皮癌に比べて成績が低かった。腔内照射と外部照射で治療された

が、腔内照射を高線量率線源で治療した患者の局所制御率は低線量率線源の場合に比べて低下していることが特徴的であった。

【研究発表】

1. Arai, T., Nakano, T., Oka, K.: Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys. 27, 811-816, 1993.
2. Nakano, T., Arai, T., Morita, S., Oka, K.: Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys. 32, 1331-1336, 1995.
3. Terahara, T., Nakano, T., Ishikawa, A., Morita, S., Tsujii, H.: Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys. 1995.

V. IX. 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			入院患者延数	取扱患者数	1日平均患者数	病床利用率	平均在院日数	新患者数	外来患者延数	1日平均患者数	平均通院回数
総数	男	女	総数	死亡	その他									
270	170	100	278	6	272	13,076	13,354	35.7	45.8	47.7	518	11,855	46.3	22.9

表 2 年齢階級別、性別、放射線障害による入院患者数

年齢	総数	30~39	40~49	50~59	60~69	70~79	
性別	男	14	0	0	1	8	5
	女	1	0	0	0	1	0
計	15	0	0	1	9	5	

表 3 RI 診断患者数

		実数	延数
性別	男	221	454
	女	140	268
総数		361	722

表 4 - I 年齢階級別、性別、悪性新生物による入院患者数

年齢	総数	9歳以下	10~19	20~29	30~39	40~49	50~59	60~69	70~79	80~	
性別	男	156	0	0	4	3	6	26	56	50	11
	女	100	0	1	2	3	9	20	24	32	9
計	256	0	1	6	6	15	46	80	82	20	

表 4 - II 疾病分類別悪性新生物による入院患者数

疾病分類/数	D57	D58	D60	D61	D62	D63	D65	D66	D67	D68	D70	D71	D71	D74	D75	D77	D78	D82	D83
	口腔および咽頭悪性新生物	胃の悪性新生物	直腸およびS状結腸移行部の悪性新生物	その他の消化器および腹膜の悪性新生物	喉頭の悪性新生物	気管支および肺の悪性新生物	骨の悪性新生物	皮膚の悪性新生物	乳房の悪性新生物	子宮頸の悪性新生物	その他の子宮悪性新生物	卵巣の悪性新生物	その他および詳細不用の女性器の悪性新生物	睾丸の悪性新生物	膀胱の悪性新生物	脳の悪性新生物	その他の明示された部位の悪性新生物	白血病	その他リンパおよび増血組織の悪性新生物
性別男	8	0	2	35	3	80	3	3	0	0	0	0	0	0	13	9	0	0	0
性別女	5	0	1	13	0	30	4	2	0	34	0	0	0	0	0	4	3	0	4
計	13	0	3	48	3	110	7	5	0	34	0	0	0	0	13	13	3	0	4

表 5 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													
	種類別	総数	111TBq ⁶⁰ Co (コバルト)	10MeV-X線 (リニアック)	電子線 (リニアック)					30MeV速中性子線 (サイクロترون)	70MeV陽子線 (サイクロترون)	⁶⁰ Co 37GBq (ラルストロン)	¹³⁷ Cs RA16mg (管)	226Ra 針(mg) 1,1,5,2
MeV														
実数	530	83	321	18	10	5	1	0	0	0	92	0	0	0
延数	17,129	1,903	14,603	164	124	69	5	0	0	0	261	0	0	0

表 6 X線診断件数

	件数
透視	1 1 3 4
撮影	8 0 7 7

表 7 X線CT診断件数

字数	延数
2 2 2 4	6 7 9 3 5

表 8 MRI 診断件数

字数	延数
5 1 3	3 8 1 6 8

表 9 臨床病理検査件数

総数		113,127
尿検査		8,604
糞便検査		229
血液検査	血液生科学	71,571
	抹消血液	22,128
	骨髓検査	2
採取液芽刺液検査		0
細菌検査		375
免疫血清反応		2,221
生理機能検査		708
病理組織検査		637
外注検査		6,652

表 10 病理解剖件数

死亡数			解剖数			
総数	男	女	総数	男	女	解剖率
6	1	5	5	1	4	83

表 1 1 入院患者給食統計

総給食費	37,248食	延給食数	12,416人	平均年齢	64歳	栄養指導	20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B1	ビタミンB2	ビタミンC
	Kcal	g	g	mg	mg	IU	mg	mg	mg
	1,875	81.0	44.0	612	20.0	2,815	1.30	1.13	103
穀類エネルギー	54%	動物蛋白質比	54%	PFC/E%	P17%F21%C62%				

表 1 2 解剖記録 ○印は死因にあたる副病変を示す。

培養番号 住所	年齢、性別 職業	臨床診断	病理学的診断名	治療
587 長生群	40、女 会社員	非ホジキンリンパ腫	悪性リンパ腫（びまん性大細胞型）浸潤：肺、腎、脾 リ：なし 1.心外膜線維性癒着 2.出血性胃炎 3.低形成性骨髄	放、制癌、副
588 千葉市	65、女 主婦	子宮頸癌	子宮頸癌（扁平上皮癌）浸潤：肺 リ：なし 1.胃潰瘍 2.肺水腫 4.大動脈粥状硬化	放、制癌
589 東京都	53、女 主婦	子宮頸癌	子宮頸癌（扁平上皮癌）浸潤：膈、膀胱、肺、卵巣、胃、肋骨 リ：傍大動脈、傍気管、傍胃、鎖骨上窩 1.肺水腫 2.右心室拡張軽度	放、制癌
590 千葉市	64、女 主婦	肺癌	肺癌（右中葉、腺癌）浸潤：膈、副腎、食道、腎、 リ：肺門部、頸部、傍大動脈 1.出血性膀胱炎 2.偽膜性直腸炎 3.大動脈粥状硬化	放、制癌
591 船橋市	70、男 無職	食道癌	食道癌（扁平上皮癌）浸潤：肺 リ：傍脾、傍大動脈 1.肺炎、肺腫瘍 2.粥状硬化	放

VI. 那珂湊支所管理業務

VI. I. 一般管理

那珂湊支所における管理業務は、大別して一般管理業務（庶務、会計、技術支援）と放射線安全管理業務とがある。一般管理業務のうち庶務的事項としては、庁舎の管理、公印管理、文書の接受、福利厚生、職場環境の改善及び安全対策等である。会計業務としては、資金前途官吏、分任契約担当官及び分任物品管理官に係る業務から施設維持管理等会計事務全般にわたる業務がある。

また、研究業務への技術支援業務として、受変電設備、ボイラー、空調設備、特定装

置の運転保守等があるが、本年度もこれらの業務を積極的に実施した。特に施設の老朽化対策として、各種の屋外塗装、給湯ボイラの取替工事、海水揚水ポンプの交換及び配管補修等各種の修理、修繕を行い職場環境の改善に努めた。その他国際交流面では、原子力基盤クロスオーバー研究による外国人の招聘制度の一環としてオランダ、ドイツ、フィンランドの各国より研究者を招聘し、共同研究を行った。

1. オランダ、IUR（国立公衆衛生・環境防護研究所）からDr. M. J. Friss I氏が、放射性核種の環境移行パラメータのデータベース化に関する調査研究のため、平成8年1月16日～平成8年2月16日まで滞在
2. ドイツ、国立オルデンプルク大学海洋・化学・生物学研究所からDr. Bernhard SCHNET GER氏が、放射性及び微量元素の環境試料分析と環境移行パラメータに関する研究のため、平成8年1月19日～平成8年3月31日まで滞在
3. フィンランド、フィンランド原子力研究センターからAino Helena Rantavaara 女史が、食物連鎖における放射性核種の移行及び濃縮に影響を及ぼす変動要因に関する調査研究のため、平成8年3月18日～平成8年3月29日まで滞在

VI. II. 放射線安全管理業務

当支所で行っている放射線安全管理業務は、放射線障害防止法に基づく核種の申請、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、さらに地域協定（茨城県原子力安全協定）に基づく環境放射線監視と、その測定記録の結果の業務連絡である。平成7年度の業務概要は、次のとおりである。

(1) 申請・承認事項

放射線障害防止法に基づく科学技術庁長官への申請及び届出を行ったものは以下のとおりである。なお、科学技術庁長官への申請・届出は、本所の放射線安全課の協力を得て水戸原子力事務所経由で行った。

①放射線医学総合研究所放射線障害予防規定の一部改正に伴う変更届（那珂湊支所・東海施設）

放射線医学総合研究所の組織改正

届出日：平成7年4月

(2) 個人被ばく管理

平成7年度の支所及び東海施設における放射線業務従事者等は39名で、その内訳は次のとおりである。

1. 職員及び外来研究者 31名
2. 請負業者 8名

放射線業務従事者の外部被ばくについては、フィルムバッジによる線量当量の測定結果主体に評価した。その結果は表1のとおりであり、すべて法定の実効線量当量限度以下であった。また、一時立入者に対しては、ポケット線量当量計等により測定及び評価を行った。内部被ばくについては、本所と同様の方法により線量当量を評価したが、確認モニタリングを行うまでの対象者はいなかった。

(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）の対象者に指名された者はなく、放射線作業による被ばくに起因する異状は認められなかった。

(4) 放射性同位元素等の受け入れ

本年度受け入れた密封されていない放射性同位元素の種類及び数量は、表2に示すとおりであった。

(5) 放射性廃棄物の処理

支所及び東海施設の放射性廃棄物処理状況は、表3に示すとおりであった。支所における放射性廃棄物及び東海施設における固体廃棄物は、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) 放射線の量及び放射性同位元素による汚染の状況の測定

支所及び東海施設における管理区域内の人が常時立ち入る場所、同区域の境界及び事業所の境界における線量当量率の測定は、1ヶ月ごとにサーベイメータにより実施し、いずれも法令で定められた線量当量限度以下であることを確認した。また、管理区域の汚染の状況の測定は、1ヶ月ごと及び随時にサーベイメータまたはスミヤ法により実施し、汚染の早期発見に努めた。排気中の放射性同位元素の濃度の測定は、連続して行っているが、年間を通じて放射線障害防止法に定め

られた排気中濃度限度以下及び茨城県原子力安全協定に定められた管理の目標値以下であった。

(7) 環境放射能監視等

排気、排水中の放射性同位元素の濃度の測定結果については、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ごと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、ひたちなか市長及び東海村長あて四半期ごとに所定の連絡書により連絡を行った

表 1 平成 7 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) /作業区分	0.1未 満	0.1以上 0.5以下	0.5を越え 5以下	5を越え 15以下	15を越え 20以下	20を越え 25以下	50を越え るもの	総数 (人)
研究者	19							19
管理担当者	8							8
外来研究者	4							4
合計	31							31

表 2 非密封放射性同位元素の受入れ

	那珂湊支所		東海施設	
	核種	数量 (MBq)	核種	数量 (MBq)
第1群				
第2群	⁸⁵ Sr他8 核種	1295	⁸⁵ Sr他6 核種	258.31
第3群				
第4群				
総計	9核種	1295	7核種	258.31

表 3 放射性廃棄物処理状況

種類	那珂湊支所	東海施設	備考
	排出容量 (m3)		
低レベル 個体	可燃物	0.50	0.32
	不燃物	0.10	0.02
	フィルター	3.17	0.78
	特殊個 体	0	0
低レベル 液体	一般無 機廃液	0	0
	海水廃 液	60.0	0
中レベル 無期廃 液	0	0	

原研東海へ処理を委託
東海施設における低レ
ベル液体は測定後放流

Ⅶ. 図書及び編集業務

Ⅶ. Ⅰ. 図書業務

平成7年度は、図書購入地予算 60,109 千円を計上して下記の業務を行った。

機器利用分については、受益部負担である。

1) 収集

	洋書		和書	
	購入	寄・交	購入	寄・交
単行本 (冊)	119	15	112	49
雑誌 (誌)	285	14	43	33
新聞 (紙)	2	0	11	2
レポート (冊)	62	111	31	282
製本雑誌 (冊)	13	10	1	13

* 寄・交 = 寄贈交換であり、外国資料は 22 ヶ国のものを、国内資料は大学紀要等の他に 142 機関のものを受入、整理、説欄に供している。

* 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。

2) 蔵書 (平成8年3月末現在)

	洋書	和書	合計
単行本 (冊)	7700	4918	12618
製本雑誌 (冊)	36619	4175	40794

3) 資料、機器の利用 (支所を除く)

a. 貸出冊数	単行本 1,571冊
	雑誌 2,138冊
	その他 275冊
貸出者	1,415人
支所巡回雑誌 (毎月17日)	799冊

b. 文献複写 (xerox)	
モノクロ	360,747枚
カラー	12,804枚

* 7年度の稼働日数は247日であり、1日あたりのコピー枚数は1,512枚である。

c. 情報検索	
オンライン (JOIほか)	98件
CD (Medline) stand alone lan	207件
Ian	2,136件

* 7年度は医学系CD検索をLAN対応に切換え、利用者端末から自在に検索が可能になり、多い月では313件50名が利用し、図書室での検索 (Stand alone) の10倍を超えている。

d. スナイド作成	
(パナコピー) モノクロ	3,407コマ
ブルー	911コマ
(プレセス) モノクロ	47コマ
ブルー	273コマ
カラー	267コマ

e. OHP原稿作成	3,371枚
------------	--------

* 1日当たり、20枚のスライド17枚のOHP原稿が作成された。

f. ポスター等作成用レタリングテープ使用	680cm
-----------------------	-------

g. 文献製本 (ホリゾン)	521件
----------------	------

h. 時間外利用	1,961人
----------	--------

* 休日を含む時間外利用は1日5~6人である。

4) 相互利用

外部閲覧者 (大学)	131人
(企業)	26人
資料貸出 (千葉大学他)	241冊
資料借受	0冊
外注文文献複写 (32機関)	957件
受注文文献複写	12件

* 現金出納制度がないため、受注文文献複写件数は少ない。

5) 職員業績のまとめ

平成6年度の職員原著業績の収集、編集を行い、業績数176件をA4版2冊に製本した。

6) 図書委員会等

雑誌選定等図書室の運営に関して委員会を3回開催し、他に委員会の下に作った情報

システム化ワーキング・グループは千葉大学図書館システムの見学およびユニックス対応 図書システムの検討、選定等を行った。

7) 対外

放医研図書室は対外的に①国立国会図書館支部科学技術庁図書館分館、②専門図書館協議会会員、③千葉市図書館情報ネットワーク協議会連絡館であるため、各会議出席、関連事務処理等を行った。

8) 特記事項

懸案であった①CD 検索 (MEDLINE) 及び②図書業務システムの各 LAN 対応が情報システム化ワーキング・グループ (情報処理質) の協力を得て実現した。前途のように①の利用は、stand alone (図書室での利用) に比べ 10,3 倍、実に 143 名 が利用している。②は、従来の図書館内 netware 利用のシステム「情報館」(プレインテック) から unix 対応の LIMEDIO (リコー) への切換えであり、稼動開始は平成 8 年度である。

VII. II. 編集業務

本研究所は、毎年実施した研究の成果を、年報及び特別研究の報告書にまとめて刊行している。

平成 7 年度は次のとおりである。

(1) 定期刊行物

- 1) Annual Report, April 1993-March 1994 (英文年報) : NIRS-33 (ISSN 0439-5956)
平成 5 年度中の研究発表を、PHYSICS, CHEMISTRY, BIO-MEDICAL SCIENCES (Biochemistry and biophysics, Cell Biology, Immunology and Hematology, Pathology and Physiology, Genetics, Radiotoxicology), CLINICAL RESEARCH, ENVIRONMENTAL SCIENCE に分類、61 編を収録、その他職員研究発表論文リスト等を編集。平成 8 年 3 月刊行、A4 判、96 頁。
- 2) Radioactivity Survey Data in Japan (放射能調査英文季報) : NIRS-RSD-106 ~109 (ISSN 0441-2516)

国内の指定した機関、科学技術庁、厚生省、農水水産省、運輸省を始め 32 都道府県 の放射能調査研究実施機関の放射能調査データを収録。年 4 回刊行、A4 判、毎号 30 頁。

- 3) 放射能調査研究報告書（平成 6 年度）：NIRS-R-30 本研究所が科学技術庁の放射能調査研究の一環として、平成 6 年度に実行した「環境・職員・人体の放射能レベル及び線量調査」、「原子力施設周辺のレベル調査」、「放射能データセンター業務」、「放射能調査結果の評価に関する基礎研究」、「環境放射線モニタリング技術者の研究」、及び「緊急被曝測定・対策に関する調査研究 等」等の研究成果を編集。平成 7 年 11 月刊行、A4 判、105 頁。

(2) 不定期刊行物

- 1) 第 22 回放医研環境セミナー報文集 「生活と放射線」：NIRS-M-105 平成 7 年 10 月刊行、A4 判、246 頁。
- 2) 第 26 回放医研シンポジウム報文集 「放射線生物影響とリスクのモデル化」：NIRS-M-106 平成 7 年 12 月刊行、A4 判、153 頁。
- 3) 安全解析研究資料「全国県市別全悪性新生物及び白血病死亡数値表（1972 年-1987 年）」：NIRS-M-107 平成 7 年 7 月刊行、A4 判、75 頁。
- 4) 平成 6 年度重粒子線がん治療装置等共同利用研究報告書：NIRS-M-108 平成 7 年 7 月刊行、A4 判、153 頁。
- 5) 特別研究「HIMAC レポート」重粒子線がん治療建設総合報告書：NIRS-M-109、HIMAC-009 平成 7 年 5 月刊行、A4 判、144 頁。
- 6) 特別研究「HIMAC レポート」Papers contributed to 10th Symposium on Accelerator Science and Technology：NIRS-M-110、HIMAC-101 平成 7 年 12 月刊行、A4 判、49 頁。
- 7) 特別研究「HIMAC レポート」Analysis of the Ripple Current in the HIMAC Synchrotron：NIRS-M-111、HIMAC-011 平成 8 年 1 月刊行、A4 判、42 頁。
- 8) 特別研究「HIMAC レポート」Synchrotron Power Supply of Sub-ppm Ripple Current：NIRS-M-012 平成 8 年 1 月刊行、A4 判、56 頁。
- 9) Anatomical and Physiological Characteristics for Asian Reference Man-Male of Different Ages：Tanaka Model-：NIRS-M-115 平成 8 年 3 月刊行、A4 判、217 頁。

Ⅷ. 国際協力

Ⅷ. Ⅰ. 国際協力

科学技術分野における政府の活発な政策を反映して、本研究所としても先進国、開発途上国、国際原子力機関（IAEA）等との間の研究協力、技術協力を積極的に推進すべく、本研究所の研究者を海外に派遣し共同研究を行うとともに、国際研究集会等で研究発表を行う等、研究者の交流を盛んに行った。また、海外からも多数の研究者の招へいや訪問があり、講演会や研究に関する意見交換が行われた。科学技術庁の原子力交流制度、STAフェローシップ制度等による外国人研究者の長期受入れも行った。これらの中で平成7年度の主な活動は次のとおりである。

Ⅷ. Ⅰ. 1. 44 回国連科学委員会（UNSCEAR）出席

UNSCEAR第44回会議は、平成7年6月12日～6月16日までの5日間オーストリア・ウィーン市の国際センター（VIC）会場において開催された。参加者は、委員構成加盟国の20か国の代表と、代表代理、アドバイザー5つの国連・国際機関（WHO、IAEA、CEC、IARC、ICRU）のオブザーバー、事務局とドラフト作成のコンサルタント等を含めて約80名であった。日本からは、代表として本研究所の平尾泰男所長、アドバイザーとして巽紘一生物影響研究部長等を含む5名が出席した。

Ⅷ. Ⅰ. 2. 国際原子力機関（IAEA）関連会議等の出席

- (1) 「第3回熱帯及び亜熱帯地域における放射性核種の環境移行パラメータ会議」（平成7年11月4日～平成7年11月12日、トルコ・イスタンブール）に内田滋夫環境放射生態学研究部主任研究官が出席した。
- (2) 「海洋汚染とその移行現象に関するプロジェクト策定会合」（平成7年11月20日～平成7年12月26日、モナコ公国・モナコ）に平野茂樹海洋放射生態学研究部第1研究室室長が出席した。
- (3) 「IAEA放射線防護基盤に関するプロジェクトRCA専門家会合」（平成8年2月17日～平成8年2月25日、オーストラリア・シドニー）に藤元憲三総括安全解析研究官付研究官が出席した。

Ⅷ. Ⅰ. 3. 国際放射線防護委員会(ICRP)関連会議の出席

「ICRP第2専門委員会、内部被ばく線量に関するタスクグループ(INDOS)」(平成7

年4月22日～平成7年4月30日、米国・サンタフェ)に稲葉次郎内部被ばく研究部長が出席した。

Ⅷ. I. 4. 重粒子線がん治療に関わる国際協力

- (1) 本研究所とドイツ・重イオン研究所(GSI)及び米国・ロマリダ大学等と重粒子線がん治療に関わる調査・情報交換を実施した。
- (2) 第23回陽子線治療共同グループ会議(PTCOG)が、南アフリカ共和国で、オーストリアでは、IAEA国際会議「重粒子線がん治療応用」が開催され、本所医用重粒子物理・工学研究部より3名が参加した。

Ⅷ. I. 5. 日本・旧ソ連国際共同研究

- (1) 日露科学技術協力協定(旧ソ連科学技術協力協定)に基づく、放射線医学分野での「微量の放射線が人体及び環境に与える影響」について、ウクライナ放射線医学科学センター及びベラルーシ共和国放射線医学研究所と共同研究を実施中である。
- (2) 日ソ外相覚書(チェルノブイリ原子力発電所事故の住民の健康に対する影響を緩和するための日本国ソビエト社会主義共和国連邦との間の協力に関する覚書)に基づき、平成年月日～月日、旧ソ連邦(ロシア・オブニンスク、サンクトペテルブルグ)に専門家として米原英典(環境衛生研究部)と吉永信治(総括安全解析研究官付)を派遣した。

Ⅷ. I. 6. 日伊ワークショップの開催

第2回日伊ワークショップは、平成7年12月12日～平成7年13日までの2日間でイタリア・ローマの新技术・エネルギー・環境庁(ENEA)のカサチア研究所において開催された。参加者としては、本研究所と岡山大学、社団法人科学技術国際交流センター(JISTEC)とENEAの研究者等の約40名であった。日本からは、佐藤弘毅科学研究官を団長に障害基盤研究部、生物影響研究部、岡山大学等を含む18名が出席した。

Ⅷ. I. 7. 環境放射能に関するスタディミーティングの開催

昭和56年度に開始したJICA(国際協力事業団)の集団研修コース「アイソトープ・放射線の医学・生物学的利用」は、今回で15回目を迎え、東南アジア諸国連合(ASEAN)諸国の9カ国より9名の環境放射能の専門家を迎え、平成7年9月4日～9月29日までの間、講義及び実習が行われた。

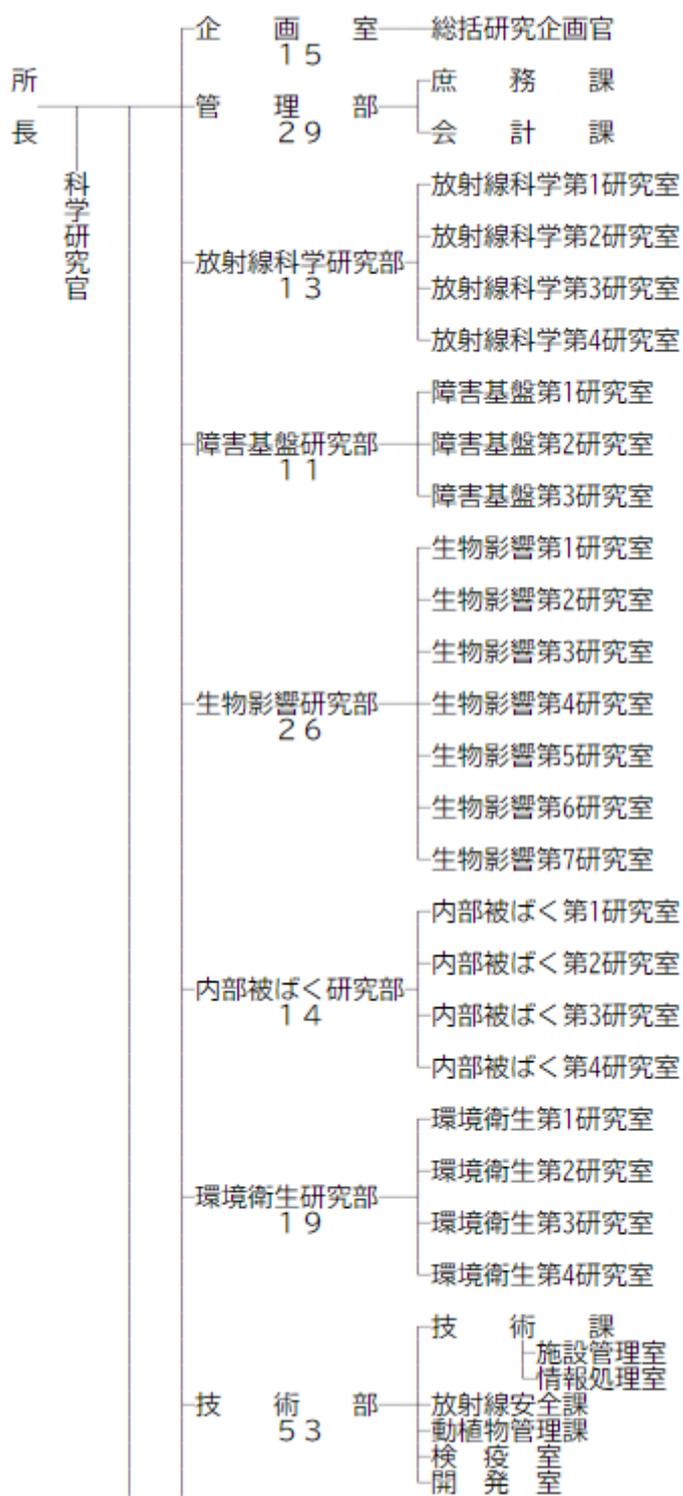
IX. 総務

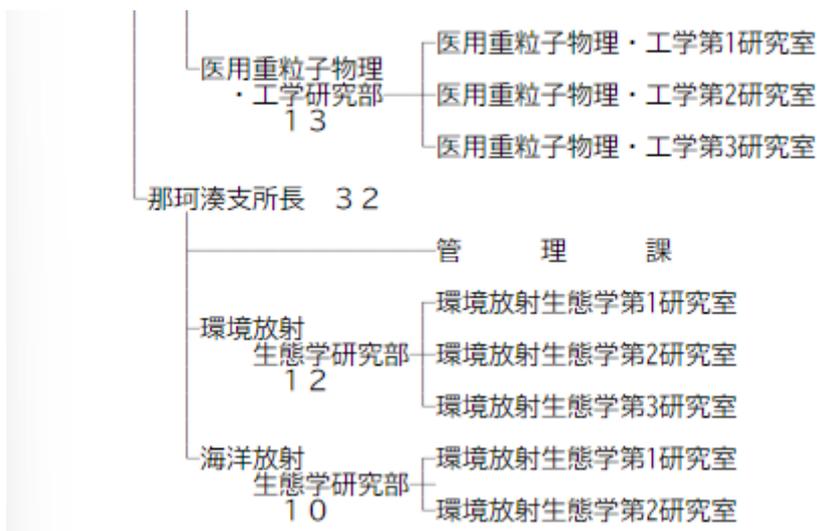
IX. I. 組織及び人員

試験研究の企画調整機能の拡充・強化を図るため、企画室を設置し、研究推進体制の整備・強化を図るため、物理研究部、薬理科学研究部、生物研究部、遺伝研究部、生理病理研究部及び障害基礎研究部を廃止し、放射線科学研究部、障害基盤研究部、生物影響研究部、第1研究グループ、第2研究グループ及び第3研究グループを設置した。また、研究支援体制の整備・強化を図るため、技術部技術課データ処理室を廃止し、技術部技術課情報処理室を設けるとともに新たに技術部技術課施設管理室を設置した。さらに、重粒子線がん治療体制の整備・強化を図るため、重粒子治療センター治療・診断部治療課業務室及び重粒子治療センター障害・臨床研究部障害・臨床第3研究室を振替え、重粒子治療センター医療情報室及び重粒子治療センター治療システム開発室を設置した。

定員については、宇宙環境生物医学研究に着手するため、第3研究グループ第3サブグループリーダー（研究職4級）1名及び重粒子線がん治療体制の整備・強化のため、重粒子治療センター治療・診断部治療課粒子線治療室診療放射線技師（医療職（二）2級）1名の計2名を増員した。これにより、第8次定員削減計画による定員削減3名を含め、平成7年度末定員は393名となる。

第1図 機構図





研究員等出身専門分野別内訳

平成8年3月31日現在

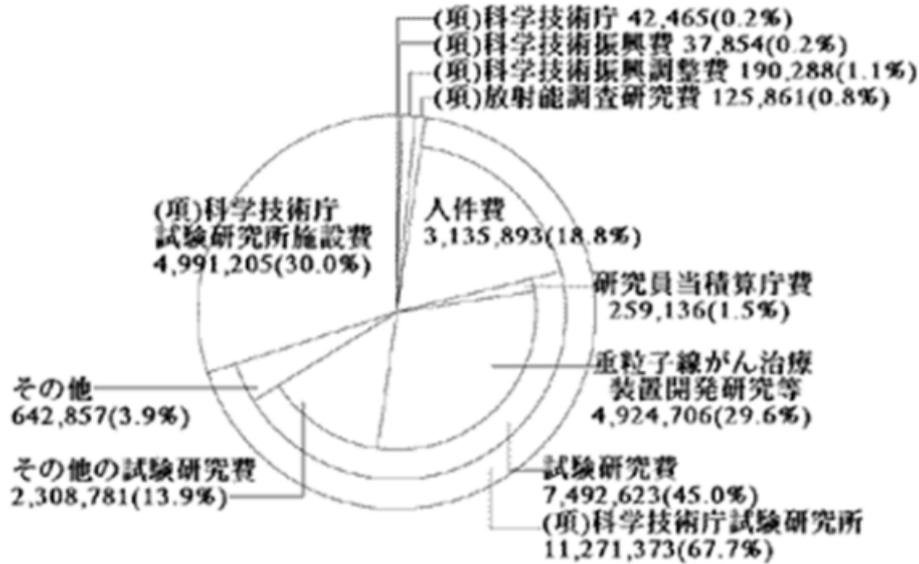
専門別/所属	物理	化学	自然科学	原子力工学	原子核工学	工分子化学	電子工学	電気工学	生物	生物化学	数学	農学	畜産	獣医	水産	農芸化学	薬学	医学	その他	計
所長	1(1)																			1(1)
科学研究官																		1(1)		1(1)
企画室				1(1)	1(1)															2(2)
放射線科学研究部	4(3)	1		1(1)	1		1				1								2(1)	11(5)
障害基礎研究部									4(3)	1(1)	1(1)							1(1)	5	12(6)
生物影響研究部		4(4)							10(8)	1(1)			1(1)				1(1)	3(3)	7(2)	27(20)
内部被ばく研究部	1(1)	1			2(2)						1(1)	1(1)	4(3)				1(1)		3	14(9)
環境衛生研究部	1(1)	3(3)			1			1				2(1)		1(1)	1(1)				3(2)	13(9)
技術部			1										1(1)	4(1)						6(2)
養成訓練部	1(1)	1(1)												1(1)				1(1)	1(1)	5(5)
第1研究グループ		1								1(1)							10(10)		1	13(11)
第2研究グループ		1(1)				1(1)			2(2)			3(3)	1(1)			1(1)	1	1(1)	5(2)	16(12)
第3研究グループ	4(4)				1													1(1)	4(1)	10(6)
総括安全解析研究官付	2(2)			2(1)																5(3)
特別研究官																		1(1)		1(1)
重粒子治療センター長																		1(1)		1(1)
運転課、医療情報室、治療システム開発室	5(3)			1(1)							1							1(1)	3(1)	11(6)
治療・診断部																		16(10)		16(10)
障害・臨床研究部		3(2)							1								2(1)	5(5)	3	14(8)
医用重粒子物理・工学研究部	5(5)			1(1)	2(1)		1	1(1)										1(1)	1(1)	12(10)
那珂湊支所長															1					1
環境放射生態学研究部		1(1)													1	4(1)			4(3)	10(5)
海洋放射生態学研究部		2(2)													5(1)				1	8(3)
計	24(21)	18(14)	1	6(5)	8(4)	1(1)	2	2(1)	17(13)	3(3)	2	7(6)	4(4)	10(6)	8(2)	5(2)	15(13)	33(27)	44(14)	210(136)

※指定職・研究職2 G以上・医療職（－）

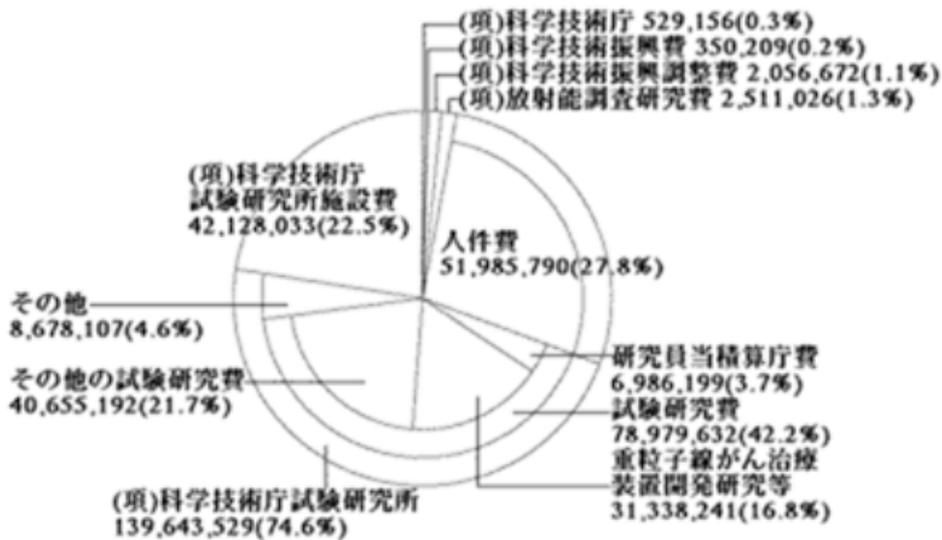
（ ）は博士学位取得者を内数で示す。

IX. II. 予算及び決算

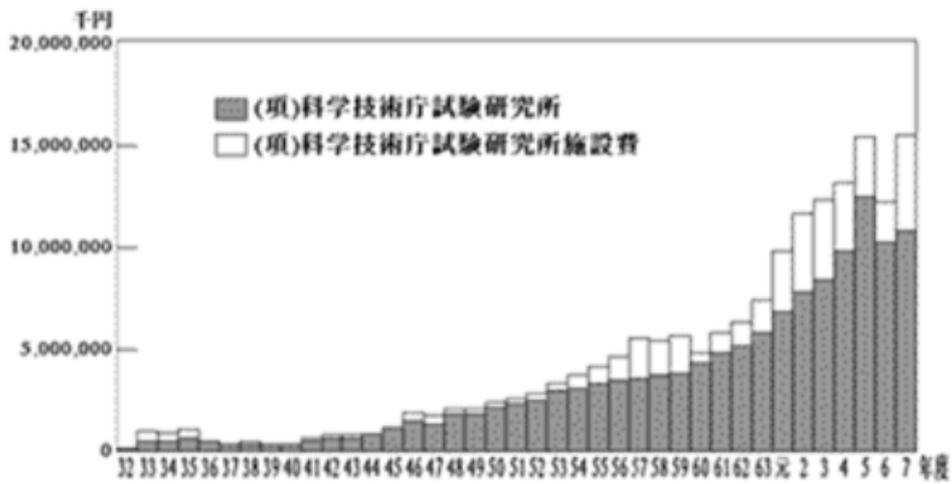
7年度予算額



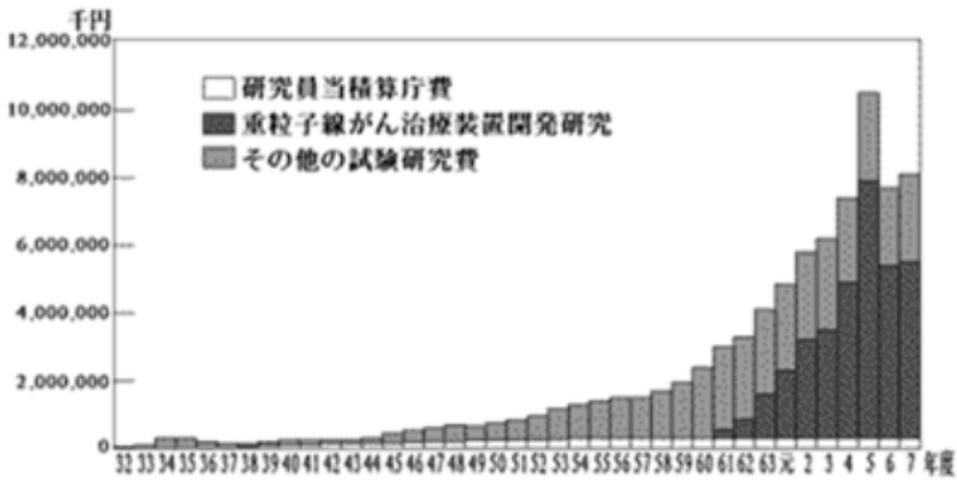
予算額累計額



昭和32以降予算の推移



試験研究費



平成 7 年度 当初予算額 平成 7 年度当初予算額は、前年度予算額 13,567,679 千円
 に対し、3,091,367 千円増の 16,659,046 千円（122.78%）であった。

表 1 平成 7 年度予算事項別内訳 (単位：千円)

事項	前年度予算額	7年度予算額	対前年度比較 (増△減額)	備考
(項) 科学技術庁	31,237	42,465	11,228	
(項) 科学技術振興費	32,846	37,854	5,008	
(項) 科学技術振興調整費	186,464	190,288	3,824	
(項) 放射能調査研究費	130,560	125,861	△4,699	
(項) 科学技術庁試験研究所				
放射線医学総合研究所に必要な経費	6,259,124	6,346,667	87,543	
人件費	3,126,896	3,135,893	8,997	
一般管理運営	26,004	27,235	1,231	
経常研究	358,959	358,422	△537	
外来研究員等	25,417	26,241	824	
実態調査	2,375	2,378	3	
那珂湊支所運営	25,634	25,594	△40	
特定装置運営	17,570	17,570	0	
病院部門経常経費	43,793	43,592	△201	
養成訓練部門運営	8,669	8,644	△25	
官庁会計事務データ通信システムに必要な経費	8,216	8,684	468	
研究設備整備	119,123	123,347	4,224	
サイクロトロン設備整備	383,167	382,778	△389	
特殊実験棟運営	1,284,549	1,282,418	△2,131	
受託研究	1,684	1,684	0	
放射線医学重点研究	299,123	343,776	44,653	
原子力基盤技術総合的研究	64,018	64,018	0	
病院部門診療経費	324,627	355,093	30,466	
安全解析研究経費	57,593	57,593	0	
安全管理・廃棄物処理対策費経費	81,707	81,707	0	
重粒子線がん治療装置の研究開発等	4,840,928	4,924,706	83,778	
(項) 科学技術庁試験研究所施設費	債 3,547,650	債 5,407,000	債 1,859,350	
常務等施設整備費	2,086,520	4,991,205	2,904,685	
合計	債 3,547,650 13,567,679	債 5,407,000 16,659,046	債 1,859,350 3,091,367	

表2 平成7年度歳出決算科目別内訳

項目	歳出予算額	前年度繰越額	予算費使用額	流用等増△減額	歳出予算現額	支出済歳出額	翌年度繰越額	不用額	備考
211科学技術庁									
9506-2123-29各所修繕	42,465,000	0	0	△5,000,000	37,465,000	37,465,000	0	0	
212科学技術振興費	37,854,000	0	0	0	37,854,000	37,723,120	0	130,880	
1307-2122-08外国人招へい旅費	774,000	0	0	0	774,000	752,400	0	21,600	
1307-2123-09試験研究費	36,092,000	0	0	0	36,092,000	36,092,000	0	0	
1307-2123-09招へい外国人滞在費	988,000	0	0	0	988,000	878,720	0	109,280	
225科学技術振興調整費	190,288,000	0	0	0	190,288,000	189,710,868	0	577,132	
13073-2129-06諸謝金	1,532,000	0	0	0	1,532,000	1,280,000	0	252,000	
1307-2122-08職員旅費	7,933,000	0	0	0	7,933,000	7,932,870	0	130	
1307-2122-08外国旅費	17,341,000	0	0	0	17,341,000	17,340,828	0	172	
1307-2122-08委員等旅費	124,000	0	0	0	124,000	0	0	124,000	
1307-2122-08外国技術者等招へい旅費	779,000	0	0	0	779,000	765,300	0	13,700	
1307-2122-08外来研究員等旅費	476,000	0	0	0	476,000	472,640	0	3,360	
1307-2123-09試験研究費	138,158,000	0	0	0	138,158,000	138,158,000	0	0	
1307-2123-09招へい外国人滞在費	700,000	0	0	0	700,000	516,230	0	183,770	
1307-2125-14科学技術総合研究委託費	23,245,000	0	0	0	23,245,000	23,245,000	0	0	
217放射能調査研究費	116,414,000	0	0	0	116,414,000	116,373,364	0	40,636	
13073-2129-06諸謝金	783,000	0	0	0	783,000	783,000	0	0	
13073-2122-08職員旅費	3,583,000	0	0	0	3,583,000	3,581,920	0	1,080	
13073-2122-08委員等旅費	904,000	0	0	0	904,000	864,444	0	39,556	
13073-2123-09放射能測定費	107,177,000	0	0	0	107,177,000	107,177,000	0	0	
13073-2125-14放射能測定調査委託費	3,967,000	0	0	0	3,967,000	3,967,000	0	0	
218科学技術庁試験研究所	11,800,276,000	0	0	△8,155,000	11,792,121,000	11,768,662,854	0	23,458,146	
13073-2111-02職員基本給	1,866,639,000	0	0	△12,527,000	1,854,112,000	1,846,034,109	0	8,077,891	
13073-2111-03職員諸手当	1,142,219,000	0	0	4,372,000	1,146,591,000	1,132,645,155	0	13,945,845	
13073-2111-04超過勤務手当	101,848,000	0	0	0	101,848,000	101,847,893	0	107	
13073-2111-05非常勤職員手当	27,888,000	0	0	0	27,888,000	27,887,486	0	514	
13073-2151-05児童手当	790,000	0	0	0	790,000	765,000	0	25,000	
13073-2129-06諸謝金	11,091,000	0	0	0	11,091,000	11,090,000	0	1,000	
13073-2122-08職員旅費	17,269,000	0	0	0	17,269,000	17,263,990	0	5,010	
13073-2122-08委員等旅費	22,025,000	0	0	0	22,025,000	22,024,990	0	10	
13073-2122-08外国人招へい旅費	2,336,000	0	0	0	2,336,000	2,322,070	0	13,930	
13073-2122-08外来研究員等旅費	5,391,000	0	0	0	5,391,000	5,389,980	0	1,020	

13073-2123-09庁費	65,800,000	0	0	0	65,800,000	65,800,000	0	0	
13073-2123-09試験研究費	734,328,600	0	0	0	734,328,600	7,343,286,000	0	0	
13073-2123-09通信専用費	7,736,000	0	0	0	7,736,000	7,405,674	0	330,026	
13073-2123-09委託研究費	1,684,000	0	0	0	1,684,000	1,684,000	0	0	
13073-2203-09医療機器整備費	928,415,000	0	0	0	928,415,000	928,415,000	0	0	
13073-2123-09医療費	223,540,000	0	0	0	223,540,000	223,540,000	0	0	
13073-2923-09土地借料	9,742,000	0	0	0	9,742,000	8,698,007	0	1,043,993	
13073-2123-09招へい外国人滞在費	1,905,000	0	0	0	1,905,000	1,891,600	0	13,400	
13073-2123-09患者食糧費	20,545,000	0	0	0	20,545,000	20,545,000	0	0	
13073-2133-09自動車重量費	127,000	0	0	0	127,000	126,600	0	400	
220科学技術庁試験研究所施設費	6,954,287,000	588,322,727	0	△9,351,000	7,533,258,727	5,810,072,262	1,723,180,845	5,620	
13073-1202-08施設施工費	19,982,000	7,051,000	0	△6,235,000	20,798,000	18,687,915	2,106,000	4,085	関東地建支出 委任分
13073-1203-09施設施工費	156,142,000	2,745,000	0	△3,116,000	155,771,000	146,327,000	9,443,400	600	"
13073-1204-15施設整備費	6,619,163,000	578,526,727	0	0	7,197,689,727	5,486,057,347	1,711,631,445	935	"
13073-1944-15不動産購入費	159,000,000	0	0	0	159,000,000	159,000,000	0	0	

表3 平成7年度歳入決算科目別内訳 (単位：円)

部款項目	歳入予算額	徴収決定済額	収納済歳入額	不納欠損額	収納未済歳入額	歳入予算額と収納済歳入額との差	備考
3000-00官業益金及官業収入							
3200-00官業収入							
3201-00病院収入							
3201-03放射線医学総合研究所病院収入	424,904,000	374,845,057	373,152,817	0	1,692,240	△51,751,183	
5000-00雑収入	6,049,000	6,251,848	6,251,848	0	0	202,848	
5100-00国有財産利用収入	3,111,000	3,342,594	3,342,594	0	0	231,594	
5101-00国有財産利用収入	2,832,000	2,521,952	2,521,952	0	0	△310,048	
5101-01土地及水面賃付料	135,000	160,670	160,670	0	0	25,670	
5101-02建物及物件賃付料	170,000	147,572	147,572	0	0	△22,428	
5101-03公務員宿舍賃付料	2,527,000	2,213,710	2,213,710	0	0	△313,290	
5102-00国有財産使用収入							
5102-01著作権及特権等収入	279,000	820,642	820,642	0	0	541,642	
5300-00諸収入	2,938,000	2,909,254	2,909,254	0	0	△28,746	
5307-00委託調査試験及役務収入							
5307-01委託調査及試験収入	2,208,000	2,252,791	2,252,791	0	0	44,791	
5309-00弁償及返納金	28,000	0	0	0	0	△28,000	
5309-01弁償及違約金	28,000	0	0	0	0	△28,000	
5309-02返納金	0	0	0	0	0	0	
5311-00物品売払収入							
5311-04不用物品売払代	167,000	50,450	50,450	0	0	△116,550	
5399-00雑収入	535,000	606,013	606,013	0	0	71,013	
5399-01労働保険料被保険者負担金	533,000	466,013	466,013	0	0	△66,987	
5399-99雑収	2,000	140,000	140,000	0	0	138,000	
合計	430,953,000	381,096,905	379,404,665	0	1,692,240	△51,548,335	

X. 付 録

X. I. 職員研究発表（掲載ナシ）

X. II. 職員海外出張及び留学（掲載ナシ）

X. III. 来所外国人科学者（掲載ナシ）

X. IV. 外来研究員・客員研究官・特別研究委員・客員協力研究員

平成7年度 外来研究員一覧

外来研究員公募課題	受入研究部	氏名	ふりがな	所属機関名 所属・職名
1.プロラクチン受容体の動態と乳腺の放射線感受性に関する研究	第1研究グループ	山内洋	やまのうちひろし	和歌山県立医科大学 第一解剖学教室助手
2.大脳皮質ならびに海馬神経細胞の分化に対する放射線影響の細胞生物学研究	生物影響研究部	伏木信次	ふしきしんじ	京都府立医科大学附属 脳・血管系老化研究センター 助教授
3.個体発生、湿潤転移における補体第一成分Clsの新たな生理機能	生物影響研究部	岡田保典	おかだやすのり	金沢大学がん研究所分子 免疫部門教授
4.造血系細胞と造血微小環境との相互作用および骨髄性白血病の発症機構の解明	生物影響研究部	佐々木秀樹	ささきひでき	横浜市立大学医学部小児 科講座助教授
5.α放射体被曝のバイオドシメトリに関する研究	内部被ばく研究部	生島隆治	いくしまたかじ	京都教育大学教育学部理 学科教授
6.大気中長期半減期核種の濃度レベルと粒度分布に関する研究	養成訓練部	小村和久	こむらかずひさ	金沢大学理学部低レベル 放射能実験施設助教授
7.キチン・キトサン摂取が物質代謝に及ぼす影響に関する研究	環境衛生研究部	和田政裕	わだまさひろ	東京農業大学学科講師農 学部栄養

8.アポトーシスの分子機構に関する研究	障害・臨床研究部	田沼靖一	たぬませいいち	東京農業大学農学部栄養学科講師
9.深海の熱水鉱床付近における長半減期核種の物質循環に関する基礎的研究	海洋放射生態研究部	中井泉	なかい いずみ	東京理科大学科学科助教 理学部応用

平成7年度 客員研究官一覧

	氏名	所属	受入研究部	期間	研究課題
1	ヤスダ ナカヒロ 安田仲宏	東邦大学病院理学研究科博士課程 (H8.3. 学位取得 込)	放射線科学研究部	7.10.1 ～ 8.3.31	重粒子線効果の微細イメージング解析に関する研究（重プロ）
2	イケムラ トシミチ 池村淑道	国立遺伝学研究所 進化遺伝研究部門 教授	生物影響研究部	7.4.17 ～ 8.3.31	ゲノムサブストラクション法等によるがん化に伴う遺伝的変化の検出及び、変異遺伝子の分離に関する研究
3	ナカガタ ナオミ 中瀧直己	(財)日本生物科学研究所研究員	技術部	7.4.17 ～ 8.3.31	マウスの精子・卵子及び胚の凍結保存に関する研究
4	ウツミ ヒデオ 内海英雄	九州大学薬学部教授	第1研究グループ	7.4.17 ～ 8.3.31	生体計測用ESRによる生体内での生理活性物質の動態及びフリーラジカル反応の画像化
5	ドウケ タダヨシ 道家忠義	早稲田大学理工学総合研究センター教授	第3研究グループ	7.4.17 ～ 8.3.31	宇宙放射線の計測並びに防護に関する調査研究
6	コバヤシ サダヨシ 小林定喜		総括安全解析研究官付	7.4.17 ～ 8.3.31	放射線の環境健康影響に関わる安全解析研究

7	ニシムラ カツユキ 西村克之	茨城県立医療大学 放射線技術科学科 教授	重粒子治療セ ンター治療シ ステム 開発室	7.4.17 ～ 8.3.31	重粒子線治療計画における診 断画像技術に関する調査研究
8	オオトウ マサオ 大藤正雄		治療・診断部	7.4.1～ 8.3.31	肝癌における重粒子線治療の 有用性に関する研究
9	オカ クニユキ 岡邦行	水戸済生会総合病 院病理部長	治療・診断部	7.4.17 ～ 8.3.31	重粒子線治療の照射効果の病 理学的研究
10	タテノ ユキオ 館野之男	放射線医学総合研 究所客員研究官	障害・臨床 研究部	7.4.17 ～ 8.3.31	癌の標的容積診断の精度向上 に関する研究
11	スズキ マサオ 鈴木雅雄	放射線医学総合研 究所 客員研究官	医用重粒子物 理・工学研究 部	7.4.1～ 7.8.31	重粒子線がん治療のための生 物学に関する基礎研究
12	ミゾブチ アキラ 溝淵明	東京大学名誉教授 元東京大学原子核 研究所教授	医用重粒子物 理・工学 研究部	7.4.17 ～ 8.3.31	重粒子線がん治療装置開発研 究－その超高真空の改良－
13	マツモト サトル 松本啓	獨協医科大学 教養医学科教授	医用重粒子物 理・工学 研究部	7.4.17 ～ 8.3.31	重粒子線がん治療装置に関す る調査研究
14	エンドウ クニノリ 遠藤有聲	高エネルギー物理 学研究所加速器研 究部教授	医用重粒子物 理・工学 研究部	7.4.17 ～ 8.3.31	重粒子線がん治療装置高度化 に係る調査研究
15	ヨシザワ ジュン 吉澤潤	放射線医学総合研 究所客員研究官	医用重粒子物 理・工学研究 部	7.4.1～ 7.9.29 7.10.1 ～ 7.8.30	加速器におけるソフトウェア 研究開発

16	タナベ テツミ 田邊徹美	東京大学原子核研 究所教授	医用重粒子物 理・工学 研究部	7.4.17 ～ 8.3.31	重粒子線がん治療装置高度化 開発研究
17	タマノイ イツロウ 玉野井逸 朗		医用重粒子物 理・工学研究 部	7.4.17 ～ 8.3.31	移植腫瘍細胞の重粒子線照射 による細胞動態変化及び関連 経常研究
18	ホサカ マサト 保坂将人		医用重粒子物 理・工学研究 部	7.4.1～ 7.9.30	重粒子線がん治療装置の高度 化に関する開発研究
19	フタミ ヤスユキ 二見康之	東京大学原子核研 究所核物理研究部 研究生	医用重粒子物 理・工学研究 部	7.4.1～ 7.9.30	重粒子線がん治療装置照射シ ステムの開発高度化に関する 研究
20	コウダ シゲル 江田茂	九州大学大学院病 理学研究科博士後 期課程学生	医用重粒子物 理・工学研究 部	7..～ 8.3.31	重粒子線がん治療装置照射シ ステムの開発高度化に関する 研究

平成7年度 特別研究員一覧

氏名	所属・職 名	委嘱期 間	助言等を得る研究課題	受入れ研究部 等
阿部史 郎		7.4.17 ～ 8.3.31	放射線環境ならびに人とのかかわり に関する種々の課題	企画室
岩倉哲 男	(財)日 本分析セ ンター技 術参与	7.4.17 ～ 8.3.31	環境特研「環境における放射性物質 の動態と被ばく線量算定に関する調 査研究」	環境衛生
岡野眞 治	(財)放 射線影響 協会研究 参与	7.4.17 ～ 8.3.31	環境放射線の測定法と解析法の改良 に関する研究	環境衛生

渡利一夫	東邦大学 理学部非常勤講師	7.4.17 ～ 8.3.31	放射性物質の体内代謝とそれによる被ばく評価に関する研究	環境衛生
佐伯誠道		7.4.17 ～ 8.3.31	放射生態学研究に関する全般	那珂湊支所
中島敏行		7.4.17 ～ 8.3.31	環境中における放射性物質の動態と被曝線量算定に関する調査研究（特研）と緊急時被曝線量評価法の調査研究（放調）	環境放射生態学
田中義一郎	明治薬科大学非常勤講師	7.4.17 ～ 8.3.31	重要核種の環境および人体移行パラメータの整備と線量評価モデルの開発に関する研究	環境放射生態学
岩崎民子	(財)放射線影響協会 研究参与	7.4.17 ～ 8.3.31	発生過程における中枢神経系等の組織構築とその放射線損傷に関する研究	生物影響
田ノ岡宏	(財)電力中央研究所 柏江研究所 研究顧問	7.4.17 ～ 8.3.31	発がんに関与する突然変異の解析	生物影響
佐渡俊彦		7.4.17 ～ 8.3.31	特研「放射線被ばくのデトリメントとその修飾因子に関する生物学的調査研究」	生物影響
安田徳一		7.4.17 ～ 8.3.31	特研「放射線リスク評価のための実験的研究、低線量率被曝による発がんに関する研究」	生物影響

色田幹 男	明治薬科 大学非常 勤講師	7.4.17 ～ 8.3.31	放射線防護剤の薬理科学的研究	第1研究グループ
花木昭	静岡大学 応用化学 科教授	7.4.17 ～ 8.3.31	生体制御物質に関する探索研究	第1研究グループ
戸張巖 夫	(財)放 射線影響 協会 研 究参与	7.4.17 ～ 8.3.31	「ゲノム解析と遺伝情報解析研究」	第2研究グループ
石原隆 治	文教大学 国際学部 教授	7.4.17 ～ 8.3.31	特研「放射線被ばくのデトリメント とその修飾因子	障害基盤
田中栄 一	浜松ホト ニクス (株) 顧問	7.4.17 ～ 8.3.31	計測技術の開発に関する基礎的研究	放射線科学
川島勝 弘	北里大学 医療衛生 学部 教 授	7.4.17 ～ 8.3.31	重粒子線の線量評価精度の向上に関 する研究	放射線科学
野原功 全	国債医療 福祉大学 保健学部 教授	7.4.17 ～ 8.3.31	計測技術の開発に関する基礎的研究	放射線科学
坪井篤		7.4.17 ～ 8.3.31	子宮頸癌の重粒子線治療並びに光子 線治療の照射効果の解析研究	障害基盤

福田信男		7.4.17 ～ 8.3.31	サイクロトロン生産核種による先導的トレーサー法の開発と生体機能解明に関する総合的調査研究	障害・臨床
穴戸文男	福島県立医科大学医学部教授	7.4.17 ～ 8.3.31	高度核医学特研及び重粒子プロジェクト研究	障害・臨床
飯沼武	埼玉工業大学基礎工学課程教授	7.4.17 ～ 8.3.31	肺癌検診用CTに関する研究	障害・臨床
森式三郎	横浜市立大学医学部講師	7.4.17 ～ 8.3.31	トロトラスト沈着症における実態調査	障害基盤
丸山隆司	(財)放射線影響協会企画部長	7.4.17 ～ 8.3.31	医療及び職業被ばくによる国民線量の推定、原爆線量などの推定に関する研究	養成訓練
荒居龍男	本島総合病院副病院長	7.4.17 ～ 8.3.31	子宮癌放射線治療における晩期障害	治療・診断
恒元博		7.4.17 ～ 8.3.31	重粒子プロジェクト研究及び臨床試行	重粒子治療センター
松岡理	(財)電力中央研究所顧問	7.12.1 ～ 8.3.31	安全研究成果促進システムの内「放医研での生物影響研究データベース」について	企画室
山田武	東邦大学教授医学部	7.12.1 ～ 8.3.31	安全研究成果促進システムの内「放医研での生物影響研究データベース」について	企画室

平成7年度 客員協力研究員一覧

	氏名	所属	受入研究部・研究者	研究課題名	期間
1	篠原 広行 (シノハラ ヒロユキ)	昭和大学 藤が丘病 院放射線 科講師	放射線科学研 究部	放射型放射線イメージン グに関する研究	7.4.1～ 8.3.31
2	河野 貴美 子(カワノ キミコ)	日本医科 大学基礎 医学情報 処理室主 任研究員	放射線科学研 究部	生体情報イメージングに 関する研究	7.4.1～ 8.3.31
3	外山比南子 (トヤマ ヒ ナコ)	東京都老 人総合研 究所ポジ トロン医 学研究部 門主任研 究員	放射線科学研 究部	ポジトロン CT による生体 情報イメージングに關す る研究	7.4.1～ 8.3.31
4	平沢雅彦 (ヒラサワ マサヒコ)	(社)環 境情報科 学センタ ー主任研 究員	放射線科学研 究部	多様同時計測による生体 機能解析法の研究	7.10.1 ～ 8.3.31
5	町好雄(マ チヨシオ)	東京電機 大学工学 部電子工 学科教授	放射線科学研 究部	多様同時計測による生体 機能の解明	7.12.15 ～ 8.3.31

6	天羽 優子 (アモウ ユウコ)	東京大学 先端科学 技術研究 センター 協力研究 員	放射線科学研 究部	核医学機能画像の定量化 およびデータベース化、 ネットワーク化に関する 調査研究	7.12.15 ～ 8.3.31
7	木崎治俊 (キザキハ ルトシ)	東京歯科 大学生化 学講座教 授	障害基盤研究 部	放射線誘発アポトーシス のシグナル伝達系による 制御機構に関する研究	7.7.17 ～ 8.3.31
8	青木一子 (アオキカ ズコ)		生物影響研究 部	放射線による発生分化異 常(奇形)に関する魚類 を用いた実験的研究	7.4.1～ 8.3.31
9	本間正充 (ホンママ サミツ)	厚生省国 立衛生試 験所 変異 遺伝部研 究員	生物影響研究 部	放射線誘発突然変異にお ける DNA 組換えの関与	7.4.1～ 8.3.31
10	井上達(イ ノウエトオ ル)	厚生省国 立衛生試 験所安全 性生物試 験研究セ ンター毒 性部長	生物影響研究 部	放射線誘発骨髄性白血病 の発症機構について	7.5.1～ 8.3.31
11	藤森ゆう子 (フジモリ ユウコ)		生物影響研究 部	DNA 組み換え修復におけ るトポイソメラーゼ作用 の解析	7.12.1 ～ 8.3.31

12	大野茂(オオノシゲル)	(財) 高輝度光科学研究センター 特別研究員	第 1 研究グループ	生体高分子の薬理化学的調査研究	7.4.1～ 8.3.31
13	馬嶋秀行 (マジマ ヒデユキ)		第 3 研究グループ	放射線抵抗性選別のための先行指標法の開発	7.7.1～ 8.3.31
14	菱川良夫 (ヒシカワ ヨシオ)	兵庫県保健環境部 地域保健課 粒子線治療施設 担当参事	重粒子治療センター (治療・診断部)	重粒子線治療の臨床研究	7.4.1～ 8.3.31
15	伊豫雅臣 (イヨマサオミ)	国立精神・神経センター 精神保健研究所 薬物依存研究室長	障害・臨床研究部	サイクロトロン生産核種による先導的トレーサー法の開発と生体機能解明に関する総合的調査研究	7.4.1～ 8.3.31
16	小川博嗣 (オガワヒロツグ)	千代田興産 (株) 東京支社	医用重粒子物理・工学研究部	重粒子線がん治療装置性能向上に関する研究	7.4.1～ 8.3.31
17	遠山満(トオヤマミツル)	杏林大学 医学部助教授	医用重粒子物理・工学研究部	重粒子線の線量評価に関する研究	7.4.1～ 8.3.31
18	木村健一 (キムラケンイチ)		海洋放射生態学研究部	環境特研 = 淡水及び汽水を含む水圏におけるパラ	7.4.1～ 8.3.31

				メータとモデルに関する研究	
--	--	--	--	---------------	--

X. V. 研究生・実習生

平成7年度 研究生受入れ一覧

所属研究部	氏名	所属機関	研究テーマ	期間
放射線科学	室山俊浩	名古屋大学大学院理学研究科	HIMAC による重イオン核反応の研究。重イオン照射で生成する RI を測定・定量し、反応断面積を求める	7.9.1～ 8.3.31
	貝塚洋志	東京大学 大学院工学系研究科	原子間力顕微鏡を用いる粒子線イメージング解析法に関する研究	7.10.1～ 8.3.31
	井上貴和	大阪大学大学院理学研究科	重イオン核反応生成物の超微量元素分析	7.9.1～ 8.3.31
	向和彦	大阪大学大学院理学研究科	重イオン核反応生成物の超微量元素分析	7.9.1～ 8.3.31
	金珠	東北大学サイクロトロン RI センター	重粒子線による生成 2 次粒子と核破碎生成物媒質内分布、100-500MeV/核子のエネルギーの重イオンによる 2 次粒子生成と核破碎生成物に関する研究	7.4.1～ 8.3.31
	黒澤忠弘	東北大学大学院工学研究科	重粒子線による生成 2 次粒子と核破碎生成物媒質内分布、100-500MeV/核子のエネルギーの重イオンによる 2 次粒子生成と核破碎生成物に関する研究	7.5.1～ 8.3.31
	谷英林	旭化成情報システム (株) サイ	人体臓器のモデル化に関する研究	7.4.1～ 8.3.31

		エンスソフト事業部開発部		
	西川慶一	東京歯科大学歯科放射線学講座	生体情報イメージングに関する研究、生体画像を得、必要な情報を抽出するための研究	7.4.1～ 8.3.31
	大谷浩樹	東京都立医療技術短期大学 助手	速中性子線および陽子線の線量評価に関する研究	7.10.1～ 8.3.31
	佐方周防	千葉県がんセンター放射線治療部	放射線の吸収線量及び線質に関する研究	7.4.1～ 8.3.31
	木村裕一	東京医科歯科大学医用器材研究所	放射線放射型イメージングに関する研究	7.4.1～ 8.3.31
	長谷川智之	北里大学医療衛生学部助手	放射線放射型イメージングに関する研究	7.10.1～ 8.3.31
	岩井一男	日本大学 歯科病院放射線科	放射線防護に関する基礎的研究及び医療被曝の線量評価に関する研究	7.4.1～ 8.3.31
	三浦正	東京電子専門学校	放射線防護に関する研究	7.4.1～ 8.3.31
障害基盤	渋谷功	東邦大学 大学院	放射線誘発アポトーシスのシグナル伝達系による制御機構	7.7.1～ 8.3.31
生物影響	北川昌伸	東京医科歯科大学医学部	フレンド白血病ウイルス誘発白血病に対する新しい治療モデルの確立	7.4.1～ 8.3.31
	松村琢也	陸上自衛隊武山駐屯地業務隊	造血系細胞と造血微小環境との相互作用及び骨髄性白血病の発症機構の解明	7.4.1～ 8.3.31

	平林容子	横浜市立大学医学部	造血系細胞と造血微小環境との相互作用及び骨髄性白血病の発症機構の解明	7.4.1～ 8.3.31
	笹川澄子	(財) 環境科学技術研究所	低線量放射線生物影響評価研究のための事前評価研究	7.4.1～ 8.3.31
	斉藤幹男	(財) 環境科学技術研究所	低線量放射線生物影響評価研究のための事前評価研究	7.4.1～ 8.3.31
	箭内敬典	(財) 環境科学技術研究所	低線量放射線生物影響評価研究のための事前評価研究	7.7.1～ 8.3.31
	中川晃一	千葉大学 大学院 医学研究科	軟骨組織における補体第一成分 Cis の機能に関する研究	7.4.1～ 8.3.31
	福村龍太郎	東邦大学 大学院 理学研究科	放射線発がんとアポトーシスに関する研究	7.7.1～ 8.3.31
	高橋寛人	(株) 薬物安全性試験センター 埼玉研究所	薬物及び放射線により惹起された臓器障害の病理組織学的研究	7.4.1～ 8.3.31
内ばく	工藤裕幸	クリーンテクノサービス (株)	エアロゾル計測技術に関する基礎的研究	7.4.1～ 8.3.31
	土倉覚	(株) 船橋農場 品質管理部	ラットの骨代謝の特性とくに骨組織動態の形態計測法による研究	7.4.1～ 8.3.31
	高木久	岩手大学農学部 獣医学部家畜内科学教室	牛のハイエナ病の病因に関する研究 – 骨代謝を形態計測学的に検索	8.2.1～ 8.12.31
	松本聡	常磐薬品工業 (株) 研究開発部基礎研究課	骨形態計測の関する技術修得	7.7.1～ 8.3.31

	望月伸一	雪印乳業（株） 研究開発部基礎 研究課	骨形態計測の技術修得のため	7.4.1～ 8.3.31
	元鍾漢	岩手大学農学部 獣医学部家畜内 科学教室	飼料中の陽陰イオンバランスによる血液の酸塩基平衡変化が骨代謝に及ぼす影響－骨代謝を形態計測学的に検索	8.2.1～ 8.12.31
	山崎先也	京都大学 大学院 人間・環境学研 究科	重粒子照射の骨格筋線維の酸素化学的特性及び血液性状についての解析	7.10.1 ～ 8.9.30
	小河繁彦	京都大学 大学院 人間・環境学研 究科	重粒子照射の骨格筋線維の酸素活性に及ぼす影響についての解析	7.10.1 ～ 8.9.30
	千家弘行	京都大学 大学院 人間・環境学研 究科	重粒子照射の骨格筋線維の酸素活性に及ぼす影響についての解析	7.10.1 ～ 8.9.30
	畑下鎮男	順天堂大学浦安 病院脳神経外科	脳虚血における脳循環代謝動態に対する研究	7.4.1～ 8.3.31
	石丸純夫	順天堂大学浦安 病院脳神経外科	脳虚血における脳循環代謝動態に対する研究	7.4.1～ 8.3.31
環境衛生	櫻井四郎	大妻女子大学社 会情報学部	PIXE 分析による生体及び環境試料中微量元素の定量	7.4.1～ 8.3.31
	甲嶋洋平	千葉大学大学院 医学研究科	MRI による腫瘍の信号パターンと金属元素の相関について	7.4.1～ 8.3.31
	角田出	石巻専修大学理 工学部	キチン・キトサンの放射性物質代謝の及ぼす影響に関する研究	7.4.1～ 8.3.31
	王冰	東邦大学医学部 生物学研究室	マウス中枢神経系細胞におよぼすトリチウム水の影響	7.10.1 ～ 8.3.31

	福田浩之	千葉大学医学部 付属病院	肝組織金属分析	7.7.1～ 8.3.31
	岡部真一郎	千葉大学医学部	肝組織分析	7.7.1～ 8.3.31
	池内嘉宏	(財) 日本分析 センター 研 修・技術部	放射性核種の分析法の開発	7.4.1～ 8.3.31
	北村清司	(財) 日本分析 センター 研 修・技術部	放射性核種の分析法の開発	7.4.1～ 8.3.31
	平義之	(財) 日本分析 センター 研 修・技術部	放射性核種の分析法の開発	7.4.1～ 8.3.31
	石川清正	(財) 日本分析 センター 研 修・技術部	放射性核種の分析法の開発	7.4.1～ 8.3.31
第 1 グ ループ	庄司洋史	神奈川歯科大学 助手	生体フリーラジカルの体内挙動 に関する研究	7.7.1～ 8.3.31
	丸山通広	千葉大学医学部	放射線による初期障害とその防 御に関する薬理化学的研究	6.10.1 ～ 7.9.30
	大沼徳吉	千葉大学医学部 付属病院	放射線障害の初期過程における 薬理化学的研究	7.4.1～ 8.3.31
	小椋康光	千葉大学大学院 薬学研究科	放射線障害の初期過程における 薬理化学的研究	7.4.1～ 8.3.31
	黒田俊之	千葉大学大学院 薬学研究科	放射線障害の初期過程における 薬理化学的研究	7.4.1～ 8.3.31
	茗	千葉大学大学院 薬学研究科	放射線障害の初期過程における 薬理化学的研究	7.4.1～ 8.3.31

	米田信次	千葉大学大学院 薬学研究科	放射線障害の初期過程における 薬理化学的研究	7.4.1～ 8.3.31
第 2 グ ループ	菅原剛彦	筑波大学大学院 バイオシステム 研究科	ヒトゲノム解析にかかわる研究	7.1.1～ 7.12.31
第 3 グ ループ	山口亮	慶応義塾大学大 学院理工学研究 科	酸素効果に及ぼす重粒子線 LET の影響	7.10.1 ～8.7.1
	安藤総一郎	千葉大学大学院 医学研究科	重粒子線照射による呼吸器系機 能への影響に関する研究	7.5.1～ 8.3.31
	中丸典彦	千葉大学大学院 薬学研究科	放射線照射による腸管吸収能へ の影響と PIXE 法による血漿中 の元素分析	7.7.1～ 8.3.31
	曾野和彦	日本技研（株） 原子力事業部	ラドントロン測定とそのリスク 評価に係わる技術的課題の検討	7.4.1～ 8.3.31
	五代儀貴	（財）環境科学 技術研究所 環境 動態研究部	屋内ラドン・トロン濃度の家屋 形態による違いに関する研究	7.4.1～ 8.3.31
	石井覺	（社）石膏ボー ド工業会	建設中 Rh 放射能基準値設定に かかわる調査研究	7.4.1～ 8.3.31
センター 運転課	佐々木基仁	住友重機械工業 （株）量子機器 事業センター設 計部	18F 及び 13N 標識化合物の薬剤 化に関する研究	7.4.1～ 8.3.31
	原田平輝志	新技術事業団	高比放射能 11C-、18F 標識化 合物製造法の研究	7.4.1～ 7.6.30
	鹿野直人	東京理科大学大 学院薬学研究科	短寿命放射性核種標識化合物の 製造に関する研究	7.4.1～ 8.3.31

	佐々木 正大	東京理科大学大 学院薬学研究科	短寿命放射性核種標識化合物の 製造に関する研究	7.4.1～ 8.3.31
治療・診 断	鬼頭昭 三	放送大学教養学 部	ステロイドホルモンの neuron survival に与える影響	7.4.1～ 8.3.31
	新郷明 子	放送大学教養学 部	ステロイドホルモンの neuron survival に与える影響	7.4.1～ 8.3.31
	滝口恭 男	千葉大学医学部	ヒト肺癌細胞の放射線感受性に 関する基礎的研究	7.4.1～ 8.3.31
	青山博 道	千葉大学医学部 第2外科	乳癌縮小手術と重粒子線照射 (特に乳房温存療法に対する応 用)	7.7.1～ 8.3.31
	松崎弘 志	千葉大学 医学部 第2外科	乳癌縮小手術と重粒子線照射 (特に乳房温存療法に対する応 用)	7.7.1～ 8.3.31
	滝口裕 一	千葉大学 医学部 文部教官助手	肺癌の放射線治療、化学療法に ついての分子生物学的研究	7.7.1～ 8.3.31
障害・臨 床	土方康 義	千葉大学医学部	MRS、PET による心疾患の研究	7.4.1～ 8.3.31
	小谷庸 一	帝京大学医学部 付属市原病院	MR を用いた組織内脂肺量の判 定	7.4.1～ 8.3.31
	島田和 浩	千葉大学 医学部 付属病院	NMR、PET による心疾患の研究	7.4.1～ 8.3.31
	橘川志 延	千葉大学 医学部	NMR、PET による心疾患の研究	7.4.1～ 8.3.31
	山内雅 人	千葉大学 医学部 付属病院	PET による心疾患の研究	7.4.1～ 8.3.31
	相生真 吾	千葉大学 医学部 付属病院	PET による心疾患の研究	7.4.1～ 8.3.31

	大久保 善明	東京医科歯科大 学医学部附属病 院	PET による神経精神障害の研究	7.4.1～ 8.3.31
	寺崎太 洋	東京医科歯科大 学医学部附属病 院	PET による神経精神障害の研究	7.4.1～ 8.3.31
	今井康 則	鹿島労災病院	PET を用いた臨床的研究	7.4.1～ 8.3.31
	高見徹	千葉県救急医療 センター	PET 及び MR による循環器疾患 の研究を用いた臨床的研究	7.4.1～ 8.3.31
	朝日奈 正人	千葉大学 医学部 附属病院	ジストニーを呈する疾患におけ る脳内ドーパミン (DI 及び D2) 受容体の Positron Emission Tomography (PET) による評価	7.4.1～ 8.3.31
	篠遠仁	千葉大学 医学部 附属病院 助手	ポジトロン CT による神経疾患 の研究パーキンソニズム、ジス トニアにおける神経受容体の研 究	7.10.1 ～ 8.3.31
	須藤康 彦	東京大学 大学院 医学系実験科	ポジトロン CT による脳内受容 体の研究	7.4.1～ 8.3.31
	中嶋義 文	東京大学 医学部 附属病院	ポジトロン CT による脳内受容 体の研究	7.8.1～ 8.3.31
	難波宏 樹	千葉県がんセン ター	ポジトロン CT のためのトレー サー開発とその評価	7.4.1～ 8.3.31
	田所裕 之	日本医科大学	ポジトロン CT を用いた心機能 の解析	7.4.1～ 8.3.31
	青墳章 代	国立療養所千葉 東病院	ポジトロン CT 及び MR による 神経疾患の臨床的研究	7.4.1～ 8.3.31

	中野貴之	東京理科大学大学院薬学研究科	ラジオアイソトープを用いた神経伝達系の機能測定	7.4.1～ 8.3.31
	大澤宜明	東邦大学大学院理学研究科	遺伝子の転写・発現に対する放射線の影響	7.4.1～ 8.3.31
	堀信一	釧路中央病院	血管内皮細胞を用いた転移機構解明、マウス臓器由来血管内皮細胞と腫瘍細胞の相互作用に関する実験・研究	7.4.1～ 8.3.31
	福田幸弘	東邦大学大学院理学研究科	細胞周期とアポトーシス	7.4.1～ 8.3.31
	大淵徹	千葉大学医学部	腫瘍に対する重粒子線の治療効果を培養細胞や移植腫瘍を用いて実験	7.4.1～ 8.3.31
	小林信義	千葉県がんセンター	重粒子線治療に関する動物実験	7.4.1～ 8.3.31
	氷見寿治	千葉大学医学部 附属病院	循環器領域でのポジトロン CT の臨床利用について	7.4.1～ 8.3.31
	岩川眞由美	筑波大学臨床医学系小児外科	小児悪性腫瘍に対する放射線療法の基礎的検討	7.4.1～ 8.3.31
	井上寿久	船橋市立医療センター	心疾患に対する MRI を用いた新しい評価法について	7.4.1～ 8.3.31
	秋山芳久	千葉県がんセンター	体内の放射能の定量測定に関する研究	7.4.1～ 8.3.31
	小林薫	埼玉県立がんセンター	放射性物質を用いたトレーサーによる中枢神経レセプターの研究	7.4.1～ 8.3.31
	山田滋	東邦大学 大学院理学研究科	放射線の増感作用に関する研究	7.4.1～ 8.3.31

	田伏勝 義	大阪大学 大学院 理学研究科	放射線治療における最適な線量 投与の研究	7.4.1～ 8.3.31
	下川卓 志	大阪大学 大学院 理学研究科	放射線誘発アポトーシスに伴う 諸変化の発現機構	7.4.1～ 8.3.31
医用重粒 子	深尾哲 博	大阪大学 大学院 理学研究科	21F の電機四重極モーメント測 定のための 21F の生成及び偏極 機構の研究	7.4.1～ 8.3.31
	松本康 寛	大阪大学 大学院 理学研究科	21F の電機四重極モーメント測 定のための 21F の生成及び偏極 機構の研究	7.4.1～ 8.3.31
	佐藤和 則	大阪大学 大学院 理学研究科	21F の電機四重極モーメント測 定のための 21F の生成及び偏極 機構の研究	7.4.1～ 8.3.31
	南園啓	大阪大学 大学院 理学研究科	21F の電機四重極モーメント測 定のための 21F の生成及び偏極 機構の研究	7.4.1～ 8.3.31
	石賀健 一	大阪大学 大学院 理学研究科	21F の電機四重極モーメント測 定のための 21F の生成及び偏極 機構の研究	7.4.1～ 8.3.31
	斉藤正 憲	大阪大学 大学院 理学研究科	21F の電機四重極モーメント測 定のための 21F の生成及び偏極 機構の研究	7.4.1～ 8.3.31
	池田隆 之	大阪大学 大学院 理学研究科	21F の電機四重極モーメント測 定のための 21F の生成及び偏極 機構の研究	7.4.1～ 8.3.31
	丸山由 紀子	大阪大学 大学院 理学研究科	21F の電機四重極モーメント測 定のための 21F の生成及び偏極 機構の研究	7.4.1～ 8.3.31
	松本晶 子	大阪大学 大学院 理学研究科	21F の電機四重極モーメント測 定のための 21F の生成及び偏極	7.4.1～ 8.3.31

			機構の研究 21F の電機四重極モーメント測定のための 21F の生成及び偏極機構の研究	
	中村正	早稲田大学大学院理工学科	AFM を用いた低速重粒子に対する個体飛跡検出器 CR-39 の応答感度測定	7.7.1～ 8.3.31
	佐藤一雅	ソニー（株）中央研究所情報通信研究部門	3次元 X 線 CT の再構成アルゴリズム研究と、再編成結果の重粒子線治療計画への適用	7.4.1～ 8.3.31
	岡崎勉	ソニー（株）中央研究所情報通信研究部門	3次元 X 線 CT の再構成アルゴリズム研究と、再編成結果の重粒子線治療計画への適用	7.4.1～ 8.3.31
	小林繁雄	ソニー（株）生産技術部門 FA システム部	3次元 X 線 CT の試作および、再編成結果の重粒子線治療計画への適用	7.4.1～ 8.3.31
	坂口貴男	早稲田大学大学院理工学研究科	RRMD(Real time Radiation Monitoring Device)の重粒子に対する性能評価	7.7.1～ 8.3.31
	猪狩嘉延	千葉大学 大学院 理学研究科	きわめて長寿命のアイソマーの探査（重イオンビームによる生成・観測の実験）	7.5.1～ 8.3.31
	照井和志	千葉大学 大学院 教育研究科	きわめて長寿命のアイソマーの探査（重イオンビームによる生成・観測の実験）	7.7.1～ 8.3.31
	荒木夏治	日立造船（株）ロボット電子事業部	加速器制御の習得及びビームクオリティ向上のための研究	7.4.1～ 8.3.31
	木内宏	埼玉大学 大学院 理工学研究科	逆運動学による(p,2p)準弾性散乱によるテスト実験	7.10.1～ 8.3.31

	宮崎光 介	九州大学 大学院 理学研究科	高エネルギー重イオンビームに よる核異性体の探査	8.1.1～ 8.3.31
	槇互介	東京大学 大学院 理学系研究科	高エネルギー多荷イオン衝突に よる励起・電離機構および多荷 イオンの分光学的研究	7.5.1～ 8.3.31
	三木敬 大朗	甲南大学 理学部 自然科学研究科	重イオン検出用高速 MWDC の 開発	7.4.1～ 8.3.31
	山上宗 隆	甲南大学 理学部 自然科学研究科	重イオン検出用高速 MWDC の 開発	7.4.1～ 8.3.31
	岩瀬修	東京工業大学 大 学院 総合理工学 研究科 エネルギー 科学専攻	重粒子線とプラズマの相互作用 に関する研究	7.5.1～ 8.3.31
	遠藤剛	東京工業大学 大 学院 総合理工学 研究科 エネルギー 科学専攻	重粒子線とプラズマの相互作用 に関する研究	7.5.1～ 8.3.31
	中村匡 志	東京工業大学 大 学院 総合理工学 研究科 エネルギー 科学専攻	重粒子線とプラズマの相互作用 に関する研究	7.5.1～ 8.3.31
	牧野佐 平	東京工業大学大 学院総合理工学 研究科	重粒子線とプラズマの相互作用 に関する研究	7.10.1 ～ 8.3.31
	野村俊 文	東京工業大学大 学院総合理工学 研究科	重粒子線とプラズマの相互作用 に関する研究	7.10.1 ～ 8.3.31
	伊藤幹 彦	東京工業大学大 学院総合理工学 研究科	重粒子線とプラズマの相互作用 に関する研究	7.10.1 ～ 8.3.31

	高山賢一	東京工業大学大学院総合理工学研究科	重粒子線とプラズマの相互作用に関する研究	7.10.1 ～ 8.3.31
	山内知	東京工業大学大学院総合理工学研究科	重粒子線とプラズマの相互作用に関する研究	7.10.1 ～ 8.3.31
	駒見英明	東京工業大学大学院総合理工学研究科	重粒子線とプラズマの相互作用に関する研究	7.10.1 ～ 8.3.31
	千歳範壽	東京大学 大学院 工学系研究科	重粒子線の生物作用に関する化学基礎研究	7.4.1～ 8.3.31
	伊藤高臣	東京大学 大学院 総合文化研究科	相対論的重イオンビームによる核オコロコフ効果の研究	8.1.1～ 8.3.31
海放生	大竹二雄	東京大学海洋研究所	ウナギ目レプトケファルス幼生の溶存態有機物の取込みと代謝に関する研究	7.4.1～ 8.3.31
	丸茂恵右	(財) 海洋生物環境研究所	海産魚の放射性核種の蓄積に対する塩分濃度及び餌料の効果	7.4.1～ 8.3.31

平成 7 年度 実習生受入れ一覧

所属研究部	氏名	所属機関	研究テーマ	期間
放射線科学	大樂知久	名古屋大学 理学部 化学科	HIMAC による重イオン核反応の研究。重イオン照射で生成する RI を測定・定量し、核反応断面積を求める	7.9.1 ～ 8.3.31
	岸謙介	慶応義塾大学 理工学部	CT 像からの肺がんの自動特徴抽出法によるに関する研究	7.11.1 ～ 8.3.31
	藤枝さやか	東邦大学 理学部	ポジトロン CT の画像再構成に関する研究	7.4.1 ～

				8.3.3 1
	長坂 英俊	東邦大学 理学部	原子力顕微鏡による粒子線飛 跡の解析法に関する研究	7.5.1 ～ 8.3.3 1
	森本 真哉	大阪大学 理学部 化学科	重イオン核反応生成物の超微 量元素分析	7.9.1 ～ 8.3.3 1
障害基盤	松島 正	東邦大学 理学部	放射線誘発アポトーシスに関 する研究	8.1.1 ～ 8.3.3 1
	橋本 繁成	東邦大学 理学部	放射線誘発アポトーシスに関 する研究	8.1.1 ～ 8.3.3 1
	三田村 孝子	東邦大学 理学部	放射線誘発アポトーシスに関 する研究	8.1.1 ～ 8.3.3 1
生物影響	本庄 翠	東邦大学 理学部	腫瘍細胞の湿潤転移における Cl _s の生理学的機能	7.4.1 ～ 8.3.3 1
環境衛生	木村 礼美	東邦大学 理学部	PIXE 法による食品中の微量元 素分析	7.4.1 ～ 8.3.3 1

	石川 正三	東邦大学 理学部	無機イオンの吸着挙動に関する放射化学的研究	7.4.1 ～ 8.3.3 1
技術	荒川 睦	東京動物専門学校	実験動物の飼育管理について	7.9.1 8～ 7.10. 14
	木村 輝美	東京動物専門学校	実験動物の飼育管理について	7.9.1 8～ 7.10. 14
	佐保 智子	東京動物専門学校	実験動物の飼育管理について	7.9.1 8～ 7.10. 14
	高橋 正敏	東京ニュークリア 株式会社	低線量放射線動物照射実験に関する技術習得 動物飼育管理に関する技術習得	7.9.1 1～ 7.10. 16
第2グループ	加藤 真樹	東邦大学 理学部	ヒト特定ゲノム領域からの発現遺伝子の同定に関する研究	7.4.1 ～ 8.2.2 8
第3グループ	扶川 武司	慶応義塾大学 理工学部	酸素効果に及ぼす重粒子線LETの影響	7.10. 1～ 8.3.3 1
	北村美 一郎	慶応義塾大学 理工学部	酸素効果に及ぼす重粒子線LETの影響	7.10. 1～

				8.3.3 1
	中村 恭志	立教大学 理学部	重粒子線による乾燥 DNA 主鎖 切断の誘発機構の研究	7.10. 1～ 8.3.3 1
	富田 雅典	立教大学 理学部	重粒子線による乾燥 DNA 主鎖 切断の誘発機構の研究	7.10. 1～ 8.3.3 1
	檜枝美 和子	立教大学 理学部	重粒子線による乾燥 DNA 主鎖 切断の誘発機構の研究	8.1.1 ～ 8.3.3 1
	荒川 深雪	東海大学 工学部	培養細胞に対する重粒子線作 用における活性酸素の関与	7.7.1 ～ 8.3.3 1
	石堂 宏一	千葉大学 薬学部	放射線照射及び薬剤投与によ る腫瘍細胞の増殖能への影響 と PIXE 法による血漿成分の分 析	7.7.1 ～ 8.3.3 1
センター運 転課	永津弘 太郎	東京理科大学 薬 学部	短寿命放射性核種標識化合物 の製造に関する研究	7.4.1 ～ 8.3.3 1
治療・診断	川崎 博司	東京電子専門学校 診療放射線学科	放射線治療技術学実習及び放 射性同位元素検査技術学実習	7.9.1 ～ 7.10. 20

	渡邊 修	東京電子専門学校 診療放射線学科	放射線治療技術学実習及び放 射性同位元素検査技術学実習	7.9.1 ～ 7.10. 21
医用重粒子	富岡 義典	東邦大学 理学部	重粒子線によるアポトーシス の LET 依存性の研究	7.4.1 ～ 8.3.3 1
	斉藤 瑞穂	東邦大学 理学部	重粒子線によるアポトーシス の LET 依存性の研究	7.4.1 ～ 8.3.3 1

X. VI. 養成訓練部講師

X. VI. 1. 所外講師

氏名	所属機関	氏名	所属機関
上菘 義朋	理化学研究所	池平 博夫	千葉大学病院
小野 耕治	コニカ	服部 淳彦	聖マリアンナ医科大学
鈴木 修	日本アイソトープ協会	五十嵐順子	聖マリアンナ医科大学
伊東 範行	千葉県救急医療センター	佐久間峰男	松戸消防局
衣笠 達也	三菱重工業	石高 宙	聖マリアンナ医科大学
青木 芳朗	東京大学	土器屋卓志	東京第二病院
中尾	六高台病院	塚本 信宏	慶応義塾大学病院
喜多尾憲介	前放医研物理研究部	伊藤富佐子	東京慈恵会医科大学
岡野 伸一	富士フィルム	南保 俊雄	生体化学応用研究所
久保田雅博	東芝メディカル	坂本 幸夫	日本原子力研究所
岩倉 哲夫	日本分析センター	渡辺 直行	群馬大学
沢井 健	都立アイソトープ総合研究所	中村佳代子	慶応義塾大学
渡利 一夫	前放医研養成訓練部	福田 寛	東北大学
越島得三郎	CIS ダイアグノスティックス	丸山 隆司	放射線影響協会

別所 遊子	福井医科大学	野原 功全	国際医療福祉大学
宮野 敬治	日本分析センター		
長岡 和則	日本分析センター		
松本 健	日本品質保障機構		
出雲 義朗	国立公衆衛生院		
福山 繁	原子力安全技術センター		
赤津 康夫	動力炉・核燃料開発事業団		
岩崎 民子	放射線影響協会		
若林 克己	群馬大学		
西川 潤一	東京大学		

X. VI. 2. 所内講師

放射線科学研究部	隈元 芳一	技術部放射線安全課	佐藤 肇
	山口 寛		鎌倉 幸雄
	平岡 武		児玉 紘一
	村山 秀雄		三門富士夫
	柴田 貞夫		高倉 伸夫
生物影響研究部	田口 泰子		斎藤 和典
	湯川 修身		宮川 学
	福士 育子	総括安全解析研究官	石川 徹男
	座間 光雄		西沢かな枝
	三田 和英		藤元 憲三
	広部 和久	重粒子治療センター	森田 皓三
	村磯 知採		宮本 忠昭
	相沢 志郎		向井 稔
	島田 義也		入江 俊章
障害基盤研究部	早田 勇		松本 徹
内部被ばく研究部	稲葉 次郎		安藤 興一
	石樽 信人		吉田 勝哉
	小泉 彰		赤沼 篤夫
	久保田善久		明石 真言

環境衛生研究部	内山 正史		鈴木 元
	武田 洋		遠藤 真広
	宮本 霧子		藤森 節子
	府馬 正一		村上ちえみ
	松本 雅紀		山下 曜子
	古川 雅英	医用重粒子物理・工学部	河内 清光
	床次 眞次	環境放射生態学研究部	渡部 輝久
	湯川 雅枝	海洋放射生態学研究部	中村 清
第 1 研究グループ	稲野 宏志		中原 元和
	石原 弘	特別研究官	大津 祐二
第 2 研究グループ	堀 雅明	養成訓練部	阿部 道子
	佐伯 哲哉		上島 久正
	塩見 忠博		今井 靖子
	森明 充興		根井 充
第 3 研究グループ	藤高 和信		金原 進
技術部技術課	菅原 幸喜		
	前田 武		

X. VII. 職員名簿

(平成 8 年 3 月 31 日現在)

所長	平尾 泰 男	主任研究官	安西 和 紀
科学研究官	佐藤 弘 毅	主任研究官	島津 良 枝
企画室長	曾我 文 宣	第 2 サブグループリーダ ー	常岡 和 子
総括研究企画官	中原 徹	主任研究官	石原 弘
研究企画官	土居 雅 弘		古瀬 雅 子
企画官補佐	中山 隆	第 3 サブグループリーダ ー	稲野 宏 志

国際研究協力官	佐藤 孝 司	主任研究官	鈴木 桂 子
専門職（併）	小川 清 一	主任研究官	小野田 眞
企画係長	桜井 清 一	第 4 サブグループリーダ ー	伊古田暢 夫
	鶴田 善 文	主任研究官	稲葉 浩 子
	鏡 俊 之		中川 秀 彦
	直江 政 明	第 2 研究グループ（ゲノ ム解析及び遺伝子情報解 析）総合研究官	堀 雅 明
調査係長	河野 耕 二	第 1 サブグループリーダ ー	三田 和 英
統計係長	川上 利 彦		菅谷 公 彦
図書係長	森田 恭 子	第 2 サブグループリーダ ー	森明 充 興
主任	松本 清 子	主任研究官	本郷 悦 子
放射能資料係長	鵜澤 勝 己		東 智 康
	佐藤 博 信	第 3 サブグループリーダ ー（併）	堀 雅 明
	好永 聡	主任研究官	今井 高 志
管理部長	小田公彦	主任研究官	斎藤 俊 行

庶務係長	佐藤 勇		伊藤 綽子
課長補佐	田辺 寿男	第 4 サブグループリーダ —	佐伯 哲哉
専門職	足立仁勇	主任研究官	辻 秀雄
専門職	金山 貴子	主任研究官	山内 正剛
庶務係長	遠藤 忠一		辻 さつき
主任	松本登美子	第 5 サブグループリーダ —	塩見 忠博
	岩田 公平	主任研究官	原田 良信
人事係長	加藤 利明		小池 学
	河内 修	第 3 研究グループ（宇宙環境生物医学及び粒子線生物学）総合研究官	藤高 和信
	鈴木 智子	第 1 サブグループリーダ —	安藤 興一
給与係長	石澤 義久	主任研究官	小池 幸子
	榎本 昇一	第 2 サブグループリーダ —（併）	藤高 和信
	大野 典子	主任研究官	古澤 佳也
厚生係長	黒澤 正弘	主任研究官	鈴木 雅雄
	熱田 英史	第 3 サブグループリーダ —	山口 寛

会計課長	細川 一夫		保田 浩志
課長補佐	海老原 正		高田真志
専門職	川又 昭男	第4サブグループリーダー	松本信二
専門職 (併)	西米秀男	総括安全解析研究官 (併)	佐藤 弘毅
予算係長	佐藤 泰司	主任安全解析研究官	藤元 憲三
	小島謙次郎	主任安全解析研究官	中村 祐二
契約係長	田茂山 晋	主任研究官	西澤かな枝
	米倉 友昭	主任研究官	神田 玲子
	山本 篤		石川 徹夫
	平 敬二		吉永 信治
	中 禎弘	特別研究官	大津 祐司
	伏見 淳一	重粒子治療センター	森田 皓三
物品係長	小塚 光男	管理課長	菊池 勝
	三井 正紀	課長補佐	山崎 友吉
経理係長	広岡 隆	専門職	橘 登志雄

	鈴木 寛	庶務係長	春山 広
	子		
監査係長（併）	佐藤 泰	主任	石澤 昭
	司		子
車庫長	藤野 輝		櫻井 瑞
	雄		穂
放射線科学研究部長	隈元 好	会計係長（併）	橋 登志
	一		雄
放射線科学第 1 研究室長	富屋 武		横塚 哲
	浩		也
主任研究官	柴田 貞		田村奈美
	夫		子
放射線科学第 2 研究室長 （併）	隈元 好	医事係長	矢田高 雅
	一		
主任研究官	白貝彰宏	栄養係長	小林 道
			彦
主任研究官	野田 豊		小林 平
放射線科学第 3 研究室長	山本 幹		瀬尾 典
	男		子
主任研究官	村山秀雄		安室 和
			子
放射線科学第 4 研究室長	平岡 武		寺田 岩
			夫
	福村 明	運転課長（併）	山田 聡
	史		
	小俣 要	専門職	長澤 文
			男
	竹下美津	専門職	吉川喜久
	恵		夫

障害基盤研究部長	早田 勇	専門職（併）	野田 利治
障害基盤第 1 研究室長	小島 栄一	サイクロトロン運転係長	鈴木 直方
主任研究官	笠井 清美		須田 充
田中 薫		アイソトープ係長	秋葉 繁
障害基盤第 2 研究室長	大山ハルミ	主任研究官	山田孝信
主任研究官	五日市ひろみ	重粒子運転室長	高田栄一
	村上 正弘	重粒子運転第 1 係長	田代 克人
	森 雅彦		村松 正幸
	福津久美子	重粒子運転第 2 係長（併）	高田栄一
障害基盤第 3 研究室長（併）	早田 勇		佐藤 眞二
主任研究官	南久松真子	重粒子業務室長	村上 健
	古川 章		田中 昭好
	小高武子	医療情報室長	福久健二郎
生物影響研究部長	巽 紘一	主任研究官	松本 徹
生物影響第 1 研究室長	湯川 修身	主任研究官	佐藤眞一郎

主任研究官	沼田 幸子	主任研究官	武田 栄子
主任研究官	村磯 知採	医療情報管理官（併）	松本 徹
	中島 徹夫	治療システム開発室長（併）	森田皓三
生物影響第 2 研究室長	座間 光男	主任研究官	中村 讓
主任研究官	福士 育子	主任研究官	遠藤 真広
	高萩 真彦	主任研究官	古川 重夫
生物影響第 3 研究室長	田口泰子	主任研究官	伊藤 浩子
主任研究官	石川 祐二	治療・診断部長	辻井 博彦
主任研究官	廣部 知久	治療課長	森田 新六
生物影響第 4 研究室長	武藤 正	医長	向井 弘実
主任研究官	相澤 志郎		青柳 壽幸
主任研究官	久保忍い子		石川 敦子
主任研究官	神作 仁子		石井 秀始
	木村 正子	診療放射線技師長	坂下 邦雄
生物影響第 5 研究室長（併）	巽 紘一	主任診療放射線技師	熊谷 和正

主任研究官	崎山比早子		柴山 晃一
主任研究官	古瀬健		砂岡 正良
主任研究官	吉田 和子		渡辺 秀雄
主任研究官	野田 攸子		石居 隆義
主任研究官	安倍 真澄		佐藤 弘史
生物影響第 6 研究室長	佐々木俊作		黒岩 俊隆
生物影響第 7 研究室長	萩生 俊昭		鶴岡伊知郎
主任研究官	小林		金津 州亮
主任研究官	森		田尻
主任研究官	石井 洋子		稔
主任研究官	島田 義也	薬局長	渡邊伸
	西村まゆみ		我妻美登里
内部被ばく研究部長	稲葉 次郎	粒子線治療室長	宮本 忠昭
内部被ばく第 1 研究室長	高橋千太郎	医長	中野 隆史
主任研究官	佐藤 宏	医長	松岡 祥介

主任研究官	久保田善	医長	鎌田 久 正
内部被ばく第 2 研究室長	石樽 信 人		寺原 敦 朗
主任研究官	仲野 高 志	診断課長 (併)	赤沼 篤 夫
	榎本 宏 子	検査係長	進士 賀 一
内部被ばく第 3 研究室長	小木曾洋 一	主任	野口 徇 子
主任研究官	福田 俊	臨床検査技師長	三浦 正 司
主任研究官	山田 宏	主任臨床検査技師	守屋 弘 子
	飯田 治 三		清水 一 範
内部被ばく第 4 研究室長	小泉 彰		大内 隆 三
主任研究官	山田祐司	放射線診断室長	溝江 純 悦
	宮本 勝 宏	医長	神立 進
環境衛生研究部長	内山 正 史	医長	加藤 博 敏
環境衛生第 1 研究室長 (併)	内山 正 史		古賀 雅 久
主任研究官	古川 雅 英		姜 京 燦
	松本 雅 紀	総看護婦長	龍田祐子

	床次眞司	外来看護婦長	北根フサ子
環境衛生第2研究室長	西村 義一	2階病棟看護婦長	藤森 節子
主任研究官	湯川 雅枝	3階病棟看護婦長	村上ちゑみ
	渡辺 嘉人	4階病棟看護婦長	岡崎 悦子
	小平 和子	主任看護婦	須納瀬昭子
環境衛生第3研究室長(併)	内山 正史	主任看護婦	森谷 八重
主任研究官	武田 洋		上林 紘子
主任研究官	宮本 霧子		羽右 綾子
	府馬 正一		徳山 憲子
環境衛生第4研究室長(併)	内山 正史		阿部 玉枝
主任研究官	黒瀧 克己		鈴木 明子
主任研究官	竹下 洋		菅 恒子
主任研究官	米原 英典		萩原 洋子
(派遣職員)	井上 義和		竹内知映子
技術部長	近藤 龍雄		高垣 房子

技術課長	鈴木 信 安		遠藤千代 美
課長補佐	曾我 健 吾		飯塚 順 子
技術第 1 係長	菅原 幸 喜		鹿俣多喜 子
主任	元吉 貞 子 前田 武		田島ウタ 子 山下 曜 子
技術第 2 係長	長澤志保 子		三上 恵 子
主任	遠藤 節 子		竹俣 幸 江
内部被ばく実験施設管理室長 (併)	小泉 彰		小山ルミ
特殊実験管理係長	根本 和 義		芳野 幸 子
中型動物管理係長	朽木 満 弘 岡田 和 夫		南 鈴 代 高橋 幸 子
汚染動物管理係長	種田 信 司		北島 幸 子
施設管理室長	駒谷 恒 夫	障害・臨床研究部長	赤沼 篤 夫
施設管理係長	森 貞 次	障害・臨床第 1 研究室長	鈴木 和 年

	宮原 文 男	主任研究官	福士 清
	榎本 昭 雄	主任研究官	入江 俊 章
	内田 晴 康	主任研究官	原田平輝 志
	黒沢 進	障害・臨床第 2 研究室長	吉田 勝 哉
	館林 幹 夫	主任研究官	須原 哲 也
	立石 実	障害・臨床第 3 研究室長	明石 真 言
管財係長 (併)	川又 昭 男	主任研究官	川瀬 淑 子
	小畑 浩 明	主任研究官	下村 智
	山本 節 子		蜂谷みさ を
安全係長	貝沼 育 子	障害・臨床第 4 研究室長	鈴木 元
	河合 徹	主任研究官	能勢 正 子
情報処理室長	本郷 昭 三		鵜沢 玲 子
	四野宮貴 幸	医用重粒子物理・工学研 究部長	河内 清 光
放射線安全課長	佐藤 肇	医用重粒子物理・工学第 1 研究室長	佐藤 幸 夫
課長補佐	村越 善 次		北川 敦 志

専門職	魚路 益 男	医用重粒子物理・工学第 2 研究室長	山田 聰
健康管理係長（併）	魚路 益 男	主任研究官	金澤 光 雄
主任	橘 幸 子	主任研究官	熊田 雅 之
	崎野 貴 光	主任研究官	野田 耕 司
	三門富士 夫	医用重粒子物理・工学第 3 研究室長	金井 達 明
安全係長	玉手和彦	主任研究官	取越 正 己
	高倉 伸 夫	主任研究官	蓑原 伸 一
汚染処理係長	田澤 賽		宮原 信 幸
	宮川 学		松藤 成 弘
	森川 康 弘	那珂湊支所長	鈴木 讓
アルファ線管理係長	児玉 浩 一	管理課長	長谷川芳 夫
中性子線管理係長	宮後 法 博	課長補佐	池田 保
動植物管理課長	佐藤 虎 三	管理係長（併）	池田 保
専門職	小藤田 満		黒沢 勝 治
生産係長	早尾 辰 雄	会計係長	木村 裕 一

	上野 涉		笠井 利彦
管理第 1 係長	富田 静男	放射線安全係長	伊藤 幸久
管理第 2 係長	鈴木 正幸		佐々木 昭徳
動物衛生係長	川島 直行	環境放射生態学研究部長 (併)	鈴木 讓
主任研究官	松下 悟	環境衛生生態学第 1 研究室長	渡部 輝久
	河野 明広	主任研究官	内田 滋夫
検疫室長	山極 順二		田上 恵子
開発室長	北爪 雅之		横須賀節子
主任研究官	岡本 正則	環境衛生衛生学第 2 研究室長	村松 康行
特殊動物専門官 (併)	松下 悟	主任研究官	柳沢 啓
(研究休職)	松本恒弥	主任研究官	吉田 聡
養成訓練部長	阿部 道子		坂内 忠明
教務室長	淵上 辰雄	環境衛生衛生学第 3 研究室長	河村日佐男
(併)	篠原 和彦	主任研究官	白石久二雄
(併)	進士 賀一	海洋放射生態学研究部長	中村 清

指導室長	上島 久	海洋放射生態学第 1 研究	平野 茂
	正	室長	樹
主任研究官	今井 靖	主任研究官	山田正俊
	子		
主任研究官	根井 充	主任研究官	石川 昌
	金原 進		文
			青野 辰
第 1 研究グループ（生体制御）総合研究官	小澤 俊彦	海洋放射生態学第 2 研究	中村 良
		室長	一
第 1 サブグループリーダー（併）	小澤 俊彦	主任研究官	中原 元
			和
主任研究官	上田 順一	主任研究官	石井 紀
			明
			松葉 満
			江

X. VIII. 人事異動

採用・転入者

所属・職名	氏名	日付	前任官署等
技術部長	個人情報保護	H7.4.1	科学技術庁
管理部会計課長	の為、 非公開	〃	金属材料技術研究所
技術部放射線安全課長		〃	科学技術庁
技術部動植物管理課長		〃	〃
重粒子治療センター管理課医事係長		〃	農林水産省
企画室国際研究協力官		〃	国立療養所東京病院
技術部放射線安全課アルファ線管理係長		〃	科学技術庁

重粒子治療センター運転課		〃	動力炉・核燃料 開発事業団
第2グループ第1サブグループ		〃	宇宙開発事業団
第2グループ第5サブグループ		〃	採用
重粒子治療センター管理課		〃	〃
重粒子治療センター治療・診断部治療 課医師		〃	〃
〃		〃	〃
重粒子治療センター医用重粒子物理・ 工学研究部 主任研究官		〃	〃
重粒子治療センター医用重粒子物理・ 工学研究部 医用重粒子物理・工学第3研究室		〃	〃
重粒子治療センター治療・診断部看護 課 看護婦		H7.5.1	〃
〃		〃	〃
管理部庶務課長		H7.7.1	科学技術政策研 究所
管理部庶務課厚生係長		〃	防災科学技術研 究所
管理部会計課		〃	採用
重粒子治療センター障害・臨床研究部 主任研究官		〃	〃
管理部庶務課		H7.7.16	〃
重粒子治療センター治療・診断部診断 課医長		〃	〃
技術部放射線安全課		H7.8.1	〃
技術部放射線安全課安全係長		H7.9.1	科学技術庁

第 1 研究グループ第 1 サブグループ		〃	東京大学
第 3 研究グループ主任研究官		〃	採用
重粒子治療センター障害・臨床研究部 主任研究官		H7.10.1	〃
重粒子治療センター治療・診断部治療 課診療放射線技師		〃	〃
環境衛生研究部主任研究官		H8.1.1	滋賀医科大学
第 3 研究グループ第 3 サブグループ		H8.2.1	採用
生物影響研究部主任研究官		H8.3.1	〃

転出・退職者

所属・職名	氏名	日付	転出先等
管理部会計課予算係長	個人情報保護 の為、 非公開	H7.4.1	科学技術庁
生理病理研究部生理病理第 2 研究室 長		〃	国立衛生試験所
重粒子治療センター管理課		〃	国立療養所西新潟病院
重粒子治療センター障害・臨床研究部 障害・臨 床第 1 研究室長		〃	大阪大学
重粒子治療センター医用重粒子物理・ 工学研究 部主任研究官		〃	東京工業大学
重粒子治療センター管理課		H7.6.10	辞職
管理部庶務課長		H7.6.30	理化学研究所
管理部会計課長補佐		〃	科学技術庁
技術部放射線安全課安全係長		H7.8.1	〃
技術部放射線安全課健康管理係長		H7.8.16	〃
企画室		H7.8.31	辞職

第2研究グループ主任研究官		H8.1.1	名古屋大学
技術部放射線安全課		H8.3.16	科学技術庁
科学研究官		H8.3.31	定年退職
那珂湊支所長		〃	〃
養成訓練部長		〃	〃
特別研究官		〃	〃
那珂湊支所会計課長		〃	〃
管理部庶務課専門職		〃	〃
生物影響研究部主任研究官		〃	〃
技術部技術課		〃	〃
重粒子治療センター管理課庶務係長		〃	〃
重粒子治療センター治療・診断部診断 課臨床検査技師長		〃	〃
重粒子治療センター治療・診断部看護 課看護婦		〃	〃
重粒子治療センター運転課		〃	辞職
重粒子治療センター治療・診断部治療 課医師		〃	〃
重粒子治療センター治療・診断部看護 課看護婦		〃	〃

X. IX. 荣誉

年月日	受賞名	氏名	受賞内容
H7.4. 20	科学技術庁功 労者表彰	平尾 泰男	重粒子がん治療装置の開発育成
〃	研究功労者表 彰	中島 敏行	砂糖による一般人の緊急時被曝線量計測法の 研究
H7.4. 21	創意工夫功労 者表彰	須納瀬 昭子	放射線治療施設での看護基準及び看護手順の 考案

H7.5. 19	業績表彰	隈元 芳一	放射線防護に関する研究および医療用加速装置の放射線安全
"	"	石樽 信人	プルトニウムの内部被曝線量評価に関する研究
"	"	伊古田 暢夫	放射線障害を低減化する生理活性物質の合成技術に関する研究
"	"	藤高 和信	国民線量算定に関わる自然放射線の総合的研究
"	"	石井 紀明	海洋生物中の金属元素の局所構造に関する基礎的研究
H7.10 .26	原子力安全功 労者表彰	阿部 道子	環境放射線に関する調査・研究等を通じ、原子力の安全確保に貢献

X. X. 共同研究

平成7年度 共同研究契約締結

研究課題	担当研究部等	共同研究先	研究期間	研究内容
1.重粒子線の医・生物学研究に有用な照射法に関する研究及び物理・生物学的研究（元年度から継続）	放射線科学（富谷、福村） 第3G（松本、古瀬、安藤、小池、古澤）生物影響（田口）障害基盤（五日市、笠井、福津）重粒子（河内、曾我、金井、高田、蓑原）	理化学研究所	7.7.3～ 8.9.3	1.線量測定に関する研究 2.細胞致死効果に関する研究 3.生体組織の実験
2.OK-432の放射線障害の治療に関する基礎的研究（4年度から継続）	障害・臨床（赤沼、鈴木、能勢、明石）	中外製薬（株）	7.4.1～ 8.8.3	1.全身照射マウスの生存に及ぼすOK-432の効果、特に他剤との比較効果を検討 2.骨髄幹細胞

				の GM-CFU、Meg-CFU、BFU-E の放射線効果の OK-432 の修飾作用 3.同種骨髄移植に対する OK-432 の修飾効果
3.神経薬理学におけるポジトロン CT の応用 (60 年度から継続)	障害・臨床 (吉田、入江) 運転課 (スズキ (和))	塩野義製薬 (株)	7.4.1~ 8.8.3	1.文献検索 2.向精神薬のポジトロン標識 3.向精神薬の安全性試験 4.動物を用いた有効性の検討 5.報告書の作成 6.まとめおよび評価
4.重粒子線治療のための 3 次元 X 線 CT の開発 (3 年度より継続)	重粒子 (河内、遠藤) 障害・臨床 (吉田) 医療情報室 (松本) 治療・診断 (宮本)	ソニー (株) 総合研究所	6.4.1~ 8.8.3	1.大視野 X 線テレビの基礎研究 2.画像処理技術の基礎研究 3.3 次元 X 線 CT の基礎研究
5.標識合成技術の開発およびトレーサ法による生体機能の測定に関する研究 (5 年度から継続)	運転課 (鈴木 (和)) 障害・臨床 (井上、須原) 内部被ばく (高橋) 第 1G (伊古田)	新技術事業団	7.4.1~ 8.8.3	1.11C、18F による標識合成 2.PET による動物およびヒトの脳機能の測定
6.中枢アスチルコリン・エステラーゼ活性測定のためのインビボ・トレーサーの開発と応	障害・臨床 (入江、福士) 第 1G (伊古田)	第一化学薬品 (株) (株) 第一ラジオアイソトープ研究所	6.5.2~ 8.3.31	1.文献の検索 2.トレーサー化合物の分子設計 3.トレーサーの合成 4.動物を用いた有効性の評価 5.トレーサー応用の

用（5年度から継続）				検討 6.報告書の作成
7.静止型ポジトロンCT装置の物理特性並びに臨床応用に関する研究（6年度から継続）	放射線科学（村山） 運害・臨床（吉田、須原） 治療・診断（吉川、古賀）	シーメンス旭メディック（株）	6.5.2～ 8.3.31	1.装置の物理的評価 2.装置の臨床的評価
8.海洋放射線環境の調査研究（6年度から継続）	支所長（鈴木） 第2G（山内） 環境衛生（古川） 海洋生（石井）	海洋科学技術センター	6.11.1～ 9.3.31	1.海洋放射線環境の調査 2.IN-SITU測定の研究開発 3.試料の採集、前処理、分析及び解析 4.ラセンCT検診車による集検の
9.ラセンCT搭載車による小型肺癌発見システムの構築に関する研究（6年度より継続）	センター長（森田） 治療・診断（宮本、吉川、本、福久、佐藤） 障害・臨床（吉田）	（財）結核予防会千葉県支部（株）日立メディコ	7.4.1～ 8.3.31	1.肺癌検診用CT研究開発動向調査 2.内外研究者間、施設間調査 3.ラセンCTの基礎的研究研究 5.精密検診システムに関する研究
10.宇宙放射線の生物への影響および防護技術に関する研究（新規）	第3G（藤高、安藤、松本、山口、古澤、小池、根本、保田、福田）	（財）宇宙開発事業団	7.6.12～ 10.3.31	1.生物学的影響を的確に評価するために必要な環境計測の研究 2.宇宙放射線の物理的評価と生物学的影響の総合的研究 3.宇宙環境での搭乗員の被曝量の推定と

				防護技術・対策に関する研究 4.宇宙放射線影響予測に関する研究 5.軌道上実験のための技術開発
11.三次元 PET用シンチレーション位置検出器に関する研究（新規）	放射線科学（村山）	（株）浜松ホトニクス中央研究所（株）日立化成工業筑波開発研究所	7.8.3～ 9.3.31	1.3次元PET用位置検出器研究開発動向調査 2.シンチレーション素子の選択及び特性試験 3.光電子増倍管の選択及び動作試験 4.シンチレーション素子と光電子増倍管との光学接続法試験 5.3次元PET用シンチレーション位置検出用の性能評価及び改良
12.海産硬骨魚スズキ等の放射性核種蓄積における環境条件の影響に関する調査研究（新規）	支所長（鈴木） 海放生（中村（清）、中村（良）、中原）	（財）海洋生物環境研究所	8.1.17～ 11.3.31	1.塩分濃度の異なる汽水・海水中で飼育して環境水からの取り込み・排出効果の解明 2.成長段階別に環境水からの取り込み・排出効果の解明 3.放射性して餌からの取り込み・排出効核種で標識した

				人工飼料を投与果の 解明
13.施設間カンファレンスによる重粒子線がん治療に関する研究（新規）	センター長（森田） 治療・診断（辻井、宮本、溝江、松岡）	埼玉医科大学 附属病院	8.3.8～ 9.3.31	1.重粒子線治療患者の適応の評価判定 2.重粒子線治療患者の効果判定 3.重粒子線治療患者の追跡調査と評価

X. XI. 特許等

(1)国内特許

発明の名称	発明者
1.放射線測定装置	田中 栄一 野原 功全 富谷 武浩 他 2名（東芝）
2.光学的信号伝達装置	田中 栄一 富谷 武浩 他2名（日立メディコ）
3.陽電子横断断層装置	田中 栄一 野原 功全 富谷 武浩 他 2名（日立メディコ）
4.ポジトロン CT 装置	田中 栄一 野原 功全 山本 幹男 他 1名（日立メディコ）
5.陽電子横断断層装置	田中 栄一 野原 功全 富谷 武浩 山本 幹男 他2名（日立メディコ）
6.放射線位置検出装置	田中 栄一 野原 功全 村山 秀雄 他 3名（日立メディコ）
7.コンピュータトモグラフィ装置における同時計数回路	富谷 武浩 他2名（日立メディコ）
8.CSF 産生腫瘍移植法を用いたCSF 製造法	平嶋 邦猛 色田 幹雄 常岡 和子 安藤 興一 奈良 信雄 別所 正美 他1名（電気 化学工業）
9.汚泥等の乾留焼却方法及び装置	松岡 理 小泉 彰 他4名（新潟鉄工所）

10.CSF 制御物質	平嶋 邦猛 別所 正美 他 3 名 (中外製薬)
11.CSF 製造法	色田 幹雄 常岡 和子 他 1 名 (電気化学工業)
12.放射線検出装置	田中 栄一 村山 秀雄 他 3 名 (浜松ホトニクス)
13.血流速分布測定法	福田 信男 池平 博夫 館野 之男 他 3 名 (旭化成)
14.濾過装置	鈴木 和年 山田 孝信 玉手 和彦
15.限外濾過装置	鈴木 和年 山田 孝信 玉手 和彦
16.発光検出装置	山本 幹男 富谷 武浩 野原 功全 田中 栄一 他 4 名 (浜松ホトニクス)
17.放射線線量分布測定法	福田 信男 平岡 武 他 2 名 (旭化成)
18.霧滴付着実験方法及び装置	鎌田 博 柳沢 啓
19.放射線検出装置	山本 幹男 他 1 名 (浜松ホトニクス)
20.放射線発光検出装置	山本 幹男 他 1 名 (浜松ホトニクス)
21.肝機能診断用金属錯塩	池平 博夫 山根 昭子 他 2 名 (旭化成)
22.ポジトロン CT 装置	田中 栄一 野原 功全 富谷 武浩 山本 幹男 村山 秀雄 他 5 名 (浜松ホトニクス)
23.シングルフォトン ECT	野原 功全 村山 秀雄 田中 栄一
24.放射線三次元位置検出装置	村山 秀雄 野原 功全
25.放射線治療用ポーラス	古川 重夫 他 3 名 (ヘキスト合成)
26.超音波診断用ポーラス	古川 重夫 中村 譲 池平 博夫 他 2 名 (ヘキスト合成)
27.電磁波温熱治療用ポーラス	古川 重夫 中村 譲 他 2 名 (ヘキスト合成)
28.荷電粒子装置	河内 清光 他 5 名 (三菱電気)

29.荷電粒子装置	河内 清光 他5名(三菱電気)
30.荷電粒子装置	河内 清光 他5名(三菱電気)
31.可搬型ダストモニタ	小泉 勝三 他1名(応用光研)
32.人材軟組織等価材	平岡 武 他1名(京都科学)
33.電子スピン共鳴吸収を用いた放射線の測定方法	中島 敏行
34.電子スピン共鳴吸収放射線量計用測定体	中島 敏行
35.エアロゾルの粒度分布測定方法及び装置	小泉 彰 山田 祐司 宮本 勝宏 他1名(千葉カノマックス)
36.エアロゾル粒子径分布測定方法及び装置	小泉 彰 山田 祐司 宮本 勝宏
37.エアロゾル粒子の分級方法及び装置	山田 祐司 小泉 彰 松岡 理
38.加速器における荷電粒子ビーム出射方法および加速器	板野 明史 他2名(日立製作所)
39.放射線治療用ボラス整形用型の形成装置並びにボラス製造法	古川 重夫 中村 譲 金井 達明 他3名(ワイエル工業) 他3名(ワイエル工業)
40.イオン源	佐藤 幸夫 他1名(住友重機)
41.高比放射能 11C 標識放射薬剤製造用多目的合成装置	鈴木 和年
42.組合せ式汎用箱体	鈴木 和年
43.放射線被曝による染色体異常の検出方法	早田 勇 他1名(ニコン)
44.細胞自動分類・分析装置	山本 幹男 早田 勇他2名(オムロン)
45.ポジトロン断層撮影装置	野原 功全 村山 秀雄
46.静置(パッシブ)ラドン・トリウム弁別測定器	土居 雅広

47.自動ピペティング用ピペット及びその先端チップ	早田 勇
48.線量分布測定用ゲル材	平岡 武
49.放射線診断装置	遠藤 真広 館野 之男
50.自動洗浄乾燥装置	鈴木 和年 根本 和義
51.放射薬剤製造用自動調剤装置	鈴木 和年 根本 和義
52.粒子加速器のビームモニタ装置	佐藤 健次 他1名(東芝)
53.粒子加速器の制御装置	金澤 光隆 他1名(東芝)
54.粒子活性酸素除去剤	安藤 興一
55.電磁波遠赤外線温熱治療ポータス	古川 重夫 赤沼 篤夫 中村 譲 他2名(東京大学)
56.染色体画像表示装置	早田 勇 他2名(ニコン)
57.3次元粒子線照射装置	村上 健 曾我 文宣 館野 之男 他1名(住友重工)
58.リボフラノース誘導体およびそれを含む放射線障害防護剤	安藤 興一
59.活性酸素消去を有するヒスチジン含有ペプチド	伊古田暢夫湯川弘毅 小澤修身俊彦上田順一森明 充興 佐藤
60.コンピュータによる画像処理法	平岡 武他1名(旭化成)

(2) 海外特許

発明の名称	発明者
1.放射線測定装置	田中 栄一 野原 功全 富谷 武浩 他2名(東芝)
2.光学的信号伝達装置	田中 栄一 富谷 武浩 他2名(日立メディコ)
3.陽電子横断断層装置	田中 栄一 野原 功全 富谷 武浩 他2名(日立メディコ)

4.ポジトロン CT 装置	田中 栄一 野原 功全 山本 幹男 他 1 名 (日立メディコ)
5.陽電子横断断層装置	田中 栄一 野原 功全 富谷 武浩 山本 幹男 他 2 名 (日立メディコ)
6.放射線位置検出装置	田中 栄一 野原 功全 村山 秀雄 他 3 名 (日立メデ ィコ)
7.コンピュータトモグラフィ装置における同時計数回路	富谷 武浩 他 2 名 (日立メディコ)
8.CSF 産生腫瘍移植法を用いた CSF 製造法	平嶋 邦猛 色田 幹雄 常岡 和子 安藤 興一 奈良 信雄 別所 正美 他 1 名 (電気 化学工業)
9.汚泥等の乾留焼却方法及び装置	松岡 理 小泉 彰 他 4 名 (新潟鉄工所)
10.CSF 制御物質	平嶋 邦猛 別所 正美 他 3 名 (中外製 薬)
11.CSF 製造法	色田 幹雄 常岡 和子 他 1 名 (電気化学 工業)
12.放射線検出装置	田中 栄一 村山 秀雄 他 3 名 (浜松ホト ニクス)
13.血流速分布測定法	福田 信男 池平 博夫 館野 之男 他 3 名 (旭化成)
14.濾過装置	鈴木 和年 山田 孝信 玉手 和彦
15.限外濾過装置	鈴木 和年 山田 孝信 玉手 和彦
16.発光検出装置	山本 幹男 富谷 武浩 野原 功全 田中 栄一 他 4 名 (浜松ホトニクス)
17.放射線線量分布測定法	福田 信男 平岡 武 他 2 名 (旭化成)
18.霧滴付着実験方法及び装置	鎌田 博 柳沢 啓
19.放射線検出装置	山本 幹男 他 1 名 (浜松ホトニクス)

20.放射線発光検出装置	山本 幹男 他 1 名 (浜松ホトニクス)
21.肝機能診断用金属錯塩	池平 博夫 山根 昭子 他 2 名 (旭化成)
22.ポジトロン CT 装置	田中 栄一 野原 功全 富谷 武浩 山本 幹男 村山秀雄 他 5 名 (浜松ホトニクス)
23.シングルフォトン ECT	野原 功全 村山 秀雄 田中 栄一
24.放射線三次元位置検出装置	村山 秀雄 野原 功全
25.放射線治療用ポーラス	古川 重夫 他 3 名 (ヘキスト合成)
26.超音波診断用ポーラス	古川 重夫 中村 譲 池平 博夫 他 2 名 (ヘキスト合成)
27.電磁波温熱治療用ポーラス	古川 重夫 中村 譲他 2 名 (ヘキスト合成)
28.荷電粒子装置	河内 清光 他 5 名 (三菱電気)
29.荷電粒子装置	河内 清光 他 5 名 (三菱電気)
30.荷電粒子装置	河内 清光 他 5 名 (三菱電気)
31.可搬型ダストモニタ	小泉 勝三 他 1 名 (応用光研)
32.人材軟組織等価材	平岡 武 他 1 名 (京都科学)
33.電子スピン共鳴吸収を用いた放射線の測定方法	中島 敏行
34.電子スピン共鳴吸収放射線量計用測定体	中島 敏行
35.エアロゾルの粒度分布測定方法及び装置	小泉 彰(マックス) 山田 祐司 宮本 勝宏 他 1 名 (千葉カノ工業)
36.エアロゾル粒子径分布測定方法及び装置	小泉 彰 山田 祐司 宮本 勝宏
37.エアロゾル粒子の分級方法及び装置	山田 祐司 小泉 彰 松岡 理
38.加速器における荷電粒子ビーム出射方法および加速器	板野 明史 他 2 名 (日立製作所)
39.放射線治療用ポーラス整形用型の形成装置並びにポーラス製造法	古川 重夫 中村譲 金井 達明 他 3 名 (ワイエル)

40.イオン源	佐藤 幸夫 他1名(住友重機)
41.高比放射能 11C 標識放射 薬剤製造用多目的合成装置	鈴木 和年
42.組合せ式汎用筐体	鈴木 和年
43.放射線被曝による染色体異 常の検出方法	早田 勇
44.細胞自動分類・分析装置	山本 幹男 早田 勇 他1名(ニコン)
45.ポジトロン断層撮影装置	野原 功全 村山 秀雄 他2名(オムロン)
46.静置(パッシブ)ラドン・ トロン弁別測定器	土居 雅広
47.自動ピペティング用ピペ ット及びその先端チップ	早田 勇
48.線量分布測定用ゲル材	平岡 武
49.放射線診断装置	遠藤 真広 館野 之男
50.自動洗浄乾燥装置	鈴木 和年 根本 和義
51.放射薬剤製造用自動調剤装 置	鈴木 和年 根本 和義
52.粒子加速器のビームモニタ 装置	佐藤 健次 他1名(東芝)
53.粒子加速器の制御装置	金澤 光隆 他1名(東芝)
54.粒子活性酸素除去剤	安藤 興一
55.電磁波遠赤外線温熱治療ボ ーラス	古川 重夫 赤沼 篤夫 中村 譲 他2 名(東京大学)
56.染色体画像表示装置	早田 勇 他2名(ニコン)
57.3次元粒子線照射装置	村上 健 曾我 文宣 館野 之男 他1 名(住友重工)
58.リボフラノース誘導体およ びそれを含む放射線障害防護 剤	安藤 興一

59.活性酸素消去を有するヒスチジン含有ペプチド	伊古田暢夫 小澤 俊彦 上田 順一 森明 充興 佐藤弘毅 湯川 修身
60.コンピュータによる画像処理法	平岡 武 他1名(旭化成)

X. XII. 放医研日誌

(1) 本所 平成7年

4月1日	<ul style="list-style-type: none"> ・放医研新機構発足 ・Ma Xing-Rong氏(→H8.3.31) ・Franck Grirard氏(仏 FORENEP 中央病院)来所, 障害・臨床研究部へ(→H9.3.31)
17日	<ul style="list-style-type: none"> ・科学技術週間(→23日) ・Nguyen Dunh Tu氏(ベトナム原子力委員会委員長)来所
18日	<ul style="list-style-type: none"> ・KIm, Chul-Hyoon氏(韓 国立衛生院)来所, 環境放射生態学研究部へ(→21日)
20日	<ul style="list-style-type: none"> ・平成7年度内一般公開
22日	<ul style="list-style-type: none"> ・わくわくワンダーサイエンス広場 横浜みなとみらい21地区にて(→23日) ・Arne G. Drentje氏(蘭 グローニンゲン核物理研究所)来所, 治療・診断部へ(→24日)
26日	<ul style="list-style-type: none"> ・消防避難訓練"
5月8日	<ul style="list-style-type: none"> ・第95回放射線防護課程開講(→6/2)
19日	<ul style="list-style-type: none"> ・業務表彰・永年勤続者表彰祝賀会 ・Donald B. Calne氏(加 ブリティッシュコロンビア大学)来所, 障害・臨床研究部 25日 へ
29日	<ul style="list-style-type: none"> ・会計実施検査(→6/2)
6月10日	<ul style="list-style-type: none"> ・平尾所長, 巽生物影響研究部長 第44回国連科学委員会でウィーンへ(→18日)
19日	<ul style="list-style-type: none"> ・David Gadian氏(英 小児衛生研究所)来所, 障害・臨床研究部へ
30日	<ul style="list-style-type: none"> ・Woon Hyuk Chung氏(韓 釜山大学)来所, 環境衛生研究部へ

7月5日	<ul style="list-style-type: none"> ・ Roman Osman(米 マウントサイナイ医科大学)来所, 障害基盤研究部へ(→8/4) ・ Sathasiva B. Kandsamy氏(米 陸軍放射線生物学研究所)来所, 障害・臨床研究 7日 部へ
10日	<ul style="list-style-type: none"> ・ Jorl R. Meyer氏(米 ノースウエスタン病院)来所, 障害・臨床研究部へ
8月23日	<ul style="list-style-type: none"> ・ サイエンス・サマーキャンプ実施(→25日)
25日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 元放医研所長 御園生圭輔氏死去
9月1日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 原子力防災訓練
4日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 海上原子力防災課程開講(→8日)
8日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 第 15 回 JICA 環境放射能スタディミーティング研修生来所
25日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 重粒子線がん治療臨床試行第 2 グループの治療評価プレス発表 ・ 第 32 回緊急被ばく救護訓練課程開講(→29日)
10月9日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 第 18 回環境放射線モニタリング技術課程開講(→20日)
17日	<ul style="list-style-type: none"> ・ JICA「環境放射能分析」コース一行来所
23日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 原子力軍艦放射能調査研修(→25日)
26日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 原子力の日行事「電話による放射線何でも質問コーナー」開催
27日	<ul style="list-style-type: none"> ・ Jaques Arvieux氏(仏 サクレー国立サテユエルヌ研究所)来所, 講演
30日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 第 4 回放射線看護課程開講(→11/2)
11月3日	<ul style="list-style-type: none"> ・ John Thacker氏(英 医学研究評議会放射線生物学研究所)来所, 講演 ・ Tracy Yang氏(米 NASA ジョンソン宇宙センター)来所(→27日)
4日	<ul style="list-style-type: none"> ・ L. N. Petrossian氏(露 国立生物物理学研究所)他 1 名来所(→17日) ・ Jean-Claud Nenot氏(仏 原子力安全防護研究所)来所, 障害・臨床研究部へ 5日 (→10日) ・ Anthony David Gee氏(デンマーク オーレウス大学病院)来所(→26日) 7日 ・ Henry Weatherburn氏(英 チャーチル病院)来所
29日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 第 37 回環境放射能調査研究成果発表会
30日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 第 23 回放医研環境セミナー開催(→12/1)
12月7日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 第 27 回放医研シンポジウム開催(→8日)

8日	・ Frank Q. H. Ngo氏(台 国立陽明大学)他 2 名来所
10日	・ Jia Ming Hong氏(中 核農学研究所)来所(→H8.3.31)
11日	・ 各国大使館科学アタッシュ一行10 名来所 ・ Choi Kun Hee氏(韓 全南大学)
12日	・ Cheeraratana Cheeramakaia氏(タイ マヒドール大学)来所(→ H8.3.10) 15日 ・ Sir Dilliwyn williams氏(英 アンデブルック病院)他 3 名来所
28日	・ 御用納め

平成 8 年

1月4日	・ 平尾所長年頭挨拶 ・ A. Warczak氏(ポーランド ヤゲロニアン大学)来所, 重粒子治療センターへ 13日 (→2/20)
22日	・ J. E. Trosko氏(米 ミシガン州立大学)来所, 生物影響研究部へ(→ 2/18) ・ J. Tang氏(中国 衛生部工業衛生研究所)来所, 障害基盤研究部へ(→ 26日) 26日 ・ M. Urano氏(米 ケンタッキー大学)来所, 技術部へ(→2/14)
2月1日	・ M. E. Vazquez氏(米 コロンビア大学)来所, 第 3 研究グループへ(→ 16日)
8日	・ S. Diabate氏(独 カールスルーエ研究所)来所, 環境衛生研究部へ(→ 9日)
26日	・ 原研-放医研定例懇談会
3月4日	・ Stefan Taczanowski氏(ポーランド 金属鉱産大学)他 1 名来所 12日 ・ 退官記念講演会 ・ Peter W. H. Geltenbort氏(仏 ラウエ・ランゲビン研究所)来所, 放射線科学研究 14日 部へ
16日	・ Hans Bichsel氏(米 ワシントン大学)来所, 放射線科学研究部へ(→ 30日) ・ Aino Helena Rantavaara氏(フィンランド 原子力センター)来所, 環境放射生態 17日 学研究部へ (→31日)

	<ul style="list-style-type: none"> ・ David J. Chen氏(米 ロスアラモス国立研究所)来所, 障害基盤研究部へ(→31日) 19日 ・ 重粒子線がん治療臨床試行第3グループまでの治療評価プレス発表
24日	<ul style="list-style-type: none"> ・ Simon D. Bouffler氏(英 国立放射線防護庁)来所, 生物影響研究部へ
28日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 退官記念歓送会
29日	<ul style="list-style-type: none"> ・ Valeri Pavlovich Ramzaev氏(露 放射線衛生研究所)他1名来所(→4/18)

(2) 那珂湊支所 平成7年

4月11日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 菱沼行男氏(株)化研)他2名来所
13日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 長屋裕氏(海洋生物環境研究所)他1名来所
20日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 所内一般公開
6月21日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 山崎幸男氏(茨城県水産試験場)来所
9月1日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 原子力防災訓練
27日	<ul style="list-style-type: none"> ・ JICA 環境放射能スタディミーティング研修生9名来所
11月16日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 劉叢強氏(電気通信大学自然科学部助教授)来所
24日	<ul style="list-style-type: none"> ・ Januz Flis Zofia-Pietrzak Flis氏(ポーランド 放射線防護中央研究所教授)他1名
12月6日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 桜井朗氏(株)化研営業部長)他2名来所

平成8年

1月10日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 伊藤進氏(科学技術庁海洋開発課課長補佐)来所
30日	<ul style="list-style-type: none"> ・ Roger W. Baier氏(米 科学基金化学海洋主任)来所
2月7日	<ul style="list-style-type: none"> ・ S. Diabate(Centrrol Safety Department FGK 主任研究官)他2名来所
3月13日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 松枝秀和氏(気象庁気象研究所主任研究官)来所
15日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 林富治氏(石川県資源エネルギー課主幹)来所
28日	<ul style="list-style-type: none"> ・ Aino Ratavata氏(放射能・核安全センター)他1名来所