放医研 図書室
8 0 1 9 9 5 0 0 8

ISSN 0439－5948

NIRS－AR－37

放射線医学総合研究所年報

平 成 5 年 度

放 射 線 医 学 総 合 研 究 所

放射線医学総合研究所年報

平 成 5 年 度



〔重粒子線棟竣工記念式典〕　　平成５年10月13日

重粒子線棟が完成し、記念式典が開催され、来賓によるテープカットが行われた。



〔放射線による健康及び環境への影響に関する国際ワークショップ〕　　平成６年１月18日・19日・20日

国内・外の研究者を集め、放医研講堂に於いて３日間にわたり、国際ワークショップが開催された。

序

平成５年度、当研究所の医学利用研究に関しては、重粒子線治療の臨床試行の開始に向けて、従来の病院部、臨床研究部、障害臨床研究部、医用重粒子線研究部、技術部サイクロトロン管理課を統合改組して重粒子治療センターを発足させた。なお、現在これを全所見直しの第１次改組と位置付け、引続き生物研究系・環境研究系を中心とする見直し改組が検討されてきている。

一方、重粒子線がん治療装置の建設は順調に進展し、平成５年10月13日重粒子線棟の竣工記念式典が催され、10月25日には原子力の日（10月26日）に因んで、完成された同棟及び据付けの完了した装置の一般公開が行われた。同装置の総合試験は11月から開始され、平成６年３月には放射線障害防止法に基づく施設検査に合格し、直ちに臨床試行に必要な物理的・生物的実験研究が開始された。

特別研究では、平成４年度に引続き「重粒子線によるがん治療法に関する調査研究」が行われた他、新たに「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」、「放射線の生物影響に関連するヒトゲノム領域の解析研究」、「環境における放射性線物質の動態と被ばく線量算定に関する調査研究」の３課題が平成９年度までの予定で開始された。

研究集会等に関しては、平成５年６月28～29日の２日間放医研国際シンポジウム「重粒子線治療」、８月30日から約１カ月 JICA スタディミーティング「放射線生物学」、11月18～19日の２日間第25回放医研シンポジウム「ヒト・マウス・ゲノム解析研究と放射線生物学」、12月２～３日の２日間第21回放医研環境セミナー「緊急時における線量評価と安全への対応」、また平成６年１月18～20日「放射線による健康及び環境への影響」に関する国際ワークショップ等数多くの研究集会が開催され、それぞれ活発な研究交流が行われた。また、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とソヴィエト社会主義共和国連邦との間の協力に関する覚書」に基づく旧ソ連人研究者の受入れで、１月17日～２月６日ロシア、ウクライナ、ベラルーシから被ばく線量の推定・再現技術の研修に来所した。

平成５年度は当研究所の新長期業務計画（平成６年度～平成10年度）策定の時期に当っており、前述の全所研究体制の見直しと併行して検討が続けられ、また、長所として５年間重責を担わされた松平寛通氏のご退官に伴って、初めて物理学系の平尾泰男が後任を拝命する等、当研究所としても転換期にさしかかった重要な年度となった。政治的にも大きな変動期を迎え、科学技術庁長官のご視察も６月１日中島長官、７月27日渡辺長官、そして９月13日江田長官とお迎えすることができ、その都度所員一同大きな励ましを受け、重大な使命を認識させられた。

なお、年度末には多年に亘り物理研究部で業績を残されて平成５年度１年間科学研究官として当研究所の指導的役割りを果された川島勝弘氏をはじめ多くの方々が勇退あるいは定年退官された。長年月のご貢献に心からの敬意を表したく思います。

終りに、関係各位のご指導、ご協力に深く感謝いたします。

平成７年３月

放射線医学総合研究所所長

平　尾　泰　男

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あげてきた。さらに、チェルノブイル事故の後、放射線の人体への影響や環境中の放射能の挙動に関する関心が高まり、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「対がん10ケ年総合戦略」（がん対策関係閣僚会議決定、昭和58年６月７日）の最終年度であることにあいまって、その一環として推進してきた重粒子線がん治療装置が完成し、がん治療に対する本研究所への期待が一層強いものとなっている。本年度においては、重粒子がん治療装置の運転を順調に行うとともに、臨床試行開始に向け、特別研究「重粒子線がん治療法に関する調査研究」の締めくくりとして、前臨床実験を実施した。

本研究所としては、このような社会的、国家的要請に応えるとともに、長期的展望の下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推進を図るとともに重粒子線がん治療装置による臨床試行の開始に必要な体制として、医療部門、管理、運転部門、研究部門の一元化を図り、効率的かつ効果的な臨床試行が可能となる「重粒子治療センター」を組織した。

特別研究においては、国際的動向を見極めつつ、社会的、科学技術政策上の要請に適格に応えるため、全年度に終了した「公衆被曝のリスク評価に関する生物学的調査研究」にかわって、放射線によるデトリメントの定量的評価とその機構解明を目的として「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」、同様に「環境と食物連鎖に係わる公衆の被曝評価に関する調査研究」にかわって、被ばく線量評価システムの高度化、精密化を図ることを目的として「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」、さらに、ヒトの放射線影響のリスク評価の精度向上を図ることを目的として「放射線の生物影響に関するヒトゲノム領域の解析研究」を新たに発足させた。

以上のような情勢を踏まえ、「原子力開発利用長期計画」（原子力委員会決定、昭和62年６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）、「放射線医学総合研究所長期業務計画」（平成２年４月）等をもとにして、策定した平成５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．研究業務

１．特別研究

特別研究については、原子力委員会基盤技術推進専門部会の報告を十分に考慮しつつ、所期の目標を明確にし、その目標を期間内に達成すべく適切な実行計画を立案するとともに研究体制の整備を図り、所内外の関係機関と協力しつつ一層の進展を図るよう務めた。本年度は次の４課題を実施した。

１）「重粒子線によるがん治療法に関する調査研究」

本調査研究は、昭和59年度から昭和63年度までの特別研究「重粒子線等の医学利用に関する調査研究」の研究成果を基盤として、社会的要請であるがん治療効果を向上させるため、平成元年度から５ケ年計画により推進した。

速中性子線の優れた生物効果と陽子線の鋭い線量分布の２つの特徴を生かし、精度の高い治療を行うため、がん標的容積の正確な診断法と、高度な再現性を有する治療法を開発し、本年度は前臨床実験を開始した。

このため、本年度は、４グループを編成して所要の調査研究を実施した。

２）「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前年度まで実施してきた「公衆被曝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ケ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推進した。

このため、本年度は、３グループを編成して所要の調査研究を実施した。

３）「放射線の生物影響に関連するヒトゲノム領域の解析研究」

本調査研究は、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、最近における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、放射線の生物影響に関連するゲノム解析研究を平成５年度からの５カ年計画で推進している。

本年度は、放射線感受性機構及び放射線発がん機構に関連するヒト及びマウスゲノム領域の解析研究を実施し、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。

このため、本年度は、２グループを編成して所要の調査研究を実施した。

4）「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」

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）の高度化、精密化を図るため、平成5年度から5カ年計画で推進している。

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る超ウラン元素等の被ばく経路の体系化を図りつつ、環境から人体に至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。

このため、本年度は、2グループを編成して所要の調査研究を実施した。

2．指定研究

本年度の指定研究については、長期業務計画等の趣旨に基づき特に協力に推進すべき課題として、次の3課題を設定し、これを積極的に実施した。

(1) 生体内活性酸素防御系からみた放射線感受性の決定機構に関する研究（生物研究部、薬理化学研究部、障害・臨床研究部）
(2) 放射線発がんの分子生物学的特異性に関する研究－自然発がん、化学物質発がんとの相違－（生理病理研究部、遺伝研究部）
(3) 緊急時データのシステム化に関する調査研究（環境放射生態学研究部、内部被ばく研究部、環境衛生研究部、障害・臨床研究部、総括安全解析研究官）

3．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。本年度は後述する59課題を実施した。

4．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はじ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。（総括安全解析研究官）
(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「健康・環境影響評価ネットワークシステム」の構築に係る研究を関連各研究部等の協力の下に実施した。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、所外関連機関の協力を得て、広島・長崎原爆被曝者等に係る疫学データの収集を図った。（総括安全解析研究官、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など）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った。（薬理化学研究部、障害基礎研究部、障害・臨床研究部、養成訓練部）
(4) 低線量放射線の刺激効果現象の発現機構に関する研究として、放射線抵抗性誘導物質の有無の検討及び放射線前照射による抵抗性誘導機構の研究を行った。（薬理化学研究部、生物研究部、障害・臨床研究部）
(5) 低線量放射線によるヒト集団の健康リスクの定量的評価に関して、自然放射線の中でも最も寄与の大きいラドン並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継続的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等）

5．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) ビキニ被災者の定期的追跡調査（障害・臨床研究部、障害基礎研究部、治療・診断部）
(2) 医療及び職業上の被曝による国民線量の実態調査（特別研究官、物理研究部）
(3) 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、治療・診断部）
(4) トロトラスト被注入者の線量評価に関する研究（養成訓練部、環境衛生研究部）

6．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内において所外の機関から調査研究を受託された場合に、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することとし、本年度は、次の2課題について実施した。

(1) MR法による新しい機能診断法に関する受託研究（障害・臨床研究部）
(2) 胸腺細胞分化とトレランス誘導（障害・臨床研究部）

7．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書「原子力基盤技術の推進について」（昭和63年7月）を踏まえて、平成元年度から実施された「放射線による染色体異常の高速自動解析システムに関する研究」及び平成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を分担し実施した。（物理研究部、障害基礎研究部、環境衛生研究部、環境放射生態学研究部）

8．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）

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実施した。（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実施した。（管理部企画課）

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放射線被曝、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するとともに（環境衛生研究部、障害・臨床研究部、養成訓練部、治療・診断部、環境放射生態学研究部）、救護要員等に対し、緊急被曝時の測定、防護、救護、被曝評価等について教育及び訓練を行った。（養成訓練部）

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

9．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5年度継続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）生体の分子レベルにおける高感度・高分解能非破壊計測技術の開発に関する研究（総合研究）

(1) 生体物質の構造代謝の解明のためのNMR技術の高度化に関する研究
① 生体内NMR測定技術の高度化及び生体内物質代謝・機能等の解析技術の開発
（i） 生体機能の解析技術の開発
（障害・臨床研究部　第Ⅱ期　平成3年度～平成5年度）

2）ヒト遺伝子地図作成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 ヒト第11番染色体遺伝子地図作製モデルシステムの開発
（i） 特定染色体領域を含む雑種細胞の分離と遺伝子地図作製への利用
（遺伝研究部　第Ⅰ期　平成3年度～平成5年度）
② ヒト第3番染色体遺伝子地図作製モデルシステムの開発
（i） 蛍光 in situ ハイブリダイゼーション（FISH）による高精度染色体地図の作製
（遺伝研究部　第Ⅰ期　平成3年度～平成5年度）

3）糖鎖の構造・機能解析のための共通基盤技術の開発に関する研究（総合研究）

(1) 糖鎖の再構成、組換え、修復技術の開発
① 糖鎖関連酵素阻害剤の合成、利用技術の開発
（i） 糖鎖プロセッシングの阻害剤の合成研究
（薬　理化学研究部　第Ⅰ期　平成3年度～平成5年度）

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（総合研究）

(1) 陸起源・生物起源物質の海洋内循環課程の解明
① 鉛直及び水平物質輸送に関する研究
（i） 陸起源・生物起源物質の鉛直輸送機構の解明に関する研究
（海洋放射生態学研究部　第Ⅰ期　平成4年度～平成6年度）

5）活性酸素に対する新しい生体内防護物質に関する研究（省際基礎研究）

（障害基礎研究部、物理研究部、薬理化学研究部、生物研究部、遺伝研究部、内部被ばく研究部　平成3年～平成5年度）

6）高性能ビーム画像技術に関する基礎的研究（省際基礎研究）

（障害・臨床研究部、物理研究部、医用重粒子物理・工学研究部、治療・診断部　平成4年～平成6年度）

また、上記研究課題のほか、重点基礎研究等を実施した。

10．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する。

本年度は、次の研究課題について継続して実施した。

(1) 人体臓器のモデル化に関する研究（物理研究部、障害・臨床研究部、治療・診断部、技術部　平成4年～平成6年度）

11．電源多様化技術開発評価費による評価試験

アルファ廃棄物処理・処分対策技術の評価に資するため、本庁担当部局と協議しつつ技術評価の目標を明確化し、計画的に次の課題を実施した。

(1) アルファ廃棄物処理・処分対策技術に関する評価
（環境放射生態学研究部　平成2年度～平成6年度）

Ⅱ．重粒子線がん治療の推進

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鋭い線量分布の2つの特徴を併せ持つ重粒子線による平成6年度臨床試行を実施するため、総合的な重粒子線がん治療の推進を図った。

１．重粒子線がん治療装置の建設

(1) 装置各部の製作・運転

所外の専門家を含めた関係委員会の意見を取り入れ、関係各部の緊密な協力の下に、前年度に引き続き主加速器、ビーム輸送系、治療・照射系等の製作及びそれらに必要な開発研究を実施するとともに、これら装置の据付調整を行い完成させた。これにより、重粒子線がん治療装置の運転等を開始した。

(2) 重粒子線棟の建設

装置建設の進展と併せて、その装置に適した建屋と必要附属設備について、実施設計の最終仕様のもとに、重粒子線棟の仕上・外溝・電気・設備工事を前年度に引き続き実施し、建屋を完成させ、運用を開始した。

２．重粒子線がん治療体制の整備

重粒子線がん治療体制の整備については、新たに高度医療情報・患者ケア施設の詳細設計、特殊診断施設の建設工事に着手した。

３．重粒子線がん治療の推進体制の強化

(1) 重粒子治療センターの設置

重粒子線がん治療装置を円滑かつ効率的に運用し、計画的に臨床試行を実施していくため、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）を一元的に結集した重粒子治療センターを設置し、組織体制の強化を図った。

(2) 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した。これらの審議を踏まえて所要の検討を行い、重粒子線がん治療装置による前臨床実験を開始した。

さらに、重粒子線がん治療装置を所外関係機関に広く開放するため、所外の専門家を含めた委員会を設置し、その方策等についての検討を開始し、その実現を図った。

Ⅲ．国内外関係機関との交流

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線がん治療装置の開発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。

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) システィン含有ペプチドの活性酸素消去能に関する研究（薬理化学研究部）

(2) 発生過程における中枢神経系の発生・分化に対する放射線影響の細胞組織学的研究（生物研究部）

(3) FISH 法によるショウジョウバエがん細胞の染色体変異性の解析（遺伝研究部）

(4) In vitro transformation（試験管内発がん）とDNA修復能の関連性に関する研究（生理病理研究部）

(5) In vivo 系における放射線感受性の決定要因に関する研究（障害基礎研究部）

(6) 放射性物質の胎児中枢神経系への分布と線量に関する研究（内部被ばく研究部）

(7) 日本全国の血液試料中の ^{3}H 測定による人体中の有機形 ^{3}H の濃度レベルの把握に関する研究（環境衛生研究部）

(8) 日本の気圏における放射性核種の挙動解析に関する研究（環境衛生研究部）

(9) 多核種 NMR の臨床的評価に関する研究（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) 食品による I , Cs, Sr 等の摂取とそのバイオアベイラビリティーに関する研究（総括安全解析研究官付、環境衛生研究部）

(12) 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）

(13) 海洋動物による放射性核種の濃縮に及ぼす発育段階の影響に関する研究（海洋放射生態学研究部）

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。

(1) 日・米、日・独、日・露、日・伊等の科学技術協力協定等の傘の下で、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係ではチェルノブイル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。

なお、重粒子線がん治療装置の開発に当たっては、米国、独国等の関係研究機関との国際研究交流を進めてきたところであるが、本年度は一層の推進を図った。

(2) 開発途上国等の協力として、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。

Ⅳ．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、維持管理、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・検疫等及びこれらに関する

施設の運用、医用サイクロトロンの運用、附属設備の管理、増設設備の整備、重粒子線がん治療装置の運用、附属設備の管理等の諸業務を行った。

(1) 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構内電気設備等老朽化設備の計画的改修に努めた。また、内部被ばく実験棟におけるRI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。

共同実験施設（測定・分析機器、放射線発生装置及びRI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。

データ処理業務では、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、伝送などOA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。また、次期電子計算機の選定作業を推進した。

研究面では、ビーグル犬生産技術の開発及び医療情報処理システムの開発に関する研究を継続した。

(2) 技術部放射線安全課においては、経常的業務の推進に努めるとともに、放射線障害防止法施行規則等の改正（平成3年11月15日公布、同日施行）に基づく予防規程の一部改正及び放射線施設等自主検査要領の制定による設備の整備・維持の強化促進に努め、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、保全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、重粒子線がん治療装置の運転の開始に伴い、同棟の放射線安全管理体制の強化を図るとともに、機器の計画的な整備を進めた。

(3) 技術部動植物管理課においては、本年度に完成した実験動物生産・観察棟の円滑な稼働に努めるとともに、実験研究に必要な実験動植物の安定供給に努めた。

また、系統維持については、マウス受精卵の凍結保存を押し進め、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った。

また、特別研究「重粒子線によるがん治療法に関する調査研究」に参画した。

(4) 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、運転時間延長及び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、垂直入射系・重イオン発生装置の整備、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、^{11}C，^{13}N，^{18}F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、サイクロトロンで加速する粒子、特に重イオンの加速を行うために垂直入射系・重イオン発生装置のイオン源部の開発、及び高真空排気装置を整備し、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率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下に、重粒子線がん治療装置の完成を図るとともに、同装置を用いた臨床施行の開始に向けて、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・維持に関連する技術の習熟に努め、運転責任体制の確立をはかった。

重粒子線がん治療装置のうち、イオン源・入射器系関係業務では、イオン源を含む装置全体の安定性と性能の向上を図り、主加速器、高エネルギー・ビーム輸送系及び照射・治療装置等関係業務では、装置の早期完成のための協力を行うとともに、装置の24時間の運転体制、維持、管理業務が行える体制の確立を図り、研究環境の整備を開始した。

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1義的な目標とし、ビーム・モニタ等の他、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。

Ⅴ．養成訓練

養成訓練部門については、関連各部の緊密な協力の下に、放射線防護、RIの生物・医学利用等に関する技術者の養成訓練、緊急被曝医療対策の一環としての緊急被曝救護等に係る要員の養成訓練等を実施した。

研修内容については常に見直しを行っているが、本年度から放射線・核医学基礎課程及びRI利用生物学課程の研修内容の充実を図るため、これらの課程を統合し、RI利用生物・基礎医学課程とした。

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を行った。

Ⅵ．診療業務

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努めた。

(1) 放射線障害研究においては、急性、晩発性の両障害の診療と追跡調査を実施するとともに、悪性腫瘍患者の診療にも関係する正常組織損傷の評価について臨床症例を重ね研究を進めた。

(2) 放射線診断研究においては、ポジトロンCTおよびMRI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施行に向けて、より高精度の診断が可能となるよう所要の準備を行った。

(3) 放射線治療研究においては、速中性子線、陽子線治療症例等の集積・解析を進めるとともに、治療技術の改善向上に努めた。特に、重粒子線治療の適応を明らかにする研究を重点的に進め、重粒子線がん治療装置による臨床施行を開始するための所要の準備を行った。さらに、医用サイクロトロンの利用に関して、関係医療機関への開放の推進に努めるとともに、重粒子線がん治療装置の利用に関しては、開放のための方策等の検討を行った。

(4) 特別診療研究に関しては、診断技術と治療技術の高精度化、診療業務のシステム化を進め、本事業の一環として医療情報の処理及びその解析に関する研究を重点とした。

以上を実施するに当たっては、広く所内・外の専門家の支援・協力が得られるよう緊密な連携に努めた。

Ⅶ. 緊急被曝医療対策

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）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、緊急被曝医療のための設備、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。

Ⅱ 調 査 研 究

（1） 特 別 研 究

1．重粒子線によるがん治療に関する調査研究

概　要

本年度は当特研の最終年度に当たる。5年間の特別研究の成果として平成5年度末に臨床試行を開始することに目標にした。平成4年度より特研の性格の見直しを行い、臨床試行の開始を実現するためのプロジェクト研究であることを明らかにした。これに伴い、直接的に関係する生物・物理研究、機器開発および技術開発研究にプライオリテーを与え研究予算を配分してきた。平成5年度は更に必要な予算の追加を行い、臨床試行開始のための前臨床実験および治療システム装置の整備を目指した。「重粒子線治療関連機器に関する研究」では、「治療効果比の早期判定法に関する実験的・臨床的研究」と協力し、理研のリングサイクロトロンより得られる炭素線およびネオン線を用いてLETの測定、RBEの測定実験を繰り返し、リッジフィルターの設計のための基礎データを収集し、設計のための計算式を作成した。また照射系に設置する線量モニターを開発するための実験を行い実用的な機器を作製した。一方、「重粒子線治療のための物理、生物学的基礎研究」では射出されたビームの線量を正しく測定するW値を決める実験に引き続き3次元線量分布測定装置の開発研究が行われた。「重粒子線治療システム開発に関する研究」では重粒子ビームによる治療計画、ボーラス・コリメーター製作制御、照射系制御ソフトの開発がグラフィックワークステーション　タイションTITAN 750Vを用いて行われた。また、「重粒子線治療の評価法に関する研究」と共同で患者固定具の開発が行われた。同時に速中性子線治療において多数の肺癌、脳腫瘍、頭頚部腫瘍患者を対象に3次元治療計画が行われ、位置決め、照合法の経験が積み重ねられた結果、実用的な重粒子線照射技術の開発が行われた。速中性子線治療の臨床データーおよびRBEに関するデータに基づき290MeVのカーボンビームが臨床試行に最初に用いられるビームとして選ばれた。HIMACよりビームが射出されると、これらの研究に基づいて計画的にHIMACビームを用いた前臨床実験データ蓄積された。これらをデータの統合の上に、サルを対象とした模擬照射実験が行われ、治療システム全体の精度、安全性が検証されてた結果、臨床試行が開始された。特研で整備された3次元線量分布測定装置、ボーラス・コリメター作成装置、固定具関連装置は実用化の目途がつき、引き続く臨床試行で使用されることになろう。

関連する重粒子関連の研究では、機能的腫瘍診断として重粒子線治療の効果判定に威力を発揮すると目されるPETに関する研究として、3次元PETの開発に関する研究、腫瘍診断および正常組織の障害研究に応用される放射化薬剤の開発、およびこの薬剤を用いた放射線治療後の肺腫瘍等のPET画像の研究、および理研リングサイクロトロンを用いたラヂオアクティブビームの基礎実験などこれからの重粒子線治療の照射精度の向上や臨床試行のために有用な研究の基盤研究がなされた。　　（宮本忠昭）

（1） 重粒子線がん治療の総合的研究

宮本忠昭、恒元　博、赤沼篤夫、森田新六、溝江純悦、向井　稔、中野隆史、佐藤眞一郎、中村　譲、古川重夫、坂下邦雄（治療診断部）、河内清光、遠藤真広、金井達明、平尾泰男（重粒子物理・工学研究部）、川島勝弘、野原功全、平岡　武（物理研究部）、館野之男（障害・臨床研究部）

目的：臨床試行を開始するため全体計画および実行計画を策定し、これに基づいて特研各班の研究環境を整備し、各班相互後の研究調整を行い、全班を総括して目標を達成する。

研究経過および成果：平成4年度に引続いて、照射系、治療計画系および臨床試行のプロトコールの作成に重点を置いて研究を推進した。その結果、速中性子線のRBE、線量配分に沿って、290MeVのカーボンを臨床試行に用いるビームとして決定し、週3回、18回／6週の線量配分で、正常組織の耐容線量の80％を総線量に選び、反応の観察が容易な頭頚部腫瘍を対象に臨床試行を開始することを決めることが可能となった。この基本線に沿って、HSG細胞のLET－RBEの関係からリッジフィルターが設計、製作され、これを用いて各細胞から得られたデータよりSOBPの生物学的線量分布の均一性とその普遍性が証明された。マウスに対する分割照射により皮膚反応のカーボンのRBEが求められた。その値は、速中性子線におけるRBEと同一であった。治療システム系では、速中性子線治療において実用的で正確な回転方式による全身固定、部分固定を開発・完成された。タイタンを用いて3次元治療計画のソフト開発が行われた。CTからの画像転送、製作されたリッジフィルターデータの組み込み、カーボンの各種組織での水等価値データの組み込み、ボーラス・コリメータ製作の制御データ作成などが完成された。この装置を用いて治療計画が行われたサルをヒトの治療モデルとして模擬照射が行われ、治療装置、照射系・治療計画系の制御と精度が検定された。この結果から臨床試行に臨む全治療システムの最終調整が行われた。特研で整備されたボーラス・コリメーター装置、および治療計画用CTは臨床試行開始時には使用されなかったが、実用化されるところまで整備された。一方、重粒子線ネットワーク会議・計画部会・頭頚部分科会を組織して頭頚部腫瘍を対象としたパイロット・スタディ・プロトコールを作り、対象患者の選択と用意に備えた。これらの特研各班の研究成果として、平成6年6月21日、唾液腺がんの患者が選ばれカーボンによる照射が円滑に開始された。

（2） 重粒子線治療のための物理・生物学的基礎研究

1．重粒子線の線量評価及び線量分布に関する研究

平岡　武、星野一雄、福村明史、白貝彰宏（物理研究部）、川島勝弘（科学研究官）、河内清光、遠藤真広、金井達明（医用重粒子線研究部）、中村　譲、古川重夫、中野隆史、佐藤眞一郎、坂下邦雄、柴山晃一（治療診断部）

（1）速中性子線に対する電離箱の感度

速中性子線には必ずガンマ線が混在するため線量測定を複雑にする。そこで速中性子線とガンマ線とにそれぞれ異なったレスポンスを有する2種類の電離箱を用いて、それぞれの線量を評価するのが一般的である。壁材質の異なる5種類の同形同大の電離箱により組合せを作り、組織等価プラスチックとカーボン壁電離箱の組合せを基準として、他の組合せと比較を行った。線源にはバンデグラーフより得られる平均2.5MeVの速中性子線を用いた。その結果基準値に対して、速中性子線では＋18.5%から－15.5%、ガンマ線では＋289%から－65.3%もの変化が見られた。従って、電離箱の組合せが極めて重要で、軟組織とカーボンに出来るだけ近い壁材質を選ぶことが肝要となる。

（2） カロリメトリ

カロリメータの温度センサとして使用されるサーミスタの重粒子線による放射線損傷について検討した。微小ビード形サーミスタ35A26 (VECO) 5個をアクリル樹脂板上に円形に並べ、理研のリングサイクロトロンにより重イオンビームを照射した。前年度は123.8MeV/nのネオンイオンビームを1kGy照射し、照射前後で温度－抵抗値特性（14～30℃）に変化の無いことを確認しているが、今年度は、飛程の終端付近での影響を検討した。同上資料を135MeV/nのカーボンイオンビームの拡大ブラッグピーク中に置いて1kGy追加照射した。前回同様照射前後での特性変化は無かった。本実験からは、サーミスタの重イオンビームに対する耐容線量は決定できないが、通常の線量域では、放射線損傷の無いことが分かった。

（3） ダイオードによるサルの水等価厚測定

HIMACの臨床試行に先立ち、治療計画システムの正当性を検証するため、位置分解能の高いダイオードを用いてカニクイザル腰部の水等価厚を実測した。実測値は、検出器の前方にサルがある場合及びない場合に測定された2つのブラッグカーブより各ピーク位置を決定しその差を求めることによって得た。全く同じ条件でかつ独立に治療計画システムによって得られた計算値と、ダイオードによる実測値を比較したところ、両者はよく一致し、治療計画システムで核となる水等価厚計算の正当性が実測により立証された。

［研究発表］

(1) Hiraoka, T., Kawashima, K., Hoshino, K., Fukumura, A. and Bichsel, H. : Medical Physics, 20, 135－141, 1993.
(2) Inada*, T., Hiraoka, T., Sato, S. et al. : Int. J. of Radiation Oncoloty Biol. Phys., 25, 499－504, 1993. (*Univ. of Tsukuba)
(3) 平岡：放射線医学物理、12巻、3号、118－121, 1992.
(4) 福村、星野、竹下、金井、蓑原、須藤：第3回重粒子線研究ワークショップ、千葉、1993. 9.
(5) Fukumura, A., Hoshino, K., Takeshita, M., Kanai, T., Minohara, S. and Sudou M. : HEAVY IONS RESEARCH : SPACE, RADIATION PROTECTION AND THERAPY, Sophia Antipolis, 1994. 3.

2．重粒子線の初期過程および生物作用のモデルに関する研究

丸山隆司（特別研究官）、星野一雄、限元芳一、山口　寛、野田　豊（物理研究部）、河内清光、小川博嗣、佐藤健次、佐藤幸夫、金井達明（医用重粒子物理・工学研究部）、根井　充（養成訓練部）

1．重粒子線の線量効果関係の解析

R. Katzの提唱している飛跡モデルは、重粒子線の線量効果関係を現象論的に説明することができる。しかし、作用機序を基礎にした理論モデルへの発展が求められている。本年度は、作用機序のモデルを含めたRossi and Kellererの“Dual Radiation Action”の理論が重粒子線に適用できるかどうかを検討した。この理論はsingle event spectrumを基礎にするが、これは重粒子線では容易には測定できないもので、そのことがこの理論の重粒子線への適用を困難にしている。この理論をradial dose distributionで表現できれば、この理論の重粒子線への適用が可能である。この方針で検討の結果、radial dose distributionによる定式化が可能であることが判明した。培養細胞の増殖死の実験値をこの定式化で解析した結果、この定式化に加えて、小標的と大標的といった階層的標的概念を導入する必要があること、標的として細胞核を仮定すると、直径0.2μm程度の小標的が必要であることが示唆された。これらの意味などを引き続き検討する必要がある。

［研究発表］

(1) 山口、曽我：第65回日本医学放射線物理学会、横浜 1993. 4.
(2) 山口、曽我：第66回日本医学放射線物理学会、札幌 1993. 9.

2．線量分布の計算

重粒子線によるガン治療の臨床試行のため、患者の体内の線量分布に関するデータが必要になる。前年度に重粒子線照射時における2次粒子線の発生断面積を、半経験的に計算する方法を開発した。本年度は、前年度開発した方法を用いて、重粒子線が水中に入射した時に発生する2次粒子線の発生断面積を考慮に入れた深部線量分布計算コードを開発した。それにより、最初の重粒子線治療に用いられる290MeV核子の炭素線ビームについて計算し、治療ビームの設計の基礎データとすることができた。

3．重粒子線の防護

20MeV以上のエネルギーを有する高速中性子線の線量当量を求めるためにプラスチックシンチレータの中の^{12}Cが中性子の非弾性衝突により生成した^{11}Cの放射能が用いられる。今年度は、生成された^{11}Cの放射能を測定する場合の最適条件について実験および計算により検討した。バックグランド計数率と計数開始時の計数率の関数として最適測定時間をシミュレーション法で決定した。サイクロトロンを用いて発生させた中性子線でこの検出器を放射化し、その計算結果を確認した。また、シンチレータに生成された放射性核種は、半減期などの測定から^{11}Cのみであり、妨害核種のないことが確認された。

3．重粒子線治療関連機器に関する研究

河内清光、金井達明、遠藤真広、曽我文宣、蓑原伸一、宮原信幸、河野俊之、小川博嗣、山田孝信、山田　聰、佐藤幸夫、村上　健、佐藤健次、熊田雅之、板野明史、金沢光隆、高田栄一、野田耕司（医用重粒子物理・工学研究部）、平岡　武、野田　豊、福村明史（物理研究部）、中村　譲（障害・臨床研究部）、森田新六、中野隆史、坂下邦雄（病院）、北川敦志（科学特別研究員）、須藤美智雄、外村浩美（客員研究官）

本年度も理研リングサイクロトロンに設置した生物実験用ポートを使って、炭素及びネオンを135MeV/u に加速したビームで、物理・生物に関する基礎実験を行った。ここで得られた結果は、重粒子線の前臨床試行実験を行うための基礎となるデータで、重粒子線がん治療装置（HIMAC）の基礎実験計画を立てる上で極めて有効であった。

本特別研究で開発してきた高エネルギー重イオン用のLET 計測装置及び粒子識別装置を使った、理研での炭素及びネオンビームの LET 分布の測定は、単色エネルギーに対するもの及び拡大ブラッグピークに対するもの等さまざまな観点から行われ、HIMAC の炭素ビームに対する LET 分布を予測することが可能になった。また、生物学的効果と、この LET 分布との関連についても極めて妥当な結果が得られた。これ等の結果から、最初に治療を行う患者のビームの種類、飛程等を決定し、拡大ピーク内の各点における平均 LET 等を評価し、HIMAC における前臨床試行実験の準備を進めた。

HIMAC のために開発してきたモニター類の内、平行平板型線量モニター、平坦度モニター、二次電子モニター等は、年度後半に開始されたヘリウム230MeV/u、炭素290 MeV/u ビームにより、その性能を確認し、何れも重粒子線治療の線量モニターとして耐え得るものであることがわかった。シンクロトロンから取り出されるビームは50Hz のパルス状のものであったが、治療ではビームを拡大して使用するために予想していた程の再結合損失もなく安定した結果が得られた。

HIMAC ビームでは、臨床試行開始前に必要なデータを揃えるための実験に焦点を置いたので、詳細な LET 分布測定実験等は今後の課題として残された。しかし、放医研が理研に生物実験のための専用のビームポートを設置し、HIMAC 完成前に新しい機器の開発と、同時に前臨床試行実験の研究を進められた意義は大きい。すなわち、HIMAC の臨床試行開始の準備期間を短縮できただけでなく、HIMAC での前臨床試行実験計画を自信を持って円滑に進めることの出来たことが、この研究グループの最大の成果であった。

4．重粒子線に対する細胞感受性及び障害回復に関する研究

安藤興一、大山ハルミ（障害・臨床）、金井達明、曽我文宣、古澤佳也（医用重粒子）、鈴木雅雄（客員研究官）、笠井清美、五日市ひろみ、福津久美子、村上正弘（障基）、松本信二、古瀬正子（薬理化学）、根井　充（養訓）、田口泰子（生物）

1）重粒子線の細胞致死作用における酸素効果

放医研および理究サイクロトロンの ^{3}He, ^{12}C, ^{20}Ne ビームを用い、V79 細胞と HSG 細胞（ヒト唾液腺癌由来）に対する細胞致死および酸素効果を検討した。単色ビームを用いた場合、2つの細胞系で、LET の増加に伴う RBE, OER の増減傾向は同一である。しかし、RBE がピークを示す LET の値、LET－RBE 曲線、LET－OER 曲線の傾きに細胞種の違いが現れることが示唆された。これに対し、V79 細胞の LET－RBE 曲線を基に作製したレンジモジュレータ（拡大部分の生物効果均一）を用いた場合は、設計期待値と照射実験による生物効果が2つの細胞系ともよく一致した。2つの細胞を LQ モデルにより解析すると、LET に対する α と β の分布の形が相似であった。このことにより、異なった細胞系に対しても単色ビームに対して LQ モデルの α の LET 依存性が相似的であれば、異なった細胞に対してもフラットな拡大ブラッグピークを得るためのレンジモジュレータを設計できることが示唆された。

2）重粒子線によるアポトーシス誘致機構に関する基礎的研究

個々の細胞の死は、現在、アポトーシスとネクローシスに大別されている。本研究は、重粒子線の生物効果判定のための基礎的研究として、放射線誘発アポトーシスに関する研究を行うことを目的とする。

粒子線の生物影響に関して、増殖死の細胞周期依存性が低いと報告されている。しかしアポトーシスに関した研究は行われていない。本年度は、先ず、放射線高感受性scid マウスのリンパ腫株を用いて、アポトーシスの細胞周期依存性に関して基礎的実験を行った。この細胞はX線 5 Gy 照射 4 時間後、約80％がアポトーシスを起こす。そこで、一部の細胞がアポトーシスを起こす線量である0.5 Gyを選び、照射後、9時間まで経時的にフローサイトメトリーにより細胞周期解析を行った。その結果、3時間目にはG1 期の細胞が著減し、それと共にアポトーシス細胞が増加することなどが明らかになった。現在、さらに、同調化を進めており、次年度、この系等で重粒子線によるアポトーシス発現の細胞周期依存性に関して解析を行う予定である。

3）重粒子線のメダカ優性致死誘発に対する効果

産卵中の雌雄のつがいの雄メダカを照射して非照射雌のもとへ戻して産卵させ、受精卵の孵化率を観察して優性致死の誘発を調べた。照射は炭素イオンビーム（135MeV/u、拡大ブラッグピーク中央部 5 ㎜幅、線量平均 LET＝70 keV/μm）にメダカを置き行った（2－10 Gy）。

炭素ビーム照射群の孵化率は、照射後3日以内に産卵された卵の孵化率が最低となり、その後線量に依存して上昇した。この結果から優性致死の誘発は精子が最も感受性が高く、精細胞、精母細胞、精原細胞の順序に感受性が下がることが示された。炭素ビームの RBE は精子の優性致死誘発については約2となる。

4）酵母を用いた重粒子線効果の検討

治療における TCP（Tumor Control Probability）を推定するため、生体を近似したアクリル材中の種々の深さにおける細胞の生残率及び G2 阻止について研究した。生体内の腫瘍細胞の生残率にデータを変換する際は、ガンマ線による感受性比を基に重粒子線照射の3次元的値を求める。理研リングサイクロトロンからの炭素ビームを利用した。基準細胞としては、*S. cerevisiae* および *S. pombe* を用いた。これらの細胞をスライドグラス上の薄い寒天培地に載せ、この試料を3角形ブロックの後方に立てる。この配

置で照射すると、体内の深さ方向の照射効果が一枚のスライドグラス上に再現できる。照射後の細胞を検鏡し、画像解析装置により生残率、G2阻止状態を調べた。特徴として多くの細胞がG2阻止状態で巨大化して、以後の細胞分裂、再増殖が不可能になっていることが挙げられている。

［研究発表］

(1) 古澤、福津、五日市、笠井、金井、谷田貝：日本医学放射線学会第32回生物部会、横浜、1993, 4.
(2) 福津、古澤、五日市、笠井、金井、谷田貝：日本医学放射線学会第32回生物部会、横浜、1993, 4.
(3) 大山、白石、清水、能勢、山田：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993, 10.
(4) Oyama, H., Koike, S. and Ando, K. : Prpc. 3rd. Workshop on Physical and Biological Res. on Heavy Ions. NIRS－M－99, HIMAC－006, 80－83, 1993.
(5) 田口、金井、蓑原、古澤：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993, 10.
(6) 松本信二、古瀬雅子、曽我文宣、宮田尚雄、船越浩海：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993, 10.
(7) 曽我文宣、古瀬雅子、松本信二：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993, 10.
(8) Furuse, M., Soga, F. and Matsumoto, S. : NIRS－M－99, HIMAC－006, 31－33, 1993.

5．治療効果比の早期判定法に関する実験的・臨床的研究

安藤興一、小池幸子（障害・臨床研究部）、中野隆史、岡　邦行、清水一範、村山重行（治療・診断部）、金井達明、蓑原伸一、須藤美智雄（医用重粒子物理・工学研究部）、坪井　篤、小島栄一、田中　薫（障害基礎研究部）、松下　悟（動植課）

理化学研究所リングサイクロトロンより得られる炭素線とネオン線を用いて、移植腫瘍及び正常組織に対する重粒子線の照射効果について検討した。研究成果の概要は下記の如くである。

①3㎝に拡大したブラッグピーク（拡大ピーク）について腫瘍治療効果を調べた。腫瘍細胞致死率及び腫瘍治癒率の点においては拡大ピーク内部は均一な効果を示していた。腫瘍増殖抑制に関しては、少線量領域では拡大ピーク末端部の効果が拡大ピーク上流部より大きかった。しかし、線量の増大とともに拡大ピーク内の効果はほぼ均一性を示すようになった。以上の結果より培養細胞に対する致死効果に基づいて設計されたレンジモジュレータは腫瘍に対しても均一な効果をもたらすと結論された。更に、分裂抑制や細胞消失など、細胞致死以外の細胞動態も低線領域における腫瘍増殖効果に関与しているものと思われた。

②皮膚に対する重粒子線の障害作用を調べた。炭素線およびネオン線末拡大ビームを用いて、皮膚短縮障害を調べたところ、同一のLETでは炭素線とネオン線の間に大きな差は認められなかった。炭素線分割照射による皮膚障害の変化を調べたところ比較的LETの低い炭素線22 keV/μmでは分割照射による皮膚障害の減少が認められたが、LETの高い炭素線100keV/μは分割照射による障害減少は認められず、炭素線照射による損傷の回復はLETに大きく依存していることが判明した。

③造血細胞に関する炭素線の照射効果を調べたところ、多機能幹細胞（SFU－s）に対する炭素線のRBEは1.4ないし1.7であったが、将来血小板を産出すべくある程度分化した造血幹細胞（Meg－CFC）については4.1のRBEが脾臓中の細胞に関して得られた。従って重粒子線感受性は細胞の分化の段階により異なるということが明らかとなった。

［研究発表］

(1) 安藤：粒子線生物学の将来展望　アイソトープニュース、471, 2－5, 1993.
(2) K. Ando, K. Fukutsu, H. Tatsuzaki and F. Yatagai : RIKEN Review, 4, Focused on Heavy Ion Science and Technology, pp43－44, 1993.
(3) T. Tsunemoto, K. Ando, S. Koike and M. Urano : Int. J. Radiation Biology, 65(2), 255－261, 1994.
(4) A. Tsuboi, E. Kojima and K. Tanaka : Proceeding of the Third Workshop on Physical and Biological Research with Heavy Ions, edited by K. Ando and T. Kanai, NIRS－M－99 HIMAC－006, 1993.

（3）　重粒子線治療における核医学に関する基礎的研究

1．放射性薬剤の開発に関する研究

井上　修、入江俊幸、福士　清（障害・臨床研究部）
鈴木　和年、根本　和義（運転課）、北爪　雅昭（動植課）

腫瘍の浸潤範囲の確認、再発、移転の発見あるいは放射線によるがん治療の効果判定等にアミノ酸代謝や糖代謝をPETで測定することは非常に有用であると考えられている。昨年度は高比放射能かつ高純度の^{11}C－メチオニン注射液の製法を確立し前臨床段階における有用性の評価を行って本年度臨床研究を開始した。

引き続き本年度はF^-アニオン法による^{18}FDG注射液の製法に関する検討を行い、高純度^{18}FDGを大量に得ることができた。

具体的には、同位体濃縮水（$H_2{}^{18}O$）をターゲットとして、$^{18}O(p, n)^{18}F$反応で得られる$^{18}F^-$水溶液を陰イオン交換樹脂で捕集し、ターゲット水（$H_2{}^{18}O$）を回収する。次にK_2CO_3水溶液で$^{18}F^-$を溶出し、相間移送触媒APE 2．2．2／アセトニトリル中に導入し、溶媒を除去した後1．3．4．6．tetra－0－acetyl－2－0－triflyl－β－D－mannopiranose／アセトン溶液を加え85℃で5分間反応させた。SEP－Pak C_{18}カートリッチで精製した後、1N－HC1を加え、130℃で15分間加水分解することにより^{18}FDG溶液を得た。これを陽イオン交換樹脂、イオン遅延カラム、SEP－PAK C_{18}カートリッチ、アルミナカラムで精製し、製品とした。濃縮度93.8%の$H_2{}^{18}O$を使用し、15 μAで1時間照射した場合、EOSで168～214 mCiの^{18}FDGが放射化学的純度98%以上で得られた。

得られた^{18}FDG注射液をアカゲサルに静注し、それぞれ覚醒下、ケタミン麻酔下およびペントバルビタール麻酔下での脳内動態を動物用PETを用いて比較測定した。

その結果覚醒下のサル脳においては、^{18}FDG静注後比較的速やかに脳に取り込まれ、その後長期間にわたる放射能の保持が認められた。

一方、ケタミン麻酔下ではトレーサ静注後1時間にわたり持続的な脳への取り込みの増加が観察され、1時間後における放射能は覚醒下と比較して約2倍の高値を示した。逆にペントバルビタール麻酔下ではいったん取り込まれた

放射能が比較的短い時間内に再び脳から排泄される現象が認められ、メタボリックトラピング率が低下していることが推定された。このような^{18}FDGの組織内動態が、生体側の条件変化によって著しく異なる現象の機序を解明していくことは、今後のがん診断研究において、^{18}FDGの実用化を進める上で非常に重要であると考えられる。この他、肝がんやグリオーマの診断に有用であると考えられている。^{13}N－アンモニアについて、その生体内動態を定量解析することを目的として血中および組織中の標識代謝物の分析法に関する検討を行い、液体クロマトグラフィーによる分析条件を確立した。

2．高分解能ポジトロンCTに関する研究

野原功全、富谷武浩、山本幹男、村山秀雄（物理研究部）、遠藤真広（医用重粒子物理・工学研究部）、田中栄一（*特別研究員）

従来の2次元型PETの限界を克服する試みとして、消滅放射線を3次元的にデータ収集する3次元PET用の新手法を開発しつつある。この方法は従来のPETの感度を大幅に向上できる可能性がある。3次元収集データに対する3次元像再構成が可能となるための投影方向に関する条件はOrlovによって与えられた。それは「投影方向の存在する領域Gがその単位球面上で原点を中心とした単位半径の大円のすべてと交差できる必要がある」というものである。これをOrlovの条件という。ただし、3次元収集された投影データは冗長であるため、それに対する3次元像再構成アルゴリズムは無数にある。それらのアルゴリズムの関係はまだ完全な解明がなされておらず、アルゴリズムの選択を適切に行うためには、統一的な表現に基づいた検討が必要である。

この問題を解決するために、まず3次元像再構成が可能となるためのOrlovの条件を3次元ラドン変換における中央断面定理と関連付けて、Orlovの条件が線源分布の3次元フーリエ変換を欠損なく標本化することに等しいことを示し、その幾何学的条件の意味付けを明確にするとともに再構成法の1つであるOrlovの式がFILBK法に属することを示した。しかも対応するフィルタが分離型に相当することを明らかにし、投影方向に対する重み付けが方向によらず等しいことを示した。さらにOrlovの式の拡張を行い、一般化したOrlovの式を導出し、より広いアルゴリズムの定式化が可能であることを示した。この式においては、もはや像再構成に寄与する各投影方向の重みが均等ではない。それぞれの投影方向が異なる領域Giに重複して組み込まれるため、その重みw_iの総和により、各々の投影方向の重みが決定される。とくに点線源応答関数が像空間の位置に依存する場合は、領域Giそのものがそれぞれの像空間の位置ごとに異なっており、位置が変わるごとに異なる領域の組み合せおよびその重みを形成することになる。

現状では多層型PET装置を改良して、3次元PET装置とする方法が試みられている。この方法では、検出器リング間のスライスシールド（セプタ）を取り外して、異なる検出器リング間の同時計数データを収集する。このとき、投影方向の立体角が空間領域もしくはスライスごとに一定でない。従って、各空間領域もしくはスライスごとに異なる投影方向の領域Giを確定して、再構成像を得る方法が基本になると考えられる。このような場合に、一般化したOrlovの式は実用的なアルゴリズムではないが、種々の再構成法の特徴を分析する上で総合的見地を与えることを示した。実際の3次元PET装置は、点線源応答関数が像空間の位置に依存するが、そのための3次元像再構成法も点線源応答関数が像空間の位置に依存しない場合の像再構成法が基礎となる。さらに、3次元データ収集による3次元PET像の画質向上のためには、測定投影データが放射線計測により得られることを考慮して、その特徴を生かした3次元像再構成法の研究が必要である。

［研究発表］

(1) 野原功全：RADIOISOTOPES, 42, 189－198, 1993.
(2) 村山秀雄：RADIOISOTOPES, 42, 244－254, 1993.
(3) 村山秀雄、野原功全、山本幹男：*Med. Imag. Tech.*, **11**, 335－336, 1993.
(4) 村山秀雄、野原功全、山本幹男：*核医学*、**30**, 990, 1993.
(5) 村山秀雄、野原功全：*Med. Imag. Tech.*, **12**, 84－93, 1994.
(6) 村山秀雄、野原功全、山本幹男：*日医放学会誌*、**54**(1), 89, 1994.

3．ラジオアクティブビーム等の利用に関する調査研究

富谷武浩、野原功全、村山秀雄（物理研究部）、山田　聰、佐藤幸夫、金井達明（医用重粒子物理・工学研究部）

理研リング・サイクロトロン施設の二次粒子実験装置であるRIPS (RIken Projectile fragment Separator) により広範囲の核種にわたる高強度の二次粒子線が得られ、^{11}Cなどのポジトロン放出核種も容易に得られることに着目し、ラジオアクティブ・ビームの基礎実験を計画した。測定器には以前放医研で放射性薬剤の動物実験用に開発した小型高解像力ポジトロンCTのプロトタイプが容易に運搬できるので、平成4年から5年にかけて修理、調整を行い、5年8月に第1回、10月に第2回の基礎実験を陽電子放出核種である^{11}Cビームを用いて行った。実験には文字パターンを刻印した円盤を用い、^{11}Cビームの飛程終端分布のイメージング実験を行い、成功した。結果は^{11}Cビームのエネルギーから予測される飛程終端分布とよく一致した。位置精度はポジトロンCT装置の位置分解能から予測される値とよく一致した。イメージングの目的でビームを拡大するのに、ビームをデフォーカスして実験を行ったが、拡大ビームは極端に不均一で、精度を劣化させる主因となったので、放医研の装置の設計にあたってはビームの一様性の改善が必要なことが判明した。

（4） 重粒子線治療に関する臨床的研究

1．重粒子線治療の評価法に関する研究

恒元　博、森田新六、宮本忠昭、向井　稔、久保田進、中野隆史、佐藤眞一郎、松岡祥介、村山重行、坂下邦雄、熊谷和正、柴山晃一、石居隆義、平岡　武、星野一雄、福村明史、古川重夫、中村　譲、○溝江純悦、赤沼篤夫、河内清光、金井達明、遠藤真広、福久健二郎（代表者に○印）

1）速中性子線治療の臨床トライアル

平成5年度は32週のマシンタイムが得られ、99名の速中性子線治療を行った。全ての症例に於いて、固定具の作成と、CTを使用した3次元治療計画が行われた。特に、肺癌及び脳腫瘍症例では垂直固定1門の速中性子線ポートを使用したConformal Radiotherapyを行った。又、7例の肺小細胞癌症例のBoost照射（Photon照射後）が新しい臨床試行として開始された。

ネットワーク会議・計画部会を中心に、重粒子線治療のプロトコールを作成した。頭頸部領域のパイロットスタディ、脳腫瘍・舌癌・非小細胞性肺癌の第Ⅰ／Ⅱ相臨床試行のプロトコールを作成した。

2）陽子線治療の臨床トライアル。

平成5年度に於いては、新治療システムを使用し6名の眼球腫瘍（5名）及び涙腺癌（1名）の治療を行った。

3）病歴管理、登録システムのオンライン化。

子宮頸癌・肺癌の病歴登録作業を継続した。又、病歴情報の管理システム化の為に、病歴及び照射録の改変を行った。

（本計画に関連する論文あるいは報告など）

1）宮本：中性子線治療の臨床評価と粒子線治療の今後に期待するもの。第6回日放腫学会、シンポジウム、新しいmodalityによる放射線治療の展開。1993年11月、福岡市。村山、森田、中野、佐藤、恒元：耳下腺悪性腫瘍の速中性子線治療成績。第6回日放腫学会、1993年11月、福岡市。

2）溝江、Castro, Daftari, 赤沼：ネオンイオンで治療した前立腺癌症例の直腸DVHの研究。第6回日放腫学会、1993年11月、福岡市。

3）松岡、溝江、安川、宮本：肺腺癌の速中性子線単独治療。第6回日放腫学会、1993年11月、福岡市。

4）Miyamoto, Yasukawa, Satou, Fukuhisa, Mizoe, Matsuoka, Morita, Tsunemoto : *Fast Neutron* Radiotherapy for Adenocarcinoma of the Lung. ICRO '93, 1993年6月、京都。

5）Morita, Tsunemoto, Miyamoto, Nakano, Mizoe : Clinical prospects for *heavy ions* radiotherapy in NIRS-Chiba. ICRO '93, 1993年6月、京都。

6）Murayama, Miyamoto, Satou, Mizoe, Matsuoka, Morita, Tsunemoto, Sakata, : Late skin rection in patients with prostatic cancer treated with 30 MeV d-Be *fast neutron* at NIRS. ICRO '93, 1993年6月、京都。

7）Furukawa, Akanuma, Nakamura, Morita, Mizoe, Nakano : Advantages in carbon composites application to total body patient fixation for *heavy particle* beam therapy. ICRO '93, 1993年6月、京都。

8）Mizoe, Morita, Tsunemoto, Matsuoka, Noma, Shigematsu : *Fast neutron* therapy combined with arterial chemotherapy and radical operation for locally advanced H & N cancer. ICRO '93, 1993年6月、京都。

9）Matsuoka, Mizoe, Morita, Tsunemoto, Mori : Treatment of malignant melenoma with *fast neutron*. ICRO '93, 1993年6月、京都。

10）森田、恒元、宮本、中野、溝江、赤沼：*HIMAC*重粒子線治療の第Ⅰ・Ⅱ相臨床試行。第52回日医放学会、1993年、4月、横浜。

11）松岡、溝江、森田、恒元：皮膚悪性メラノーマに対する速中性子線治療。第52回日医放学会、1993年4月、横浜。

12）中野、森田、佐藤、恒元、金井、古川、平岡：眼球悪性黒色腫の陽子線治療成績。第52回日医放学会、1993年、4月、横浜。

13）Miyamoto, Yasukawa, Satou, Fukuhisa, Mizoe, Matsuoka, Morita, Tsunemoto : *Fast neutron* radiotherapy for non-small cell carcinoma of the lung. International Journal of Oncology. 4 : 193-199, 1993.

14）宮本：重粒子線治療への期待。医学のあゆみ、169 : 124-1125, 1994.

15）脳の悪性グリオーマに対する速中性子線の多平面多方向照射法の開発。INNERVISION, 8 : 59-60, 1993.

16）Mizoe, Aoki, Morita, Tsunemoto : *Fast neutron* therapy for malignant gliomas-results from NIRS study. Strahlenther. Onkol. 169 : 222-227, 1993.

2．重粒子線治療システムの開発に関する研究

中村　譲、古川重夫、赤沼篤夫、森田新六、宮本忠昭、溝江純悦、久保田進、中野隆史、加藤博敏、松岡祥介、村山重行、坂下邦雄、熊谷和正、柴山晃一、渡辺秀雄、石居隆義（治療・診断部）、遠藤真広、金井達明、蓑原伸一、宮原信幸、曽我文宣、河内清光、外村浩美*、伊藤浩子**（医用重粒子物理・工学研究部）、平岡武（物理研究部）、松本　徹、飯沼　武、池平博夫（障害・臨床研究部）、福久健二郎（技術部）

* 客員研究員、** 外来研究員

重粒子線治療においては荷電粒子の特長を生かし癌病巣に合った線量分布を求めて治療することが可能である。そのためにはX線CT画像などの3次元画像を用いて治療計画を行い、ビームを患者の病巣に設定するための患者固定を正確に行い、患者の病巣位置および体位を治療現場で位置決め照合し、治療するシステムを開発する必要がある。本グループは治療計画および治療を円滑にしかも正確に実施する上で治療システムを開発・作成することを目的としてそれに関連する研究を行った。

（1） 重粒子線治療計画装置の開発

重粒子線治療計画においては、1)患者病巣部の撮影されたX線CT画像上に病巣や内部臓器の形状、位置を入力する機能、2)入力された患者の病巣、体輪郭および内部臓器を3次元で表示し、それをリアルタイムで変化させ、特定臓器を避け病巣のみに線量が集中したビームの設定、形状を決定する機能、3)線量分布を3次元で計算・表示する機能ならびにdose volumeヒストグラムなどの手法を用いて線量分布を評価・解析する機能、4)治療に必要な照射条件を決定し、患者ボーラスおよびコリメータを設計・製作するデータを求める機能などが要求される。このような機能を有する重粒子治療計画装置をグラフィックワークステーションTITAN 750V上で行うソフトウェアの開発とその試験を行い、重粒子線治療臨床試行に必要な装置を開発した。

（2） 患者固定法の開発

重粒子線治療においては患者の病巣をいかにビームに再現性よく、正確に位置決めして治療するかが重要である。

そのために患者をいかに固定するかが課題である。放医研重粒子線治療では患者の固定法としてカプセルを用い、患者をカプセル内に固定し、多門照射ができるように回転する方式を取り入れている。今年度は材質にカーボンコンポジットを用いてカプセルを作り、重量を約8kgと軽量化を図り、捻れ等を含めた耐荷重も強化された。またX線CT画像への影響もなくなり、材質にアクリル樹脂を用いていた時の欠点をすべて解消することができた。重粒子線治療に備えるためにカプセルは電動駆動装置により左右45°まで回転可能で、角度を数値入力するだけで設定することも行える。全身固定の他、頭頸部の固定装置として、自由度の高い固定装置の試作製作を行った。頭部を左右45°まで回転し、顎・首を上下に、また左右方向の2軸方向にそれぞれ±15°まで回転できるように頭部回転部を傾斜台にのせそれぞれ回転動作する機構にし、回転角度は1°毎に数値入力による設定と設定された角度がディジタル表示されるようにした。

また治療時、患者を固定設定したカプセルを治療室に運搬し、治療台に容易に載せるためのリフター式カプセル運搬装置、治療終了後カプセルを8個保管するカプセル保管棚を作成し、重粒子線治療に備えた。

（3） 患者治療体位および病巣位置照合システムの開発

患者治療時の体位および病巣位置が毎回同じように設定され治療することが望まれる。そのため治療照射室にX線位置決め装置やX線CT装置を導入しそれを用いた照合システムを作成する必要があり、今年度X線CT装置を治療室AおよびB室にそれぞれ設置した。透視画像を用いるX線位置決め装置による照合法は病巣部およびその周辺部にマーカや骨などの照合点等を利用し、X線CTを用いる場合は照射体位でX線CT画像を撮影し照合し、必要があれば治療台の位置を修正し治療することを考えている。

［研究発表］

(1) 伊藤他：重粒子線治療計画装置の開発、第65回日本医放物理学会、横浜、1993. 4.
(2) 古川他：患者固定用カプセルにおけるカーボンコンポジット利用の利点について、日本医放学会総会、横浜、1993. 4.
(3) 遠藤他：HIMAC治療台とその制御、第66回日本医放物理学会、札幌、1993. 9.
(4) 遠藤他：3次元重粒子線治療計画装置の開発、第10回日本医物学会、東京、1993. 7.
(5) Endo, M. et al : Three dimentional treatment planning system for heavy ion radiotherapy using a greaphics workstation. Int. Cong. Rad. Oncol., Kyoto, 1993. 6.
(6) Furukawa, S. et al : Advantages in carbon composite application to total body patient fixation for heavy particle beam therapy. Int. Cong. Rad. Oncol., Kyoto, 1993. 6.

3．ポジトロンCT・MRI等の臨床応用に関する研究

宍戸文男、山崎統四郎、池平博夫、須原哲也、古賀雅久、加藤博敏、井上　修、松本　徹、中村　譲、飯沼　武、古川重夫、舘野之男（障害・臨床研究部）、遠藤真広（医用重粒子線研究部）、鈴木和年（サイクロトロン管理課）、中野隆史、坂下邦夫、宮本忠昭、恒元　博（治療・診断部）

重粒子線によるがん治療を精度良く行うために、がん病巣の正確な位置の診断と重粒子線治療によるがん組織の反応の予測と評価を行うことが重要であり、これを目的として、ポジトロンCTと核磁気共鳴装置を利用した診断法の研究を行っている。

今年度PET研究については肺癌症例を対象に^{11}C－メチオニン－PETを行った。一部の症例については速中性子線治療の前後で検査を行い、治療前は原発腫瘍およびリンパ節転移の部位へのトレーサの集積を認め、治療後は有意に集積の低下を認めた。CT, MRIによる治療評価に比べより鋭敏であった。 またMR研究についても、^{1}H－MRSを用いて速中性子線治療前後で検討を行った。

^{1}H－MRSにおける乳酸およびコリンの変化が細胞致死効果の判定に有用であった。さらに脳腫瘍の症例で^{1}Hの化学シフト画像とPETの^{11}C－メチオニン画像を重ね合わせ、癌の質的診断を多元的に行うことができた。

［研究発表］

(1) 宍戸、古賀、他：神経内科　39：472－479, 1993.
(2) 宍戸、他：厚生省がん特別研究小西班　平成5年度報告書
(3) 古賀、他：日本医学放射線学会誌　53：S273, 1993.
(4) 舘野、他：文部省がん特別研究横山班　平成5年7月東京、平成6年1月　京都

2．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

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 等での動向に従い、従来の「リスク」から「デトリメント」として捉えることを念頭に置き、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し、よって影響低減化策につなげることを目的にして、平成５年度を初年度に５か年計画で進めるものである。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、ならびに放射線障害論の応用問題として興味深いのみならず原子力の場におい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た。全体を通じて動物実験を主体に種々のレベルの実験研究を行うことを特徴としている。

放射線発がんとその修飾因子に関する研究においては４課題を設けた。放射線高感受性ミュータントマウスでの研究では、免疫不全動物として樹立された scid マウスを用い、急性障害試験を行うと共に発がん実験用の大量生産飼育体制を整え、さらに培養細胞株の樹立も図っている。放射線による乳腺腫瘍発生では、胎児期、未経産成熟期、妊娠期、授乳期被ばくでの乳腺腫瘍発生の線量効果を観察し、内分泌学的・細胞生物学的解析を進めた。骨髄性白血病の発症とその修飾因子では、以前からの知見を基礎とし、放射線による発症の機構解明を図ると共にカロリー制限が発症効果を低減させることを明らかにした。線量・線量率効果因子では、マウスの骨髄性白血病を指標とし、いくつかの線量率での線量効果近似式を得た。

放射線の胎児影響に関する研究においては２課題を設定した。放射性物質の胎児影響では、母親が摂取した放射性核種による胚と胎児の被ばくの様相を明らかにすると共に、プルトニウム汚染したマウスの胎児造血器系への影響を明らかにする研究を始めた。胎児中枢神経系等への影響では、マウスおよびメダカを実験動物とし、発生段階での中枢神経組織構築の放射線損傷につき詳細な観察を開始した。

内部被ばく影響に関する研究においてはプルトニウムの吸入毒性に着目し、３課題を設定した。吸入物質の沈着代謝では、種々の呼吸器モデルを用いた実験を行い沈着機構の解明を図ると共に、動物実験により沈着とその後の体内動態を明らかにする実験を進めた。内部被ばくバイオドシメトリでは、プルトニウム吸入動物の巨視的線量評価の精度向上を目的とする研究を続けると共に、組織あるいは細胞レベルでの放射線に対するなんらかの反応を指標とするバイオロジカルドシメトリの確立を目的とする研究を開始した。内部被ばく発がんでは、プルトニウムの吸入による肺腫瘍、注射投与によるその他の腫瘍誘発をラット、マウスおよびビーグル犬で観察する実験を開始し、またキレート剤等による排泄促進効果を明らかにした。

課題により過去の蓄積に多寡があり、それが一部進捗状況に影響しているが、初年度として順調なスタートが切れたものと考えている。（稲葉次郎）

（１）　放射線による発がんとその修飾因子に関する研究

１．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、島田義也、西村まゆみ（生理病理研究部）、古野育子（生物研究部）、松本恒弥（動植物管理課）、研究協力者：早尾辰雄、上野　渉（動植物管理課）

ヒト集団の中には放射線に感受性の高い遺伝性疾患がある。その代表として AT (Ataxia－teleangiectasia：末梢血管拡張性運動失調症）が有名である。この疾患は劣性遺伝で患者（AT ホモ）では白血病・リンパ腫が高発し、保因者（AT ヘテロ）では乳腺腫瘍が発生しやすい。一方、scid マウスは当初、免疫不全動物として見いだされたが、放射線に対する感受性が高いことが判った。また、免疫グロブリンおよびT細胞受容体の遺伝子再配列に関する蛋白質と放射線による DNA 損傷の修復に関与する酵素は同一のもので、その機能不全により、免疫不全と放射線感受性が発現すると考えられるようになった。すなわち、scid マウスの放射線高感受性は DNA 損傷の修復不全によるものである。発がん過程において DNA 損傷とその修復は重要な問題であり、scid マウスは DNA 損傷と発がんの関連性を解析するのに好適と考えられる。そこで平成５年度より５カ年計画で、scid マウスを用いて放射線感受性と放射線による発がんリスクの関連性を調べることにより、放射線発がん機構の解析を行なうこととし、今年度は、長期実験に先立ち、まず放射線による急性期の障害の検討を行った。

scid マウス、C. B－17 マウスは日本 CLEA 社より購入し、SPF 動物飼育施設に導入し、γ線50 kGy 照射滅菌飼料と塩酸水で飼育した。また、C. B－17 マウスと scid マウスを交配してＦ１マウスを得た。scid マウスは0.5 Gy 刻みで１～６Gy の11群、Ｆ１マウスは２～８Gy の13群、C. B－17 マウスは３～8.5 Gy の12群に分け、γ線急照射を行なった後30日間観察を続け、$LD_{50(30)}$ 値を求めた。また scid マウス、C. B－17 マウス、Ｆ１マウスの骨髄の造血細胞をペトリ皿に播いた後、Ｘ線を０～８Gy 照射し、コロニー形成を観察することにより造血細胞の放射線感受性を検討した。

この結果、$LD_{50(30)}$ は scid マウスでは4.05 Gy、Ｆ１マウスでは6.5 Gy、C. B－17 マウスでは7.1 Gy であった。一方、CFU－GM 法での D_{10} を指標として放射線障害を表すと、C. B－17 マウスとＦ１マウスとはほぼ同じ感受性で D_{10} は約3.1 Gy であったのに対し、scid マウスでの D_{10} は約1.0 Gy であった。すなわち、scid マウスの感受性は、全身照射では C. B－17 マウスの約1.8倍、骨髄細胞では約３倍であった。また、$LD_{50(30)}$ を指標とするとＦ１マウスは C. B－17 マウスに比べてやや感受性が高い傾向が見られた。

［研究発表］

Furuno－Fukushi, I., Aoki, K. and Mastudaira, H. : *Radiat. Res.*, **136**, 97－102, 1993.

２．放射線による乳腺腫瘍の発生機序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、石井洋子、山内　洋（薬理化学研究部）

乳腺の成長と分化は多種類のホルモンによって複雑にコントロールされている。雌性動物では性成熟に達した後

は、妊娠、分娩、授乳の時期には乳腺はそれぞれ特異的な分化発達を示し、授乳の終了と共に退縮が起こり、妊娠毎にこのサイクルを繰り返す。乳腺は放射線照射を受けると晩発障害として乳がん発生するが、ガンマー線に対する感受性は、Wistar－MSラットを用いた実験では授乳期が最も高く、ついで妊娠中、非妊娠時の順に低下した。乳腺の放射線感受性と乳腺細胞の成長、分化状態との関係を検討するため、生後70日令で卵巣摘出したラットを用いて以下の処理を施した。14日間ホルモン処理して、15日目に乳腺の成長、分化状態を組織学的に調べた後、ガンマー線照射（260 cGy）し、一年間乳腺悪性腫瘍の発生率を求めてホルモン作用と放射線感受性の関係を検討した。卵巣摘除後14日間のエストロゲン（E_2B）処理では乳管分岐の発達は余り見られず、乳管は太くなって腺房が著しく発達した。プロゲステロン（P）処理では乳管の分岐が著しく発達し、E_2BとPの併用処理では乳管と腺房の発達が顕著に見られた。放射性チミジン取り込み法によって測定したDNA合成量はE_2B＋P処理が最も高く、次にE_2B処理で高く、P処理ではコントロールと相違が認められなかった。血中プロラクチン濃度はE_2B処理群のみ高値を示し、E_2B＋P処理がそれに次ぎ、P処理群ではコントロールと差がみられなかった。ガンマー線照射の単独処理では悪性腫瘍発生率は著しく低いので、照射1ケ月後から合成エストロゲン（ジエチルスチルベストロール）の連続処理によってプロモーションをかけて一年間観察すると、乳腺悪性腫瘍発生個体数は、コントロール群は39匹中12匹（30.8%）、E_2B処理群は16匹中10匹（62.5%）、P処理群は17匹中9匹（53.0%）、E_2B＋P併用処理群は12匹中0匹（0%）であった。E_2B処理群はコントロール群より悪性腫瘍発生率が統計的に有意に高かった。

E_2B＋P併用処理群では乳腺の発達が著しく、DNA合成量も形態の変化を裏づけたにもかかわらず、悪性腫瘍の発生率が低かったことが今回、新たな知見として加えられた。E_2B＋P併用投与群では、脳下垂体のプロラクチン分泌に対するE_2Bの作用をPが抑制する事によって、血中プロラクチン濃度が低く抑えられた可能性があるので、プロラクチン処理による放射線感受性の増加と、その機構を検討する必要がある。ドーパミンは脳下垂体からのプロラクチン分泌を抑制するので、ドーパミン拮抗薬ハロペリドールで卵巣摘除ラットを処理してプロラクチン分泌の促進を試みた。しかし、効果が明瞭に現れなかったので、直接プロラクチン投与を行って腫瘍発生を検討中である。*pan－ras*オンコジーン産物に対する抗体を用いて、発生した乳腺悪性腫瘍の免疫組織学的染色を行ったところ、悪性腫瘍発生率の高かったE_2B処理群ではコントロールと比べ強く染色される腫瘍組織が多かった。腫瘍発生に至るがん遺伝子変化についても今後検討を要する。

［研究発表］

(1) Inano, H., Suzuki, K., Ishii－Ohba, H., Yamanouchi, H., Takahashi, M. and Wakabayashi, K., : *Carcinogenesis,* **14**, 2157－2163, 1993.

(2) Suzuki, K., Ishii－Ohba, H., Yamanouchi, H., Wakabayashi, K., Takahashi, M. and Inano, H. : *Intl. J. Cancer*, **56**, 413－417, 1993.

(3) Inano, H., Suzuki, K., Ishii－Ohba, H. and Yamanouchi, H. : *J. Radiat. Res.*, **34**, 341, 1993.

3．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、根本久美恵、石原　弘*、早田　勇**、大津裕司（生理病理、*薬理化学、**障害基礎）

C3H/he雄マウスの骨髄性白血病の自然発症率は約1%であるが、8ないし10週令で放射線を3 Gy全身照射を行うと骨髄性白血病の発症率は約25%となる。前特研では骨髄性白血病の発症率が食餌制限により減少するか否か検討した。制限方法は体重の増減により4種類の異なったカロリーの飼料（蛋白質、脂肪、ミネラルはいずれの飼料を給餌しても同量摂取し、糖と炭水化物でカロリーをコントロールするように配合）を給餌することによりマウスの体重を25～27gにコントロールする方法でおこなった。実験群としては照射前の6週より終生制限食を給餌した群と照射後の10週令より終生制限食の2種類の制限方法を用いた。骨髄性白血病の発症率はコントロール食：22.7±3.3%に対して照射前より制限食：7.9±3.1%、照射後制限食：10.7±2.7%と両制限群とも有意に減少し、発症時期も有意に遅延した。特に、照射前より制限食にした群の方がより減少効果も大きく発症時期も遅延した。その上、平均寿命も制限食群で有意に延長した。両制限食群とも終生の平均摂取カロリーは約75 Kcalであった。

以上の結果よりマウスに食餌制限することにより放射線誘発骨髄性白血病の発症率を減少させることが明らかとなった。そこで、本特研の目的は食餌制限によるこの減少機構を解析することであり、平成5年度はその中の1つとして以下の実験を開始した。以前の実験では照射時の骨髄性白血病の標的細胞（造血幹細胞）数は照射前より制限食群のほうが減少しているため標的細胞の数量的差異が関与しているのか、あるいはプロモーションの過程に食事制限の効果が関与しているのかさらに検討するため6週より制限食で飼育し、照射後コントロール食で飼育する実験群を設定した。また制限食群で終生の平均カロリー摂取量が75 Kcalであったことから、このカロリー数で前実験を追試する事とした。すなわち、実験群は6週より制限食、照射後コントロール食、照射までコントロール食その後75 Kcalの制限食、終生コントロール食の3種類の食餌方法について10週でX線により3 Gy照射する群と非照射群の計6群である。1群約120匹のマウスから構成されており、平成5年度にすべての実験群は設定され現在観察中である。

［研究発表］

Yoshida, K., Nemoto, K., Nishimura, M. and Seki, M. : *Leu. Res.*, **17**, 437－440, 1993.

吉田、根本、井上、佐渡：放医研シンポジウムシリーズ 24, 186－191, 1993.

吉田、根本、井上、佐渡：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.

4．放射線の低線量率による線量・線量率効果係数に関する実験的研究

大津裕司、古瀬　健、野田攸子、崎山比早子（生理病理研究部）、白貝彰宏（物理研究部）、安田徳一（遺伝研究部）

同一線量の放射線を被曝した動物において、誘発腫瘍発生率は被曝線量率の影響を受け変動することが知られてお

り、その数量関係は線量・線量率効果係数（dose and dose-rate effectiveness factor：DDREF）として表されている。本研究ではC3H/Heマウスによる実験系を用い、骨髄性白血病を指標として、DDREFを算出することを目的として実験を継続している。

実験では、当所生産のC3H/He雄、8週令マウスにCs-137よりのγ線を1、2と4Gyを照射した。なお、照射時の線量率は低線量率A、B、C3群と高線量率群H1群の計4群とした。各々の線量率はAの39.4cGy／日、Bの8.9cGy／日、Cの2.1cGy／日とHの88.2cGy／分であった。さらに、これらの実験結果を補足する必要のため各々線量率群に3Gy群を、また、線量率群に9.5cGy／分の線量率群（SP群）を、さらに、H群には0.25、0.5と5Gy群を加えた。無照射群を対照群（O群）とし、全てのマウスは生涯飼育された。

各群の骨髄性白血病の発生率は百分率と人年法による症例数／マウス・日により表した。

H群では0.25Gy被曝群（H-0.25群）3.9%（5.2／マウス・日・105）以下H-0.5群0.83%（1.2）、H-1群6.3%（9.4）、H-2群12.8%（20.1）、H-3群18.3%（29.1）H-4群11.7%（18.3）、H-5群11.3%（17.5）に対してA群ではA-1群0.47%（0.73）、A-2群3.6%（5.3）、A-4群4.6%（6.9）。C群ではC-1群0%（0）、C-2群2.6%（4.0）、C-4群3.6%（5.5）。対照群では発症を認めていない。この結果から最小二乗法により直線回帰式を求めた。なお、Iは発生率を、Dは線量を表す。

$I_H = 0.57 + 5.89\,D \quad (r = 0.98)$

$I_A = -0.018 + 1.25\,D \quad (r = 0.94)$

$DDREF_A = 5.89/1.25 = 4.71$

$I_C = -0.020 + 1.01\,D \quad (r = 0.93)$

$DDREF_C = 5.89/1.01 = 5.83$

となり、低線量率群A、CのDDREFはそれぞれ4.7と5.8となった。今後B、SP群のDDREFの値も加え、線量率とDDREFとの函数関係をより詳細に追求していく予定である。

（2） 放射線ならびに放射性物質の胎児影響に関する研究

1．発生過程における中枢神経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（生物研究部、*外来研究員）

低線量放射線による精神発達障害の発生機構の解明を目指し、中枢神経系の発生・分化、特にその組織構築等の基礎的研究とそれに対する放射線影響を研究している。大脳皮質形成過程が比較的良く研究されているマウスを用いて研究を開始した。低線量放射線の大脳皮質形成期の神経細胞の移動に対する影響を明らかにするために、DNA合成期にある細胞をbromodeoxyuridine (BrdU)によって標識して、その神経細胞の移動を追跡する実験系において妊娠母マウスに照射して、その後の移動を解析した。

妊娠14日（C57BL × C3H）にbromodeoxyuridine BrdU 0.5mgを腹腔内注射し、その1時間後にX線を0.5Gy照射した。妊娠17日目の胎仔、出生後2および8週に脳を4% paraformaldehydeで固定し、常法により4μのパラフィン切片を作成し、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。

観察する時点で大脳皮質に存在するBrdUで標識された細胞は妊娠14日目の標識時点で生み出された神経細胞とみなすことができる。妊娠17日目の時点では0.5Gy照射群では神経細胞の移動の遅延が観察された。また、出生後8週の非照射対照群の成熟した大脳皮質ではそれら標識細胞は比較的狭い層に限局しているが、照射群ではより広い範囲に分布していた。この結果は胎生期の放射線照射が完成した脳における神経細胞構築に異常をもたらすことを示唆している。また、実験動物として種々の利点のあるメダカをモデル動哺乳類として用いて中脳の形成における放射線影響の研究も開始した。メダカの脳への放射線影響を組織構築の面から調べる基礎として、本年度は正常のメダカ脳をBodian染色法等の組織学的方法で調べた。メダカでは視蓋（中脳）が非常によく発達しており、少なくとも6層からなる整然たる構造をしていることを明らかにした。

［研究発表］

(1) 田口泰子、伏木信次、石川裕二、広部知久：日本動物学会関東支部大会、東京、1994. 3.
(2) 伏木信次、木下周子、田口泰子、石川裕二、広部知久：第35回日本神経病理学会学術研究会、札幌、1994. 5.
(3) Ishikawa, Y. and Iwamatsu, T.: *Neurosci. Res.*, **17**, 101-116, 1993.
(4) 石川裕二：日本解剖学会第81回関東地方大会、東京、1993. 10.
(5) 石川裕二：日本神経科学第17回大会、名古屋、1993. 12.

2．放射生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

高橋千太郎、久保田善久（内部被ばく研究部）、上島久正（養成訓練部）、西村義一、武田　洋（環境衛生研究部）、越本知大（科学技術特別研究員）

本研究は、妊娠母体に摂取された放射性物質が胚、胎児に及ぼす影響を放射線防護の観点から総合的に評価することを最終的な目標とし、1)主要放射性物質の受胎産物、特に胎児造血器系、中枢神経系への沈着量とその線量、2)放射性物質による胎児造血器ならびに胎児中枢神経における発生異常、発達遅延の検出方法に関する検討、3)環境衛生学の観点から胎児影響に重要と考えられる核種、化学形、存在形態に関する調査、4)母体の放射線影響が胎児に及ぼす影響、の4点を当面の検討課題として、本年度より研究を開始した。

高橋、久保田は、原子力施設で使用される燃料で、人体への影響が極めて大きいと考えられるプルトニウムについて、妊娠中期の胎児への移行量、滞留率、ならびに吸収線量を動物実験によって明らかにするとともに、全胚培養法などの新しい手法により胎児への移行メカニズムについて検討を加えた。その結果、ゲッ歯類では卵黄膜への移行、沈着率が高いことが明らかになった。卵黄膜は初期の胎児造血器官であり、胎児造血器系への影響発現が予測された。また、西村、武田は、原子力施設に起因する放射性核種のうち、主としてβ、γ線放出核種の胎児移行について、移行率の胎児年齢依存性、化学形の影響を中心に検討を加

えた。例えば、トリチウムでは、トリチウム水、チミジン結合型（核酸前駆体）、アミノ酸結合型、それぞれにおける胎児移行量と滞留率を明らかにした。一方、上島は、従来ほとんど知見の得られていない母体の放射線影響にともなう胎児の間接的影響についての研究に着手した。今年度は、母体の放射線照射に伴う胎児の低酸素状態を明らかにするため、胎児血中酸素濃度の非浸襲的測定法に関する検討を行った。

［研究発表］

(1) Kubota, Y., Sato, H., Koshimoto, C. and Takahashi, S. : *J. Radiat. Res.*, **34** : 157－163, 1993.
(2) Takahashi, S., Koshimoto, C., and Kubota, Y. : *J. Radiat. Res.*, **34** : 171－176, 1993.
(3) Takeda, H., Nishimura, Y. and Inaba. J. : Radiat, Prot. Dosimetry, *in press*.
(4) 高橋、久保田、越本、佐藤、畑下*：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.（*外来研究員、順天堂医）
(5) 久保田、高橋、佐藤、越本：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
(6) 越本、高橋、久保田、鈴木、佐藤：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.

（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

1．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、福田　俊、飯田治三、小泉　彰、石榑信人（内部被ばく研究部）

体内に摂取したとき毒性が高いといわれているプルトニウムを念頭におきながら、アルファ放射体の体内動態を吸入摂取のケースを中心に明らかにし、アルファ放射体の生物学的影響評価における線量評価の精度向上に資することが本課題の目的である。

吸入したエアロゾルの一部は呼吸器に沈着するが、それにはエアロゾル側および生体側の多くの因子が影響を与え、その実態はきわめて複雑である。沈着機構解明のため、前公衆被ばく特研において呼吸気道模擬キャストを導入し、種々のサイズのエアロゾルに対する気道内沈着率を中心に実験解析を進めた。本デトリメント特研では、実際の呼吸気道の鋳型を基に作成した実態モデルキャストに加え、理論的な解明が進んでいるWeibelの幾何モデルを3次元映像化し、さらにこれを3次元造形化し、幾何モデルの呼吸気道模擬キャストを新たに試作した。

呼吸器沈着後の体内動態に関連して、ラットおよびビーグル犬による動物実験を行った。吸入された酸化プルトニウムの肺からの全身への移行について吸入後1カ月と4カ月を比較したところ、その間で肺残留量が約半分となり、肝および骨への分布が2～3倍大きくなった。肺の細胞内分布の変化を単位蛋白質白量当りの放射能で比較したところ mitochondria, lysosome, microsome, cytosol 各画分でそれぞれ0.46、0.34、0.064、1.37となっており、細胞内のプルトニウムは小器官から cytosol 画分へ移行し、さらに細胞外へ放出されて血液中に移り一部は体外へ排泄され、残りは主に肝と骨に再沈着すると考えられる。プルトニウムの移行形態としては粒子状、イオン状、蛋白結合型等があり、その比率が臓器への再沈着率に反映されると考えられるが、現段階ではその比率は不明である。しかし、プルトニウムの化学形態が肺からの移行に大きく影響することは水酸化プルトニウム、低温焼結および高温焼結プルトニウムの排泄パターンおよび臓器分布より明らかである。

［研究発表］

(1) Yamada, Y., Koizumi, A., Fukuda, S., Inaba, J., Cheng, Y. S., and Yeh, H. C.: *Hoken Buturi*, 29, 23－31 (1994)
(2) Sato, H., Bulman, R. A., Takahashi, S., and Kubota, Y.: *Health Phys.*, 66, 545－549 (1994)
(3) Inaba, J., Ishigure, N., Oghiso, Y. and Sato, H.: CEC－Workshop, Bath, UK 1993.

2．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

石榑信人、仲野高志、榎本宏子、小木曽洋一、山田裕、稲葉次郎（内部被ばく研究部）

（A） ICRPの新しい呼吸器線量評価モデルでは、肺の平均線量ではなく、感受性細胞の被曝線量を精密に評価するよう求めている。平均線量よりも感受性細胞の線量を発がんの原因量としてより有効とするためには、実験動物の発がんデータも、細胞線量を基準にして解析する必要がある。アルファ放射体の場合、こうした細胞線量を正しく評価するためには、組織の微細形態や放射体の沈着微細分布が定量的に正確に決定されなければならないが、これは決して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から採取した細胞のレスポンスを検定することにより、物理学的手法によらないで、線量を直接評価する“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。

本課題の初年度として、平成5年度では、この研究に必要な、培養細胞へアルファ線を照射する方法の検討等、研究方法の確立を中心とした研究を実施した。

（B） 吸入により沈着した粒子の上部呼吸気道からの消失速度を直接測定することはかなり困難である。なぜならば、吸入操作の最中にもすでに沈着粒子は気道上を運ばれており、しかも、より遠位部に沈着した粒子の上行性輸送をも含めて複合的なプロセスを上部気道では観察することになるからである。しかしながら、上部気道放射能の直接測定に加え、肺深部の残留率や糞中排泄率の実測値等の間接的な情報を組み合わせることにより、上部気道での粒子の挙動をある程度の幅で推測することは可能である。本研究では、PuO_2粒子を吸入したラットにおける気管からの消失速度を推定した。

その結果、大部分は数分の半減期で気管から消失するが、一方、30日前後の長い半減期の成分も上部呼吸気道沈着量の0.1%程度存在することが示された。これは、従来、気管にエマルジョンを注入する方法では観察されたことがあるが、PuO_2粒子の吸入による直接の証拠としては初めてのデータと思われる。

［研究発表］

(1) 石榑、仲野、榎本、稲葉：日本保健物理学会第28回研究発表会、福岡、1993. 5.
(2) Ishigure, N., Nakano, T., Enomoto, H., and Inaba,

J. : CEC Workshop, Bath UK, 1993. 9.
(3) 石榑：第21回放医研環境セミナー、千葉、1993. 10.
(4) Ishigure, N., Nakano, T. and Enomoto, H. : Hoken Butsuri, **28**, 195－201, 1993.
(5) Ishigure, N. et al. : *J. Radiat. Res.*, **35**, 16－25, 1994.

3．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

小木曽洋一、福田　俊、山田　裕、飯田治三、石榑信人、仲野高志、榎本宏子、佐藤　宏、山田裕司、小泉　彰、稲葉次郎（内部被曝研究部）

アルファ放射体のうち最も毒性の強いプルトニウムの被曝形式および体内分布の特異性にもとづいて誘発される発癌効果とそれを修飾する生物学的要因に加えて、低減化因子について動物実験により検討し、内部被曝発癌の機構とリスクを明らかにすることが本研究の目的である。本年度は特別研究の初年度であり、これまでに行った吸入曝露あるいは注射投与による発癌効果に関する生涯飼育実験が終了したので、その成果をふまえてより低レベルでの実験を新たに開始した。成果の概要は以下のとおりである。

(1) 酸化プルトニウム・エアロゾルを発生・吸入させたラット（体外計測による初期沈着量：0.5～2.0kBq 各4群）計120匹は、対照（無処置）ラット60匹に比べて、いずれも400－700日の早期死亡と高率（95%以上）の肺腫瘍発生がみとめられ、このうち約80%の腫瘍例で肺組織に付与された吸収線量は、3～8 Gy と計算された。また、腫瘍の大部分は細気管支－肺胞上皮由来の腺癌ないし腺扁平上皮癌であった。さらに低線量（2 Gy 以下および1 Gy 以下）付与によって期待される過剰発癌効果の検討のため、0.3ないし0.1kBq 以下の低レベル吸入群の作成を現在進行中である。(2) 血液移行したプルトニウムの骨、リンパ一造血組織腫瘍発現効果を、クエン酸プルトニウム注射投与マウス120匹で、終生飼育して検討した。そのうち、高レベル（5.0～10kBq）投与群では、骨肉腫（20%）とリンパ腫（20%）が、また中レベル（1.0～5.0kBq）投与群では、骨肉腫（60%以上）とリンパ腫（6%）が、さらに低レベル(0.5～1.0kBq)投与群では、骨肉腫（30%）のみそれぞれ早期の発生がみとめられたが、300～600日と早期の死亡が特徴であったのに対し、対照群では、約700～800日以上でリンパ腫（12%）および肺腺癌、肺癌あるいは卵巣癌等軟組織腫瘍（計65%）が多く、骨肉腫の発生はみられなかった。このような対照群と比較しての腫瘍発生率およびスペクトルの差をさらに検討するため、極低レベル（0.1kBq 以下）の実験群作成と飼育を開始した。(3) X線照射により誘発される骨代謝障害と同時期あるいはその1週間後に硝酸プルトニウムを注射投与すると、その骨沈着量が変化し、全身照射では減少が、また頚部部分照射では、減少（同時注射）あるいは増加（1週間後注射）がそれぞれ特徴であった。(4) 硝酸プルトニウム注射投与ラットでは、いずれも寿命短縮がみられ、骨腫瘍発生率は対照群に比べて高く、現在までに5%(18.5kBq / kg)、25%(37.5kBq / kg)、2.5%(92.5kBq / kg)、3.3%(185kBq / kg) の発生をそれぞれみとめている。(5) 低減化については、中国上海薬物研との共同研究によるCBMIDA および Zn－DTPA と Ca 剤併用投与、および米国 Vanderbilt 大との共同による数種類の新しいキレート剤の除去効果と毒性について、それぞれ検討を開始した。

[研究発表]

(1) 小木曽、山田、飯田、福田、石榑、稲葉：第36回日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
(2) 山田、小木曽、飯田、佐藤：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
(3) 福田、飯田：日本保健物理学会第28回研究発表会、福岡、1993. 5.
(4) Fukuda, S. and Iida, H. : 4 th International Symposium on Chelating Agents in Pharmacology, Toxicology and Therapeutics, Suppl. 68, 129－132, 1993.
(5) Fukuda, S., Iida, H. and Hseih, Chen : 4 th International Symposium on Chelating Agents in Pharmacology, Toxicology and Therapeutics, Suppl. 68, 133－135, 1993.

3．放射線の生物影響に関連するヒトゲノム領域の解析研究

本研究は以下の研究目標をもって今年度（平成5年度）より発足したプロジェクト研究である。ヒトへの放射線影響のリスク評価を向上させることを目的に、放射線の生物影響に関連するヒトおよびマウス遺伝子群領域についてのゲノム解析研究（マッピングおよびシークェンジング）を実施するとともに、放射線感受性機構と放射線発がん機構を解析して、リスク評価に定性的・定量的な科学的根拠を提供する。さらに、ゲノム・マッピング（染色体地図作製）およびシークェンシング（DNA塩基配列決定）・データはGDB（ゲノム・データ・ベース）およびDDBJ（DNAデータ・バンク）に登録し、DNA資材の配付および開発技術の公表を通して国際協力に貢献する。本（初）年度は以下の2つの中課題について8班を構成して研究をスタートした。初年度の各班の主要な研究成果は以下に示すとおり、今後の研究の進展に展望を与えるものであった。

1．放射線感受性に関与するヒトおよびマウス・ゲノム領域の解析研究

(1) 分裂酵母（S. pombe）より50株の放射線感受性株を分離し、3つのDNA修復系に分類するとともに、複製後修復系に関与する新しいrad M12遺伝子（ユビキチン結合酵母E^2）の単離に成功した。(2) ユビキチン遺伝子を単離してその構造解析を行った。また、高SCEを示す温度感受性変異株を用いて、その欠損変異を補償するヒト遺伝子（RPII）の単離に成功した。(3) 蛍光in situハイブリダイゼーション（FISH）法を開発して、ヒトおよびマウス・ゲノムのマッピング精度と効率を高めた。また、マウスの遺伝的連鎖地図作製システムを開発した。(4) 紫外線感受性マウス変異株の欠損変異を補償するヒト遺伝子（ERCC5）の単離に成功し、この遺伝子がヒトの色素性乾皮症（XP）G群の原因遺伝子であることを明らかにするとともに、ERCC5欠損マウスを作製するための準備を始めた。(5) 放射線高感受性で好発がん性の抹梢血管拡張運動失調症（AT）で検出される突然変異をDNAレベルで解析し、欠失変異が優位であることを明らかにした。

2．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

(1) 放射線誘発マウス骨髄性白血病について、そのゲノム変異領域を同定するための技術開発を行った。また、インターロイキン（IL）－3遺伝子近傍領域にレトロトランスポゾンの挿入を示唆する構造変異を検出した。(2) 放射線誘発胸腺リンパ腫について、その発生過程におけるT細胞リセプターの遺伝子再配列、がん関連遺伝子の変異および染色体転座の関与を詳細に検討できる解析系を開発した。(3) 放射線誘発胸腺リンパ腫の増殖に関与する胸腺リンホーマ刺激因子（TLSF）を精製して、アミノ酸配列の解析より新しい蛋白質であることを確認するとともに、TLSFをコードすると思われるcDNAを単離した。

（堀　雅明）

（1） 放射線感受性に関連するヒト及びマウスゲノム領域の解析研究

1．ゲノム損傷の防護・修復機構の解析

森明充興、浜（稲葉）浩子、町田　勇、本郷悦子、佐伯　哲哉

ヒト遺伝子をクローニングする一般的な方法は、哺乳類培養細胞から突然変異株を取りこれを補償するヒト遺伝子を単離するやり方である。しかしこの方法は、突然変異株の分離や、導入ヒト遺伝子の回収に多大な時間と労力を必要とする。そこで、より効率的なヒト遺伝子単離を行なうために、(1) 真核生物の酵母から突然変異株を分離してDNA修復機構の全体像を明らかにする。次に、(2) ヒト遺伝子が分裂酵母の *S. pombe* で転写やスプライシングを受けて正しく発現することを利用して、分裂酵母突然変異株の欠損を相補するヒト遺伝子を単離することを目指す。初年度は、これらの目的を達成するための準備として、分裂酵母より放射線感受性突然変異株を多数分離してDNA修復経路の解析を行なうと共に、酵母突然変異株にDNAを効率良く入れる系を確立して酵母の新しいDNA修復遺伝子 *rad M12* をクローニングした。

(1) 放射線感受性突然変異株の分離と修復機構の解析

分裂酵母（S. pombe）を突然変異剤EMSで処理して約17万個のコロニーを調べ、放射線感受性株を50株得た。これらの紫外線とX線感受性を調べて3つのDNA修復系、除去修復系、組換修復系、複製後修復系に分類した。複製系相互間の二重変異株は放射線感受性が増加するが、同じ修復系内では放射線感受性の増加は少ないことから3つの修復系の存在が確認された。この中で、M12株は既存の放射線感受性株全てを相補するため、複製後修復系の新しい突然変異株であることが確認された。

(2) 新しいDNA修復遺伝子rad M12の解析

最初に酵母形質転換法の改良を行った。酢酸リチウム法の時、一本鎖DNAを添加することで約1×10^6 transformants/μgの形質転換を達成し、効率を約10倍高めることが出来た。この方法で、突然変異株M12の放射線感受性を相補する遺伝子を約0.1%の確率で単離した。この遺伝子rad M12は、分裂酵母の1番染色体Not I分解断片Dに存在し、類似の遺伝子がS. cerevisiaeのX II番染色体にも確認された。ゲノムDNAとmRNA塩基配列の決定から、rad M12遺伝子はゲノムサイズ898bpで6つのエクソンからなる474bpのmRNAを作り、157アミノ酸のサイズの新しいUbiquitin conjugating enzyme E2をコードする事が示された。この遺伝子は通常の細胞増殖にも必須でG2 checkpoint repairに関与すると推定される。

［研究発表］

1．Morimyo, M. and Mita, K. Nucleic Acids Res. 21, 1679－1680, 1993.
2．Machida, I., Morimyo, M., Saeki, T. J. Radiat. Res. (in press), 1994.
3．Hama－Inaba, H., Shimazu, Y., Takusagawa, T., Nakajima, T., Ueda, J., Ozawa, T., Yukawa, O., Morimyo, M. Proc. Ⅵth Int. Conference on Superoxide and Superoxide Dismutase, 299－300, Elsevier, 1994.
4．Mita, K., Morimyo, M., Hongo, E. Nucleic Acids Res. 22, 1507－1508, 1994.
5．Morimyo, M., Machida, I., Hongo, E., Hama－Inaba, H. 17th Internatl. Cong. Genet., Birmingham, 1993, 8.

2．放射線感受性の細胞周期依存性の解析

三田和英、沼田幸子（生物研究部）、辻　秀雄（遺伝研究部）、根井　充（養成訓練部）

我々は2つの方向から研究を進めている。まずユビキチン遺伝子は放射線を含む種々の外界からのストレスに応答し、かつ、細胞周期制御に重要な役割を果たしていることがわかっている。従って、ヒト、ハムスター培養細胞の全ユキビキチン遺伝子をクローンし、その遺伝子構造と発現機構を解析する。もう一つは細胞周期に異常のあるハムスター培養細胞温度感受性（ts）株にヒトDNAを導入し、ts欠損を相補するヒト遺伝子を単離、同定する方法である。

1）ユビキチン遺伝子に関する研究

(a) ヒト培養細胞に放射線や紫外線を照射するとユビキチン遺伝子の転写が活性化されることを示した。(b) ハムスターの2種類のポリユビキチン遺伝子をクローンし、その塩基配列を決定した。そのうちの1つは新しい型のポリユビキチン遺伝子（融合遺伝子）であり、この型のユビキチン遺伝子はRodentに共通するが、ヒトには存在しないことも明らかにした。

2）ts欠損補償法による研究

ts欠損を相補するヒト遺伝子としてRNA polymerase II largest subunit（RpII）遺伝子を単離し、そのDNA塩基礎配列を決めると共に遺伝子構成を決定した。このts株は高頻度の姉妹染色分体交換（SCE）異常を示すが、ヒトRpII遺伝子を導入することで正常のSCEの見られる細胞へと変化し、高頻度SCE－DNA複製機構の異常－RpII遺伝子の欠損との間に関連があることがわかった。ヒトRpII遺伝子は17p 13.1のTバンドに存在することがFISH法で明らかになった。このTバンドには多数のハウスキーピング遺伝子が高密度で存在している。

［研究発表］

(1) Morimyo, M. and Mita, K. : Nucleic Acids Res., 21, 1679－1680, 1993.
(2) Mita, K., Morimyo, M. and Hongo, E. : Nucleic Acids Res., 22, 1507－1508, 1994.
(3) Nenoi, M., Mita, K., Ichimura, S. and Cartwright, I. L. : Biochim. Biophys. Acta, 1204, 271－278, 1994.
(4) Mita, K., Ichimura, S. and James, T. C. : J. Mol. Evol., 38, in press, 1994.
(5) Hongo, E., Morimyo, M., Mita, K., Machida, I., Hama－Inaba, H., Tsuji, H., Ichimura, S. and Noda, Y. : Gene (in press).
(6) Tsuji, H., Mita, K., Yamauchi, H., Takahashi, E., Saitoh, T., Morimyo, M. and Saeki, T. : 第10回国際染色体ワークショップ、2月、1992.

3．ヒトおよびマウスのゲノムマッピングとその技術開発

高橋永一、松田洋一、山内正剛、安田徳一

1）FISH法を用いた遺伝子マッピング

DNA修復およびがんに関連する遺伝子のマッピングを中心に研究を進めている。本年はDNA recombinationや修復に関連する酵母 *Rad 51* および *E. coli rec A* 遺伝子のヒトおよびマウスホモログについてFISH法を用いてマッピングを行なった。その結果、ヒトでは第15番染色体のq15.1バンドに、マウスでは第2番染色体F1バンドにマップされた。これらの領域はヒトーマウス間で相同性（conserved linkage homology）の存在する領域として興味深い。

2）マウス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*）の戻し交雑によって得られた140個体からDNAを抽出し、これらのDNA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て遺伝的連鎖マッピングを行なうシステムを開発した。この方法をFISH法と併用することによつて、細胞遺伝学的地図と遺伝的連鎖地図を同時にかつ迅速に作製することが可能となった。これらの方法を用いて、塩見・原田らによって得られたマウスERCC5遺伝子をはじめ、いくつかのがん関連遺伝子について詳細なマッピングを行なった。

3）種間雑種マウスにおける染色体分離ひずみの検討

種間雑種マウスを用いた遺伝的連鎖マッピングを行なう場合、N_2世代における分離ひずみの有無を各染色体ごとに調べることは、精密な遺伝的連鎖地図を作製するために非常に重要な研究課題である。C57BL/6と *M. spretus* の戻し交雑によって得られた150個体について、サテライトDNAマーカーを用いて各染色体ごとの分離ひずみの有無を調べた。その結果、X染色体において、わずかな分離ひずみがみられた。また、多変量解析の結果、ごく一部の染色体の組合わせでわずかな分離ひずみがみられただけで、この交雑系は、詳細な遺伝的連鎖地図の作製に適していることが判明した。

［研究発表］

(1) Takahashi, E., Matsuda, Y., Hori, T., Yasuda, N., Tsuji, S., Mori, M.*, Yoshimura, Y.*, Yamamoto, A.*, Morita, T.* and Matsushiro, A.* : Genomics 19 : 376－378, 1994. (*Osaka Univ.)
(2) Matsuda, Y., Manly, K. F.* and Chapman, V. M.* : Mammalian Genome 4 : 475－480, 1993. (*Roswell Park Cancer Institute)

4．放射線感受性マウスの作製に関する研究

塩見忠博、原田良信、斎藤俊行

放射線の生物影響を鋭敏に検出し、解析し得る放射線感受性モデルマウスの作製技術を開発・確立するとともに放射線感受性（修復欠損）のモデルマウスを作製し、これらの諸性質について解析研究を行うことを目的として研究を行う。

遺伝子ターゲティング法で目的とする遺伝子に突然変異を導入したマウス胚幹（ES）細胞を分離し、それから変異マウス個体を作成する方法が開発され、ある遺伝子の個体での働きや役割に関する知見を得ることが可能になってきた。この方法を用いて特定遺伝子を欠損したマウス系統がいくつか樹立され、その有用性が実証されてきている。

我々はヒトDNA修復遺伝子ERCC5の単離に成功し、この遺伝子が、ヒト修復欠損遺伝病の色素性乾皮症G群の原因遺伝子であることを明らかにした。上記方法をERCC5遺伝子に適用し、ERCC5欠損（放射線感受性）マウスを作製するため、マウスのERCC5遺伝子（mERCC5）を単離し、遺伝子ターゲティング用のベクターの作製を行った。HindIIIとEcoRIでmERCC5を切断して得た7.5kb断片中には、比較的大きな約0.7kbのエ

クソンを含むことが判った。そこで、このH－E断片をpUC119にクローン化し、0.7kbのエクソン中のSphI siteにMClneoを挿入し、挿入型の変異を導入した。つぎにneoから下流約1.1kbのBglII siteより下流を取り除いたベクターあるいはヘルペスシンプレックスウィルスのTK遺伝子で置き換えたベクターを作製した。これらのベクターDNAを取り込んでG418抵抗性になった約1300クローンを分離し、DNAを抽出精製した。相同組み換えによるターゲティングをPCR法で検出できるようプライマーを設計し、これらプライマーを用いてG418抵抗性クローンのDNAを用いPCRを行いターゲティングの有無を調べた。いずれのクローンでもターゲティングは起きていなかった。恐らく、mERCC5のこの部位は何らかの理由により相同組み換えを起こしにくいものと考えられる。

［研究発表］

(1) 塩見、塩見、原田、斎藤、奥野、山泉：第65回日本遺伝学会、三島、1993, 9.
(2) 原田、斎藤、塩見、塩見：第65回日本遺伝学会、三島、1993, 9.
(3) 塩見：大阪大学蛋白質研究所セミナー、吹田、1993, 9.
(4) 原田、松田、斎藤、塩見、塩見：第7回国際マウスゲノムコンファレンス、浜名湖、1993, 11.
(5) 塩見：文部省重点領域研究・公開シンポジウム、東京、1993. 12.
(6) Numata, M. et al. : Cancer Res. 53, 495－499, 1993.

5．放射線誘発のゲノムDNA再配列の解析

巽　紘一、古野（福士）育子、高萩真彦、村磯知採（生物研究部）、立花　章（特別研究員）

抹消血管拡張性運動失調症（AT）患者由来リンパ芽球様細胞の6チオグアニン抵抗性（TG^r）変異体クローンについて多重PCRを用いてヒポキサンチン・フォスフオリボシルトランスフェラーゼ（HPRT）遺伝子の構造変化を調べた。2 Gyのγ線で誘発されたAT細胞株TG^{r}変異体クローンの80%（12／15）に9つのエキソンの内何れかのエキソン消失があり、さらにこの12クローンの内8つでは全てのエキソンが失われていた。

一方、正常人由来対照細胞株ではγ線誘発TG^{r}変異体クローンの38%（18／48）が何等かのエキソン消失を示し、全エキソンの消失を示すものが無かった。

常染色体16番上にあるアデニン・フォスフォリボシルトランスフェラーゼ（APRT）遺伝子のヘテロ欠損株を作出する目的で、AT細胞をフレームシフト変異誘発剤ICR191の0.5 μg / mlと24時間インキュベートしたところ、2、6ジアミノプリン（DAP）100 μMに抵抗性でAPRT活性を欠く変異体が5×10^{-6}の高頻度で検出された。調べた11個の変異体クローンは全てAPRT対立遺伝子の何れかを失っていることがTaq I RFLPを利用して明らかになった。APRTヘテロ欠損株（WR10）におけるICR191のホモ欠損変異誘発能が2×10^{-5}であることと考えあわせると、AT細胞集団にはICR191処理に先だって約2.5×10^{-1}の高頻度でAPRT遺伝子欠失を持つ半接合体亜集団が蓄積していたことが示唆された。

以上の結果から、抹消血管拡張性運動失調症リンパ芽球様細胞における欠失突然変異の優位が明らかになった。

［研究発表］

(1) 立花、加藤、巽：アタキシア・テランジエクタシア細胞における放射線誘発突然変異、日本癌学会第52回総会、仙台、1993, 10.
(2) 立花、藤森、巽：APRTヘテロ接合性細胞における放射線誘発ジアミノプリン抵抗性変異体の分子的解析、日本放射線影響学会第32回大会、広島、1993, 10.

（2）放射線発がんの生成機構に関連するマウスゲノム領域の解析研究

1．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　晃、常岡和子（薬理化学研究部）、吉田和子（生理病理研究部）

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3 Gy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過程を解析することを目的とする。

放射線誘発腫瘍化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単離することが必要である。そこで本年度は異常化ゲノム領域を直接単離するための技術であるゲノムサブスクリプション法を骨髄性白血病細胞に適用させるべく、改良等を行なった。ゲノムサイズの巨大な哺乳類細胞への適用のために厳密度の高い末端修飾法を採用し、一連の各行程における最適反応条件を求めた後に、ライン骨髄性白血病細胞から37種のゲノムDNAクローンを得た。その12クローンについて確認を行なったところ、3クローンが白血病細胞に特異な異常ゲノム領域のDNAであった。このゲノムサブスクリプション法を更に改良することで、骨髄細胞の白血病化に寄与する異常ゲノムを効率的に単離することが期待できた。

また、我々は複数の独立発生骨髄性白血病細胞に発生する既知遺伝子構造の異常を検索してきたが、本年度は特にインターロイキン－3（IL－3）遺伝子に注目して研究を進めた。白血病細胞ではIL－3遺伝子コピー数に異常が頻発しており、このゲノム領域に特有の事象の発生が示唆された。これを解析するために、IL－3遺伝子構造異常を伴う白血病細胞からゲノムDNAライブラリーを構築し、異常IL－3ゲノムDNAをクローニングした。そしてその構造解析を行なったところ、レトロトランスポゾンであるIntracisternal A Particleの相補DNAがIL－3遺伝子上流に逆方向挿入されていることを見出した。レトロトランスポゾンの挿入は二次的に組換え現象等を誘発することが知られており、IL－3遺伝子領域の不安定性に関与することが暗示された。

［研究発表］

(1) Ishihara, H., Yoshida, K., Nemoto, K., Tsuneoka, K. and Shikita, M. : Radiat. Res. 135, 394－399, 1993.
(2) 石原、田中：第16回日本分子生物学会年会、千葉、1993, 12.
(3) 石原：第25回放医研シンポジウム、千葉、1993, 11.

2．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、相沢志郎、久保ゑい子、神作仁子、
五十嵐美徳（生理病理研究部）

放射線による発癌の機構を考える場合に、発がんの初期過程に、放射線がどの様に寄与しているかを知ることは、発がんの予防やリスク評価を行なう上で大変重要なことである。最近の研究の進展により、発がん関連遺伝子が数多く分離、同定されて来たが、これらの変化が発がんの初期に生じたものか、後期に生じたものかを解明することは大変難しい問題である。

これらの問題に挑戦するために、放射線発がんの初期過程を解明するためのモデル実験系と考えられる放射線誘発胸腺リンパ腫の系を使用して、以下の成果を上げてきた。

(a) B10系マウスを分割照射すると、4日から8日の間に胸腺に前がん細胞（前リンパ腫細胞）が出現し始め、21日から31日目には63%以上の個体の胸腺にリンパ腫細胞の出現が認められた。さらに、この前ンパ腫細胞は、TL-2（正常なB10系マウスの胸腺細胞では発現していないが、白血病細胞では発現している抗原）陽性の未然な胸腺細胞に存在することを示した。

(b) 前リンパ腫細胞発生時期において、個体別にTL-2陽性細胞を分離し、限界胸腺移植法により解析した結果、かならずしもすべてのTL-2陽性細胞が、がん化に進むのではなく、TL-2陽性細胞の中から、頻度の低い確立で（10^{-4}から10^{-5}）何らかのがん化への変化が生じて、前リンパ腫細胞になることを明らかにした。

(c) この実験系で発生して来た供与者由来のT細胞リンパ腫からDNAを抽出し、T細胞リセプターの遺伝子再配列を解析し、前リンパ腫細胞のクローナリティを解析した。さらにT細胞リセプターの遺伝子再配列の解析と、がん抑制遺伝子やがん遺伝子の変異および染色体転座の解析を比較検討することにより、それらの変化が、がん化の初期に生じたものか、悪性化の段階で生じたものかを解析する系を開発した。

(d) PCR-SSCP法によるp53がん抑制遺伝子やrasがん遺伝子の変異の解析を行なった結果、これらの変異は発がん過程の後期に生じることが明らかになった。さらに発がんの初期において、染色体転座を含む染色体異常が生じていることが明らかになった。

(e) リンパ腫発生率の系統間差異の原因を明らかにするために、放射線発がん高発系および低発系Thy 1コンジェニックマウスを作成し、育成した。今後は、発がんの初期において、染色体転座を含む染色体異常が生じていることが明らかになったので、それらの転座のbreak pointを、分子生物学的手法を用いて解析する。さらに前リンパ腫細胞の発生時期から、リンパ腫の発症に至るがん化の過程における一連の増殖関連遺伝子の発現の解析やリンパ腫発生率の系統間差異の原因を高・低発系Thy 1コンジェニックマウスを使用して解析する。

[研究発表]

(1) Muto, M., Kubo, E. and Sado, T. *J. Immunol.* 134, 2026-2031, 1985.
(2) Muto, M., Kubo, E. and Sado, T. *Cancer Research* 47, 3469-3472, 1987.
(3) Muto, M., Kubo, E., Kamisaku, H. and Sado, T. *J. Immunol.* 144, 849-853, 1990.
(4) Muto, M., Kubo, E., Sado, T. and Yamagishi, H. *J. Radiat. Res.* 32, Su pp 1, 2, 156-167, 1991.
(5) Kubo, E., Muto, M. Sado, T., Takeshita, S. and Yamagishi, H. *J. Radiat. Res.* 33, 227-224, 1992.
(6) Shimizu, T., Muto, M., Kubo, E., Sado, T. and Yamagishi, H. *Leukemia Research,* 17, 959-965, 1993.
(7) Shimizu, T., Takeshita, S., Muto, M., Kubo, E., Sado, T. and Yamagishi, H. *Int. Immunol.* 5, 155-160, 1993.
(8) Muto, M., Chen, Y., Kubo, E., Sado, T., Shimizu, T. and Yamagishi, H. In *Molecular Mechanisms in Radiation Mutagenesis and Carcinogenesis.* Eds. K. H. Chadwick, R. Cox, H. P. Leenhouts, J. Thacker. Published by the European Commission, 269-275, 1994.

3．胸腺リンホーマ細胞刺激因子（TLSF）の精製と遺伝子クローニング

鈴木　元、田中有紀子、鵜沢玲子、能瀬正子、
明石真言（障害臨床研究部）

発癌という過程では、細胞死を抑制するような遺伝子や細胞増殖に関連した遺伝子の変異が重層的に起きていると考えられている。私たちはプライマリーの放射線誘発胸腺リンホーマ細胞が高度にストローマ細胞依存性に増殖することを観察した。リンホーマ細胞はストローマ細胞由来の未知のサイトカインに反応して増殖していた。この新しいサイトカインをTLSFと名付けてその精製、CcDNA単離を行った。

マウス胎児頭冠皮膚由来のストローマ細胞PA-6をIL-1添加無血清倍地で培養した培養上清から、TLSFを以下の方法で単離した。4-6LのPA-6培養液上清（1% FCS、1U/ml rIL-1, ASF301倍地）をベッドボリューム100mlのヘパリンセファロースCL 6Bカラムに通しTLSFを吸着させた。塩濃度が0.35M、0.7M、1.4MNaclと異なるトリスHCℓ、pH7.5バッファーで順次カラムに吸着した蛋白質を溶出させた。TLSF活性は0.7M溶出分画に回収された。次いで0.7M溶出分画をバッファーで希釈し、グリーンAアガロースカラムに通した。カラムに吸着したTLSFをNaCℓの塩濃度勾配をかけて溶出した。グリーンAアガロースカラムから回収したTLSFをバッファーで希釈して、ヘパリン5PW-HPLCカラムに吸着させ、塩濃度勾配により活性分画を回収した。次いで活性分画を希釈後、SP-NPR強陽イオン交換樹脂HPLCカラムにかけ、塩濃度勾配により活性分画を回収した。回収したサンプルをC18-NPR逆相HPLCカラムにかけ、最終段階の精製を行った。逆相カラムで再度精製した標品のアミノ末端のアミノ酸配列を22番まで決定した。

部分アミノ酸配列の両端の5アミノ酸塩基配列をコードする総てのDNA配列を合成してプライマーとし、PA6 c DNAをテンプレートとしてPCRを行い、PCR産物をポリアクリドアミル電気泳動して、相同する長さのDNA断片をクローニングした。シークエンスにより部分アミノ酸配列をコードするミニcDNAであることを確認後、ミニ

c DNA を放射標識してプローブとし、λZAP ベクターに組換えた PA6 c DNA ライブラリーをスクリーニングした。全長の TLSF c DNA クローンを得たところ、TLSF は昨年報告された IL－8 ファミリーに属する機能不明のサイトカイン SDF－1α ないし SDF－1β (Science, 261 600, 1993) と同一であることが判明した。

［研究報告］

(1) 野村他、第23回日本免疫学会、1993, 11, 仙台

4．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

概　況

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）の高度化、精密化のため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めざすとともに核燃料サイクルの確立に伴って重要視される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

気圏、陸圏、水圏及び人体に関する ^{137}Cs, ^{90}Sr, ^{131}I, ^{3}H の環境、生体移行パラメータのデータベース化を行った。さらに新たな情報の創出や精度向上を含め日本人のためのより現実的な公衆被ばく評価モデルの構築及びシステム化を図るための概念設計を ^{3}H を重点に各圏におけるプロトタイプモデルの開発に着手し、初年度にこれを完成させ次年度以降の横断設計に向けて研究を推進した。

② 長半減期核種の環境挙動と公衆被ばくに関する研究

環境試料中の人工及び天然の長半減期核種や同位体等の分析測定を通じて核燃料サイクル関連核種、とりわけ長半減期核種（U, $^{239,240}Pu$, ^{241}Am, ^{99}Tc, ^{129}I 等）の環境動態を陸圏及び水圏について調べデータの蓄積を行なった。また、日本人のこれらの核種による内部被ばく線量評価の基礎となる年令群別、食品群別摂取量、体内量等のデータベース化のためデータの集積を行なった。

（鈴木　譲）

（1） 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調査研究

1．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、山口、竹下、柴田、松本、藤高、内田、武田、西村、井上、岩倉

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対する日本人公衆のための被曝線量計算システムの開発を目的としている。これまで環境特研で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）の開発が行われた。また、コンピュータネットワークに関する環境も整備され、ネットワークを用いたデータの収拾、データベースの構築、データの処理ができるようになってきた。そこで、主な処理をエンジニアリング・ワークステーション（EWS）で行い、データの入力等はパーソナル・コンピュータで行うネットワークシステムとした。

平成5年度はトリチュウム（H-3）をターゲットとして、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、試作を行った。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。この計算できるアルゴリズムを拡張したアプリケーションには実験値に合うパラメータを求めたり、どのパラメータが最も結果に影響を与えるか解析する（感度解析）ものがある。制作したプログラムはUNIXのXウィンドウシステム下で動作し、どれも細分された、ライブラリーから組み立てられている。以下にプロトタイプとして開発されたアプリケーションを示す。

1．環境移動行列用ファイルマネジャ（FM）
2．環境移動行列の編集プログラム（MATED）
3．二次元データをフィッティングし作図するプログラム（LSMSC）
4．環境移動行列を解きその値を逐次表示するプログラム（ENVSC）
5．環境移動行列に揺らぎを与え実験値と比較するプログラム（ENVFIT）
6．拡散モデルを解き逐次三次元表示するプログラム（DEF3DSP）
7．拡散モデルを解き逐次等高線表示するプログラム（DEFCNT）

プロトタイプモデルは気圏2コンパートメント、陸圏18コンパートメント、水圏24コンパートメント、人体6コンパートメントからなり、現在H-3を用いてシミュレーションが行われている。今後、試作モデルを感度解析や堅固度解析、実験値との付き合わせ、などを行ってモデルの信頼性を高めるとともに、ヨウ素、セシュム、ストロンチュムについてモデルを作成し、それらもまた同様な解析を行って、モデルの実用化を目指す。なお、本システムの目標は、日本人特性を組み込んだ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、予測に役立つとともに、他の核種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。

［研究発表］

(1) 日本人公衆の数学ファントムについて　日本放射線影響学会第36回大会
(2) 日本人の体内被曝による実効線量当量の計算コードIDESの開発について　保健物理体内被曝線量評価専門研究会報告書　1992.

2．気圏における移行パラメータとモデルに関する研究

藤高和信、古川雅英、松本雅紀、井上義和

1．目　的

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。

2．方　法

気圏では大気運動に乗れば核種を問わず移送される特徴がある。例えば広域輸送を問題にするなら、当該距離の移動に要する時間より長い半減期の核種の挙動なら何でも参考になる。ここで取り上げるのは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である。新規コード開発と並んで既製コードの発展的利用も目標とする。特にトリチウムではこの方法を採用する。

3．結　果

原子力施設の点発生源からの拡散輸送については数値計算コードの整備もある程度進んでいる。今年度はカナダのCFFTP（Canadian Fusion Fuels Technology Project）の開発したETMOD（Environmental Tritium Modelling）コードを取得し、放出されたトリチウムが気圏にどのように拡散輸送され、地面への沈着（および蒸散）を通じて土壌や植物に移行し、食物連鎖を経て最終的にどれだけの被曝線量を人間に与えるかを計算した。結果を解析中である。この計算コードではパラメータ値を任意に与えることができるので、色々な場合につき感度解析を行える。一方、日本海を横断する輸送については、最も簡単なモデルながら季節風による水平輸送と乱流拡散による鉛直輸送、降水による放射性核種の鉛直移行を考慮したモデル構築を目指している。参考にし得るトレーサーとして中国奥地でトリチウムとラドンの濃度測定も行った。WSPEEDIのような大型コードはワークステーションを必要とするが、ここではパソコンで実行可能な簡易型計算コードの整備を目指して関連分野の文献調査を行って情報を収集した。

4．過去の調査研究との関連

輸送に影響する気象パラメータの特性については当研究の前に長期連続同時観測データを行って知見を蓄積しており、また降雨沈着についても連続観測データを解析して基本的性質について知見を蓄積している。さらに雲の流跡線等を追跡できるように気象衛星データを直接受信して約1年分のデータを蓄積しており、なお進行中である。天気図の収集も同様である。

3．陸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、松村康行、保田浩志、中島敏行
（環境放射生態学研究部）、
井上義和、府馬正一（環境衛生研究部）

本研究では、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量評価モデルを構築するため、陸圏における放射性核種（トリチウム[T], Sr, Csなど）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5年度の研究成果を下記に示す。

1）トリチウム(T)の陸圏移行モデルの設定に際し、環境中への放出時における化学形に関する情報を収集した。その結果、①：施設からの放出は、水素ガス（HT）およびトリチウム水（HTO）が主であるが、両者の割合は施設の種類によって大きく異なること、②：しかし、HTは摂取放射能当たりの線量寄与でHTOに比べて小さいため、線量評価上は、HTOが問題となること、③：また、HTの化学形で放出されても、放出直後の大気拡散の段階で、その一部が直ちに地表に沈着しHTOに変換し、その後はHTOとして挙動するので、放出時の化学形がHTとして、環境移行モデルを構築すれば、HTO放出時の場合にも少しの修正で対応が可能であること、
などが明らかになった。

2）前環境特別研究などを通じて得られた移行パラメータやフォールアウトのデータを収集し、本モデル開発に必要なパラメータを整備した。

3）他の研究グループ（気圏、水圏および人体）と協力して、共通に使用できるパラメータ・データベースの概念設計を実施した。

[研究発表]

1）久松*、滝沢*、井上：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993, 10. *秋田大
2）井上、府馬、安達*：日本保健物理学会第29回研究発表会、敦賀、1994, 5. *東邦大
3）保田、内田：保健物理、28, 143－149, 1993.
4）保田、内田：日本原子力学会1993年春の年会、京都、1993, 3.
5）保田、内田：日本原子力学会1993年秋の年会、神戸、1993, 10.

4．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）、木村健一、宮本霧子（環境衛生研究部）、渡部輝久（環境放射生態学研究部）、
鈴木　譲（那珂湊支所）

これまでも環境に放出された放射性物質を線源とする様々な線量評価モデルが開発され、主として、原子力施設等の安全評価などに関して実際に利用されている。しかしながら、安全評価モデルは、環境動態が不明の部分やパラメータが不足の場合でも、安全側の方策を採ることによって目的を達することができるが、今回の環境特研では、より現実に近い被曝線量の算定に用いられることをめざす。

中課題Ⅰのグループでは重要核種として^{3}Hおよび放射性のSr, Cs, Ⅰを対象核種にしぼり、研究を開始したが、水圏移行モデルやパラメータ収集など研究の進展に関して必ずしも一様でないため、対象核種の内、^{3}Hと他の核種とは当面、別々に進捗目標を設定している。しかし、特研の最終段階では4核種全体について水圏における挙動が計算コードに乗っているように計画した。^{3}Hについては文献調査によるパラメータの収集と並行して水圏移行モデルの概念設計とコンパートメントの確定を行った。モデルはNCRP62レポートによる地球上水循環の7コンパートメントモデルをベースとしながら、汽水湖、浅層地下水など日本固有の水循環を加味するコンパートメントを追加して変更し、さらに、淡水、汽水、および海水に生息する生物のコンパートメントを加え、各生物コンパートメント内では生物濃縮や食物連鎖に伴う移行および生体内での代謝による組織水トリチウム（TFWT）と有機形トリチウム（OBT）の変換をサブモデルとして取り扱った。Sr, CsおよびⅠに対しては、環境動態がより複雑なため、コンパートメント数の検討とモデルの概念設計を進めているが、トリチウムモデルに比べて懸濁物および堆積物のコンパートメントが可成りの重要性を持ち、生物圏のコンパトメントもより細分化が必要と思われる。

水圏における移行パラメータに関しても、質・量ともにバラツキがある。生物濃縮パラメータ値は海洋に比べて、淡水、汽水域では乏しいため、Ⅰ, Cs, Srについて、これを求める実験を行った。淡水魚については、RIトレーサ実験でコイになる^{137}Csの蓄積を調べた。一例として、6

尾のコイに ^{137}Cs でラベルした固形餌料（ペレット）を10日間連続投与した場合の体内蓄積率の平均は77%で、^{60}Co（3.4%）や ^{125}Sb（3.4%）に比べて遥かに高く、セシウムは吸収されやすい核種であることが確かめられた。汽水生物は青森県六ケ所村の尾駮沼産のビリンゴ（ハゼ科）およびヌマガレイを用いて ^{137}Cs, ^{85}Sr, ^{125}I の水からの取り込みおよび排出実験を行った結果、ビリンゴはヌマガレイより可成り遅い排出速度を示し、高い濃縮係数を示した。又、尾駮沼の生物については Sr および Cs など24の安定元素濃度を測定し、濃縮係数を求めた。その結果、Sr では生物の種別および生体の部位（組織や器官）別の変動巾が著しく大きかったが、Cs の変動巾は Sr とは対照的に小さかった。

［研究発表］

(1) 宮本、井上、岩倉、渡部：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993, 10.
(2) 木村、中村（良）、中原：平成5年度日本水産学会春季大会、東京、1993, 4.
(3) 木村、中村（良）：淡水および汽水の放射生態学に関する国際セミナー、リスボン、1994, 3.
(4) 中原：放医研環境セミナーシリーズNo.20, 13－22, 1993.
(5) 渡部：RADIOISOTOPES, 42, 103－112, 1993.
(6) 石井、海洋：280, 637－641, 1993.
(7) T. Ishii : Naturwissenschaften. 80, 268－270, 1993.

5．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、湯川雅枝、西村義一、内山正史（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）

人体内へ移行した放射性核種（^{3}H, ^{90}Sr, ^{131}I, ^{137}Cs）による臓器線量あるいは実効線量の算定のためには、これら核種の人体内での動態をモデル化するだけでなく、核データや人の体格データを整備しておく必要がある。放医研では ICRP（国際放射線防護委員会）の代謝モデルを基本とし、年齢体格別の体内被曝線量評価が可能なシステム（IDES）を既に開発している。しかし、その代謝モデルは成人（ICRP 標準人）のみを対象にしており、異なる年齢群に対する線量評価のためには、対応する代謝パラメータを整備する必要がある。また、最近の研究成果によって代謝モデル自身を見直す必要のある核種もある。したがって、本特研では人体における被曝線量評価のための基本システムは IDES を利用するが、代謝モデルは新しい概念で設計するか、あるいは ICRP モデルを修正、改良する方向で研究を進めることとした。またモデルの高精度化や多用途化のため、代謝や食品摂取に関する各種パラメータのデータベース化を計ることとした。本特研の初年度であった昨年には、プロトタイプモデルとして ^{3}H 代謝モデルの概念設計とコンピュータコード化を行った。^{3}H については最近の研究で食物中の有機成分に取り込まれた ^{3}H（有機結合型 ^{3}H；OBT）の摂取による線量寄与がかなり大きくなる可能性が示唆され、構築された ^{3}H 代謝モデルにはこの OBT 摂取が考慮されている。この点で被曝形態を HTO のみと考えた ICRP モデルと大きく異なっている。また、このモデルの構成は、放医研におけるこれまでの研究成果より明らかになった ^{3}H 代謝の実態を反映し、他の既存のモデルとは異なったものになっている。

昨年度はまた、モデルの実証・検証にも必要な食物摂取に関するデータベース整備のため、報告されている放射能測定データを食品種別に整理しコンピュータへのファイリングを行うとともに、日本人日常食中の安定同位元素の測定を行った。

［研究発表］

(1) 湯川、桜井：第11回 PIXE シンポジウム、筑波、1993, 4.
(2) 西村、松坂：放射線科学、36, 399－402, 1993.
(3) 内山、渡利：放射線科学、36, 397－399, 1993.
(4) 武田：日本原子力学会「1994年春の年会」、筑波、1994, 3.

（2）長半減期核種の環境挙動と公衆被曝に関する調査研究

1．陸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

原子燃料サイクルの環境安全評価を行う場合、我々の生活圏である陸上環境における長半減期核種の分布と挙動に関する研究が必要である。本研究は、ウラン、トリウム、ヨウ素－129、Tc －99 等長半減期核種の環境試料中の濃度とそれらの核種の環境挙動について解明することを目的とする。本年度は、①ウラン、トリウム、ヨウ素の分析法の検討、②環境水中のウラン、トリウム、ヨウ素の定量、③テクネチウムの土壌から植物への移行に関する研究を、行い以下に示す成果を得た。

①ウラン、トリウム、ヨウ素の分析法の検討

ICP－MS 法を用い、極低濃度の U, Th, I の分析法の検討を行った。 U, Th の測定には、溶液に硝酸を2～5%の濃度になるように添加することにより吸着やメモリー効果を防ぐことができ、検出限界も1 ppt 以下が達成できた。I の測定は、硝酸酸性にすると濃度の低下が認められたことから、アンモニアを加えるか、または、還元剤として亜硫酸ナトリウムを加えることにより安定した測定結果が得られた。

②環境水中のウラン、トリウム、ヨウ素の分析

低濃度の U, Th, I の分析法が確立できたので、それを用いて六ケ所村で採取した、地下水、河川水と湖沼水に含まれる U, Th, I の定量を行った。その結果、U 濃度は2～2130ppt、Th濃度は 0.4～8.0ppt、I 濃度 0.6～30ppb であった。特にUの濃度範囲は大きく、汽水湖である尾駮沼が特に高い値を示した。これは、汽水湖では海水が混じっていることからU濃度が高いと考えられる。

環境中の U, Th, I の濃度や挙動については、世界的に見てもデータが少ない。そのため、極低濃度まで検出できる分析法を確立できたことは意義深い。また、実際のフィールドで採取した地下水、河川水、湖沼水中の濃度が測定でき貴重なデータを提供できた。

③ Tc の植物への移行

土壌から水稲及び陸稲への Tc の移行係数を ^{95m}Tc をトレーサーとし求めた。その結果、玄米への移行係数は、水稲では≦0.0002、陸稲では 0.021 であった。陸稲の値のほうが水稲よりも2桁以上大きいのは、土壌中の酸化還元電位が、水稲の場合水をはることにより大きく低下すること

に原因していると推定された。

［研究発表］

(1) 村松、吉田：ICP－MSを用いた水中の微量元素の定量、1993年度日本地球化学会、大阪、1993、10.

(2) 柳沢、村松：水稲玄米へのテクネチウムの移行。理工学における同位元素研究発表会、東京、1993、7.

2．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

沿岸海域における長寿命核種の挙動を検討し、再処理施設から海洋環境へ放出される長寿命核種の挙動を予測する事を目的とする。沿岸海域は主として青森県六ケ所村を中心とした地域を考慮して、泊漁港に水揚げされた海産生物と海水の分析測定を行い、また日本海側と太平洋側の数地点の海産生物および海水中の長寿命核種を分析測定し比較検討している。

青森県泊漁港で採取した海水中の $^{239+240}$Pu 濃度は 0.76±0.07mBq/100ℓであった。また ^{137}Cs は 2.70±0.07mBq/ℓであり、両核種とも沿岸表面水の平均的な値であった。またシロザケを部位別に分けて $^{239+240}$Pu の蓄積量を求めた。その値は筋肉 0.24、内蔵が 0.24、生殖巣が 0.50、エラが 0.06、皮が 0.05、そして骨が 0.24mBq / 個体であり、全体で 1.33mBq であった。魚の全体の湿重量パーセントは筋肉が 60%以上を占めるが、生殖巣はそれが15%であるのに蓄積量は40%ぐらいで最大であった。

^{99}Tc も核燃料サイクルを確立する際に問題となる長寿命核種である。その問題点は ^{235}U および ^{239}Pu の核分裂収率がいずれの場合も 6 %と高い事、海洋において保存性、すなわち海水に溶存状態で安定に長期間存在する事と褐藻類に高い蓄積傾向を有する点である。従って、ヒジキ等の食用海産物を経由してヒトに蓄積する可能性があり、^{106}Ru, ^{90}Sr, ^{137}Cs 等の比較的短い半減期の核種が減衰した後も放射線被曝の原因となる恐れがある。そのため海洋中の分布挙動の検討を行った。

褐藻類の中でもウミトラノオ（ホンダワラ類でほぼ日本全国の沿岸に分布し、^{99}Tc の濃縮係数が 10^4 前後である。）に着目し、日本各地沿岸からこの海藻を採取し分析測定を行った。その結果、長崎県で 9.1±0.7、宮崎県で 12.3±1.9、千葉県富浦で 6.6±1.2、同県鴨川で 9.7±0.7、青森県 6 ケ所村で 15.7±2.8、同県鯵ケ沢で 36.2±5.3、新潟県佐渡で 25.7±8.7、島根県では 16.5±5.5mBq / kg・生であった。太平洋岸の試料については 10mBq / kg・生前後の値であったにの対し、日本海側では少し高い値を示し、特に青森県では太平洋側の 2 倍以上の値を示した。これについては追跡調査が更に必要であると考えられる。

茨城県は数多くの原子力施設が存在し、日本の他の地域とは異なる様相を持っており、^{99}Tc の海水および海産生物中の濃度は他の地域に比較して数倍から 2 桁以上高い場合がある。1993年の那珂湊市における海水中の ^{99}Tc 濃度は 10mBq / m^3 から 140mBq / m^3 の範囲で変動した。

［研究発表］

(1) 平野：環境セミナー報文集、NIRS－M－93.

(2) 山田、中村　清：第30回理工学における同位元素研究発表会、東京、1993, 7.

3．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、西牟田守*（環境放射生態学研究部、*外来研究員）
阿部道子、黒滝克己、今井靖子（環境衛生研究部）
渡利一夫（養成訓練部）

環境の長半減期核種から公衆が受ける内部被曝線量の評価モデルの確立のため、食品からの摂取にともなう体内への移行と蓄積、および、大気からの吸入被曝に係わる長半減期核種の存在量・存在状態に関する分析測定を行い、日本人および日本の環境に即したパラメータを求めることを目標とする。

a．食品からの摂取と体内移行

食餌からの摂取に関しては、前特研で全国各地域の日常食試料の分析測定により、^{226}Ra, ^{232}Th および ^{238}U の成人男子の全摂取量の代表値を推定した。本特研では、さらに食品および食品群のそれぞれの寄与につき詳しい情報を得るため、初年度は、マーケットバスケット法による食品試料の収集について検討を開始し、収集試料の前処理に着手した。

体内移行に関しては、組織試料の分析による体内量の推定法とともに、食品中に含まれる長半減期核種を利用して、通常の生活条件下の人における摂取量および排泄量を分析測定することにより、移行の割合に関する情報を得ることを目的としている。今年度は、海草中の ^{99}Tc の摂取の予備実験について解析を行い、バランススタディの条件につき人の代謝生理の専門家を加えて検討した。現在までに、海洋放射生態学研究部の協力も得て出納実験を 2 例行い、分析測定中である。

b．大気からの吸入

放射性核種の吸入被曝線量算定に必要かつ重要な因子として、核種の存在量、粒度分布、化学形態および生物学的パラメータ等があげられ、本特研では、始めの 2 因子に重点をおき、データを蓄積する。大気中の長半減期核種（U、Th、Ra、Pu、Am 等）は一般に極低レベルであるため、初年度は、ICP－MS 等を利用した、ひとつの試料から複数の核種を定量する系統的分析法と必要な試料量などにつき検討し、ウルトラピュア硝酸－フッ化水素酸によるダスト試料の溶解法を確立した。また、体内挙動を左右することが指摘される粒子の形状の電子顕微鏡による測定条件の検討を行った。

研究発表

(1) Shiraishi, K. et al : Health Phys. 65, 30－35, 1993

(2) 河村、平野：第30回理工学における同位元素研究発表会、東京、1993. 7.

(3) 阿部、黒滝、柴田、今井、竹下、渡利、阿部：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.

(4) Abe, M., Kurotaki, K., Shibata, S., Takeshita, H. and Abe, S. : Proc. Int. Symp. Isotope Techniques in Studying Past and Current Environmental Changes in the Hydrosphere and the Atmosphere, IAEA－SM－329/8, 35－42, 1994.

（2） 指 定 研 究

1．生体内活性酸素防御系からみた放射線感受性の決定機構に関する研究

湯川修身、村磯知採、中島徹夫、島津良枝、小澤俊彦、上田順市、大山ハルミ

本研究は、放射線の生物作用の主原因が活性酸素による生体成分の損傷であることから、放射線感受性機構を生体内活性酸素防御系との関連から明らかにすることを目的とする。そのため、種々の放射線高感受性動物及び細胞を用いて、活性酸素消去能の差異や消去物質の検索・同定、アポトーシスとの関連等について解析を行った。

放射線高感受性マウス SCID の肝臓のラジカル消去能は、正常 B10 Thy1.1 マウスに比べ低く、また SCID 由来リンパ腫細胞 SCB2 から作製した腫瘍組織のラジカル消去能も B10 Thy1.1 由来リンパ腫細胞 K2B のものより低かった。 同様の結果は放射線高感受性 LEC ラット及び a 15 細胞等でもみられた。またSCB2 腫瘍組織では細胞を構成する生体膜が放射線により容易に過酸化されて損傷を受け、それを防御する細胞内の能力が低いことが明らかになった。一方、ラット肝細胞を低線量放射線照射するとラジカル消去能が上昇し、放射線障害が抑制されることが明らかになった。これらのことから、活性酸素防御系が放射線感受性の機構と密接な関連があることが示された。これらラジカル消去能を持つ物質の解析は細胞からの分離と同時に防御物質の開発からも試みられた。O_2^- の消去酵素 SOD の活性中心は 4 ケのヒスチジン残基が銅と結合している。そこで、SOD 類似物質であるヒスチジン含有ペプチドの銅錯体を用い、その O_2^- の消去活性を調べたところ、ヒスチジン残基をN末端に有するペプチドの銅錯体は高い SOD 活性を示し、ヒスチジン残基を 2 番目あるいは 3 番目に有するものは低い SOD 活性を示した。この結果は、ヒスチジン残基をN末端に有するペプチドの銅錯体が SOD モデル化合物として有効である。すなわち生体内活性酸素消去反応の解析に有効であることを示すものである。一方、放射線による細胞死の機構の 1 つ、アポトーシスの発現要因として酸化ストレスが重要な役割を担っていることが明らかになりつつあることから、放射線高感受性細胞 3SB 及びSCA1 を用いて、活性酸素消去物質である trolox の作用を解析した。両細胞はX線 5 Gy 照射 4 時間で約80％の細胞がアポトーシスを起こす。これら細胞を照射後 trolox を添加し、クロマチン凝縮及び DNA 含有量を測定した。その結果、trolox は各指標について、3SB ではほぼ完全にアポトーシスを抑制するが SCA1 では約 1/2 の抑制にとどまり、SCA1 は非照射細胞も trolox により同程度のアポトーシスを誘発した。このことは同程度の放射線高感受性を示す細胞のアポトーシス発現に関する活性酸素機構が異なる可能性を示唆している。

［研究発表］

(1) Nakajima, T., Yukawa, O. : 11th International Biophysics Conference, Budapest, 1993. July.
(2) Yukawa, O., Nakajima, T. and Ozawa, T. : Ⅵth International Conference on Superoxide and Superoxide Dismtase, Kyoto. 1993. 10.
(3) 湯川修身、中島徹夫、上田順市、島津良枝、小沢俊彦、伊古田暢夫、山田 武：日本放射線影響学会第36回大会、1993. 10.
(4) 中島徹夫、湯川修身：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
(5) 湯川修身、中島徹夫、小沢俊彦：第 5 回ビタミンE研究会、東京、1994. 1.
(6) Ueda, J., Ozawa, T., Miyazaki, M. and Fujiwara, Y. : Inorg. Chim. Acta. 214. 29－32. 1993.
(7) Ozawa, T., Ueda, J. and Shimazu, Y. : Biochem. Mol. Biol. Int., 31, 455－461, 1993.
(8) 上田順市、小沢俊彦、宮崎真紀子、藤原祐美子、松島美一：第 6 回金属の関与する生体関連反応シンポジウム、京都、1993. 6.
(9) 上田順市、島津良枝、小沢俊彦、宮崎真紀子、藤原祐美子、松島美一：第26回酸化反応討論会、東京、1993. 10.
(10) Ozawa, T., Ueda, J., Yukawa, O., Fujiwara, Y., Miyazaki, M. and Matsushima, Y. Ⅵth Int. Conference on Superoxide and Superoxide Dimstase, Kyoto, 1993. 10.
(11) Shimazu, Y., Hama－Inaba, H., Yukawa, O. and Ozawa, T. : Ⅵth Int. Conference on Superoxide and Superoxide Dimstase, Kyoto, 1993. 10.
(12) 大山：Proc. Symp. “Radiat, Res. in Life Science” －Aging and Apoptosis 京大原子炉、89－98. 1993.
(13) 大山、山田：日本細胞生物学会第46回大会シンポジウム、前橋、1993. 10.
(14) 大山、笛木、池上、田沼、山田：第66回日本生化学会大会、東京、1993. 10.
(15) 大山、山田：実験医学、11. 2342－234. 1993.
(16) 大山：日本放射線影響学会第36回大会シンポジウム、広島、1993. 10.

2．放射線発癌の分子生物学的特異性 －自然発癌、化学発癌との相違－

島田義也、辻 秀雄、西村まゆみ、小林 森、佐伯哲哉、荻生俊昭

腫瘍は電離放射線、化学物質など種々の発癌因子により発生する。B6C3F1 マウスでは放射線照射やニトロソ化合物の投与により比較的高率に胸腺リンパ腫や肝癌が発生する。今年度は、まずX線またはエチルニトロソ尿素（ENU）処置により発生した B6C3F1 マウスの胸腺リンパ腫の細胞膜表面抗原の発現パターンを解析し、放射線と発癌物質の発癌メカニズムの違いを検討した。

4 週齢の雌 B6C3F1 マウスを日本チャールス・リバー

社から購入し、3群に分け、5週齢時から処置を開始した。ENUは400ppm水溶液とし、飲料水として6週間または10週間連続投与した。X線照射はKaplanらの方法に基づき、161cGy毎週1回、計4回の分割照射とした。胸腺リンパ腫が発生した個体は屠殺し、直ちに腫瘍を摘出し、リンパ腫細胞を分離、浮遊細胞とし、CD4, CD8, CD3その他のT細胞分化抗原に対する抗体で染色しFACScanで解析した。

この結果、胸腺リンパ腫の発生率はENU 6週間投与群では56%、ENU10週間投与群では44%であったが、X線照射群では約62%とやや発生率が高かった。潜伏期間に関しては、ENU10週間投与群では平均12週、ENU 6週間投与群では平均17週、X線照射群では平均26週と、化学物質の方が短期間に誘発し、ENUの投与期間の長い（総投与量の多い）群の方が、潜伏期間は短かった。細胞膜表面抗原の解析ではENU 6週間および10週間投与により発生した胸腺リンパ腫は比較的未分化な形質（$CD4^-8^+$ないし$CD4^+8^+$）を示すものが多かった。X線誘発胸腺リンパ腫ではより未分化な形質（$CD4^-8^-$）を示すものから、かなり分化の進んだ形質を示すもの（分化型の$CD4^-8^+$ないし$CD4^+8^-$で、TCR αβが陽性）まで広範な発現パターンが見られた。このことは発現パターンで見る限り、ENUでは比較的未分化な分化段階のT細胞が胸腺リンパ腫発生の標的細胞になっているのに対し、X線による発がんの標的となる分化段階はかなり広いレンジを持っていることを反映しているものと考えられた。今後さらにDNAレベルでの解析を行なう予定である。

[研究発表]

(1) 荻生、西村：第82回日本病理学会総会、東京、1993. 4.

(2) 網代*、西川*、安田*、辻：第52回日本癌学会総会、仙台、1993. 10.（*愛知がんセ研）

(3) 荻生、西村、島田、小林：第52回日本癌学会総会、仙台、1993. 10.

(4) 久保田*、島田、荻生、及川*：第16回日本分子生物学会、千葉、1993. 12.（*佐々木研究所）

（3） 経 常 研 究

1．物理研究部

概　況

物理研究部は放射線の医学利用ならびに放射線障害の防止に関連する物理・工学的分野の研究を行っている。

第一研究室では、画像診断に関連する新技術の開発を目指して研究を進め、三次元ポジトロンCTの像再構成法、中央部重点型シングルフォトンCTの評価、飛行時間差情報を用いる簡易型ポジトロンイメージング、生体画像の自動認識および重粒子線計測の基礎的研究を行った。

第二研究室では、放射線の吸収線量および線質に関する測定法とその精度向上を目的として、電離箱校正線源の検討、極小照射野の標準測定法の確立、MRIによる三次元線量分布の測定、熱量計、シリコン半導体検出器による線量測定の特性ならびに測定精度について評価を行った。また、官民特定共同研究「人体臓器のモデル化に関する研究」を継続している。

第三研究室では、放射線防護に関する基礎的研究を物理的側面から行い、放射線施設周辺の中性子線量測定のための機器とくに電気化学エッチング用電源の開発、線量計算の基礎的研究、医療被曝による実効線量の計算法の開発を行った。

第四研究室では、加速器放射線等の医学生物学利用に関する基礎的研究として、重粒子線飛跡の動径方向分布を用いた重粒子線の線量効果関係式の解析、分子軌道法、分子動力学を用いたOHラジカルとDNA分子の反応過程の基礎研究、電磁波の粗面反射理論による放射線検出器の光学設計のシミュレーション研究を行った。

人事面では川島部長が4月1日付けで科学研究官に昇格したのにともない、野原第一研究室長が物理研究部長に昇格するとともに同室長を併任することになった。

タイ国チェンマイ大学Nisa Chawapun講師はSTAフェローとして平成5年9月30日から6年3月31日まで速中性子線の線量測定の研究に従事した。

野原部長は5月22日から31日までオーストリア国ウイーンでのIAEA主催の核医学機器の重要課題に関する視聴覚教材に関する専門家会議に出席し、また11月27日から12月4日までバングラデシュ国ダッカでのIAEA主催の核医学の品質保証に関する地域計画会合に出席し「日本における核医学の品質保証の現状」を発表した。平岡室長は研究交流促進法により8月6日から18日まで米国ワシントンD. C.での第35回米国医学物理学会年会に出席し「高吸収性樹脂による線量分布の図形化」および「縦緩和率用ファントム」を発表した。山口主任研究官は研究交流促進法により6月1日から7日まで米国アルゴンヌ国立研究所における第26回米国エネルギー省放射線医学と化学物理学研究契約者会合に出席、同じく平成6年1月19日から27日までタイ国チェンマイでのタイ放射線医学第31回年会に出席し「内部被ばく線量評価－日本の場合」と題する招待講演を行った。また、平成6年3月26日から4月16日まで英国リーズ大学に出張して「障害のあるDNAの分子動力学」を講演し、バース大学での第18回L. H. Gray会議では「50H－6サイトシニルラジカルを持つDNAの分子動力学」を発表した。福村研究員は平成6年3月20日から4月1日までフランス国CAL, GANIL, ドイツ国GSI、スイス国PSIの各粒子線施設を訪問し、フランス国ソフィア・アンティポリスでの国際シンポジウム「重イオン研究：宇宙、放射線防護ならびに治療」において「重イオン線量計としてのダイオードの特性」を発表した。

（野原功全）

1．生体情報イメージングに関する研究

野原功全、山本幹男、村山秀雄、外山比南子*、西川慶一*、福岡秀也*、木村裕一*（*研究生）

(1) ポジトロンCTの3次元イメージングに関する研究

ポジトロンCTの感度を向上する上で、従来のように3次元空間を2次元の積層とみなす2次元に基づくデータ収集では限界がある。放射状に線源から出される放射線の極一部しか検出されず、ほとんどの放射線が無駄にされるためである。放射型放射線イメージングにおける3次元CTのための像再構成法の基礎となるのはOrlovの式である。本研究ではOrlovの式の分析を行い、式の特徴を明確にすると共に他に提案されている3次元像再構成のアルゴリズムであるColsherの式との関係を明確にした。すなわち、Orlovの式が2次元投影面上の位置ベクトルとその面の法線ベクトルとに因数分離した再構成フィルタを持つアルゴリズムの集団の中で、各投影方向のデータを同一の重みで逆投影する場合に等価であることを示した。

(2) タイム・オブ・フライト情報を利用したポジトロン・イメージングの研究

ポジトロン放出核種の体内分布を簡易型装置でイメージングする方法の開発を目的として、ポジトロン消滅光子の飛行時間差情報を利用する方法を研究してきた。前年度までに開発してきた装置と方法に対して、直径18cm 高さ20cmの円筒型均一RI分布を測定し、評価した。感度は10cps / 37kBq (1 μCi) / ml / 検出器対、コリメータ無しだとそれに散乱線が約1／3付加される。偶発同時計数は本方式の特徴でほとんど無視できる。

(3) SPECTの画質改善に関する研究

核医学診断において最も普及しているガンマカメラ回転型シングルフォトンエミッションCT（SPECT）システムの画質改善を目的に、従来から提案している中央部重点型SPECTシステムの雑音特性の評価を継続して行っている。これらは互いに焦点距離の異なるファンビームコリメータを装着した複数個のガンマカメラを被検者のまわりに回転させながらデータ収集し、視野中央部の感度を増加させて中央部の統計雑音を低減させるものである。これまでに2検出器型、3検出器型、4検出器型のSPECTシステムについて、円柱形ファントムと中空円柱形ファントムに対する断層画像の雑音特性を求め、総合的な評価を行っ

た結果、全検出器を平行多孔コリメータにしたSPECTシステムとの比較において、最も効果的な雑音低減をもたらすシステムは3検出器中央部重点型SPECTであることが示された。

(4) 生体画像の自動認識に関する研究

染色体などの生体顕微鏡画像は、まさにファジーな画像の代表といえる。本研究では、生体顕微鏡標本画像の自動認識に必要なシステムとアルゴリズムの基礎的研究を継続して行った。これらの成果を原子力基盤クロスオーバー研究「放射線による染色体異常の高速自動解析システムの開発に関する研究」、ならびに先に官民特定共同研究「小核の自動検定システムの開発に関する研究」で試作した装置とソフトウェアの性能と精度の向上のための研究に応用した。

(5) 重粒子線の計測およびイメージングに関する研究

本研究は、重粒子線による治療などの医学利用を効果的に推進するために、重粒子線の作用や効果を、原子間力顕微鏡などの手法により、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を開発して、飛跡構造、エネルギー付与、また効果を実験的に解明することを目的とするものである。原子間力顕微鏡で重粒子線を照射したポリカーボネイトを化学エッチングし観察する予備実験を行い、次年度から開始する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」の計画立案に生かした。

[研究発表]

(1) 野原：日医放学会誌，50, 28－37, 1994.
(2) Nohara, N. : Symp. on Clinical PET in Oncology, P. 30, Sendai, May, 1993.
(3) Murayama, H. : Symp. on Clinical PET in Oncology, P.31, Sendai, May, 1993.
(4) 村山、野原、山本：日医放学会誌. 53, 986, 1993.
(5) 山本、大山、古川、早田、古角、西川*、村山、野原、宇都宮**、井上**、加藤**：日本医学物理学会第10回研究発表会抄録集、52－53, 1993.（*東歯大、**オムロンライフサイエンス研）
(6) 山本：Radioisotopes, 42, 301－314, 1993.
(7) 山本：陽電子計測の科学(日本アイソトープ協会編)，136－149，日本アイソトープ協会, 1993.
(8) 山本、井上*、佐藤**、田中***、尾川****、大山*****：Med Imag Tech, 11, 670－680, 1993.（*筑波大、**阪大、***浜松ホトニクス、****法大、*****東工大）
(9) 古田*、早田、角田*、岡部*、古川、山本、野原、佐藤、西川**：日本医学物理学会第10回研究発表抄録集、55, 1993.（*ニコン、**東歯大）
(10) 福岡*、田中*、早田、山本、川嶋*：日本医学物理学会第10回研究発表会抄録集. 57, 1993.（*慶大）

2．放射線の吸収線量及び線質に関する研究

平岡武、星野一雄、福村明史、竹下美津恵（物理研究部）、川島勝弘（科学研究官）、佐方周防*、谷英林*（*研究生）

(1) 電離箱による測定精度向上に関する研究

電離箱線量計の校正線源として広く用いられてきた^{60}Coガンマ線治療装置も，近年減少の一途を辿っている。近い将来は加速器に置き換わることが予想されるために、4から6MV－X線による電離箱線量計の校正の理論的、実験的検討を行った。壁材質の異なる5種類の同型同大のファーマー型電離箱とJARP電離箱とを、^{60}Coガンマ線，4，6MV－X線について比較校正を行った。理論的には十分な精度で感度の評価が可能で、また実験的にも先端付校正法等の厳密な測定を行えば、十分校正線源として使用できることを確認した。

(2) 極小照射野の線量測定法

ガンマナイフの開発に伴い、頭部への光子ビームによる集光照射法が注目され、また最近ではリニアックを用いたラジオサージェリが広く行われる様になった。従って、この様な極小照射野での正確な線量評価法の確立が要求されている。この場合横方向への2次電子平衡が成立しないことが線量測定に於ける最大の問題点となる。直径1.5㎜のシリコン半導体検出器を作りその基礎特性を求めた。また超小型電離箱、TLD，フィルム等との比較実験を開始した。

(3) カロリメトリ

電離箱線量計を用いた線量評価法に必要な物理パラメーターとして、衝突阻止能とW値がある。これらが未だ精度よく知られていない放射線の類においては、カロリメトリとの比較が必要である。吸収体としてアルミニウム、グラファイト、組織等価プラスチック（TEP）を用いたカロリメータを製作した。これらの基本性能のテストは前年度に終了している。今年度は、^{60}Co－γ線による照射実験を行った。アルミニウム及びグラファイトカロリメータでは，線量率1Gy/min以上で十分なS/N比の得られることが分かった。約1.4Gy/minにて4minの照射を4回繰り返したときの再現性は0.6%であった。また、照射によるレスポンスは、コンピュータシミュレーションとよく一致した。しかし、熱伝導の良くないTEPカロリメータでは、再現性、レスポンス共に問題があり今後更に検討する必要がある。

(4) シリコンダイオード

小型で高い位置分解能を有するシリコンダイオードは耐水性を持たせることが可能で、印加電圧がゼロでも線量計として作動することから、インビボドシメトリへの応用が期待されている。そこでこの特徴をHIMACで活用すべく,その予備実験としてp型シリコンダイオードを理研リングサイクロトロンから得られる炭素およびネオンビームで照射した。この結果、0.2Gy/s位迄は感度の線量率依存性が見られないこと，拡大ピークの相対線量分布測定においては、各深さでのシリコンと水の阻止能比がほぼ一定なためダイオードで測定された分布が電離箱のそれとよく一致すること等、良好な特性を確認した。

[研究発表]

(1) Hiraoka, T., Hoshino, K., Kawashima, K., Kato, H. and Tateno, Y.: Medical Dosimetry, 18, 73－79, 1993
(2) 平岡、星野、福村、川島：放射線医学物理、12巻、3号、85－99, 1992
(3) 平岡：第20回PCユーザー・グループ・ミーティング、横浜、1993. 4
(4) Hiraoka, T., Hoshino, K., Fukumura, A., Kawashma, K., Kato, H. and Tateno, Y. : Int. Cong. of Radiat.

Oncolo. 1993, Kyoto, 1993. 6

(5) Yagi*, H., Hiraoka, T., Shiragai, A., Kawashima, K. and Kawano*, S. : Int. Cong. of Radiat. Oncolo. 1993, Kyoto, 1993.6
(*Univ. of Tokushima)

(6) Hinata*, H., Hiraoka, T., Fukumura, A., Kawashima, K. and Sakai*, K. : Int. Cong. of Radiat. Oncolo. 1993, Kyoto, 1993. 6
(*Nigata Univ.)

(7) Fukumura, A., Hiraoka, T., Hoshino, K., Takeshita, M., Kawashima, K. and Kanai, T. : Int. Cong. of Radiat. Oncolo. 1993. Kyoto, 1993. 6.

(8) Hiraoka, T., Hoshino, K., Fukumura, A. and Kawashima, K. : Am. Assoc. of Phys. in Med. 35th Ann. Meet., Washington D.C., USA, 1993. 8.

(9) Hiraoka, T., Narai*, K., Nakajima**, K., Kawashima, K. and Tateno, Y. : Am. Assoc. of Phys. in Med., 35th Ann. Meet., Washington D.C., USA, 1993. 8.
(*Kyoto Science, **H & Kco.)

(10) 福村、平岡、星野、竹下、川島、佐方*、秋山*、飯田*：第18回医療用標準線量研究会、千葉、1993. 8.
（*千葉がんセ）

(11) 福村、星野、竹下、金井、蓑原、須藤：第66回日本医学放射線物理学会大会、札幌、1993. 9.

(12) 平岡：第6回日本放射線腫瘍学会大会、福岡、1993. 11.

(13) 福村、星野、竹下、金井、蓑原、須藤：第8回放射線検出器とその応用ワークショップ、つくば、1994. 1.

3．放射線防護に関する基礎的研究

限元芳一、白貝彰宏、野田豊（物理研究部）、
丸山隆司（特別研究官）、岩井一男*（*研究生）

(1) 重粒子線施設周辺の中性子線実効線量の測定

高エネルギー中性子線の実効線量の測定のための測定装置について研究した。20MeV 以上のエネルギーの中性子については^{12}C (n, 2 n) 反応により生成する^{11}C の量から中性子束を測定し、実効線量を求める。サイクロトロンからの70MeV 陽子をベリリウムに衝突させて発生させた中性子の測定の結果は、既知中性子束と30%の差で一致した。

(2) 診断領域X線の線量測定の評価

一般のX線撮影装置について、管電圧が50～140kV で付加フィルタを種々変えたいくつかの例を検討したところ、Al 半値層から決めた実効エネルギーがスペクトルに基づいて計算した照射線量から決めた実効エネルギーより20%近くも低い例があった。空中組織吸収線量としては約4%違いとなる。

(3) 大面積用電気化学エッチング装置

大面積のポリカーボネイトフィルムを用いたアルファ線ラジオグラフィを目的としてエッチング槽と正弦波高出力高圧電源よりなる電気化学エッチング装置の開発を行った。エッチング面積は 300 x 420mm、片面エッチングとした。エッチング処理の安定性および再現性を向上するためにエッチング液の液温制御、エッチング処理の均一化を図った。液温制御は白金測温抵抗体を用いた PID（比例積分微分）制御による平面ヒーター（接地側電極）により安定化し、エッチング面側のエッチング液（約1200ml）をポンプにより200ml / min で循環させた。0.5mm 厚のポリカーボネイトフィルムを使用し、周波数 1.2kHz, 1200Vrms, 8 N－KOH 80%＋ エタノール20%混合液でエッチングを行った結果、負荷電流は68mArms であった。また、エッチング槽の液温は30±0.5℃以内に維持できた。

(4) 実効線量当量の検討

医療被曝における被曝群は一般公衆と年齢分布が異なる。被曝者の年齢分布とわが国におけるがん死亡数を考慮した名目的確率計数を計算した。ICRP による組織荷重係数を用いて計算した実効線量当量に ICRP による係数から求めた損害と本研究による損害との比を掛けたものを修正実効線量当量として提案した。

(5) チェルノブイル等における被曝線量の推定

特別研究官に協力して、チェルノブイル周辺から採取したれんが、タイルの石英の放射線熱ルミネッセンスによるガンマ線量を測定した。周辺の空間線量と推定線量との間に相関関係が見られた。

[研究発表]

(1) 限元、丸山、野田、竹下、岩井*：日医放第65回物理学会大会、横浜、1993, 4.

(2) 丸山、岩井*、西沢、馬瀬、限元：RADIOISOTOPES, 42, 279－288, 1993.

(3) 野田、限元、丸山：第30回理工学における同位元素研究発表会、東京、1993, 7.

(4) 野田、土居、村山：第30回理工学における同位元素研究発表会、東京、1993, 7.

(5) 丸山、限元、西沢、野田、岩井*、中島**：第30回理工学における同位元素研究発表会、東京、1993, 7.

(6) 限元、第21回放医研セミナー、千葉、1993, 12.
（*日大歯、**RI 協会）

4．加速器等の医学生物学利用に関する基礎的研究

富谷武浩、山口寛、金井達明*（医用重粒子物理・工学研究部）、越島得三郎*（養成訓練部）

(1) 重粒子線の線量効果関係の解析

Katz の飛跡モデルは線量効果関係の現象論であり、作用機序を基礎におく理論モデルの構築が求められている。昨年度の水ラジカルの研究で得られた Katz モデルに対する知見から、Kellerer &Rossi の「Dual Radiation Action 理論」の重要性が示唆された。本年度この理論の重粒子線への適用を検討した。この理論の基礎となる single event spectrum の測定は重粒子線に関しては容易ではなく、この理論を重粒子に適用できなかった。この理論を radial dose distribution で表現できれば、この理論の概念で重粒子の展開が可能であり本年度はその定式化を試み、成功した。この理論を増殖死の実験値に適用し、解析したところ、“小標的”“大標的”といった階層的概念を導入する必要があることが示唆され、大標的として細胞核を仮定すると、直径0.2 μm 程度の大きさの小標的が示唆された。今後、この定式化をさらに進める。

(2) OH ラジカルと DNA 分子との反応過程の研究

12量体の DNA 分子の9番目のシトシンへ OH ラジカルの付加反応があった場合を想定して DNA 分子の立体構造に生起する形態変化を調べた。シトシンの局所変化は分子軌道法で求め、DNA 分子全体の変化は分子動力学で求め

る。それぞれ市販のプログラムを利用するが、パラメータの数は多く、その設定は、現状では、試行錯誤が必要である。本年度は主として分子動力学の部分の検討を行い、OH ラジカルが一つ付加しただけでも DNA 分子は大きくゆがみ、しかも、このゆがみの程度は DNA 分子の周りに存在する水分子の運動に大きく影響されるらしいことが示された。水分子の存在領域の解析、分子間力の最適化などを今後検討の予定である。

(3) 電磁波の粗面乱反射理論の光学系への適用の研究

放射線による物質の蛍光または発光を利用した放射線検出器では、測定器が複雑になるにしたがい、光学系の設計の重要性は増している。代表的な例として、大面積の蛍光体に多数の光電子増倍管を組み合わせたシンチレーションカメラがあり、光学設計がその特性を決めている。光学特性を実験するには多大の時間と費用を要する。光学特性を電子計算機によるシミュレーション研究は多数あるが、根拠の薄弱な物理的モデルに基づくため、信頼性に乏しかった。粗面の統計的モデルを立てて電磁波の乱反射の問題を取り扱った Beckman の理論は電磁波の領域では利用されているが、放射線検出器への適用は試みられていない。この理論に基づき、光学特性のシミュレーションを試み、重粒子線検出を目的としたシンチレーション検出に適用し、放射線入射位置と光収集率との関係をモンテカルロ実験により求める研究を行った。また、光の行路長を計算し、時間スペクトルを求めた結果、測定されたスペクトルを定性的によく説明できた。今後は解析的に計算できる例につき、モンテカルロ計算の妥当性を定量的検討する事、位置検出器の可能性のシミュレーション実験などの研究を引き続き行う。

[研究発表]

(1) Yamaguchi, H., Hongo, S., Takeshita, H., Iwai, K*., Iwai, S**. : Radiation Protection Dosimetry, 49, 333 –337, 1993.
(*日大歯学部、**三菱原子力工業大宮研究所)

(2) 山口寛：日本原子力学会放射線挙動研究専門委員会、東京、1993. 1.

(3) 山口寛、曽我文宣：第65回日本医学放射線物理学会、横浜、1993. 4.

(4) 山口寛、本郷昭三、竹下洋、岩井一男*、岩井敏**：日本医学物理学会第10回研究発表会、東京、1993. 7.
(*日大歯学部、**三菱原子力工業大宮研究所)

(5) 山口寛、曽我文宣：第66回日本医学放射線物理学会、札幌、1993. 9.

(6) 山口寛、Pinak, M., Osman, R.、古川章：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.

(7) Yamaguchi : International Symposium on Digital Imaging and Centennial Anniversary of Roentogen Ray Discovery, Chiangmai, Thailand, 1994. 1.

2．薬理化学研究部

概　況

本研究部は、人体の放射線障害の予防と治療に役立つ薬効物質の創出の基礎となることを目的とし、第1研究室では生化学的研究、第2研究室では化学的研究、第3研究室では生命薬学的研究、第4研究室では薬理学的研究をおこなうことを旨としている。

第1研究室では、放射線感受性に関与する生体防御機構の研究を行っている。

放射線の影響を明らかにするために、細胞レベルでの障害からの回復および損傷に対する耐性について、特に、修復されずに残る損傷、修復時間延長のため細胞が分裂期の前で停止する機構（G2ブロック）、および損傷に対する耐性の発現の研究を進めている。

第2研究室では、放射線の初期過程での障害とその防御に関する研究を行っている。電離放射線により生成される活性酸素種のうち、スーパーオキシドの化学的生成に関して、種々のヒスチジン（His）オリゴペプチドのニッケル錯体と過酸化水素の反応を調べた。平面型錯体と考えられる、N末から3番目にHis残基を持つペプチドのニッケル錯体と過酸化水素の反応でスーパーオキシドの生成することが確認された。これに対し、N末及び2番目にHis残基を持つペプチドニッケル錯体は八面体型構造をとるものと考えられるが、過酸化水素とは全く反応しなかった。この様なニッケル錯体と過酸化水素の反応では、直接スーパーオキシドを生成するのではなく、中間体、$(NiO)^{2+}$を経由してスーパーオキシドを生成するものと推測した。

第3研究室では、がんの化学療法や放射線療法、不慮の放射線事故などによる骨髄障害からの回復を促進する薬剤の開発を目指し、サイトカインやその受容体の発現に関する研究を行っている。1L－1β遺伝子が、X線照射直後に活性化することに注目し、この早期活性化の分子機構解明に着手し、まずレポーターアッセイで解析するために、1L－1β遺伝子の上流10000塩基領域をクローニングした。また、種々の細胞種の中から放射線応答実験に敵する細胞株を決定し、その細胞へのリポソーム法による外来遺伝子の導入条件を決定した。また、乳酸菌加熱死菌体（LC9018）が造血組織中にどの分化段階の幹細胞に作用しているのかを検討し、LC9018は前駆細胞に直接作用するのではなく、もっと未分化な幹細胞に働くものと推測した。

第4研究室では、内分泌応答系に対する放射線影響の研究として、合成女性ホルモンであるジエチルスチルベストロール（DES）の体内主代謝物、(Z, Z)－3，4－ビス－（p－ヒドロキシフェニル）－ヘキサ－2，4－ジエン（Z, Z－DIES）、その異性体、(E, E)－3，4－ビス－（p－ヒドロキシフェニル）－ヘキサ－2，4－ジエン(E, E－DIES）及びDESの放射線誘発乳腺腫瘍の発生に対する促進作用を比較検討した。その結果、DESの作用はこれらの誘導体より強く、また発生した腫瘍のステロイドホルモン受容体の陽性率に差があった。その原因として、DESの作用は乳腺細胞に対する直接作用と下垂体からのプロラクチン分泌促進作用が考えられる。一方、代謝物のZ, Z－DIESは脳下垂体からのプロラクチン分泌作用が弱いため放射線でイニシエートされた細胞に直接作用していることが示唆された。

平成5年4月1日付で小沢が薬理化学研究部長に昇格した。同日付けでアメリカジョージタウン大学から小野田眞主任研究官を第4研究室に迎えた。平成5年7月1日付けで九州大学薬学部より安西和紀主任研究官を第2研究室に迎えた。色田幹雄前薬理化学研究部長は1ヶ年特別研究員として第3研究室を指導された。

松本室長および古瀬研究員は第11回生物物理国際会議（ブダペスト)で、小沢は第4回スピントラッピングに関する国際シンポジウム（Oklahoma City）で、安西主任研究官は第1回酸化的ストレスと老化に関する国際会議（ハワイ）で、それぞれ研究発表を行った。小沢、島津主任研究官及び上田主任研究官は第6回スーパーオキシド及びスーパーオキシドジスムターゼに関する国際会議（京都）でそれぞれ研究発表を行った。

薬理化学第1研究室にタイ国マヒドン大学のWanyarat Thanomask博士をSTAフェローとして迎え、共同研究を行なった。薬理化学第2研究室に福山大学工学部廣瀬順造助教授を外来研究員として迎え、システイン含有ペプチドの活性酸素消去能に関する研究を行った。（小沢俊彦）

1．放射線感受性に関与する生体防御機構の生化学的研究

松本信二、島津良枝、古瀬雅子

放射線の影響を明らかにするため、細胞レベルでの障害からの回復および損傷に対する耐性について、特に、修復されずに残る損傷、修復時間延長のため細胞が分裂期の前で停止する機構（G2ブロック）、および損傷に対する耐性の発現の研究を進めている。

粒子線照射による細胞失活のLET依存性を解析した.細胞が多くの修復機能を備えていることから、失活する場合は相補的なDNAの組が双方とも，大きく損傷を受けている状態であろうと推察される。対向する2重鎖DNAの間隔をユニットとする立体中のエネルギー損失量のゆらぎを求める。この値が「しきい値」を超えたとき、細胞は失活するものとする。2次電子のエネルギー分布中、損傷密度の高い、dE / dxの大きい120eV前後の電子が2回以上このユニット中で発生すると失活にいたるとすると実験結果に良く合う。このエネルギー損失量は化学結合の切断数にして約50位の多重損傷に相当する。

G2阻止現象を分裂酵母（*S. pombe*）を用いて研究中である。増殖可能な上限温度から失活が始まる境界温度（40.0℃）で培養すると、G2阻止状態になる。この状態で細胞の培養を続けると、細胞のサイズが3倍以上になる。この温度における元素量変動をPIXE法で調べると、

P, S, K, などが体積増加に対応して増加する。更に、放射線照射による耐性発現の適応応答につき研究を進めている。CHO細胞につき、種々の突然変異体を得て、それらの放射線耐性の機構につき解析中である。

日射紫外線の生物影響をモニターする手段として、紫外線感受性で光回復能の見られない酵母細胞（DKKHrp01 (*rad* 1 − 1, *phr*1, MATA α)）を用いて、日射紫外線による生残率測定を行った。30分程度の測定時間で、再現性のある結果が得られており、実用的な利用が可能である。

［研究発表］

(1) Furuse, M., Soga, F., and Matsumoto, S., Proc. Inter. Biophys. Cong. 11, 174. 1993.
(2) Matsumoto, S. and Furuse, M., Proc. Inter. Biophy. Cong. 11, 174. 1993.
(3) Furuse, M., Soga, F. and Matsumoto, S. : NIRS－M－99, 31－33, 1993.
(4) 古瀬雅子、松本信二、曽我文宣、宮田尚雄：生物物理学会、名古屋、1993. 9.
(5) 松本信二、他：第11回PIXEシンポジュウム、筑波、1993. 10.
(6) 松本信二、古瀬雅子、曽我文宣、宮田尚雄、船越浩海：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.

2．放射線による初期障害とその防御に関する薬化学的研究

小沢俊彦、伊古田暢夫、上田順市、安西和紀

ニッケル化合物による発ガン性が疫学的に、あるいは動物実験で認められている。この原因として活性酸素の関与している可能性が指摘されている。そこで、この可能性を確かめるために、ヒスチジンオリゴペプチドのニッケル錯体と過酸化水素（H_2O_2）との反応をESR－スピントラッピング法とニトロブルーテトラゾリウム（NBT）法を用いて調べた。また、これらの錯体とスーパーオキシド（O_2^-）との反応についても検討した。

配位子としてHis残基をN末、2番目、3番目に持つペプチド (Carnosine, HisGlyGly, GlyHisGly, GlyGlyHis, GlyGlyHisGly, AspAlaHisLys, GlyHisHisGly) が用いられた。スピントラップ剤としては5, 5－dimethy1－1－ pyrroline *N*－oxide (DMPO) を用いた。反応は主にpH7.4のリン酸緩衝液中、室温で行った。

ニッケルは主に八面体型と平面型の2通りの配位構造を取る。特に、平面型のニッケル錯体は水溶液中では特徴的な黄色を呈する。これらのニッケル錯体の吸収スペクトルを測定した結果、N末端及び2番目にHis残基を持つペプチド（例えば、carnosine, HisGlyGly, GlyHisGly など）のニッケル錯体では380nm と580nm 付近に吸収極大が観測され、八面体型構造をとっていることが示唆される。これに対して、N末から3番目に His 残基を持つペプチド（例えば、GlyGlyHisGly, AspAlaHisLys, GlyHisHisGly など）のニッケル錯体では420nm 付近に吸収極大が認められ、平面型構造をとっていることが示唆された。平面型錯体と考えられる、N末から3番目に His 残基を持つペプチドのニッケル錯体（0.25mM）をDMPO（25mM）存在下、H_2O_2（25mM）と反応させ、直ちにESR測定を行うとDMPO－O_2^- 付加体によるシグナルが観測された。DMPO－O_2^- によるシグナルは他のペプチド錯体では観測されなかった。O_2^- の生成はNBT法により確かめられた。即ち、NBT存在下、N末から3番目にHis残基を持つペプチドのニッケル錯体とH_2O_2を反応させると、ブルーホルマザンによる560nm の吸光度が増加することにより確かめられた。このようなニッケルペプチド錯体とH_2O_2の反応では、直接O_2^-を生成するのではなく、中間体、オキセン（$NiO)^{2+}$、を経由してO_2^-を生成するものと推測される。従って、3価のニッケルを安定化させるペプチド錯体、即ち、平面型構造をとる錯体のみが八面体型構造のペプチド錯体に比べてH_2O_2と容易に反応し、O_2^-を生成させるものと考えられる。

一方、ニッケルペプチド錯体とヒポキサンチン／キサンチンオキシダーゼ系から生成させたO_2^-との反応の場合でも、3番目にHis残基を持つペプチドのみがO_2^-を消去することが明らかにされた。従って、O_2^-に対する反応性の違いもニッケルペプチド錯体の配位構造の違いによるものと推測される。

［研究発表］

(1) Ozawa, T., Ueda, J. and Hanaki, A.: Biochem. Molec. Biol. Int., 29, 247－253, 1993.
(2) Ozawa, T., Ueda, J. and Shimazu, Y. : Biochem. Molec. Biol. Int., 31, 455－461, 1993.
(3) Ueda, J., Ozawa, T., Miyazaki, M. and Fujiwara, Y.: Inorg. Chim. Acta, 214, 29－32, 1993.
(4) Ikota, N. : Chem. Pharm. Bull., 41, 1717－1721, 1993.
(5) Ikota, N. : Heterocycles, 36, 2035－2050, 1993.
(6) Anzai, K., Yoshioka, Y., and Kirino, Y. : Biochim. Biophy. Acta, 1151, 69－75, 1993.
(7) Anzai, K., Masumi, M., Kawasaki, K. and Kirino, Y. : J. Biochem., 114, 487－491, 1993.

3．放射線防護剤によるサイトカインおよびその受容体の発現に関する研究

常岡和子、石原　弘、田中　泉

がんの化学療法や放射線療法、不慮の放射線事故などによる骨髄障害からの回復を促進する薬剤の開発を目ざし、サイトカインやその受容体の発現に関する研究を行った。

生体には細胞内から全身レベルにおよぶ多階層性の放射線応答機構があり、放射線障害の軽減化や修復に寄与すると考えられている。放射線応答の機構解明に関する研究では、単離したマウスの脾細胞をX線で照射すると　①遺伝子転写調節因子であるFos / Jun Bをコードする遺伝子群が照射後30分以内に活性化すること　②放射線防護物質として知られている1L－1βの遺伝子が、同じく30分以内に活性化することを報告してきた。一般的に、刺激後数時間から数日後に活性化すると考えられてきた1L－1β遺伝子が、X線照射直後にも活性化することに注目し、本年度は1L－1β遺伝子のこの早期活性化の分子機構解明の研究に着手した。

まずレポーターアッセイで解析するために、1L－1β遺伝子の上流10000塩基領域をクローニングした。また、種々の細胞種の中から放射線応答実験に適した細胞株を探し出し、その細胞にリポソーム法により外来遺伝子を導入するための条件を検討した。

乳酸菌の加熱死菌体（LC 9018）が放射線防護作用をもち、照射2日前から10時間後までの間に一回皮下投与す

るだけで、致死線量のγ線を被曝したマウスの30日生存率を90%－100%まであげることができることを報告してきた。また、LC 9018は造血系を刺激し、末梢血中の血球数の回復を促進していることも明らかにしてきたが、本年度は更に進めてLC 9018が造血組織中のどの分化段階の幹細胞に作用しているのかを検討した。

分裂のさかんな細胞を選択的に死滅させる薬剤、5－フルオロウラシル（5－FU）を静脈投与した後、日を追ってLC 9018を投与し、その一日後に脾および骨髄中の血球前駆細胞（CFU－C）数を測定した。5－FU投与により、より分化の進んだCFU－Cは激減したが、このCFU－Cの減少期でもCFU－Cの回復期でも、造血臓器あたりのCFU－C数は、LC 9018投与により有意に増加することはなかった。LC 9018は直接CFU－Cに働きかけるのではなく、もっと未分化な幹細胞に作用している可能性が示唆された。

［研究発表］

① 石原、田中、根本、常岡、吉田、大津：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
② 根本、石原、田中、鈴木、常岡、吉田、大津：日本放射線影響学会第36回大会，広島，1993, 10.
③ 石原：第25回放医研シンポジウム、千葉、1993, 11.
④ 石原、田中：第16回日本分子生物学会、千葉、1993, 12.
⑤ 常岡、色田、高橋、野本、横倉：日本薬学会第114年会、東京、1994, 3.
⑥ Ishihara, H., Yoshida, K., Nemoto, K., Tsuneoka, K. and Shikita, M. : Radiat. Res. 135, 394－399, 1993.
⑥ Matsui, H., Sano, Y., Ishihara, H. and Shinomiya, T. : J. Bacteriol. 175, 1257－1263, 1993.

4．放射線被曝した乳腺の腫瘍化に対するDES，E，E－DIES，Z，Z－DIESの作用

稲野宏志、鈴木桂子、小野田眞、石井洋子、山内　洋

合成女性ホルモンのジエチルスチルベストロール(DES)が放射線でイニシエートされた乳腺細胞に対して強い腫瘍発生のプロモーション作用を示すことは既に報告した。DESは生体内に投与されると代謝されて化学構造が変化するが、主代謝物として（Z，Z）－3，4－ビス－（p－ヒドロキシフェニル）－ヘキサ－2，4－ジエン（Z，Z－DIES）が知られている。この代謝物の異性体（E，E）－3，4－ビス－（p－ヒドロキシフェニル）－ヘキサ－2，4－ジエン（E，E－DIES）及びDES，Z，Z－DIESの放射線誘発乳腺腫瘍の発生に対する促進作用を比較検討した。妊娠20日目のWistar－MS系ラットをガンマー線で全身照射（260cGy，17cGy／分）し、分娩、哺乳終了後、DES，Z，Z－DIES，E，E－DIES各々3 mg含有ペレットを背部皮下に投与した。ペレットは2ヶ月毎に交換しながら一年間飼育して乳腺腫瘍の発生を観察した。

26匹のラットにDESペレットを投与すると24匹（92.3%）に乳腺腫瘍が発生した。Z，Z－DIESを20匹のラットに投与すると11匹（55.0%）、またE，E－DIESを23匹に投与すると7匹（30.4%）に腫瘍が発生した。一方、対照群としてコレステロールペレットを用いると19匹中3匹（15.8%）に乳腺腫瘍が認められた。対照群と比較するとDES群（$p<0.001$）とZ，Z－DIES群（$p<0.05$）では有意に高い発生率を示したが、E，E－DIES群では統計学的に有意差が認められなかった。一方、DES群と比較するとZ，Z－DIES群（$p<0.01$）、E，E－DIES群（$p<0.001$）共に有意に低値を示した。DES群から得られた24例の腫瘍の16例がエストロゲン受容体（ER）とプロゲステロン受容体（PgR）陽性（ER(+) PgR(+)），ER(+) PgR(−)6例、ER(−) PgR(+)2例、ER(−) PgR(−)0例でER陽性率が高値を示した。Z，Z－DIES群の12例の腫瘍はER(+) PgR(+)5例、ER(+) PgR(−)4例、ER(−) PgR(+)1例、ER(−) PgR(−)2例で、E，E－DIES群の6例の腫瘍はER(+) PgR(+)3例、ER(+) PgR(−)1例、ER(−) PgR(+)0例、ER(−) PgR(−)が2例を示し、DES代謝物を用いると卵巣ホルモン非依存性腫瘍も発生する事が示された。DESやその代謝物による内分泌系の変化については前年度の年報ですでに報告した。特に、DESは脳下垂体からのプロラクチン分泌を非常に強く刺激する事から、その作用は乳腺のERを介する直接的エストロゲン作用の他に脳下垂体経由の間接的作用が考えられる。しかし代謝物のZ，Z－DIESは脳下垂体に対する作用が弱いため放射線でイニシエートされた細胞に直接作用していることが示された。

さらに、これらの研究からDESのプロモーション作用は代謝による活性化を介していないことが示唆されたことから抗ホルモン剤による腫瘍発生抑制効果が期待される。

［研究発表］

(1) Inano, H., Suzuki, K., Ishii－Ohba, H., Yamanouchi, H., Takahashi, M. and Wakabayashi, K. : Carcino－genesis, 14, 2157－2163, 1993.
(2) Suzuki, K., Ishii－Ohba, H., Yamanouchi, H., Waka－bayashi, K., Takahashi, M. and Inano, H. : Intl. J. Cancer, 56, 413－417, 1993.
(3) Inano, H., Suzuki, K., Ishii－Ohba, H. and Yamano－uchi, H.: J. Radiat. Res. 34, 341, 1993.

3．生物研究部

概　況

本研究部は、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、放射線影響の発現機構を分子、細胞、組織、個体の各レベルから解明することを目的とする。

第1研究室は魚類、げっ歯類を材料とし、主として発生・分化におよぼす放射線の影響および放射線による継世代突然変異を調べるための実験系を開発して研究を進めている。アルビノメダカにおける脳内神経路と脳神経の立体的観察が容易にできる脳内神経線維の全体染色法を確立し、従来の連続切断法に較べ、一度により多数の放射線照射個体からより短時間に脳の構造奇形を検出できるようになった。アルビノおよびヒメダカ近交系 HO4C の雄にX線 5Gy 照射または ENU 処理を行い、非照射雌と交配し、3世代交配法により奇形を伴う劣性致死突然変異系統が得られた。マウス・ケラチノサイトの無血清培養系における増殖能の検討から、マウスの胎生期γ線照射が、培養1日目のケラチノサイト数には影響しないが、その後の増殖を抑制することが判明した。

第2研究室では放射線による分子の障害が正常細胞機能の障害や突然変異、発がんなどの晩発効果として発現する過程を明らかにし、これらに対する防御機構を解明することを目的としている。ラット初代培養肝細胞に放射線を照射すると情報伝達系の Ca^{++}/脂質依存性 PKC 活性が細胞質では減少し、膜では上昇した。放射線によるPKCの活性化が、細胞質から膜への移行と膜リン脂質の組成変化に関連することが示唆された。isogenic のヒト・リンパ芽球様細胞 TK6 と WI-L2-NS の比較から、WI-L2-NS はX（γ）線の致死作用に対して肩のある生存率曲線を示すのに対し、TK 6 はより感受性で肩を示さず、γ線の TG 抵抗性変異誘発でも WI-L2-NS は TK6 より高率で、線量率効果も存在することを明らかにした。両端に各々欠失を作成した neo抵抗性遺伝子を含むプラスミドの染色体外相同組換え能をTK6 が失っていることを確認し、γ線の細胞致死作用に対する高感受性と突然変異誘発作用に対する低感受性との関連が示唆された。

第3研究室では放射線を含む外界からのストレスに対する細胞の応答を遺伝子発現制御およびゲノムの一次構造変異から解明することを目的としている。遺伝子発現制御におけるヒストン－ DNA 相互作用を理解するため、ヌクレオソーム DNA と強く結合するアルギニン残基数を H2A、H2B、H3、H4 各ヒストンについて決定した。カイコ核多角体ウィルスゲノムに存在するユビキチン様タンパク質（V－ubi）の機能を知るために、V－ubi 遺伝子を酵母中で発現させると増殖が促進された。またホモロジー検索から V－ubi 遺伝子塩基配列が 28SRNA と短い領域で相同であることが明らかとなった。

なお、各研究室においては、経常研究のほか総合研究、特別研究、指定研究、安全解析研究、科学技術振興調整費による重点基礎研究を行った。

これらの成果は、国内開催の諸学会における発表のほか、ハンガリー、ブタペストで開かれた第11回国際生物物理会議（1993年7月25日～30日中島徹夫）米国ニューオリオンズ市で開かれた米国細胞生物学会第33回総会（1993年12月11～15日沼田幸子、三田和英、根井充）、ロンドンで開かれた第15回国際色素細胞会議（1993年9月26日～30日広部知久）、米国ミシガン州マキナク島で開かれた「放射線および化学発がん物質による試験管内発がんの分子機構に関するシンポジウム」(1993年9月18日～25日巽紘一）、第6回国際スーパーオキシド・スーパーオキシドディスムターゼ会議（1993年10月11～15日京都、湯川修身）等において発表した。

平成5年4月1日付で京都大学医学部助教授巽紘一が部長に着任し、また同日付で高萩真彦が第1研究室研究員に着任した。藤井由布研究員が平成6年1月31日付で退職した。

岩崎民子前生物研究部長が平成4年4月1日より特別研究員として第1研究室を、また11月1日より田ノ岡宏電力中央研究所顧問が同じく特別研究員として第2研究室を指導された。平成4年4月1日より1ヶ年間、京都大学放射線生物研究センター立花章助手が第2研究室客員研究官として、放射線による体細胞突然変異の遺伝子構造解析の研究に従事した。また、第1研究室は平成5年4月より、京都府立医科大学附属脳・血管系老化研究センター伏木信次助教授を外来研究員として迎え、発生過程における中枢神経等の発生・分化に対する放射線影響の細胞組織学的研究を行った。　　（巽　紘一）

1．魚類等を用いた放射線の身体的影響における比較生物学的研究

田口泰子、石川裕二、広部知久、藤井由布

(1) メダカの劣性致死突然変異

メダカは体外受精をし、胚が透明のため全発生過程を観察できるので放射線等により誘発された形態形成等に関する劣性致死突然変異体を検索できる。雄メダカ（アルビノおよびヒメダカ近交系 HO 4 C）にX線の 5 Gy を照射した後、非照射雌と交配して多くの F_1 を育成する。この F_1 と非照射対照群のメダカと交配して F_2 を育てて、この F_2 同志を交配して得られる F_3 胚を検索し、誘発された劣性致死変異がホモになるものをさがした。これまでにアルビノ70の F_1 からの113の F_2 交配の観察をして、2つがいが特異的な致死形質を示す卵を生んだ(全卵数の約1/4)。この変異体は受精後2日頃から頭部に水泡を形成し、胚体が徐々に崩壊する。この変異体をヒドロップス（hydrops）と名づけた。また、ヒメダカ系統からはnon－circulation と名づけた突然変異体が得られた。

(2) アルビノメダカ稚魚の脳の全体染色法

メダカの脳の発生分化に対する放射線影響研究のために

有用な染色法を工夫した。アルビノ系統（*i-3*）の稚魚を固定後、従来の末梢神経全身染色法を改変した処理を施し、抗ニューロフィラメント抗体により免疫組織化学的に脳内の神経線維を全体的に染色した。アルビノメダカでは、頭部と目に黒色色素胞を欠くので、この方法によって脳内の神経路と脳神経を容易に立体的に観察することができた。メダカの稚魚の脳内の構造は成魚のそれに近く発達していることが明瞭に示された。従来の脳の連続切片法による研究には多大の時間がかかるが、この全体染色法によると、一度に多数の標本を比較的短時間で調べることができる。従ってこの方法は、放射線照射を受けた多数の個体の中から、脳の構造奇形をもった個体を検出するのに有用である。

(3) マウスのケラチノサイトの増殖に対する放射線の影響

マウスのケラチノサイトの増殖に対するγ線の効果を無血清培養系を用いて検討した。妊娠8.5日目のC57BL/10JHir系統のマウスに^{60}Coγ線を1.25Gy急照射した。上皮細胞増殖因子（EGF）を含むケラチノサイト用無血清増殖培養液で培養した。胎生期にγ線を照射された個体では、対照に比べ培養1日目に存在したケラチノサイト数は同程度であったものの、その後の増殖が有意に抑制された。これらの結果からγ線は、ケラチノサイトの培養系での増殖能を抑制することがわかる。

[研究発表]

(1) 田口、石川：日本動物学会第64回大会、沖縄、1993. 11.
(2) 石川、田口：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
(3) 石川：第81回日本解剖学会関東地方会、東京、1993. 10.
(4) 石川：第17回日本神経科学大会、名古屋、1993. 12.
(5) Ishikawa, Y. and Iwamatsu, T. : *Neurosci. Res.* 17. 101-116, 1993.
(6) Ishikawa, Y. and Hyodo-Taguchi, Y. : *Neurosci. Res.,* (in press)
(7) Hirobe, T. : *Dev. Biol.*, 161, 59-69, 1994.

2．組織・細胞における放射線障害の発現とその修復の機構に関する研究

湯川修身、古野育子、東　智康、村磯知採、中島徹夫、高萩真彦、巽　紘一

本課題は、遺伝情報発現あるいはその結果である細胞の構造と機能に対する放射線作用を細胞生物学的に解析し、放射線障害の発現及びその修復の機構を解明することを目的とする。

(1) これまでに、放射線によって生体内に生ずる活性酸素・フリーラジカルの挙動と反応性及びそれによる生体膜を中心とした細胞機能の損傷機構の解析を行い、これらの結果に基づいて細胞膜を介するCa^{2+}依存性細胞情報伝達系への放射線作用について検討してきた。今年度は更にこの情報伝達系の重要酵素であるCa^{2+}／脂質依存性プロテインキナーゼC (PKC) の活性変動について解析した。ラット初代培養肝細胞を放射線照射すると細胞質画分のPKC活性は減少し、膜画分では上昇し、同時に膜構成リン脂質の構成比が変化していた。これらのことから、放射線によりPKCが細胞質から膜へ移行して活性化されたこと、その活性化には膜のリン脂質組成の変化が関連することが示唆された。また同細胞を用いて細胞増殖過程に対する放射線の作用を解明するために、細胞周期進行に関わる遺伝子の発現量を指標に検討したところ、細胞増殖因子（EGF）添加によるDNA合成の開始が5GyのX線照射により阻害され、同時に*c-myc*の発現量が非照射群に比して増強されていた。

(2) 正常ヒト由来リンパ芽球様細胞で、同一の親株に由来するTK6株とWI-L2-NS (NS) 株を用い放射線感受性の機構の検討を行った。両株は放射線細胞致死感受性が異なり、NS株は肩のある通常の生存率曲線を示し、TK6株より感受性が低いこと、また6-チオグアニン抵抗性を指標としたγ線誘発突然変異頻度は直線二次の線量効果関係を示し、TK6株より高率であることを確認した。更にNS株では線量率効果があることを見出した。また同細胞における放射線誘起DNA損傷の生成と代謝機構を明らかにする目的で、遺伝的組換えあるいは複製、修復の反応過程で形成されるDNA分岐構造に着目し、この特徴的な立体構造と特異的に相互作用する生体分子の同定並びに単離を試みた。目的とする生体分子の細胞粗抽出液からの分離と濃縮は、主としてDNAあるいはRNAをリガンドに用いたアフィニティークロマトグラフィーにより行った。生体分子の同定は分岐構造DNAに対する結合性を指標にして行い、最終的に分子量32kDaに相当する均一な蛋白質を精製した。現在この蛋白質の性状および反応性について解析を進めている。

(3) 真核生物の組換え修復機構を明らかにするために、その機構及び関連成分の重要部分は原核生物と類似しているという考えに基づき、既知の大腸菌組換え修復に関与する遺伝子の塩基配列情報を基にして、ホモロジーの高い出芽酵母DNA断片をゲノム・ライブラリーから2ヶ分離した。

[研究発表]

(1) Nakajima, T., Yukawa, O: 11th International Biophysics Conference, Budapest, 1993. July.
(2) Yukawa, O., Nakajima, T. and Ozawa, T. : Vlth International Conference on Superoxide and Superoxide Dismutase, Kyoto, 1993. 10.
(3) 湯川修身、中島徹夫、上田順一、島津良枝、小沢俊彦、伊古田暢夫、山田　武：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
(4) 中島徹夫、湯川修身：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
(5) Zong Xuan Jin.*[1], Nakajima, T., Morisawa, M.*[2] and Hayashi, H.*[1] *J. Biochem.* 115, 552-556, 1994. (*[1] Nagoya Univ., *[2] Tokyo Univ.)
(6) 湯川修身、中島徹夫、小沢俊彦：第5回ビタミンE研究会、東京、1994. 1.
(7) 村磯、浅見、松平：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
(8) I. Furuno-Fukushi., K. Aoki. and H. Matsudaira : *Radiat. Res.* 136. 97-102. 1993.
(9) 古野、松平：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
(10) 巽　紘一：第27回日本プリン、ピリミジン代謝学会総会、名古屋、1994. 2.

(11)立花　章、藤森　亮、巽　紘一：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
(12)立花　章、加藤武司、巽　紘一：日本癌学会第52回総会、仙台、1993. 10.
(13)Inoue, M., Kurihara, T., Yamashita, M. and Tatsumi, K. *Mutat. Res.* 294. 179－186. 1993.

3－1．核酸－タンパク質相互作用に関する研究
座間光雄

遺伝子発現制御におけるヒストンの役割を解明するために、ヌクレオソームの中のDNA－ヒストン相互作用を生化学的手法で解析した。ヌクレオソームDNAと強く結合しているアルギニン残基の数を、4種のヒストン（H2A, H2B, H3, H4）について決定した。

不連続な翻訳が起ると報告されているニワトリI型コラーゲンmRNAについて、mRNAの二次構造とペプチド鎖伸長反応の不連続性との関連性を解析した。さらに、遺伝子の塩基配列と核酸およびタンパク質の高次構造との関連性を探索した。

[研究発表]

(1) 座間：第66回日本生化学会大会、東京、1993. 10.
(2) 座間：第16回日本分子生物学会大会、千葉、1993. 12.

3－2．ユビキチンのストレス応答機構に関する研究
三田和英、市村幸子、根井　充（養訓）

我々はこれまで、カイコ核多角体ウイルスゲノムに存在するユビキチン様タンパク質（v－ubi）をコードする遺伝子を見つけ、その一次構造を決定した。本年度はv－ubiの機能を調べるために、v－ubi遺伝子コード領域のDNAをyeast expression vector pFL60に入れ、酵母中でこの遺伝子を発現させ、v－ubiの機能を調べた。pFL60中での発現に正常向きで導入した場合と反対向きに入れた場合とを比較したところ、正常向きに入れた場合では酵母の増殖速度が遅くなった。また、正常向きであるがコドン選択を変えてv－ubiタンパク質を合成するがmRNAの塩基配列を変化させた場合には酵母の増殖速度はコントロールと変わらなかった。これらの実験から酵母の増殖速度にはv－ubi遺伝子のmRNAの配列が関与していることがわかった。v－ubi遺伝子の塩基配列をDNAデータベースでホモロジー探索をした結果、28SrRNAと短い領域で相同であった。これらを総合するとv－ubi遺伝子が転写され、その転写産物mRNAがホスト細胞のタンパク質合成を抑させると同時にウイルス複製に必要なタンパク質合成を増大させるという役割を演じているのではないかと推定される。v－ubi遺伝子はカイコ感染後期に転写され、そのmRNAレベルが増大するとともにカイコ自身の遺伝子の発現が急激に抑えられるという事実とも符号する。

[研究発表]

(1) Mita, K., Ichimura, S. and James, T. C.: *J. Mol. Evol.*, 38, 583－592, 1994.
(2) Mita, K., Morimyo, M. and Hongo, E.: *Nucleic Acids Res.*, 22, 1507－1508, 1994.
(3) Ichimura, S., Mita, K. and Numata, M.: *Insect Biochem. Mol. Biol.*, **24**, 7, 717－722, 1994.
(4) Nenoi, M., Mita, K., Ichimura, S. and Cartwright, I.L.: *Biochim. Biophys. Acta*, 1204, 1679－1680, 1994.
(5) Morimyo, M. and Mita, K.: *Nucleic Acids Res.*, 21, 1679－1680, 1993.
(6) 浜名、市村、三田：群馬医短紀要14, 1－5, 1993.

4．遺伝研究部

概　況

本研究部は放射線の生物影響を遺伝学的立場から研究し、遺伝障害の生成機構と防護・修復機構の解明に努めるとともに、ヒトに対する遺伝的リスクの推定に寄与しうる基礎的知見を得ることを目的として研究を行っている。

第1研究室では、大腸菌、酵母、哺乳類細胞を用いて放射線および化学物質による遺伝子損傷の生成と防護・修復機構を分子生物学的に解析している。本年度は、分裂酵母より種々のストレスに適応応答する遺伝群を分離する方法を考案し、22種類の適応応答関連遺伝子を同定するとともに、哺乳類培養細胞CHO－KIの活性酵素増感剤感受性株を遺伝的相補群に分類した。

第2研究室では、ヒト・ゲノムの遺伝的変異性を理解するために、ヒトおよび哺乳類細胞の遺伝的変異株を用いて、その細胞遺伝学的性状の解析を行っている。本年度は、CHO－KI細胞から分離した染色体凝縮に欠損をもつ高感受性変異株(tsTM13)の性状解析を行うとともに、出芽酵母の過酸化水素高感受性株(37株）野相手ホ補性検定を行った。また、ヒト（Hela）ゲノムより3塩基単純反復配列を含むゲノム領域を分離し、そのヒトゲノム中での分布をFISH 法で調べた。

第3研究室では、哺乳類における遺伝子発現の調節機構を解明するための実験系の開発を目指した研究を行っている。本年度は、マウス紫外線高感受性変異株（XL216）の除去修復欠損変異を補償するヒト遺伝子（ERCC5）について、ヒトの紫外線高感受性遺伝性疾患との相補性検定を行い、ERCC5遺伝子が色素性乾皮症（XP）のG群の原因遺伝子であることを証明した。

第4研究室は、平成4年度10月1日よりヒトの遺伝障害の解明とそのリスク推定の高精度化を目指した「ヒト・マウスのゲノム解析研究と遺伝性疾患の分子疫学的研究」を開始している。本年度はヒトおよびマウスのゲノム解析研究の基盤となるゲノム・マッピングを実践するとともに、マウスの妊性を支配する遺伝的要因の解析を行った。また、ICRP タスクグループの調査研究として多因子病の遺伝リスクモデルの検討を行った。

人事面では4月1日付で、山内正剛（科学技術特別研究員）を第2研究室に迎えた。

1．放射線及び活性酸素に対する防護・修復機構の研究

森明充興、浜（稲葉）浩子、町田　勇、本郷悦子

(1) 放射線や熱、活性酸素などのストレスに適応応答を示す分裂酵母(S. pombe）の遺伝子クローニングを行った。分裂酵母（S. pombe）のDNAをlacZ をレポーター遺伝子とするプラスミドpMM5に連結したライブラリーを作り、電気穿孔法で分裂酵母野生株に導入して、ストレスに適応応答を示す遺伝子群をクローニングした。約25万個のクローンを調べて、1584個が Xgal プレート上で発色するlacZ との融合遺伝子を作っていた。このうち、71個のクローンが活性酸素や、熱、放射線などのストレスに適応応答する遺伝子群であった。これらのクローンからプラスミドDNA を取り、ダイ・プライマーを用いた蛍光法でDNA塩基配列を決定し、22種類のクローンに分類できた。これらのDNA 塩基配列からホモロジーサーチを行ったところ、4種類の遺伝子が既知遺伝子と類似していた。その内の3種類は分裂酵母の既知遺伝子として報告されていたが、これらの遺伝子群が適応応答を示す遺伝子群であるという報告はまだなく、新しい知見である。4番目の遺伝子は、大腸菌の熱に適応応答を示す遺伝子リジンtRNA合成酵素とアミノ酸レベルで37.5%の類似性を示した。このことは、今回の方法で取った遺伝子群が実際に適応応答を示す事を示唆している。ストレスで合成が増加する蛋白質は、50種類以上同定されているが大部分の遺伝子は不明である。22種類の遺伝子の内、残り18種類は新しい適応応答遺伝子で、これらの不明遺伝子の一部と考えられる。

(2) CHO・K1 細胞の活性酸素増産剤感受性株のうちメチルビオロゲン（MV）に高感受性を示すC群の Pa15株に大腸菌の活性酸素防御遺伝子 mvrA, mvrC を発現ベクターにつないで導入した。これら遺伝子の非特異的導入は細胞の増殖を阻害したので、防御遺伝子として作用したかどうか明らかに出来なかった。また、感受性グループB、Cに属する4株はMVに対し3つの遺伝的相補群に分類できた。同じく活性酸素を生成してDNA に架橋を作るマイトマイシンC（MMC）にも感受性であり、MMC に対してもMV 同様、3つの相補グループに分けられた。このうち、ⅠとⅡはシスプラチンにも高感受性で、DNA 架橋の生成・修復に関与する遺伝子の欠損と推定された。現在、これらの突然変異株の欠損を補償するヒト遺伝子を単離するために、ヒトゲノムDNA を導入する条件の検討を進めている。

[研究発表]

(1) Morimyo, M., Mita, K. : Nucleic Acids Res. 21, 1679－1680. 1993.

(2) Morimyo, M., Machida, I., Hongo, E., Hama－Inaba, H. : 17th Internatl. Congress of Genetics, Birmingham, 1993. 8.

(3) Hama－Inaba, H., Shimazu, Y., Takusagawa, M., Nakajima, T., Ueda, J., Ozawa, T., Yukawa, O., Morimyo, M. : Proc. VIth Internatl. Conference on Superoxide and Superoxide Dismutase, 299－300, Elsevier, 1994.

(4) Hama－Inaba, H., Shimazu, Y., Nakajima, T., Morimyo, M. : 11th Internatl. Biophys. Congress, Budapest, 1993. 7.

(5) Hama－Inaba, H., Shimazu, Y., Takusagawa, M., Nakajima, T., Ueda, J., Ozawa, T., Yukawa, O., Morimyo, M. :, Kyoto, 1993. 10.

(6) Machida, I., Morimyo, M., Saeki T. : J. Radiat.

Res. (in press), 1994.
(7) Mita, K., Morimyo, M., Hongo, E. : Nucleic Acids Res. 22, 1507－1508. 1994.
(8) 森明充興、本郷悦子、町田勇、佐伯哲哉、浜（稲葉）浩子、第65回日本遺伝学会、三島、1993. 9.
(9) 浜（稲葉）浩子、島津良枝、中島徹夫、上田順市、湯川修身、小沢俊彦、森明充興、第31回日本生物物理学会、名古屋、1993. 10.
(10)本郷悦子、森明充興、浜(稲葉)浩子、町田勇、第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
(11)森明充興、第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
(12)森明充興、本郷悦子、町田勇、佐伯哲哉、浜(稲葉)浩子、第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
(13)森明充興、本郷悦子、町田勇、佐伯哲哉、浜(稲葉)浩子、第16回日本分子生物学会、千葉、1993. 12.

2．ヒト・ゲノムの遺伝的変異性に関する細胞遺伝学的研究

辻　秀雄、辻さつき、山内正剛、堀　雅明、佐伯哲哉

本研究はヒト・ゲノムの遺伝的変異性を理解するために、ヒトおよび哺乳類の遺伝的変異細胞を用いて、染色体構造とそれに関連するDNA代謝関連遺伝子群の解析を行い、染色体突然変異の生成機構を理解することを目的とする。

1）染色体脱凝縮欠損細胞分裂変異株の解析

CHO－K1由来のtsTM13株はM期後半で細胞分裂を停止し、染色体脱凝縮を示さない。染色体凝縮に関与すると考えられるヒストンリン酸化はM期停止細胞で異常に高く、そのリン酸化酵素cdc2キナーゼも高活性を示すので、tsTM13ではM期後半で作用するcdc2キナーゼ不活化因子に遺伝的欠損があると考えられた。今回、cdc2キナーゼの阻害剤、バナジン酸やスタウロスポリンでM期停止細胞を処理すると、cdc2キナーゼ活性の低下、リン酸化ヒストンの脱リン酸化、染色体の脱凝縮、間期核の形成が観察された。cdc2キナーゼ活性はそのリン酸化で調節される。阻害剤処理でcdc2キナーゼはリン酸化され、活性型から非活性型に転換した。この結果から、tsTM13の染色体脱凝縮欠損の原因はM期後半に活性型cdc2キナーゼを非活性型に転換する調節機構に関与する遺伝子の欠損である可能性が示唆される。

2）3塩基単純反復配列の分離

高等生物のゲノムには単純反復配列のマイクロサテライトやミニサテライトが多数存在し、非常に不安定でゲノムの変異性を増し、一部は遺伝性疾患の原因となる。HeLaゲノムライブラリーから3塩基反復配列をプローブとして、ヒトゲノム中の3塩基反復配列を含むゲノム断片を約100クローン分離し、染色体座位をFISH法により決定したところ、それらはゲノム全体に分布する一方、特定領域に密集することが知られた。

3）出芽酵母の過酸化水素高感受性変異体の解析

先に分離した過酸化水素高感受性変異体37種の接合型αとaを作成し、それらの接合体の相補性を検討した。その結果、15対の組合せで相反的に相補性が認められることが明らかとなった。

［研究発表］

・辻、三田、山内、高橋、森明、斎藤、辻、佐伯：第65回日本遺伝学会、三島、1993. 9.
・山内、関、片倉、近藤、佐伯、堀：第16回日本分子生物学会、千葉、1993. 12.
・佐伯、辻：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10
・堀、山内、関、岸、近藤：第65回日本遺伝学会、三島、1993. 9.
・堀、山内、関、永田、鈴森、岸、近藤、Sutherland、Richards：第38回日本人類遺伝学会、東京、1993. 10
・堀：第3回原医研学術講演会、広島大、原医研、1993. 7.
・堀：第3回遺伝医学セミナー、NASPAニューオータニ、湯沢、1993. 9.
・堀、高橋：Molecular Medicine、特集「ヒト・ゲノム解析の新展開」、30－2：174－185、1993.
・堀：蛋白質・核酸・酵素「ゲノム解析研究」2：238－243、1993.
・高橋、堀：蛋白質・核酸・酵素「ゲノム解析研究」2：551－557、1993.
・堀：医学のあゆみ、2巻13号：p568、1993.
・堀：臨床分子医学、1：7－15、1993.
・山内、関、近藤、堀：臨床分子医学、1：70－77、1993.

3．哺乳類動物及び細胞における遺伝子発現の制御機構に関する研究

塩見忠博、斎藤俊行、原田良信

1．ERCC5遺伝子によるヒト遺伝病色素性乾皮症の欠損の相補

マウスの紫外線高感受性変異株細胞の形質は紫外線高感受性ヒト遺伝病色素性乾皮症（XP）やコケイン症候群（CS）の形質に似ている。そこでクローン化したERCC5遺伝子を用いて、7群（A－G）のXPと2群（A－B）のCSとの相補性試験を行った。各相補性群の遺伝病細胞の核内にERCC5遺伝子を導入後、XP細胞では紫外線誘発不定期DNA合成（UDS）の回復の有無、CS細胞では紫外線照射後のRNA合成抑制の回復の有無を指標にして相補性の有る無しを判定した。ERCC5遺伝子はXPのG群細胞の修復欠損を特異的に相補した。XPの他の群やCSの欠損は相補しなかった。ERCC5遺伝子を微量注入したXP－G細胞のUDSはほぼ正常細胞レベルまで回復していた。XP－G細胞（XP3BRSV）にERCC5を導入し、紫外線抵抗性になった形質転換細胞を得た。このうち2つのクローン（XP3BRSVR1,2）について紫外線に対する生存曲線を作成したところ2クローンとも紫外線に対してほぼ正常レベル近くまで抵抗性になっていた。ERCC5遺伝子はXP－G群の紫外線高感受性ならびに修復欠損を特異的に相補することから、XP－G群で欠損している原因遺伝子であることが判明した。

2．XP細胞におけるERCC5遺伝子の発現

各相補性群に属するXP細胞ならびにヒトHaLa細胞からポリAプラスのRNAを抽出し、ERCC5 c DNAをプローブとしてノーザンブロッティングを行った。その結果、XP－G細胞（二種類）においても正常と変わりない大きさのmRNAを正常とほぼ同量合成していることがわかった。このことから調べたXP－G細胞のERCC5遺伝

子に生じた突然変異は、その発現量やmRNAの長さに影響を及ぼすような大きなものではなく、恐らく点突然変異か、あるいは非常に小さな欠失のようなものであろうと推定される。

［研究発表］

1．原田、斎藤、塩見、塩見：第40回日本実験動物学会、仙台、1993. 6.
2．塩見：放医研シンポジウム、千葉、1993. 11.
3．原田、松田、斎藤、塩見、塩見：第16回日本分子生物学会、千葉、1993. 12.
4．斎藤、原田、塩見、奥野、山泉、塩見：第16回日本分子生物学会、千葉、1993. 12.

4．ヒト・マウスのゲノム解析研究と遺伝性疾患の分子疫学的研究

安田徳一、高橋永一、松田洋一、伊藤綽子

ヒトの遺伝障害の解明とそのリスクを推定するために、ヒトとマウスのゲノム解析と多因子性遺伝疾患のリスクモデルの調査研究を行った。蛍光 *in situ* ハイブリダイゼーション（FISH）法を用いてヒト、マウスの物理的地図の完成を目指し、更にマウスでは種間雑種を用いて遺伝的地図の作成を行う。これにより放射線によるヒト遺伝的リスクの分子レベルの背景を明らかにするのが最終目標である。

(1) ヒト3番染色体のゲノムマッピング（高橋）

蛍光 *in situ* ハイブリダイゼーション（FISH）法を用いて、ヒト3番染色体由来の合計484個のコスミッドクローンをマッピングし、詳細な細胞遺伝学的地図を作製した。3番染色体の物理的な大きさが214Mbと見積られていることから、クローン間の平均マップ距離は0.44Mb（214/484）となる。この結果は、今後がん関連遺伝子や遺伝性疾患遺伝子のpositional cloningを行うための重要な情報を提供したことになる。

(2) マウスの妊性を支配する遺伝的要因のゲノムマッピング（松田）

野生マウス（*Mus spretus*）のX染色体上の偽常染色体領域を実験用近交系マウスに導入したコンジェニックマウスを用いて、性染色体の対合異常が妊性に及ぼす影響を詳しく調べた。その結果、性染色体の対合が阻害された場合、精子形成は第一減数分裂中期で停止し、性染色体対合が精子形成に必須のものであることが判明した。一方、*M. macedonicus* と実験用近交系マウスの F_1 雑種では、精子形成の異常はさらに早期に生じる。この現象には、性染色体の対合異常の他に、常染色体上の遺伝子が関与していることが交配実験により示唆された。現在、この遺伝子マッピングを試みている。

(3) 多因子病の遺伝リスクモデル（安田・伊藤）

多因子病の発症モデルを環境要因と遺伝子作用（主原因遺伝子とポリジーン）の影響を遺伝子効果測定法で解析した。しきい値形質の表現型レベルの選択は、遺伝子プールの多型が大きいと、遺伝子型レベルでの選択値が小さくなることがわかった。これは各遺伝子型が環境作用により、それぞれの遺伝子効果にばらつきが生じ、同じ遺伝子型でもしきい値を越えるものとそうでないものが生じるためとみられる。多型が大きくなると浸透率が高くなり、したがって選択値も小さくなるとみられる。突然変異率のオーダを考えると、なぜ非メンデル遺伝をする疾患が日常的であるか、が理解できる。この研究の一部はICRP第一委員会タスクグループ「多因子病のリスク推定」の調査研究として行った。

5．生理病理研究部

概　況

大津裕司

本研究部は人体に対する放射線障害の本態を解明することを目的とし、主として動物実験を用いて、個体レベルから細胞、分子のレベルの変化を病理学的、免疫学的さらに分子生物学的手法を駆使して研究を行った。本研究部では経常研究に加え、平成5年度から発足した生物特別研究に参加して研究業務を遂行している。

第一研究室では放射線誘発胸腺リンパ腫の発生機序に関する研究を続けているが、今年は胸腺内の細胞野消長を調節している生理活性物質である諸種サイトカイン産生が、放射線被曝を受けるとどのように変化するかを分子生物学的手法を用いて分子レベルで検索した。また、この変化が胸腺リンパ腫の放射線誘発の難易度の異なったマウス系統を用いることにより如何なる相関性があるかもあわせ研究をした。また、被曝後の細胞の種類の変動を細胞膜表面抗体による免疫学方法により調べ、前胸腺リンパ腫細胞の発生との関連性を追求している。

第二研究室では放射線誘発腫瘍発生率に影響を及ぼす因子として線質をとりあげ、医療用サイクロ中性子のガンマ線に対する生物学的効果比の研究を継続した。また、放射線誘発骨髄性白血病の発症の難易度はマウスの系統により差があり、また同一系統内でも亜集団で差異が推測されているこの程度を決定する因子が染色体上何処に存在するかを追求した。腫瘍の悪性度の指標の1つはその転移能である。補体Clsが転移能と密接な関係があり、また膠原分解能を具えていることを確認した。今年はClsのその他の生理機能と同時に腫瘍を作る能力をも検索するための実験を行った。

第三研究室では新生児期被曝による晩発影響研究を終生飼育B6C3F1雌マウスを用い、継続している。現在まで得られたデータにつき分析方法を適応して結果を出した。

第四研究室では化学発がん剤のニトロソ尿素や放射線による胸腺リンパ腫の発生はマウスの系統により相違があり、化学発がんと放射線とは発がん作用が異なることを確認した。また、放射線による胸腺リンパ腫はマウスの系統によりリンパ腫細胞の分化段階にも相違のあることを細胞膜表面抗原の発現の様式により確かめた。

以上の4研究室とも研究内容は腫瘍研究に焦点が置かれていた。

研究者の移動はなかった。国内研究集会への参加に加え国際学会へは4月には武藤がオランダ・アムステルダムの「放射線による突然変異と発がんの分子機構シンポジウム」に、9月には崎山が京都での「国際補体シンポジウム」に、平成6年3月には崎山が米国サンタフェの「キーストン・シンポジウム」に出席した。また国際研究交流では11月に武藤が中国の輻射防護研究院に、8月には吉田が英国NRPBに出張してそれぞれ交流の実を上げてきた。

1．免疫系細胞の放射線応答と骨髄移植の免疫学に関する実験的研究

武藤正弘、相沢志郎、神作仁子、久保ゑい子、
五十嵐美徳（生理病理研究部）

これまでに、骨髄移植の実験系を用いて、免疫細胞の分化や骨髄移植に伴う免疫学的諸問題及び移植後の晩発性障害に関する実験を進めてきた。

今年度は、放射線発がんへのリンフォカインの寄与を調べるために、高発がん系・低発がん系Thy 1コンジェニクマウスを使用して、放射線誘発リンパ性白血病の発生過程における各種リンフォカインの産生に関して、mRNAの発現や細胞表面抗原について解析した結果について述べる。

実験材料は、放射線により高率（95%以上）に胸腺リンパ腫が発生する高発がん系のB10.Thy 1.1マウス及び低発がん系のC3Hマウス（発生率は20－30%)、STS/Aマウス（発生率は5％）の胸腺、脾臓、骨髄、肝臓からRNAを抽出し、逆転写酵素により、cDNAを合成して各種のリンフォカイン（IL－1α, IL－1β, IL－2, IL－3, IL－4, IL－5, IL－6, IL－7, IL－9, IL－10, TNF α, INF γ, GMCSF, SCF）のプライマーを合成して、PCR（Polymerase Chain Reaction）法により、DNAを増幅して、mRNAの定量を行なった。また抗IL－2Rα, 抗IL－2Rβ, 抗TL－2, 抗CD4, 抗CD8, 抗J11d抗体等を使用して、細胞表面の解析も行なった。

その結果、B10系マウスの胸腺では、照射後初期（1ヶ月以内）においては、IL－1α, IL－1β, IL－3, IL－4, IL－6, IL－7, TNF α, INF γ, GMCSF, SCFのmRNAの発現が認められた。特に照射によって、IL－7, TNF α, INF γ, IL－4のmRNAの増加が認められた。また現在低発がん系マウスの胸腺からもRNAを抽出し、高発がん系マウスのmRNAの発現と比較分析を行なっており、今後、放射線発がんの系統間差異とリンフォカイン産生の間に、関連性が存在するかを解析したい。また高発がん系のB10系マウスの胸腺では、照射後初期においては、IL－2Rαの発現異常が認められたので、前がん細胞（前リンパ腫細胞）の発生との関連性を解析していきたい。

[研究発表]

(1) Muto, M., Chen, Y., Kubo, E., Sado, T., Shimizu, T. and Yamagishi, H. In *Molecular Mechanisms in Radiation Mutagenesis and Carcinogenesis.* Eds. K. H. Chadwick, R. Cox, H. P. Leenhouts, J. Thacker. Published by the European Commission, 269－275, 1994.

(2) Aizawa, S., Sado, T. Kamisaku, H., Nemoto, K. and Yoshida, K. *Bone Marrow Trans.* 13, 109－114, 1994.

(3) Kubo, E., Muto, M. Sado, T., Takeshita, S. and Yamagishi, H. *J. Radiat. Res.* 33, 227－224, 1992.

(4) Kamisaku, H., Sado, T., Maghanemi, U. and Muto,

M., *Yokohama Med. Bull.* 42, 97－104, 1992.
(5) Inoue, T., Asano, Y., Matsuoka, S., Furutani, M., Aizawa, S. Nishimura, H., Shira, T. and Tada, T. *J. Immunol.* 150, 2121－2128, 1993.
(6) Kitagawa, M., Kamisaku, H., Sado, T. and Kasuga, T. *Leukemia* 7, 1041－1046, 1993.
(7) Shimizu, T., Muto, M., Kubo, E., Sado, T. and Yamagishi, H. *Leukemia Research,* 17, 959－965, 1993.
(8) Shimizu, T., Takeshita, S., Muto, M., Kubo, E., Sado, T. and Yamagishi, H. *Int. Immunol.* 5, 155－160, 1993.
(9) 久保、山岸、武藤：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
(10) Chen Y., 久保、松田、武藤：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
(11) 武藤、五十嵐、久保：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
(12) 武藤、第24回放医研シンポジュウム報文集、109－117, 1993.
(13) 相沢、神作、佐渡、第23回日本免疫学会、仙台、1993. 11.

2．腫瘍発生と腫瘍細胞の特性の解析

大津裕司、崎山比早子、古瀬健、吉田和子、野田攸子、根本久美恵

放射線による腫瘍発生率に影響を及ぼす因子、及び、悪性腫瘍細胞の特質である転移能に関した研究を継続した。速中性子線は生体障害の相対生物学効果比がγ線に比較して高く、腫瘍誘発効果も高いことを確かめたが、この効果をより詳細に検討するために、治療用サイクロトロンからの速中性子線とCs－137からのガンマ線を用い、0.125、0.5、1、2、3Gyの線量をC57BL/6Jマウスに1回全身照射し、終生飼育をした。その結果、速中性子線を被曝した群では肺腫瘍の発生率は0.5Gy群、肝腫瘍の発生率は0.25Gy群に対照群の7.3%（標準誤差2.0）と25.4%（3.3）より有意に高率に発生した。ちなみにガンマ線被曝群では有意に高率の発生率を呈したのは肺腫瘍では3Gy被曝群、肝腫瘍では2Gy被曝群で、腫瘍発生率に対して相対生物学効果比の高いことを確かめ、さらに詳細な検討を継続している。

放射線誘発腫瘍のうち骨髄性白血病が最高20～25%と有意高率に発症するマウスはC3Hなど4系統に限られている。これまでの実験結果を詳細に検討するとその発症率は6～36%と実験小集団により変動することから、放射線易誘発特性を具えた集団の存在が推定され、その特性を探るために、C3Hマウス染色体テロメア様構造の多様性と白血病細胞との関連について検討した。雄マウス40例の脾臓から核酸を抽出して制限酵素Sau3A、プローブとして（TTAGGG）4を用いて検索した。10から12kbの間に3種類のパターン（Double：D, Triple：T, Open Double：OD）を認めた。その頻度はD：T：OD＝70：21：8であった。白血病細胞は7例中3例はD、4例は一本のバンドのみであった。これらの結果のみでは白血病発症の高リスク集団の特性を同定するには不十分で、今後さらに白血病発症マウスのゲノムDNAと白血病細胞DNAにつき解析する必要があり、目下検索を続けている。

補体第一成分Clsが種々のコラーゲンを分解し、また、コラゲナーゼの活性化を行うことを発見した。Clsにこれらの活性があることからClsが腫瘍原性に何らかの機能をはたしていることが考えられた。この可能性を確かめるためハムスターClsのcDNAを発現ベクターBCMGSNeOに組み込み腫瘍原性のないマウス線維芽細胞（A31）にトランスフェクトした。トランスフェクタントは正常なClsを産生しておりしかも親株と異なってヌードマウスに腫瘍を形成した。さらにClsの腫瘍原性への関与を確かめるためClsの活性をなくした変異株を作りこのトランスフェクタントを取った。このトランスフェクタントは正常なサイズのClsを産生するがClsの活性は、消失していた。現在このトランスフェクタントの腫瘍原性を調べている。

［研究発表］

1). Yoshida, K., Nemoto, K., Nishimura, M. and Seki, M.: *Leuk. Res.,* 17, 437－440, 1993.
2). Sakiyama, H., Yasukawa, M., Nishijima, M., Wada, E. and Kanegasaki, S.: *J. Rad. Res.,* 34, 285－293, 1993.
3). Yamaguchi, K., Kato, N., Sakai., N., Matsumoto, M., Nagasawa, S., Hatsuse, H., Toyoguchi, T., Moriya, H. and Sakiyama, H.: *Biochim. Bioophys. Acta,* 1205, 133－138, 1994.

3．放射線の晩発影響とその修飾要因に関する研究

佐々木俊作

発癌を中心とする晩発影響は最も重要な影響の一つである。この研究は晩発影響を可能な限り包括的に、またその発現の時間的経過を含めて詳細に把握することを目的とする。これまでの一連の研究において被曝時年齢の影響、線量多分割の影響、発癌物質との複合作用などについて検討した。晩発影響の解析方法について根本的見直しを行ない新たな方法を最近ほぼ確立した。平成5年度に新生児期被曝による晩発影響についての比較的規模の大きな終生飼育実験の一部を終了し死亡率に関するデータを得た。新たな方法による解析を行なったのでその結果について述べる。

実験にはB6C3F$_1$雌マウスを用い出生後0日齢に^{137}Csのガンマ線を照射した。線量と個体数は次の通りである。括弧内の数字が個体数を表す。対照群（332）、0.48Gy（453）、0.95Gy（338）、1.43Gy（331）、1.90Gy（332）、2.38Gy（206）、2.85Gy（272）、3.80Gy（81）、5.70Gy（91）。これらはSPF状態において終生飼育された。

(1) 生涯リスク：全死因およびリンパ腫を除く全死因についての生涯リスクを求めた。生涯リスクの尺度として寄与分率（attributable fraction, AF）と累積相対リスク（cumulative relative risk, CRR）を用いた。前者は放射線に起因する死因の分率であり、後者は期待死亡数に対する観察死亡数の倍率である。線量0.48Gyの場合の寄与分率は0.162、その標準誤差は0.057である。これは16.2%の個体の死因は放射線被曝に起因することを意味する。累積相対リスクは1.19である。これらの数値がかなり大きいことは注目される。線量5.7Gyのグループにおいては寄与分率0.979、累積相対リスク47.1である。累積相対リスクに関する線量効果関係は指数関数型である。寄与分率と累積相対リスクの間には次の関係が成り立つ。

$AF(D) = 1 - 1/CRR(D)$

(2) 年齢別死亡率と相対リスク：リンパ腫を除く全死因について解析した。相対リスクは一定には保たれず次第に減少する。減少のパターンについて検討して次の結果を得た。相対リスクは $\exp(-\alpha T)$ に比例して減少するのではなく、$T^{-\beta}$ に比例して減少するのでもないといえる。照射群の年齢別死亡率は自然死亡率と過剰死亡率の和であってそれぞれが年齢に対してロジスデック関数に従って増加するというモデルを想定すると観察事実をよく説明できる。

(3) 余命短縮：晩発影響の単純ではあるが強力な尺度である。照射群の余命短縮率は年齢が高くなるにつれて大きくなる。例えば0.95Gy 照射群においては 0 日齢の平均余命（平均寿命）の短縮率は7.2%であるが、900日齢における生存個体の平均余命短縮率は29.5%である。

4．白血病および固形腫瘍の発生機構に関する実験的研究

荻生俊昭、小林森、島田義也、西村まゆみ

動物の系統により各臓器の発がん感受性は異なる。この発がん感受性を解析するために、胸腺リンパ腫、乳腺腫瘍あるいは肝腫瘍の系を用い実験を進めている（一部他機関との協同研究）。今年度は胸腺リンパ腫についての進展が見られたため、その結果について述べる。

胸腺リンパ腫は胸腺内における正常T細胞の各分化段階に対応した特異的な細胞膜表面抗原を発現しており、発癌因子の標的となる細胞を推測することができる。胸腺リンパ腫は C57BL/6（B6）マウスでは放射線照射やニトロソ尿素の投与により高率に発生するが、C3H/He（C3H）マウスでは放射線照射でもまたニトロソ尿素投与でも発生率が低い。STS/A マウスでは放射線による胸腺リンパ腫の発生は少ないが、ニトロソ尿素では高率に発生する。そこで、マウス系統の違いによる発がん機構の違いを解析する目的で、B6 と C3H の 2 系統のマウスとその交雑系マウスを使い、*N*－エチル－*N*－ニトロソ尿素（ENU）処置により発生した胸腺リンパ腫の細胞膜表面抗原の発現パターンを解析した。

4 週齢の雌雄の B6 マウス、C3Hマウスおよび B6C3F1 (F1)マウスを日本チャールス・リバー社から購入し、5 週齢時から400ppmENU 水溶液を飲料水として10週間連続投与した。胸腺リンパ腫が発生した個体は屠殺し、直ちにリンパ腫を摘出して腫瘍細胞を分離し、浮遊細胞として CD4, CD8, CD3, その他のT細胞分化抗原に対する抗体を用いて蛍光染色を行い、FACScan で解析した。

この結果、胸腺リンパ腫の発生率は B6 マウスでは約70%、C3Hマウスでは約35%であった。またF1マウスでは約50%で両者の中間であった。潜伏期間は、どの系統でも平均12週前後で、群間で有為差は見られなかった。細胞膜表面抗原を解析した結果、B6 マウスでは $CD4^-8^+$ ないし $CD4^+8^+$ を示すものが多かったのに対し、C3H マウスでは一般的に比較的未分化な傾向を示し、$CD4^-8^-$ を示すものも見られた。一方、F1 マウスでは $CD4^+8^+$ を示すものが多かった。このことから、B6 マウスと C3H マウスでは胸腺リンパ腫の発生の標的となる細胞の分化段階は異なり、B6 マウスの遺伝形質が優性であることを示すものと考えられた。また、STS マウスのニトロソ尿素で発生した胸腺リンパ腫のデータを再検討した結果、$CD4^+8^+$ を示すものが多かった。以上のことから、胸腺リンパ腫の高発系（B6, F1, STS）マウスでは、胸腺内細胞の大部分を占める比較的分化した胸腺細胞が標的となり、低発系（C3H）マウスでは胸腺内に少数きり存在しない未分化な細胞が標的となることが示唆され、標的細胞の相違がその発生率にも関連していることが考察された。

[研究発表]

(1) Shimada, Y., Yasukawa-Barnes, J.*, Kim, R.Y.*, Gould, M. N.*, Clifton, K.H.* : Radiat. Res., 137, 118-123, 1994. (*Univ. of Wisconsin, U.S.A.)

6．障害基礎研究部

概　況

本研究部は、放射線による障害とその回復、障害の早期発見と線量評価及び細胞・組織に対する耐容線量と障害の予防に関する研究を実施して、放射線障害の実態と生体防御機構の解明を目指して各研究室とも研究を進めている。第1研究室においては、マウスの造血幹細胞は特定の処理によって放射線抵抗性となり、それらは未分化の非分裂増殖系であることを示した。またサイトカインSCF（幹細胞因子）の投与によって骨髄および脾臓の造血前駆細胞が有意に増加することを明らかにした。第2研究室においては、生物学的線量評価の精度改善を企図して不安定型と安定型染色体異常の出現比率を染色体着色法を利用して測定している。また中国高自然放射線地域住民のリンパ球における染色体異常の調査に協力しており、さらに日本人の白血病、殊に慢性リンパ性白血病の染色体解析を実施している。第3研究室においては、重粒子線が細胞周期に及ぼす効果を知るために、哺乳類細胞に炭素線を照射して細胞動態を解析し、炭素線はX線に比べてG2期停止効果が高いことを示した。

坪井室長はスイス・バーゼルの第8回血液学に関する分子生物学の国際シンポジウム（5. 7. 8－5. 7. 15）へ、村上研究員は米国ロスアラモス国立研究所（6. 1. 29－6. 3. 27）へ、福津研究員は仏国ソフィアアンチポリスの宇宙・放射線防護及び治療に関する重粒子線研究国際会議（6. 3. 20－6. 3. 26）へ、私はオーストリア・ウイーンの第42回（5. 5. 15－5. 5. 29）と第43回（6. 3. 5－6. 3. 13）国連科学委員会へそれぞれ出張した。

ポーランドからDr E K Machaj（5. 2. 1－6. 3. 31）、中国からDr Chen Dequing（陳徳清）（5. 8. 2－5. 8. 3）、Ms Cui Xiao（崔暁）（5. 9. 1－6. 3. 31）、Dr Wang Zuoyuan（王作元）（6. 3. 11）台湾からDr Yeh Yu－chai（5. 11. 15－5. 11. 16）、米国からDr D J Chen（5. 11. 27－5. 12. 26）とDr G F Strniste（6. 3. 17－6. 3. 29）がそれぞれ本研究部に来られ、共同研究ないし情報交換を行った。

（佐藤弘毅）

1．生体の放射線障害とその防御に関する細胞学的研究

坪井篤、小島栄一、田中薫、酒井伸夫*、ユージネス・マハイ**　*東京電化K.K.　**WIHiE研究所（ポーランド）

本研究は、放射線によって照射された生体における造血幹細胞および前駆細胞などへの影響を調べるとともに、それを修飾する各種因子の効果について検討して、生体の放射線障害とその回復および防御機構を解明することを目的とする。造血系障害の防御あるいは治療に関しては、障害を受けた造血幹細胞の回復と残存の幹細胞に依存している。その役割を担っている未分化造血幹細胞の放射線感受性について5－FUを投与したマウスを用いて研究を継続し、また、サイトカインなどによる放射線障害に対する修飾効果について基礎的検討を行った。5－FU投与によるマウス造血幹細胞の放射線感受性とマウスLD50/30線量の変動がよく関連していることはすでに報告した。5－FU投与5日目にマウスの放射線感受性が最も低くなる、この特定の時期には放射線抵抗性幹細胞が存在すること、それらは未分化の非分裂増殖系造血幹細胞であり、高い再生・増殖能を有していることを見出した。また、照射5日前に5－FUをマウスに投与すると、放射線による血小板減少が軽減されることを証明して、全身的障害との関係を明らかにした。

サイトカインの一つであるSCFがサイクロフォスファミド（CY）処理マウスの造血能に対していかなる効果をもたらすかを検討した。CYで処理する前にマウスにSCFを20μg/kg/dの量で1日2回、3日間皮下注した結果、無投与・対照群に比して、骨髄および脾臓由来のCFU－S, GM－CFC, Mix－CFCそして末梢血中白血球数が有意に増加した。この回復促進効果は脾臓において顕著であった。

ヒト体液抽出物DC001の血小板造血刺激効果について*in vitro*系を用いて調べた。その結果、巨核球系コロニー形成数を増加させるのに有効であった。GM－CFCに対する放射線障害の温熱による修飾効果を検討した。全身X線照射したマウスの骨髄細胞を*in vitro*で42℃、60分加温を行った時、非加温群の放射線感受性曲線と比較して、相乗効果が認められた。

［研究発表］

(1) 坪井、小島：第115回日本獣医学会、東京、1993. 4.
(2) 田中、坪井：第55回日本血液学会、四日市、1993. 4.
(3) Tsuboi, A., Kojima, E. and Tanaka, K. : NIRS－M－91, HIMAC－004, 67－70, 1993.
(4) 小島、田中、坪井、金井：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
(5) 吉田、坪井、田中、有水：第10回ハイパーサーミア大会、神戸、1993. 10.

2．放射線による身体的障害の細胞遺伝学的研究

早田勇、南久松真子、古川章、小高武子、神田玲子（安全解析）

染色体異常は致死線量以下の放射線による身体的障害について、最も初期に検知できる異常であり、また、健康には影響が見られない自然放射線レベルの低線量域でも検出できる程の敏感な生物学的指標である。

放射線によって誘発される異常には、細胞の増殖分裂によって消滅してしまう不安定型異常（2動原体、環状染色体、フラグメントなど）と、細胞分裂して子孫細胞に伝えられてゆく安定型染色体異常（転座、逆位など）とがある。

安定型異常と不安定型異常は放射線によってダメージを受けた染色体が切断再結合する時、結合相手が異なることによって生ずる同じダメージに基づく異常であり、従って

単純に解釈すると同じ割合（１：１）で発生するものであると従来推測されている。

不安定型染色体異常は個々の染色体の形状が極めて特徴的である。そのため一細胞中のすべての染色体を切り抜いて整列させて分析するいわゆる核型分析をせずに顕微鏡下で直接異常を検出することができる。不安定型染色体異常は被曝線量推定の指標（バイオロジカルドシメーター）として利用されている。

安定型異常は遺伝子の突然変異を伴ったり、突然変異の前段階の異常となるため、先天異常や発がんに関与する。

１）不安定型染色体異常による線量推定に関する研究

平成５年度は、a) 昨年終了した特別研究「公衆被曝のリスク評価に関する生物学的調査研究」において実施していた放医研病院部の放射線治療患者の末梢血リンパ球に出現する染色体異常の経時的変化の追跡研究、b) 染色体着色法（DNA 分子交雑法による特定染色体の蛍光染色法）を用いた安定型染色体異常と不安定型染色体異常の出現比の研究、c）中国衛生部工業衛生実験所との共同研究による中国高自然放射線地域住民の末梢血リンパ球における染色体異常の解析を行った。平成５年度末までに解析が終了していないため、詳細な報告が出来ないが、a) については治療後２年を経過しても数多くの不安定型異常が認められており、b) については安定型異常が簡単に識別できる着色法を使って特定の染色体につき数多くの安定型異常と不安定型異常の出現頻度を比較したところ、安定型異常と不安定型異常の出現比率が同じ（１：１）にはなっていないようであること、c) については蓄積線量に相関して不安定型異常が増加していることなどが解明されつつある。

２）安定型染色体異常に関連する研究

安定型染色体異常が発がんにどのように関与するかを解明する目的で、当研究室においては白血病の染色体解析を行っている。

慢性リンパ性白血病（CLL）は成熟した形態を示すリンパ球の増殖性疾患で、Ｂ細胞型とＴ細胞型とがある。CLL は自然分裂像が得にくいため分裂誘起剤を培養液中に添加する必要がある。正常Ｔ細胞の分裂誘起剤であるPHAを添加して CLL の末梢血細胞を培養したところ、Ｂ細胞型 CLL では８例中６例、Ｔ細胞型 CLL では５例中３例において分裂が誘起されて染色体異常を検出することが出来た。異常の主なものとしては No.12と No.13が関与するものが半数以上に認められ、その他、複雑な異常を示すものも多く認められた。

［研究発表］

(1) Hayata, I., Minamihisamatsu, M., Aoki, Y., Nakano, T., Shimizu, W. : Proceedings of China-Japan Medical Conference 1992. Beijing, China. Eds. Zhao Ru and Tao Zufan, 199-208, 1992.

(2) Hayata, I. : Biotechnic & Histochemistry, 68, 150-152, 1993.

(3) Kashimura, M., and Minamihisamatsu, M. : Cancer Genet. Cytogenet, 65, 81-82, 1993.

(4) 早田：第10回放医研放影研セミナー、1993. 6.

(5) 南久松、石原、染色体学会1993年度年会、千葉、1993. 9.

(6) Kanda, R., Jiang, T., Hayata, I., Kobayashi, S., and Nakai, S. : International Symposium on Biological Effects of Low Level Exposures To Radiation and Related Agents, Changchun, China, 1993. 10.

(7) Jiang, T., Hayata, I., Chen, D., Wang, C., Li, S., and Nakai, S. : International Symposium on Biological Effects of Low Level Exposures to Radiatin and Related Agents, Changchun, China, 1993. 10.

(8) 早田：第21回放医研環境セミナー、1993. 12.

３．重粒子線の細胞周期に対する影響

佐藤弘毅、江口－笠井清美、五日市ひろみ、福津久美子、村上正弘、崔暁（人口研究所）、清水一範（治療診断）、古澤佳也・金井達明（医用重粒子）

重粒子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、照射後の細胞動態を解析した。チャイニーズハムスター由来培養細胞V79に、放医研サイクロトロンにて2Gy の炭素線（初期加速エネルギー＝12MeV/u、細胞中でのLET＝約250keV/μm）を照射した。照射後、経時的にサンプリングし、フローサイトメーターにて分析した各細胞周期の細胞分布、および顕微鏡下で計数した分裂指数を指標として細胞動態を解析した。分裂指数は、照射後は減少し、３～４時間で最低となった後、増加を始め、６時間程度で元の値に戻った。フローサイトメーターによる分析では、照射後 G2/M 期に細胞が集積し始め、４時間後には50％以上の細胞がこの期に集積した。この間、Ｇ１期の細胞の割合は逆に減少した。これらの効果はＸ線5.5Gy照射の場合とほぼ同等であった。従って、２つの指標とも重粒子線照射ではＸ線に比べてＧ２期における細胞周期の進行停止効果が高いことを示した。このＧ２停止効果は、照射後のインキュベーション時に培養液に5mM のカフェインを加えることにより解消することが、ふたつの指標により示された。カフェインの効果はＸ線について知られている現象と同一である。一方、Ｘ線については、カフェインの投与による細胞生存率の低下が報告されており、Ｇ２停止中に起こるはずの修復がカフェイン投与による停止の解消により阻害されるためと説明されている。炭素線においては、実質的な生存率の低下は観察されなかった。このことは、重粒子線誘発 DNA2 重鎖切断が修復されにくいと言う報告と関連があると考えられる。

［研究発表］

(1) 江口、五日市、村上、福津、古沢、金井、清水、佐藤：日本放射線影響学会第36回大会，広島，1993, 10.

(2) Eguchi-Kasai, K., Itsukaichi, H., Murakami, M., Fukutsu, K., Furusawa, Y., Kanai, T., Shimizu, K., and Sato, K. : *Proc. 3rd Workshop on Physical and Biological Research with Heavy Ions,* HIMAC-006 : 50-53, 1994.

(3) 坪内進、福津久美子、五日市ひろみ、笠井清美、古沢佳也、村上正弘、大原弘、加納永一：第32回日本医学放射線学会生物部会、横浜、1993. 4.

(4) 江口清美、五日市ひろみ、村上正弘、福津久美子、古沢佳也、佐藤弘毅、金井達明、谷田貝文夫、大原弘：第32回日本医学放射線学会生物部会、横浜、1993. 4.

(5) 笠井清美：理研シンポジウム「生物医学分野の利用」、和光市、1994. 3.

7．内部被ばく研究部

概　況

本研究部は、内部被ばくの人体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、昭和57年に設立された。これまで、内部被ばくとしての特徴が最も顕著であるアルファ放射体に着目し、特に保健物理学上重要なプルトニウムの吸入毒性を中心課題に据え、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。本年度より新たに発足した特別研究「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」に参画し、「放射線ならびに放射性物質の胎児影響に関する研究」の1課題と「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」の3課題を分担している。

経常研究はこの特別研究を支えるための基礎的あるいは基盤的研究を中心とし、そのほかに特別研究では取り扱わないが内部被曝としては重要なものにつき研究を進めた。

第1研究室は放射性核種の代謝に着目し、培養肺マクロファージを用いた粒子の呼吸気道内溶解性の研究、動物体内でのトレーサー実験手法の改良を目的とするイメージングプレートを用いた研究ならびに体内放射性物質の排泄促進を目的とした高分子キレート剤に関する研究を行い、成果を得た。第2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についての研究を進め、紫外線曝露の影響などアルファ線検出メカニズムにつながる興味深い事実を観察した。また内部被ばく線量評価のvaliabilityに関し計算モデルとパラメータの変動との関係で検討する研究を進めた。第3研究室では生物効果とその修飾因子に着目し、肺、肝、骨および造血系組織を標的臓器とした実験研究を進め、組織マクロファージのサイトカインおよび酸化窒素の産生放出能につき興味深い知見を得ると共に、頸部エックス線照射と骨代謝との関係につき成果を得た。また第4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るとともに、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が、9月に山田裕主任研究官が米国ロスアラモス研究所に1年の予定で原子力留学のため出発し、10月には米国オークリッジ研究所で1年間の原子力留学を終えた仲野高志主任研究官が帰国し研究室に復帰した。佐藤宏主任研究官も平成6年3月より3ヶ月間を原子力留学のため英国NRPBに滞在した。また、10月から6ヶ月間、タイの国立がん研究所からDr. P. Kupradinunを迎え、小木曽室長のもとで研究に従事した。

外国出張として、稲葉が4月にベルリンでのICRPの年齢依存線量係数タスクグループ会合に出席し、8月にはウイーンで開かれたIAEAの単位摂取放射能当りの線量に関する研究調整会議に出席した。福田は8月にチェコのピルセンで開かれた第4回国際キレート剤シンポジウムに出席した。9月には石榑と稲葉が英国のバースで開催されたCEC主催の内部被曝に関するワークショップに出席、稲葉は帰路ボーンマウスに立ち寄り、本年度より新たに任命されたICRP第2専門委員会の会合に出席した。10月には山田裕司が中国の北京で開かれた国際放射線防護学会のアジア会合に参加した。平成6年3月には福田がオーストラリアのメルボルンで開催された第15回国際高血圧学会に出席し、それぞれ研究発表ならびに情報交換を行った。

（稲葉次郎）

1．放射性核種の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、稲葉次郎

内部被ばくの影響評価においては、対象とする放射性物質の生体内における挙動、代謝に関する知見を定量的かつ高精度に明らかにするとともに、その修飾要因を解明し影響評価に応用していくことが重要である。本年度は、以下の3点を中心に研究を進めた。1）水酸化プルトニウム粒子、酸化ニッケル粒子等を用いて、吸入粒子の呼吸器内挙動に重要な役割を果たしている肺マクロファージの粒子処理機能について検討した。さらに、放射線が肺マクロファージの機能に及ぼす影響について検討した。その結果、肺マクロファージに貪食された粒子の溶解性は、負荷後の時間経過に伴って変化することが明らかとなった。また、肺マクロファージは一般に放射線抵抗性であるが、動物種差がみられ、C3Hマウスのマクロファージは比較的放射線感受性であり、10Gy程度の線量であってもアプトーシスによる細胞死が誘発されるという興味深い知見が得られている。2）生体における放射性物質の挙動を明らかにする研究では、いわゆるトレーサ実験手法が必須である。最近の技術革新によって種々の新しいトレーサ手法が開発されている。プルトニウム等超ウラン元素の代謝研究に応用することを目的に、これらの先進的なトレーサ実験法について調査を行った。その結果、イメージングプレートを用いる二次元放射性物質検出システムならびにα線、β線の分別測定の可能な液体シンチレーション計測法が極めて有効な実験手法であることが明らかになった。3）英国放射線防護庁（NRPB）のBulman博士との共同研究として種々のキレート剤が水酸化放射性鉄コロイドの生体内での挙動に及ぼす影響について検討した。その結果、鉄コロイドの可溶化と細胞外放出を指標としたとき、SiO_2やサリチル酸と結合させた高分子キレート剤が従来から使用されているキレート剤（DTPA）より効果の高いことが明らかとなった。現在、水酸化プルトニウムに対するこれらのキレート剤の効果について検討を行っている。

［研究発表］

(1) Takahashi, S., Kubota, Y., Sato, H. and Matsuoka, O. : Retention of ^{133}Ba in the trachea of rabbits, dogs, and monkeys following local administration as $^{133}BaSO_4$ particles. *Inhalation Toxicol.*, 5 : 265－273, 1993.

(2) Kondo, T.*, Takahash, S., Sato, H., Yamada, M.*, Kikuchi, T.* and Furuya, K.*: Cytotoxicity of size-density fractionated coal fly ash in rat alveolar macrophages cultured in vitro. *Toxicol. In Vitro*, 7:61-67, 1993. (* Tokyo Science Univ.)
(3) Bulman, R. A.*, Sato, H., Takahashi, S., and Kubota, Y. : ^{59}Fe release from alveolar macrophages by macromolecular forms of chelating agents. *J. Radioi. Prot.*, **13** : 127-133, 1993. (*NRPB, UK)
(4) Yamada, M.*., Takahashi, S., Sato, H., Kondo, T.*, Kikuchi, T.*and Furuya, K.* : Solubility of nickel oxide particles in various solutions and rat alveolar macrophages. *Biol. Trace Element Res.*, **36** : 89- 98, 1993. (*Tokyo Science Univ.)
(5) 高橋、山田、江坂*、仲本*、古谷*：日本環境科学会1993年会、筑波、1993. 11.（*東京理科大）
(6) 高橋：第3回吸入療法研究会シンポジウム、東京、1994. 3.
(7) 佐藤、高橋、久保田、越本：日本保健物理学会第28回研究発表会、福岡、1993. 5.

2．内部被曝の影響評価における線量の研究

石榑信人、仲野高志、榎本宏子

(A)内部被ばく線量評価において、計算の方法やパラメータの変動が、最終的な線量評価値にもたらす誤差やヴァリアビリティを検討している。

線量計算に用いられるモデルは平均的あるいは標準的なヒトを表現したものとなっている。従ってモデルが精密に作られていても、人間の集団の中の個人個人を取り上げた場合、標準からは、ずれているのが普通であるから、このような場合に標準的なモデルによって計算された線量は、集団の中でどれくらいの広がりを持っていると考えなければならないのであろうか、ここで取り上げるヴァリアビリティとはこうした問題のことである。

筆者らは特別研究の課題の中で、ラットへの吸入実験を実施している。そのデータを解析し、ラットにおける線量のヴァリアビリティを評価した。

結果、①肺深部初期沈着量の幾何標準偏差が1.3、②肺の残留率の積分の幾何標準偏差が1.4、③肺の重量の幾何標準偏差が1.3と評価され、これらの変動の値から総合の幾何標準偏差を計算し、1.65を得た。これは、中央値の1.5倍以上の線量を受ける個体が21%、2倍以上の線量を受ける個体も8.3%存在することを示しており、特定の汚染空気に同じ量曝露されても、内部被ばく線量の広がりは無視できず、線量のヴァリアビリティを検討することがたいへん重要であることが示された。

(B) 本研究課題では、固体飛跡検出器のオートラジオグラフィ等内部被曝研究への応用、およびアルファ線検出基礎特性ならびに実用段階における諸問題を調査検討してきた。中でも、固体飛跡検出器の特性に影響する環境因子を、実用的観点から重点的に検討している。平成5年度では、前年度に引き続き、この検出器のアルファ線エッチピット直径やバルクエッチ率 (V_B) が太陽光への曝露によりどのように変化するかを調べた。

前年度までの検討により、わずか一日の太陽光曝露が固体飛跡検出器の特性に明らかに影響することが示されていた。平成5年度では、検出器を冷却しながら太陽光に曝露する実験を実施し、太陽光の影響が、太陽紫外線と温度上昇との複合作用であることが示された。また、太陽光の紫外線照度の実測値に準じた紫外線灯による模擬曝露によって、太陽光の影響をよく再現できることが示された。

[研究発表]

(1) 榎本、石榑：日本保健物理学会第28回研究発表、福岡、1993. 5.
(2) 石榑：日本原子力学会・1993年秋の大会、神戸、1993. 10.

3．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

小木曽洋一、福田　俊、山田　裕、飯田治三

超ウラン元素による内部被曝の主要な標的器官である肺、肝、骨および造血組織について、それぞれの生物効果発現に関わる生体側修飾要因を明らかにすることが本研究の目的である。本年度は、これまでの成績に加えて、以下のような研究成果を得た。（1）コロニー刺激因子（CSF）で刺激誘導した骨髄由来マクロファージ（M）、および組織常在性Mあるいは滲出性Mについて、それぞれのサイトカイン（TNF、IL-6等）および活性酸素種のひとつである酸化窒素（NO）の産生・放出能を比較し、その不均一性を明らかにしたが、その差は、mRNA発現と転写後の産生機構の違いに基づくものであること、さらにCSFやIL-3等サイトカインによって決定あるいは修飾されていることが同時に示唆された。（2）ラット頸部X線部分照射によって、線量依存性に副甲状腺および甲状腺のCa調節ホルモン分泌障害がおこり、それに伴って後肢骨（非照射）には骨脆弱化と骨粗鬆化がみられた。また、この後肢骨の放射線誘発骨粗鬆化は、不動性処置により重度化するが、Ca投与により予防できることも明らかにされた。一方、高血圧自然発症ラットでは骨粗鬆症も起きるが、Caの腸管吸収が低く、尿中排泄も多いことを明らかにした。（3）ビーグル犬の成長に伴う骨形成を骨形態計測および生化学的指標により検索し、18-24カ月齢で成長の静止・完成が、またDXA法による骨塩量測定と骨形態との相関もみられた。（4）ビーグル犬の加齢に伴う腫瘍等自然発生病変の臨床・病理学的検索を引き続き行ない、データの蓄積を行なった。（5）内部被曝発癌の分子レベルでの研究基盤を習得するため、原子力留学中の山田は、アルファ線照射により誘発された突然変異細胞株のHPRT部位を含む大きなDNA切断・脱落部について分子生物学的手法による解析を進行中である。

[研究発表]

(1) 小木曽、山田：第33回日本網内系学会、津、1993. 6.
(2) 小木曽、山田：第23回日本免疫学会、仙台、1992. 11.
(3) Yamada, Y., Chen, D. J.* : 42nd Annual Meeting of Radiation Research Society, Nashville, TN, 1994. 4. (*Los Alamos Natl. Lab.)
(4) Oghiso, Y., Yamada, Y. : *Inhal. Toxicol.*, **5**, 303-311, 1993.
(5) 小木曽、肖*、山田：日本網内系学会誌，**33**, 179-184, 1993（*中国工業衛生試験所）
(6) 小木曽：医学のあゆみ，**167**, 600, 1993.

(7) 福田、飯田：日骨形態誌，3，205－209，1993.
(8) Fukuda, S., Iida, H. : *Exp. Anim.*, **43**,159－165, 1994.
(9) Fukuda, S. : *J. Bone Min. Meta.*, **2**, 47－51, 1993.
(10)福田、飯田：第115回日本獣医学会、東京、1993. 4.
(11)福田、飯田：第13回日本骨形態計測学会、東京、1993. 7.
(12)福田、飯田、土倉、池田、奈良、家森：第10回宇宙利用シンポジウム、東京、1993. 7.
(13)福田、飯田、土倉、池田、奈良、家森：第29回SHR学会、東京、1993. 9.
(14)高木、福田、飯田、佐藤、佐藤、内藤：第116回日本獣医学会、山口、1993. 10.
(15)福田、飯田：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
(16)Fukuda, S., Iida, H. et al. : 15th Scientific Meeting of the International Society of Hypertention, Melbourne, 1994. 3.

4．吸入による内部被曝の防護技術に関する研究

小泉　彰、山田裕司、宮本勝宏

原子力産業の発展に伴い、内部被曝管理の重要性が増加してきており、その中でもプルトニウムのようなアルファ線放出核種による個人の内部被曝線量の評価には多くの問題が残されている。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、および吸入による内部被曝の評価に不可欠な空気中エアロゾル粒子の種々の状態における捕捉、沈着等の挙動を調べ、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技術として、近年肺深部沈着率が注目されている0.1μm以下の粒子の計測技術を、静電分級法（EC）、凝縮核検出法（CNC）およびレーザー式粒子計測法の種々の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に関する基礎特性のデータを集積してきた。

一方、プルトニウムを用いた動物実験の安全性を評価するため、^{99m}Tcを用いて動物体毛がRIで汚染するとその動物を取り扱った際、高い飛散率を示すことを明かにした。さらに、プルトニウムを吸入投与されたビーグル犬の飼育時の空気中Pu濃度を経時的に計測し、投与後第1週が空気中濃度限度（DAC）の約1/1000、第2週が約1/10000の値を得た。これらの知見はプルトニウム投与動物の飼育、管理における安全性を考える上で有用と思われるので引き続き計測、評価を進めている。

本年度はこれまで蓄積してきたエアロゾル計測技術を応用し、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、必要な試験エアロゾル発生器の試作、新方式の試験システムによる現場試験の実施、従来法との実験的比較を行った。その結果、安価で安定な、かつほぼ単分散のエアロゾル発生器が開発でき、発生器を用いた新しい試験システムによって排気フィルタの透過率を10^{-7}まで評価できることがわかった。この捕集効率は内部被ばく実験棟に設置されている2段HEPAフィルタ設備の性能を十分に評価することが可能であった。また、従来の現場試験法と比較した結果、従来法が捕集性能を過大評価することを明かにした。

[研究発表]

(1) 小泉、山田、宮本、陳*、津浦：日本保健物理学会第28回研究発表会、福岡、1993. 5.(*TNS)
(2) 宮本、山田、小泉、吉川、高田*：日本保健物理学会第28回研究発表会、福岡、1993. 5.(*忍足研)
(3) 小泉、山田、宮本、吉川、高野*：日本保健物理学会第28回研究発表会、福岡、1993. 5.(*TNS)
(4) 山田、小泉、宮本、吉川：日本保健物理学会第28回研究発表会、福岡、1993. 5.
(5) 山田、小泉、宮本、稲葉：日本保健物理学会第28回研究発表会、福岡、1993. 5.
(6) 山田、小泉、宮本：第10回エアロゾル科学・技術研究討論会、室蘭、1993. 8.
(7) Y. Yamada, A. Koizumi, K. Miyamoto : Asia Congress on Radiation Protection, Beijing, 1993. 10.

8．環境衛生研究部

概　況

本研究部は、電離放射線に関して生活環境にある放射線源からの外部被曝および体内に侵入した放射線物質による内部被曝による線量を把握し放射線防護に資する調査研究を行うと共に、関連因子が被曝線量に生じる変動等について調査研究を実施している。関連して、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”の各課題を適切に分担している。また第3年度に入った原子力基盤技術総合研究のうち、“放射性核種の環境中移行の局地規模モデルに関する研究”を環境放射生態学研究部と共同で進めている。チェルノブイリ事故による健康及び環境への影響に関する日ソ共同研究にも参加している。さらに、環境放射能調査には、各研究室がその関連課題に参加した。

第一研究室は、自然環境における電離放射線及び関連する放射性核種の分布と変動の調査研究を実施している。商業便の利用で生じる外部被曝線量を、数種類の計測器で測定し、電離成分と中性子とに分けて評価した。この解析には岡野真治特別研究員の協力を得た。

第二研究室は内部被曝に関して、体内に摂取された放射性核種の挙動と除染、放射性核種の摂取量推定のため、外来研究員木村美恵子氏の研究参加により日常食中の安定元素の定量、淡水魚への放射性核種の蓄積の様態、体内被曝線量計算システムの実用的改良、内部被曝健康影響評価に関する体外計測につき調査研究を実施した。

第三研究室は ^{3}H, ^{14}C の環境中の動態及び内部被曝に関し ^{14}C 標識アミノ酸の個体残留研究、大気中 ^{3}H による貯蔵食品の汚染、^{3}H 被曝線量の遡及的推定法として木の年輪の利用、外来研究員久松俊一氏による血液濃度からの ^{3}H による内部被曝評価に関する調査研究等を実施した。

第四研究室は放射性核種の化学的挙動の解明とその分析法への応用を目的として、水溶液中の金属錯塩のモル体積、加速器を用いたマルチトレーサの生成、金属元素の樹脂に対する挙動及び外来研究員中島敬行外来研究員の協力を得て、大気中 ^{7}Be のレベル変動に関する解析研究が実施された。

国際学会へは阿部第4研究室長は4月にIAEAシンポジウム、西村、武田両主任研究官は9月にCECワークショップ、井上第3研究室長は10月、放射線防護に関するアジア会議、木村主任研究官は3月、CEC国際セミナーに参加して学術発表を行った。また国際調査研究には古川研究員が7月～8月に海洋上の空間線量調査、10月～11月に中国における地質調査に、内山が10月にキエフとゴメリにおける被曝線量調査に参加し、また黒瀧主任研究官は1月に開催された国際ワークショップに関連して、3月にキエフ等で調査研究を行った。

人事面では部長が岩倉から内山へ交代、府馬正一研究員が第三研究室に赴任した。ベトナムのハノイ大学講師Dang Thi Phuong Nam氏はSTAフェローとしてトリチウムの電離濃縮法に関する研究を終了し、帰国した。

（内山正史）

1．自然環境における放射性核種の挙動ならびに電離放射線の様相に関する調査研究

藤高和信、古川雅英、松本雅紀（環境衛生研究部）

1．目　的

航空機に搭乗した場合の宇宙線被曝が世界的に問題になっており、モンテカルロ計算をベースとする線量推定が国内外で行われている。当グループは被曝線量を実測によって把握することを目指しており、時折の搭乗機会を利用しては簡易型計測器による測定を行い、また極めて少数例ながら外部機関と協力してスペクトロメトリ等を用いる系統的な測定を実施してきた。

2．経　緯

過去にはチャーター機による宇宙線共同測定に参加して宇宙線の高度変化や地磁緯度変化を測定した。しかし通常の商業便にはサイズの大きい電離箱等は持ち込めないため、TLDと半導体式ポケット線量計による電離成分の測定、泡計数型線量計による中性子線量の測定を行ってきた。一方外部の研究者と協力して、商業便ながらアクティブ型の測定器も含む系統的な測定を行うなど、測定データの蓄積に努めてきた。

3．成　果

今年度は外部の研究者と協力して東京＝ニューヨーク、東京＝ロンドンの各往復便において3”ϕx3” NaI (Tl) スペクトロメータ、1”ϕx1” NaI (Tl) サーベイメータ、TLD (Mg_2SiO_4)、および中性子シーベルトカウンタを用いて複数回ずつ測定した。また真の線量値は過小評価値と過大評価値の中間にあるという考えで処理した。宇宙線の線量換算係数は必ずしも確定していないので、文献を参考にして電離成分および中性子の換算係数を幾つか与え、各々について被曝線量の最小～最大値の幅を算定した。その結果は、ICRPのPub. 60以前の扱いに準拠する場合は東京＝ロンドン便の1往復当たりの線量は36.1～55.3 μSv、東京＝ニューヨーク便の1往復当たりの線量は38.2～69.9 μSvであった。海外の多くのモデル計算が既に取り入れているICRPのPub.60に準拠し、中性子の換算係数を防護目的で保守的に2倍にして算定すると、各々の値は72.2～110.6 μSv、76.4～139.8 μSvとなった。

[研究発表]

(1) T. Sekiya*, I. Asukata*, M. Ando*, H. Miyazaki*, Y. Noguchi*, M. Hokari*, N. Hamaguchi*, K. Fujitaka, K. Kawashima, S. Mochizuki**(*Japan Air Lines, **Jikei University): 41st International Congress of Aviation and Space Medicine, Hamburg, 1993. 9.

(2) 加地*、飛鳥田*、関谷*、安藤*、宮崎*、野口*、樺島*、高橋*、林*、山本*、穂苅*、酒井*、浜口*、井

田*、川本*、山本*、藤高、川島、望月**：第39回日本宇宙航空環境医学会、岐阜、1993. 10.

2．環境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

内山正史、木村健一、本郷昭三、湯川雅枝、西村義一

淡水魚による飼料からの ^{137}Cs の蓄積及び排泄について調べた。コイによる汚染餌料からの ^{137}Cs の吸収率は83%で、^{125}Sb、^{60}Co などに比べて大きい。指数関数モデルを用いて、体内蓄積量を計算したところ、実測値と良く一致し、蓄積平衡に達するには200日以上を要することが推定された。淡水魚による ^{137}Cs の摂取実験から、食物連鎖を介しての ^{137}Cs の蓄積は環境水からの場合に比べて大きいことが認められた。

人の被曝線量推定上重要な元素である Sr, Cs, I に関して、食品からの摂取量推定のため、日常食中の安定体の濃度測定を行うことを検討した。日常食試料は、青森、秋田、新潟、福岡、鹿児島、沖縄の各県で蔭膳方式により採取されたものの凍結乾燥粉末の一部、約400食を京都大学医学部より入手した。今年度は、適用する分析方法の検討のため、無作為に選んだ50試料のうち、12試料を用いて、中性子放射化分析法と PEXE 法による元素分析を試みた。中性子放射化法により I が、PIXE 法により Sr が測定できたが、Cs は中性子放射化法で少数の試料にごく微量検出されるのみであった。この12試料について、成人の食品の標準摂取量を用いて1日摂取量を試算すると I は1.6～16mg、Sr は1.2～4 mg となった。

分子量が小さく、水溶性であるキトサンが胃腸管内の放射性 Sr の排泄を促進させることを動物実験により明らかにした。キトサンは体内の共存物質の影響を強く受けており、放射性 Sr をリン酸塩として体外に排泄させているものと考えられる。また、キトサンの事前摂取も放射性Sr の排泄を促進させるが、連続摂取した場合の影響を調べる実験を微量元素代謝などの面から追求した。キトサン食で90日飼育したラット血漿中の P と Na 濃度は顕著に低下し、Zn, Fe および Cu 濃度も低下した。また、血漿中のプロスタグランディンとカルシトニン濃度の低下、臓器では腎臓中の Ca, Zn, Fe などの元素変動が観察され、キトサンの長期摂取は骨代謝等に何らかの影響を及ぼしていることが推測された。

昨年度に引き続き、体内被曝線量計算システム（IDES）の利用拡大のため、周辺機器の整備、改良を行うとともに、精度向上をはかるため、当研究所以外で開発された体内被曝線量コードを収集して、IDES との比較・検討を行った。

チェルノブイリ事故等による内部被曝健康影響評価に資するため、外国からの帰国者や定常的な被検者の体内放射能の体外計測、ならびに緊急時における測定法に関する研究を押し進めた。トムスクー7原子力施設事故の影響はわが国に及んでいないことが判明した。

［研究発表］

(1) Kimura, K., Nakamura, R.： International Seminar of Fresh Water and Estuarine Radioecolgy, Lisbon, 1994. 3.

(2) 湯川、喜多尾、村越：第11回 PIXE シンポジウム、筑波、1993. 4.

(3) 西村、角田、今井、渡利、松坂：第7回キチン・キトサンシンポジウム、福井、1993. 7.

(4) Uchiyama, M., et al., : J. Nucl. Sci. and Technol., 30 : 444－455, 1993.

3．環境および生物における ^{3}H と ^{14}C の挙動に関する基礎的研究

井上義和、武田　洋、宮本霧子、府馬正一

食物連鎖を介した ^{14}C による人体の被曝線量評価に関し、^{14}C 標識ロイシン、グリシン、リジンの3種のアミノ酸を動物に投与し、生体内挙動を調べた。^{14}C の残留曲線は、^{3}H 標識アミノ酸の実験結果と同様なアミノ酸特異性を示し、投与後100日間の線量は、リジンと他のアミノ酸の間で約2倍の差異が見られた。^{14}C 標識アミノ酸は、同じ化学形の ^{3}H 標識アミノ酸よりも8～15倍高い線量を与え、^{14}C と ^{3}H の β 線平均エネルギー差よりその差は大きくなる傾向を示した。

HTO を含む大気に収穫後の穀物を曝す実験の時系列データを解析した。その結果、大気の湿度と HTO 濃度が同時に上昇すると、穀物は、含水率が増大すると同時に含有水分のT濃度も上昇するが、その後大気の HTO 濃度が低下しても、大気湿度が低い場合は、穀物は、含水率が低下するのみで水分のT濃度は保持される現象を観測した。このことから、大気 HTO による穀物の汚染過程では、大気と穀物間の水蒸気圧差が重要であることが示唆された。

原子力施設周辺の公衆に対する ^{3}H(T) による集積線量を評価する際基礎となる環境中のT濃度の歴史を木の年輪分析により推定した。東海村の施設から約700m の地点と対照地域の千葉で採取した松の幹について、年輪を分離し、粉砕・乾燥後燃焼し、有機形トリチウム（OBT）を燃焼水として回収し、T濃度を測定した。東海村と千葉の松の1961年から1987年までのT濃度の時系列は、共に1963年に大気核実験に由来する最大値約60Bq/L を示した後、降水の年変化に対応して減少した。1980年から1986年については、東海村の年輪のT濃度は、5－13Bq/L の範囲を変動し、千葉の年輪の2－5Bq/L より明らかに高かった。両者の年輪のT濃度の年変化が、両者ともそれぞれの採取地点の降水の年変化と一致したことおよび核実験起源のTの降水のT濃度は千葉県と茨城県では同じであることから、東海村の年輪は、施設から大気中へ放出されたTの影響を反映し、記録していることが分かった。

［研究発表］

(1) 宮本、井上、Brown：日本原子力学会1994年春の年会、つくば、1994. 3.

(2) 武田：日本原子力学会1994年春の年会、つくば、1994. 3.

(3) Inoue, Y. and Iwakura, T.: Proc. Asia Congr. Radiat. Protec., 332－335, Beijing, Oct., 1993.

(4) 井上、府馬、安達：日本保健物理学会、第29回研究発表会、敦賀、1994. 5.

4．放射線核種の挙動と分析測定法の開発に関する基礎的研究

阿部道子、黒瀧克己、柴田貞夫、今井靖子、
竹下　洋、渡利一夫（養成訓練部）

理研のリングサイクロトロンで重粒子線（^{12}C, ^{14}N 等）

を金属箔（Fe, Ag, Au 等）に照射して製造される「マルチトレーサー」を用いて、非イオン性高分子吸着体および活性炭への放射性核種の分配の Cl^- イオン濃度依存性を調べた。Na から Pt に至るまでの間の 42 元素についての挙動が数回の実験で得られ、As, Se, Sb, Te については高濃度 Cl^- 溶液中で高い分配係数を示し、$FeCl_4^-$, $GaCl_4^-$, $AuCl_4^-$ 等の挙動との類似性が考えられた。

3 価金属錯体の $[Co(EDTA)]^-$ と $[Co(cyDTA)]^-$ の部分モル体積、V^0 の測定値は $[Co(ox)_2(en)]^-$、$[Co(ox)_2(chxn)]^-$ の V^o と CH^2 基の V^o から求めた計算値によく一致した。しかし、2 価金属錯体の $[Co(EDTA)]^{2-}$、$[Co(cyDTA)]^{2-}$ の V^o の測定値は計算値より大きい。この結果から、これらの錯体はキレート配位子の COO^- 配位基が解離した$[Co(HEDTA)(H_2O)]^-$、$[Co(HcyDTA)(H_2O)]^-$ との平衡にあることを明らかにした。（EDTA；エチレンジアミン四酢酸、cyDTA；シクロヘキサンジアミン四酢酸、ox；シュウ酸、en；エチレンジアミン、chxn；シンクロヘキサンジアミン）

Ru は高酸化状態の陰イオンにすることにより有機系の吸着体に高く吸着されることをすでに報告した。この特異な吸着現象を Ru と類似の化学的性質を有する Tc と迅速、簡便な分離に応用する目的で、両元素の活性炭、XAD 樹脂、ろ紙への吸着挙動を調べた。その結果、ろ紙を用いた場合に効果的な分離が可能であることが示された。

大気中放射性核種の物理的形態を調べるため、1.1 μm 以下の微細領域を含む粒度分布測定用に開発した低圧型インパクター LP－40を使用し、8 段階（0.06～6.2 μm）粒度別サンプリングを行った。各月の各粒径ステージの放射能測定を行った結果では、^7Be に関する数年間の傾向として、0.9～2.9 μm 領域に山を持つ粒度分布が、また平均粒径（AMAD）0.06～1.10 μm が得られた。

［研究発表］

(1) Abe, M., Kurotaki., Shibata, S., Takeshita, H. and Abe, S.: Int. Symp. on Appli. of Isotope Tech. in Studying Past and Current Environ. Changes in the Hydrospher and the Atmosphere, IAEA－SM－329 / 8, 35～42(1993)

(2) Kurotaki, K. and Kawamura, S. : J. Chem. Soc. Faraday Trans., **89**(16), 3039－3042(1993)

(3) Shibata, S., Watari, K., Noda, Y., Ambe, S. et al. : RIKEN Accel. Prog. Rep. **27**, 83(1993)

(4) Watari, K., Imai, K., Takeshita, H. and Hatsushiba, H. : J. Nucl. Sci. & Technol., **31**(3), 253－254(1994)

9．重粒子治療センター

9－1　障害臨床研究部

概　況

本研究部は研究所設立目的の第2に掲げてある放射線の医学利用研究を担当している。また第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も行っている。又緊急被曝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、放射線診断および治療の基礎となる物理工学的研究を行っている。その内容はCTによる肺癌の集団検診の研究、画像診断における読影者のばらつきに関する研究、子宮癌の放射線治療における最適システムの構築が重点である。

第3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4研究室は放射線治療に関する基礎的および臨床的研究を担当している。基礎的研究の面では放射線効果を分子レベルで測定する研究や速中性子線治療の早期・晩期障害の定量化の研究を行っている。臨床的研究の面では特に中性子線治療による障害の診断に関する研究を行っている。

第5、6研究室では、人体の被曝障害のモデル系として、全身外部被曝を主とする混合被曝例であるビキニ海域の被災者について、内部被曝例としては、トロトラスト沈着症例について、定期的に医学的追跡調査を実施している。さらに人体では解析不能な放射線障害の問題点については、実験動物を用いてモデル実験を行い、ことに放射線障害の致死的な標的器官である造血器と、免疫系に焦点をあわせた調査研究を行っている。

第5研究室においては、放射線骨髄障害に対する各種防護剤の研究を推進した。

第6研究室では、胸腺リンパ球の放射線障害機序、ならびに初期分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。

（舘野之男）

1．PETによるドーパミン系の機能測定

井上　修、入江俊章、福士　清

覚醒剤の反復投与によって生じる逆耐性現象に関しては多くの研究が進められているが、その神経化学的機序は必ずしも明確になっていない。覚醒剤の中枢作用に関してはドーパミン系の関与が示唆されており、覚醒剤の反復投与下におけるドーパミン系の機能変化をPETで追跡することには大きな意義があると考えられる。

今回覚醒剤（d－アンフェタミン）を1mg／kg筋注にて反復投与し、^{11}C－SCH23390、^{11}C－N－メチルスピペロン（NMDP）を用いてドーパミンD_1、D_2レセプターとの結合動態が経時的にどのように変化するか観察した。

雄性アカゲザル（体重約6.4kg）にd－アンフェタミン1mg／kgを毎週2回（月曜、金曜）、計10回投与した。アンフェタミン投与前と、投与後の毎週火曜日に、ケタミン（1ml）で軽度に麻酔し、サルを固定装置に固定したあと2時間の経過後に^{11}C－SCH23390約10m Ciを静注し、45分間にわたるPET計測を行なった。また^{11}C－SCH23390の減衰を待って、^{11}C－NMSP約10m Ciを静注し同様に45分間にわたるPET計測を行なった。

再構成画像上から、線条体、前頭葉、側頭葉、小脳に関心領域を設定し、各部位における放射能濃度の経時的動態を求めた。小脳を参照部位とした2コンパートメントモデルを用いて、それぞれ特異結合分画との移行速度定数（K_3, K_4）及びドーパミンD_1レセプター、ドーパミンD_2レセプターの結合能（$K_3/K_4 = B_{max}/K_D$）を最小二乗法により算出した。

^{11}C－SCH23390の線条体における結合能（K_3/K_4）は、d－アンフェタミンの反復投与に応じて順次低下する傾向を示したが、大脳皮質(前頭葉、側頭葉)ではコントロールと比較して変化を認めなかった。一方^{11}C－NMSPの線条体における結合は一過性に増加したのち経時的に低下する傾向を認めた。^{11}C－NMSPの大脳皮質における結合は^{11}C－SCH23390と同様前頭葉、側頭葉ともにコントロールとの間に有意差を認められなかった。

K_3, K_4の測定値からレセプター結合能の変化には、少なくともリガンドと各レセプターとの結合－解離速度の変化が大きな要因の一つであることが示唆された。

2．放射能診断と治療の基礎となる物理工学的研究

飯沼　武、松本　徹、宍戸文男、舘野之男（障害・臨床研究部）、中村　譲（治療・診断部）、遠藤真広（重粒子物理工学）、福久健二郎（データ処理室）、佐藤眞一郎、加藤博敏、古賀雅久、古川重夫（治療・診断部）

本研究は障害・臨床第2研究室が主として実施しているもので、目的は放射線診断と治療を物理工学的基礎から支えることにある。その基本に沿った研究から3つの項目について述べる。

（1）放射線診断のための基礎的研究

1－1．乳房X線撮影像の診断精度に関する prospective study －視触診との比較

現在、乳癌検診の標準法として行われている視触診に対して、mammography（MMG）単独でどの程度の診断精度が得られるものか明らかにするため、9施設の協力を得て、一定期間（1990年2月から同年3月まで）、同一症例に対して視触診とMMG画像診断をそれぞれ単独に施行し、その後、確定診断を付けるという実験を行い、397例のデータを得た。視触診MMG読影の結果を確定診断の結果と比較し、診断精度をROC解析により算出したところ、MMG読影による腫瘤の存在診断能は視触診に及ばなかったが、乳癌を他と鑑別する質的診断能は同等であり、石灰化を伴う症例に対しては視触診よりも優れた性能を発揮する傾向が確認された。

1－2．癌集団検診における放射線被曝と個人のリスク

或る特定の個人（男・女）が癌検診を毎年定期的に受診した場合、その個人にX線被曝によるリスク（余命短縮）と利益（余命延長）がどの程度になるか推定した。放射線誘発癌のモデルとしては相加的リスクモデルを採用し、リスク係数は1988年の国連科学委員会のデータを利用した。

余命短縮

①乳癌検診で30～69才の40年間毎年マンモグラフィーを受診した女性は最大2.3日、平均0.5日、②胃癌検診で40～69才の30年間毎年胃造影検査を受診した男性は最大2.7日、平均1.1日、女性は最大4.1日、平均1.6日、③肺癌検診で40～69才の30年間毎年胸部間接撮影を受診した男性は最大0.1日、平均0.02日、女性は最大0.17日、平均0.03日、④肺癌検診で50～69才の20年間毎年肺癌検診用CT（LSCT）を受診した男性は最大1.0日、平均0.3日、女性は最大2.2日、平均0.7日、⑤胃癌検診で40～69才の30年間毎年胃内視鏡によるスクリーニング検査を受診した男性は最大56日、平均30日、女性は最大65日、平均35日。これはX線のリスクよりも20倍くらい大きい。

余命延長

各種検診を受けた場合の利益としては上と同じ条件で受診したとして、乳房では25日、胃では男122日、女64日、肺では胸部間接の場合男で18日、女で7日、LSCTの場合、男で60日、女で20日、胃内視鏡の場合は男で200日、女で103。これはX線の場合の1.6倍である。

（2）放射線治療のための基礎的研究

2－1．速中性子線の脂肪および骨の不均質組織中の線量分布に関する研究

速中性子線の組織中の線量分布はphotonの場合と似ているので、速中性子線の不均質組織での線量分布はphotonで用いられている方法が適用でき、とくに胸部不均質組織の線量分布はべき乗TAR（組織空中線量比）法がよい補正法であることをすでに報告をした。今回は脂肪および骨の組織中の線量分布がどのように変わるか検討した。

速中性子線は放医研サイクロトロンから発生する速中性子線（d(30)＋Be）を、脂肪および骨のファントムはそれぞれポリエチレン（PEという）（密度0.94 g/cm^3）およびテフロン（TFという）（2.22 g/cm^3）を用いた。必ずしも組織等価ではないが、前者は水素含有量が多く密度が低く、後者は水素を含まず密度が高いので採用した。密度の異なる組織での線量分布がべき乗TARの補正法が適用できることはその組織中のTARが組織等価（TEという）物質でえられたTARを密度でべき乗し補正したものと一致する。PEおよびTFのファントム中のTARを求めてみるとべき乗法が適用せず、適する補正密度を求めるとそれぞれTEプラスチックの1.13倍および1.20倍となった。PE、すなわち脂肪は筋肉より密度は低いが脂肪の線量分布は筋肉より10%程度低くなり、一方、TE、すなわち骨は密度は筋肉より2倍高いが補正密度は20%程度高くなるだけで密度を考慮すると骨の組織分布は筋肉とほぼ同程度と考えられる。

[研究発表]

1）松本、木戸、飯沼、他：日本乳癌検診学会誌、2, (1), 43－52, 1993.
2）松本、木戸、飯沼、他：日本乳癌検診学会誌、2, (1), 53－61, 1993.
3）山本、舘野、飯沼、他：電子通信情報学会誌 D－11, J76－D－II, 250－260, 1993.
4）野辺他、松本、福久、他：臨床放射線、38, 653－662, 1993.
5）舘野、松本、宍戸、他：千葉核医学研究会誌、No.1, 1－2, 1993.
6）飯沼、舘野：日医放会誌、53, 57－65, 1993.
7）舘野：呼吸、12, 328－332, 1993.
8）飯沼：中山書店、新医科学体系、医工学II、12B, 29－50, 1993.
9）飯沼：新医療 No.217, 108－120, 1993.
10）飯沼：映像情報、25, 108－120, 1993.
11）飯沼：JASTRO News No.21, 12－13, 1993. 2.
12）古瀬、飯沼：日本磁気共鳴医学会誌、13, 86－92, 1993.
13）飯沼：新医療 No.219, 32－35, 1993. 3.
14）飯沼：メディカルシステムニュース、14：No.1, 5, 1993. 1.
15）飯沼：日医放医学物理士会会報 No.4, 4－5, 1993. 3.
16）飯沼：放射線医学物理、12, 1639－174, 1992.
17）飯沼：Japan J. of Radiol. Tech. No.11, 75－83, 1992.
18）飯沼：映像情報（M）25：No. 9, 469, 1993. 4.
19）飯沼：放射線科学 36, No.4, 138－139, 1993.
20）田伏、伊藤、中村、飯沼他：日医放会誌, 53, 463－468, 1993.
21）田伏、伊藤、中村、飯沼他：日本放射線腫瘍学会誌、5, 35－41, 1993.
22）古瀬、飯沼他：Frontiers Med. Biol. Engng 5, No.1, 63－65, 1993.
23）飯沼、舘野：日消集検誌、31, 25－30, 1993.
24）秋山、飯沼：中山書店、画像医学プログレスシリーズ)、161－168, 1993. 7.
25）飯沼：JASTRO New－letter No.23, 9－10, 1993.
26）飯沼：映像情報（M）25, 928－929, 1993. 8.
27）飯沼：新医療、No. 225, 96－98, 1993. 9.
28）飯沼：日消集検誌、31, 19－23, 1993.
29）飯沼：Med. Imag. Tech. 11, 5763－577, 1993.
30）田伏、飯沼、中村：中山書店、小線源放射線治療、21－29, 1993.
31）田伏、飯沼：病態生理、13, 93－95, 1994.

32) 飯沼：消化器内科、9, 333－340, 1994.
33) 舘野、飯沼：胸部CT検診 1, 1－4, 1994.
34) 松本、舘野、飯沼他：胸部CT検診 1, 13－16, 1994.
35) 飯沼：放射線科学、37, 96－99, 1994.
36) 鳥脇、飯沼、舘野他：225－233, 1994.
37) 飯沼：医療放射線防護 news－letter, 9－15, 1994.
38) 飯沼：先端医療 No. 1, 64－66, 1994.
39) 飯沼：第9回放射線利用研究会報告書 73－75, 1994. 5.

3．放射線診断の研究

宍戸文男、須原哲也、吉田勝哉
（障害・臨床研究部第3研究室）、
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。本年度はPETによる研究とMRによる研究を主に行った。PETによる研究ではパーキンソン病を対象に^{11}C－SCH23390や^{11}C－N－methyl－4－piperidyl benzilateを使用し、前者ではドーパミンD1受容体の、後者ではムスカリン性アセチルコリン受容体の研究を行った。また健常例を対象に^{11}C－Ro15－4513によるベンゾジアゼピン受容体の研究を行い、加齢による有意な結合能の変化が見られないことを報告した。一方MRによる研究では、^{31}P－MRSによる糖代謝、エネルギー代謝動態の検討を各種肝疾患症例を対象に行い、その有用性を明らかにした。また重水をトレーサーとして用い、ラットの眼球内の血流を検討した。心血管領域では、肥大型心筋症を対象に^{31}P－MRSを行い、またphase contrast法により解離性大動脈瘤の血流パターンを非侵襲的にとらえることができた。

［研究発表］

(1) Shinotoh H, Inoue O, Hirayama K, et al : J Neurol Neurosurg Psychiary 56 : 467－472, 1993.
(2) Suhara T, Inoue O, Kobayashi K. et al : Neurosci Lett 59 : 207－210, 1993.
(3) 加藤、池平、江原、他：臨床放射線 38 : 1017－1022, 993.
(4) 井上、内山、石津谷、他：日本磁気共鳴医学会雑誌 13 : 189, 1993.
(5) 小畠、池平、福田、他：日本磁気共鳴医学会雑誌 13 : 475, 1993.
(6) 古賀、池平、加藤、他：日本医学放射線学会誌 53 : S273, 1993.
(7) 加藤、江原、大藤、他：肝胆膵 28 : 241－248, 1994.
(8) Suhara T, Inoue O, kobayash K, et al : Psychopharmacology 113 : 311－317, 1994.

4．放射線治療に関する基礎的並びに臨床的研究

安藤興一、小池幸子

本研究は悪性腫瘍の放射線治療に必要な基礎的知識を集積すると共に、臨床治療の技術的開発を目的としている。本年度は動物や細胞を用いた実験治療研究を中心に行った。第一に、生物学的応答修飾物質LC9018を放射線照射との併用効果について検討した。その結果、LC9018の腫瘍内投与により、放射線による腫瘍母地効果（tumor bed effect）が増強されることが判かった。第二に、抗癌剤による放射線防護効果について検討した。抗癌剤エトポシドを前投与しておくとマウスの放射線骨髄損傷が軽減されることが判った。その機構はエトポシド投与により、骨髄幹細胞の再増殖が刺激され加速されるためである。第三に、低酸素状態が腫瘍細胞の性質に及ぼす影響について検討した。骨肉腫培養細胞を低酸素化に培養することにより、血管増殖因子（VEGF）のmRNAが増強されることが判った。再酸素化された腫瘍細胞は、その後に受ける放射線照射の潜在的致死損傷に対し、強い回復力を示すことが判明した。

［研究発表］

1．安藤、小池：日本医学放射線学会 第32回生物部会、横浜、1993. 4.
2．S. Yamada, K. Ando, S. Koike et al : International Conference on Chemical Modifiers of Cancer Treatment, Kyoto, 1993. 6.
3．T. Sugita, S. Koike, K. Ando and M. Mukai : Int. Congress of Radiation Oncology (ICRO), Kyoto, 1993. 6.
4．飯塚、安藤：第52回日本癌学会総会、仙台、1993. 10.

5．放射線障害の免疫学的研究

明石真言、蜂谷みさを、川瀬淑子、鈴木 元

本研究は主として間質細胞や血液細胞を用いて放射線による生体反応を、また放射線防護の機序も研究した。

① 放射線によるMn－SODの誘導

細胞は放射線により様々な反応をひきおこす。この反応はO_2^-等のFree Radicalsによる DNA損傷が主な原因と考えられている。Mn－SODはこのFree Radicalを消去する酵素であり、生体に重要 な役割を果たしている。これまでにヒト線維芽細胞 (WI 38) では放射線によりGM－CSFをはじめとするcytokinesが誘導される事を見出したが、Mn－SODも誘導されることも見出した。

WI 38は無刺激状態でMn－SOD RNAを発現しており照射により線量・時間に依存して増加した。その活性も増加している。この機序を解明する為にプロスタグランヂンの合成阻害剤であるインドメサシン存在下で照射するとMn－SOD RNAの誘導にはInterleukine－1（IL－1）を介すが、Protein Kinase Cの活性化は必要としない事も判明した。

② ヒト顆粒球におけるOK－432によるMn－SODの誘導

OK－432は実験動物において放射線防護作用を持つ事が示されているがその機序に関しては不明である。健常成人の末梢血より得た顆粒球をOK－432と培養すると濃度・時間に依存してMn－SOD RNAの発現を増加させた。Mn－SOD活性も増加していた。蛋白合成阻害剤であるcycloheximide（CHX）前処理でOK－432によるMn－SOD RNA発現は阻害された。一方、ヒト前骨髄白血病細胞（HL－60）においてもMn－SOD RNAの誘導が認められた。これらのことは、成熟顆粒球によるフリーラディカルの除去がOK－432による防護作用において重要な役割を果たす可能性を示唆している。

③ 高頻度に自然発生するLeidig cell tumorの解析

放射線による骨髄性白血病の誘導に与える因子を研究す

る過程で、マウスでは精巣の間質細胞腫であるLeydig cell tumor がかなり高頻度に発生する事が病理学的検索によりわかった。このマウスではほとんどの雄に Leidig cell tumor が発生するが、発生しないものと比べて平均寿命に差はない。この、Leiding cell tumor の生化学的性質および生体内に及ぼす影響について検討した。

[研究発表]

① Akashi M, Hachiya M, Kawase Y, Suzuki G.: First International Symposium. CYTOKINES in Bone Marrw Transplanation. Christchurch, 1993. 9.

② Akashi M, Nakao I, Hachiya M, Takagi S, Mizoe J, Suzuki G, Akanuma A.: 低線量放射線及び関連物質被曝の生物学的効果に関する国際シンポジウム。長春、1993. 10.

③ 明石、蜂谷、大沢、清水、川瀬、鈴木：日本免疫学会、1993. 11.

④ Kawase Y, Akashi M, Ohtsu H, Aoki Y, Akanuma A, Suzuki G.: Effect of human recombinant granulocyte colony-stimulating factor on induction of myeloid leukemias by X-irradiation in mice. Blood, 82, 2163-2168, 1993.

⑤ Wada M, Bartram C, Nakamura H, Hachiya M, Chen D, Borenstein J, Millar C, Ludwig L, Hansen T, Reiter A, Mizoguchi H, Koeffler P.: Analysis of p53 mutation in large series of lymphoid hematologic malignancies of childhood. Blood, 82, 1993.

⑥ Hayashi O, Akashi M, Fujime M, Hanazawa K, Kitagawa R.: Detection of Interleukin-1 Activity in Human Bladder Cancer Cell lines. J. Urology, 151, 750-753, 1994.

6. 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、鵜沢玲子、明石真言、野村昌行

本研究では、急性放射線被曝の際に標的臓器となる造血系およびリンパ系の障害治療に関連して、造血因子および造血因子惹起物質 OK-432の放射線防護効果を基礎的に検討すると共に、骨髄移植で問題となる移植片対宿主（GVH）反応、宿主対移植片（HVG）反応の基礎的検討を行う。なを、関連研究を受託研究および安全解析研究で行っているので参照されたい。

2-1. 放射線防護剤としての OK-432と G-CSF 併用に関する研究

生物効果修飾剤（BMR）の一種である OK-432は、様々なサイトカインを生体内で誘導する事により、放射線防護効果を発揮する。これまでの研究で、OK-432は照射24時間前から照射3時間後に投与した場合に最大の防護効果を発揮する事が判っていた。この防護効果の一部は、OK-432による IL-1の誘導によると考えられる。他方、骨髄細胞に OK-432を添加して培養すると、造血効果をもつサイトカインが産生される。このサイトカインの産生能は、骨髄細胞を照射すると急速に失われる。OK-432の放射線防護効果が照射後投与で失われる原因として、OK-432（あるいは IL-1）により刺激されて造血性サイトカインを産生する骨髄中の細胞が照射により消失するという可能性が考えられた。

そこで、致死線量照射 BDF1 マウスに3日間 G-CSF を投与して骨髄細胞の回復を促進した後、OK-432あるいは IL-1を照射後3日目に1回投与した。G-CSF や OK-432や IL-1を各々単独投与した場合のマウス生存率は、各々20%、28%、28%であったが、OK-432とG-CSFの併用により生存率は80%に増加した。IL-1とG-CSFの併用では生存率が32%迄しか回復しなかったため、OK-432は IL-1を介した機序とは事なる機序で放射線防護効果を発揮すると考えられる。

[研究発表]

(1) 能勢他：第36回日本放射線影響学会、1993. 10. 広島

(2) M. Nose, Y. Aoki etal.: *Int. J. Radiot. Oncology Biol. Phys.* 29, 631-634, 1994

2-2. 移植片対宿主 (GVH) 反応あるいは宿主対移植片 (HVG) 反応の制御に関する研究

輸血後 GVHD の臨床例を検討すると、GVHD の発症に手術などに伴う炎症が大きく関与している事が判る。輸血製剤中の GVH 惹起リンパ球は、正常の宿主に輸血された場合には不活性化されてしまい、GVH 反応を起させない。骨髄移植でも同様の事態が起きているらしいことは、安全解析研究の項で述べる。ここでは、リンパ球の活性化（アナジー）誘導に関した研究結果を報告する。

トランスジェニック技術を用いて、マクロファージのみが抗原刺激できる環境を作った。すなわち、マクロファージ特異的に働く c-fms 遺伝子のプロモーターにクラス IIMHC 遺伝子を接続した遺伝子断片を B6 マウス受精卵に導入し、トランスジェニックマウスを作成した。このトランスジェニックマウスでは、マクロファージにのみクラス IIMHC 分子である I-E が発現する。一般にマクロファージはリンパ球活性化能力が高いと言われているが、それはマクロファージが細菌や寄生虫やウィルスを貪食する事に由来している。感染という事態では、マクロファージは活性化され種々のサイトカイを産生し、また接着分子を多量に発現するようになっている。非活性化状態のマクロファージのリンパ球活性化能に関する研究は技術的に難しくこれまで報告されてこなかった。私たちの研究により、非活性化状態のマクロファージはTリンパ球を刺激する代わりに不活性化（アナジー）する事が判明した。

アナジーに陥ったTリンパ球は、T細胞増殖因子 IL-2の産生障害をおこす。なぜこの様な障害が起きるのか、分子論的な解明が必要である。私たちは、スーパー抗原 SEB に反応性T細胞のアナジーを誘導して、アナジーに陥ったTリンパ球を解析した。その結果、アナジーに陥った細胞では、CD28分子を介した副刺激シグナルが障害を受けている事が判明した。

[研究発表]

(1) T. Miyazaki, G. Suzuki, K. Yamamura: *Int. Immunol.*, 5: 1023-1033, 1993.

(2) A. Uzawa, G. Suzuki et al.: *Radiat. Res.*, 137: 25-33, 1994.

(3) N. Fusaki, T. Katagiri et al.: *Int. Immunol.*, 6: 1245-1255, 1994

(4) G. Suzuki, M. Nomura et al. Submitted.

(5) 鈴木　元「輸血後 GVHD のすべて」（十字猛夫編）金芳堂出版、京都、1994, 9.

(6) 鈴木　元、「臨床免疫」25:1207-1210, 1993.

(7) 鈴木　元、「Medical Immunology」 26：207－213, 1993.
(8) 鈴木他、第3回　Kyoto T cell Conference, 1993, 10, 京都
(9) 野村他、第23回日本免疫学会、1993, 11, 仙台
(10) 鈴木他、第23回日本免疫学会、1993, 11, 仙台
(11) 中田他、第23回日本免疫学会、1993, 11, 仙台
(12) 房木他、第23回日本免疫学会、1993, 11, 仙台
(13) 鈴木、第38回日本リウマチ学会、1994, 4, 東京

7．放射線誘発アポトーシスに関する研究

大山ハルミ

特徴的な形態学的変化を伴い、遺伝子にプログラムされている細胞死－アポトーシスが多様な生命現象に関与することが明らかになっている。本研究は、放射線によって誘発されるアポトーシスの機構を解明し、もって放射線障害の診断と治療に資することを目的とする。

これまでの研究で、胸腺細胞の間期死が典型的アポトーシスであること、さらに、数種の胸腺リンパ腫細胞がきわめて放射線感受性にアポトーシス起こすことを見いだした。この胸腺細胞のアポトーシス発現には、タンパク質合成のみならず、セリンプロテアーゼによるタンパク質分解が必須であることを昨年明らかにした。今年度は胸腺リンパ腫の放射線誘発アポトーシスにおけるプロテアーゼの関与に関し検討を進めた。

胸腺リンパ腫細胞であるSCA１、３SBは、X線5Gy照射後4時間でクロマチン凝縮で判定したアポトーシスは約80％に達する。これら細胞に照射後各種のセリンプロテアーゼ阻害剤を添加し、アポトーシスに伴うクロマチン凝縮（ギムザ染色、およびヘキスト蛍光染色）、DNA分解（FACScanによる）、およびDNAのオリゴヌクレオソームへの断片化（アガロースゲル電気X泳動）に対する効果を調べた。その結果、TPCKは0.1mMで両細胞のいづれのアポトーシス指標に対してもほぼ完全な抑制効果を示した。しかし、APMSFでは抑制効果が認められず、むしろ高濃度では促進効果が認められた。また、ペファブロックは、0.5mMおよび1mMでは照射によるクロマチン凝縮細胞を低下させるが、DNA断片化を抑制しないことが示された。これらの結果は、リンパ腫のアポトーシス発現にいくつかのセリンプロアーゼが関与する可能性を示しており、クロマチン凝縮とDNA断片化には異なるセリンプロテアーゼが関与しているのではないかと考え、詳細に関して検討中である。

［研究発表］

1）大山：日経サイエンス、1993年6月号、30－33
2）大山：放射線を利用した生命現象解明への展望－エーシングとアポトーシス専門報告会、京大原子炉、89－98, 1993
3）大山、山田：第46回日本細胞生物学会大会シンポジウム、前橋、1993, 10.
4）塩川、大山、池北、山田、高橋、田沼：第46回日本細胞生物学会大会、前橋、1993, 10.
5）大山、笛木、池北、田沼、山田：第66回日本生化学会大会、東京，1993. 10.
6）大山、山田：実験医学、11. 2342－2346
7）塩川、大山、池北、山田、高橋、田沼：第66回日本生化学会大会、東京，1993. 10.
8）谷本、五十嵐、大山、池北、山田、田沼：第66回日本生化学会大会、東京，1993. 10.
9）五十嵐、大沢、塩川、大山、山田、池北、田沼：第66回日本生化学会大会、東京，1993. 10.
10）山本、大山、古川、早田、他：日本医学物理大会第10回研究発表会
11）大山：日本放射線影響学会第36回大会、シンポジウム、広島、1993. 10.
12）大山、白石、清水、能勢、山田：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
13）Uzawa A., Suzuki, G., Nakata, Y., Akashi, M. Ohyama, H, and Akanuma, A. Radiat. Res. : 137, 25－33, 1993.
14）大山：細胞死：アポトーシス、メデカルレコード、19巻、1994. 7－15
15）山田、大山：「アポトーシスの科学」講談社ブルーバックス、1993. 2.

9．重粒子治療センター

9－2　医用重粒子物理・工学研究部

概　況

平成5年度から重粒子治療センターに所属する医用重粒子物理・工学研究部となり、重粒子線がん治療装置の高度化、並びに重粒子線の医学利用に関する基礎的研究で、物理・工学に関連する調査及び技術的開発研究を進めることになった。特に、重粒子線がん治療装置が完成したことに伴い、重粒子治療センターに運転課が新たに設けられ、当研究部からも研究員を送り込むことによって互いに協力し、重粒子治療技術の向上を目指して、装置の高度化と開発研究を担うことになった。

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。構成メンバーは、部長、併任13名、第1研究室専任研究官2名、客員研究官2名、科学技術特別研究員1名、第2研究室専任研究官6名、客員研究官4名、第3研究室専任研究官7名、客員研究官3名、研究生3名である。

研究の内容は、世界初の医学専用の高エネルギー重粒子加速器を中心とした「重粒子線がん治療装置」の建設に関する　1）加速装置技術の開発研究、2）利用技術および関連基礎研究である。本年度は、同装置の製作・据付調整からビーム加速試験を行うと同時に、関連する基礎研究を所内外の既存施設を用いて実施した。重粒子線がん治療装置は、昨年度完成しビーム試験を終了した入射器系に続いて、主加速器系、高エネルギービーム輸送系、治療・照射系、制御系の製作を全て完了し、現地への据付・調整を行った。装置全体を通してビーム加速試験を行い、所期の性能を確認した。試験研究としては、長寿命のPIG型パルス多価重イオン源及びECR型イオン源の収率向上に関する開発、前段加速器における高周波系の調査開発、主加速器における入射・加速・引き出しに関する開発、加速器各段の重粒子ビーム観測のためのビーム監視装置の開発、照射シミュレーションシステムによるビーム制御に関する開発等の試験研究を実施した。さらに、重粒子治療に必要な基礎研究としてサイクロトロンからのα, ^{12}C, ^{3}He を用いた実験に加えて、理化学研究所リングサイクロトロンを用いた生物実験研究等を前年度に引続き行い、重粒子線治療開始に必要な物理的・生物的データの集積に努力した。

一方、重粒子線がん治療装置の完成に伴い、施設の安全検査を受けた後、初期の重粒子治療に使うことを予定している炭素ビームの特性について物理線量、LET等の測定を開始し、前臨床試験の一部として細胞及び動物実験等を開始した。

（河内清光）

1．重粒子線がん治療装置前段加速器に関する研究

小川博嗣、村上　健、山田　聰、佐藤幸夫、山田孝信、北川敦志*1、南園忠則*2、吉澤　潤*2
（*1科学技術特別研究員、*2客員研究官）

イオン源及び前段加速器は、平成5年3月に、PIGイオン源及びECRイオン源の調整を開始し、続いてRFQ型線型加速器、アルバレ型線型加速器による He^{+} の加速試験に成功した。本年度に入ってからは、直ちに試験運転時の法定検査が実施され、合格証の交付を得て、秋に予定される重粒子線がん治療装置のビーム試験・総合調整に向けて、輸送ラインのビーム輸送効率の改善、線型加速器の透過効率の改善、各機器の動作の安定性の向上、各種イオンに対する再現性ある運転パラメータの確立を主目的とする本格的なビーム加速調整に入った。

重粒子線がん治療装置のビームを用いた総合調整は、11月17日に開始されたが、入射器系からは、装置性能検査のためには、6 MeV/uの He^{2+} イオンを、その後の臨床試行前の実験については、6 MeV/uの C^{6+} イオンを、スケジュール通り、安定に供給している。通常の運転にはECRイオン源が用いられ、PIGイオン源は不測の事態に対応できるよう常に準備されている。

イオン源では、He, C, N, O, Ne, Si, Ar等について調整試験を重ね、このうち He^{+}, C^{2+}, C^{4+}, O^{3+}, Ne^{4+} については加速調整が行われ、6 MeV/uのビームとして、実用強度が得られている。ECRイオン源は、ビームの安定性も良好で、He^{+} は2％、その他のイオンについても5％程度の長時間安定性が得られた。ビーム強度の向上や運転の容易化については、チェンバーを改造してマイクロ波入力の増加と真空度の向上をはかり、またプラズマ閉じ込めの磁場強度の増強を行った。更に計算機シミュレーションにより、ビーム引出し構造の最適化をはかった。その結果、各イオン種のビーム強度は、数十％から数倍増加した。特にプラズマへの電子供給法の一種であるバイアス・プローブ法のテストでは、ビーム強度の増大のみでなく、生成イオン価数分布の多価への移行が確認され、多価イオン生成機能の向上についての知見が得られた。PIGイオン源では、最初に治療に使われる炭素ビームについて、C^{4+} による28時間のビーム耐久試験を実施したほか、連続使用時間に影響するチムニー内部の汚れを少なくするため、スパッタ法を試み、C^{2+} で900 μAの取出しに成功した。調整を容易にするために、ボンバード電源では、立ち上げ時には定電流動作とし、スパッタ電源については、パルス負荷に対応できるよう改良を施した。

また、中エネルギービーム輸送系のアルバレ型線型加速器の直下流に、線型加速器と同期して動作する、20°偏向のパルス電磁石とこれに続く70°偏向電磁石を含むビーム分析系を設置した。これにより、シンクロトロンへの入射ビームを損なうことなく、加速ビームの性質を測定することが可能となった。

入射器系の機能向上に関しては、パルス毎に異なったイオン種の加速を可能とする時分割加速について検討を行った。

［研究発表］

1）Murakami, T., et al. : Proc. of the Particle Accel. Conf., 1686～1689 (1993)
2）Yamada, S., et al. : 第17回リニアック技術研究会 (1993)
3）Kitagawa, A., et al. : Proc. of 5th Japan - China Joint Symp. on Accel. for Nucl. Sci. and Their Appl. (1993)
4）Kitagawa, A., et al. : Rev. of Sci. Instrum., 65, 1087～1089 (1994)

2．重粒子線がん治療装置主加速器及び高エネルギービーム輸送系に関する研究

佐藤健次、熊田雅之、板野明史、高田栄一、金沢光隆、野田耕司、松本　啓*1、遠藤有聲*1、野田　章*1、須藤美智雄*1、取越正巳*1、荒木夏治*1、内野權次*2、佐藤　皓*2、末野　毅*2、高田義久*2、加藤直彦*2、田辺徹美*2（医用重粒子物理・工学研究部、*1客員研究官、*2加速器システム分科会委員）

重粒子線がん治療装置の７年間に亘る建設計画の最終年度である平成５年度においては、主加速器及び高エネルギービーム輸送系の現地での電源類の試験・調整に加えてビーム試験のための総合調整を含む据付・調整２が発注され、主加速器での加速・取出しと、それに続く高エネルギービーム輸送系を通しての治療照射室や実験照射室までのビーム輸送が予定通り進行した。まず平成５年度の早い時期に改めて基準点の高精度の設置をやり直した。これに際して、既に、据付けが完了している入射ビーム輸送系及び出射ビーム輸送系のあるがままの位置と整合させ、かつ、上下２台のリングの周長を一致させ、さらに、それなりの位置に据付けられている電磁石類の位置の移動量を最小限にする基準点の位置を検討した。そのため日程的にも、真空リーク試験や冷却水の供給を待っていた電源類の試験・調整は順調に進んだ。

真空ダクト組込みの後上下２台のリングの真空ダクトを全て200℃に昇温するベーキング作業が行われ直ちに設計値通りの高真空度が実現された。主リングの偏向電磁石及び四極電磁石の電源の最終試験・調整が行われた。

高エネルギービーム輸送系の電磁石類の据付に関しては、建屋の傾きや床の伸縮を常時計測しながら、慎重に進められた。

制御系については、以上のような作業と平行して通信回線の試験が行われてきたが、他の作業の完了を待って、電源類の遠方運転等により、ビーム無しの状態での総合試験・調整が行われ、全ての機器類が制御室の操作卓から正常に操作できることが確認された。

ビームありの総合調整は、11月17日に、前段加速器からのビームを入射ビーム輸送系を通してシンクロトロンに入射する試験により始められた。この試験では、ヘリウムイオン He^{2+} が核子あたりエネルギー６MeV/u で入射され、230MeV/u にまで加速された。一周回入射、多重周回入射、高周波捕獲、加速、取出し、及び、高エネルギービーム輸送と順調に進み、１カ月後の12月16日には、全ての照射室の直前にまでビームが誘導された。

その後、重粒子線がん治療装置の安全申請に関わる審査に合格してからは、炭素イオンの加速に取組み、290 MeV/u や 430MeV/u のエネルギーの調整にさらに短時間で成功している。

［研究発表］

(1) K. Sato et al., Proc. of 3rd Int'l Workshop on Accelerator Alignment, Sep. 28－Oct. 1, 1993, Annecy, France, p. I / 67.
(2) K. Sato et al., Proc. of 5th Japan－China Joint Symp. on Accelerators for Nucl. Scien. and Their Appl., 18－20 Oct., 1993. Osaka, Japan. P. 7.
(3) M. Kanazawa et al., Proc. of 9th Symp. on Accel. Scien. and Tech., Aug. 25－27, 1993, KEK, Tsukuba, Japan. P. 184.
(4) A. Itano et al., to be published in Proc. of 13th Int' l Conf. on Magnet Tech., 1993, Victoria, Canada
(5) M. Kumada et al., to be published in Proc. of 1993 Particle Accelerator Conf., 1993. Washington, D.C., U.S.A.

3．医用重粒子線の照射・制御及び利用に関する研究

曽我文宣、遠藤真広、金井達明、河野俊之、蓑原伸一、古澤佳也、宮原信幸、河内清光（重粒子）、須藤美智雄、外村浩美（客員研究官）、伊藤浩子（外来研究員）、稲田哲夫（筑波大学）

１）重粒子線がん治療装置照射系及び制御系に関する研究

重粒子線がん治療装置照射系に関するほとんどの機器が製作され搬入据付が行われた。又、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製作も進み、それぞれの計算機に組込まれて、試験が進んだ。

照射系機器は高エネルギービーム輸送系最後端に続く照射系上流部、中性子シャッターを介して治療室内に据付けられた中流部、及び下流部の機器よりなる。上流部のワブラー電磁石、散乱体、コリメータ、ビームストッパーは平成４年に既設され、平成５年度には中流部のリングコリメータ、線量モニター、リッジフィルター、レンジシフター、下流部の平坦度モニター、４枚羽根コリメータ、多葉コリメータ等が設置された。又、６パラメーターで制御される治療台も据付られた。これらの装置の現場制御盤、又操作卓から遠隔制御する為の多様の機器制御インターフェースが照射系機械室に設置された。

位置決めの装置はＸ線管、ライトローカライザー及びイメージ・インテンシファイアー管が据付られた。これらはＸ線曝写制御装置及び位置決め計算機により駆動される。

以上のような装置が照射管理計算機、治療制御計算機、位置決め計算機により制御動作試験をされ、全系との結合試験を含めて実施された。２月から実際にビームを主としてＢ治療室に導入し、ビームを使った照射系の機器のテストが進んだ。

治療制御には一般測定モード、線量測定モード、治療モードという三種類のプログラム・モードがあり、それぞれのプログラムに対するテスト、デバッグ等が進んだ。

一方、治療計画に対しては計算機 TITAN を使った三次元治療プログラムがほぼ完成し、Ｘ線 CT 画像からの取り込みから具体的治療計画へのプロセスが可能になった。

2）ビームを使用した測定

2月よりの炭素290MeV/uのビームを使って、種々の物理測定及び生物測定を行った。特に平成6年度に始まる予定の臨床試行に向けての前臨床試験実験としての測定が精力的に行われた。これらには線量測定、ブラッグカーブの測定、照射野平坦度測定、ペナンブラの測定、リッジフィルター作成によるSOBP（Spread Out Bragg Peak）の特性試験等の物理測定があり、又、V79、HSG細胞による生残率測定などの細胞照射、マウスによる皮膚短縮、腫瘍反応の照射実験も行われ、臨床試験の為の基礎データが生成された。

［研究発表］

1）Kanai, T., et al.: J. Rad. Res., 135, 293－301, 1993

10. 環境放射生態学研究部

概　況

本研究部は、放射性物質の陸圏環境中での分布、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モデルやパラメータに関する調査研究などを実施している。

特別研究「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」がスタートした。また、電源多様化技術開発費による「アルファ廃棄物処理．処分対策技術に関する評価」および原子力基盤技術研究費による「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」を継続している。その外に5課題の放射能調査研究と2課題の国際協力研究を行っている。

第1研究室では、放射性核種などの環境挙動に与える因子を検討し、環境変化と生態影響との関連についての基礎的研究をおこなった。

第2研究室では、環境中のヨウ素の化学形態と土壌吸着との相関関係およびその吸着メカニズムの解明研究を行っている。

第3研究室では、ICP質量分析器による食餌および環境試料のU測定値の再現性と精度向上をはかり、また組織中のC, N等を定量する研究を行った。

これらの研究成果として、本年度は17編の原著論文と8編の総説、解説、プロシーデイング、書物などを発表した。

柳沢は「日ソ外相覚書」による研究協力で旧ソ連へ、中島は「チェルノブイリ国際研究センター」に視察目的で、また、河村はIAEA－RCA調査研究の最終会合出席のため天津に、内田はFAO / IAEA共催の研究協定会議のためインドネシアに出張した。また、吉田はカナダに一年間の原子力留学をしている。なお、白石（オーストラリア）は研究交流促進法により国外出張をした。

休職中の住谷みさ子主任研究官は療養の甲斐もなく逝去した。　（中島敏行）

1．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、保田浩志、田上恵子、
横須賀節子

本研究は、線量当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を明かにすることを目的とする。本年度は、前年度に引き続き、テクネチウム（Tc）等の長半減期核種の土壌中の挙動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、あらたに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する検討を実施した。

(1) Tcの土壌吸着挙動と土壌の酸化還元電位

本年度は、土壌の酸化還元電位と関係する土壌微生物の活性とTcの土壌溶液への溶解性との関係について基礎的な実験を行った。すなわち、微生物の栄養源となるブドウ糖を添加した土壌を密閉・湿潤状態に置いた実験系で、土壌溶液に溶存する7価のTc濃度を経時的に測定し、ブドウ糖添加量とTc濃度の関係を調べた。その結果、ブドウ糖添加量の増大にともない溶存するTc濃度は減少し、同時に酸化還元電位の減少も観察された。一方、滅菌処理を行った土壌については、これらの減少は、顕著にはみられなかった。これらの結果より、ブドウ糖添加は、土壌微生物の活性を高め、土壌中の酸素の消費により還元状態を発達させ、Tcの還元による不溶化を惹起していることが推測された。有機物含量の大きい土壌では、土壌微生物の活動にともなう酸化還元状態の変化が、Tcの土壌中挙動に影響を及ぼす可能性が考えられた。

(2) 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）を推定する目的で、国連科学委員会が用いている評価法のわが国への適用を試みた。本年度は、東日本で、放射能モニタリングデータが整備されている北海道、青森県、宮城県、秋田県、福島県、および東京都について、同委員会によって提案された降下量と摂取量を関係づける応答関数の係数を、逐次近似法による最小自乗法によって求めた。この結果、単位面積（1 m^2）あたりに^{137}Csが単位量（1 kBq）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、2.1～4.3（Bq a/kg）であり、これによる線量当量預託は、10.8～22.5（μSv per kBq/m^2）と計算された。これらの値は、欧米諸国と比較し小さく、線量評価にあたっては、食品摂取状況等対象とする地域特有の自然・社会的環境条件を考慮する必要性が認識された。

［研究発表］

1）渡部輝久：環境中の^{137}Csに起因する公衆の線量当量預託評価に係わる降下量－摂取量換算係数について（Ⅰ）．保健物理，28, 325－341, 1993.

2）渡部輝久：環境中の^{137}Csに起因する公衆の線量当量預託評価に係わる降下量－摂取量換算係数について（Ⅱ）．保健物理，29, 41－53, 1994.

3）Yasuda, H., Uchida, S. and Inoue, Y.* : Proc. XXV Congress of Int. Assoc. for Hydrauric Res., Vol. 5, 386－393, 1993. [*Kyoto Univ.]

4）保田浩志：京都大学環境衛生工学研究会第15回シンポジウム講演論文集、115－117, 1993.

5）保田浩志、内田滋夫、松村康行：第30回理工学における同位元素研究発表会、東京、1993. 7.

6）内田滋夫、田上恵子：日本原子力学会1993年秋の大会、神戸、1993. 10.

2．環境における放射性物質およ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

一般環境では、人工放射性核種（^{131}I, ^{129}I, ^{137}Cs, ^{90}Sr, ^{141}Ce, ^{60}Co, など）はほとんど存在しないため、それらを

直接測定できる試料は限られている。そこで、事故などにより環境に放出される可能性のある放射性核種の挙動を予測する一つの方法として、それらに対応する安定元素に関するデータを蓄積することが必要である。

本年度は、ICP－MS（誘導結合プラズマ質量分析法）を用いて、雨水中に含まれる微量元素（U, Th も含む）の定量分析を行う目的で、種々の元素について分析条件等を検討し、実際の雨水の分析を試みた。この方法により、濃縮操作等を行わずに検出できた元素は、Li, Na, Mg, Al, Cl, Ca, Mn, Cu, Zn, Br, Rb, Sr, Cd, Sn, I, Cs, Ba, La, Ce, Tl, Pb, U 等であった（しかし、試料によっては検出できないものもあった）。

特に、I, Br, Cl については、東海村（２地点）、那珂湊市、水戸市、東京（練馬区）で、雨水を平成５年１月から12月にかけ月毎に採取し詳しい測定を行った。ヨウ素濃度は１～４ppb の範囲にあり、那珂湊が多少高いものの地点による差はそれほど大きくなかった。季節変動は冬から春にかけてヨウ素の濃度が高い傾向にあったが、降下量は雨量の多い夏期に高かった。I/Cl 比は、海岸に近い那珂湊で特に低かったが、その値でさえも海水の値に比べるとはるかに大きい。このことは、雨水中のヨウ素の起源が風送塩ではなく、海水からのヨウ素の選択的な揮散に関係していると推定された。

このほかに、東海圃場で栽培した農作物及び土壌中に含まれる安定元素の分析についても研究を行った。また、キノコによる放射性核種の取り込みに関するトレーサー実験等も実施した。

［研究発表］

1）村松、吉田：日本地球化学会、大阪、1993. 10.
2）Muramatsu & Yoshida : Radioanal. Nucl. Chem. 161 (1993) 73－80.

３．アルファ核種の系統分析法および超微量安定体の分析法ならびにその応用に関する研究

河村日佐男、白石久二雄

環境・食品－人体系における放射性核種の移行機構の解明および公衆が受ける被曝線量の推定に資するため、人体組織および食品試料中のアルファ核種および超微量安定体の分析測定法の開発およびその応用研究を行うことを目的とする。

本年度は、人体組織の主要成分であり、放射線による線量算定上重要で標準日本人データとして必要なC，HおよびNの含有率の分析を試みた。また、前年度にひき続いて、天然のアルファ核種であるUおよびThのICP－MSによる分析法の一層の迅速化をはかり、チェルノブイル事故により影響を受けた地域の飲料水、陸水に応用した。

C，HおよびNに関しては、試料の燃焼法と赤外線吸収および熱伝導度検出法を組み合わせた自動化システムの利用の可能性につき、まず市販の生物標準試料（NIES およびNIST 製）を用いて検討を行った。その結果、乾燥粉末 2－3 mg を錫製カプセルに封入しマイクロ天秤で秤量後、C，H，N分析装置に導入することにより、アセトアニリドでは変動係数最大 0.6％以内、実試料では２％以内で、比較的短時間内に定量できた。NIST Bovine Liver では、C 50.4%, N 10.5%であった。さらに、人体の元素組成標準値の研究への応用の可能性が確かめられた。

U, Th に関しては、使用したICP－MS装置に備わる半定量モードによる多元素分析法の適用を市販の水の標準試料（NIST 製）を用いて検討した。その結果、多くの元素につき相対誤差 30％以内という精度・正確さとともに、測定時間が特に短かいという利点があり、多数の環境試料の分析法として満足できることがわかった。本法により旧ソ連地域で収集した100以上の陸水試料を分析した結果、^{232}Th および ^{238}U の濃度の範囲は、１リットルあたりそれぞれ N. D. ～40 μg および N. D. ～1000 μg となった。範囲内の上方の値は地球全域の陸水文献値と比べて大きかったので、食品からの摂取量データとも合わせて今後さらに検討する予定である。

［研究発表］

1）河村、佐々木：第54回分析化学討論会、水戸、1993. 6.
2）Shiraishi et al. : J. Radioanal. Nucl. Chem., Articles, 173, 313－329, 1993.

11. 海洋放射生態学研究部

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、本年度発足した新環境特研の中の2課題で主に実施した。特に我が国の原子力施設は海岸立地であるということで、淡水・汽水域の生物濃縮に関する研究は20年以上本格的に行われていなかったが、現在建設中の施設付近には一部汽水湖を含むので、本特研で注目し、研究を開始した。最近は地球規模の核実験は行われなくなったが、他の要因による大規模汚染の可能性はあるので、緊急時の対策としても淡水・汽水圏の研究は必要である。経常研究としては分析法の検討や海産生物の濃縮機構の研究等を行った。

一方、国の環境放射能調査の一部を分担し、継続的な3課題を実施したが、旧ソ連・ロシアの放射性廃棄物の日本近海への投棄事件の発覚に際し、日本海の表層～深層水および海産生物について臨時の放射能調査も行った。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。

フィールドの研究に関しては東京大学海洋研究所「淡青丸」の共同利用のほか、北海道大学「北星丸」、海洋科学技術センター「かいよう」「なつしま」の協力を得て多くの試料を採取することが出来、文部省高エネルギー研究所施設の共同利用、極地研究所との共同研究を通じて研究を推進することが出来た。

科学技術特別研究員成田尚史は4月15日付で辞職し、後日北海道大学水産学部に採用された。外来研究員として東大海洋研究所の大竹二雄博士の協力を得て、発育段階で変態のステージを示す魚類について放射性核種の濃縮の様相について研究を行うことが出来た。　　（中村　清）

1．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

海洋環境の汚染とそれによるヒトの被曝線量の予測のための基礎資料を得ることを目的とし、その為海洋に放出された放射性物質の環境物質と生物への分布・蓄積とその変動を把握し、放射性物質の移行、循環の経路と移行量およびこれに影響する因子についての知見を得る。西太平洋において海水および海底堆積物を採取し、人工放射性核種、$^{239,240}Pu$, ^{137}Cs および天然放射性核種 ^{230}Th, ^{228}Th, ^{231}Pa, ^{210}Pb を分析測定した。また東シナ海において海水、沈降粒子、懸濁粒子等を採取し、天然放射性核種を分析測定した。これらの測定値を基礎に海洋における物質循環の機構を解明しつつある。

更に、このテーマを遂行する為には欠く事の出来ない海洋環境試料中の放射性核種の分析法の開発および簡便化、迅速化を図って来たが、今年度は前年度に引続きテクネチウムの分析法の検討を行った。

テクネチウムはルテニウムおよびヨウ素と共に水溶液中で負の電荷を持つ安定なイオン種として存在する元素であり、同時に人工放射性核種としてもこの3元素は重要な核種が存在する、すなわち、^{99}Tc, ^{106}Ru, ^{131}I および ^{129}I であるが、これらの核種は核分裂生成物として多量に生成する。中でもテクネチウムは全ての同位体が放射性であり、その存在が確認されてからまだ一世紀も経っていない元素であってその物理化学的性質についてまだ未知の部分がある。従来、海水からテクネチウムを分離する場合は陰イオン交換体に吸着させて前濃縮してから分析をするが、この樹脂からの溶離に時間と大量の試薬を必要とした。今年度は樹脂からの溶離に新しい方法の開発を試みた。

陰イオン交換樹脂に $^{95m}TcO_4^-$ を吸着させた後、以下の方法で脱離させた。すなわち、樹脂 100ml 当り濃塩酸 20ml を加え、2mg の Fe^{3+} イオン、および飽和 NH_4SCN 溶液 5ml を加え振とうする。その後0.5%アスコルビン酸溶液 1ml を加え再び激しく振とうする。上澄液を分液ロートに移し、n－酢酸ブチル 25ml を加え振とうする。有機相に飽和 NH_4SCN 溶液 1 ml と30% NaH_2PO_4 溶液 20ml を加え振とうした後水相を捨てる。テクネチウムは有機相に分離される。従来の方法より迅速であるが収率が約 50 %程度であって更に改良が必要である事がわかった。

［研究発表］

1）Nagaya, Y., Nakamura, K. : Deep Ocean Circulation, ed. Teramoto, 157－167 (1993)

2）Hirano, S., Matsuba, M. : Topical Symp. Tc－93, Sendai (1993)

3）Hirano, S., Matsuba, M. : Radiochimica Acta 63. 79－82 (1993)

2．海洋生態系における元素の生物代謝変換に関する研究

中村良一、中原元和、石井紀明、松葉満江

元素の生物濃縮は生理的な必要性から積極的に行われるものと、生物が必要としないが、物理・化学的な反応により起るものがあり、大別してもその濃縮機構には大きな差がある。しかも、多種にわたる生物の元素に対する必要性も異なるため、一口に「海産生物による濃縮機構の解明」といっても、種別に一つ一つ調べてゆく積重ねが要求される。その場合、特徴的な濃縮現象を示す生物に着目して、研究を進めることで、生物全般に共通した濃縮機構や生物固有の濃縮機構が明らかになってくると思われる。

（1）海洋生物の中には、ある特定の元素を高濃度に蓄積しているものがあり、これまで軟組織についてはマダコのエラ心臓のCo, U, ワスレガイやシャコガイの腎臓のMn, Zn, エラコの鰓冠のVの例について報告してきた。

一方、海洋生物の歯、ウロコ、殻、結石などの硬組織にも多量の金属元素が含まれていることが知られているが、その沈着メカニズムについてはいまだ十分解明されていないのが現状である。そこで、今年度は環形動物・多毛類のJaws（大顎）に含まれる元素の種類、濃度分布、化学形について検討し、Jawsが形成される際のバイオミネラリゼーションの過程を明らかにすることを目的にして研究を行った。

4種類の多毛類から硬組織に相当するJawsを取り出し、乾燥後、硝酸＋過塩素酸で湿式分解した。多元素分析を誘導結合プラズマ発光および、質量分析法で行った結果、23元素の中では亜鉛が最も高い濃度（5,000ppm）で含まれていることが分かった。

Jawsの中の亜鉛の分布についてX線マイクロアナリシスで検討した結果、亜鉛はJawsの中央付近に偏在していることが分かり、その時の亜鉛の最高濃度は50,000ppmにも達することが分かった。

現在、亜鉛の化学形についてEXAFS（広域X線吸収微細構造）解析法を用いて調査中であるが、Jaws中の亜鉛についてキャラクタリゼーションが完成すれば、Jawsが形成される際の亜鉛の沈着メカニズムに関する重要な情報が得られるものと期待できる。

（2）ウナギやアナゴなど発育段階で変態のステージを示す魚類では、放射性核種の生物濃縮におよぼす変態の影響が注目される。そのため、マアナゴ仔魚による^{125}I, ^{57}Co, ^{103}Ru, ^{85}Sr, ^{137}Cs, ^{54}Mnおよび^{65}Znの7核種の蓄積を調べると共に、変態の前後における蓄積の変化について検討した。

茨城県沿岸で採取した体長12～13cm、体重1.6g位のマアナゴのレプトケファルス期の仔魚および変態完了した稚魚各5尾を1尾づつ別々に、ビーカーに入れた1ℓの濾過海水中で飼育した。飼育海水にはあらかじめ上記のRIを添加してあり、5～7日間の取り込み実験を行った。その後、マアナゴをRIを含まない海水に移し2ヶ月以上にわたり排出実験を行った。実験期間中、水温は15℃で充分に給気し、取り込み実験中は無投餌、排出実験中は生餌を与え、排出されたRIの再吸収を防ぐため、飼育海水を頻繁に交換した。実験期間中、定期的に魚体および飼育水の放射能を測定し、指数関数による近似計算式から放射性核種の濃縮係数(CF)や取り込み、排出定数などの各係数を求めた。その結果、濃縮係数ではレプトケファルス幼生、変態後の稚魚共に、これまで報告された海産魚の成魚の値に比べて、SrとI以外はかなり低く、特に^{54}Mn, ^{57}Co, ^{65}Znなどの誘導放射性核種では顕著で、稚魚と成魚との濃縮の差が明らかであった。また、変態の前後における濃縮の差については、レプトケファルス幼生の方が^{125}Iの濃縮が高かったが、その理由として、変態には甲状腺ホルモンが関係するとの報告があり、ヨウ素の代謝が促進されるからであろうと考えられる。

［研究発表］

(1) 大竹、石井他：Mar. Ecol. Prog. Ser. 112, 189－193 (1994)
(2) 石井他：Marine Biology, 121, 143－151 (1994)
(3) 中村（良）、中原、石井、大竹：平成5年度日本水産学会秋季大会、長崎、1993. 10.

（4） 安全解析研究

1．放射線のリスク評価研究（総括安全解析研究官）

概　況

今年度は当研究組織の構成員に大幅な変動があり、実働研究員数が減少するなど、一面では苦難の年ではあったが、一方では安全解析研究にとって必須の人材として長年要望していた情報工学分野の専門家の新規採用があり、将来に希望をつなぐ年でもあった。即ち、4月に当組織発足以来、「リスク評価」研究室を担当してきた内山正史主任安全解析研究官（室長）が環境衛生研究部の部長として転出し、その後任として10月に中村裕二主任研究官が昇任した。中村裕二主任安全解析研究官は平成6年2月に（財）環境科学技術研究所（青森県）に主任研究員（次長）として2年間の予定で出向した。国際原子力機関に派遣職員として3年間の予定で長期出向中の藤元憲三主任安全解析研究官（リスク解析手法開発担当室長）は平成5年11月の帰任予定を変更し、出向を平成6年11月まで1年間延長した。一方、4月に石川徹夫安全解析研究官が新規採用されリスク評価研究室に加わった。予算定員9名は例年通りであり、出向者2名を含めての実定員は3月末現在で7名であった。 以下に活動の概況を、(1) リスク情報収集・整理、(2) リスク評価手法開発、(3) リスク評価、の3研究室毎に述べる。当組織の特徴としてほとんどの研究課題はこれらの室の枠を越えて全研究員の協力のもとに実施されている。

(1) リスク情報収集・整理研究室（研究員1名）では例年通り国連科学委員会（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資料の収集作業に当たった。UNSCEAR 第42回会議は平成5年4月に開催され、放医研から松平所長（日本政府代表）と佐藤弘毅障害基礎研究部長（アドバイザー）が参加し、また、同第43会議は平成6年3月に開催され、平尾所長（日本政府代表）と佐藤弘毅障害基礎研究部長(アドバイザー)が参加した。これらの会議へのコメント作成などの作業に関してはリスク評価検討委員会のメンバーと所内外の専門家の協力を得つつ西澤主任研究官が中心となって進めた。UNSCEAR 第42回会議の結果に基づいて「UNSCEAR 1993年報告書」が10月に UNSCEAR から出版されたことに伴い、その日本語出版のために佐藤弘毅障害基礎研究部長を部会長とする翻訳部会を設けて翻訳作業を開始した。

(2) 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）の開発を進めて来ており、今年度は環境中放射性核種移行に関するコンピュータ・コードの大枠が出来上がった結果として、HESANS 全体の枠組みが完成し、HESANS 第1期計画が終了した。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期計画の作成作業を行った。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・測定法の品質管理の面での協力支援を行うと共に、地下などの特殊環境での測定調査とデータ解析を進めた。

(3) 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および環境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能量の測定と、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、ベラルーシ、ウクライナの研究者の受け入れ（短期トレーニング）が2月に行われ、環境衛生研究部、物理研究部、放射生態学研究部と共に当組織もこれに協力した。「リスク認知」に係わる研究として、様々な産業および社会的事象についてのリスク認知を放医研養成訓練部が実施しているトレーニングコースの研修生等を対象として調査した。

当組織の「研究と行政とのインターフェイスに役立つ」という機能に関しては、昨年までかなりの努力を払ってきた「原子力のパブリック・アクセプタンス（PA）について放射線影響の正しい知識を普及する活動としての原子力PA用データベースの作成」（科学技術庁の依託により日本原子力研究所が主体となって実施）に引き続き協力すると共に、安全解析に係わる科学技術庁等の各種の委員会、審議会等に積極的に寄与することに努めた。これらは以下の如くである。

1）科学技術庁原子力安全委員会「核燃料安全専門審査会（核燃料部会および再処理部会）」（小林）
2）科学技術庁原子力安全局「放射性物質安全輸送専門部会」（小林）
3）科学技術庁原子力安全局「環境放射能安全研究専門委員会」（小林）
4）運輸省「海上輸送技術顧問会」（小林）
5）厚生省委託原爆死没者慰霊等調査啓発研究事業原爆資料および情報ネットワーク委員会（小林）
6）日本原子力学会「原子力安全調査専門委員会」(小林)
7）原子力安全研究協会「線量率効果検討専門委員会」（小林）
8）原子力安全研究協会「低線量放射線安全評価専門委員会」（小林）
9）原子力安全研究協会「原子力施設事故情報調査専門委員会」（小林）
10)原子力環境整備センター「中学校教材作成検討委員会」（小林）
11）アイソトープ協会「ICRP勧告翻訳検討委員会」（小林）

12) 日本原子力研究所「PA用情報検索システム研究委員会」（小林）
13) 日本原子力研究所「環境放射能研究委員会」（小林）
14) 日本原子力研究所「低線量放射線安全評価データベース研究委員会」（小林、中村）
15) 日本原子力研究所「安全研究成果活用システム調査研究委員会」（小林）
16) 科学技術庁「放射線審議基本部会打ち合せ会」（中村）
17) 科学技術庁「放射線審議会アイソトープ部会」（西澤）
18) 科学技術庁「放射線審議会基本部会」（西澤）
19) 原子力産業会議「地域協力構想調査委員会」（小林）

その他の事項としては、平成6年1月に国際ワークショップ「放出された放射性核種による健康と環境への影響」が放医研において開催され（内山委員長）その報文集のタイプ打ちなどの編集作業に協力したことが挙げられる。なお昨年度に編集作業を行った「第1回日ソセミナー」の報文集は今年度に刊行され、チェルノブイリ事故等の旧ソ連の放射線事故に係わる研究の現況、ならびに、これらに関する日本の協力の状況を広く世界に伝えることに貢献した。

本年度の研究体制および人員は以下の如くである。

1）総括安全解析研究官　小林定喜
2）主任安全解析研究官　藤元憲三（平成2年11月よりオーストラリア国国際原子力機関（IAEA）に出向中。）
3）主任安全解析研究官　中村祐二（平成6年2月より環境科学技術研究所に出向中）
4）主任研究官　西澤かな枝
5）安全解析研究官　土居雅広
6）安全解析研究官　神田玲子
7）安全解析研究官　石川徹夫（新規採用）
8）研究生　五代儀貴（環境科学技術研究所）
9）研究生　近藤邦男（環境科学技術研究所）

今年度の海外出張を経時順にあげると以下の如くである。

1）中村は1993年6月27日から7月4日まで英国NRPBにおいて開催されたCOSYMAユーザー会議に出席し、ECが開発した環境・健康影響算定コンピュータコード「COSYMA」についての研修と内容の討議を行った。（放射線影響協会の派遣旅費による公用出張）
2）神田は1993年10月11日から17日まで中華人民共和国長春市で開催された「低線量放射線および関連物質の生物学的効果に関する国際シンポジウム」に出席し、「低線量推定のためのヒトリンパ球染色体異常の解析法－コルセミド濃度の影響」について発表した。（(財)つくば科学万博記念財団の旅費供与による研究集会参加、公用出張）
3）土居は1993年10月3日から10月19日までウクライナ国とベラルーシ共和国に出張し「放出された放射性核種による健康と環境への影響」に係わる共同研究に従事した。（2カ国協力協定による公用出張）
4）小林は1994年10月30日から11月11日までオーストラリア国ウィーン市で開催された「RCA諸国におけるoff－site緊急時に係わる必要事項についてのコンサルタント会議」、および、「RCAプロジェクト実務者会議」にIAEAの招聘により出席し、RCA諸国が緊急時対応上整備すべき事項についての報告書の作成、および、RCAプロジェクトの1993年～94年実施計画の詳細打ち合わせを行った。（IAEAの招聘による公用出張）
5）小林は1994年2月12日から27日までオーストラリア国メルボルン市で開催された「IAEA－RCA放射線防護プロジェクト専門家諮問会議（Expert Advisory Group Meeting）」ならびに「IAEA・RCA緊急時対応ワークショップ」に出席しRCA放射線防護プロジェクトの長期計画策定と1994年度計画の決定等の審議に参加し、かつ、緊急時対応トレーニングコースのカリキュラム作成ワークショップに参加した。また、この間に別途行われたラドン・トロン測定器の校正実験に参加した（次項参照）。（休暇による研究集会参加）。
6）石川は1994年2月19日から3月8日までオーストラリア国メルボルン市オーストラリア国立放射線防護研究所において当研究組織が開発したパッシブ型ラドン・トロン測定器の校正実験を行った。（原子力局在外研究員等旅費による公用出張）
7）小林は1994年3月19日から26日に、インドネシア国デンパサール市で開催された第16回IAEA－RCA政府専門家会議に日本代表として出席しRCA全体計画の審議に参加した。（外務省派遣による公用出張）

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と行うと共に、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。

原子放射線の影響に関する国連科学委員会が5年間に渡って検討してきた1993年総括報告書の最終のとりまとめに当たる第42回会議が平成5年5月17日から28日にオーストラリア、ウィーンで開催され、松平所長（日本政府代表）等が出席された。ドラフトでは自然及び人工的な環境放射線による被曝、医療及び職業被曝、放射線発がんの機構、確率的放射線影響への線量及び線量率効果、発達中のヒト脳への影響、小児における晩発性確定的影響、放射線発がんの免学研究、遺伝的影響および主文の11項目が取り上げられた。また、第43回会議が6年3月7日から11日までウィーンで行われ、平尾所長（日本政府代表）等が出席された。この会議に対しては第42回会議で積み残された「自然環境への放射線影響、放射線発がんの疫学研究、細胞及び組織における適応・応答、放射線線質の影響」および次回の報告書で取り上げるべき放射線の物理分野、生物分野の課題に関するドラフトが示された。これらのドラフトについて国内の専門家にコメントを依頼し、寄せられた意見をリスク検討委員会において検討整理し、その結果を国連科学委員会事務局に提出した。これらの提出資料はUNSCAEAR会議において各国代表に配付され、検討に際しての参考資料として用いられた。第42回会議を経て、疫学研究に関する項を除き、1993年報告書が平成5年10月に出版された。

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発生率」、(財)体質研究会に「診療放射線技師における職業被曝のリスク評価－診療放射線技師の死亡追跡調査」、(財)放射線影響協会に「放射線リスク評価に係わる甲状腺被曝疫学情報の収集－甲状腺RI治療患者の健康調査」、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。

2．リスク評価手法の開発

前年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 Enviromental Safety Assessment Network System, HESANS）の開発に重点をおいた。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）を算定するような「総合的な安全評価コンピュータ・コードシステム」である。さらに⑤リスク低減対策（被曝線量低減化措置等）を実施した場合の効果の評価、ならびに⑥経済的影響（損害）評価までの全体を評価出来るようにすることを目指している。HESANSは平成元年度に着手し5カ年計画で開発を進めてきたが、使用するコンピュータ（ワークステイション）などのハードの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年計画では細部にこだわらず全体の枠組みを組み上げることとした。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迄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、財政上の制約に加えて、最初に採用を決めたプラットフォームオペレイテイングシステムがその後の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に欠けていた失敗もあり、これらの経験をふまえて第二期計画の検討を行った。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、リスク低減対策評価コードの開発、パーソナルコンピュータ（PC）版へのダウンサイジング、所内外ネットワーク対応、パラメータなどのデータベースの改良拡充整備など、ソフト、ハード両面での開発整備を目指すこととしている。上述のような制約にもかかわらず、一応の目的を達成できたのは関係各方面の支援と激励によるものであること、システム全体の構成に関して参考となる情報をEC（COSYMA）から受けていることを特記しておく。

3．リスク評価

放射線リスク評価研究では、まず被曝線量の評価を重点に研究を進めた。日本人の被曝線量を総合的に算定評価するため、昨年に引き続き、日本全国の屋内ラドン及びトロン濃度について調査を行った。また、特殊環境におけるラドン濃度の予備調査として、地下鉄の駅舎内及びホームでのラドン・トロン及びラドン娘核種濃度調査を実施し、さらに屋外におけるラドン・トロン濃度調査として、放医研敷地内での地表面におけるラドン・トロン濃度の垂直方向分布の通年測定調査を実施した。

また、チェルノブイリ事故による健康影響の評価を行うため、体内へのセシウム等人工放射性核種の取り込みによる内部被曝線量の算定における精度向上を目的とした国際研究協力にも取り組んできた。環境衛生研究部との協力により、全身の放射性セシウム量を測定するためのホールボディカウンタ（全身放射能測定装置）の校正用ファントムの開発と国際比較校正実験を実施した。従来より実施してきた日本人集団のセシウム及びカリウム量の経時的変化に関するデータ、ならびに被検者の体格の差異による補正等に関するデータも更に蓄積されており、新しい代謝モデルを開発するための基礎が確立されつつある。

生物の各個体間での放射線感受性の違いをリスク評価において考慮するために、生物学的指標を用いたリスク評価にも取り組んできた。特に放射線誘発性の染色体異常の解析手法を障害基礎研究部の指導を得ながら習得し、その定量性及び精度を向上するための技術を開発した。「リスク認知に関する調査研究」は、養成訓練部の協力を得て行われ、さまざまな産業や社会活動に伴うリスクとその認知との一致の度合いを順位相関によって比較した。研究では、養成訓練部の放射線防護過程に参加している研修生を対象にしたアンケートを実施し、講義の前後におけるリスク認知の変化を観察した。また、国際協力事業団や日本原子力研究所主催のトレーニングコースに海外から参加した研修生にも同様のアンケートを実施して比較解析を実施した。

[研究発表]

1．中村裕二：保健物理28, 47－61, 1993.
2．Doi, M., Fujimoto, K., Kobayashi, S. and Yonehara, H. : *Health Phys. 66(1),* 43－49, 1994.
3．Kanda, R., Jiang, T., Hayata, I. and Kobayashi, S. : *J. Radiat. Res.* 35, 41－47, 1994.
4．高山　誠、西澤かな枝、他：日放腫会誌5, 197－207, 1993.
5．岩崎民子、西澤かな枝：保健物理28, 173－178, 1993；28, 179－185, 1993；28, 297－309, 1993.
6．土居雅広、小林定喜、藤元憲三：第28回日本保健物理学会、福岡、1993, 5.
7．Kanda, R., Jiang, T., Hayata, I., Kobayashi, S. and Nakai, S. : Changchun, 1993, 10.
8．西澤かな枝、小林定喜、岩井一男、丸山隆司、高山　誠、舘野之男：第66回日本医学放射線物理学会大会、札幌、1993, 9.
9．Doi, M., Kobayashi, S. : SC45B Technical Seminar on Advances in Radiation Protection Instrumentation, Kyoto 22nd, 1993, 9.
10．石川徹夫、松本雅紀、内山正史、小林定喜、中村裕二、藤高和信：日本原子力学会第32回春の年会、つくば、1994, 3.
11．岩崎民子、西澤かな枝、村田　紀、松平寛通：第28回日本保健物理学会、福岡、1993, 5.
12．岩崎民子、西澤かな枝、他：第36回日本放射線影響学会、広島、1993, 10.

2．急性骨髄障害治療研究

鈴木　元、能勢正子、鵜沢玲子、明石真言

① 急性放射線骨髄障害の治療に関する研究

放射線防護剤 OK-432 と G－CSF の併用効果を検討した。これまでの研究で、OK-432 は骨髄細胞に働き複数のサイトカインの産生を誘導することにより、放射線防護効果を発揮することが判った。放射線照射後に OK-432 が働く骨髄細胞は急速に減少する。そこで、致死線量照射後3日間 G－CSF を投与して骨髄細胞の回復を図った後に OK-432 を1回投与した。G－CSF 単独あるいは OK-432 単独投与では各々20%、28%だった生存率が併用投与により80%に回復した。この OK-432 の効果は、IL－1とは異なるサイトカインを誘導した結果と考えられる。

被曝事故症例の骨髄移植は、被曝線量が不均一であるため宿主のリンパ球が残存しており、宿主対移植片（HVG）反応がおきる確率が高い。このため、長期にわたる骨髄生着は難しいとされる。他方、1958年ユーゴスラビアのビンカ事故あるいは1990年イスラエルのソレク事故症例では、自家骨髄の回復が十分起きるまでの『つなぎ』として胎児肝細胞やT細胞を除去した骨髄細胞が移植されている。いずれの場合も移植片対宿主（GVH）病を起こす確率の低い造血幹細胞移植治療である。しかし、このような『つなぎ』としての移植の評価は未だ定まっていない。私たちは、6－10Gy 照射した BALB/c マウスあるいは BDF 1 マウスに夫々 1×10^6 ないし 2×10^7 の BDF 1 および BALB/C 骨髄細胞（未処置ないしT細胞除去処置）を移植した。被曝線量が6－8 Gy では、いづれの骨髄細胞を移植しても救命効果が認められた。しかし、9および10Gy照射した BALB/c マウスに未処置 BDF 1 マウス骨髄細胞を 1×10^6 移植した場合には慢性 GVH 病様の病態が引き起こされた。一方、同数のT細胞除去 BDF 1 マウス骨髄細胞を移植した場合および20倍量の 2×10^7 未処置骨髄細胞を移植した場合には、宿主は全く健康であった。この結果は、第1に、被曝線量が低い場合にはT細胞除去骨髄移植が『つなぎ』の骨髄移植として有効であること、第2に骨髄再生が悪い場合に慢性 GVH 病が発症しやすいことを示唆している。GVH 病が原理的に起きない造血幹細胞移植と骨髄再生を促進するサイトカイン療法が亜致死線量被曝症例でも有効と考えられる。

［研究発表］

(1) A. Uzawa, G. Suzuki et al. : *Radiat. Res.*, 137 : 25－33, 1994.
(2) 鈴木　元「輸血後 GVHDの すべて」（十字猛夫編）金芳堂出版、京都、1994, 9.
(3) 翻訳、REAC/TS 所長ロバート・リックス博士講演「重大放射線被曝事故の歴史的教訓 ── 最近の被曝事故を中心に」放医研

3．乳酸桿菌製剤の放射線防護効果

常岡和子（薬理化学研究部）

乳酸菌の加熱死菌体（LC 9018）を皮下投与すると、致死線量の放射線を被曝したマウスの30日生存率が著しく上昇することを報告してきた。放射線の全身被曝による骨髄死の原因として細菌感染があげられるが、本年は、被曝マウスの内在性大腸菌感染に対する LC 9018 の防護効果を検討した。

致死線量のガンマ線（8.5Gy）を被曝したマウスに LC 9018 (0.5mg) 又は生理食塩水を皮下投与し、骨髄死をおこす時期の14～17日間に肝臓および盲腸を摘出した。組織をホモゲナイザーにかけた後、寒天倍地に塗布し、インキュベーション後に形成したユロニー数から感染数を算定した。グラム陰性桿菌の同程にはアピ 20E を用いた。

肝臓ではコントロール群の感染発生率が14日目40%、16日目57%、17日目100%であったのに対し、LC 9018 投与群では14日目20%、16日目0%、17日目0%であった。また、盲腸でのグラム陰性桿菌数は、コントロール群が正常マウスの数百倍から4倍に増加していたのに対し、LC 9018 投与群の菌数は14～17日目のいずれの時期も正常マウスとの差が認められなかった。そして感染マウスの肝臓の菌数と盲腸の菌数との間に強い正の相関が認められた。また肝臓および盲腸のグラム陰性桿菌はすべて大腸菌であった。

続いて血清中のエンドトキシン量を測定してみると、正常マウスのエンドトキシン量は検出限界以下であったが、被曝マウスのうち重い大腸菌感染をおこしている個体には、高い濃度のエンドトキシンが検出された。LC 9018 投与群では13匹中1匹にのみ低濃度のエンドトキシンが検出された。感染マウス肝臓に検出される菌数と血中エンドトキシン濃度との間にも正の相関が認められた。

被曝マウスでは、まず盲腸内で大腸菌が異常に増加するが、被曝により免疫不全の状態にあるため、増加した盲腸内大腸菌の体内浸襲をくい止めることが出来ず結果的に重い感染症に至るものと思われる。LC9018 は盲腸内での大腸菌の異常増加の段階から防護効果を発揮していると思われる。

［研究発表］

常岡、色田、高橋、野本、横倉：日本薬学会第114年会、東京、1994, 3.

4．低線量放射線の刺激効果現象の発現機構に関する研究

田口泰子[1]、湯川修身[1]、中島徹夫[1]、藤井由布[1]、石原　弘[2]、常岡和子[2]、田中　泉[2]、大山ハルミ[3]、能勢正子[3]、宮地幸久[4]、山田　武[4]（[1]生物研究部、[2]薬理化学研究部、[3]障害・臨床研究部、[4]東邦大）

低線量放射線によって生体にもたらされるホルミシス効果を、生体のもつ適応応答の発現として捉え、この現象をいくつかの生体反応系で検索した。また、その分子機構を解明するための実験をした。

(1) 放射線による早期応答遺伝子の活性化と適応応答に関する研究

電離放射線の照射により細胞内刺激伝達系の活性化に引続き早期応答遺伝子群の活性化することが、近年明らかにされると共に注目を集めている。この事象は生体の複雑な放射線適応応答機構の入口に相当する分子機構が存在していることを意味しており、その解析が望まれている。

我々は放射線防護蛋白質である IL－1βをコードする遺伝子が造血細胞内で3－20Gy の X線により急激かつ一過性に活性化することを発見した。この活性化が主に転写レベルで発生すること、さらに、遺伝子転写活性化蛋白質をコードする *c－fos* およびその抑制蛋白質をコードする *junB* 遺伝子の活性化と同時であることを明らかにした。このことから、Fos/JunB 遺伝子転写調節複合蛋白が主に

細胞内に、またIL－1β蛋白が細胞外に、放射線刺激の初期伝達を行なうことが示唆された。また、IL－1β遺伝子には照射後数時間から数日後にかけた持続的活性化相の存在を見出し、IL－1βの生体内での重要性が暗示された。

(2) マウス白血病細胞における小核試験を指標にした低線量前照射の効果

マウス白血病細胞L5178Yおよびその変異株でX線高感受性株のL830に5 cGyの前照射をし5時間後に3 Gyの照射をして、常法により小核形成を観察した。L5178Y細胞では5 cGyの前照射で小核数が期待値に比べ有意に減少し適応現象がみられた。L830細胞では小核数の有意の減少はみられなかった。生残率を指標にした場合には、L5178Y, L830とも5 cGyの前照射の効果は観察されなかった。

(3) 低線量放射線による細胞内ラジカル消去能の誘導に関する研究

低線量放射線照射による放射線抵抗性の誘導機構の1つとして、放射線により細胞内に生ずるラジカルの細胞内消去能の上昇が考えられる。我々はすでに、成体ラット及び数種の培養細胞を5 cGyのX線で照射すると細胞内ラジカル消去能が上昇することを明らかにしてきたが、今年度はその機構を明らかにするため、同処置の成体ラットにおけるラジカル消去能の経時的変動と消去物質の検索及び肝機能の放射線抵抗性の誘導に関して検討した。成体ラットを5 cGyのX線で全身照射すると肝細胞質内のラジカル消去能が上昇し始め、1日目にピークに達し、この消去能は少なくとも1週間続き、3カ月目には正常値にもどっていた。種々のラジカル消去物質を検索したところ、GSH－還元酵素活性が上昇していたことから、GSHの還元速度が高まってラジカル消去能が上昇している可能性が示された。また、消去能がピークに達する照射後1日目に7.1 Gy照射した場合、7.1 Gy単独照射により著しく低下する肝薬物代謝能が防御されていた。このことから低線量放射線により誘導されたラジカル消去物質が大線量放射線による細胞機能の障害を防御している可能性が示唆された。

(4) 低線量放射線前照射による造血系における抵抗性誘導に関する研究

低線量放射線の前照射により放射線抵抗性が誘発され、大線量照射による致死率が著明に減少することが報告されている。本研究では、造血系における放射線抵抗性誘導の有無に関して検討した。

BDF 1雄マウスを用い、X線を0.3～1.2Gy前照射、2週間後に6 Gy照射、さらに2週間後に末梢血球数測定、および骨髄や脾臓の造血幹細胞（CFU－C）の培養を行った。

その結果、6 Gy照射で生ずる末梢血中の白血球、血小板数、骨髄CFU－Cの著明な減少が、0.3～0.6Gy前照射群では軽減し、有意の増加、ないしは増加傾向を示した。また、6 Gy照射2週後の造血能回復に伴い、脾臓のCFU－Cの著明な上昇するが、前照射によりさらに著しい増加が認められ、脾臓重量の有意な増加が認められた。

これらの結果から、低線量放射線の前照射により造血系での適応応答現象がみられ、放射線抵抗性が誘導されていることが明らかになった。

(5) 低線量照射によるマウス攻撃行動の抑制に関する研究

本研究グループは、5～15cGyの低線量放射線照射により雄マウスの攻撃行動が、特異的かつ著明に抑制されるという新しい低線量放射線の生体刺激現象を見いだした。この効果は、頭部のみの照射で生じ、中枢神経系を介した効果であることが示唆された。さらに、攻撃行動に関与する脳内セロトニン代謝の変化が低線量照射で生じていることも明らかにした。

中枢神経系は、一般的には放射線高感受性組織とは考えられていない。本年度は、低線量放射線の中枢神経系への影響を明らかにするため、脳波への影響を調べた。深い睡眠状態のマウスを5 cGy γ線を照射すると、照射約10秒後、覚醒状態の脳波へと変化した。また、性行動も低線量放射線により抑制されることがわかった。これらの結果から、中枢神経系も低線量放射線に高感受性反応することが明らかとなった。

[研究発表]

(1) Ishihara, H., Tsuneoka, K., Dimchev, A. B. and Shikita, M. : *Radiat. Res.*, **133**, 321－326, 1993.
(2) 石原　弘：医学のあゆみ 166, 792, 1993.
(3) 石原、田中、根本、常岡、吉田、大津：日本放射線影響学会第36・大会、広島、1993, 10.
(4) 根本、石原、田中、鈴木、常岡、吉田、大津：日本放射線影響学会第35回大会、広島、1993, 10.
(5) 湯川、中島、上田、島津、小澤、伊古田、山田：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993, 10.
(6) 湯川、中島、小沢：第5回ビタミンE研究会、東京、1994, 1.
(7) 宮地ら：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993, 10.
(8) Miyachi, Y., H. Kasai, C. Yamazaki, H. Ohyama, and T. Yamada. : Int. Symposium on Biol. Effects on Low Level Exposures to Radiation and Related Agents. China, 1993, 10.
(9) Miyachi, Y., Kasai, H. Ohyama, H. and T. Yamada : Neuro Science Letter, in press.
(10) Miyachi, Y., Koizumi, T., and T. Yamada : Neuro Science Letter, in press.

（5） 実 態 調 査

1．トロトラスト沈着症例に関する実態調査

明石真言、蜂谷みさを（障害・臨床研究部）

二酸化トリウムを主成分しする造影剤トロトラストを血管内に注入後、長期生存例：トロトラスト沈着症例について ^{232}Th 沈着量の推定と臨床症状、特に悪性腫瘍との関係を明らかにし、長期内部被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５年度は11（男10、女１）名が入院し検診を受けた。注入時から約50年が経過しており、高齢化が進み外出できない者が多く、また厚生省による調査もあり当研究所を訪れる人数は減少傾向にある。今回の調査で骨髄性白血病に発展する可能性のある者が見出されたが症例数が少なく今後のさらなる検索が不可欠である。

2．ビキニ被災者実態調査

明石真言、峰谷みさを、鈴木　元（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観察し、晩発性放射線障害を調査、研究するものである。以来35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1.7～6.0Gy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名が肝線維症、１名が大腸癌、１名が交通事故である。過去10年近く毎年健康診断のために当研究所を訪れる数は８名であり、固定化する傾向にあった。平成４年度に行ったアンケート調査に基づき、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もとに２名、当研究所で９名の計11名につき調査した。特に通常の日常生活に支障のある者はなく、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、皮膚委縮等の所見はなく悪性化の傾向はない。

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１名が早期胃癌の手術を受けているが、甲状腺機能は全員正常で甲状腺は認められていない。肝臓では、１名が原発性肝癌であり現在加療中、２名が肝硬変である。殆どの症例で肝機能異常が有り、ウイルス検査では、A、B、C型とも陽性率が異常に高く肝炎ウイルスの感染を示唆する。

被曝当時全員が全血もしくはプラズマの輸血を受けていることやC型肝炎に関し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。その他にこれまでのところ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。

［研究発表］

Nakao I. Nose M. Kawase Y. Hachiya M. Uzawa A. Akashi M. 低線量放射線及び関連物質被曝の生物学的効果に関する国際シンポジウム：長春、1993, 10.

3．トロトラスト被注入者の線量評価に関する実態調査

渡利一夫（養成訓練部）、今井靖子（環境衛生研究部）、加藤義雄、森武三郎（特別研究員）

「トロトラスト」血管内注入者 258例について、注入後55年目にあたる1993年６月の時点で疫学的調査を行い、また370例の剖検について統計的解析を試みた。

その結果、「トロトラスト」血管内注入例では、寿命の短縮が経時的に増加していることを認めた。そして、その原因疾患として、従来から放射線物理学的に予測されていた「トロトラスト」多量沈着臓器に晩発障害として発生する肝悪性腫瘍、肝硬変、血液疾患等の他に、「トロトラスト」微量沈着臓器もしくは組織で胆嚢癌、腹膜悪性腫瘍が有意に増加し、肝多重癌も著明に増加することを認めた。このことは、「トロトラスト注入よりほぼ47年目に当たる1986年調査で初めて認められた所見であるが、それから７年後の今回も持続し、かつ、より著明になっている。これらの所見については偶然の産物ではなく「トロトラスト」晩発障害の一部と考えたい。

この他、「トロトラスト」被注入者の臓器試料についてトリウム量の定量を引き続き行った。結果を表に示す。

［研究発表］

Ishikawa, Y., Kato, Y., Mori, T., et al. : *Health Physics,* 65(5), 497－506, 1993.

トロトラスト患者臓器中の Th 量
(Th mg / g 生試料)

試料番号	臓　器	放射線測定	放射化分析
1 D－96	S－1	1.15	1.26
2 〃	S－2	1.08	1.25
3 〃	S－3	1.08	1.16
4 〃	L－1	0.455	0.348
5 〃	L－2	1.17	1.42
6 〃	L－3	1.48	1.61
7 D－137	L－2	0.588	0.756
8 〃	L－3	0.590	0.713
9 〃	L－4	0.452	0.596
10 〃	L－5	0.742	1.09
11 〃	BM	1.32	0.705

S：脾臓　　L：肝臓　　BM：骨髄

(6) 受託研究

胸腺細胞分化とトレランス誘導

鈴木　元（障害・臨床研究部）

理研のプロジェクト研究「免疫系遺伝子発現産物研究」に参加するにあたり、受託研究枠で参加した。この研究の中で、TLSFという新しいサイトカインの精製単離および遺伝子解析を行った。

発癌という過程では、細胞死を抑制するような遺伝子や細胞増殖に関連した遺伝子の変異が重層的に起きていると考えられている。私たちはプライマリーの放射線誘発胸腺リンホーマ細胞が高度にストローマ細胞依存性に増殖することを観察した。リンホーマ細胞はストローマ細胞由来の未知のサイトカインに反応して増殖していた。この新しいサイトカインをTLSFと名付けてその精製、cDNA単離を行った。

マウス胎児頭冠皮膚由来のストローマ細胞PA-6をIL-1添加無血清培地で培養した培養上清から、TLSFを以下の方法で単離した。4-6LのPA-6培養液上清（1%FCS, 1U/ml rIL-1, ASF301倍地）をベッドボリューム100mlのヘパリンセファロースCL6Bカラムに通しTLSFを吸着させた。塩濃度が0.35M, 0.7M, 1.4M NaC1と異なるトリスHC1, pH7.5バッファーで順次カラムに吸着した蛋白質を溶出させた。TLSF活性は0.7M溶出分画に回収された。次いで、0.7M溶出分画をバッファーで希釈し、グリーンAアガロースカラムに通した。カラムに吸着したTLSFをNaC1の塩濃度勾配をかけて溶出した。グリーンAアガロースカラムから回収したTLSFをバッファーで希釈して、ヘパリン5PW-HPLCカラムに吸着させ、塩濃度勾配により活性分画を回収した。次いで活性分画を希釈後、SP-NPR強陽イオン交換樹脂HPLCカラムにかけ、塩濃度勾配により活性分画を回収した。回収したサンプルをC18-NPR逆相HPLCカラムにかけ、最終段階の精製を行った。逆相カラムで再度精製した標品のアミノ末端のアミノ酸配列を22番まで決定した。

部分アミノ酸配列の両端の5アミノ酸塩基配列をコードする総てのDNA配列を合成してプライマーとし、PA6cDNAをテンプレートとしてPCRを行い、PCR産物をポリアクリドアミル電気泳動して、相同する長さのDNA断片をクローニングした。シークエンスにより部分アミノ酸配列をコードするミニcDNAであることを確認後、ミニcDNAを放射標識してプローブとし、λZAPベクターに組換えたPA6cDNAライブラリーをスクリーニングした。全長のTLSFcDNAクローンを得たところ、TLSFは昨年報告されたIL-8ファミリーに属する機能不明のサイトカインSDF-1αないしSDF-1β(Science, 261 : 600, 1993)と同一であることが判明した。

[研究発表]

(1) T. Miyazaki, G. Suzuki, K. Yamamura : *Int. Immunol.*, 5 : 1023-1033, 1993.
(2) A. Uzawa, G. Suzuki et al. : *Radiat. Res.*, 137 : 25-33, 1994.
(3) N. Fusaki, T. Katagiri et al. : Int. Immunol., 6 : 1245-1255, 1994.
(4) G. Suzuki, M. Nomura et al. Submitted.
(5) 鈴木　元、「輸血後GVHDのすべて」（十字　猛夫編）金芳堂出版、京都、1994, 9.
(6) 鈴木　元、「臨床免疫」25 : 1207-1210, 1993.
(7) 鈴木　元、「Medical Immunology」26 : 207-213, 1993.
(8) 鈴木他、第3回　Kyotp T cell Conference, 1993, 10, 京都
(9) 野村他、第23回日本免疫学会、1993, 11, 仙台
(10) 鈴木他、第23回日本免疫学会、1993, 11, 仙台
(11) 中田他、第23回日本免疫学会、1993, 11, 仙台
(12) 房木他、第23回日本免疫学会、1993, 11, 仙台
(13) 鈴木、第38回日本リウマチ学会、1994, 4, 東京

（7） 原子力基盤技術総合的研究

1．放射線による染色体異常の高速自動解析システムに関する研究

概　況

本研究は科学技術庁の原子力基盤クロスオーバー研究の重点的推進基盤技術開発の4技術領域のうちの一つである「放射線リスク評価・低減化」の研究課題として平成元年度から5ケ年計画で実施しているものであり、本年度が最終年度である。

昨年度までの研究によりハードウェアとソフトウェアは計画通りに開発され、本年度はシステムの精度の改善と共に使い易さについても研究を行ない、全自動下での染色体異常（2動原体）の検出試行まで実施することができた。本研究の2つの分担課題は本年度は合同研究を行なったので、成果はまとめて報告する。（佐藤弘毅）

(1) 放射線誘発染色体異常分析法の精度の改善および自動化のための生物学的研究、および放射線による染色体異常の高速自動解析システムに関する工学的研究

早田　勇、古川　章、佐藤弘毅（障害基礎研究部）
山本幹男、野原功全（物理研究部）
古田伸一（ニコン中央研究所派遣共同研究員）
西川慶一、福岡秀也（研究生）

本年度は、ハードウェアについては、ワークステーションのメモリを増設（64メガバイト）にすると共に、システムに大容量記憶装置(40ギガバイトのディスクストレージと5ギガバイトのテープストリーマー）を組み込み性能を向上させた。

ソフトウェアについては、染色体自動認識システムの機能を計算機に関する高度な知識を持たなくとも操作できるようにするため、画面上でマウスを使って視覚的に操作することができるようにするソフトウェアであるグラフィカル・ユーザ・インターフェース（GUI）を開発した。このGUIは、標準的なウインドウシステムであるX window systemおよびMotifを用いて作成したことにより、ネットワークで接続された様々な端末装置上で使用することができる。このGUIにより、以下のような機能について、起動と停止、各種パラメータの設定などの操作が可能である。a）試料とするスライドグラスの登録、選択および削除、b）分裂中期細胞の検出、c）染色体画像（高倍率）の取り込み、d）異常染色体の自動検出、e）自動検出された異常染色体のレビュー、f）異常染色体の手動（染色体画像の目視による）検出、g）検出結果の集計表の表示。

本研究において完成した放射線による染色体異常の自動検出システムをNIRS－1000 KINETOSCORERと命名した。NIRS－1000 KINETOSCORERはスライドグラスをカセットにいれて装填すると以下の作業を全自動で行うことができる。すなわち、1）顕微鏡のステージにスライドグラスをセットし、2）低倍率で焦点を合せながらスライドグラスの指定された範囲内にある全ての分裂中期細胞を検出し、その位置を記憶し、3）対物レンズを高倍率に切り換えスライドグラス上の記憶した位置を復元し、4）レンズオイルを滴下し、5）焦点をあわせ、6）中期細胞の位置を画面中央に寄せ、7）ズームレンズで画面一杯に拡大し、8）光量を調節して高精細画像を撮像記憶し、9）個々の染色体を切り抜き出し、10）分析可能な中期細胞を選別し、11）異常染色体（動原体を2個以上もつ染色体）を検出する。

本自動解析システムの使用にあたっては、異常染色体の検出もれを少なくするために、2動原体の判断基準を比較的寛容にして2動原体候補をシステムに自動検出させ、2動原体候補の中からオペレータが真の2動原体を選び最終スコア結果とする方式にした。

NIRS－1000 KINETOSCORERを使用して、放射線照射した末梢血リンパ球に出現する2動原体の出現頻度と照射線量の関係を表す曲線（線量効果曲線）の取得試験を行なった。末梢血リンパ球には、0、1、2、3 GyのX線（200keV）を照射し、我々の確立した方法に従い染色体標本を作成した。各線量当り1枚のスライドグラスを用意し、それぞれ約 3.6cm×1.3cm の範囲を自動分析した。その結果、各線量における2動原体の細胞あたりの頻度は1/313 (0.003)、22/290 (0.076)、52/283 (0.184)、172/425 (0.405) となり、きれいな線量効果曲線が得られた。本システムを用いた場合、2動原体の検出率はヒトがすべてを実施した場合の約50％となったが、システムを用いることによってヒトの作業時間は90％減となり大幅に減少させることができた。

[研究発表]

1）早田：画像解析、新生化学実験講座20、日本生化学会編、東京化学同人、325－339, 1993.
2）早田：緊急時における線量評価と安全への対応、放医研環境セミナーシリーズ、No.21（印刷中）
3）Hayata, I. : Biotechnic & Histochemistry, 68, No.3, 150－152, 1993.
4）Hayata : In Textbook for The Group Training Course in Medical and Biomedical Application of Radiation and Radioisotopes (Radiation Biology), by NIRS, NSRA & JICA, Aug. 24－Oct. 3, 1993, p 1－16.
5）Kanda, R., Jiang, T., Hayata, I. and Kobayashi, S. : J. Radiat. Res., 35, 41－47, 1994.
6）中井、早田：“原子力と先端技術［1］”NSA / COMMENTARIES：No.2, 日本原子力産業会議：原子力システム研究懇話会編著、東京、1994.
7）早田：放医研放影研セミナー、千葉、1993, 6.
8）古川、赤松、早田、山本、岡部、古田、西川、佐藤：日本医学物理学会第10回研究発表会、東京、1993, 7.
9）古田、早田、角田、岡部、古川、山本、野原、佐藤、

西川：同上
10）福岡、田中、早田、山本、川嶋：同上
11）早田、古川、古田、山本、佐藤：第44回染色体学会、千葉、1993, 9.
12）Kanda, R., Jiang, T., Hayata, I., Kobayashi, S. and Nakai, S : International Symposium on Biological Effects of Low Level Exposures to Radiation and Related Agents, Changchun, China, 1993, 10.
13）Jiang T., Hayata, I., Chen, D., Wang, C., Li, S. and Nakai, S. : ibid.
14）古田、早田、角田、岡部、古川、山本：日本医学物理学会第11回研究発表、東京、1994, 7.

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体への移行について、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ケ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年度の研究成果は、下記のようである。

1）環境移行パラメータの地域特性

今年度は、前年度に得られた水田・畑土壌の分配係数（Kd）の分布型および統計量について検討した。安全評価において放射性核種の環境中での挙動を予測する際には、予測に用いる変数の潜在的な変動性を把握することが必要となる。Kdは、環境移行パラメータの中で土壌中の放射性核種の移動のしやすさを表すパラメータである。

両端5％を除くサンプルで分布型を検定した結果、Mnを除くSr, Cs, CoおよびZnの4核種は、Kdが正規分布ではなく、対数正規型の分布であった。4種類の核種について、水田土壌と畑土壌の比較を行ったが、Kdの幾何平均値に有意な差は見られなかった。一方、SrのKdはCs, Co, ZnのKdよりも有意に小さく、またKdの変動（幾何標準偏差）は、SrおよびCsでは比較的小さく、CoおよびZnで大きいことが認められた。

［研究発表］
(1) Yasuda, H. and Uchida, S. : *Environ. Sci. Technol.*, **27**, 2462－2465, 1993.
(2) 内田、保田：日本原子力学会1993年春の年会、京都、1993, 3.
(3) 保田、内田：日本保健物理学会第28回研究発表会、福岡、1993, 5.
(4) 保田、内田、村松、吉田：日本原子力学会1994年春の年会、筑波、1994, 3.

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、モデルの局地適用性を評価すると共に、実サイト周辺の地域特性を考慮したパラメータの収集とその精度向上に務めている。

対象の局地を青森県下北半島太平洋岸の六ケ所村周辺に定めた。具体的な一つの目標は、この局地において降水が河川水として流出するまでの地下における滞留時間を求め、地下帯水層の構造に関しモデルを構築することである。本研究では安全同位元素やフォールアウト核種をトレーサとして利用している。前年度の研究結果では、地下帯水層が3層に分かれていることが推測されたが、今年度は帯水層の水平方向の広がりについて情報を得ることができた。即ち村の西方内陸部には、環境中のフォールアウトレベルの高かった約20～30年前の降水を貯留している地下帯水層が、南北の方向に帯状にあること、また内陸から海岸に向かっては、フォールアウトの影響を受けていない深部の地下帯水層が、ほぼ東西の方向に帯状にあることなどが分かった。

一方、土壌水分を中心に据えた地表面近傍の微少な水収支に関するモデルの精緻化を計るため、放医研敷地内において降水量、土壌水分量、蒸発量、風向、風速、気温、湿度、地中温などの経時観測を行い、それらの変動パターンの解析も行っている。今年度は土壌水分量のごく微小な変化を捉えるために誘電率測定方式による精密な土壌水分計の試用を始め、その結果、日射による表面土壌層からの水分蒸発と降雨による土壌中の水分の下方浸透が、水分計の埋設してある地下30cmの土壌水分量の変化に表れるまでの時間差について、精しくパターン化される目処がついた。

［研究発表］
(1) 宮本、井上、岩倉、渡部：日本放射線影響学会、第36回大会、広島、1993, 10.
(2) 宮本、小林：1993年度日本地球化学会年会、東大阪、1993, 10.

（8） 放射能調査研究

1．環境中の空間ガンマ線線量調査

藤高和信、古川雅英、松本雅紀、岡野眞治（特別研究員）

1．目　的

自然条件の変化による環境放射線レベル変動の追跡を目的としている。昨年度に引き続き火山の影響を取り上げて桜島と伊豆大島（三原山）の噴火の影響調査を行った。また日本の地殻ガンマ線分布の規定要因の一つである中央構造線に沿った地域に着目した測定の一部として、今年度は三重県と奈良県の一部で測定を行った。また広島県の未測定地を測定してデータを補充し、さらに岐阜県（富山県の一部を含む）で車走行サーベイによる空間ガンマ線共同測定に参加して、計測手法を比較検討した。従来は全線量値算定のために電離箱で校正したが、ここでは宇宙線寄与とガンマ線を分離できるスペクトロメトリ法による校正を目指している。

2．方　法

桜島では昨年度の雲仙普賢岳調査同様1″ φ x 2″ NaI(Tl) スペクトロサーベイメータ（μSv/h 表示）とポータブルの 3″ φ x 3″ NaI (Tl) スペクトロメータ (上限7.2 MeV、240チャンネル) を用いて核種寄与スペクトルを入手した。伊豆大島では球型 3″ φ NaI (Tl) スペクトロメータ (3MeV 以上を開放)も併せて用いた。また両地で土壌・火山灰試料を採取した。三重県、奈良県、広島県では 1″ φ x 2″ NaI (Tl) スペクトロサーベイメータのみを用い、岐阜県の車走行サーベイでは半導体式のポケット線量計および1″ φ x 1″ NaI (Tl) サーベイメータも併せて用いた。

3．結　果

桜島の測定では4地点でのみスペクトルデータを得た。伊豆大島では8地点（各地点内5ケ所でスペクトロサーベイメータの測定を行い、同地点内1ケ所で球型スペクトロメータの測定と土壌試料採取を行った）で得た。三重県では名張市（4地点）、上野市（4地点）、亀山市（4地点）、奈良県では桜井市（5地点）、大和高田市（4地点）、広島県では安芸郡江田島町（4地点）、佐伯郡大柿町（4地点）、呉市（4地点）で1ケ所づつ測定し、さらに広島市では1地点内の32ケ所でデータを得た。岐阜県では3日間車走行サーベイを行い、3分間測定を繰り返して34市町村を通過した。このサーベイには岐阜医療技術短期大学、名古屋工業技術研究所の共同研究者と同乗し、球型3″ φ NaI (Tl) スペクトロメータによる1分毎のデータ、および1″ φ x 2″ NaI (Tl) スペクトロサーベイメータによる1分毎のデータを得た。前者では3 MeV 以上を宇宙線寄与とみなし、3 MeV 以下をガンマ線寄与とみなして全体を評価している。後者ではサーベイメータ計測値はガンマ線成分とみなし、宇宙線寄与は別途に気圧計データから計算で求め、合算して全体を評価している。各計器の結果には系統的な差異が認められ（図1）、それには機器、評価手法、線量換算係数などの要因が影響していることが解析で判明した。今年度のサーベイ結果の数値は差異の原因を明らかにして校正した後に発表する。次年度以降も火山による影響の差を明確化するため、ブルカノ型、ストロンボリ型各々の典型的な火山を幾つか選び、実測データを蓄積する予定である。

[研究発表]

藤高、古川、松本：日本保健物理学会、福岡、1993, 5.

藤高、古川、松本：第35回環境放射能調査研究成果発表会、千葉、1993, 12.

藤高、岡野、下、湊：日本保健物理学会、敦賀、1994, 5.

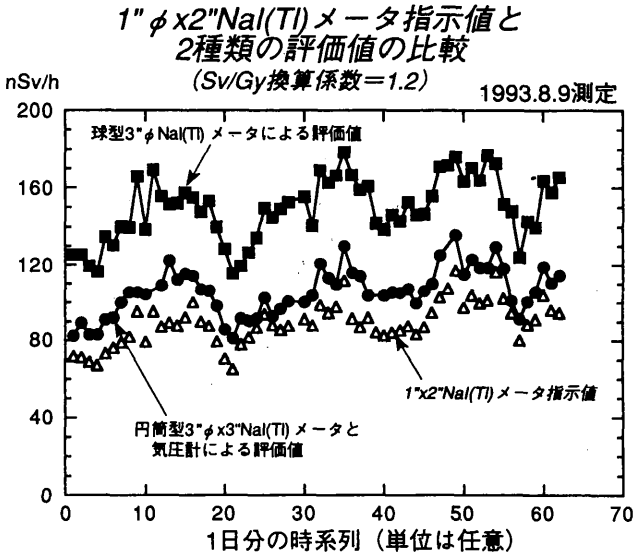


図1　色々な測定法で得た空間線量率の車走行サーベイ結果

2．居住環境中のラドン濃度の調査

藤高和信、古川雅英、松本雅紀、土居雅広（総括安全解析研究官付）

1．目　的

公衆にとって最大の被曝源であるラドンの日本における濃度を推定することを目的とする。そのために行う屋内ラドン濃度調査は全国水準調査の一環であり、科学技術庁、日本分析センターおよび各道府県との共同事業であって一般家屋を対象とする。また測定手法の検討や実験的測定は放医研が主体となって併せて行う。これらのプロジェクトは平成4年度から全国13県で開始した。今年度はこの測定調査を継続するとともに、次年度に行うべき作業内容を検討した。

2．方　法

全国調査ではラドン・トロン弁別モニタ（総括安全解析研究官付で開発）を多く用い、静電型ラドンモニタは比較

レファレンスとして利用している。先年度途中から全国水準調査用測定器をプロトタイプのステンレス製からプラスチック製の量産型ラドン・トロン弁別モニタに切り替えたが、その校正・比較測定を今年度も名古屋大学、早稲田大学、動力炉核燃料事業団の各ラドンチェンバーで随時実施した。また13道県の民家屋内環境においてこれら3種類の機器に日本分析センターのラドン・トロン弁別モニタを加えた4機種の並列比較測定を行った。1回の設置期間は当初2ケ月だったが、実務上の都合で途中から3ケ月に変更した。

3．結　果

測定したのは北海道、青森、福島、茨城、新潟、福井、石川、静岡、島根、岡山、愛媛、佐賀、鹿児島の13道県である。日本分析センター主体の全国水準調査では各道県19軒づつの民家を対象にし、放医研主体の比較測定では各道軒1軒づつの民家を対象にした。比較測定の一例を図1に示すが、各機器の値は大体整合している。前年度の知見により静電型モニタの取り扱いには特に注意したが、なお特異なケースに遭遇することがあり、全ての結果が満足なものではなかった。またプラスチック製ラドン・トロン弁別モニタの結果には放医研と日本分析センターでほぼ系統的な差異が認められ、前者より後者の方がやや高目であった。一方、放医研のプラスチック製とステンレス製の両ラドン・トロン弁別モニタの結果はほぼ同様であった。これらの成果を踏まえ、上記4種類のモニタを各道県の民家に設置して比較測定する作業は今年度中に開始した測定が終了した時点で打ち切ることにし、来年度からはステンレス製ラドン・トロン弁別モニタを除く3種類についてのみ、環境特性を既に把握している放医研建物等で続ける方針にした。

4．今後の調査研究予定

今年度は13県の民家の屋内ラドン濃度調査を実施したが、平成6年度はさらに17県の民家屋内で同様の調査を実施する予定である。これも日本分析センターが実作業を担う全国水準調査の一環であり、当グループはその技術的バックアップをすると共に、独自に各種の環境中のラドンに関わる測定を行う予定である。なお平成6年度からはラドン娘核種の環境中の挙動に関しても詳細な測定を開始する予定である。

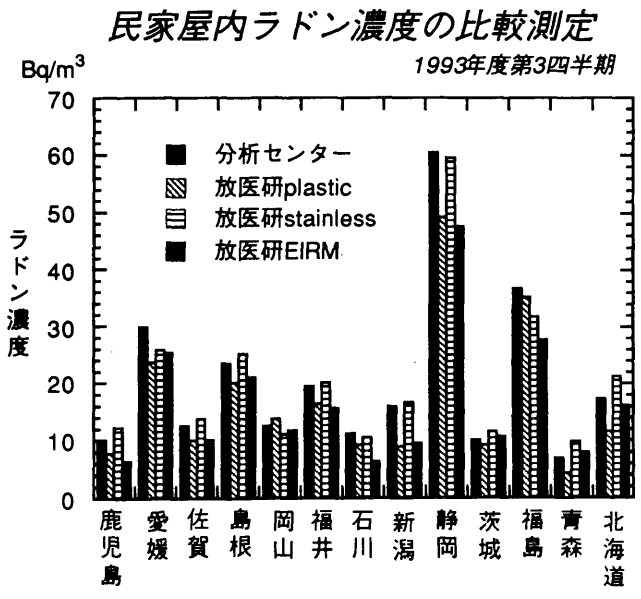


図1　色々な測定法で得た各地の屋内ラドン濃度

[研究発表]

藤高、古川、松本：第35回環境放射能調査研究成果論文抄録集、1992. 12.

児島、藤高、松本：日本保健物理学会、敦賀、1994, 5.

3．人体臓器中の $^{239\cdot 240}$Pu 濃度

湯川雅枝（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。また、原子力平和利用の進展に伴い、原子力施設から環境中へも規制濃度以下ながら、超ウラン元素が放出されている。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。これらの放射性元素による国民の被ばく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度末に採取している。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並びに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。$^{239\cdot 240}$Puの定量はアルファ線スペクトロメーターにより実施した。

3．結　果

今年度は昨年度に引き続き、前年度採取分の四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。この4体の結果については、引用文献に発表したが、本稿ではその内の2体について未発表のデータを追加して報告した（表中に＊印で示した）。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りとした。また、湿重量当りへの換算を可能にするため水分含有量も併記した。しかし、試料の採取時に湿重量のみしか記録されなかったものもあった。この場合は湿重量当りの濃度として示した。

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などについても検討していく。

[研究発表]

1．湯川雅枝、田中千枝子、佐藤愛子、阿部　享、滝沢行雄：第35回環境放射能調査研究成果論文抄録集、106－107, 1993.

表－1　人体臓器中のプルトニウム濃度

検体；女　73才			採取日：1984．12．19	
	湿重量(g)	乾重量(g)	水分(%)	$^{239\cdot240}$Pu Bq/g·dry
肺	133.5	32.9	75.3	$*7.04\times10^{-5}$
肝　臓	223.9	68.8	69.3	11.7×10^{-5}
腎　臓	41.0	9.09	77.8	9.37×10^{-5}
膵　臓	28.2	13.0	53.8	11.3×10^{-5}
脾　臓	34.8	9.10	73.9	6.84×10^{-5}
筋　肉	99.5	43.7	56.1	2.95×10^{-5}
骨	47.3			未処理
生殖器	9.30	2.74	70.5	25.1×10^{-5}
胆のう	試料無し			
検体；男　57才			採取日：不明	
	湿重量(g)	乾重量(g)	水分(%)	$^{239\cdot240}$Pu Bq/g·dry
肺	1234.4	29.2	76.3	未処理
肝　臓	200.8	56.8	72.0	7.86×10^{-5}
腎　臓	80.4	15.6	80.6	5.00×10^{-5}
膵　臓	28.4	不明	不明	(88.5×10^{-5})
脾　臓	38.2	9.76	74.5	7.76×10^{-5}
筋　肉	56.2	12.4	77.9	$*7.32\times10^{-5}$
骨	62.5			未処置
生殖器	16.2	不明	不明	—
胆のう	試料無し			
検体；男　72才			採取日：不明	
	湿重量(g)	乾重量(g)	水分(g)	$^{239\cdot240}$Pu Bq/g·dry
肺	212.9	65.6	69.2	未処理
肝　臓	194.7	58.5	70.0	11.1×10^{-5}
腎　臓	50.9	8.59	83.1	21.1×10^{-5}
膵　臓	18.2	不明	不明	(7.84×10^{-5})
脾　臓	16.2	不明	不明	(2.41×10^{-5})
筋　肉	132.7	23.2	82.5	—
骨	104.3			未処理
生殖器	16.8	不明	不明	—
胆のう	5.3	不明	不明	(23.9×10^{-5})
検体；女　58才			死亡日：1989．2．1	
	湿重量(g)	乾重量(g)	水分(%)	$^{239\cdot240}$Pu Bq/g·dry
肺	61.44	不明	不明	(1.02×10^{-5})
肝　臓	109.1	不明	不明	(3.12×10^{-5})
腎　臓	29.57	不明	不明	(5.49×10^{-5})
膵　臓	16.51	不明	不明	(4.62×10^{-5})
脾　臓	14.56	不明	不明	計測中
筋　肉	25.44	不明	不明	計測中
骨	19.18	不明	不明	計測中
生殖器	試料無し			
胆のう	試料無し			

—；検出限界以下　()；湿重量当り　*；追加報告分

4．大気浮遊塵中の放射性核種濃度

本郷昭三、湯川雅枝（環境衛生研究部）、
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生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器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サンプラーを用いて捕集効率が、0.955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に制御されている。濾紙の目づまりのため流量が下がっても、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

浮遊塵を捕集したグラスファイバーフィルタは、所定の大きさに折りたたんで、Ge (Li) 検出器によるガンマスペクトロメトリを行った。ガンマ線放出核種定量後、水酸化ナトリウムと塩酸により分離・抽出しストロンチウムを発煙硝酸法で精製した。

^{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に、平行して運転している。

3．結　果

本年度は1992年5月1日から1993年4月14日までの採取試料についてのガンマ計測結果と、1986年から1988年までの採取試料の内、^{90}Srが未測定であったものについての分析結果についてまとめた。表－1にガンマ線放出核種

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 m^3 ($\times10^3$)	放射性核種濃度 ($\times10^{-6}$ Bq/m^3) ^{137}Cs
1992　5/ 1～ 5/29	31.1	1.5
5/29～ 6/29	34.0	1.4
6/29～ 7/31	31.5	—
7/31～ 8/27	21.0	5.7
8/27～ 9/25	21.1	—
9/25～10/26	25.9	2.3
10/26～11/27	19.7	—
11/27～12/25	20.2	—
12/25～1993　1/29	28.2	2.0
1/29～ 2/26	27.6	—
2/26～ 3/26	24.6	2.4
3/26～ 4/ 9	16.0	5.4
4/ 9～ 4/15	15.8	4.1

—　検出限界以下

（^{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－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 m^3 ($\times 10^3$)	放射性核種濃度 ($\times 10^{-6}$ Bq/m^3) ^{90}Sr
1986　5/14～ 4/16	2.64	—
5/16～ 5/26	13.6	—
12/12～1987 1/23	18.1	0.902
1987　3/19～ 4/12	11.6	—
1988　1/14～ 2/12	14.0	—
4/30～ 5/14	11.9	—
5/14～ 5/28	10.2	—
8/ 8～ 6/11	8.92	—
6/11～ 6/25	9.24	—
6/25～ 7/ 9	8.18	—
7/ 9～ 7.23	7.43	—

— 検出限界以下

[研究発表]

本郷昭三、湯川雅枝、田中千枝子、佐藤愛子：第35回環境放射能調査研究成果論文抄録集、1－3, 1993.

5．環境中のトリチウムの測定調査

井上義和、宮本霧子（環境衛生研究部）、
鈴木登美子（技術補助員）

現在稼働中の原子力施設周辺環境における環境試料中の^{3}H濃度を長期間継続的に測定し、分布と時間変化に関するデータを集積し、データを解析することにより、^{3}Hの環境動態を明らかにし、モニタリング法や線量評価法の改善に役立てることを目的とする。また、本世紀末の稼働が予定されている青森県六カ所村の再処理施設については、放出が予測される^{3}Hの環境への影響を評価するため、稼働前に地域の核実験および自然生成起源のいわゆるバックグラウンドレベルの分布と時間変動を把握しておくとともに、レベルの変動に大きな影響を及ぼす水文学的特性を明らかにするための基礎データを収集する。

稼働中の種々の原子力施設が立地する茨城県東海村とその周辺地域については、1981年度より継続的に調査を実施してきた。1993年も定期的に河川水、沼水、水道水、井戸水および沿岸海水を採取し、^{3}Hを測定した。青森県六カ所村については、1992年より本調査研究を開始し、1993年も河川水、湖沼水および地下水を採取し、^{3}Hを測定した。

また対照地点としての千葉市においても毎月、降水と水道水を採取し、^{3}Hを測定した。

千葉市の降水の1993年の年平均値は0.54Bq/ lであり、昨年の平均値0.56Bq/ lと同じであった。降水の^{3}H濃度の年変化の減少傾向はほぼ止まったが、従来と同様の春から夏に高い季節変化は、日本より10倍程度高い^{3}H濃度を有する中国大陸のHTOの影響と推定される。那珂川と久慈川の年平均値は、1992年までの最近3年間ほぼ一定の約0.9Bq/ lで推移しているが、1993年は約 0.8Bq/ lと僅かに減少傾向が認められ、かつ降水の濃度よりなお50%ほど高かった。このことは、滞留時間の長い地下水中の^{3}Hが河川に今なお影響を及ぼしていることを示唆している。

地下水の濃度は、東海村の施設周辺で内陸の地下水よりも高い状態で推移し、年々減少傾向を示してきたが、1993年でも数倍高い状態が確認され、従来の解析結果と同様に施設の影響と考えられた。

青森県六カ所村で1993年に採取した地表水の^{3}H濃度の測定結果を表に示した。河川水の濃度は、昨年と同じ 0.9～1.5Bq/ lの範囲であり、茨城県より少し高く、緯度効果と考えられる。地下水中では、フォールアウト起源の^{3}H濃度が、検出限界以下から約5 Bq/ lの広い範囲を示した。このことは、地下水の滞留時間が相当の長さの広がりを持ち、滞水地層が複雑であることを示唆している。

[研究発表]

(1) 井上、宮本、岩倉、工藤、梶谷：第35回環境放射能調査研究成果論文抄録集、29－30, 平成5年12月

(2) 井上、宮本、岩倉、工藤、梶谷：放射能調査研究報告書、NIRS－R－23, 55－64, 平成5年11月

表　青森県六カ所村における地表水のトリチウム濃度

採取地点	採取日とトリチウム濃度*、Bq/ l 1993年 10月7日	11月9日	12月7日
老部川	1.0	—	0.9
二又川	0.9	0.9	0.9
室ノ久保川	1.1	1.1	1.0
後　川	1.5	1.5	1.3
平沼川	1.3	1.3	—
尾駮沼**	0.6	—	—
鷹架沼**	0.9	—	—
市柳沼	0.9	—	0.9
田面木沼	1.0	—	1.1
小川原湖	1.0	1.1	1.1

* 測定誤差は、2標準偏差で、±0.1Bq/ l

** 汽水湖

6．環境中の^{14}Cの濃度調査

井上義和、鈴木登美子（環境衛生研究部）

1．序

核燃料サイクルなどに関連して環境に放出される^{14}Cは、線量率は低いが、その半減期（5730年）の長さの故に集団線量預託への寄与は無視出来ないと考えられている。施設から放出される^{14}Cの影響を実測により評価するためには、施設の影響のない自然環境における^{14}Cレベルの長期間の時間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。このため1960年代初頭より現在に至るまで、主に植物精油と発酵アルコールを測定試料としてそれらの^{14}C濃度（比放射能、dpm/gC）を測定してきた。ある年に生育した植物体中の炭素中の^{14}C濃度は、その年の大気中の二酸化炭素中の^{14}C濃度を良く反映すると考えら

れる。従って、データは人体に摂取される食物中の^{14}C濃度を推定し、線量評価を行う際役立つ。

2．方　法

今年度測定した試料は、1993年に日本の各地で収穫されたブドウまたは梨を原料として発酵醸造されたワインである。蒸留精製し、約94－99%のアルコールを調製した。比重を測定して正確な濃度を決定後、その10mlをトルエンシンチレータ10mlと混合し、液体シンチレーションカウンター Packard 社製 TRICARB2250CA/LL で測定した。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、測定試料に導入できる炭素量は約4gであり、測定効率は62%、B.G 計数率は約5.4cpm であった。

3．結　果

測定結果を表に示す。^{14}C濃度の地域差は認められなかつたことから、日本における大気中^{14}C濃度はほぼ均一分布していると考えられる。1993年産ワインの^{14}C濃度の平均値は、15.3 ± 0.2dpm/gC であった。1980年から1989年までの10年間の^{14}Cの比放射能は、ほぼ一定の年減少率約0.20dpm/gC で低下してきたが、1989年から1992年の最近4年間は、15.7dpm/gC 前後の一定レベルで推移した。一方、1993年は15.3dpm/gC となり、再び減少の兆しが認められた。減少傾向が普遍的なものかは来年以降の測定結果や世界各国産のワインの分析結果と比較する必要がある。またこの現象の解明のためには、植生や海洋の炭酸ガスリザバーの容量および大気中の炭酸ガス濃度の年変化の両者の影響について解析する必要がある。

4．研究発表

1）井上、岩倉、工藤：環境中の^{14}Cの濃度調査、第35回環境放射能調査研究成果論文抄録集、23－24, 科学技術庁、平成5年12月

2）井上、岩倉：環境中の^{14}Cの濃度調査、放射能調査研究報告書（平成4年度）、NIRS－R－23, 7－11, 放射線医学総合研究所、平成5年11月

表　日本の1993年産ワイン中のアルコール成分の^{14}Cの比放射能

試料#	ブドウの産地と銘柄（記号）	比放射能 ± 1 SDdpm/gC
1	北海道余市 a	15.34±0.14
2	北海道余市 b	15.01±0.13
3	北海道浦臼	15.31±0.14
4	山形県	15.09±0.14
5	山梨県 a	15.21±0.14
6	山梨県 b	15.20±0.13
7	山梨県 c	15.37±0.13
8	山梨県 d	15.54±0.14
9	千葉県鎌谷 *	15.75±0.14
	平均値	15.31±0.21

*原料は、梨

7．放射能迅速評価システム（ERENS）
(Enviromental radiation Estimation Network System)

本郷昭三、竹下　洋（環境衛生研究部）、
内田滋夫（環境放射生態学研究部）

環境汚染物質の中で放射能、放射線は最も良く管理できているものの一つであるが、一般の汚染物質の場合と同様、人類的規模で管理を行っていく必要がある。コンピュータ及びそれらのネットワーク化技術の進歩は目覚しく、これを利用することにより、迅速化および長期・広域的な管理が可能になる。

放医研では、ERENS の導入を昭和63年度から5ケ年計画で行ってきた。平成4年度に整備を終え、ほぼ計画どおりに第一段階を終えた。従来の大型汎用コンピュータを中心として、測定機を配置する中央集中型のネットワークでは、世界規模の通信に参加したり、研究者がそれぞれのコンピュータで解析するようなオープンなネットワークには適さない。ERENS ではエンジニアリング・ワークステーション（EWS）を要とし、パーソナルコンピュータ（P-C）を統合する、分散処理型の電算機ネットワーク（ローカル・エリア・ネットワーク：LAN）を導入した。分散処理型のネットワークでは異なるオペレーティング・システムでデータを共有することができるため、既存の機器や、ソフトウェアを無理なく統合することができる。ERENS ではファイル・サーバを本所（2 GB）、那珂湊支所（1 GB）、東海施設（1 GB）に各1台導入し、必要に応じて、ISDN（INS64）回線により LAN 間接続している。平成6年度からは放医研 LAN として、那珂湊支所、東海施設が接続される。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各1台、計5台が常時接続され稼働しており、ポータブルGe半導体測定器が電話回線あるいは無線で接続できる。そのほか、放射能調査研究者のコンピュータが約30台、さらに、放医研全体の LAN、放医研外のネットワーク（TISN）とも接続されているため、必要があれば、外国にもデータを送信することが可能となっている。ERENS は UNIX, MSDOS の二つの OS によって支援されており、ファイルの実体は UNIX で管理されている。このため、スタンド・アロンのパーソナル・コンピュータでは扱うことが出来ないような大きなファイル・システムが MSDOS からも利用できる。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、測定器に付属しているパーソナル・コンピュータだけではその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、許可さえ与えれば他のステーション(国内外を含む)からもこのデータや解析コードが利用可能である。ERENS で得られた技術は、放医研の LAN にも活用され、また、関係機関でも、ネットワークの導入および外部接続が始まりつつあり、今後、ネットワークを拡張し、結合することにより、さらに、高次の資源の共有化、調査研究の能率化、統合的な解析も可能となるものと期待される。

8．緊急被曝医療体制の整備に関する調査研究

赤沼篤夫、中野隆史、久保田進、向井　稔、宮本忠昭（治療・診断部）
鈴木　元、明石真言（障害・臨床研究部）

この調査研究は、原子力災害から周辺住民と事業所従業員の安全を守ることと緊急時に被災者の治療を迅速かつ二次汚染等をおこすことなく安全に行うための治療体制をつくることを目的として行われている。昭和55年6月の原子力安全委員会による「原子力発電所周辺の防災対策について」に基づき、放射線障害専門病院として医療のあり方を検討し、また各都道府県の原子力防災訓練や各種委員会に緊急時被曝医療派遣チームの構成員として参加している。

(1) 被曝時救急医療対策

放射線事故における傷病対策を複合疾病としてとらえ、国内の大学や病院から放射線医学、救急医学、外科、形成外科、血液内科／骨髄移植、内部被曝、基礎研究者等の専門家による検討委員会の開催のための準備等を行い、第一回の会議を平成5年7月30日に、また、第二回を平成6年1月21日に開催した。また現在、東大医科研や大阪成人病センターとの協力のもとに被曝のための骨髄移植ネットワークを検討している。今後毎年2ないし3回開催し、放医研が国内の放射線障害治療の指導センター的役割を果たせるような組織を目指している。また、地方自治体の要請に応じ地方自治体の主催する放射線事故避難訓練や講習会に講師として参加している。平成4年度緊急被曝医療に関する派遣実績は次の通りである。

茨城県・北海道（2回）・鹿児島県・佐賀県・青森県・新潟県原子力防災／緊急被曝医療研修会講師、日本原子力研究所東海研究所被曝医療課程講師、千葉県消防大学校講師、養成訓練部講師、原子力軍艦放射能調査技術研修会講師、千葉県原子爆弾被爆者医療審査会委員、その他REAC/TSにおける研修会等へ参加した。また緊急時被曝医療専門委員会（原安協）、原子力施設事故情報調査専門委員会、SPEEDIネットワーク調査専門検討委員会、原子力防災研修事業検討委員会、原子力防災活動器材調査委員会にも委員を派遣していた。

(2) プロトコール／システムづくり

放射線事故ではその殆どの場合が汚染を伴い、除染という特殊な処置を必要とする。核種による方法の相違、除染か、もしくは救命処置を優先するのか、内部被曝か外部被曝かなど医療関係者・保険物理の専門家による統一したプロトコールの作成のための原安協、放射線安全研究協会、原子力安全技術センター等の定例委員会等でプロトコール／システムづくりに参加、また要請により出張や教育の為のビデオ作成に協力している。また、養成訓練部において医師のための緊急被曝医療研修コースの設置にも参加した。

(3) 基礎的研究

骨髄移植における免疫学的寛容、G-CSFやOK-432を始めとする防護剤の安全性、照射時の生体反応に関して基礎研究を行っている。

9．自然放射線の疑似実効のエネルギー調査
―― 自然放射線の疑似実効エネルギー ――

中島敏行、横須賀節子（環放生）、神山孝吉（京大）、
藤井理行、本山秀明（極地研）、江角周一（島根衛研）

自然放射線にはエネルギーおよび線量などの物理的な因子が含まれている。しかし、これらは地域における地学的、地理学的な条件などの違いによって変わる。前年度は自然放射線の線量率と擬似実効エネルギーとの間に相関関係の関係式を使い、国内の擬似実効エネルギー分布の調査を求め、その結果を取りまとめた。然し、この関係式の物理的意味の一つである宇宙線の擬似実効エネルギーは推定するのみで、その根拠となるデータは世界的に見ても全くなかった。これを実測するには大地からの放射線の影響も海水からの影響もない厚い氷で覆われた南極の氷原での観測が最も有効であると思われる。

そこで本年度は昨年とともに極地研、京大、島根衛研の協力のもと南極の昭和基地を中心に観測地点11箇所にTLDを新たに設置し、18地点の自然放射線の線量率と擬似実効エネルギーを計18地点での被曝実験を行った。

TLDはUD-200Sの$CaSO_4$（Tm）を使用し、南極観測船「しらせ」で昭和基地に運び、設置まで基地に保管した。TLDの設置点の緯度、軽度、高度を表1に示した。今回の実験では、TLDの設置期間は約200日間にする予定である。設置への旅立ちに先立ち、TLDは基地で既定の熱処理条件で処理し、設置点まで鉛容器に入れ、運び、設置した。回収したTLDは鉛容器に入れ、観測隊帰国の際持ち帰り、当研で測定、線量、擬似実効エネルギーを評価する予定にしている。

表1は平成5年度にTLDを設置した南極の観測点の地理学的条件である。

表1　1992年、TLDを設置した南極大陸の地理的条件、TLD設置期間と埋設深

TLD設置点	高度（m）	緯度（南緯）	経度（東経）	TLD設置期間（日）	埋設深と積算（m）
S-20	720	69° 01. 11'	40° 12. 32'	491	10 → 93
H-192	1470	69° 37. 79'	42° 06. 04'	487	10 → 51
Z-42	2040	70° 20. 07'	43° 41. 08'	481	10 → 01
MD-44	2360	71° 08. 91'	44° 07. 20'	475	10 → 30
MD-144	2680	72° 02. 57'	43° 48. 88'	470	10 → 19
MD-254	3040	73° 01. 55'	43° 25. 27'	465	10 → 49
MD-364	3340	74° 00. 48'	42° 59. 80'	457	10 → 09
MD-472	3510	74° 58. 97'	42° 14. 05'	451	10 → 13
MD-568	3680	75° 50. 12'	41° 21. 63'	446	10 → 06
MD-664	3750	76° 41. 73'	40° 23. 75'	442	10 → 24
DF-80	3810	77° 23. 39'	39° 36. 99'	430	10 → 21

前年度の測定結果では、自然放射線の線量率は明確に高度に依存すること、また、擬似実効エネルギーはほぼ一定しており、我が国で測定した自然放射線の擬似実効エネルギーの最高値に比較しても数倍も大きな値であった。

これらの結果は予期した自然放射線線量率と擬似実効エネルギーであり、われわれの理論的予測の証明となっていたが、今年度内には未だ観測船が帰国していないため、結果確認が出来ていない。平成6年度はこれらをまとめ最終報告書を作成する計画である。

[研究発表]

(1) 中島他：南極における自然放射線の測定、第30回理工学における同位元素研究発表会、東京、1993. 7.
(2) 中島他：自然放射線の擬似実効エネルギー調査、第35回環境放射能調査研究報告、千葉、1993. 12.

10. 緊急時被曝線量評価法に関する研究 ―― 中間報告書のまとめ ――

中島敏行、横須賀節子（環境放射性生態学研究部）

広島、長崎での原爆被爆やチェルノブイリ事故にみられるように一般住民が放射線に被曝する事故等が起こっている。このような人々への医療、健康影響を考えたとき、その被曝線量を推定することは重要なことである。

本課題は、チェルノブイリ事故以後、急遽設定された課題の一つである。われわれは電子スピン共鳴（ESR）現象を被曝線量評価に利用することを1972年世界に先駆けて提唱してきた。前述の事故以後、この方法に最適な物質の発見と特性研究をし、その実証例として、チェルノブイリ事故時に住民が避難し、プリピアチ市の屋内に残っていた砂糖8試料から推定した屋内線量を推定してきた。その結果、避難市民の被曝線量について、我々の結果と旧ソ連の結果とは良い一致をみた。

これにより、本方法の実用性が証明されたものとし、本年度は本課題の中間的まとめとして、143ページの報告書と20ページの「一般人用緊急時個人モニター」マニュアル（案）を作成した。

[研究発表]

(1) 中島敏行：緊急時被曝線量評価法に関する研究－放射能調査研究最終報告書（I）
(2) 中島（起草者）：一般人用緊急時個人モニターマニュアル（案）、1994, 3. 提案
(3) 中島：電子スピン共鳴法による被曝線量評価の現状、第21回放医研環境セミナー、千葉、1993. 12.

11. 陸上試料の調査研究 ―― 環境中におけるテクネチウム等長半減期核種の挙動に関する研究 ――

田上恵子、内田滋夫、横須賀節子
（環境放射生態学研究部）

本調査研究は、日本の主要な地域におけるテクネチウム等長半減期核種の放射能レベルを調査研究し、その蓄積状況を把握することを目的としている。

平成5年度も前年度に引き続き、土壌試料中の ^{99}Tc 分析測定法に関し、各分析操作について検討を行った。すなわち、1）前処理した土壌試料を、電気炉で450℃、8時間加熱（有機物灰化）後、2）燃焼装置を用いて、Tc を土壌から揮散させ、捕集溶液中(炭酸カリウム溶液を使用)に回収、3）捕集溶液中の Tc を溶媒抽出法（溶媒にイオン会合系の抽出剤であるシクロヘキサノンを使用）により分離し、4）有機相の誘電率を変えるために四塩化炭素を加えて Tc を純粋中へ逆抽出、5）得られた水溶液を用いて Tc の定量を行う、という一連の分析操作を検討している。

上記の分析法において、3）の溶媒抽出に関し、昨年度は炭酸カリウム溶液とシクロヘキサノンを用いた単純な系における Tc の抽出条件の検討を行った。この系では、水溶液中の炭酸カリウムの濃度が0.5M 以上であれば、ほぼ100％の Tc を有機溶媒中に抽出できる結果が得られた。そこで今年度は、土壌を燃焼して得られた捕集溶液を用いて、Tc 抽出のための最適条件及びその抽出率についての検討を行った。実験結果を表1に示す。有機溶媒への Tc の抽出率は、土壌を燃焼して得られた捕集溶液に対し、試薬の添加等の操作を加えない場合では、炭酸カリウム濃度を1M に調整しても、66％と低かった。この理由として、捕集溶液中には Tc の抽出を妨害する元素が存在していること、Tc を揮散して得られた溶液であるため、捕集溶液中の Tc の一部が、有機溶媒に効率良く抽出される時の化学形（TcO_4^-）ではないこと等が考えられた。そこで、同様に得られた捕集溶液に、過酸化水素水を数滴加え、3－4時間加熱するという操作の後、溶媒抽出実験を行った。この操作を行うことで、単純な系での結果と同様に高い Tc の抽出率（約98％）が得られた。

この分析法での回収率は、今回は52－64％であった。これは、これまで報告されている方法と比べ、同程度の値である。しかし、本分析法は酸抽出法と比べると操作が簡便であり、また安定性もよいという利点がある。今後は、燃焼装置による土壌からのTcの分離操作を含む分析法全体に関して回収率の向上を検討し、さらには日本各地の土壌試料のデータの蓄積を行う予定である。

[研究発表]

(1) 田上、内田、横須賀：第35回環境放射能調査研究成果論文抄録集、121－122, 1993.
(2) 田上、内田：第37回放射化学討論会、金沢、1993, 10.
(3) Tajami, K. and Uchida, S. : *Radiochim. Acta,* **63**, 69－72, 1993.

表1　トラップ溶液からシクロヘキサノンへの ^{95m}Tc 抽出率

	Extractability (%)
No addition of H_2O_2 nor heating	65.6 ± 0.2
	66.2 ± 0.2
	66.0 ± 0.2
average	65.9 ± 0.5
Addition of H_2O_2 and heating for 3 to 4 hours	98.1 ± 0.2
	97.8 ± 0.2
	98.4 ± 0.2
average	98.1 ± 0.5

Note : Three samples were used in each experiment.
± : Counting error or standard deviation for average value.

12. 原子力施設周辺住民の放射性及び安定元素摂取量に関する調査研究

村松康行、吉田　聡、坂内忠明、柳沢　啓
（環境放射生態学研究部）

原子力施設周辺住民の放射性物質経口摂取量を予測するための基礎データを得ることを目的として、食品摂取量、及び、食品中に含まれる放射性核種と安定元素の濃度に関する研究を続けてきた。本年度は、キノコ中の ^{137}Cs 及び ^{40}K に着目してその研究結果を述べる。キノコをとり上げた理由は、チェルノブイリ事故後ヨーロッパ、旧ソ連地域においてキノコ中の ^{137}Cs の高い濃度が検出され、経口摂取による被曝線量評価の面からと、森林生態系における放射性物質の循環の面から注目されるようになったからである。キノコは種類も多く、その生育環境や生態もバラエティーに富むことから、放射性核種の濃度に関するデータを蓄積し、キノコの生態との関連で解析をしていく必要がある。また、キノコへのセシウムの濃縮メカニズムについても調べることが大切であろう。食用キノコ中の放射性核種の分析結果については、すでに報告したが、その後、分析値を蓄積したのでここに紹介する。

茨城県東海村の森林を中心に茨城県内で140試料（61種）を採取した（一部は購入）。試料は凍結乾燥後紛砕し、Ge 半導体検出器を用いて測定した。

^{137}Cs の分析結果は、濃度の頻度分析として図に示す。今回測定したキノコ中の ^{137}Cs の濃度範囲は、≦1.1～3114Bq/kg（乾）とキノコにより大きな差があった。中央値は43Bq/kg（乾）、平均値は210Bq/kg（乾）であった。半数以上のキノコの濃度は100Bq/kg（乾）以下であったが、平均値は高い値の影響を受け中央値よりもかなり大きな値となっている。チェルノブイリ起源の ^{134}Cs はいくつかのキノコで検出されたが、濃度的にはすくなかった。キノコ中の ^{137}Cs の多くが核実験によるフォールアウトに起因することが明らかになった。

高い ^{137}Cs 濃度を示したキノコは、キシメジ、クサウラベニタケ、チリメンチチタケ、チチアワタケで1000 Bq/kg（乾）を越える値であった。一方、ヒラタケ、ハラタケ属、ホコリタケ、カワラタケでは10Bq/kg（乾）以下であった。キノコ中の ^{137}Cs の値とキノコの生息域や生態との関係を見ると、切り株や落ち葉に菌糸をはるキノコでは低く、また、地表の浅い部分（0～5 cm）に菌糸をはるキノコでは高い傾向にあった。これは、木や葉の中の ^{137}Cs 濃度は低く、また、^{137}Cs は表層土壌に高いことを反映していると考えられる。また、菌根菌のほうが腐朽菌に比べ ^{137}Cs 濃度が高い傾向にあった。

今回分析したキノコ140試料中の ^{137}Cs の濃度の平均値は210Bq/kg（乾）であった。（キノコ中の約9割が水分なので、生重量で表すと 20Bq/kg 程度である。）

キノコを食べることによる被ばく線量を以下の通り推定した。キノコ中の ^{137}Cs 濃度として上述の20Bq/kg（生）、キノコの摂取量として年間3.5kg（国民栄養の現状より計算）及び ICRP の換算係数を用い計算すると、約 9×10^{-7} Sv と非常に小さな値であった。今回分析したキノコの多くが森林で採取されたもので ^{137}Cs 濃度は通常食用に用いられている栽培キノコより高い値であることから、実際の被ばく線量はさらに小さいと考えられる。

［研究発表］

1）Muramatsu et al : Sci. Tot. Environ., 105 (1991) 29.
2）Yoshida et al : J. Environ. Radioact., 22 (1994) 141.

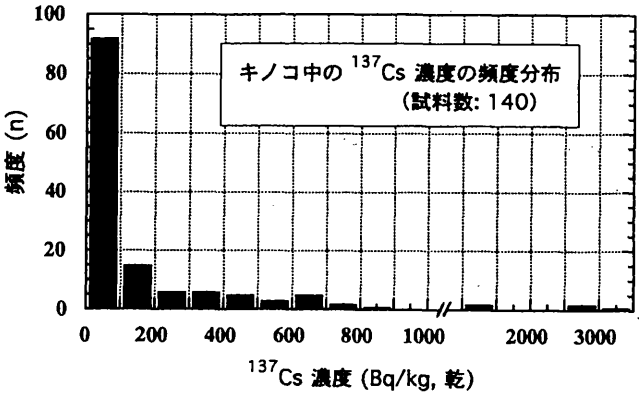


図　キノコの ^{137}Cs 濃度の頻度分布（試料数：140）

13. 人体の放射性核種濃度および線量の解析調査

白石久二雄、河村日佐男（環境放射生態学研究部）

環境に放出された放射能とくにフォールアウトに由来する人体の放射性核種の濃度の測定を行い、体内の濃度に影響する因子の解析し、被曝線量の推定を行うことを目的とする。人骨中の ^{90}Sr は、環境に由来する放射性核種から人体の受ける内部被曝線量の推定において、代表的な指標となるとともに、超ウラン元素の環境から人体への移行機作の解明のための参照核種としても重要である。今年度は、平成4年死亡例の結果を中心に報告する。

得られた骨中 ^{90}Sr 濃度の分析測定の結果を表1に示す。平成4年（1992年）死亡例の平均骨中 ^{90}Sr 濃度は、5－19才群では17± 8 mBq ^{90}Sr/g Ca および成人群では14± 3 mg ^{90}Sr/g Ca であった。また、0－4才群では37± 2 mBq ^{90}Sr/g Ca であった。UNSCEAR の線量係数（P_{45}）を日本人成人に適用して、骨中の ^{90}Sr および娘核種である ^{90}Yから、骨中の赤色骨髄および骨表面細胞が受ける年間の吸収線量を推定した。その結果は、表2に示すように、それぞれ約6および14 μGyであった。

［研究発表］

(1) 白石、河村：第35回環境放射能調査研究成果論文抄録集（平成4年度）、104－105, 1993.

表1　年齢群別人骨中の ^{90}Sr 濃度

		mBq ^{90}Sr /g Ca		
死亡年		0－4才	5－19才	20才－
1992	分析数*	2（9）	11	40
	平均値	37	17	14
	標準偏差	2	8.4	3.2
	最小値	35	6.3	7.8
	最大値	38	31	22

*）括弧内は合併前の検体数

表2　成人における骨中 ^{90}Sr による年吸収線量

	μGy/年	
死亡年	赤色骨髄	骨表面
1992	6 ± 1	14± 3

14. 沿岸海域試料の解析調査（1）

山田正俊、青野辰雄、平野茂樹、中村　清
（海洋放射生態学研究部）

沿岸海域の海水、海底堆積物、海産生物の放射性核種濃度を調べ試料相互の汚染の関連を求め、またそれらの結果から将来の沿岸海洋環境の放射能汚染を予測して人体の放射線障害の予防に資することを目的として調査している。

茨城県沿岸および青森県沿岸より海産生物（魚類・軟体類・海藻等）を採取し、試料とした。試料を各部位に分け、乾燥し、450℃で灰化後、硝酸で溶解した。陰イオン交換法、AMP 法等により、$^{239+240}Pu$, ^{137}Cs を分離・精製し、測定用試料とした。　表1に1992年3月に採取の茨城県沿岸産魚類の $^{239+240}Pu$, ^{137}Cs 濃度を、表2に軟体類の濃度を、また表3には1992年5月に採取の海藻の濃度を示す。魚類筋肉中の ^{137}Cs は150～230mBq/kg・生，軟体類は40～80mBq/kg・生，海藻は70～150mBq/kg・生の範囲であった。一方、$^{239+240}Pu$ 濃度は魚類筋肉で低く、軟体類で1 mBq/kg・生前後、海藻で2～22mBq/kg・生の範囲と前年度と同様の傾向であった。

また、表4に茨城県沿岸と青森県沿岸より採取した同一種の $^{239+240}Pu$ 濃度を示す。採取した場所の違いによる $^{239+240}Pu$ 濃度の差は特に認められない。

[研究発表]

(1) 山田、青野、平野、中村（清）：放射能調査研究報告書（平成4年度）、NIRS－R－23, 43－49, 1993, 11.
(2) 山田、青野、平野、中村（清）：第35回環境放射能調査研究成果論文抄録集、67－68, 1993, 12.

表1　茨城県沿岸魚類の $^{239, 240}Pu$, ^{137}Cs 濃度

魚　種	部　位	$^{239, 240}Pu$	^{137}Cs
クロメバル	筋　肉	0.10 ± 0.01	223 ± 6
ニ　ベ	〃	＊　＊	229 ± 7
マトウダイ	〃	0.08 ± 0.01	191 ± 5
マフグ	〃	0.35 ± 0.04	145 ± 5
アカシタビラメ	全　身	0.69 ± 0.07	108 ± 7
アカエイ	内　臓	1.6　± 0.08	151 ± 6

（単位；mBq/kg－wet　＊＊：検出限界以下）

表2　茨城県沿岸軟体類の $^{239, 240}Pu$, ^{137}Cs 濃度

種　類	部　位	$^{239, 240}Pu$	^{137}Cs
マダコ	外　套	0.80 ± 0.07	76 ± 4
イイダコ	〃	1.4　± 0.17	39 ± 4
〃	内　臓	＊　＊	77 ± 5
コタマガイ	軟体部	1.2　± 0.07	47 ± 3
チョウセンハマグリ	〃	0.84 ± 0.05	54 ± 3

（単位；mBq/kg－wet　＊＊：検出限界以下）

表3　茨城県沿岸海藻類の $^{239, 240}Pu$, ^{137}CS 濃度

種　類	$^{239, 240}Pu$	^{137}Cs
アオサ	7.8 ± 0.25	93 ± 7
ワカメ	1.8 ± 0.12	68 ± 5
ハハキモク	11.4 ± 0.32	145 ± 9
ベニスナゴ	1.7 ± 0.11	87 ± 7
フクロフノリ	22.0 ± 0.74	138 ± 12
ツノマタ	10.0 ± 0.49	131 ± 9

（単位；mBq/kg－wet）

表4　茨城県沿岸、青森県沿岸の魚類・軟体類の ^{239,240}Pu 濃度

魚　種	雌　雄	部　位	茨城県沿岸	青森県沿岸
サ　ケ	オ　ス	内　臓	2.8 ± 0.18	0.95 ± 0.08
〃	〃	エ　ラ	0.74 ± 0.10	0.44 ± 0.07
〃	〃	骨	4.4 ± 0.49	0.31 ± 0.09
サ　ケ	メ　ス	内　臓	1.3 ± 0.10	1.0 ± 0.10
〃	〃	エ　ラ	0.46 ± 0.08	0.40 ± 0.08
〃	〃	骨	2.6 ± 0.21	2.0 ± 0.29
イナダ		内　臓	0.68 ± 0.06	0.12 ± 0.02
〃		骨	＊＊	＊＊
マコガレイ		内　臓	——	1.0 ± 0.18
〃		骨	——	＊＊
ホッキガイ		軟体部	1.6 ± 0.06	2.0 ± 0.07
〃		殻	＊＊	＊＊
スルメイカ		内　臓	——	2.4 ± 0.10

（単位；mBq/kg－wet　＊＊：検出限界以下）

14. 沿岸海域試料の解析調査（2）

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）

海産魚による放射性核種の消化管吸収

海産魚が環境から放射性核種を体内に取り込む経路として海水からの直接の取り込みと餌を介しての消化管からの取り込みが主要な経路と考えられる。海水からの取り込みに関しては今まで多くの実験結果が得られているが、それに比較して餌からの取り込みについては実験例もあまり多くない。今年度は食物連鎖を通じての海洋生態系における放射性核種の移行を推定する為に必要な情報を得る目的で、海産魚による放射性核種の消化管吸収について検討した。海産魚としてはクロソイ（Sebastes schlegeli）36尾（平均体重44.1g）を、放射性核種は ^{54}Mn, ^{57}Co, ^{65}Zn, ^{85}Sr, ^{95m}Tc, ^{103}Ru, ^{137}Cs, ^{141}Ce の8核種を用いた。これらの8核種を同時に取り込ませたクロアワビの内臓部分をクロソイの体重の1％見当で36尾に経口投与し、経時的に2尾づつ解剖して消化管内の投与餌の消化の状況と放射性核種の各部位の濃度変化を観察した。またこれとは別に残りの9個体は連続測定用として汚染餌1回投与後の全身の放射能の変化を200日以上追った。飼育水温は15℃に調整し、汚染餌投与後48時間目から非汚染の人工餌料（ペレット）を適宜与えた。

投与した餌は、投与後3時間目にはまだ胃内にほぼ原形を残したまま存在したが、7.5時間目には大半はかゆ状になっており、一部は胃から腸にも移動していた。24時間目には胃から腸に大部分が移り、48時間目までには肛門から体外に排泄されるのが観察された。一方、放射性核種は投与後3時間目には既に体内の各部位に分布しているのが観察された。表1に ^{57}Co の体内各部位の濃度変化を各解剖時の血中濃度を基準として経時的に示した。胃や腸は未消化の消化管内容物を取り除いて測定した。投与後、初期の時点で消化吸収の部位である胃及び腸の放射能濃度が高いのは当然と考えられるが投与後7.5時間から13時間目にかけて鰓の放射性核種濃度がピークに達し、その後急に減少するのが見られ、鰓からの放射性核種の排出が示唆された。

一方、汚染餌1回投与後の連続測定の結果のうち、^{137}Cs と ^{57}Co について図1に示した。汚染餌投与直後の魚全身の放射能を100％として表わしたものである。投与後2～3日間で放射能が急激に減少するが、これは解剖による汚染餌の消化の観察からも推定されるように、胃や腸で吸収されなかった核種が排泄物と共に魚体から排出されたものと考えられる。また、その後の比較的ゆっくりとし

表1　Concentration of ^{57}Co in tissues of Sebastes schlegeli following a single oral dose (normalized to concentration in blood)

	3 hours	7.5hours	13hours	24hours	48hours	72hours	5 days
Gill	6.83	28.3	43.7	1.86	0.61	0.73	0.48
Fin	0.40	1.77	4.46	1.53	0.52	0.64	0.39
Muscle	0.07	0.35	0.28	0.21	0.09	0.05	0.05
Liver	0.92	1.98	4.07	2.26	0.23	0.29	0.21
Stomach	95.6	42.4	43.9	19.7	1.41	1.00	0.64
Intestine	38.1	36.9	58.7	59.3	12.5	8.84	7.98
Kidney	1.80	3.95	1.68	2.83	0.85	1.15	0.80
Blood	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

た減少は、消化管から吸収された核種の魚の代謝の流れにのっての排出を示していると思われる。

[研究発表]

(1) 中原、中村（良）：日本放射線影響学会第36回大会、広島市、1993, 10.

(2) 中村（良）、中原、石井、松葉：第35回環境放射能調査研究成果論文抄録集、69－70, 1993, 12.

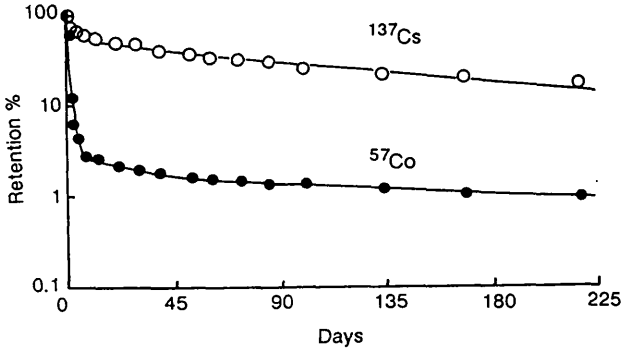


図1　Loss of radionuclides from Sebastes schlegeli after single feeding (at 15℃)

15. 外洋の解析調査

山田正俊、長屋　裕*、青野辰雄、平野茂樹、
中村　清（海洋放射生態学研究部）
（*現：財団法人海洋生物環境研究所）

外洋の海水、縣濁粒子、海底堆積物の放射性核種濃度を明らかにするとともに、その経年変化と水平および鉛直方向の分布の様相から、海洋におけるこれら核種の挙動の解明に資するデータを得ることを目的として調査している。

海水試料は東京大学海洋研究所「淡青丸」KT－92－4次航海に際し、Stn. 3 (34° 57. 3' N, 139° 24. 6' E, 水深1501m）において大量採水器を用いて採取した。採水量は1層 240リットル程度である。海底堆積物は同じく「淡青丸」KT－91－3次航海に際し、Stn. 6 (34° 55. 6' N, 139° 24. 8' E, 水深1474m）と Sth. 7 (35° 15. 2' N,

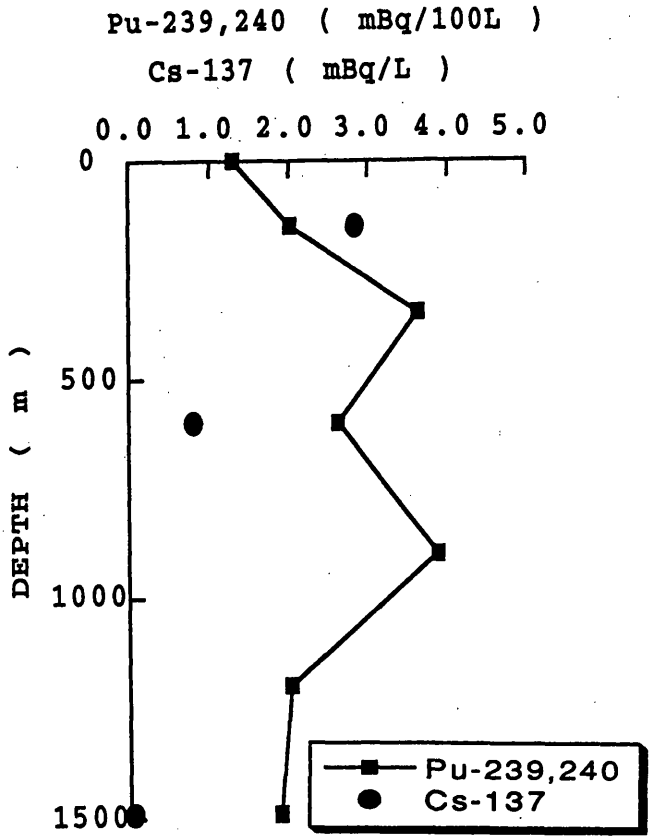


図1　相模湾海水中の ^{239,240}Pu と ^{137}Cs の鉛直分布

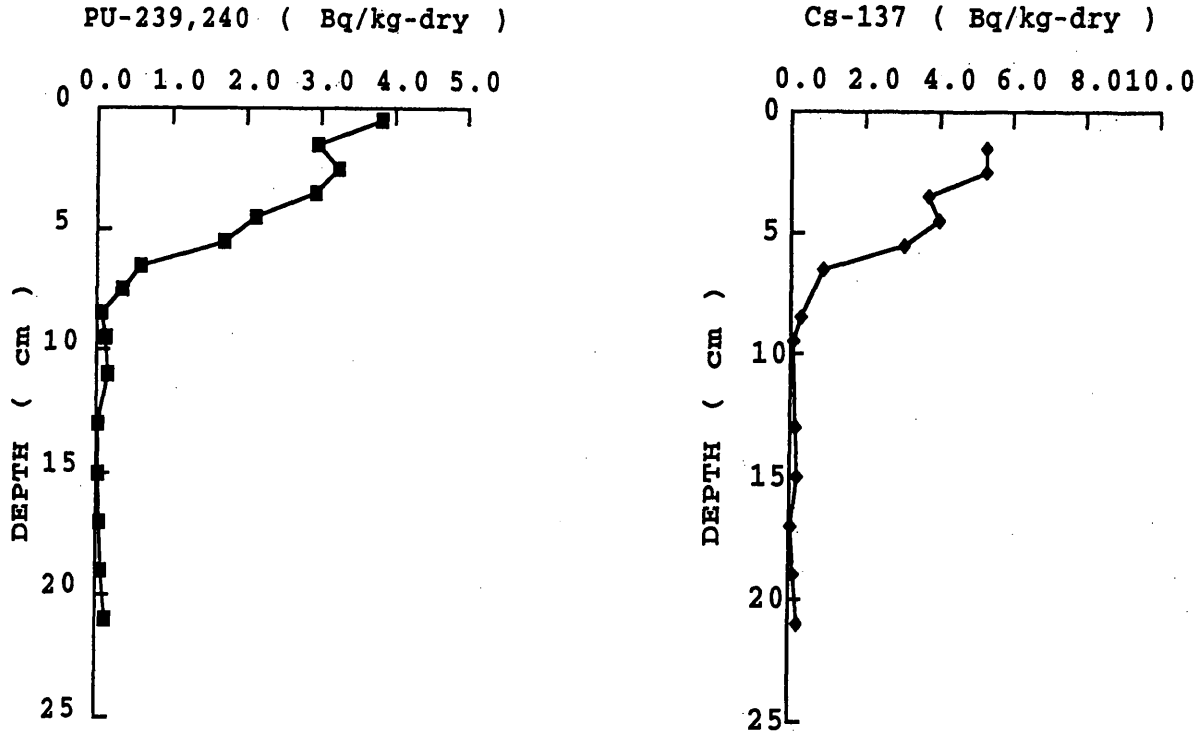


図2　相模湾 KT－91－3　Stn. 6 の堆積物中の ^{239,240}Pu と ^{137}Cs の鉛直分布

139° 21. 1'E, 水深717m）においてボックスコアラーを用いて採取した。分析は陰イオン交換法、AMP 法等を用い分離・精製し、測定用試料とした。

図1に海水中の $^{239+240}$Pu, ^{137}Cs の鉛直分布を、図2及び図3に Stn. 6 と Stn. 7 における堆積物中の鉛直分布を示す。

海水中の $^{239+240}$Pu は表層で1.3m Bq/100 ℓ であり、中層で3.9m Bq/100 ℓ と極大になり、底層で1.9m Bq/100 ℓ となる鉛直分布を示した。また、Stn. 6 の堆積物では Pu と Cs とも表層で高く、深さとともに 8 cmまで減少するという分布であった。一方 Stn. 7 は深さ20cm くらいまでほぼ一定であり、その後減少するという鉛直分布であった。堆積物中での全存在量は Stn. 6 に比べ Stn. 7 の方が、Pu で4.7倍、Cs で4.9倍高い値を示した。Pu/Cs 比は Stn. 6 で0.75, Stn. 7 で0.73であり、他の海域と比較して大きな値であり、Pu の顕著な堆積が認められる。

[研究発表]

(1) 中村（清）、長屋、成田、山田：放射能調査研究報告書（平成4年度）、NIRS-R-23, 12-17, 1993, 11.
(2) 山田、長屋、青野、中村（清）：第35回環境放射能調査研究成果論文抄録集、65-66, 1993, 12.

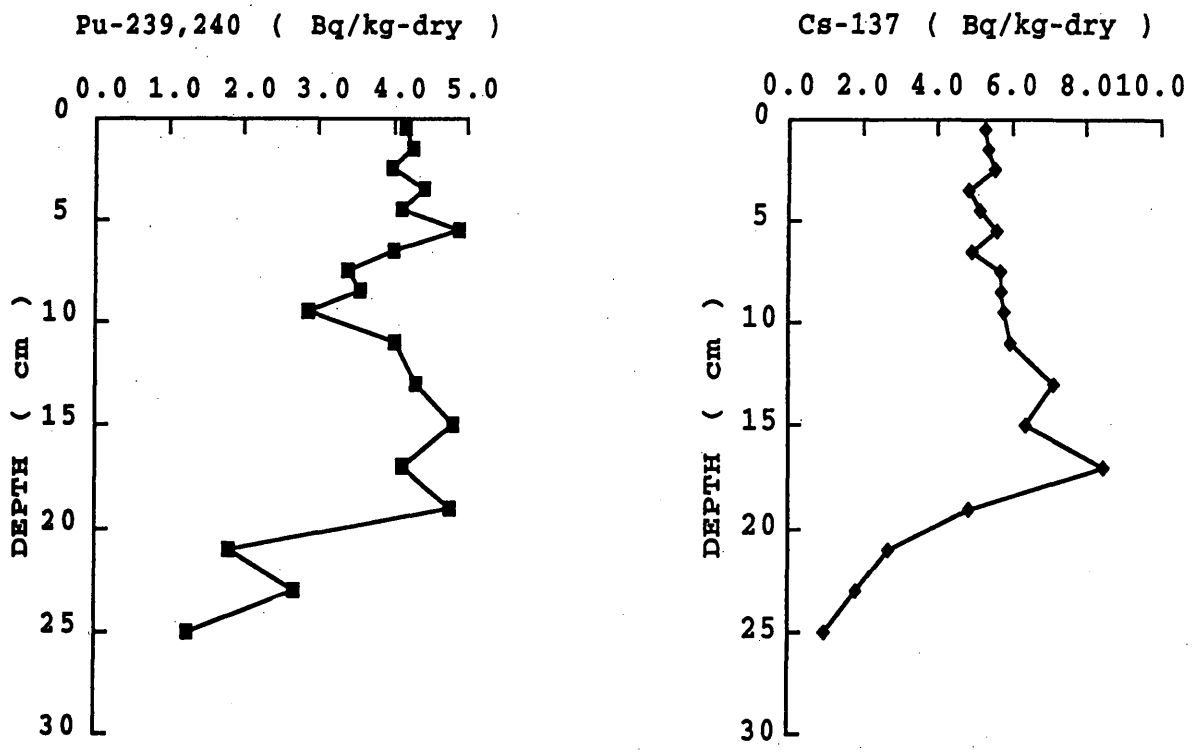


図3　相模湾 KT-91-3 Stn. 7 の堆積物中の ^{239,240}Pu と ^{137}Cs の鉛直分布

16. 日本海の放射能調査

平野茂樹、山田正俊、青野辰雄、中村　清

ロシア政府の報告によると旧ソ連時代の1959～91年に北極海や極東海域などで放射性物質の投棄が日常化されており、日本海を含む極東海域には685兆ベクレルが投棄されたと見積もられている。日本沿岸におけるこの放射性廃棄物の動向を知るために日本海の海水および沿岸各地の海産生物の放射能を測定した。

日本海の中央部の2点において海水を表層から海底近くまで12層、200～250 ℓ 採取し ^{137}Cs, ^{239,240}Pu を測定した。また日本海沿岸の3地点、島根県、新潟県および青森県において各種魚介藻類を採取、或いは購入して ^{99}Tc, ^{137}Cs, ^{239,240}Pu を測定した。試料は各部位に分け、乾燥し、450 ℃で灰化後硝酸に溶解した。陰イオン交換法、AMP法、溶媒抽出法等により ^{99}Tc、^{137}Cs および ^{239,240}Pu を分析測定した。

表1、2に日本海中部の2点における ^{137}Cs および ^{239,240}Pu 濃度を示す。^{137}Cs は0.3～4m Bq/ ℓ 、^{239,240}Pu は0.7～4m Bq/100 ℓ の範囲にあり、太平洋岸の値と比較しても特に異常な値は認められない。

表3、4、5に日本海沿岸の3地点で採取した魚介藻類の測定結果を示す。^{137}Cs および ^{239,240}Pu 濃度も特に異常と思われる値は認められなかった。また今回新たに海藻中の ^{99}Tc の測定を行ったが、これらも太平洋岸と比較して異常な値は認められなかった。

旧ソ連による放射性廃棄物の影響と見られる異常値は今回の調査では認められなかったが、ロシア政府は液状の放射性廃棄物は今後も投棄する予定であると発表している点に鑑みて、また既に投棄された廃棄物もまだ容器に留まっている事も考えられるので、次年度も引き続き調査を行う。

[研究発表]

(1) 平野、山田、青野、中村（清）：第35回環境放射能調査研究成果論文抄録集、1993, 12.
(2) 山田、長屋、青野、中村（清）：第35回環境放射能調査研究成果論文抄録集、1993, 12.

表１．日本海の放射能濃度

38° 18' N, 135° 29' E, 水深2937m

Depth (m)	$^{239+240}$Pu (mBq/100 ℓ)	^{137}Cs (mBq/ ℓ)
11	0.73 ± 0.03	——
101	0.81 ± 0.03	——
201	2.31 ± 0.06	0.62 ± 0.02
302	3.41 ± 0.08	——
503	3.86 ± 0.10	3.95 ± 0.34
753	3.57 ± 0.08	1.03 ± 2.02
1001	3.52 ± 0.07	——
1400	3.19 ± 0.10	0.27 ± 0.03
1703	3.65 ± 0.59	——
2201	2.71 ± 0.14	——
2503	2.94 ± 0.38	——
2914	2.89 ± 0.38	——

・——印はデータなし　・誤差は計数誤差のみ

表２．日本海の放射能濃度

38° 41' N, 132° 48' E, 水深2825m

Depth (m)	$^{239+240}$Pu (mBq/100 ℓ)	^{137}Cs (mBq/ ℓ)
9	1.02 ± 0.14	——
101	1.65 ± 0.14	3.09 ± 0.07
199	2.42 ± 0.22	——
300	2.96 ± 0.19	——
499	3.64 ± 0.11	2.18 ± 0.05
753	3.72 ± 0.12	1.99 ± 0.06
1002	3.72 ± 0.10	——
1400	3.53 ± 0.15	1.00 ± 0.04
1699	3.02 ± 0.10	——
2203	2.53 ± 0.11	——
2502	2.64 ± 0.09	——
2798	2.58 ± 0.09	——

・——印はデータなし　・誤差は計数誤差のみ

表３．島根県浜田の魚介藻類の放射能濃度

試料名		$^{239+240}$Pu	^{137}Cs	^{99}Tc
ハタハタ	筋肉	N. D.	0.10 ± 0.009	——
	内臓	0.0071 ± 0.00057	0.12 ± 0.010	——
	骨	N. D.	——	——
アジ	筋肉	N. D.	0.27 ± 0.016	——
	内臓	0.0010 ± 0.00020	0.22 ± 0.020	——
	骨	N. D.	——	——
イカ	筋肉	N. D.	0.065 ± 0.087	——
	内臓	0.0026 ± 0.00044	0.051 ± 0.0085	——
ウミトラノオ		0.023 ± 0.0012	0.11 ± 0.027	0.0165 ± 0.0055
ヒジキ		0.015 ± 0.0011	0.057 ± 0.011	——

表４．新潟県佐渡の魚介藻類の放射能濃度

試料名		$^{239+240}$Pu	^{137}Cs	^{99}Tc
飛魚	筋肉	N. D.	0.16 ± 0.015	——
	内臓	N. D.	0.15 ± 0.012	——
	骨	N. D.	——	——
さざえ	筋肉	0.12 ± 0.004	0.034 ± 0.010	——
	内臓	0.083 ± 0.0031	0.038 ± 0.010	——
	貝殻	N. D.	——	——
イカ	筋肉	N. D.	0.054 ± 0.010	——
	内臓	0.0030 ± 0.00034	0.041 ± 0.012	——
ホンダワラ		0.0080 ± 0.00065	0.024 ± 0.0064	——
ツルアラメ		0.0051 ± 0.00059	0.067 ± 0.017	——
ウミトラノオ		——	——	0.0257 ± 0.00865

表５．青森県鰺ケ沢の魚介藻類の放射能濃度

試料名		$^{239+240}$Pu	^{137}Cs	^{99}Tc
アイナメ	筋肉	N. D.	0.32 ± 0.018	——
	内臓	0.0015 ± 0.00018	0.12 ± 0.011	——
	骨	N. D.	——	——
ひらめ	筋肉	N. D.	0.21 ± 0.011	——
	内臓	N. D.	0.11 ± 0.011	——
	骨	N. D.	——	——
イカ	筋肉	N. D.	0.030 ± 0.0090	——
	内臓	0.0016 ± 0.00026	0.046 ± 0.0086	——
ハハキモク		0.023 ± 0.0014	0.12 ± 0.023	——
アカモク		0.015 ± 0.00097	0.076 ± 0.018	——
ウミトラノオ		——	——	0.0362 ± 0.0053

・単位は Bq/kg・生

（9） 科学技術振興調整費による研究

1．総合研究

(1) がん細胞の浸潤・転移機構解明のための基盤技術の開発に関する研究

臓器親和性の制御技術の研究

安藤興一、小池幸子（障害・臨床研究部）
荻生俊昭（生理病理研究部）

本研究の目的は、臓器特異的な転移機構を解明することにより、転移の臓器特異性ならびにその制御方法について解析することにある。今年度は転移標的臓器の血管内皮細胞と腫瘍細胞との相互作用に着目し、転移成立に関わる各ステップについて in vitro のモデルを作成し、定量化を試みた。研究成果として下記の事項が明らかとなった。

① A/J マウスの肝・肺より臓器由来血管内皮細胞を分離後培養した。

② 得られた血管内皮細胞の単層培養を用いて in vitro の接着実験系及び浸潤実験系を確立した。

③ 腫瘍転移性の株間の転移性の相違及び腫瘍細胞の臓器特異的転移性の2点に関して細胞接着性が大きく関与していることを示す結果が得られた。

④ 腫瘍細胞と血管内皮細胞の接着性が放射線照射やサイトカインによって修飾されることを明らかにした。

［研究発表］

① T. Jibu, K, Ando et al : Clin. and Exp. Metastasis, 11, 285－292, 1993.
② M. Kiboto, K. Ando et al : Clin. and Exp. Meastasis, 11, 285－292, 1993.
③ 堀、安藤：第52回癌学会総会、仙台、平成5年10月
④ 堀、安藤：第3回がん転移研究会、大阪、平成6年3月

(2) ヒト遺伝子地図作製の開発に関する研究

① ヒト第11番染色体遺伝子地図作製モデル・システムの開発

堀　雅明、高橋永一、辻　秀雄、山内正剛、辻さつき（遺伝研究部）、関　直彦（研究生）

ヒト遺伝子地図の作製（マッピング）はヒト遺伝情報の解読を目指した「ヒト・ゲノム解析プロジェクト」研究の基本となるもので、ゲノム構造の解析に必須の作業である。本研究ではヒト第11番染色体をモデルシステムとして、11番染色体由来のコスミド・クローンを蛍光 in situ ハイブリダイゼーション（FISH）法を用いて染色体上にマッピングを行い、詳細な染色体地図を作製するとともに、染色体顕微切断法を確立して、11番染色体の特定ゲノム領域の解析を行うことを目的とする。

今年度はヒト第11番染色体の特定領域（11q22－23）の解析を行った。11q22.3（Gバンド）／11q23.1（Rバンド）境界領域より染色体顕微切断法により分離したゲノミック DNA マイクロ・クローンの STS 化と YAC クローンの単離を行った。11q22－23領域由来の単一コピーを含むマイクロ・クローンについて、DNA 塩基配列を決定し、12クローンについて STS (sequence tagged site) 化をした。次に、これらの STS を用いて YAC ライブラリーのスクリーニングを行った。用いた YAC ライブラリーは CEPH(フランス）の52,000YAC クローン（平均インサートサイズ：400kb）と今井高志博士（癌研、生化学）が作製した15,000クローンの YAC ライブラリー（平均インサートサイズ：360kb）である。用いたスクリーニング・システムは67,000クローンを3Dシステム(縦、横、高列）にプールして123個の PCR 反応で候補クローンを分離する方法である。7つの STS プライマー配列を用いたスクリーニングにより13種類の YAC クローンが分離された。YACクローン中に含まれるヒト・ゲノムのインサート・サイズは180～800kb の範囲であった。マイクロ・クローンのpMD11C－pMD11C－23とは異なる塩基配列を有しているが同一種類の YAC クローン A2302－B10とCE520－B12をヒットしていた。FISH 法で確認した限りではいずれもキメラ性を示すものはなかった。さらに、11q22－23領域に報告されている7種類の STS を用いて、16種類の YACクローンを単離した。今後は、これらの YAC クローンの物理的配列地図を作製して、シークェンシング用のコンティグ地図を作製するとともに、この領域の発現遺伝子（cDNA）地図の作製を試みる。

［研究発表］

(1) Seki, N., Yamauchi, W., Saito, T., Katakura, R., Ohta, T., Yoshiura, K., Jinno, Y., Niikawa, N., Hori, T. : Genomics, 16, 169－172 (1993)
(2) Seki, N., Yamauchi, M., Saito, T., Harada, N., Hori, T. : Jpn. J. Hum. Genet, 69, 259－267 (1993)

② ヒト3番染色体の蛍光 in situ ハイブリダイゼーション（FISH）による高精度染色体地図の作製

高橋永一、人見あきつ（遺伝研究部）、
中村祐輔（癌研究所）

トップダウン戦略によるヒトゲノム解析では染色体特異的マーカーの平均マップ距離が0.5－1 Mb レベルの高精度マップが要求される。これを達成するためには、昨年の報告で述べた通り direct R－banding fluorescence in situ hybridization（FISH）がきわめて有効である。本年度は引続き同方法により全体で484クローンをマップした。3番染色体は腕比が1.1－1.2であることから、通常の FISH 法では詳細な局在部位はおろか短腕、長腕の区別も付きにくい。ここでのR－バンドと FISH 法を組み合わせた方法はこれらの問題を解決しており、迅速に高精度なマップの作製が可能である。本研究でマップしたクローンはR－陽性バンドに集中する傾向が見られた。これは、コロニーを選択する際にヒト全 DNA を用いたため Alu を含むクローンを選択的に回収したためか、あるいはR－陰性バンド由来の DNA を含んだコスミドのバクテリアが充分に増殖さ

せられないためと考えられる。R－バンド側の問題として、R－陰性バンド（Brdu取り込みAT－rich領域で紫外線により崩壊している）ではハイブリダイゼーションが行なわれないという可能性があるが、次の実験結果からそれは支持されない；1）ヒト全DNAをR－バンド染色体にFISHした場合、R－陽性、陰性共にハイブリダイズする、2）セントロメアプローブはR－バンド染色体のセントロメア（AT－richでBrduを豊富に取り込んでいる）にハイブリダイズする、3）チミジン－Brduを相互処理した場合G－バンド標本が作製されるが、それにヒトⅡ型コラーゲン（COL2A1）遺伝子（R－陽性バンドにマップされている）をマップした場合、完全なダブレットシグナルの頻度は20％低下したが、全シグナルの検出頻度は90％でR－バンドと同じであった。これらのことからR－陰性バンドでは多少ハイブリダイゼーションの効率は低下する可能性は残っているものの、明らかにハイブリダイズはする。この問題の解決にはAluおよびL1選択クローンをR－バンド、G－バンドに相互にFISHを行い、定量的、定性的実験を行う必要がある。

［研究発表］

(1) Takahashi, E., Hitomi, A., and Nakamira, Y., Genomics, 17, 234－236, 1993.
(2) Takahashi, E., Hitomi, A., Nakamura, Y. et al., Hum. Genet., 92, 405－409, 1993.

(3) 糖鎖の構造・機能解析のための共通基盤技術の開発に関する研究

糖質プロセッシングの阻害剤の合成研究

伊古田暢夫（薬理化学研究部）

糖鎖関連酵素阻害剤としてα－マンノシダーゼを強力に阻害し、抗ガン作用や免疫調節作用が報告されている(－)－スワインソニンの光学異性体である（＋）－1、8－ジエピならびに（－）－1－エピスワインソニンの立体選択的合成を行なった。スワインソニン類は構造的には、4つの連続した不斉炭素を持ち1、2、8位に水酸基を有するインドリジディンアルカロイドである。（S）－ピログルタミン酸より導かれる、（S）－5－メトキシメトキシメチル－N－ベンジルピロリジノンにα－フェニルセレニル化および酸化的脱離を行い、α,β－不飽和ラクタムを合成する。これに触媒量のオスミウム酸を用いてシスージオール化を行い、さらに二級水酸基をベンジル基にて保護する。α位のベンジルオキシ基のみを、塩基としてソディウムメトキシドを用いてエピメリ化させ3、4－トランス体に導いた。ボラン・ジメチルスルヒド複合体にてラクタム環を還元してピロリジン環に変換し、メトキシメチル基を酸処理にて選択的に除去する。一級水酸基をSwern酸化して得られるアルデヒド体を、アリルマグネシウムクロリドにてアリル化を行なうと、対応するアリリックアルコールが1：1.6の比で得られたのに対し、ジアリルカッパーリチウムをもちいてアリル化すると、2.2：1と選択性は低いが付加の方向の興味ある逆転現象が見られた。一方アリルトリメチルシラン－四塩化チタンの系では高選択的に反応が進行し、8S体のみが得られた。8S体の二級水酸基をベンジル基で保護したのちヒドロホウ素化して末端オレフィンを一級水酸基に変換後、メシラートを経てインドリジディン骨格へと閉環し、保護基の脱離、ならびにイオン交換カラム（Dowex 50W－X8）による精製を行うと、（＋）－1、8－ジエピスワインソニンが得られた。また8R体から同様な操作によって、（－）－1－エピスワインソニンを合成した。

［研究発表］

1．N. Ikota, Heterocycles, 36, 2035－2050 (1993).
2．N. Ikota, Chem. Pharm, Bull., 41, 1711－1721 (1993).
3．湯川修身、小沢俊彦、伊古田暢夫ら、第36回放射線影響学会、1993. 10. 広島
4．伊古田暢夫、小沢俊彦、日本薬学会第114年会、1994, 3. 東京

(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

放射化学的手法による物質移動束に関する研究

山田正俊、青野辰雄（海洋放射生態学研究部）

二酸化炭素などの温室効果ガスの増加により人類の未来が憂慮されている今日、地球環境の変化を正確に予測することが求められている。そのためには海洋における物質循環のメカニズムを把握し、特に研究の行われていない縁辺海の物質循環における役割を解明する必要がある。海洋表層の生物生産は、炭素や栄養塩をはじめ微量元素など深層への物質循環の移動束を実測するとともに、間接的にその移動束を見積もることが必要である。そこで本研究では、高い生物生産性のある縁辺海において、海水や沈降粒子及び懸濁粒子中の放射性核種を測定し、生物生産の時空間的変動と物質移動束との関連及び縁辺海から外洋への物質輸送過程を解明することを第Ⅰ期の研究期間全体を通じての目的としている。

本年度は秋に行われた第2次研究航海において、約半年間沖縄トラフに係留した時系式セジメントトラップの回収及び再設置、東シナ海大陸棚上で1～2日間の短期係留の簡易型セジメントトラップの設置及び回収、海水懸濁粒子・海底堆積物等の採取を行い、これら試料中の ^{210}Pb, ^{210}Poの測定を行った。

東シナ海大陸棚縁辺部において、水深85～115mで採取した沈降粒子中の ^{210}Pb, ^{210}Poの比放射能は30～40dpm/gであり、80m以浅の10～20dpm/gに比べ増加していた。また沈降粒子は堆積物（15dpm/g）と懸濁粒子（25dpm/g）に比べ、^{210}Pbの比放射能が高かった。さらに ^{210}Po/^{210}Pb比は堆積物より大きく、懸濁粒子より小さかった。これらの結果から、東シナ海大陸棚上では物質の水平的輸送があり、沈降粒子は懸濁粒子よりも相対的に古い粒子が多いことが明らかになった。

沖縄トラフの2地点（SST－1, SST－2）に設置・回収した時系式セジメントトラップで測定した沈降粒子の全粒子束の季節変化は、2地点とも3月～4月に大きく、7月～8月に小さい傾向を示した。また ^{210}Pbのフラックスは深さとともに増加し、海底直上（50m上）では生成量に比べ1.5～3倍のフラックスを示した。沖縄トラフへの物質輸送は鉛直的な粒子束だけでなく、イベント的に海底付近を水平輸送される機構があることが明らかになった。

［研究発表］

(1) 山田、成田、青野：1994年度日本海洋学会春季大会、大宮、1994, 4.
(2) 成田、青野、山田：1994年度日本海洋学会春季大会、

大宮、1994, 4.

(5) 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（薬理化学研究部）、
入江俊章（障害・臨床研究部）

天然には光学活性なポリヒドロキシアミン類が数多く存在し、グリコシダーゼ阻害作用や抗菌作用などの興味ある生理作用を有している。これら化合物の水酸基とアミノ基の立体配置に関しては、多様な組合せが存在する。またそれらの光学異性体の数は、不斉炭素の数が増すに従い倍増する。そこでこれら一連のポリヒドロキシアミン化合物を、その光学異性体も同様に合成可能な方法としてピログルタミノールやセリン誘導体を用いて効率的に合成する方法を検討した。

3、4－ジヒドロキシー2、5－ジヒドロキシメチルピロリジン体はそれ自体グリコシダーゼ阻害作用を持ち、かつアレキシンのようなポリヒドロキシピロリジディン類の重要な合成中間体と考えられる化合物であり、その光学異性体は全部で16種存在する。そこでこの化合物の可能な光学異性体を合成するため、(S)－ピログルタミノール、および(R)－セリナール誘導体からの合成を行なった。

(R)－セリナール誘導体からStillの方法によってシスのオレフィンを合成し、酸化反応によってシスージオール体に導いた。二級水酸基をアセトニドで保護した後、ビニルマグネシウムクロリドと反応させてエノン体に導き、$NaBH_4$にて還元することによりアリリックアルコールを選択的に得た。アルコールをメシラートに変換して閉環し、オゾン酸化にてオレフィンを開裂すると、5位の水酸基のみ無保護の（2R，3S，4R，5R）－3、4－ジヒドロキシー2、5－ジヒドロキシメチルピロリジン体が得られた。一方、(S)－ピログルタミノールから導かれる不飽和ラクタムを酸化後、同様の操作を行うことにより（2R，3R，4S，5S）－3、4－ジヒドロキシー2、5－ジヒドロキシメチルピロリジン体が効率良く得られた。

[研究発表]

1）T. Ozawa, J. Ueda and A. Hanaki, Biochem. Mol. Biol. Int., 29, 247－253 (1993).
2）T. Ozawa, J. Ueda and Y. Shimazu, Biochem. Mol. Biol. Int., 31, 445－461 (1993).
3）J. Ueda, T. Ozawa, M. Miyazaki and Y. Fujiwara, Inorg. Chim. Acta, 214, 29－32 (1993).
4）N. Ikota, Heterocycles, 36, 2035－2050 (1993).
5）N. Ikota, Chem. Pharm. Bull., 41, 1717－1721 (1993).
6）T. Ozawa, J. Ueda et al., 4th International Symposium on Spin Trapping and Organic EPR Spectroscopy with Applications in Chemistry, Biology and Medicine, Oklahoma City, 1993, 10.
7）T. Ozawa, J. Ueda, et al., Vlth International Conference on Superoxide and Superoxide Dismutase, Kyoto, 1993, 10.
8）湯川修身、小沢俊彦、伊古田暢夫ら、第36回放射線影響学会、広島、1993, 10.
9）小沢俊彦、上田順市ら、第15回磁気共鳴医学会、京都、1993, 5.
10）伊古田暢夫、小沢俊彦、日本薬学会第114年会、東京、1994, 3.

(6) 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Fv4^{r}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、骨髄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) Fv4^{r}遺伝子は内在性MuLVの断片で、内在性MuLVのプロモーターである5'LTRを欠いているので、細胞性プロモーター、エンハンサー領域について解析を行ない、(2) Fv4^{r}遺伝子を組み込んだレトロウイルスベクターを作製し、パッケイジング細胞にトランスフェクトすることにより、Fv4^{r}遺伝子を含むウイルス粒子産生株を作製し、(3) レトロウイルス抵抗性C4W（Fv4^r）マウスと感受性C3Hマウスからの骨髄細胞を種々の割合で混ぜてC3Hマウスに骨髄移植し、ウイルス抵抗性形質の発現とC3H由来細胞の割合との関係、C3Hマウス由来細胞のFv4^{r}抗原の発現の有無を解析した。その結果、(1) Fv4^{r}遺伝子上流DNAセグメントについてレポーター遺伝子を用いたin vitroでのプロモーター／エンハンサー活性の解析より、MuLV断片の6～8kb上流に細胞性プロモーターが存在することが示された。また、この上流領域を含むFv4^{r}遺伝子を用いて作製したトランスジェニックマウスが全組織においてFv4^{r}遺伝子を発現し、フレンドウイルスに抵抗性になることより、Fv4^{r}遺伝子のin vivo発現にこの上流領域が重要であることが明らかになった。(2) Fv4^{r}遺伝子を組み込んだレトロウイルスベクターpLSF/Fv4 envを作製し、パッケイジング細胞AmpliGPEにトランスフェクト、Fv4^{r}抗原陽性細胞AmpliGPE/pLSF/Fv4 envを得た。又、この細胞の培養上清をMuLV感受性細胞に処理することによりFv4^{r}陽性細胞が出現し、Fv4^{r}遺伝子を含むウイルス粒子が産生・放出されていることを確認した。また、(3) レトロウイルス抵抗性C4W（Fv4^r）マウスと感受性C3Hマウスからの骨髄細胞を混ぜてC3Hマウスに骨髄移植したところ、C3Hマウス由来の血液細胞が存在してもC4Wマウス由来の細胞が30%以上存在すればウイルス抵抗性を示すことを明らかにした。

[研究発表]

(1) Limijoco, T., Dickie, P., Ikeda, H. and Silver, J. *J. Virol.* **67**, 4163－4168, 1993.
(2) Kitagawa, M., Kamisaku, H., Sado, T. and Kasuga, T. *Leukemia* **7**, 1041－1046, 1993.
(3) Aizawa, S., Sado, T., Kamisaku, H., Nemoto, K. and Yoshida, K. *Bone Marrow Transplantation* **13**, 109－114, 1994.
(4) Inoue, T., Asano, Y., Matsuoka, S., Furutani－Seiki, M., Aizawa, S., Nishimura, H., Shirai, T. and Tada, T. *J. Immunol.* **150**, 2121－2128, 1993.

(5) 相沢志郎、神作仁子、佐渡敏彦：第23回日本免疫学会、仙台、1993, 11.

2．重点基礎研究

(1) ヒトDNA損傷修復遺伝子および蛋白質産物の機能に関する分子生物学的研究

斎藤俊行、原田良信、塩見尚子、塩見忠博（遺伝研究部）、奥野　豊、山泉　克（熊本大学、医学部）

ERCC 5蛋白質は、DNAの除去修復に関与すると予想されるが、その全構造および具体的な活性についての知見はなかった。そこで本課題では以下の項目について調べることを目指した。1）ERCC 5蛋白質の全構造の決定 2）ヒトDNA修復欠損遺伝病の原因遺伝子との比較、3）酵母のERCC 5相同遺伝子の検索、4）部位特異的突然変異導入法による機能領域の解析、5）組み換えERCC 5蛋白質の大量生産と精製、6）ERCC 5蛋白質と損傷を持つDNAとの相互作用の検討、7）ERCC 5蛋白質と相互作用する未知蛋白質の検索。このうち、1)、2)、3）については明確な結論を得た。5）には部分的な実現にとどまっている。4)、6)、7）は実現していない。前者4項目について以下に記述する。

1）ERCC 5 cDNAの未回収であった5'側もRACE法により得られ、全コード領域を含むと考えられるcDNA塩基配列を決定した。予想されるERCC 5蛋白質は、1，185アミノ産残基からなる分子量132, 519の親水性蛋白質であり、平行して解析したマウスの相同遺伝子産物と65％のホモロジーを示した。アミノおよびカルボキシ末端領域での相同性が特に高い一方、分子の中間部分ではホモロジーが低下した。したがって分子の両側が機能発現に重要と推察された。また2カ所の核移行シグナルと考えられる塩基性アミノ酸残基ストレッチが見られた。2）ERCC 5マウス相同遺伝子cDNAおよびヒト－マウスキメラcDNAを発現ベクターへ組み込み、種々の色素性乾皮症およびコケイン症候群患者由来の培養細胞へ導入したところ、色素性乾皮症G群でのみ有意なDNA修復合成の回復効果が得られた。したがってERCC 5はこの遺伝性疾患の原因遺伝子（XPGC）と結論された。3）1）で得られたERCC 5の予想アミノ酸配列をもとに、遺伝子データベースの検索をおこない、出芽酵母の除去修復遺伝子RAD 2と、アミノ末端から始まる約100残基およびカルボキシ末端側約300残基で相同性が見いだされた。この相同領域の配置は1）の知見と整合性がある。以上からRAD 2はERCC 5と相同遺伝子と考えられた。5）完全長ERCC 5蛋白質の大腸菌での発現は成功していない。大腸菌発現型ベクターを構築し、大腸菌へ導入しても、同蛋白質を産生する形質転換株は得られなかった。別に、ヒト、マウス、酵母の間で保存されているカルボキシ末端領域373アミノ酸残基部分を、プロティンAとの融合分泌蛋白質として生産・精製することが可能であった。完全なERCC 5蛋白質の発現が困難なのは、ヒト細胞内でのERCC 5発現が低レベルに制御されていることと関連があるかもしれない。

［研究発表］

1）斎藤、原田、塩見、奥野、山泉、塩見：第16回日本分子生物学会年会、千葉、1993, 12.

(2) トランスジェニックマウスを用いた全身の各臓器、器官における突然変異の誘発に関する研究

高橋千太郎、久保田善久、佐藤　宏
（内部被ばく研究部）

1989年大腸菌のlacZ以上を含むλファージゲノムを組み込んだトランスジェニックマウス（商品名MutaMouse™）が開発され、培養細胞や単一の器官を対象とした従来の変異原性試験とは異なり、マウスの各臓器、組織における突然変異の誘発率やその支配要因を比較することが可能になった。本研究は、全身の遺伝子に均一に障害を与えることのできる放射線の外部照射、ならびに特定組織に集積し局所的に障害を与える放射性物質を変異原として用い、MutaMouse™の各臓器、器官における突然変異誘発について検討した。

はじめに、MutaMouse™を使用した突然変異検出系の実験操作、検出感度、再現性等について検討した。MutaMouse™における突然変異検出操作は、ゲノムDNA抽出、λ packaging extractによるファージDNAのin vitro packaging、宿主大腸菌への感染、P－Galを含む選択倍地における変異体プラークの検出等の操作からなっている。本実験系では、in vitro packaging効率が実験の成否に強く影響するため、DNA抽出時に可能な限り物理的シェアリングを抑え高分子DNAを得ること、および良質のλ packaging extractを使用することが重要であった。無処置マウスの肝臓、脾臓、骨髄を使用してアッセイを行ったところいずれも1回のpackagingで10^5～2×10^5程度のプラークが得られ、2～3回のpackagingで十分解析が可能と考えられた。また、自然突然変異頻度はいずれも2～4×10^{-5}であり、十分に低い値であった。つぎに、陽性対照群として強力な変異原物質であるエチルニトロソウレア（ENU）による、突然変異の誘発について検討した。ENU（50mg/kg 体重）を1日1回5日間連続で腹腔内投与し、10日後に屠殺した場合、骨髄、脾臓、肝臓の突然変異頻度はそれぞれ68×10^{-5}、55×10^{-5}、11×10^{-5}であり、骨髄、脾臓では無処置群と比較して少なくとも10倍以上の変異頻度の上昇が認められた。一方、γ線を1.5Gyで1日1回、5日間連続で全身照射し、照射後10日目に測定すると、骨髄、脾臓、肝臓いずれの臓器でも対照群の3～4倍の変異頻度であった。また、骨に集積し骨髄を特異的に照射する^{89}Srを腹腔内投与し、15日後に突然変異頻度を測定すると肝臓、脾臓では無処置群と差が無く、骨髄で対照群の約3倍に上昇した。以上の結果からMutaMouse™を使用した突然変異検出系では、放射線による突然変異の検出が可能であり、内部被ばくのような不均等照射の影響も検出できることが明らかとなった。しかし、放射線による突然変異誘発頻度は、ENUに比べて必ずしも高いものではなかった。今回用いた突然変異検出系では、λファージをベクターとして使用しているため、lacZ遺伝子に変異が生じたとしても50kb前後のDNAでなければパッケージングされず変異体として検出できない。このため、大きな欠失を伴う変異をこの系で検出することは困難であり、このことが、ENUと比較して放射線が低い突然変異頻度を示した理由の1つと考えられる。この点は、放射線による突然変異の誘発機序との関連から、今後の検討が必要である。

(10) 国際研究協力

1．放射線核種の胎児移行に関する研究

稲葉次郎、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）

1990年にIAEAでは放射性物質の摂取に伴う内部被曝に関連して、公衆のための放射性核種単位摂取量当りの実効線量と等価線量、いわゆる体内被曝線量係数を検討することを目的とした共同研究計画（CRP）を発足させた。研究の結果は、今後ICRPが刊行するであろう公衆の放射線防護に用いる線量係数の設定に役立つものと考えられる。

公衆の被曝を考えるとき重要なポイントは、それが種々の年齢層の構成員に依って構成されており、そこには胎児も含まれるということである。本研究では標記テーマにより、胎児の線量算定の精度向上を目的とした実験研究を行い、よって上記IAEAの共同研究計画の一部を分担する。

本年は共同研究計画の最終年に当たり、従来の研究の取りまとめを行い、それを8月にウイーンにおいて開催された研究調整会合の席上発表し、参加各国との情報交換に努めた。後日提出したプロシーディングはIAEAから何等かの形で刊行されることとなっている。

取りまとめた放医研の研究は標記テーマで行った胎児移行に関する動物実験研究に加え、放射性核種体内挙動の年齢依存性、動植物に取り込まれることによる化学形の変化の放射性核種の体内代謝への影響等の動物実験であり、これらは従来環境部門の特別研究として実施したものである。放医研以外からはチェルノブイリ事故に関連しての放射能調査報告と人体測定結果が多く報告された。

［研究発表］

(1) J. Inaba, Y. Nishimura, H. Takeda, and S. Takahashi, IAEA Research Coordination Meeting on Dose per Unit Intake Factors for Members of the Public, Vienna, 1993. 8.

2．標準アジア人データの整備に関する共同研究

河村日佐男、白石久二男（環境放射生態学研究部）、
田中義一郎（特別研究員）

被曝線量評価の基本的なモデルである標準人を念頭におき、日本人を含むアジア人の人体特性に関するデータおよび放射性核種の摂取源である食品・栄養素の摂取量等に関するデータの集約・管理を通じて、標準アジア人の設定に資する事を目的とする。

本年度は、最終年度にあたり、前年度に作成された正式最終のフォーマットにより各参加国から提出されたデータの集計および検討を日本およびIAEAで行なった。その結果を踏まえ、10月に中国天津市において開催された最終研究調整会合において、各代表研究者によるまとめの報告と討議が行われた。

身体計測値は、9カ国から、器官重量値は7カ国からそれぞれ報告された。食品摂取量および元素摂取量は、7カ国から、また、呼吸機能・水バランス等の生理的数値は3－4カ国から報告された。全体として、多くの項目にわたって非常に多数の統計値・測定値が集積されたことは、アジア地域のみならず世界的にも特筆すべき成果と考えられる。各国の標準人データの確立に有益であり、アジア地域における標準値の検討のため、とくに身体計測値に関してはほぼ十分なデータが得られたと考えられる。

正常日本人の器官重量値、日本および中国の身体計測値・一部の生理的データを基礎として、ICRP標準人（Publication 23）の体組成等の概念により、田中により検討・作成されたアジア人成人男子の全身モデル（70kg, 170cm）が提案された。

実際に各国の体格の中間の値は、多少小さいがこれに近い値となったが、上記モデルを標準アジア人と呼ぶことには合意が得られなかった。この全身モデルは、ICRP標準人とならんで線量算定の利便のため、Tanaka Modelとして認められた。

その他の項目については、データを示すにとどまり標準値の設定は行わないこととした。報告書（TECDOC）は、1995年に刊行の予定でIAEAにより編集することとなった。

今後の調整研究の課題等については次の事項が提案・検討された。今期で得られたデータを用いてアジア人のための計測用のファントムを作成または内部被曝線量算定法を研究すること、および、今回必ずしも十分とは言えなかった元素の摂取量・体内量等につきIAEA方式を取り入れて研究を行うこと等であるが、本会議では明確な結論を得るにはいたらなかった。

［研究発表］

1）G. Tanaka : Anatomical and physical characteristics for Asian Reference Man－a Proposal, NIRSM－95, 1993.

国際原子力機関（IAEA）関連会議等の出席等

(1)「標準アジア人のための解剖学的、生理的および代謝特性の集成に関する調整研究計画」に関するIAEA－RCA CRP最終会議（10月22～30日、中国、天津）に、河村環境放射生態学研究部第3研究室長および田中義一郎環境放射生態学研究部特別研究員が出席した。

(11) 官民特定共同研究

1．人体臓器のモデル化に関する研究

平岡　武、福村明史（物理研究部）、飯沼　武（障害・臨床研究部）、中野隆史、坂下邦夫（治療・診断部）、福久健二郎（技術部）

本研究は、コンピュータによる人体立体化技術を応用した人体臓器模型の自動製作システムを開発し、医学上利用できる任意の人体臓器の模型を作ることを目的とする。

人体内各臓器または人体そのものの模型を作るための元画像はコンピュータ断層撮影装置、核磁気共鳴映像装置を用いて必要な情報を含む断層画像を得ることができる。収集された大量の断層画像をコンピュータで処理し、任意の人体模型基本データを作成するためには、臓器の識別と抽出や不足データの補間など人手を要する膨大な作業を迅速かつ正確に行えるよう、自動化を進める必要がある。また、三次元的に再構成されたデータを、人体内各臓器まで含めて容易に立体的に把握し操作出来るようにするため、医学画像に敵したボリュームレンダリング法を開発する必要がある。

一方、光硬化性樹脂槽（紫外線の照射により瞬間的硬化する樹脂で満たされたタンク）中に、移動可能な臓器模型固定台を設置し、臓器の三次元データを用いて、固定台および紫外線レーザ光線をコンピュータ制御することにより、立体的に硬化した樹脂のプラスチック製模型を得ることができる。

本研究は、旭化成工業株式会社と共同で平成4年度より3年間の予定で、以下の研究を行なっている。

1）臓器画像の収集処理に関する研究
2）システム設計に関する研究
3）システムのハード化に関する研究

今年度は、人体臓器のモデル化のために必要な、人体3次元総合データセットの設計と、3次元データセットを実態モデルに近似するための平滑化処理の開発、および人体プラスチックモデルに使用する光硬化性樹脂の基本物性の評価のための要素技術についての研究を中課題として、次に掲げる小課題の研究成果を得た。

(1) 人体データのネットワーク接続の研究

画像処理分野で汎用性のあるMacintoch（MAC）を導入して、研究の中心である高性能グラフィクスコンピュータ(SGI）と高速LANを構築した。既存の断層撮影装置、磁気共鳴映像装置とはオンライン、オフライン（3.5インチ光磁気ディスク）のデータネットワーク接続を実用化し、多量の画像データを効率的に3次元画像処理システムに入力できるようになった。SGIのイーサネットでFTPを使用したオンラインと、オフライン入力ではSGIの4 mm DAT、1/4”CMTのオフラインテープとMACのフロッピー、3.5”MOが利用できるようになり、医療画像撮影装置からのデータ接続に幅広い選択ができるようになった。

(2) 人体3次元CADシステム設計の研究

プラスチックモデル作成に必要な3次元CADシステム設計のためSUNを導入し、基本CADシステムの評価と、立体モデル成形装置との接続と総合的CADソフト利用のための設計を行った。SGIで医療画像を処理して作成した人体肝臓の3次元データセットを、1/4”CMTを利用してSUNに入力した。SUNの基本CADシステムでデータ処理するために、連続する三角形の集合で定義された3次元バイナリーデータセットを、CADの標準データ形式のキャラクターデータセットに変換してモデルデータとして接続した。CADプログラムでモデルデータを操作して、光造形のために必要な人体肝臓の座標変換、サイズ変換を含む基本処理を施した結果、CADモデルとして実用的な精度が得られることを確認した。

(3) 人体3次元データセットの設計と研究

近くスタートする重粒子線治療には、本研究と共通コンピュータ(SGI, SUN）ソフトウエア（Dr. View, AVS）、共通ネットワーク環境（ETHERNET, FDDI）、高性能画像診断装置（MRI, PET, XCT）が導入され、総合的な画像データファイリングシステムの構築が始まった。研究所内の画像データの共同利用を推進するため、3次元画像データ処理で先行する本研究のうち、ACR-NEMA規格（米国医学画像通信規格）画像ファイル基本構造、カラー画像データへの拡張、複数の人体3次元データ構造を標準化案に採用した設計が進められた。

(4) 3次元画像平滑化フィルター設計

前年度のテクスチャー解析法に加えて、臓器の解剖学的な特徴（例えば腎臓では脊椎骨の両側に位置する）を利用し、走査対象領域の自動絞り込みと対象臓器組織の自動認識・判別のアルゴリズムをプログラム化した。本プログラムを使用して不連続な3次元データセットから、平滑化された臓器を抽出する実験を実施した結果、前年度の人体の脳、肝臓に続き腎臓、肺臓が半自動的に抽出できることが解った。

(5) 複数人体臓器の立体合成組み合わせ法

平滑化して抽出された3次元臓器データセットから必要な部分臓器を取り出し、総合データモデルを得るため、使用した画像撮影装置と撮影条件ごとに原寸が異なる臓器を、サイズ変換により実寸に統一するための任意倍率変換と、合成臓器の空間的な位置関係を高速・高精度で再現できる、立体対象物のリアルタイム任意直行3断面表示手法を開発した。

(6) 3次元臓器立体表現法

3次元人体臓器画像をリアルに把握するため、フォン・シェーデイングとカラー・シェーデイングによるボリュームレンダリング法の開発を行った。カラー・シェーデイングにより、任意の立体表現が高速で得られるようになった。また、汎用のデータ可視化ツール（AVS）を導入し、グロー・シェーデイング、フラット・シェーデイングおよび半透明表示法など各種立体表現法の違いの評価を進め

た。

(7) 光硬化性樹脂の物理構造の設計

分子軌道法による物質立体構造シミュレーションのため、SPARTANを導入し、プラスチックモデルに適した樹脂材料の物理構造と特性の評価を可能とした。アデカラスキュアはエポキシ樹脂を主成分とした紫外線硬化樹脂で、硬化収縮率が低い、優れた機械特性を持つ、紫外線レーザによる反応硬化性が非常に高い、アフターキュアが不要である、等の特徴を持つ。我々が用いる光造形システムにはHe-Cdレーザを用い、また作製するモデルの多くが中空状であるため、最適な樹脂として、最も低硬化深度で強度バランスの良いHS-661を選定した。

[研究発表]

(1) 谷、関口、大島、平岡：X線CT画像における体内臓器の自動抽出(その一、肝臓)、厚生省癌研究助成金、小畑班会議、東京、1993, 7.

(2) Tani, E., Sekiguchi, S., Ooshima, M. and Hiraoka, T. : The Extraction of Brain Range from MR Image, Am. Associ. of Physicists in Med. 35th Annual Meeting, Washington, D. C., 1993, 8.

(3) 平岡、谷、大島、関口、他：MR-Feゲルによる線量分布の測定と等線量曲線の取得、第66回医放物理学会、札幌、1993, 9.

(4) 平岡、谷、関口、大島：X線CT画像における体内臓器の自動抽出（その二、腎臓）、第66回日医放物理学会、札幌、1993, 9.

(5) 谷、関口、大島、平岡：頭部MR画像から脳の自動抽出、第66回日医放物理学会、札幌、1993, 9.

(6) 平岡、谷、関口、大島：体内臓器の自動抽出と治療計画への応用、日本放射線腫瘍学会第6回大会、福岡、1993, 11.

(12) 電源多様化技術開発評価費による評価試験

アルファ廃棄物処理処分対策技術に関する評価

村松康行、内田滋夫、吉田　聡、保田浩志、田上恵子、坂内忠明、中島敏行（環放生部）

本研究は、我が国の代表的な土壌を用いて、放射性核種（アルファ核種やCs－137）の吸着、土壌中での移動、農作物による取り込み、並びに、それらに及ぼす微生物の影響を検討するものである。本年度までに集めた土壌試料の合計は約200試料となった。アルファ核種の環境移行は、土壌の化学的特性と大きく関係している。そこで、主要な土壌について、化学的特性（CEC, AEC, アンモニア化成量、活性Al, Fe, 炭素・窒素含有量など）を測定し、土壌群別(黒ボク土､灰色低地土、黄色土、グライ土、赤色土、砂丘未熟土、泥炭土）にまとめた。その結果、放射性核種の挙動に関連した各土壌の化学的特性を明らかにすることができた。

土壌中でのU, Th, Ce, Csの存在量と分布を調べるために、ICP－質量分析法（ICP－MS）を用いて分析を行った。その結果、土壌の種類で見ると、黄色土のU, Th, Ce濃度が高く、これは母岩である花崗岩中のそれらの元素濃度を反映していると推定される。一方、砂丘未熟土や泥炭土ではこれらの元素濃度は低かった。

土壌－農作物の移行係数をRIトレーサ実験により求めたところ、Ceでは、非常に低い値であった。特に、日本では摂取量が多い米や根菜類（芋類も含む）の移行係数は0.0001程度と極めて小さかった。一般に葉菜では、それらの値より高い傾向にあった。CeとPuが同じような移行係数をとると考えると、もしも農耕地が汚染されたとしても、主食である米には、土壌中の濃度の1万分の1程度しか移行しないことになる。またICP－MSで分析した、土壌及び米に含まれるU, Th, Ceの分析結果から移行係数を試算したところ、上述のRIトレーサ実験で得られたCeの米への移行係数値と同程度と小さい値であった。UやPuなどアクチニド元素は、還元状態で原子価数が下がり不溶化するため､特に、水田のように酸化還元電位（Eh）が低い環境では、水稲への移行係数が低くなっていると考える。また、Csの農作物への移行係数値はCeに比べ2桁程高く、植物へ移行し易いと言える。

以上の実験データから考えても、Ce（Pu）の農作物への移行係数は、他の元素と比べ特に小さいことが分かる。移行係数は、可食部のタイプによっても異なり、今回調べた核種では､葉では高く､実（トマトなど）がそれに続き、根菜や米では小さい傾向にあった。また、IAEAやNRCなど欧米での値に比べ差が大きいものもあった。このことから、より実際に即した安全評価を行うには、主要な農作物のタイプごとに分け移行係数値を出すのが望ましい。特に、米（穀類）は摂取量が多いため、移行係数値の高い野菜などとは分けて被曝線量の評価を行う必要があろう。また、実験結果から、土壌の種類も核種の環境移行を評価する上で重要なファクターであることが分かった。

Ⅲ 技 術 支 援

1．概　況

技術部においては各課が連携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、本年度は配電室（旧特高変電所）及び病院棟の電気設備、晩発障害実験棟及びサイクロトロン棟の冷凍機、病院棟のストレージタンクの改修工事を実施した。

共同実験施設関係業務では、α線液体シンチレーション測定装置等を新規設置し、ウルトラミクロ天秤、オートウェルγ線測定装置、真空凍結乾燥機、純水製造装置、液体シンチレーションカウンタ等を更新し、機器の効率的利用を図った。

照射関係では、信愛－５号の更新として前年度購入したパンタック320－Ｓ型Ｘ線装置が、信愛号と全く同じ条件で使用できることになったため、信愛－７号と並行して使用された。また、バンデグラフ型加速器においては、PIXE 用ターゲット駆動装置の更新を行う等陽子線コースの整備を図った。

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施設は24時間フル稼働運転を継続した。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。

データ処理業務では、平成３年度に導入した分散型電子計算機システムの稼働状況は本年度も順調であった。特に長時間演算や外部機関との通信の要望が強く、主要ステーションを24時間連続運転した。また、本年度補正予算によるネットワーク環境整備工事及び装置発注作業に参加・協力するとともに、次期電算機の仕様を検討・決定した。

放射線安全管理業務では、放射線障害防止法に基づく各種申請、放射線安全取扱いに関する管理、個人被ばく管理、健康管理、教育訓練及び放射性廃棄物処理等の諸業務を遂行した。内部被ばく実験棟においては、平成４年度からビーグル犬のプルトニウム吸入実験が開始され、現在も継続中である。

これらの安全管理を含め、保安規定に基づく核燃料物質等の使用に関する安全管理対策の周知徹底を図った。

一方、重粒子線がん治療装置に関する業務は、平成５年４月に直線型加速装置の試験運転時検査が指定の機関において実施された後、同10月には重粒子がん治療装置の試験運転前検査が行われた。また、11月に重粒子線棟内ほぼ全域を管理区域に設定した。

平成６年３月４日に重粒子線がん治療装置の試験運転時検査に合格した後、本格運転にむけてのビームの調整等を始め臨床試行に向けて各種の実験が開始され、これに伴い放射線安全管理の強化を図った。

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円滑な運用に努めると共に、動物施設の衛生管理の向上を図った。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。

なお、SPF 生産動物・実験棟が完成し稼働した。

2．技　術　業　務

2－1　施設関係

変電、ボイラ及び空調の各施設は、おおむね順調に稼働した。

受電関係では、重粒子線棟内の機械設備、装置等の稼働状況から勘案して、平成5年7月より契約電力を従来の7,000KWから、9,700KWに増加した。実際の最大月間需要電力は、平成5年9月に最高9,780KWを記録し、最低は5年5月の5,040 KWであった。年間総使用量に対する主要施設ごとの使用割合は、重粒子線棟40%、内部被ばく実験棟26%、サイクロトロン棟（冷却水循環施設含む。）6%、晩発障害実験棟5%であり、4施設の合計は所内の使用電力の77%余りを占めている。

電気設備関係では、特高変電所から配電室を経由して、一部の施設に電気を供給していたが、直接特高変電所から電気を供給できるように、特高変電所に電気設備を設けた。また、病院棟受変電設備は老朽化が著しいため、改修工事を行った。なお、停電時に備えて、非常用発電機を新設した。

空調設備関係では、特定フロンを使用していた晩発障害実験棟及びサイクロトロン棟の冷凍機の改修工事、並びに病院棟のストレージタンクの改修工事が実施された。

SPF動物生産、実験棟の完成に伴い、平成5年8月より電気設備の受電を開始した。また、10月より空調設備の一部運転を開始し、12月より24時間運転を開始した。

本年度における物品の工作物の申込みは、木工関係で35件、金工関係で28件、合計63件が各部からあり、所定の工作を行った。

2－2　共同実験施設

(1) 共同実験用機器では、α線液体シンチレーション測定装置（ORDELA 8100AB等）を新規設置した他、ウルトラミクロ天秤（メトラー　UMT2型）1台、オートウェル型γ線測定装置（アロカARC－370型）1台、真空凍結乾燥機（LABCONCO LL－6型）2台、純水製造装置(ヤマト科学製　オートスチルWF－12型)1台、液体シンチレーションカウンタ（パッカードトライカーブ　2500TR型）1台等を更新した。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。主要な機器の使用状況を表1に示した。

(2) 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、機器及び各測定室の整備に努めた。

② 組換えDNA実験施設関係については、第1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。

表1　平成5年度　共同実験室主要機器使用状況

機　種　名	台数	使　用　研　究　部	使用件数	使用時間
分光光度計	各種	薬理化学、生物、遺伝、技術課、治療診断、障害・臨床	225	49
核磁気共鳴装置	1	薬理化学	131	687
液体シンチレーションカウンタ	4	薬理化学、生物、環境衛生、技術課、障害・臨床	147	489
放射線計数装置	各種	薬理化学、生物、技術課、治療診断、障害・臨床	27	143
遠心機	各種	薬理化学、生物、環境衛生、技術課、治療診断、障害・臨床	650	2335
真空凍結乾燥機	3	薬理化学、環境衛生、生理病理、技術課、障害・臨床	64	3439
電子スピン共鳴装置	1	薬理化学	73	275
ヒューマン・カウンタ	1	企画課、養成訓練、放射線安全課、環境衛生、障害・臨床	76	609
DNA塩基配列決定装置	1	生物、遺伝	171	2865
組換えDNA実験施設		薬理化学	75	444

2－3　照射棟

(1) X線棟；前年度購入のパンタック320－S型X線装置は、使用前の測定の結果信愛－250と全く同じ条件で使用可能となり、信愛－7号と並行して使用された。他のX線装置、ガンマ線照射装置もほぼ順調に稼働し、TLD及び線量計の校正、検出器の特性試験、養成訓練部実習等の物理実験、マウス・ラット・メダカ・メダカ卵・マウス受精卵・培養細胞・血液・イースト等の生物照射及びマウス・ラットの撮影に使用された。

RI棟のシールド型X線装置（信愛－8号）は、オートトランス焼損のため一時使用を停止した以外は、順調に稼働し培養細胞の照射に使用された。

(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（^{60}Co－111TBq）は、年1回の定期保守点検の実施により順調に稼働した。イースト・細胞構成物質・土壌等の大線量照射、細胞・ラット・スナネズミ・ハムスター等の照射実験に使用された。

第2照射室の吊上式ガンマ線照射装置（^{137}Cs－370GBq）は、マウスの長期低線量率連続照射実験に使用されたが、老朽化により線源が出ない等の事態が数回あり、実験上支障をきたした例があった。

(3) 中性子線棟；中性子線照射装置（^{226}Ra－Be 37GBq）は、線量校正用の中性子線源として使用された。

(4) バンデグラフ棟；バンデグラフ型加速装置は、設置以来31年の長期にわたり使用されている。この間メーカにおいて年々改良が行われ、殆どの保守用部品は本装置相当の代替部品となり、装置本来の純正部品は年々少なくなっている。これらの理由によりメーカ（米国ハイ・ボルテージ・エンジニアリング社）と技術提携している日新ハイボルテージ（NHV）社において年1回定期保守点検を行っている。このため比較的順調に稼働しているが、保守点検時の消耗部品の交換と老朽化により、保守に要する時間が年々長くなってきた。保守用部品については現在のところ供給されてはいるが、今後いつまで続くか不明である。

今年度は、PIXE用ターゲット駆動装置の更新を行う等陽子線コースの整備を図った。

利用面については、主として陽子線はPIXE（荷電粒子励起による微量元素のX線解析）に使用された。また、中性子線は培養細胞等の生物照射・Na放射化等の養訓実習及び線量測定に使用された。使用している部課は、7部課におよんだ。

なお、年間の稼働時間は473時間で、利用の割合は陽子線が88%、中性子線が12%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の通りである。

(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に実施し、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AE－1320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に実施し、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回の定期保守点検及び日常巡回点検を行っている。保守管理面では概ね順調に稼働した。安全対策のためスノコを拡張新設した。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。使用量はほぼ前年並であり、受入れ回数37回、受入れ量30,607kg、使用量17,076kg、使用している部課は16部課におよんだ。

表2　平成5年度照射装置使用状況

装置名	件数	使用時間
KXO－12型X線装置	6	14.8
信愛－250型　〃　（7号）	705	507.6
パンタック320-S型（　〃　）	326	271.5
〃　〃　（RI棟）	274	340.7
M70WE特型軟X線装置	79	261.1
EMB型　〃	4	1.0
X線装置（計）	1,394	1,396.7
標準線源遠隔操作装置	3	8.4
スタンド型γ線照射装置	57	183.4
^{60}Co－111TBq〃（第1γ線棟-1）	128	114.8
^{137}Cs－370GBq〃（　〃　-2）	**40	**8,760.0
Ra－Be－37GBq 中性子線照射装置	16	10.9
密封線源照射装置（計）	204	317.7
バンデグラフ型加速器	189	473.3
合計	1,787	2,187.7

**印は連続照射のため使用件数、使用時間数の合計から除いた。

(7) その他；特研班の要請により、晩発棟X線装置（信愛－6号）のモニタ校正を定期的に実施するほか、照射実験の技術指導、X線装置・ガンマ線照射装置の保守管理に関する技術援助を行った。

2－4．内部被ばく実験棟施設管理業務

(1) 施設管理

全棟の各設備は、本年度についてもフル稼働運転を行った。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、設備診断調査その1（空調設備配管及び衛生設備配管）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、各種機器の修理等を行い、各設備等の維持に努めた。

(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、管理区域内：102頭、管理区域外：108頭の計210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11頭（雄3頭、雌8頭）であった。疾病及び実験使用に伴う減少は7頭であった。内部被ばく研究部への払い出し数は、雄13頭、雌5頭の計18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。前年度に酸化^{239}Puを吸入させた長期観察実験を目的としたビーグル犬4頭を犬代謝室において引き続き飼育観察した。

小動物（ラット、マウス）の平均飼育頭数は管理区域内：1010頭、管理区域外：286頭であった。小動物の搬入数はラット788頭、マウス1016頭の計1804頭であった。種々の実験に使用されたラットの総数は794頭、マウスは644頭で、このうち^{239}Puの吸入及び注射実験は14回実施されラット191頭、マウス153頭が使用された。飼育数に増減がみられたが、前年度からの長期観察群を加えた年度末の飼育数はラット186頭、マウス103頭の計291頭であった。

(3) 廃棄物処理設備管理

本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	6,257Kg
動物死体等	1,175Kg
回収毛（Wet）	452Kg
脱水汚泥	9,741Kg
有機廃液	102Kg

この結果発生した焼却灰は、790Kgであった。

また、排水処理設備は、総計15,070m^{3}の処理を行い、この内11,030m^{3}を中水として再利用し、放出水総量は5,654m^{3}であった。

一方、処理設備各装置について定期分解点検および保安規定に基づく自主検査を実施し、設備の健全性を維持、確認した。

2－5　データ処理室業務

平成3年5月に導入した東芝情報システム㈱製のAS－4470GX及びμVAX 3100/10eを中心とする分散型電子計算機システムは、本年度も順調な稼働を維持することができた。電源投入時間は年間 7,748時間、月平均646時間で、前年度よりも月平均約50時間ほど増加した。これは外部機関とのメールの終日交信や1週間以上にまたがっての連続演算などの希望が強くなり、年末年始及び電気工事などやむを得ない停電以外は連続運転したことによる。この電源投入時間は1／0サーバー、コンピューティング・サーバー及びμVAX3100に共通した時間で、他のマシンの場合は終業後から次の平常利用までの間は概ね停止しているので単純には積算できない。

他方、実使用時間は前年度とはやや傾向が変化し、1位はコンピューティング・サーバー（前年度第2位）、次いで1／0サーバー（1位）、μVAX3100（第5位）の順で、この3台とも年間1,000時間以上の使用時間を示した。特にコンピューティング・サーバーは4，5，12の3カ月に月間 300時間を超えて使用された。1／0サーバーでは5，6，8，10，12及び3月の6カ月間にわたって月間100時間以上の使用があり、本年度後半では大量情報のプリンター出力のための使用が目立った。このことは、本システムが安定したルーチン使用期に入ったことを明示しているが、コンピューティング・サーバーの月間使用時間をこれ以上増やすことは実際的には不可能であり、今後はより高速演算のCPUの導入を検討すべきであることを示している。また、前年度、多大の障害を生じた磁気ディスクのリードエラーは、昨年11月に新しいキットに交換して以来、ライト・アラードが数回出た以外は特に大きな問題を生じず、障害時間は年間約30時間（主にライト・アラードの解消のためのreformat 及び restore）とかなり安定した稼働状況を示した。

一方、前年度に引き続き6年度6月に更新する予定の次期電子計算機システムの機器構成及び機種性能の選定作業を行い、仕様書作成及び技術審査等の一連の作業を行った。この仕様の主眼点は、現在よりも高速かつメモリ容量の大きなステーションを導入し、高品質ポストスクリプト印刷装置、カラー印刷装置、カラースライド作成装置、カラー印刷物のリーダー及びドキュメントリーダなどのハードウェア並びに数値計算、統計処理、3次元曲線解析・表示・処理、和英・英和自動翻訳、画像管理、ドキュメント文字認識などのアプリケーション・ソフトウェアを導入してラボラトリー・オートメーション化を目指すこととした。

また、本年度に計上された電子計算機ネットワーク整備関連事業の仕様書作成、技術審査、実際の工事・設置条件打合せ及び工事・調整の監督等のために、暫定的に管理部に設置された電子計算機ネットワーク推進室に室長以下が併任し、ほぼ1年間にわたって下記の作業を行った。具体的には、①ネットワーク伝送路整備工事、②ネットワーク・サーバー機器整備、③診療情報管理システム整備及び④簡易型Net Wareアクセスシステム導入の4件である。詳細は別に報告されているので参照されたい。

2－6　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．妊娠、授乳に伴う骨代謝の変化を検索し、正常時に比べて代謝速度が妊娠時に速くなるが、授乳時にはさらにその速度が大きくなる一方、骨の石灰化障害も増大することが認められ、その程度は妊娠犬の年齢、分娩回数、産仔数の大きさと相関を示した。

2．突発性痙攣個体について、カルシュウムの動態、カルシュウム調節ホルモンの動態、脳神経の病理検索を引き続き行った。

3．血液、血清生化学的なデータの蓄積、疾患の臨床的分析や死亡個体の病理検索を行った。腫瘍の発生は現在まで38例に達し、その年齢は4～15歳で、7～12歳が多かった。加齢に伴う大腿骨の膝蓋間接面の過形成について報告をまとめた。

【研究発表】

1．Fukuda, S. and Iida, H. : J. Vet. Med. Sci., 55, 565－569, 1993.
2．福田、飯田：日骨形態誌、3, 205－209, 1993.
3．福田、飯田：第115回日本獣医学会、東京、1993, 4.
4．福田、飯田：第13回日本骨形態計測学会、東京、1993. 7.

(2) 電子計算機による医用画像の処理、表示および蓄積ならびに医用画像の臨床的評価に関する調査研究

福久健二郎、武田栄子、舘野之男*、飯沼　武*、
松本　徹*（*重粒子治療センター障害・臨床研究部）

前年度に引続き、IAEA/RCA主催の肝臓疾患の超音波断層及びシンチグラム像による診断能の客観的評価研究、CTを使ったじん肺診断、高速CTによる肺癌リンパ節転

移の診断能など、画像診断のテクノロジー・アセスメント（MTA）の研究を継続した。この内のIAEA/RCAの研究について概略する。

○IAEA/RCA肝臓疾患の画像診断国際共同研究

本年度は前年度に引き続き、アジア地域10か国（バングラデッシュ、中華人民共和国、インド、インドネシア、日本、韓国、パキスタン、フィリピン、シンガポール及びタイ）が参加し、日本を除く9カ国から、肝臓疾患の検査のために超音波断層診断（以下USと言う）と核医学像（NMと言う）を撮った180症例のフィルム（またはポラロイド写真）とその確定診断を含む臨床情報を検討し、これら103例を選択してフィルムを同一メディアにコピーして10カ国の医師に読影してもらった結果を詳しく検討した。また、前年度に解析した日本の93症例の読影結果とも比較検討した。

その結果、以下のことが明らかにされた。

1) USによる肝疾患の存在診断は、NMのそれに比べて高確率で的中する。しかし、日本の症例による結果よりも無病誤診率(False Positive Fraction ; FPF）が高い。これは、確定診断の方法が細胞診、手術、剖検などの確実な方法によっていないために、たとえば、本当に正常肝であったかどうか疑問の症例も含まれていた。宗教により剖検などが出来ない国での最終診断結果はたとえ他の疾患が疑われた場合でも対処がむつかしい。

2) 肝腫瘤病変の存在診断においてもUSはNMよりも高い正診率を示した。しかも、確実に小さな腫瘤を正しく診断できる。この傾向は国間、国の中の医師間でも大きな差は無かった。NMでは、肝結核やアメーバ性肝炎を腫瘤と間違う場合が少なからずあった。これは日本の症例では見られなかったことである。

3) 肝腫瘤の良悪鑑別診断では、NMによる読影が難しいことは当然である。いくつかの国ではかなり高い正診率であったが、一部では良性腫瘍の診断が殆どなされない場合もあった。この傾向はUSではもっと顕著で、一部の国または医師はUSでの腫瘤の質的診断基準が教育されていないと思われる。

4) USとNMとを併せて読影した場合、幾つかの国ではUSを読影しないNM専門の医師が居ることが判った。その逆の、NMを読影しないUS専門の医師についてはUSでの成績がNMよりも良好なだけに、解析の結果だけでは明確なことは言えなかった。

5) 肝硬変及び肝炎などは原発性肝癌の高リスク患者として知られるが、USでもNMでも、また、両モダリティを併せて読影しても診断しない国及び医師が見られ、各国間の成績に大きな差異があった。

6) 日本の医師が読影した成績では、彼らが日本の症例を読影した成績に比べてあまり良好とは言えない。とくに症例を肝結核、アメーバー性肝炎、アメーバー性肝膿瘍等の症例に絞るとその傾向は顕著であった。このことは、先進国が作成した教科書で途上国の医師を教育しても必ずしも実際的ではない場合が起き得ることを示すものと考える。

本年度はこの研究につき、IAEAに最終報告を提出するとともに、日本の担当者によりこれらの成果をATLUSまたはMONOGRAPHとして編集することになった。

【研究発表】

1）福久健二郎：放射線科学　36：241－249, 1993.
2）福久健二郎、舘野之男、松本　徹ほか：日本医用画像工学会誌　11：433－434, 1993.
3）森　祐二*、森　雅樹*、福久健二郎ほか：肺癌　33：207－214, 1993.（*札幌医科　大学第三内科）
4）久繁哲徳*、福久健二郎、松本　徹ほか：第13回医用情報学連合大会論文集　435－438, 1993.
（*鈴鹿医療技術大学医用工学部）

(3) 放射線治療病歴のデータベース開発に関する調査研究

福久健二郎、武田栄子、飯沼　武*、中村　譲**、
佐藤眞一郎**、久保田進**、中野隆史**、
森田新六**、宮本忠昭**、恒元　博**
（*重粒子治療センター障害・臨床研究部、**重粒子治療センター治療・診断部）

昭和47年から継続している放医研病歴管理システム開発研究につき、本年度補正予算で導入された診療情報管理システムが6年度早々から稼働すること、併せて現在のUNIXシステムも更新となることから、総合的に記録内容をチェックし、添削・修正の作業を行うと同時にワークシートについても徹底的な整理を実施した。また、入力情報の拡大、実時間・発生源入力方式についても継続して検討した。

一方、幾つかの共同研究にも積極的に参加して調査研究を推進した。以下に日本放射線腫瘍学会の広域データベース研究グループに参加して得た成果の一部を示す。

○放射線腫瘍学広域データベース構築に関する調査研究

平成4年度から開始した本調査研究は、大阪大学医学部を中心として全国関連40施設の参加の下に3回にわたってサンプル収集作業を行うと共に、ワークシートとMS－DOSによるパソコン入力（フロッピーディスク輸送）とを平行して実施した。その結果、以下の問題点が明らかにされた。

1) 出来るだけフロッピー入力をしてほしい旨の要望を出したが、ワークシートによるサンプル提出の施設が半数を占め、容易にはフロッピー入力に統一出来ないことが明白となった。フロッピー入力プログラムを一層改良すると共に、ワークシートをOCRで読みとるような機械化の検討を開始した。

2) 従前より院内または関連病院間で病歴管理を実施している施設からの情報収集が困難であり、変換の可能性について検討を開始した。

3) 病名コードを新しいICD－O－10で入力することにかなりの困難が見られる。しかし、国際的にみて新しいコードを使う傾向にあるので、病名部位とコードとを簡単に参照できるデータベースや索引表を提供すべきであるとの要望が強く、前向きに検討する。

4) 個々のコード内容についても改善すべき問題点が明らかにされつつあるので、これらを今後の実際のシステム編成の際に生かす必要がある。例えば年月日の表現をYYYY/MM/DDに統一するなど（現状ではYMMDDの省略形を導入）。

5) 入力情報は厳密には4つの時点に分離できる。すなわち、初診時、診断確定時、治療終了時及び追跡時であり、それぞれの時点でProspectiveに情報を収集する方向で

考えないと治療が不満足であったものについては全情報が集まりにくい。方法を慎重に検討する必要があろう。

【研究発表】

1）福久健二郎；ラルス・オプティマイゼーション研究会（ROP）モノグラフ No.6, 1993.

2）下山正徳*、田島絹子*、福久健二郎ほか：Current Re－view 癌化学療法　1993－1994, pp296－309,　中外医学社、1993.（*国立がんセンター中央病院）

3）原内　一*、稲邑清也*、福久健二郎ほか：日放腫学会誌 Vol. 5 Supple. 1, 1993.
（*大阪大学医学部保健学科）

3．放射線安全業務

3－1　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律(以下「放射線障害防止法」という。)並びに核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（以下「原子炉等規制法」という。）に基づき科学技術庁長官の承認を受け、又は届出したものは、次のとおりである。（那珂湊支所等を含む）

(1) 放射線障害防止法に基づく変更承認申請

① 承認使用に係る変更の承認申請（重粒子線棟）シンクロトロンの追加及び直線加速装置（RFQ型1台、Alvarez型1台）の使用変更（平成5年5月24日申請→平成5年9月16日承認）

② 承認使用に係る承認証訂正申請（病院棟ラルストロン）（平成5年6月3日申請）

③ 容器承認申請(霊長類照射実験装置：^{137}Cs74TBq、SPF動物照射装置：^{137}Cs185TBq、X線棟第2照射室低線量率細胞照射装置：^{137}Cs11.1TBq）、線源更新のための運搬（搬入）容器（平成5年6月29日申請→平成5年7月21日承認）

④ 承認使用に係る承認証訂正申請（重粒子線棟）（平成5年9月24日申請）

⑤ 承認使用に係る変更承認申請（X線棟、SPF動物照射実験棟、SPF動物生産・実験棟）
（イ）SPF動物生産・実験棟の照射装置の使用の場所の変更並びに管理区域の廃止、（ロ）X線棟標準線源室に密封線源（^{90}Sr－^{90}Y）の使用の追加（平成5年12月10日申請→平成6年2月3日承認）

⑥ 承認使用に係る変更承認申請（サイクロトロン棟、ポジトロン棟）
（イ）小型サイクロトロンの追加、（ロ）RI生産系排気管の接続位置の一部変更、（ハ）ポジトロンカメラ校正用線源追加、（ニ）病院棟廃液貯留施設管理区域を特殊診断棟建設のため減少（平成5年12月27日申請→平成6年2月22日承認）

⑦ 承認使用に係る変更の承認申請（重粒子線棟）
（イ）主加速器室、物理・汎用照射室、生物照射室の使用方法の変更、（ロ）排気設備設置場所を管理区域に設定（平成6年1月6日申請→平成6年2月3日承認）

⑧ 承認使用に係る承認証訂正申請（重粒子線棟）（平成6年2月22日申請）

⑨ 承認使用に係る承認証訂正申請（X線棟、SPF動物照射実験棟、SPF動物生産・実験棟）（平成6年2月22日申請）

⑩ 承認使用に係る承認証訂正申請（サイクロトロン棟、ポジトロン棟）（平成6年3月9日申請）

(2) 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（養成訓練棟：養成訓練部研修生の実習のため）（平成5年4月25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5年10月20日届出）

(3) 放射線障害防止法に基づく変更の届出

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（重粒子治療センター設置に伴う組織改正）（平成5年4月20日届出）

② 承認使用に関する軽微な変更に係る届出（病院棟）（イ）病院棟2階使用施設の一部廃止、（ロ）病院棟3階処置室の放射性同位元素の数量の減少（平成5年8月23日届出）

③ 放射線医学総合研究所放射線障害予防規定の一部改正（重粒子線棟へのシンクロトロン等の設置及び病院棟2階RI病室の使用の廃止）（平成5年11月26日届出）

④ 放射線医学総合研究所放射線障害予防規定の一部改正（SPF動物生産・実験棟の新設に伴い、同棟に管理区域を設定。また、同棟へのSPF動物照射実験棟のγ線照射装置の移設及びSPF動物照射実験棟管理区域の設定を解除。（平成6年3月16日届出）

(4) 放射線障害防止法に基づく報告

① 放射線管理報告書（平成4年度下期本所、那珂湊支所）（平成5年4月28日科学技術庁原子力安全局長あて提出）

② 放射線管理報告書（平成5年度上期本所、那珂湊支所）（平成5年10月27日科学技術庁原子力安全局長あて提出）

③ 平成4年度放射線管理状況報告書（本所、那珂湊支所）（平成5年6月29日科学技術庁長官あて提出）

(5) 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（那珂湊支所）核燃料物質の予定使用期間の延長及び劣化ウラン、天然ウラン並びに密封されたプルトニウム及びその化合物の年間予定使用量の変更（平成5年4月21日届出）

② 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5年4月21日届出）

③ 国際規制物資使用届（那珂湊支所）国際規制物資の劣化ウランの使用（平成5年9月29日届出）

(6) 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時国別明細報告書(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5年4月27日科学技術庁長官あて提出）

② 核燃料物質の収支報告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時国別明細書報告書(1)）（平成５年４月27日科学技術庁長官あて提出）

③　平成４年度下期放射線管理報告書（平成５年４月28日科学技術庁長官あて提出）

④　核燃料物質受払い計画等報告書（平成５年７月１日から平成５年12月31日まで）（平成５年５月28日科学技術庁長官あて提出）

⑤　平成５年度上期核燃料物質（トリウム在庫変動）管理報告書（平成５年７月23日科学技術庁長官あて提出）

⑥　平成５年度上期放射線管理報告書（平成５年10月29日科学技術庁長官あて提出）

⑦　核燃料物質受払い計画等報告書（平成６年１月１日から平成６年６月30日まで）（平成５年11月19日科学技術庁長官あて提出）

⑧　平成５年度下期核燃料物質（トリウム在庫変動）管理報告書（平成６年１月26日科学技術庁長官あて提出）

(7) 放射線障害防止法に基づく施設検査等の申請及び実施

①　放射線障害防止法に基づく定期検査の申請
（平成５年７月23日(財)原子力安全技術センターあて提出）
（平成５年９月１日から９月３日まで実施→平成５年10月28日合格、(財)原子力安全技術センター）

②　放射線障害防止法に基づく立入検査
（平成５年９月９日、10日に実施、科学技術庁放射線安全課）

③　放射線障害防止法に基づく施設検査の実施（重粒子線棟）（平成５年４月８日試験運転時検査実施→平成５年５月１日合格、(財)原子力安全技術センター）

④　放射線障害防止法に基づく施設検査の申請（重粒子線棟）（平成５年９月28日(財)原子力安全技術センターあて提出）（平成５年10月18日から10月20日試験運転前検査実施）（平成６年２月14日、15日試験運転時検査実施→平成６年３月４日合格、(財)原子力安全技術センター）

⑤　放射線障害防止法に基づく施設検査の申請（サイクロトロン棟及びSPF動物生産・実験棟）（平成６年３月11日、(財)原子力安全技術センターあて提出）（平成６年３月23日実施→平成６年３月24日合格、(財)原子力安全技術センター）

３－２　放射線安全会議

会議は、本年度５回開催され、審議された主要な議題は次の通りである。

(1) 放射線施設の安全性に関する案件について

①　サイクロトロン棟及びポジトロン棟の使用に基づく安全対策

②　那珂湊支所及び東海施設の使用に基づく安全対策

③　重粒子線がん治療装置の設置に係る建屋施設の放射線の遮へい等の安全対策

④　その他放射線施設の使用に基づく安全対策

(2) 放射線障害の防止に関する案件について

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伴う変更承認申請手続きに関する事項

③　重粒子線棟における作業要領の制定及び一部改正に関する事項

④　放射線障害予防規定及び関係規程類の一部改正に関する事項

⑤　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は、議長に小林総括安全解析研究官、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）、中山技術部放射線安全課安全係長（本所、放射線取扱副主任者）、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）、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（那珂湊支所並びに那珂湊支所東海施設、放射線取扱副主任者)、鈴木管理部長（平成５年６月24日まで）、伊集院管理部長（平成５年６月25日から）、山田技術部長、門間技術部放射線安全課長、恒元重粒子治療センター長、坪井障害基礎研究部障害基礎第１研究室長、藤高環境衛生研究部環境衛生第１研究室長、今井環境衛生研究部主任研究官、渡利養成訓練部長、舘野重粒子治療センター障害・臨床研究部長、丸山特別研究官の17名であった。

また、会議には、次の専門委員会が設けられている。

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）サイクロトロン作業計画書に基づく安全対策、(ロ）使用施設に係る安全測定の結果に対する評価、(ハ）小型サイクロトロン設置に関する安全性等の審議を行った。委員会は、本年度３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）那珂湊支所の放射線作業計画書に基づく安全対策等の審議を行った。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設置並びに建屋の建設に関し、その施設等に係る放射線防護の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）重粒子線棟照射系及び治療系の装置・機器の安全性の検討、(ロ）重粒子線棟における作業要領の制定及び一部改正の検討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。

３－３　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。

(1) 核燃料物質等の使用施設の安全性に関する案件について

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

(2) 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案件について
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

本年度の会議の構成は、議長に中島環境放射生態学研究部長、委員に坪井障害基礎研究部障害基礎第1研究室長（核燃料取扱主務者）、鈴木管理部長（平成5年6月24日まで）、伊集院管理部長（平成5年6月25日から）、山田技術部長、三輪技術部技術課長、門間放射線安全課長、赤沼重粒子治療センター治療・診断部長、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研究室長、内山環境衛生研究部長、松本技術部動植物管理課主任研究官、渡利養成訓練部長、舘野重粒子治療センター障害・臨床研究部長の14名であった。

3－4　重粒子線棟安全評価検討委員会

本委員会は、重粒子線棟の施工状況の進展に伴い、放射線障害防止法に基づく手続き等に係る諸業務を円滑に遂行するため設けられ、審議された主要な議題は次のとおりである。

① 重粒子線がん治療装置の安全対策の検討
② 重粒子線棟使用に係る変更承認申請資料の検討及び手続き等の審議を行った。委員会は、本年度5回開催された。

3－5　個人被ばく管理

本年度も医療関係者の、不均等被ばくの可能性から前年に引き続き、不均等被ばく測定及び評価を加えて、個人管理に一層の充実を図った。

(1) 放射線業務従事者の登録

新規の職員、外来の研究者及び請負業者に対し放射線障害予防規定に基づき、教育訓練及び健康診断を実施した。本年度の放射線業務従事者は771名（支所を除く）であり、その内訳は、次の通りである。

1．職員及び外来の研究者　369名
2．養成訓練生　104名
3．請負業者　298名

なお、上記の請負業者のうち、平成5年11月15日から重粒子線棟のほぼ全域を管理区域に設定したため125名を従事者登録した。（請負業者の健康診断は請負業者が実施。）

(2) 外部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その他、補助線量計としてポケット線量当量計、熱ルミネッセンス線量計（TLD）により測定をした。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）、A型（X線・γ線・β線・中性子線用）の2種類を使用して1ケ月ごとに交換をしている。不均等被ばく対象者には、フィルムバッジをけい部（衿）にも装着させ測定をした。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を取り扱う放射線業務従事者を対象に前年度に引続き、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ケ月ごとに交換をして測定した。なお、フィルムバッジ及びTLD指リングの測定については、外部機関に委託している。また、一時立入者に対しては、ポケット線量当量計、TLDにより測定をした。

(3) 内部被ばくの測定

サイクロトロン本体の運転保守管理及び短寿命RI生産、放射性廃棄物等を取り扱う業務等に係わる放射線業務従事者について、例年どおりHC（ヒューマンカウンタ）により、確認モニタリングを実施し、測定を行った。なお、非密封放射性同位元素を取り扱う研究者については、空気中濃度、取扱状況、作業環境から計算で線量当量を求めたが、HCにより確認モニタリングをするまでの放射線業務従事者はいなかった。また、核燃料物質を取り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についても、全員検出限界未満で異常はなかった。

(4) 個人被ばく評価結果

平成5年度における放射線業務従事者の実効線量当量の評価結果を表1に、組織線量当量（皮膚）の評価結果は、表2のとおりである。

表1　平成5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) ＼ 作業者区分	0.1未満	0.1を超え 0.5以下	0.5を超え 5.0以下	5を超え 15.0以下	15を超え 20.0以下	20を超え 25以下	25を超え 50以下	50を超えるもの	総数（人）
研究者	151	1	2						154
診療関係者	54	10	8						72
研修担当者	4								4
管理担当者	49	1	4						54
外来研究者	81	3	1						85
合計	339	15	15	0	0	0	0	0	369

表２　平成５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未満	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）
研究者	1		1					3
診療関係者	19							22
管理担当者	3		1					5
外来研究者	3		1					4
合計	26		3					34

表３　平成５年度健康診断実施結果

対象者	人数	健康診断項目（人・／年） 血液	皮膚	眼	合計
①平成４年度の皮膚の線量当量が年限度の10分の３を超えた者	0	—	—	—	0
②本年度の線量当量が年限度の10分の３を超える恐れのある者又は超えた者	2	4	8	8	20
③過去に業務上皮膚に大量に被ばくした者	1	—	4	—	4
④健康管理医により指名された者	2	0	0	2	2
合計	5	4	12	10	26

(5) 教育訓練

１年を超えない期間ごとに行う教育訓練は、河内医用重粒子物理・工学研究部長の「重粒子線の利用にあたって」と題しての講演のほか「放射線障害予防規定の一部改正」について放射線業務従事者のうち対象者236名に対し実施した。

３－６　健康管理

放射線障害防止法、人事院規則及び所内規程に基づき放射線業務従事者の健康診断を例年どおり実施した。

健康診断の実施状況は、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（延べ年間1383名）に対して問診票（自他覚症状の調査）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血液、皮膚、眼の検査及び検診を実施した結果を表３に示す。診断結果については、健康管理医及び委託専門医の報告から、放射線作業による被ばくに起因する異常は、認められなかった。

３－７　放射線安全管理

(1) 放射性同位元素の受入れ及び管理

本年度に受入れた放射性同位元素の種類及び数量は、表４のとおりである。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ケ月又は３ケ月（那珂湊支所）ごとに作業計画書により、核種、使用数量、実験方法等を把握するとともに、貯蔵中の放射性同位元素については、定期的に在庫調査を実施し、管理に万全を期している。

(2) 線量当量率、表面密度及び排気中濃度の測定

表４　平成５年度 RI 入荷量

１．非密封 RI

＜研究用＞					
＜第１群＞			＜第３群＞		
^{90}Sr	3.7	MBq	^{32}P	3941.1	MBq
＜第２群＞			^{35}S	333.5	〃
^{45}Ca	111	MBq	^{59}Fe	68.45	〃
^{57}Co	0.1	〃	^{99m}Tc	1850	〃
^{60}Co	37	〃	^{123}I	37	〃
^{65}Zn	55.64	〃	^{131}I	3.7	〃
^{68}Ge	18.5	〃	＜第４群＞		
^{85}Sr	18.5	〃	^{3}H	1791.1	MBq
^{109}Cd	18.69	〃	^{14}C	303.68	〃
^{125}I	676.85	〃	^{51}Cr	871.5	〃
^{137}Cs	76.02	〃			

＜診療用＞		
＜第３群＞		
^{67}Ga	17.54	GBq
^{99}Mo－^{99m}Tc	85.29	〃
^{123}I	140.6	MBq
^{201}TI	74	〃

２．密封 RI（3.7 MBq をこえるもの）

^{60}Co	148	GBq
	111 × 2	〃
^{68}Ge－^{68}Ga	111 × 3	MBq
	92.5	〃
	27.75	〃
^{90}Sr－^{90}Y	370 × 2	〃

密封されていない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ち入る場所、同区域境界及び事業所の境界における線量当量率の測定は、1ケ月ごと、その他の放射線施設については、6ケ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。また、所内37箇所に設置したモニタリングポスト（フィルムバッジ及びTLD）による測定結果においても、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。

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ケ月ごと及び必要に応じスミア又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、排気モニタにより連続して、及び計算により算出しているが、年間を通じて法令で定められた濃度限度以下であった。

(3) 管理区域

放射線施設並びにその周辺に設けている管理区域は、24箇所（うち、病院棟RI病室を9月に、SPF動物照射実験棟を3月に廃止し、SPF動物生産・実験棟を3月に設定）であるが、定期的に自主点検を行い、クラックの補修、標識の張替え等維持管理に努めた。

(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を更新整備し、施設の安全管理の強化に努めた。

(6) 重粒子線がん治療装置の変更承認申請手続きについて

シンクロトロンの追加等第2次変更承認申請は、重粒子線棟安全評価検討委員会及び放射線安全会議の審議を経て平成5年5月24日及び平成6年1月6日に手続きを行った。さらに、科学技術庁及び同庁の放射線安全技術顧問会の審査の結果、平成5年9月16日（承認番号：5安(放安)第5721号）及び平成6年2月3日（承認番号：安（放安）第51号）に承認された。

施設検査は平成5年10月18～20日に遮蔽寸法、自動表示装置及びインターロック機能等について、また平成6年2月14,15日に管理区域内外等の線量当量率、インターロック機能等について実施され、平成6年3月4日付けで合格した。

3－8　アルファ線管理

(1) アルファ線棟関係

本年度は、環境レベルのプルトニウム分析及び測定のみであり、通常の管理体制で安全を確認することができた。

(2) 内部被ばく実験棟関係

① 施設及び作業管理

本年度は、ラット及びマウスへのプルトニウム投与実験が19回行われた。また、前年度にプルトニウムを投与したビーグル犬6頭のうち、4頭は現在も飼育中である。

プルトニウムの取り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り出し、フード内で汚染拡大防止上の必要な処置を施して、放射能測定や核種観察・試験が行われた。これらのプルトニウム取り扱い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・作業への立ち会いを実施した。その結果、プルトニウム及び実験動物の取り扱い並びに使用設備の操作などについて安全に行われたことを確認し、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・修理等を行うに当たっては、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生、作業者の内部被ばく防護に注意を払うなどの措置を行い、事後の安全な作業の遂行を確認した。

このように安全に係わる作業管理に努めた結果、作業者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のプルトニウム濃度の管理は、主にエアースニファシステムを用いて行い、年間を通して検出限界以下、すなわち管理区域内プルトニウム濃度限度（80nBq/cm^3）の約1/500以下を確認することができた。

② 廃棄物管理

排水管理としては、約5658m^{3}の排水を56回に分けて放出したが、すべて管理基準以下であった。排気管理では、β（γ）線放出核種の放出は検出されず、また、全α放射能も検出限界以下、すなわちプルトニウムの排気に係わる濃度限度（1nBq/cm^3）の1/10以下であった。

管理区域内で発生した廃棄物は、地下廃棄物処理設備で焼却・保管廃棄した。なお、焼却灰を含む個体廃棄物は不燃性廃棄物ドラム缶として17本（200ℓ／1本）発生し、地下廃棄物保管庫内に保管廃棄した。

3－9　中性子線安全管理

(1) 放射線発生装置等の設置

サイクロトロン棟本体室に小型サイクロトロン装置を設置した。

また、重粒子線棟においては、HIMACの変更承認申請に伴い同装置について自主検査（平成6年2月1日～4日）を行い次いで施設検査(平成6年2月14日、15日)が行われ、合格（平成6年3月4日）を経て各ビーム照射室へのビームの供給が可能となった。

(2) 放射線安全管理機器等整備

サイクロトロン棟及びポジトロン棟においては、ガス・ダスト各モニタ、排水モニタ、野外エリアモニタ、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、平成5年11月15日から、棟内のほぼ全域を管理区域に設定（管理区域を①～⑤に区分して管理）し、放射線安全管理体制を強化した。さらに、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。また管理区域の出入管理は、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。

(3) 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、放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バンデグラフ棟）、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ち入る場所及び管理区域境界等については、6ケ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。

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ケ月あるいは6ケ月ごと及び随時に、スミヤまたはサーベイメータあるいは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シ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ケ月及び3ケ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濃度限度以下であった。

このほか重粒子線棟及び事業境界において、フィルムバッジを68ケ所、TLDを30ケ所設置して監視を行った。これらの測定結果はいずれも法令で定められた線量当量限度以下であった。また、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放射線作業従事者の安全を図った。

3－10　放射性廃棄物処理

所内（那珂湊支所を除く）の放射性同位元素使用施設から排出された放射性廃棄物の処理の概要は以下の通りである。

(1) 放射性廃棄物の排出量及び処理状況

本年度において、各RI使用施設から排出された放射性廃棄物の排出量及び処理状況を、表5に示す。

①固体廃棄物

可燃物、難燃物及び不燃物は、主にRI実験室から排出されたものである。非圧縮性不燃物については病院・サイクロトロン系配管撤去作業時により排出されたものである。また、排出された放射性廃棄物はそれぞれ50ℓ、200ℓドラム缶に詰替後、廃棄業者に引渡した。

②液体廃棄物

高レベル廃液（37Bq/cm^{3}以上）中レベル廃液（0.37Bq/cm^{3}以上37Bq/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ている。

本年度は、25ℓポリ瓶25本を廃棄業者に引き渡した。

低レベル廃液（3.7×10^{-4} Bq/cm^{3}以上0.37Bq/cm^{3}未満）については、排水処理設備によるイオン交換、凝集沈澱等の化学的処理を実施し、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後、放流した。極低レベル廃液（3.7×10^{-4} Bq/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後、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行い、法令に定められた濃度限度以下であることを確認した後、放流した。

有機廃液は、専用の容器に封入後、液体廃棄物保管庫に保管している。また、有機廃液焼却装置で廃液の焼却を行っている。

③動物死体等廃棄物

動物死体等は、RI実験室から排出されたマウス、ラット及びしきわら等である。これらの廃棄物（動物死体等）は、処理するまでの間、専用の冷凍庫に保管することにしている

(2) 廃棄業者に引き渡した放射性廃棄物

本年度において、RI使用施設から排出された放射性廃棄物のうち廃棄業者に引き渡したものの種類別容器本数を表5に示す

(3) 有機廃液焼却処理量

本年度の有機廃液焼却処理量を表5に示す。

表5　平成5年度放射性廃棄物の排出量及び処理状況

種類		排出量	処理方法	引き渡し数量	
固体	可燃物	200ℓドラム缶　4本	廃棄業者に引き渡し	21本	
	可燃物	50ℓドラム缶　36本	同上	25本	
	難燃物	50ℓドラム缶　69本	同上	65本	
	不燃物	50ℓドラム缶　40本	同上	38本	
	非圧縮性不燃物	50ℓドラム缶　15本	同上	10本	
動物死体等		10ℓカートンボックス82個 (190.7kg)	専用冷凍庫に保管中		
排気フィルター		ヘパフィルター 130個	廃棄業者に引き渡し	120個	
		プレフィルター　26個	同上	20個	
種類		放流又は回収量	処理方法	引き渡し数量	
液体	高・中レベル	227.5ℓ	廃棄業者に引き渡し	25ℓポリ瓶　25本	
	低レベル	629.3トン	化学処理し、測定後放流		
	極低レベル	891.5トン	測定後放流		
	トリチウム	12.9トン	希釈処理し、測定後放流		
	有機廃液	75　ℓ	有機廃液焼却装置にて焼却、残渣は耐火容器に詰替後、保管棟にて保管中	焼却量	残渣量
				230.45ℓ	9.8kg

4．動植物管理業務

4－1　実験動物の生産と供給

(1) 系統維持

本年度維持した実験動物（げっ歯類）の系統は、マウスでは、A/J, BALB/c, BALB/c－nu/nu, C57BL/6J－nu/nu, C57BL/6J－bg－nu/nu, C57BL/6J, C57BL/10, C57BL/10. BR/Sn, C57BL/10. D2/new－Sn, C3H/He-J－bg, WHT/He, STS/A, RFM/Ms, C3H/HeJ, C3H/He, C57BL/10－nu/nu, C57BL/10－Thy－1.1, C57BL/10. BR－Thy－1.1, C3H/He－Thy1.1, RFM/Ms－Pgk－1a, C3H/He－W/+, C3H/He－W/+, C3H/HeMs, C3H/HeHa, －Pgk－1a, C57BL/6J, C.B－17/Icr－scid, C.B－17/Icr－+/+の26系統と、ラットでは、Wistar/MS, WMの2系統で、それぞれ継代されている。

(2) 実験動物（げっ歯類）の生産と供給

本年度は、SPFマウスとして、C57BL, C3H, B10, B10. BR, BALB/c－nu－nu, A, STS, WHT, B10－Thy1.1, Scid, C.B－17の11系統と、CVマウスのB10－Thy1.1の1系統及びラットのWistar/MS, WMを生産した。

マウス、ラットの総供給数は19、427匹でありその内訳はSPFマウス16、839匹、CVマウス551匹を供給している。ラットの供給数は、2,037匹でありその内訳はWistar/MS、1,496匹及びWM、541匹を供給している。

購入したマウスは、ddy, ICR, C57BL/6, BALB/c, C3H/He, AKR, DBA, BDF1, B6C3F1, Scid, C.B－17の11系統と、ラット、妊娠ラット、スナネズミ、妊娠ハムスター、モルモット、ウサギであり購入動物の総計は、14、307匹でその内訳は、マウス12、597匹、ラット1,657匹、妊娠ラット69匹、スナネズミ20匹、妊娠ハムスター9匹、モルモット10匹、ウサギ14羽であった。マウスの主な系統別当所生産供給数の内訳を前年度供給数とともに表に示す。

一方、既存の哺乳動物舎及び哺乳動物実験観察棟の老朽化対策として、平成4年11月に着手したSPF動物生産・実験棟は、平成5年9月に建設工事が完成した。その後、空調試運転、棟内のホルマリンくん蒸等を経て、平成6年2月15日にSPF生産マウスを哺乳動物舎より移動し、平成6年2月24日にはSPF動物照射実験棟より実験観察マウスの移動が終了した。また、3月24日にはSPF動物生産・実験棟ガンマ線照射室が施設検査に合格し、棟全体が本格稼働した。

主要系統別生産供給数（前年度比較）

区分	SPFマウス				
	C3H	C57BL	A	B10	BALB-nu
H4年度	9,157	1,729	1,030	500	530
H5年度	10,597	2,745	1,038	815	294

4－2　実験動物施設の管理と利用

(1) SPF動物照射実験棟

本年度は、薬理化学、生理病理、技術、重粒子治療センター治療・診断、同障害・臨床の各部で、4飼育室の40飼育棚を使用し、マウスの実験飼育を行った。本年度の実験動物管理区域立入作業者は48名であった。

施設・設備関係では、γ線照射装置の照射台の修理を行った。また、平成5年10月にSPF動物生産・実験棟が完成し、本棟で実験飼育中のマウスを同棟2階の3飼育室に移動するとともに、γ線照射装置も移設し、オーバーホールを行った。

本棟は、平成6年2月、実験動物安全・倫理会議の決定により実験動物施設としての使用が停止され、実験動物管理区域を解除した。

(2) 哺乳動物実験観察棟

本年度も、薬理化学、生物、遺伝、障害基礎、内部被ばく、環境衛生、障害・臨床、養成訓練、技術、重粒子治療センター治療・診断の各部がヌードマウス、マウス、ラットを用いた実験観察が行われた。ヌードマウス用アイソラック2台、マウス用アイソラック8台、マウス飼育棚36台、ラット用スチールラック10台、ラット用カスケード12台が使用された。また、本年度の実験動物管理区域立入り入棟者は125名であった。

(3) 晩発障害実験棟

晩発障害実験棟は、長期飼育観察施設であり、本年も生理病理、障害・臨床、技術、病院の各部でヌードマウス、マウス、ラット、ハムスター、ウサギを用いた実験観察が行われた。4階SPFマウス飼育棚50台、3階CVマウス飼育棚64台、1階CVマウス飼育棚5台、CVラット飼育棚6台、ハムスター飼育棚2台、ウサギ用カスケード1台が使用された。実験動物管理区域立入り入棟者114名であった。

設備関係では、超音波手洗器の老朽化が著しく6年度更新を予定している。

一方、動物飼育器材では、マウス用給水瓶の老朽化が著しく順次、更新する予定である。

(4) 霊長類実験棟

霊長類実験棟においては、研究面では本年度、特別研究「重粒子線によるがん治療法に関する調査研究」の一環としてアカゲザル、カニクイザルの実験飼育及びげっ歯類の授精卵凍結保存に関する経常研究が実施された。

飼育ザル類の衛生管理面では、定期的に一般健康検査、血液検査等を実施したが、異常は認められなかった。

なお、本年度末現在のサル類の飼育頭数はカニクイザル雄3頭、アカゲザル雄2頭、ツパイ17頭（雌10・雄7）である。

一方、飼育施設の維持管理に努めた。

(5) ポジトロン棟

本年度も、標識化合物（^{11}C, ^{13}N, ^{18}F）を投与し、

生体内分布を求める実験が引続き行われた。マウス、ラット、アカゲザルの実験動物飼育管理を行った。

(6) ラジオアイソトープ実験棟

実験動物飼育室1～7号室及び水生動物室において、前年度同様、RIを投与したヌードマウス、マウス、ラット及び鯉の実験観察が、生物、内部被ばく、環境衛生、障害・臨床の各部で行われた。

(7) 第1ガンマ線棟

飼育室1、3、4号室においてガンマ線照射実験群のコントロール飼育のため生物、生理病理の各部がマウス用飼育棚16棚を使用し、実験観察が行われた。

(8) 水生昆虫動物舎、魚飼育池

水生動物（ヒメダカ、キンギョ、コイ）を用いた各種実験が生物、環境衛生、養成訓練の各部において行われた。

飼育池においては、自家繁殖用及び系統維持等長期飼育実験用としての飼育管理を行った。

本年度は、自家繁殖したキンギョ102尾、ヒメダカ1,834尾を実験用として供給した。

(9) 植物栽培施設

温室では、ケヤキ、マツ、苔を栽培し、環境及び生物における ^{3}H、^{14}C の測定及び挙動に関する実験研究に使用した。圃場では前年度に引続き桑の栽培を実施し、蚕の飼料として50kgの桑の葉を供給した。

(10) 重粒子線棟動物飼育室

本年度から、新たに重粒子線棟動物飼育室の使用を開始し、障害・臨床研究部がマウス用アイソラック6台を使用し、実験を開始した。

4－3　実験動物の衛生管理

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

マウス・ラットでは、解剖検査及び以下のSPF指定病原体の検査を行った。1．細菌培養検査：*Pseudomonas aeruginosa, saimonella spp., Pasteurella pneumot ropica, Bordetella bronchiseptica, Escherichia coli 0115a, c : K(B), Corunebacterium kutscheri, Mucoplasma* spp. 2．血清検査：Sendai virus, Mouse hepatitis virus, Tyzzer's organism, *Mucoplasma pulmonis, Corunebacterium kutscheri, Bordetella bronchiseptica,* CAR bacillus, HFRS virus. 3．顕微鏡検査：*Hexamita muris, Giardia muris.* マウス糞便検査では緑膿菌、サルモネラ菌、病原性大腸菌を検査した。動物施設検査では床の拭き取り検査、落下細菌検査を実施した。

また、前年度より開始されたラットの外部委託生産に伴い、平成5年9月より毎月定期的に委託生産動物の病原微生物汚染検査を行った。なお、CVマウス及びCVラットは放医研での自家生産を終了したため、平成6年2月以降は検査対象から除外した。

前年度同様、腎症候性出血熱（HFRS）につい哺乳動物舎、哺乳動物実験観察棟の飼育ラットについて血清検査を行った。委託生産ラットを含む50例について抗体検査を行ったが、すべて陰性であった。

平成6年2月、SPF動物生産・実験棟の稼働に先立ち、同棟SPF動物飼育区域のホルマリン燻蒸を行い、燻蒸前及び燻蒸後の落下細菌検査により、区域内が清浄化されたことを確認した。同棟の1階には哺乳動物舎で飼育されていたSPF生産マウスを、また2階にはSPF棟で飼育中のSPFマウスを移動させたが、いずれもSPF動物の状態が維持された。

本年度の新規動物種等の導入は、晩発棟1階へのマウスの導入1件であった。

(1) 生産動物・生産施設

a）哺乳動物舎

毎月、SPFマウス30例、CVマウス10例、（7月より5例）、CVラット15例、核マウス10例の病原微生物汚染検査を平成6年2月まで実施した。CV生産ラットより9月に1例から pasteurella pneumotropica が検出されたため、生産施設より39例のラットを殺処分して検査したが、全て陰性であった。マウスへの汚染拡大防止に注意し、飼育施設の消毒及び飼育管理者の手指消毒の強化等の処置により、汚染は終息した。SPF生産マウスの糞便検査及び生産施設の床拭き取り検査では異常はなかった。CV生産ラットの約70％に H. muris の汚染が認められたが、H. muris は病原性が低いので症状観察に重点をおき、特別な処置は行わなかった。

b）SPF動物生産・実験棟

生産施設の本棟への移動に伴い、平成6年3月より毎月SPFマウス30例、同核マウス5例の病原微生物汚染検査およびマウス糞便検査、生産施設の床拭き取り検査に加えて新たに落下細菌検査を行うこととした。3月の検査結果では異常はなかった。

c）委託生産ラットの検査

平成5年9月より、毎月定期的に病原微生物汚染検査を9～12例について行ったが、SPF指定病原体は陰性であった。

(2) SPF動物照射実験棟

前年度同様、落下細菌検査、マウス糞便検査を行うとともに、8月よりモニターマウス8例の病原微生物汚染検査を行ったがSPF指定病原体は陰性であった。なお、平成6年2月にSPF動物生産・実験棟へ動物が移動したことに伴い、3月より同棟において本棟と同様の検査を実施した。3月の検査結果では異常はなかった。

(3) 哺乳動物実験観察棟

ラット6例について病原微生物汚染検査を行ったが、SPF指定病原体は陰性であった。

(4) 晩発障害実験棟

毎月SPF動物区域のモニターマウス10例の病原微生物汚染検査を実施したが、SPF指定病原体は陰性であった。落下細菌検査及び糞便検査でも異常はなかった。

(5) 異常動物依頼検査

本年度はマウス32例の検査依頼があった。検査例の大部分は以前陽性となった晩発棟1階で飼育中のマウスの蟯虫検査であったが、全例陰性で、駆虫剤により清浄化されたとみなされた。その他、晩発棟4階で飼育中のSCIDマウスに照射後の敗血症が観察されたが、SPF指定病原体の感染は認められず、特に問題はなかった。

(6) 購入動物の抜き取り検査

本年度より、購入動物についても随時抜き取り検査を開始した。2社のマウスについて3回にわたり計10例を

検査した。1例が *Pseudomonas aeruginosa* 陽性であったため、晩発棟3階で飼育中の同群10例について糞便検査を追加したが、全て陰性であった。陽性例の淘汰により感染は終息したものと思われた。

4－4　実験動物の検疫

山極順二、成毛千鶴子、村田　敦

施設別疾病発生の実態

(1) 動物生産施設（生産係／旧哺乳舎）：平成2年Tyzzer病発生自故後の施設の改修が実施され、新しい親からの生産が開始され、生産数の現状復帰を目指して繁殖が続けられた関係もあって、幸い特筆すべき疾病の発生は観察されなかった。

(2) 動物生産施設（生産係／SPF動物生産・実験棟＝新棟）は別項に記述されると考えられるので詳述は避ける。大凡、平成5年暮れより具体的準備が開始され、照射設備等の移転が平成6年3月中に終了した。検疫担当室として本棟の設計に関与していないが、新棟（SPF動物生産・実験棟）の衛生学的管理運営上の問題点を2つ指摘して置かなければならない。

A．エレベーター機械室（屋上）と清浄作業室の関係

SPF施設である本棟1階と2階をつなぐ動物・飼育器材・ヒトの運搬用のエレベーターがある。問題は本エレベーターの機械室が屋上にある。

即ち、エレベーター（箱）用空間は1F－2F－屋上をつなぐ単一空間であるからである。エレベーターは通常毎日2F清浄作業室（2）並びに1F清浄作業室(1)で開口する。また月2回の業者によるエレベーター定期点検は法律に定められている。また機械室内排気用換気扇には簡易プレフィルターがセットされているが逆流防止を保証してはいない。今後、衛生昆虫が飼料・マウス糞の存在を察知した場合（学習）にいかに対処するかが今後の問題として残されるであろう。恐らくは、エレベーター内部は勿論、両清浄作業室（1及び2）の開口部付近における落下細菌数は今後漸増の傾向を示して行くに違いない。これらの現実を充分掌握した上で実際の変化に対処することが求められる。また管理上念頭に置くべき点は、本棟各室は部屋毎に給排口が設けられ（独立空調方式）、いわゆるギヤラリーからの排気（室内から廊下への）は無く晩発棟1F及び3F（コンヴェンショナル飼育室）また内ばく棟6F（コンヴェンショナル・イヌ飼育室）における方式と同様であり、廊下への異臭の流出即ち人間の住環境の快適さを追求した方式なのである。即ち、ヒトと動物が同居する事を念頭に置いた近代動物施設と言って過言ではない。飼育室内空気のドアーを通じての流れは、微差圧ダンパーから逃げる僅かな流出空気があるのみである。従って、廊下空気（廊下には積極的な空調はない）の飼育室内への流入は晩発棟4F（SPF）の空調方式よりも遥かに容易である。また同様に廊下から出入口を通じての外部への空気の流出も極く僅かである。今後、汚染事故の発生が無いことを切に祈るものであるが、以上揚げた問題点を把握し汚染事故防止、検疫或いは防疫体制を構築しなければならないであろう。またフィルター交換時には給排気両者の順番・新旧を考慮に入れなければ室内陰圧状況が容易に惹起される空調方式であることも充分念頭に置く必要がある。

B．トイレの位置

本棟にはトイレは1カ所しか設置されていない。しかも1F玄関の対角線上正反対に位置する。通常SPF飼育施設では更衣室の手前（入室前に用を足す）にトイレが設置されるが、本棟の場合、最も出入口より遠い場所にあり、特に2Fの実験施設の出入口からは可成りの距離となる。入棟前には用を足すなどの習慣が必要となるであろう。

(3) 霊長類実験棟（開発室）：カニクイザル、ツパイに伝染性の疾患の発生は観察されなかった。

(4) 水生昆虫舎（管理一係）：昭和60年に集団発生したメダカの結核(抗酸菌症＝Mycobacterium chelonae Dis.)を中心にチェックを継続しているが、現在のところ異常は観察されていない。

(5) 動物観察施設（実験棟）の老朽化に伴い、旧哺乳動物舎を代替え施設として使用する事が決定した。この件に関して検疫担当室の立場からコメントして置きたい。

旧哺乳動物舎はSPF・CV両動物生産施設として構造的欠陥を有する施設であった。加えて老朽化が著しく管理不能に近い状態が出現した。

構造的欠陥とは、

（A）主として床が張り床（ロンリューム張り）であること。これは接着剤の劣化に伴い全ての接合部分において隙間が発生し、衛生昆虫（ゴキブリなど）の巣窟となっていた事実。

（B）旧SPF動物生産区域（左側）・旧CV動物生産区域（右側）それぞれ空調施設が独立し2系統となっている。それぞれが長年にわたる使用特に空調設備は殆んど修理不能に近い状態と化している事実。

（C）屋上からの漏水は長年にわたる懸案事項であり、過去のSPF汚染の直接的原因ともされてきた問題である。今後は新実験棟（コンベンショナル）として使用することで漏水を無視することも可能ではあるが、いかがなものであろう。

以上の3点から、現実として使用者側の要求と管理運営以上の問題点と改修予算を如何にすりあわせるか、如何なるレベルの施設を目途とするかによって結論が導き出されるであろう。

（A）張り床は全面撤去し、ノンスリップ加工の塗り床とすべきであること。

（B）空調設備・付帯設備(ボイラー・冷凍機・ダクト・他)を従来通り2系統（左右＝旧SPF系と旧CV系）と従来どおりとするか、改修して新たに1系統として管理するかは別としても、全面的に旧2系統を撤去し、完全に新設するものでなければ、技術部（技術課・動植物管理課）が今後も管理に窮する場面が再現されることを危惧するものである。

（C）屋上の全面防水加工工事の実施

上記の工事には恐らく数億円の出費が予想される。何れにせよ、現実観棟と旧哺乳動物舎の老朽化の程度は、旧哺乳動物舎の過酷な使用経歴からして前者より老朽化は更に激しいと考えてよい。

以上の事実関係を踏まえた上での議論がなされ、結論が導き出される事を痛切に感ずるものである。

4－5　研究業務

(1) 老化に関する実験病理学的研究

Ⅳ．雌生殖器系の老化の本態

全身の臓器・組織中、生殖器の生涯に果たす役割は神経系、心肺循環器系と並んで極めて重要な位置を占める生殖器官（Reproductive Organ）の文字が示す通り、再生産過程を反復する。雄の場合にはほぼ生涯に亘るが、雌では生涯の中の一定期間となる。しかし本器官の年齢別の変化、全体像に関する知見は断片的であることから、採材された新鮮材料を用いて本器官の生涯変化と生命現象との相関を考察して見たい。

材料・方法　供試動物：C３H/He　マウス、105～1035日齢（ヒト22～96歳相当）151例。21～80日齢（離乳期～繁殖適齢期、ヒト６ケ月～20歳相当）65例 SPF/NIRS. 主たる観察器官は卵巣、子宮、膣である。

病理組織所見：A．卵巣の萎縮（重量減少）B．卵胞数の減少、C．子宮内膜の萎縮（子宮内膜症を含む）である。

生殖器系の体重に占める比率は480日齢を過ぎる頃より漸増を見せはじめ、900日齢前後にはそのピークを示す。性成熟より繁殖適期である60日～80日齢に於けるその体重比率は、1.85％～2.96％を示していた。また一方、繁殖期を既に終了した480日齢～1035日齢における当該比率は7.38％と可成りの増大を示していた。

AGE GROUP 別最大平均では21.3％を記録した。検索例中の最大は39.17％で、恐るべき数値が示されていた。

考察抄　雌生殖器系の老化のプロセスは、雄のそれに比較して繁殖という臓器目的にはより早期に出現し、短期で終了するといっても過言ではない。また内外の環境に対する臓器プロテクトは雄に比較して厳格であると理解された。腫瘍性疾患、２次性疾患は繁殖期以降に発言していた。

[研究発表]

(1) 山極、成毛、村田：第115回日本獣医学会（病理）東京、1993, 4.

(2) 実験小動物の衛生管理に関する研究

松本恒弥、松下　悟、川島直行、佐藤義子、安藤興一、小池幸子（障害・臨床研究部）

放射線の生物影響研究及び医学利用研究を行う上で、動物実験の果たす役割は極めて大きい。精度や再現性の良い動物実験を行うために、使用する実験動物の微生物学的品質を高めることが必要不可欠である。我々は、現在放医研において最もよく使用されている実験小動物（主としてマウス、ラット）の微生物コントロール及び衛生的飼育管理（衛生管理）について調査研究を行い、特に、常在細菌及び病原・微生物の宿主に及ぼす影響について種々実験を行い研究している。

本年度は、まず、最近発見された実験小動物の呼吸器病原細胞であるカーバチルス（CAR bacillus）に関して、その感染症の抗生物質による治療法及び予防法を検討した。すなわち、マウスを用いて、菌の実験感染１週間前、１週間後及び４週間後の異なった時期に、サルファ剤、合成ペニシリン及びクロルテトラサイクリンの３種の抗生物質をマウスの飲料水に混入し、その有効性を調べた。いずれの投与時期においても、また、いずれの抗生物質においても、感染に伴う体重の減少は著しく改善し、抗生物質の本菌感染症に対する有効性が確認された。

次に、我々はこれまでマウスの飲料水として、発癌物質であるトリハロメタン生成を避けるため、蒸留水に塩素を添加して使用することが望ましいことを明らかにし、その装置を開発してきた。

本年度は、その実用装置を作製し、平成５年10月に完成した新動物施設である SPF 動物生産・実験棟に設置して使用を開始し、良好な稼働成績を得た。

[研究発表]

(1) 松下、鈴木：第40回日本実験動物学会、仙台、1993, 6.

(2) Matushita S., Ando K. and Koike S. : International Congress of Radiation Oncology, Kyoto, 1993, 6.

(3) Ando K., Koike S., Furukawa S., Kimoto M., Iizuka M., Kiuchi T., Aruga T., Shimizu W., Sugita T., Koo C. C., Kanai T., Matsushita S. and Yatagai F. : International Congress of Radiation Oncology, Kyoto, 1993, 6.

(4) Matsushita S. : Veterinary Resources Program Seminar, NIH, Bethesda, U. S. A., 1994, 3.

(3) マウスの系統維持を目的とした授精卵凍結保存及び放医研生産系統マウスの各種特性に関する調査研究

岡本政則、松本恒弥、早尾辰雄、川島直行、上野　渉、佐藤義子

１）凍結保存：授精卵（胚）の凍結保存は、従来の繁殖による継代・維持に代わり、より合理的な実験動物の生産・供給及び維持を行うことを目的として実施している。すなわち、使用希望の少ない系統については従来の繁殖による継代・維持に加え、凍結保存法による系統維持を併用しながら、本法による系統維持を順次導入していく計画である。本年度までに以下に示す14系統を対象に凍結保存を進めた。これからの系統別内訳は、B10. A : 222, B10. LP : 212, B10. 129 : 261, B10. Thy－１. １ : 228, B10. BR－Thy－１. １ : 220, B６. C－H－30^{c} : 44, C３H : 259, C57BL : 225, C57L : 190, CBA/J : 232, GAM : 132, HTI : 279, HTH : 4 , STS : 367である。この結果、B10. A, B10, LP, B10. 129, B10. Thy－１. １, B10. BR－Thy－１. １, C３H, C57BL, C57L, CBA/J, HTI, STSの11系統が所定の保存胚数に達し凍結保存を終了した。CAM, B６.C－H－30^{c} の２系統は研究に使用する予定がないために系統維持を中止したが、将来再び使用される時に備えて胚の保存を行った。また今年度より新たに以下の11系統につき胚の凍結保存を開始した。

その内訳は、C57BL/６J－nu : 14, C57BL/６J－bg－nu : 24, C57BL/10－nu : 35, C３H/HeJ, C３H/HeJ－bg : 18, C３H/He－W/+, C３H/He－W^{v}/+ : 274, DBA/２, RP : 125, RFM/Ms－PgK, WHT : 107である。C３H/He－W^{v}/+ の系統はすでに所定の保存胚数に達し、凍結保存を終了した。これまでの結果から、胚の回収率、交尾率及び凍結・融解後の胚の発生率には系統差が著しいことが明らかになった。次年度はこれらの点を考慮した上で融解後の産子への発生率が高く、より効率の良い凍結保存法を検討し、合理的な系統維持をさらに推進する計画である。

２）マウスの各種特性に関する調査研究：本研究は放医研で維持している系統マウスの各種特性に関するデータベースを作成し、当所における生命科学研究の発展に寄与する

ことを目的としている。本年度は生産数の多い系統を対象に各種の質的形質及び成長・繁殖に関する量的形質について観察・測定を行い、一部データをまとめた。特に重要と考えられる繁殖に関しては、系統別の排卵数（自然排卵及び過剰排卵由来）・交尾率・胚回収率の調査を重点的に行った。その結果、交尾率及び交尾後第1日、第3日目における胚の回集率は系統差が著しいことが明らかになった。また自家生産ラットの成長・繁殖に関するデータの収集を行い、使用者に配付した。

実験動物の遺伝的コントロールは微生物のコントロールとともに、実験動物の使用者にとり研究を進める上で極めて重要である。このため本研究では遺伝的モニタリングを定期的に実施し、実験動物の遺伝的品質の保証を行っている。本年度は前年度に引き続き9系統のマウスについて（財）実験動物中央研究所ICLAS遺伝モニタリングセンターに生化学的標識遺伝子の調査を依頼した。その結果は表にしめすとおりである。

[研究発表]

(1) 岡本、松下、松本：実験動物、39, 601－603, 1990.
(2) 岡本、松本、山田、富田：第3回哺乳動物生殖工学研究会シンポシウムー精子・卵子・胚の凍結保存ー、東京、1991, 12.
(3) 岡本：実験動物、41, 33－38, 1992.
(4) 岡本：実験動物、43, 25－31, 1994.
(5) 松本、岡本：第27回日本無菌生物・ノートバイオロジー学会、名古屋、1994, 1.

遺伝的モニタリング・遺伝検査結果

系統	染色体番号および遺伝子座																		
	1			2	3	4		5	6	7		8			9		11	17	
(検査個体数)	Idh	Pep	Akp	Hc	Car	Mup	Gpd	Pgm	Ldr	Gpi	Hbb	Es-1	Es-2	Thy	Mod	Trf	Es-3	H-2	H-2
	-1	-3	-1		-2	-1	-1	-1	-1	-1				-1	-1			K	D
A/J (2)	a	b	b	0	b	a	b	a	a	a	d	b	b	b	a	b	c	k	d
C3H/He (2)	a	b	b	1	b	a	b	b	a	b	d	b	b	b	a	b	c	k	k
C3H/He－W/+ (2)	a	b	b	1	b	a	b	b	a	b	d	b	b	b	a	b	c	k	k
C3H/He－W^v/+ (2)	a	b	b	1	b	a	b	b	a	b	d	b	b	b	a	b	c	k	k
C3H－Thy1.1 (2)	a	b	b	1	b	a	b	b	a	b	d	b	b	a	a	b	c	k	k
C57BL/10.BR/Sn (2)	a	a	a	1	a	b	a	a	a	b	s	a	b	b	b	b	a	k	k
C57BL/6J－nu (2)	a	a	a	1	a	b	a	a	a	b	s	a	b	b	b	b	a	b	b
C57BL/6J－bg－nu (2)	a	a	a	1	a	b	a	a	a	b	s	a	b	b	b	b	a	b	b
C57BL/6J (2)	a	a	a	1	a	b	a	a	a	b	s	a	b	b	b	b	a	b	b

5．サイクロトロン及び重粒子線がん治療装置管理業務

平成５年４月の、重粒子線治療センターの発足に伴う組織変更により、重粒子線がん治療装置の運転・維持管理業務及び重粒子線棟の機械設置の運転・維持管理業務並びに、これまで、技術部サイクロトロン管理課が行ってきた、医用サイクロトロンの運転・維持管理業務及び短半減期のラジオアイソトープ生成業務は、重粒子治療センター運転課が担うことになった。運転課は、運転室、業務室、サイクロトロン運転係とアイソトープ係で、これらの業務を分担する。

サイクロトロン管理業務

運転・施設関係業務

本年度後述するように、サイクロトロン本体室に小型サイクロトロンが併置された。よって、新設された小型サイクロトロンと区別するため従来から存在するCGR－MeV社製の装置を今後大型サイクロトロンと呼称することにする。

本年度も、大型サイクロトロンは特に大きな故障の発生もなく順調に稼働した。運転内容に若干の問題が生じた事もあったが、予定された全マシンタイムは無事に消化された。

本年度のサイクロトロンの運転時間は計921.5時間であり、昨年度に比し351.5時間の減少となっている。この主な理由は、通年２月上旬より開始されるマシンタイムが小型サイクロトロン建設のため年度明けにずれ込んだことによる。

利用内容による運転時間の内訳とその百分率は次の通りである。

速中性子線治療クリニカルトライアル	369.1時間 (40.1%)
陽子線治療クリニカルトライアル	53.5時間 (5.8%)
短寿命RIの生産と生産法研究	266.1時間 (28.9%)
物理関係照射実験	67.9時間 (7.4%)
生物関係照射実験	69.0時間 (7.5%)
放射線安全管理測定	1.0時間 (0.1%)
サイクロトロンの改良開発研究等	28.1時間 (3.0%)
調整運転	66.8時間 (7.2%)

また、表１に利用に供された粒子の種類とエネルギーを、その運転時間と共に示す。

本年度のマシンタイム提供週数は32.5であった。これに伴う提供可能な年間のユニット数（午前および午後を各１単位とする）は303であり、特高受電設備の点検分２を除外した301がマシンタイムとして配分された。

上記ユニット数は、軽度のトラブルによる若干のマシンタイム開始時間の遅延があったものの時間延長などの処置を施して全ユニット数消化させることができた。

障害防止法に規定する安全測定は本年度も放射線安全課の協力を得て、定期点検の調整運転時に併せて実行した。

ここ数年来重点施策として実行してきた老朽化対策の成果と運転および管理技術の向上により、近年大型サイクロトロンは良好な稼働率を維持している。今後とも注意深い運転ならびに保守管理を推し進めることにより、この良好な状況を長く維持することが可能であろう。

しかし、大型サイクロトロンは運転開始後20年の歳月を経過している。更新作業に多額の費用と時間を要する一部基本的要素（特に高周波系）に危惧すべき破損が存在していることも事実である。これに対する幾つかの改良案は検討してある。装置の運用に関する将来計画に沿って、詳細案を策定する方向で作業を開始している。

老朽化対策として電源類では、３年次にわたり更新作業を実行してきた２台の予備安定化回路付きトリムコイル電源を完成させた。また、昨年度新設した２組の遠隔操作機能付きトリムコイル極性切替回路と組み合わせた結果、同一加速モードであれば粒子ならびにエネルギーの変更に伴うパラメータの設定が全て操作室で可能となった。未更新電源は20台程度の小型電源のみとなった。今後、順次更新の予定にしている。

一方、本体室、電源室、副操作室等にある既設機器の配置の見直しを行い、小型サイクロトロンの設置に伴う関連機器の据え付け場所を確保した。また、大小両サイクロトロンの運転状態が監視できるように操作室の操作ラック上にあるグラフイックパネルを新製した。併せ操作卓の拡充も行なった。

表１．平成５年度サイクロトロン利用状況

陽子		重粒子		その他の粒子	
エネルギー(MeV)	運転時間（h）	エネルギー(MeV)	運転時間（h）	エネルギー(MeV)	運転時間（h）
70.0	155.5	30.0	432.8	$^{12}C^{4+}$ 144.4	28.0
65.0	14.6			$^{3}He^{+}$ 36.0	
60.0	13.5				
18.0	277.1				
	計 460.7		計 432.8		計 28.0

マシンタイムの消化に直接影響を与えるような大事故は少なかったが、故障はしばしば発生した。特に高周波系に多発した。加速電極に高周波高電圧を発生させる電力増幅器励振段の2台1組の前置増幅器が相次いで故障した。1台の前置増幅器を使用しての注意深い片肺運転を余儀なくさせられた。一方、4台の高周波位相検出器にも故障が頻発した。新方式による更新を検討中である。

利用面では、新しい試みとして中性子捕獲療法の物理学的研究がC6コースに設置した水タンクを減速材としてP(70)+Be反応を使用して行なわれた。

サイクロトロンの運用に関しては、小型サイクロトロンの導入により大小2台のサイクロトロンの並行運転が可能となった。その結果、マシンタイムの増大と柔軟性をもった配分が期待しうる状況になった。

また今後とも、装置の性能向上と老朽化対策は強力に推進する。併せて装置の効率的運用を計り、利用成果を含めた全体性能の向上に向けた努力を継続する。

施設関連業務では、施設の老朽化対策として、冷却塔用冷却水配管の取り替え及びサイクロトロン棟空調機用冷水ポンプ（PCH－1、PCH－3吐出管フート弁共）の取り替えを行なった。また、サイクロトロン本体冷却用チラーユニット凝縮器の薬品洗浄を行うと共に、15トン及び10トンクレーンの点検整備並びに性能検査を行う等所要の対策を講じた。

小形サイクロトロンの建設

重粒子がん治療装置の完成も目前に迫り、がんの高度治療を支えるPETによる高度診断を強力に推進するために、放射薬剤製造の自由度（回数、時間）および生成量を高めることが不可欠となった。また、放医研製放射薬剤の特徴である高比放射能特性やマルチトレーサ法等の現在まで蓄積された成果に加え、平成5年度より開始された高度核医学特研のより一層の進展を期待するたにも小型サイクロトロンの設置が熱望された。

本来、RI生産を主目的として開発された小型サイクロトロンは、操作性の良さ、保守管理の簡易さ、照射電流値の高さ等の特徴を有し^{11}C, ^{13}N, ^{15}O, ^{18}F等の効率良い生産が行なえる。

一方、既存の大型サイクロトロンは加速粒子の多様性、加速エネルギーの大きさ、加速エネルギーの可変性等の特徴を生かして、RI生産面では^{52}Fe, $^{76,77}Br$, ^{123}Iなどの無機核種の高純度生産に利用するのが効果的と考えられる。

これら2台のサイクロトロンのビーム出射コースを既設のRIコース上で結合させ、並行運転して2種類の異なる粒子を加速することによりRI生産と治療等の同時利用や各種RIの短時間内組合せ生産が可能となる。

2台のサイクロトロンを結合して用いる構想は、独立に設置する場合に比べ種々の利点を有する。建物、電力等の設備、RI製造設備が新規に不要のため大幅な資金節約となるだけではなく、建設に伴うRI製造のシャットダウン期間の大幅な短縮が可能となる。また、サイクロトロン、RI製造設備等の運転保守管理に伴う大幅な人的資源の節約が得られる。

幸いなことに、平成5年度の補正予算で小型サイクロトロンの設置が認められた。これを受けて小型サイクロトロン装置仕様書の作成作業にはいり、5月14日をもって最終仕様の決定をみた。装置一式は一般競争入札として、6月3日付け官報に入札公告（GATT）された。

入札書の受領期限である7月23日までに国内2社の応札があった。当研究所の交付した仕様書に基づき、入札者が作成した技術資料を技術的に検討し、使用目的に適合するかを審査する技術審査会が7月30日に開催された。委員会は平尾医用重粒子物理・工学研究部長を長とし他6名の委員で構成され、応札2社より詳細な説明を個別に受けて後、慎重に審査を重ねた結果、技術審査基準に両社共適合すると支出負担行為担当官に報告した。

8月2日開札の結果、装置は住友重機械工業（株）製サイプリスHM－18型サイクロトロンに決定した。

平成6年1月31日より装置の本所への搬入および組み立て作業が開始され、3月初めに制御系も含めて据え付け作

表2．小型サイクロトロンの主要仕様

1．性　能	
加速エネルギー	陽　子　18MeV
重陽子	9MeV・ビーム輸送系
	10MeV・直結ターゲット
ビーム電流値	陽　子　70μA
	重陽子　50μA
2．電 磁 石	
励磁方式	常伝導
平均磁場（取出し半径）	14.9KG
取出し半径	430mm
大きさ	1200×2400×1400mm
重　量	27ton
トリムコイル数	4対
セクター数	4
ヨークリフト方式	機械式　400mm/5 min
3．高周波システム	
キャビティー形式	1／2波長
周波数	45MHz（固定）
加速ハーモニック	2（陽子）・4（重陽子）
ディー電極数	2（先端部連結）
ディーアングル	35度
励振・結合方式	MOPA・容量型
ディー電圧	35KV
4．イオン源	
形　式	PIG負イオン
位　置	内　部
挿入方向	水　平
5．引出しシステム	
引出し方式	炭素薄膜に依る荷電変換
引出箇所	180度対称・2箇所
	1箇所・ビーム輸送系用
	1箇所・直結型ターゲット用
炭素薄膜寿命	破損検出機能付・自動交換
6．排気装置	
主排気ポンプ	油拡散・20001/s×2
運転時真空度	5×10^{-6} Torr
7．制御システム	
総括制御（操作室）	PC－9801, 14 inch CRT
ローカル制御(副操作室)	UDC, 光通信
輸送系（操作室）	大型サイクロトロン方式

業はほぼ終了した。その後、各部の単体性能試験を経て総合運転に入り、同月18日に陽子18MeVの加速に成功した。サイクロトロンは引き続き仕様書に基づく試験を行い、3月31日の検収を経て放医研に引き渡された。

サイクロトロンの主要仕様を表2に示す。直結型ターゲット使用時には、ストリッパーフォイル（炭素薄膜）の位置を調整することにより重粒子は10MeVまで加速可能である。

本装置の特徴は負イオン加速方式の採用により、対向した2組のストリッパーフォイルを用いて2箇所同時にビームを取り出すことが可能な構造を有することである。

図1に示すごとく大型サイクロトロンとの結合は、この特徴が生かせるように機器が配置されている。1つのビーム取出し口はビーム輸送系を介して既存の大型サイクロトロンの照射装置T－1，T－2に、他の取出し口は直結型ターゲットT－0にビームを供給できる。このレイアウトにより、小型サイクロトロン単独で2箇所同時照射によるRI生産ができるだけでなく、大型サイクロトロンと組み合わせた2箇所同時照射も可能とする。また、小型サイクロトロン単独による2箇所同時照射と同時に大型サイクロトロンによる治療等の利用が可能である。これにより、大型サイクロトロンの利用とRI生産の両面で効率と自由度の大幅な向上が期待できる。

上述のとおり2台のサイクロトロン利用の多様化に伴い、放射線安全インターロックの全面的な見直しを行いシステムの改造を併せ行なった。

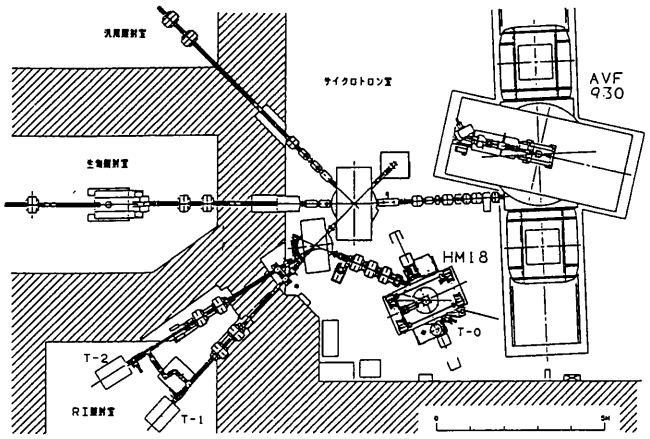


図1．小型サイクロトロン設置図

アイソトープ生産業務

サイクロトロンを用いた短寿命放射性同位元素の製造、標識及びその薬剤化に関する業務を行った。

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、^{11}Cイオマゼニル注射液が承認された。

製造した短寿命放射薬剤は核医学診断、研究用として関連研究部へ定常的に提供した。本年度に製造した標識化合物及びその生産量等を表3に示す。

短寿命放射薬剤の診断提供については、①^{11}C－N－メチルスピペロン注射液（提供量：29.12GBq、提供回数：14回、患者数15名）、②^{11}C－NMPB注射液（提供量：26.63GBq、提供回数：9回、患者数5名）、③L－[メチル－^{11}C]メチオニン注射液（提供量：71.40GBq、提供回数：26回、患者数50名、④^{11}C－Ro15－1788注射液（提供量：13.42GBq、提供回数：5回、患者数3名）、⑤^{11}C－Ro15－4513注射液（提供量：25.98GBq、提供回数：10回、患者数12名）、⑥イオマゼニル注射液（提供量：4.80GBq、提供回数：3回、患者数6名）を人間用ポジトロンCTを用いた核医学診断に提供した。その他、動物実験（動物用ポジトロンCT実験を含む）、ファントム実験、標識合成実験などにも種々の標識化合物を製造し、提供した。

設備面については、より効果的な高品質放射薬剤を製造、提供するため小型サイクロトロンを導入した。

重粒子線がん治療装置管理業務

平成5年3月初旬に、重粒子線棟地下2階のイオン源室と線型加速器室について、放射線管理区域が設定され、重粒子線がん治療装置の入射器系のビーム試験が開始され、3月中旬に線型加速器によるHe^{+} 6 MeV/uの加速試験に成功した。そして、4月8日に試験運転時検査を受け、5月11日の検査合格の後、本格的なビーム加速調整に入り、He^{+}, C^{2+}, C^{3+}, C^{4+}, Ne^{4+}等を加速しながら、ビーム輸送系及び線型加速器の通過効率の改善、機器動作の安定化、運転パラメータの確立を目指した。

一方、主加速器系や、高エネルギー・ビーム輸送系の据付調整作業も順調に進展し、10月18、19日に施設検査、11月15日に全管理区域の設定が行われ、11月17日より、シンクロトロンで$^{4}He^{2+}$のビーム加速試験を開始した。シンクロトロンのビーム調整は極めて順調に行われ、12月10日には下リングからのビーム取り出しに成功し、12月14日にはそのビームをすべての照射室へ輸送することができた。上リングからのビームも、12月14日に取り出され、12月16

表3．平成5年度に製造した標準化合物および生産量

核　種	標　識　化　合　物	生産量（GBq）	診断提供量（GBq）	実験提供量（GBq）
^{11}C	NMSP	59.81 (19)	29.12 (14)	8.85 (9)
	NMPB	46.89 (11)	26.63 (9)	4.20 (6)
	Ro15－1788	42.72 (14)	13.42 (5)	8.02 (8)
	Ro15－4513	58.88 (15)		11.86 (13)
	L－[メチル－^{11}C]メチオニン	120.2 (38)	71.40 (26)	
	^{11}C－SCH23390	88.35 (19)	25.98 (10)	21.21 (14)
	イオマゼニル	52.33 (11)	4.80 (3)	5.48 (5)
^{13}N	NH_3	109.46 (55)		15.04 (14)
^{18}F	FDG	3.02 (5)		2.06 (5)

注：（）内は生産回数もしくは提供回数を示す。

日には、垂直ビームラインに輸送することに成功した。

放射線発生装置としての法定性能検査は、$^{4}He^{2+}$ 230MeV/u によって2月14、15日に実施され、3月4日に合格証を得て、6月に予定される臨床試行に向けて、線量測定、照射野形成、細胞照射、実験動物照射等、臨床試行前の照射実験が、下リングからの290MeV/u$^{12}C^{6+}$ の水平ビームを治療照射室Bに導入して精力的に行われた。

この間に、上リングでは、ビーム加速に関する基礎的な諸量の測定、異なるエネルギーに対する励磁パターンの作成及び調整、出射ビームのリップル成分の低減作業などを実施した。

装置は、毎朝9：00に電源を投入し、パラメータの設定、ビーム調整を行って、12：30～13：00にはビーム供給が開始されて照射実験に供され、20：00～21：00に運転を終了し、真空排気系を除いて電源を落とすという繰り返しで運転された。9：00からビームが必要な場合には、夜間、ビームをイオン源で止めたままの状態で保った。この場合のビームの再現性は非常に良好であった。月曜日は、装置のメンテナンスに使用し、火曜日から土曜日まで、ビームの供給は、ほぼスケジュール通り実施された。イオン源としては、ECRイオン源が主に使用され、PIGイオン源は、常に交換使用が可能なように待機状態に保たれた。

装置の運転及び維持管理業務は、定員を確保することが非常に困難であるという実情と、集団としての技術の蓄積の重要性を考慮して、外部委託で行うこととした。実際の委託業務は、平成5年1月より開始され、入射器系担当として11名が、更に9月からは、主加速器系及び高エネルギー・ビーム輸送系の担当として22名が、装置冷却系及び全系制御系を含むそれぞれの系の業務を行っている。このほか、4名が治療装置及び照射装置の維持管理業務に従事している。

重粒子線棟は、平成5年2月下旬に、本設の給排水設備が稼働し、ガスの供給がなされると同時に空調機械設備の試験運転が開始され、8月より、本格的な昼夜連続運転に入った。空調機械設備を含めて、電気設備、衛生設備及び自動制御装置等の運転・保守管理並びに監視業務は、日常点検並びに定期点検業務を含めて、16名の外部委託要員によって、変則2交替の勤務形態で行われている。

研究業務

(1) 医用粒子加速器とその周辺施設の開発改良に関する研究

山田　聰、山田孝信、佐藤幸夫、小川博嗣、曽我文宣、河野俊之、野田耕司、隈元芳一

本研究は、重粒子治療センターの発足に伴い、これまで継続して実行されてきた医用サイクロトロン装置及び設備に関する研究に、重粒子線がん治療装置及び設備を含める形で実施することになったものである。

サイクロトロン関係では、昨年度、垂直入射系を用いた場合のビーム加速効率の向上をはかるため、ビームがサイクロトロン中心部へ入射される前に、イオン源からの直流ビームを、加速高周波と同一周波数の電圧のかかった網目状電極を通過させて加減速を行いビームを束ねるデバンチャーを設計、製作、設置し、電気的性能の確認を行ったが、本年度は引続きデバンチャー電極に発生させる高周波電圧及び位相とビーム入射効率の関係など、主にビームを用いた試験を実施した。垂直入射系では、調整用イオン源として、構造が単純なデュオプラズマトロンを用い、ビーム試験を実施しているが、系の特徴を生かし効果的に運用するため重イオン源を設置することとし、昨年度、イオン源の概念設計を行った。イオン源としては、電子衝撃型PIGイオン源とし、本年度、電磁石、取出し系を含めた設計、製作を行い、年度末に据付を行った。次年度以降に電源及び制御装置の製作を予定し、仕様の検討を行った。

補正予算による小型サイクロトロンの導入が決定されたことに伴い、小型サイクロトロンの設置場所を検討し、ビーム輸送系の変更設計を行った。大型サイクロトロンの利用と整合をとり、効率的な　運用を考慮し、従来のスイッチング電磁石SW1の下流に、新たに小型のスイッチング電磁石を設置し、その励磁レベルを調整することにより、小型サイクロトロンまたは、大型サイクロトロンからのビームを、二つのRI照射コースのいずれかに供給できるようにし、系の光学計算を行った。小型サイクロトロン及びビーム輸送系設置後のビーム試験は年度末に行われ、設計どおりの性能が確認された。

重粒子線がん治療装置関係では、装置が安定して運転性能を発揮することを当面の目標とし、先ず治療に使用するエネルギーでの運転パラメータの確立をはかり、加速パラメータ最適化のためのビーム調整とデータ収集を行った。ビーム測定に関しては種々の試験を実施したが、そのうち出射ビーム測定用プロファイルモニタを用いたビーム測定では、炭素ビームについては、10^{3}～10^{10}ppp の粒子数の範囲で測定可能であることが確かめられた。10^{3}ppp が測定可能であることは特筆すべき結果である。ビーム強度については、ビームが繰り返し0.5Hz のパルス状であり、パルス当りの粒子数が少ないことから、ビームプロファイルモニタに併置されている電離型強度モニタの出力を積分して測定した。この場合、変換係数がイオン種およびエネルギーに依存するわずらわしさを伴うが、再現性も良く、実用的であることが示された。

(2) サイクロトロンを用いたRI製造と製造設備に関する研究

本年度は、静注薬としての2－[^{18}F] FDG水溶液の製法確立を行った。

静注用2－[^{18}F] FDG水溶液の製造

収量、放射化学純度、比放射能などに関しては、前年度までにほぼ満足できる結果が得られていた。しかし、最終製品中には0.1％程度の反応触媒 APE2.2.2.、1％程度の有機溶媒（THF、アセトニトリル、エタノールなど）、0.01ng/ml 程度の発熱物質などの混入が認められ、静注薬としては不適当なことが判明した。それらの混入物を除去するため以下の対策を講じた。

①APE2.2.2. の除去；陽イオン交換カラムOn Guard－Hを精製系に追加

②有機溶媒の除去；合成終了後、2－[^{18}F] FDG水溶液を蒸発乾固し、生理食塩水で溶解

③発熱物質の除去；合成経路を消毒用エタノールで満たし、2昼夜ほど放置した後、大量の注射用蒸留水にて洗浄。特に精製系は1リットル以上の注射用蒸留水で十分に洗浄した。

以上の改良を加えた後、電気化学検出器を装備した糖分

析用高感度 HPLC、GC、TLC、トキシノメータを用いて試験した結果、最終製剤中の上記不純物はいずれも検出限界以下となり、静注薬としての規格を満足した。この時の検出限界値はそれぞれ、グルコース、FDG（0.1ppm）、THF、アセトニトリル、エタノール（30ppm）、APE2.2.2.（30ppm）、発熱物質（0.002ng/ml）程度であった。

[研究発表]

1．Yamada S., —Suzuki K. : Clinical PET in Oncology, May16－18, 1993, Sendai.

2．鈴木、井上、根本、他：第33回日本核医学会総会、平成３年10月、宮崎

3．西山、鈴木：第33回日本核医学会総会、平成３年10月宮崎

Ⅳ　養成訓練業務

1．概　況

放医研の養成訓練業務は、本研究所の設置目的の一つ「放射線による人体の障害の予防・診断及び治療並びに放射線の医学利用に関する技術者の養成訓練」にしたがい、昭和34年から養成訓練部において実施されてきた。以来35年間、表1に見られるごとく、平成5年度末で5,047人の研修生を送りだし、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極めて重要な位置を占めている。

特に内容面においては、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、安全教育を重視して多くの時間を割いている。

平成5年度の養成訓練業務は、所内外の関連機関等との密接な協力の下に、「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回および「環境放射線モニタリング技術課程」1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。

国際関連においては、国際協力事業団と原子力安全研究協会の協力の下に「平成5年度アイソトープ・放射線の医学・生物学利用集団国際課程」（放射線生物学、7カ国、7名）を1カ月にわたり本養成訓練部で実施した。

以下に各課程の概要を示す。なお、養成訓練部で行われている研究活動については本年報の付録の職員研究発表を参照されたい。

1）放射線防護課程

この課程は、昭和34年度に開設され、放射線の防護、放射線および放射性物質の安全取扱、放射線施設の管理などに必要な知識と技術を修得させることを目的とし、研修期間4週間、30名、年3回実施している。放射能調査、放射線障害研究、大学などにおける講義、実験指導、原子力行政などの必要から応募する者が多かったが、最近では、原子力発電所、核燃料施設、大型加速装置、放射性医薬品などの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年度開設の「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」を本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技術課程

本課程は、昭和53年度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、30名、年1回実施している。応募者は衛生公害研究所等の実務担当者などである。

4）緊急被ばく救護訓練課程

本課程は、昭和54年度に解説されたものであり、主に原子力発電所等原子力施設において従業員の健康管理又は診療所等に従事する看護要員ならびに救急要員を対象として、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的知識と技術を修得させることを目的としている。研修期間1週間、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その診療所ならびに関連機関病院等の看護要員が大部分である。

表1　修了者の機関別概要

平成5年度末現在　（注＊印は現在実施していない）

課程＼機関	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	私立大学	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	481	135	505	210	131	64	285	114	41	690		10	2666
＊放射線・各医学基礎課程	18	58	289		40	46	158	11	4		1		625
RI利用生物・基礎医学課程	106	8	181	14	3	25	69	4	3	19			432
環境放射線モニタリング課程				374									374
緊急被ばく救護訓練課程	44	20	10	133	67		2	57	7	255			595
＊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課程				70									70
＊国際放射線防護課程	2	1	1	1				1			16		22
合計	680	257	1056	813	253	139	539	187	57	1037	18	11	5047

2．業務内容

平成５年度の養成訓練業務は、計７回を次の様に実施した。

(1) 放射線防護課程
　第89回　平成５年５月10日－平成５年６月４日まで
　第90回　平成５年６月14日－平成５年７月９日まで
　第91回　平成５年11月10日－平成５年12月８日まで
(2) RI利用生物・基礎医学課程
　第29回　平成６年１月17日－平成６年２月18日まで
(3) 環境放射線モニタリング技術課程
　第16回　平成５年10月12日－平成５年10月22日まで
(4) 緊急被ばく救護訓練課程
　第27回　平成５年４月19日－平成５年４月23日まで
　第28回　平成５年９月27日－平成５年10月１日まで

以上、本年度は７課程を通じて149名が受講した。受講者を選考するには、その都度、所長を長とする選考委員会を開催した。

(5) 課程別の応募者および受講者数

放射線防護課程	応募者数	受講者数	（女性数）
第89回	23	22	（１）
第90回	29	29	（１）
第91回	28	26	（１）
RI利用生物・基礎医学課程			
第29回	13	13	（０）
環境放射線モニタリング技術課程			
第16回	14	14	（０）
緊急被ばく救護訓練課程			
第27回	23	22	（６）
第28回	24	23	（８）

表２　各課程の科目内容

区分	講義				実習
	基礎	利用	管理	その他	
放射線防護課程	放射線物理 放射線測定 液体シンチレーションカウンタ 線量標準測定法 放射化学 放射線化学 放射線生物学 放射線遺伝学 放射線被ばくによる身体的障害 環境放射線 環境放射能	放射線発生機 原子炉概論 識準化合物 オートラジオグラフィ	法令 放射線被ばくの制限値 密封RIの安全取扱 非密封RIの安全取扱 放射線施設概論 廃棄物処理技術 放射線遮蔽 職業被ばく 個人被ばく管理	施設見学 法令演習 物理演習 計測演習 化学演習 生物演習 ビデオ 実習講評	計数値の統計とβ線の性質 サーベイ・モニタリング ガスフローカウンタ 液体シンチレーションカウンタ γ線スペクトロメトリ RIの安全取扱法 非密封RI取扱法 汚染管理 オートラジオグラフィ 急性放射線障害 放射化学分析法 実習室整理

区分	講義				実習
	基礎	生物学・基礎医学	管理・その他	利用	
RI利用生物・基礎医学課程（共通）	放射線物理 放射線測定 液体シンチレーションカウンタ 放射化学 放射線生物学 放射線遺伝学	医学・生物学における実験計画法 遺伝子工学 クロマチン構造 染色体異常による線量推定 放射線病理学 放射線と免疫 がん研究におけるRIの利用 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	医療被ばく 放射線被ばくによる身体的影響 施設見学 実習講評	免疫核医学 動態画像 PET MR 医用画像評価法 核医学データ処理 放射線治療学治療計画 重粒子線治療の基礎 子宮頚がんの放射線治療 中性子補足療法	計数値の統計とβ線の性質 液体シンチレーションカウンタ γ線スペクトロメトリ RIの安全取扱法 ラジオイムノアッセイ サザンハイブリダイゼーション オートラジオグラフィ 実習室整理
医学系				集学的療法	急性放射線障害
生物系	放射化学分析 放射線化学	放射線遺伝学持論 放射線とフリーラジカル	法令 放射線被ばくの制限値 個人被ばく管理 内部被ばく線量評価	物質代謝におけるRI利用 放射線応用分析 標識化合物	液シン試料調整法

区分	講義			実習
	基礎	応用	その他	
環境放射線モニタリング課程	原子物理 放射線と物質の相互作用 放射線の単位 放射化学 放射線測定 放射線測定と核データ 非密封RIの安全取扱 環境放射線 放射線生物学 放射線の人体への影響 α, β放出核種の生物影響 環境放射線モニタリング指針	サンプリングの問題点 データ解析の問題点 環境中のＲＩ移行 緊急時モニタリング 大気モニタリング 測定器および分析法の比較 内部被ばく 線量測定		放射線測定の基礎 β線の測定 γ線の測定 ラドン測定 固体線量計 その他適宜に
緊急被ばく救護訓練課程	放射線の基礎 放射線の生物影響	放射線被ばく事故の概況 緊急被ばく時の線量計測と評価 緊急時の身体汚染測定と線量評価 傷モニタ 汚染対策 体外被ばく障害概論 緊急時の医療対策 緊急被ばく医療概論 体内被ばく障害と汚染患者の取扱 米国の緊急被ばく事故対策の現況	デモ：傷モニタ	救急蘇生法 緊急時の被災者救助と移送 ホールボディカウンタの取扱

V 診 療 業 務

概　況

放医研病院の主たる業務は、放射線障害患者の診断と治療、放射線の医療利用に関する診療と臨床研究である。しかし、放射線障害の発生は極めて希であり新症例を経験できない状態にあるが、ビキニ被曝患者やトロトラスト症例の追跡診療を継続してきた。利用に関する診療は診断に治療に活発に取り組んできた。これらの基本的業務の内容が変ぼうしつつある。平成６年度における重粒子線治療臨床試行を目標にする医療体制の整備が行われた。すなわち、重粒子治療センターが組織され、その中の治療診断部として再出発した。

１．診　療

特別研究「重粒子線によるがん治療法に関する調査研究」の最終年にあたり、特に速中性子線によって高 LET 放射線治療の効果を評価する研究と、線量分布の改善と局所治療との関連を陽子線によって追及する努力は、重粒子線の治療適応を明らかにするためにも当面する重要課題になっている。

これらの重要課題に対応するため、所内外の専門医の参加する速中性子線治療評価委員会の検討結果、速中性子線は腺癌に対して扁平上皮癌よりも著効を示すことが確認され、さらに晩期皮膚反応を指標とする耐容線量を推定した。さらに、肺野型の腺癌は、重粒子線治療の適応として期待のもてることがわかった。

平成５年度も障害の臨床の分野では、ビキニ被災漁船員と、トロトラスト診療患者の追跡調査が定期的に行われている。また、院内感染の防止についてはMRSA対策委員会が昨年に引き続き感染の予防につとめた。

２．重粒子線治療の医療体制

ａ．重粒子線治療ネットワーク会議

重粒子線治療ネットワーク会議の部会分科会は以下のように行われ、平成６年度の臨床試行開始にむけて、着々と準備が進められた。これによりまず頭頸部がんの臨床試行を開始続いて中枢神経、胸部のがんを行う事となった。

平成５年７月22日　第１回頭頸部分科会：
頭頸部フェイズⅠ／Ⅱ臨床試行案の検討
平成５年９月20日　第２回頭頸部分科会：
頭頸部フェイズⅠ／Ⅱ臨床試行案の検討
平成５年10月15日　第５回計画部会：
頭頸部フェイズⅠ／Ⅱ臨床試行案承認
平成５年11月16日　第１回中枢神経分科会：
中枢神経フェイズⅠ／Ⅱ臨床試行案の検討
平成５年11月24日　第１回胸部分科会：
非小細胞肺癌フェイズⅠ／Ⅱ臨床試行案の検討
平成５年12月16日　第２回中枢神経分科会：
中枢神経フェイズⅠ／Ⅱ臨床試行案の検討
平成６年１月18日　第２回胸部分科会：
非小細胞肺癌フェイズⅠ／Ⅱ臨床試行案の検討
平成６年１月19日　第３回頭頸部分科会：
T3, T4 舌癌フェイズⅠ／Ⅱ臨床試行案の検討
平成６年２月２日　第６回計画部会：
中枢神経、非小細胞肺癌、
T3, T4 舌癌フェイズⅠ／Ⅱ臨床試行案の審議
平成６年２月24日　第３回中枢神経分科会：
中枢神経フェイズⅠ／Ⅱ臨床試行案の検討
平成６年３月24日　第７回計画部会：
中枢神経、非小細胞肺癌、
T3, T4 舌癌フェイズⅠ／Ⅱ臨床試行案の承認

ｂ．倫理委員会は下記の如く開催され、計画された臨床試行について承認した。

平成５年６月17日　第１回：
第１次クリニカルトライアル要領（総論）の検討
平成５年12月１日　第２回：
第１次クリニカルトライアル要領（総論）の承認
平成６年３月25日　第３回：
頭頸部フェイズⅠ／Ⅱ臨床試行の倫理審査と承認

ｃ．重粒子線治療施設

現病院棟が老朽したこと、先端的医療としての重粒子線治療に対応するため、病床数100床規模の新病院棟を重粒子線治療棟に近接して建設する方針のもとで、延面積9,800m^{2}の重粒子線治療施設の詳細設計が通常予算で実行され、補正予算で建設に入った。

ｄ．重粒子治療センターの設立

重粒子線治療を、基礎研究の段階から臨床まで、一貫したシステムとして円滑に実行するため、臨床４部門と技術部の１課を統合・再編成して重粒子線治療センターとして４月１日から発足した。重粒子治療センターは、世界では初めての「医療用重粒子加速器」を有する最先端の放射線治療施設として発展し、放射線医学の将来を予測するに足る数々の重要な研究が、内外の研究者の協力のもとに実行される予定である。

昭和36年度に発足し、30年を経過した病院部は平成５年度を契機に治療診断部として再出発し、世界的な治療施設、「重粒子治療センター」として、世の新たな注目を集めた。施設の機能と、我々の努力が、癌治療の向上に大きく寄与する事を期待する。　（赤沼篤夫）

１．癌の集学的治療の基礎的・臨床的研究

向井　稔、赤沼篤夫、森田新六、宮本忠昭、久保田進、中野隆史、佐藤眞一郎、松岡祥助、村山重行、安川朋久、森尾聡子、石川敦子、高村　大、岡　邦行、溝江純悦、加藤博敏

［研究経過］

１．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、ある種のもの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にも、局所投与により増感効果が認められている。

2．臨床では、食道癌を中心に膵癌、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小量投与を併用した食道癌の集学的治療について、PhaseⅢスタディが進行中である。

［研究発表］

1．向井、久保田、加藤、森田、赤沼：第7回日本放射線腫瘍学会、博多、1993. 11.

2．M. Mukai, S. Kubota, S. Morita, H. Tsunemoto: ICRO'93. Kyoto, 1993. 6.

3．向井、久保田、加藤、森田、恒元：第52回放射線学会シンポジウム－癌の集学的治療を考える－、横浜、1993. 4.

2．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、久保田進、中野隆史、佐藤眞一郎、松岡祥介、安川朋久、森尾聡子、村山重行、高村　大、石川敦子、富澤　稔、坂下邦雄、熊谷和正、柴山晃一、渡辺秀雄、石居隆義、加藤博敏、古賀雅久、中村　譲、古川重夫、岡　邦行、赤沼篤夫、恒元　博

病院部から治療診断部へと名称が代わり、患者診療の内容も平成6年度に開始される重粒子線治療をにらんだものが中心となったが、従来の放射線治療も充実して継続された。また従来比較的手薄であった診断部門を充実させようとする動きがみられた。既に何回も述べられているが、サイクロトロン速中性子線治療と陽子線治療は重粒子線治療の基礎研究として貴重な臨床試行であり、これに必要な照射技術法の開発は臨床成績の解析・評価と同様に重要な研究テーマであった。

速中性子線治療での患者カプセル内固定法は患者を半円筒型の照射ベット内で発砲スチロールで型取り固定し、照射口の下で任意の角度に回転し、斜方向を加えた多門照射を行うことを可能にした方法である。現在は主に肺癌患者を治療して、その完成度を高め、重粒子線治療でも十分に応用できる方法となっている。脳腫瘍に対する3断層面、18門照射はX線CTシュミレーター、3次元治療計画法を駆使しての、できるだけ正常脳組織の照射線量を減らして、腫瘍のみに正確に線量を集中しようとする照射技術の進歩である。速中性子線よりは線量分布の優れた重粒子線で、より良好な線量分布が形成されれば従来必ずしも良好でなかった治療成績の向上が期待される。

陽子線を用いて眼球メラノーマを治療する照射技術は周辺に重要諸器官を有する微小腫瘍を十二分の線量で確実に死滅させるために非常に精密なものでなければならない。腫瘍と照射範囲の位置関係を確認する方法としての、患者眼球強膜面への金属リングの縫着、コンピュターの眼球モデルを用いた最適照射方向の選択、回転可能な円筒型頭部固定具にプラスチック製シェルを組合わせた患者固定方法、などは今後重粒子線治療でも活用される。その他の放射線治療ではリニアックX線を用いた朝・夕2回に分けて照射する多分割照射法、コバルト照射での乳房温存療法、ラルストロン照射での最適化治療法、などが継続して行われている。

ヘリカルCT, MR, フォーカス（3次元治療計画装置）などの高性能の最新医療機器が購入されつつあるのは治療技術発展のために非常な利点で、これらを重粒子線治療のためばかりでなく、従来の放射線治療でも使いこなすことが大切である。

3．画像診断による臓器疾患の評価研究

中野隆史、赤沼篤夫、森田新六、宮本忠昭、向井　稔、久保田進、佐藤眞一郎、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

［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描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、早期の治療に役立てている。また子宮癌でも腫瘍の描出には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。

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。

5）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0.5mm以内の精度で治療が行われた。

6）ポジトロンCTにより肺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った。

4．病院部門診療情報管理のシステム化に関する研究

佐藤眞一郎、久保田進、石居隆義、宮本忠昭、向井　稔、中野隆史、溝江純悦、村山重行、門澤浩二、坂下邦雄、松岡祥介、清水一範、中村　譲、森田新六、赤沼篤夫

福久健二郎（技術部）

遠藤真広（医用重粒子線物理・工学研究部）

1975年以来運用している病歴システムへのデータ登録を引き続き継続するとともに、93年度補正予算による医用画像を中心とした診療情報管理システムの構築を重点的に進めた。

このシステムは、重粒子線がん治療施設完成等を契機として発展してゆく病院情報システムの一環として、また、重粒子線治療を初めとする多施設共同診療研究を支援する

システムとして、拡張性・柔軟性を最重点項目として設計開発され、診療部門内を網羅する10Mbp/s および100Mbp/s のネットワーク伝送路に、画像ファイルサーバ、画像ファイルデータベース、患者属性データベースを設置して中央部分を構成するとともに、画像診断機器等と直結した取得装置、画像表示装置、放射線治療計画装置等の画像利用装置その他を配置して、医用画像の入出力ならびに利用を可能としたものである。

設計にあたっては取り扱うデータとアプリケーションプログラムとの独立性を十分に確保するとともに、画像ファイルの基本形式として世界の標準的規格であるACR/NEMA を採用し、その上位互換フォーマットで管理することとした。これにより画像診断機器とのオンライン接続および他機関との画像データの交換が容易となっている。

将来は、97年度に完成する重粒子線がん治療施設の情報システムの一部とするとともに、他機関との情報交換の窓口とする計画である。

[研究発表]

佐藤、福久、石居、古賀、遠藤：日本医学放射線物理学会第67回大会、神戸、1994. 4.

5．放射線治療のシステム化・治療技術改善に関する研究

中村　譲、古川重夫、久保田進、中野隆史、森田新六、赤沼篤夫、坂下邦雄、柴山晃一、石居隆義、松本　徹、福久健二郎

本研究の目的は、放射線治療の全プロセスを最適化し、治療を安全にしかも確実に実施する有効な放射線治療システムを確立することにある。今年度実施した主なる２項目について述べる。

１．子宮頸癌ラルス最適化治療に関する研究

子宮頸癌の腔内照射は標準化され、また最適化治療も実施されている。患者の子宮腔内に挿入された線源アプリケータの位置に応じた至適線源配置を求める最適化プログラムを開発し、市販の放射線治療計画装置に組み込み、現在50施設で利用されている。またこの最適化プログラムを用いて治療した患者の全国病歴登録も実施されている。本最適化プログラムを有効に利用するために患者の線源アプリケータの位置計算法について検討した。慣習的に使用している幾何学的計算法、患者体内で拡大率が一定とする近似法、それに最小自乗法の３つの方法について比較検討すると、理論的に正しい慣習的な式が近似法より大きな誤差を生じる場合があり、とくに位置が２つのビームの中心軸の座標面に近く、原点より離れている時に測定された像座標に含まれる誤差が拡大されやすい。その点、位置計算において全ての像座標を用いる最小自乗法は誤差の伝播が小さく臨床応用に非常に有用であることが分かり最適化プログラムにも組み込んだ。

２．電磁波遠赤外線温熱治療用ボーラスの開発に関する研究

高含水ゲルにセラミック物質を混合し、円筒状または平板状にしゲル化させ、電磁波により浅在部の加温から深部までの加温のコントロールができ、同時に遠赤外線を照射し温熱効果をさらに高めるボーラスを開発した。

本ボーラスは癌の発生している患者の腔内に挿入するか、癌部位に近い体表面に密着させると、ボーラスに近い生体の部分の温度が通常より低い出力で５～８℃高めることができ、しかも腫瘍部位が均一に治療最適温度にすることができる。また選択的に癌病巣の加温ができるので、熱的悪影響を与えることなく体外から電磁波を印加するので安全に高い治療効果がえられる。腔内照射用ボーラスを水に濡らすだけで滑らかになるので腔内への挿入は容易であり、ゼリ等の塗布を必要としない。大量に安価に作成できることからディスポーザブルにすることも可能である。

[研究発表]

(1) 田伏、伊藤、砂倉、中村、飯沼、荒居他：日本医学放射線学会雑誌、53：463－468, 1993.
(2) 久保田、古川、中村他：臨床放射線、38：893－896, 1993.
(3) 須原、古川、宍戸、福田：核医学、30：1241－1244, 1993.
(4) 田伏、飯沼、中村：小線源治療、p21－29、中山書店、1994.
(5) 中川、青木、古川、佐々木：日本超音波学会雑誌、9：58－61,1993.
(6) 古川、中村、赤沼他：電磁波遠赤外温熱治療用ボーラス、特許出願中、1994. 2.
(7) 田伏、伊藤、砂倉、中村、飯沼、荒居他：第65回日本医放物理学会、横浜、1993. 4.
(8) 古川、中村、赤沼、溝江、森田、中野：日本医放学会総会、横浜、1993. 4.
(9) Furukawa, S., Akanuma, A., Kutsutani－Nakamura, Y., Morita, S., Mizoe, J., Nakano, T.: Int. Cong. Rad. Oncol., Kyoto, 1993. 6.
(10) Nakano, T., Morita, S., Sato, S., Tsunemoto, H., Kanai, T., Furukawa, S., Hiraoka, T.: Int. Cong. Rad. Oncol., Kyoto, 1993. 6.
(11) Kutsutani－Nakamura, Y., Furukawa, S., Tabushi, K., Nakano, T., Ishii, T., Arai, T.: Int. Cong. Rad. Oncol., Kyoto, 1993. 6.
(12) Ando, K., Koike, S., Furukawa, S. et al : Int. Cong. Rad. Oncol., Kyoto, 1993. 6.
(13) Ryu, M., Sato, S., Yamada, S., Nakamura, Y., Ando, K. et al: Int. Cong. Rad. Oncol., Kyoto, 1993. 6.
(14) 中村、古川：第10回日本医学物理学会、東京、1993. 7.
(15) 田伏、川村、伊藤、中村、飯沼他：第66回日本医放物理学会、札幌、1993. 9.
(16) 田伏、伊藤、砂倉、中村、飯沼、荒居他：第66回日本医放物理学会、札幌、1993. 9.
(17) 遠藤、曽我、河内、金井、蓑原、赤沼、森田、宮本、溝江、中村、古川、坂下、恒元：第66回日本医放物理学会、札幌、1993. 9.
(18) 中村、古川、坂下、平岡、星野、川島：第66回日本医放物理学会、札幌、1993. 9.

医 事 統 計

表１　外来入院患者統計

平成5年度	入院										外来			
	入院患者			退院患者			入院患者延数	取扱患者延数	1日平均患者数	病床利用率	平均在院日数	新患者数	外来患者延数	1日平均患者数	平均通院回数
	総数	男	女	総数	死亡	その他									
	323	205	118	334	15	319	12,687	12,999	35.6	45.6	40.3	549	11,134	45.8	17.3

表２　年令階級別、性別、放射線障害による入院患者数

年齢		総数	30～33	40～49	50～59	60～69	70～79	80～
性別	男	20		1		9	9	1
	女	12		1	2	4	5	
計		32		2	2	13	14	1

表３　RI診断患者数

		実数	延数
性別	男	210	433
	女	138	256
総数		348	689

表４－Ⅰ　年令階級別、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	180			2	5	13	42	66	41	11
	女	111			1	5	10	25	25	28	17
計		291			3	10	23	67	91	69	28

表４－Ⅱ　疾病分類別悪性新生物による入院患者数

平成5年度	疾病分類		D57 口腔および咽頭悪性新生物	D58 胃の悪性新生物	D60 直腸およびS字状結腸移行部の悪性新生物	D61 その他の消化器および腹膜の悪性新生物	D62 咽頭の悪性新生物	D63 気管、気管支および肺の悪性新生物	D65 骨の悪性新生物	D66 皮膚の悪性新生物	D67 乳房の悪性新生物
	総数										
	性別	男	4		6	36		113		1	
		女	1		1	7		34			
	計		5		7	43		147		1	

D68 子宮頸の悪性新生物	D70 その他の子宮悪性新生物	D71 卵巣の悪性新生物	D71 その他および詳細不明の女性器の悪性新生物	D74 睾丸の悪性新生物	D75 膀胱の悪性新生物	D77 脳の悪性新生物	D78 その他の明示された部位の悪性新生物	D82 白血病	D83 その他リンパおよび造血組織の悪性新生物
						1	10		9
2	45	3	5			4	6		3
2	45	3	5			5	16		12

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	総数	外部照射												
種類別		111TBq ^{60}Co	10MeV－X線	電子（リニアック） MeV					30MeV速中性子線	70MeV陽子線	^{60}Co 37GBq	^{137}Cs RA≒16mg	226Ra針（mg）	198Au
		(コバルト)	(リニアック)	4	9	12	15	20	(サイクロトロン)	(サイクロトロン)	(ラルストロン)	(管)	1.1.5%2	グレイン
実数	663	119	312	9	21	8	2	0	109	2	83	0	1	0
延数	19,514	2,750	14,126	272	443	171	19	0	1,490	10	232	0	1	0

表６　Ｘ線診断件数

	件　数
透　視	1,389
撮　影	10,603

表７　Ｘ線 CT 診断件数

実　数	延　数
1,692	51,684

表８　臨床病理検査件数

総　数		106,976
尿検査		6,613
糞便検査		183
血液検査	血液生化学	66,291
	末梢血液	23,356
	骨髄検査	40
採取液穿刺激検査		52
細菌検査		1,289
免疫血清反応		1,933
生理機能検査		782
病理組織検査		670
外注検査		5,767

表９　病理解剖件数

死亡数			解剖数			
総数	男	女	総数	男	女	解剖率
15	12	3	4	3	1	26.7

Ⅵ　那珂湊支所管理業務

１．一般管理

支所における一般管理業務は、①庁舎管理、文書の接受、福利厚生等の庶務的業務、雑誌・図書の受入れ管理、②資金前渡官吏、役務等の契約、物品の調達及び管理、各所修繕等の会計業務、③受変電設備、ボイラー、空調設備、特定装置の運転保守等、研究業務へのサービス業務と技術支援があるが、これらの業務を積極的に遂行した。

本年度は、経年に伴う老朽化対策として施設の各所修繕等を、次ぎのとおり行なった。

支所：①構内簡易舗装（第２研究棟裏）、②玄関ポーチ床タイル貼替え及び舗修工事（第１、３研究棟）、③ボイラー煙突改修工事（第１研究棟屋上）、④螺旋階段取付工事(第１研究棟裏)、⑤建具改修工事（第３研究棟全体）、⑥窓用サッシの改修（第１研究棟）、⑦各種ガス集合装置の補修（第２、３棟）、⑧ダクトの改修（高温灰化棟）、⑨危険物倉庫の屋根の張替。

東海施設：①給水管工事及び流し台の改修（給湯室）、例年実施されている国主催の原子力防災訓練が実施され通報訓練を行なった。

国際交流面では、日ソ外相覚書によるウクライナ共和国、ベラルーシ共和国及びロシア共和国より５名の研究者が平成６年２月３日那珂湊支所、東海施設を視察後研究者と懇談した。

２．放射線安全管理業務

当支所で行な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各種の申請、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５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）
本所重粒子治療センターの設置に伴う組織改正
届出日：平成５年４月

② 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）
本所重粒子線治療センターへのシンクロトロン等の追加及び病院棟 RI 病室の使用の廃止
届出日：平成５年11月

③ 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）
本所 SPF 動物生産・実験棟の新設
届出日：平成６年３月

(2) 個人被ばく管理

支所及び東海施設における放射線業務従事者等の外部被ばくによる線量当量の測定は、フィルムバッジによる測定結果を主体に評価した。その結果は表１のとお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) 放射線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、那珂湊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５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) ＼ 作業者区分	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	25を越え 50以下	50を越えるもの	総数（人）
研究者	21								21
管理担当者	7								7
外来研究者	2								2
合計	30								30

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			^{210}Pb	0.2
第２群	^{85}Sr 他４核種	259	^{85}Sr 他４核種	207.5
第３群			^{24}Na	16
第４群	^{14}C	83.25		
総計	６核種	342.25	７核種	225.7

表３　放射性廃棄物処理状況

種類		那珂湊支所 排出容量（m^3）	東海施設 排出容量（m^3）	備考
低レベル固体	可燃物	0.34	0.96	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
	不燃物	0.16	0.38	
	フィルター	3.17	0.78	
	特殊固体	0	0	
低レベル液体	一般無機廃液	15.0	0	
	海水廃液	52.5	0	
中レベル無機廃液		0	0	

Ⅶ　図書及び編集業務

図　書　業　務

平成５年度は、予算45,275千円を計上して下記の業務を行った。

Ⅰ．経常業務

１）収集

	洋　書		和　書	
	購　入	寄・交	購　入	寄・交
単行本	124	7	78	23
雑　誌	274	19	43	19
新　聞	2	0	11	2
製本雑誌	1,259		114	

寄・交＝寄贈・交換

２）蔵書（平成６年３月末現在）

	洋　書	和　書	合　計
単行本	7,391	4,582	11,973
製本雑誌	34,075	3,961	38,036
合　計	41,466	8,543	50,009

３）資料、機器の利用（支所を除く）

a．貸出冊数	単行本	1,715冊
	雑　誌	1,730冊
	その他	257冊
	貸出者数	1,646人
	支所巡回雑誌（毎月17日）	790冊
b．文献複写（xerox）		
	モノクロ	436,873枚
	カラー	7,433枚
c．情報検索		
	オンライン（BRSほか）	70件
	CD（Medline）	550件
d．スライド作成（パナコピー　プレゼス）		
	モノクロ	3,560コマ
	ブルー	2,810コマ
	カラー	224コマ
e．OHP原稿作成		2,163枚
f．ポスター等作成		
２機種テープ使用		8,521cm
g．マイクロプリント		384コマ
h．文献製本（ホリゾン）		410件
i．時間外利用		1,796人

４）相互利用

外部閲覧者（大学）	113人
（企業他）	27人
資料貸出（千葉大学他）	134冊
資料借受（国会図書館）	10冊
外注文献複写	850件
受注文献複写	68件

Ⅱ．特記事項として

１）「業務機械化」で従来できなかった「貸出・返却」の電算化処理を図書室内のLANにより実施した。

２）さらに機械化については、昨年度に続き、雑誌バックナンバーおよびレポート類のデータ蓄積を着実にすすめた。

３）新機種プレゼス（スライド作成機）の導入によりカラースライドの作成が可能になった。

編　集　業　務

本研究所では、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５年度は次のとおりである。

(1) 定期刊行物

１）放射線医学総合研究所年報（平成４年度）：
NIRS－AR－36

平成４年度中の特別研究、指定研究、経常研究等の研究成果、その他技術支援、養成訓練業務、診療業務等を編集。平成６年１月刊行、Ａ４判、256頁。

２）Annual Report, April 1992－March 1993（英文年報）：
NIRS－32 (ISSN 0439－5956)

平成４年度中の研究発表を、PHYSICS, CHEMISTRY, BIO－MEDICAL SCIENCES (Biochemistry and Biophysics, Cell Biology, Immunology and Hematorogy, Pathology and Physiology, Genetics, Radiotoxicology) CLINICAL RESEARCH, ENVIRONMENTAL SCIENCE に分類、84編を収録、その他職員研究発表論文リスト等を編集。平成６年３月刊行、Ａ４判、116頁。

３）Radioactivity Survey Data in Japan（放射能調査英文季報）：NIRS－RSD－100～101 (ISSN 0441－2516)

国内の指定した機関、化学技術庁、厚生省、農林水産省、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２回刊行、Ａ４判、毎号約30頁。

４）放射能調査研究報告書（平成４年度）：
NIRS－R－23

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４年度に実行した「環境・食品・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修」、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５年11月刊行、Ａ４判、127頁。

(2) 不定期刊行物

1) 特別研究「公衆被曝のリスク評価に関する生物学的調査研究」最終報告書：NIRS－R－24

本報告書は、昭和63年度から平成4年度にかけて行われた、「放射線リスク評価のための実験的研究」、「新技術の導入による放射線の影響とその修飾要因に関する分子・細胞生物学的研究」、「超ウラン元素による内部被曝のリスク評価に関する調査研究」等についての研究成果を収録したものである。平成6年3月刊行、A4判、135頁。

2) 特別研究「環境と食物連鎖に係わる公衆の被曝評価に関する調査研究」最終報告書：NIRS－R－25

本報告書は、昭和63年度から平成4年度にかけて行われた、「環境安全評価のためのパラメータに関する研究」、「公衆のための代謝モデルの設定に関する研究」、「誘導限定設定のための被曝線量評価モデルの開発」等についての研究成果を収録したものである。平成6年3月刊行、A4判、88頁。

3) 特別研究「低線量域における線量効果関係の実証に関する予備的研究」最終報告書：NIRS－R－26

本報告書は、平成2年度から平成4年度にかけて行われた、「放射線の生涯リスクとその発現の時間経過－被曝時年令の影響についての解析」、「遺伝的影響に関する予備的研究－放射線感受性（修復欠失）マウスの作製に向けて」についての研究成果を収録したものである。平成6年3月刊行、A4判、13頁。

4) 第24回放医研シンポジウム報文集「放射線発がんとその制御－機構解明へのアプローチ－」：NIRS－94

本報文集は、「実験的発がん」、「トランスジェニック動物」、「ヒトにおける放射線発癌」、「細胞間相互作用」、「白血病発症機構」、「発がん制御」等について収録したものである。平成5年11月刊行、A4判、196頁。

5) Anatomical and Physical Characteristics for Asian Reference Man － A Proposal －：NIRS－M－95

本報告書は、欧米人以外の集団（ここではアジア人）の体系化された標準人モデルを取りまとめたものである。平成5年9月刊行、A4判、113頁。

6) 特別研究「HIMACレポート」：NIRS－M－96, HIMAC－005

“Simulation Study on Ion Extraction from ECR Ion Sources” ECRイオン源からのイオン引き出しの計算機シミュレーション。平成5年6月刊行、A4判、38頁。

7) 第25回放医研シンポジウム報文集「ヒト・マウス・ゲノム解析研究と放射線生物学」：NIRS－M－97

本報文集は、「マウス・ゲノム解析研究の現状」、「放射線感受性遺伝子」、「放射線発がんのゲノム変異」、「モデル・マウスと放射線生物学」、「ヒト・ゲノム解析研究の現状」、「がんの原因遺伝子」、「動物実験変異」、「突然変異検出法」等について収録したものである。平成6年3月刊行、A4判、280頁。

8) 第21回放医研環境セミナー報文集「緊急時における線量評価と安全への対応」：NIRS－M－98

本報文集は、「公衆のための被曝評価」、「物理的線量評価法」、「内部被曝線量評価とバイオアッセイ」、「生物学的線量評価法」、「低減化について」等について収録したものである。平成6年3月刊行、A4判、202頁。

9) 特別研究「HIMACレポート」：NIRS－M－99、HIMAC－006

“Proceedings of the Third Workshop on Physical and Biological Research with Heavy Ions” 平成6年2月刊行、A4判、92頁。

Ⅷ 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等が行われた。科学技術庁の原子力研究交流制度、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5年度の主な活動は次のとおりである。

1．第42回、第43回国際連合放射線影響科学委員会（UNSCEAR）出席

UNSCEAR第42回会議は、5月17日から5月28日までの土日を除く10日間オーストリア国ウィーン市の国際センター（VIC）会議場において開催された。参加者は、委員会構成メンバー国21カ国の代表、代表代理、アドバイザー及びWHO, IAEAの2つの国連機関とICRP, ICRU, CECの3つの国際学術団体等からのオブザーバーで、UNSCEAR事務局とドラフトを書いたコンサルタントを含めて総計約90名であった。

日本からは、代表として本研究所の松平所長、アドバイザーとして佐藤障害基礎研究部長等を含む5名が出席した。

UNCEAR第43回会議は、3月7日から3月11日までの5日間オーストリア国ウィーン市の国際センター（VIC）会議場において開催された。参加者は、委員会構成メンバー国21カ国の代表、代表代理、アドバイザー及びWHO, IAEAの2つの国連機関とICRP, ICRU, CECの3つの国際学術団体等からのオブザーバーで、UNSCEAR事務局とドラフトを書いたコンサルタントを含めて総計約90名であった。

日本からは、代表として本研究所の平尾所長、アドバイザーとして佐藤障害基礎研究部長等を含む5名が出席した。

2．国際原子力機関（IAEA）関連会議等の出席等

(1)「IAEA／RCA顧問会議　核医学機器の重要課題に関する視聴覚機材の開発」（5月24日～5月28日、オーストリア・ウィーン）に野原物理部長が出席した。

(2)「IAEA研究調整会合　公衆のための単位摂取量あたりの線量」（8月16日～8月20日、オーストリア・ウィーン）に稲葉内部被ばく研究部長が出席した。

(3)「IAEA／RCA研究調整会合　標準アジア人のための解剖学的、生理的及び代謝特性」（10月24日～11月9日、中国・北京）に河村環境放射生態学研究部第3研究室長が出席した。

(4)「IAEA／RCAコンサルタント会合　放射線防護プロジェクト、医学生物学プロジェクト」（11月1日～11月9日、オーストリア・ウィーン）に小林総括安全解析研究官が出席した。

(5)「IAEA研究調整会合　熱帯及び亜熱帯地域における大気、土壌及び淡水から人への放射性核種の移行」（11月1日～11月5日、インドネシア・ジャカルタ）に内田環境放射生態学研究部主任研究官が出席した。

(6)「IAEA／RCA研究調整会合　核医学の品質保証に関する地域計画」（11月28日～12月2日、バングラディシュ・ダッカ）に野原物理部長が出席した。

(7)「IAEA／RCA第16回政府専門家会合」（平成6年3月21日～3月25日、インドネシア・バリ）に、小林総括安全解析研究官が出席した。

3．国際放射線防護委員会（ICRP）関連会議の出席

(1)「ICRP主委員会」（4月13日～4月15日、米国・ワシントン）に松平所長が出席した。

(2)「ICRP第1専門委員会、タスクグループ　多因子性疾患のリスク推定」準備委員会（7月20日～7月24日、ハンガリー・ブダペスト）に安田遺伝研究部第4研究室長が出席した。

(3)「ICRP総会及び第2専門委員会」（9月20日～9月24日、英国・バーネマス）に稲葉内部被ばく研究部長が出席した。

(4)「ICRP総会及び主委員会」（9月20日～9月29日、英国・バーネマス及びオックスフォード）に松平所長が出席した。

(5)「ICRP第1専門委員会、タスクグループ会合　多因子性疾患のリスク推定」（平成6年2月22日～2月25日、米国・ヒューストン）に安田遺伝研究部第4研究室長が出席した。

4．重粒子線がん治療装置開発に関わる国際協力

(1) 本研究所と、ドイツ国・重イオン科学研究所（GSI）及び米国・ロマリンダ大学等と重粒子線がん治療装置開発に関わる共同研究、情報交換等を実施中である。

(2) 放医研国際シンポジウム「重粒子線治療」（6月28日～6月29日、千葉・放医研）で開催した。

5．日本・旧ソ連国際共同研究

(1) 日ソ科学技術協力協定が日露科学技術協力協定となったが、放射線医学分野での「微量の放射線量が人体及び環境に与える影響」について、ウクライナ国放射線医学科学センター及びベラルーシ国放射線医学研究所と共同研究を実施中である。

また、平成6年1月18日から1月22日まで重点国際交流制度による国際ワークショップ「放射線による健康及び環境への影響に関するワークショップ」を本研究所で開催した。

(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とソヴィ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、10月10日から10月20日まで旧ソ連邦（ロシア、ウクライナ、ベラルーシ）に専門家として丸山特別研究官と柳澤環境放射生態学研究部主任研究官を派遣した。

また、平成６年１月17日から２月６日まで旧ソ連（ロシア１名、ウクライナ２名、ベラルーシ２名）の専門家を受入れ研修を行った。

６．放射線生物学に関するスタディ・ミーティングの開催

昭和56年度にスタートした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、今年度で13回目を迎え、アジア及びアフリカの７カ国より放射線生物学の専門家７名を迎え、８月30日から10月１日までの間実習及び講義が行われた。

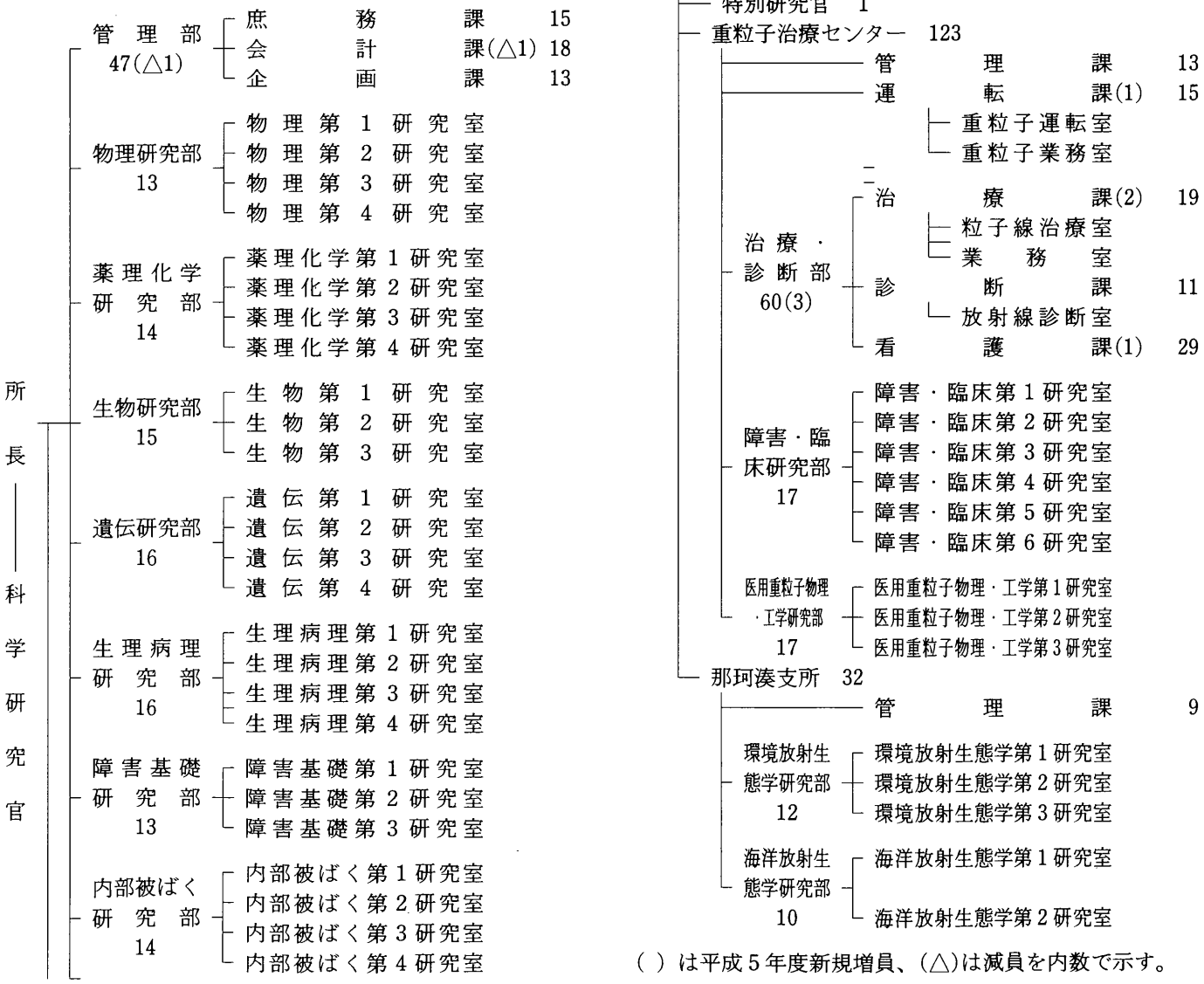
Ⅸ 総　　務

1．組織及び人員

重粒子線がん治療体制の整備・強化を図るため、機構については、臨床研究部、障害臨床研究部、医用重粒子線研究部、病院部及び技術部サイクロトロン管理課を廃止し、重粒子治療センター（管理課、運転課、治療・診断部、障害・臨床研究部及び医用重粒子物理・工学研究部）を設置した。

定員については、重粒子治療センター治療・診断部治療課に重粒子線がん治療等を行う医師１名及び重粒子線の照射等を行う診療放射線技師１名、同センター治療・診断部看護課に重粒子治療適応患者の看護を行う看護婦１名、同センター運転課に重粒子線がん治療装置の運転等を行う重粒子運転第２係長１名の計４名を増員（ほかに第８次定員削減計画による定員削減３名）した。このため、平成５年度未定員は395名となる。

第１図　機　構　図



（　）は平成５年度新規増員、(△)は減員を内数で示す。

研究員等出身専門分野別内訳

平成６年３月31日現在

専門別 / 所属	物理	化学	自然化学	原子力工学	原子核工学	工分子化学	電子工学	電気工学	応用物理	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																					0
物理研究部	(5) 6			(1) 1	1		1	(1) 1												(1) 2	(8) 12
薬理科学研究部	(1) 1									(1) 2								(9) 9		1	(11) 13
生物研究部		(3) 3				(1) 1				(3) 5								(1) 2	(1) 1	(1) 1	(10) 13
遺伝研究部		(1) 1								(2) 2	(1) 1	(1) 1	(2) 2	(2) 2			(1) 1			(1) 5	(11) 15
生理病理研究部		(2) 2								(2) 2				(1) 1					(3) 3	(2) 8	(10) 16
障害基礎研究部										(3) 4	(1) 1		(1) 1						(1) 1	5	(6) 12
内部被ばく研究部	(1) 1	1			(2) 2								(2) 2		(3) 4			(1) 1		3	(9) 14
環境衛生研究部	(1) 1	(4) 6	1		1			1					1		(1) 1	(1) 1				(2) 4	(9) 17
技術部												1		2	(1) 3					2	(1) 8
養成訓練部		(1) 1								(1) 1					(1) 1					(1) 2	(4) 5
総括安全解析研究官付	(1) 1			1	1					(1) 1						(1) 1					(3) 5
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	(1) 2	(1) 1						(1) 1													(3) 4
治療・診断部	(1) 1																		(11) 14	1	(12) 16
障害・臨床研究部		2		(1) 1					(1) 1	1								(2) 2	(6) 6	(1) 4	(11) 17
医用重粒子物理・工学研究部	(8) 8			(2) 2	(1) 1		1		(1) 1										(1) 1	(1) 2	(14) 16
那珂湊支所長																(1) 1					(1) 1
環境放射生態学研究部		(1) 1	(1) 1													1	(1) 4			(3) 5	(6) 12
海洋放射生態学研究部		(2) 2														(1) 5	(1) 1			1	(4) 9
計	(20) 22	(15) 20	(2) 3	(4) 5	(3) 6	(1) 1	2	(2) 3	(2) 2	(13) 18	(2) 2	(1) 2	(5) 6	(3) 5	(6) 9	(4) 9	(3) 6	(13) 14	(24) 27	(13) 46	(136) 208

※対象者：指定職、研究職２級以上、医療職（一）。（ ）は博士学位取得者を内数で示す。

2．予算及び決算

平成５年度　当初予算額

平成５年度当初予算額は、前年度予算額14,949,335千円に対し、2,010,876千円増の16,960,211千円（113.45％）であった。

表１　平成５年度予算事項別内訳

（単位：千円）

事　　項	前年度予算額	５年度予算額	対前年度比較 増△減額	備　　考
(項) 科学技術庁	23,949	27,358	3,409	
(項) 科学技術振興費	67,557	43,231	△ 24,326	
(項) 科学技術振興調整費	314,661	251,500	△ 63,161	
(項) 放射能調査研究費	124,561	124,005	△ 556	
(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	6,112,558	6,215,648	103,090	
人件費	2,959,969	3,045,541	85,572	
一般管理運営	26,505	25,481	△ 1,024	
経常研究	356,393	363,635	7,242	
外来研究員等	20,472	24,582	4,110	
実態調査	2,375	2,375	0	
那珂湊支所運営	25,822	25,821	△ 1	
特定装置運営	17,611	17,611	0	
病院部門経常経費	43,515	43,732	217	
養成訓練部門運営	8,731	8,731	0	
官庁会計事務データ通信システムに必要な経費	7,624	7,624	0	
研究設備整備	114,150	114,150	0	
サイクロトロン設備整備	386,031	386,031	0	
特殊実験棟運営	1,293,343	1,293,343	0	
受託研究	4,024	4,024	0	
放射線医学特別研究	352,693	352,693	0	
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	289,757	296,731	6,974	
安全解析研究経費	57,818	57,818	0	
安全管理・廃棄物処理対策経費	81,707	81,707	0	
重粒子線がん治療装置の研究開発等	4,397,920	7,274,828	2,876,908	
(項) 科学技術庁試験研究所施設費	(債) 1,081,500		(債)△ 1,081,500	
営繕等施設整備費	3,908,129	3,023,641	△ 884,488	
合　　計	(債) 1,081,500 14,949,335	16,960,211	(債)△ 1,081,500 2,010,876	

項　　目	歳出予算額	前年度繰越額	予備費使用額	流用等増△減額
211　科学技術庁				
95016-2123-09　各　所　修　繕	27,358,000	0	0	△　6,000,000
212　科学技術振興費	43,231,000	0	0	0
13073-2111-05　非常勤職員手当	8,279,0000	0	0	0
13073-2122-08　職　員　旅　費	37,000	0	0	0
13073-2122-08　外来研究員等旅費	148,000	0	0	0
13073-2123-09　試　験　研　究　費	34,767,000	0	0	0
225　科学技術振興調整費	251,500,000	0	0	0
13073-2111-05　非常勤職員手当	3,815,000	0	0	0
13073-2122-08　職　員　旅　費	5,638,000	0	0	0
13073-2122-08　外来研究員等旅費	678,000	0	0	0
13073-2123-09　試　験　研　究　費	208,171,000	0	0	0
13073-2125-14　科学技術総合研究委託費	33,198,000	0	0	0
217　放射能調査研究費	114,772,000	0	0	0
13073-2129-06　諸　謝　金	674,000	0	0	0
13073-2122-08　職　員　旅　費	3,083,000	0	0	0
13073-2122-08　委　員　等　旅　費	641,000	0	0	0
13073-2123-09　放　射　能　測　定　費	106,407,000	0	0	0
13073-2125-14　放射能測定調査委託費	3,967,000	0	0	0
218　科学技術庁試験研究所	13,617,561,000	0	0	22,278,000
13073-2111-02　職　員　基　本　給	1,792,843,000	0	0	21,368,000
13073-2111-03　職　員　諸　手　当	1,129,618,000	0	0	172,000
13073-2111-04　超　過　勤　務　手　当	98,160,000	0	0	738,000
13073-2111-05　非常勤職員手当	26,394,000	0	0	0
13073-2111-05　育　児　休　業　給	388,000	0	0	0
13073-2151-05　児　童　手　当	1,560,000	0	0	0
13073-2129-06　諸　謝　金	5,748,000	0	0	0
13073-2122-08　職　員　旅　費	16,266,000	0	0	0
13073-2122-08　委　員　等　旅　費	3,901,000	0	0	0
13073-2122-08　外来研究員等旅費	5,325,000	0	0	0
13073-2123-09　庁　費	58,192,000	0	0	0
13073-2123-09　試　験　研　究　費	10,167,009,000	0	0	0
13073-2123-09　通　信　専　用　料	6,902,000	0	0	0
13073-2123-09　受　託　研　究　費	4,024,000	0	0	0
13073-2203-09　医療機器整備費	118,586,000	0	0	0
13073-2123-09　医　療　費	157,600,000	0	0	0
13073-2123-09　土　地　借　料	4,430,000	0	0	0
13073-2123-09　患　者　食　糧　費	20,545,000	0	0	0
13199-2133-09　自　動　車　重　量　税	70,000	0	0	0
220　科学技術庁試験研究所施設費	5,522,828,000	0	0	0
13073-1202-08　施　設　施　工　旅　費	15,366,000	0	0	0
13073-1203-09　施　設　施　工　庁　費	133,098,000	0	0	0
13073-1204-15　施　設　整　備　費	4,893,364,000	0	0	0
13073-1944-15　不　動　産　購　入　費	481,000,000	0	0	0

出 決 算 科 目 別 内 訳

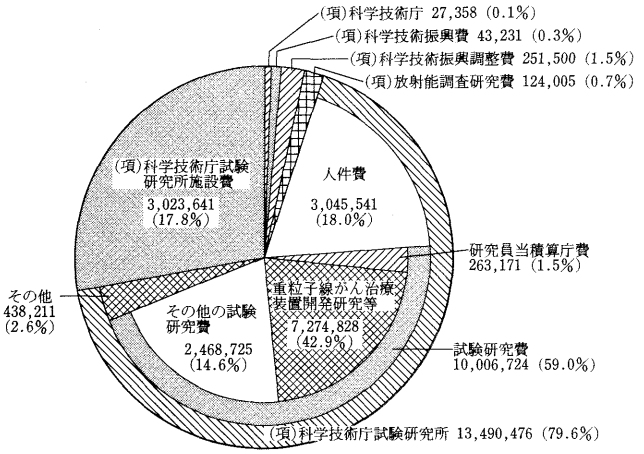
（単位：円）

歳出予算現額	支出済歳出額	翌年度繰越額	不 用 額	備 考
21,358,000	21,358,000	0	0	
43,231,000	43,221,605	0	9,395	
8,279,000	8,270,975	0	8,025	
37,000	36,330	0	670	
148,000	147,300	0	700	
34,767,000	34,767,000	0	0	
251,500,000	251,493,105	0	6,895	
3,815,000	3,810,320	0	4,680	
5,638,000	5,636,230	0	1,770	
678,000	677,555	0	445	
208,171,000	208,171,000	0	0	
33,198,000	33,198,000	0	0	
114,772,000	114,771,241	0	759	
674,000	674,000	0	0	
3,083,000	3,082,770	0	230	
641,000	640,471	0	529	
106,407,000	106,407,000	0	0	
3,967,000	3,967,000	0	0	
13,639,839,000	13,637,428,761	0	2,410,239	
1,814,211,000	1,813,600,228	0	610,772	
1,129,790,000	1,129,036,058	0	753,942	
98,898,000	98,897,994	0	6	
26,394,000	26,392,407	0	1,593	
388,000	0	0	388,000	
1,560,000	1,215,000	0	345,000	
5,748,000	5,748,000	0	0	
16,266,000	16,265,840	0	160	
3,901,000	3,890,930	0	10,070	
5,325,000	5,324,190	0	810	
58,192,000	58,192,000	0	0	
10,167,009,000	10,167,009,000	0	0	
6,902,000	6,736,111	0	165,889	
4,024,000	4,024,000	0	0	
118,586,000	118,586,000	0	0	
157,600,000	157,600,000	0	0	
4,430,000	4,296,103	0	133,897	
20,545,000	20,545,000	0	0	
70,000	69,900	0	100	
5,522,828,000	5,519,126,640	0	3,701,360	
15,366,000	11,664,640	0	3,701,360	関東地建支出委任分
133,098,000	133,098,000	0	0	〃
4,893,364,000	4,893,364,000	0	0	〃
481,000,000	481,000,000	0	0	

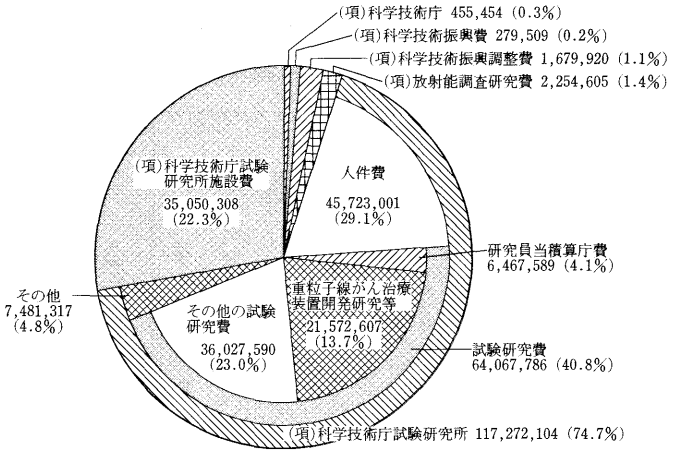
表3．平 成 5 年 度 歳

部　款　項　目	歳入予算額	徴収決定済額	収納済歳入額
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	410,489,000	376,774,190	376,774,190
5000-00 雑収入	11,022,000	10,259,343	10,259,343
5100-00 国有財産利用収入	4,885,000	4,430,954	4,430,954
5101-00 国有財産貸付収入	3,355,000	3,156,960	3,156,960
5101-01 土地及水面貸付料	94,000	118,174	118,174
5101-02 建物及物件貸付料	137,000	193,257	193,257
5101-03 公務員宿舎貸付料	3,124,000	2,845,529	2,845,529
5102-00 国有財産使用収入			
5102-01 版権及特許権等収入	1,530,000	1,273,994	1,273,994
5300-00 諸収入	6,137,000	5,828,389	5,828,389
5307-00 受託調査試験及役務収入			
5307-01 受託調査及試験収入	5,111,000	5,257,229	5,257,229
5309-00 弁償及返納金	138,000	0	0
5309-01 弁償及違約金	44,000	0	0
5309-02 返納金	94,000	0	0
5311-00 物品売払収入			
5311-04 不用物品売払代	260,000	81,626	81,626
5399-00 雑入	628,000	489,534	489,534
5399-01 労働保険料被保険者負担金	610,000	489,534	489,534
5399-99 雑収	18,000	0	0
合　計	421,511,000	387,033,533	387,033,533

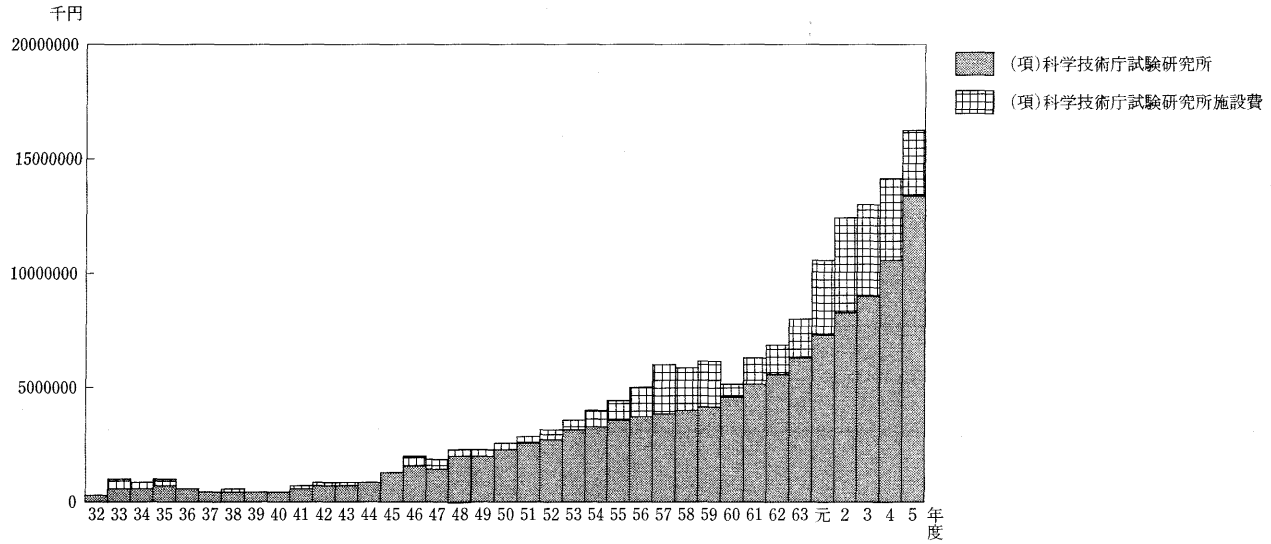
5 年 度 予 算 額



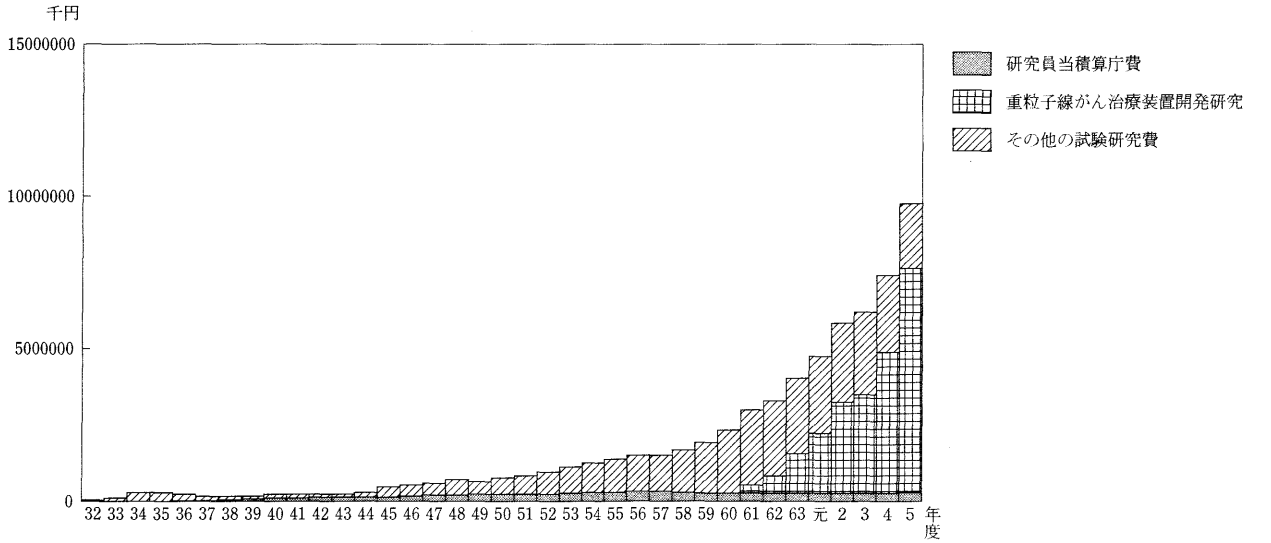
予 算 累 計 額



昭和32年以降予算の推移



(試 験 研 究 費)



入 決 算 科 目 別 内 訳

（単位：円）

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
0	0	△ 33,714,810	
0	0	△ 762,657	
0	0	△ 454,046	
0	0	△ 198,040	
0	0	24,174	
0	0	56,257	
0	0	△ 278,471	
0	0	△ 256,006	
0	0	△ 308,611	
0	0	146,229	
0	0	△ 138,000	
0	0	△ 44,000	
0	0	△ 94,000	
0	0	△ 178,374	
0	0	△ 138,466	
0	0	△ 120,466	
0	0	△ 18,000	
0	0	△ 34,477,467	

付　録　目　次

1．職　員　研　究　発　表
2．職員海外出張及び留学
3．来　所　外　国　人　科　学　者
4．外来研究員・客員研究官
　　特別研究員
5．研　究　生　・　実　習　生
6．養　成　訓　練　部　講　師
7．職　　員　　名　　簿
8．人　　事　　異　　動
9．栄　　　　　誉
10．共　　同　　研　　究
11．特　　許　　等
12．放　医　研　日　誌

1. 職 員 研 究 発 表

A. 原　　著

〔物理研究部〕

1. Hiraoka, T., Hoshino, K., Kawashima, K., Kato, H. and Tateno. Y. : A new gel using super absorbent polymer for mapping the spatial dose distributions of electron beams by MR imager. *Medical Dosimetry,* **18**, 73-79, 1993.
2. Hiraoka, T., Kawashima, K., Hoshino, K., Fukumura, A and Bichsel, H. : Energy loss of 70 MeV protons in organic polymers. *Medical Physics,* **20**, 135-141, 1993.
3. Inada*, T., Hiraoka, T., Sato, S. et al. : Characteristics of neutron beam generated by 500 MeV proton beam, Int. J. of *Radiation Oncology Biol. Phys.,* **25**, 499-504, 1993. (*Univ. of Tsukuba)
4. 村山秀雄、野原功全：3次元像再構成におけるOrlovの式の分析とその拡張、Med. Imag. Tech., **12**, 84-93, 1994.
5. Yamaguchi, H., Hongo, S., Takeshita, H., Iwai, K.*, and Iwai, S.** : Computational Models for Organ Doses in Diagnostic Nuclear Medicine, *Radiation Protection Dosimetry,* **49**, 333-337, 1993. (*Nihon University, **Mitsubishi Atomic Power Industry)
6. 平岡　武、星野一雄、竹下美津恵、川島勝弘：^{60}Coガンマ線による後方・側方散乱線の影響。放射線医学物理、**13**, 133-135, 1993.

〔薬理化学研究部〕

1. Ozawa, T., Ueda, J. and Hanaki, A.* : Copper(Ⅱ)-albumin complex can activate hydrogen peroxide in the presence of biological reductants : first ESR evidence for the formation of hydroxyl radical. Biochem. Molec. Biol. Int., 29, 247-253, 1993. (*Shizuoka Univ.)
2. 小沢俊彦、湯川修身、花木　昭*、松島美一**、小野寺佳代子**、河西素子**、戸張敦子**：銅(Ⅱ)錯体による過酸化水素の活性化、磁気共鳴と医学、4, 93-96, 1993.（*静岡大、**共立薬大）
3. Matsui, H.*, Sano, Y.**, Ishihara, H. and Shinomiya, T** : Regulation of pyocin genes in *pseudomonas* aeruginosa by positive (prtN) and negative (prtR) regulatory genes. *J. Bacteriol.,* **175**, 1257-1263, 1993. (*Kitazato Univ., **Mitsubishi Kasei Inst. Life Sci.)
4. Makoto Onoda and Daniel Djakiew (1993) A 29,000 Mr protone derived from round spermatids regulates Sertoli cell secretion. Mol. Cell. Endocrinol., 93 : 53-61.
5. Djakiew, D., Pflug, B. R., Delsite, R., Onoda, M., Lynch, J. H., Arand, G. and Thompson, E. W. (1993) Chemotaxis and chemokinesis of human prostate tumor cell lines in response to human prostate stromal cell secretory proteins containing a nerve growth factor-like protein. *Cancer Res.,* **53** : 1416-1420.
6. 宮田尚雄、古瀬雅子、松本信二：分裂酵母の成長・分裂に対する放射線の影響、放射線科学、36, 230-235, 1993.
7. Ikota, N : Synthesis of (2R, 3S, 4R)-3, 4-Dihydroxy-2-hydroxymethyl-pyrrolidine and (2S, 3R, 4S, 5S)-3, 4-dihydroxy-2, 5-dihydroxy-methylpyrrolidine from (R)-serine and D-ribonolactone. *Heterocycles,* **36**, 2035-2050, 1993.
8. Ueda, J., Ozawa, T., Miyazaki, M.* and Fujiwara, Y.* : SOD-like activity of complexes of nickel(Ⅱ) ion with some biologically important peptides and their novel reactions with hydrogen peroxide. *Inorg. Chim. Acta,* **214**, 29-32, 1993. (*Kyoritsu Coll. of Pharmacy)
9. Ozawa, T., Ueda, J. and Shimazu, Y. : DNA single strand breakage by copper(Ⅱ) complexes and hydrogen peroxide at physiological conditions. *Biochem. Molec. Biol. Int.,* **31**, 455-461, 1993.
10. Anzai, K., Yoshioka, Y.*, and Kirino, Y.*: Novel radioactive phospholipid probes as a tool for measurement of phospholipid translocation across biomembranes. *Biochim. Biophys. Acta,* **1151**, 69-75, 1993. (*Kyushu Univ.)
11. Lee, S.*, Iwata, T.**, Oyagi, H.**, Aoyagi, H.**, Ohno, M.**, Anzai, K., Kirino, Y.**, and Sugihara, G.* : Effect of salts on conformational change of basic amphipathic peptides from β-structure to α-helix in the presence of phospholipid liposomes and their channel-forming ability. *Biochim. Biophys. Acta,* 1151, 76-82, 1993. (*Fukuoka Univ., **Kyushu Univ.)
12. Anzai, K., Masumi, M.*, Kawasaki, K.*, and Kirino, Y.* : Frequent fusion of liposomes to a positively charged planar bilayer without calcium ions. *J. Biochem.,* 114, 487-491, 1993. (*Kyushu Univ.)
13. Onoda, M. and Djakiew, D.* : A 24,500 Da protein derived from rat germ cells is associated with Sertoli cell secretory function. *Biochem. Biophys. Res. Commun.,* **197**, 688-695, 1993. (*Georgetown Univ. Sch. Med.)
14. Ishihara, H., Yoshida, K.*, Nemoto, K.*, Tsuneoka, K., and Shikita, M. : Constitutive overexpression of the *c-fos* gene in radiation-induced granulocytic leukemia in mice. *Radiat. Res.,* **135**, 394-399, 1993.

(*Division of Physiology and Pathology)

15. Shinozaki, K.*., Anzai, K., Lee, S.**, Aoyagi, H.***, and Kirino, Y.**** : Ion channel activity of a synthetic peptide with a primary structure corresponding to the presumed poreforming region of the voltage dependent potassium channel. *Biochem. Biophys. Res. Commun.,* **198**, 445-450, 1994.
(*Kyushu Univ., **Fukuoka Univ., ***Nagasaki Univ., ****Tokyo Univ.)
16. Iwata, T.*, Lee, S.**, Oishi, O.*, Aoyagi, H.***, Ohno, M.*, Anzai, K. and Kirino, Y.**** : Design and synthesis of amphipathic 3_{10}-helical peptides and their interaction with phospholipid bilayers and ion channel formation. *J. Biol. Chem.,* **269**, 4928-4933, 1994. (*Kyushu Univ., **Fukuoka Univ., ***Nagasaki Univ., ****Tokyo Univ.)
17. Suzuki, K., Ishii-Ohba, H., Yamanouchi, H., Wakabayashi, K.*[1], Takahashi, M.*[2], and Inano, H. : Susceptibility of lactating rat mammary glands to gamma-ray-irradiation-induced tumorigenesis. *Intl. J. Cancer,* 56, 413-417, 1994.
(*[1]Gunma Univ., *[2]Sasaki Inst.)
18. Lamsam-Casalotti, S.*[1], Onoda, M., Papadopoulos, V.*[1] and Dym. M.*[1] : Developmental expression of GTP-binding proteins in rat testes. *J. Reprod. Fertl.,* **99**, 487-495, 1993. (*[1]Georgetown Univ. Sch. Med.)
19. Inano, H., Suzuki, K., Ishii-Ohba, H., Yamanouchi H., Takahashi, M.* and Wakabayashi, K.**: Promotive effects of diethylstilbestrol, its metabolite (Z,Z-dienestrol) and a stereoisomer of the metabolite (E,E-dienestrol) in tumorigenesis of rat mammary glands pregnancy-dependently initiated with radiation. *Carcinogenesis,* **14**, 2157-2163, 1993 (*Sasaki Inst., **Gunma Univ.)

〔生物研究部〕

1. Furuno-Fukushi, I., Aoki, K. and Matsudaira, H. : Mutation induction by different dose rates of gamma rays in near-diploid mouse cells in plateau- and log-phase culture. *Radiat. Res.* **136**, 97-102, 1993.
2. Hyodo-Taguchi, Y. and Etoh, H. : Vertebral malformations in medaka (Teleost fish) after exposure to tritiated water in the embryonic stage. *Radiat. Res.,* **135**, 400-404, 1993.
3. Inoue, M., Kurihara, T., Yamashita, M. and Tatsumi, K. : Effects of treatment with methyl methanesulfonate during meiotic and postmeiotic stages and maturation of spermatozoa in mice. *Mutat. Res.*, **294**, 179-186, 1993.
4. Muraiso, C., Mudgett, J. S., Matsudaira, H., and Strniste G. F. : A shuttle vector system for studying ionizing radiation-induced mutagenesis in mammalian cells. *J. Radiat. Res.,* **34**, 148-156, 1993.
5. 小沢俊彦、湯川修身、花木 昭、松島美一、小野寺佳代子、河西素子、戸張敬子：銅（Ⅱ）錯体による過酸化水素の活性化－配位子の違いによるヒドロキシルラジカル生成への影響－磁気共鳴と医学、**4**, 93-96, 1993.
6. Hyodo-Taguchi, Y. and Sakaizumi, M. : List of inbred strains of the medaka, *Oryzias latipes,* maintained in the Division of Biology, National Institute of Radiological Sciences. The Fish Biology MEDAKA, 5:29-30 (1993)
7. Hirobe, T. : Keratinocytes are involved in regulating the developmental changes in the proliferative activity of mouse epidermal melanoblasts in serum-free culture. *Develop. Biol.*, **161**, 59-69, 1994.
8. Zong Xuan Jin.*[1], Nakajima, T., Morisawa, M.*[2], and Hayashi, H.*[1], Isolation and Properties of a Protein Complex Containing Flagellar Movement-Initiating Phosphoprotein from Testes of a White Salmon. *J. Biochem.*, **115**, 522-556, 1994. (*[1]Nagoya Univ., *[2]Tokyo Univ.)
9. 浜名康栄、市村幸子、三田和英：HeLa 細胞および Tetrahymena のポリアミン合成に対する熱ショックおよび過酸化水素の影響、群馬大学医療技術短期大学部紀要、**14**, 1-5, 1994.
10. 法喜ゆう子、立花 章、巽 紘一：フローサイトメトリーを用いた体細胞遺伝子突然変異の定量的検出、*Cytometry Res.* **3**, 79-84, 1993.

〔遺伝研究部〕

1. Takahashi, E., Koyama, K., Hitomi, A., and Nakamura, Y. : A high-resolution cytogenetic map of human chromosome 12 : localization of 195 new cosmid markers by direct R-banding fluorescence *in situ* hybridization. *Hum. Genet.,* **92**, 405-409, 1993.
2. Hayasaka, K., Himoro, M., Takada, G., Takahashi, E., Minoshima, S., and Shimizu, N. : Structure and localization of the gene encoding human peripheral myelin 2 (PMP2). *Genomics,* **18**, 244-248, 1993.
3. Nakamura, Y., Okui, K., Takahashi, E., and Koyama, K. : Isolation and mapping of 328 new cosmid markers on chromosome 8:construction of a high-resolution cytogenetic map of chromosome 8 with 416 markers. *Cytogenet. Cell Genet.,* **65**, 115-118, 1993.
4. Matsuda, Y., Manly, K. F., Chapman, V. M. : *In situ* analysis of centromere segregation in C57BL/6 x *Mus spretus* interspecific backrosses. *Mammalian Genome,* **4**, 475-480, 1993.
5. Nonaka, M., Matsuda, Y., Shiroishi, T., Moriwaki, K., Nonaka, M., Natsuume-Sakai, S. : Molecular cloning of the b subunit of mouse coagulation factor XIII and assignment of the gene to chromosome 1 : Close evolutionary relationship to complement factor H. *Genomics*, **15**, 535-542, 1993.

6. Shinohara, A., Ogawa, H., Matsuda, Y., Ushino, N., Ikeno, K., Ogawa, T. : Cloning of human, mouse and fission yeast recombination genes homologous to RAD51 and recA. *nature Genetics*, **4**, 239-243, 1993.
7. Carman, O., Matsuda, Y., Oshiro, T., Takashima, F. : Mapping of rRNA genes (NOR) on carp chromosomes using the cloned probe of mouse rRNA by FISH analysis. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., 59, 729, 1993.
8. Takahashi, E., Hitomi, A., Nakamura, Y. : A high-resolution cytogenetic map of human chromosome 5 : localization of 206 new cosmid markers by direct R-banding fluorescence *in situ* hybridization. Genomics, 17, 234-236, 1993.
9. Suzumori, K., Yamauchi, M., Seki, N., Kondo, I., Hori, T. : Prenatal diagnosis of a hypermethylated full fragile X mutation in chorionic villi of a male fetus. J. Med. Genet., 30, 785-787, 1993.
10. Morimyo, M., and Mita, K. : A simple and rapid amplification procedure for cDNA cloned in dephosphorylated plasmid. Nucleic Acids Res. 21, 1679-1680, 1993.
11. Whelan, j., Phear, G., Yamauchi, M., and Meuth, M. : Clustered base substitutions in CTP synthetase conferring drug resistance in Chinese hamster ovary cells. Nature Genetics 3, 317-322, 1993.
12. Hori, T., Yamauchi, M. Seki, N. and Kondo, I. Heritable unstable DNA sequences and hypermethylation associated with fragile X syndrome in Japanese families. *Clin. Genet.*, 43, 34-38, 1993.
13. Seki, N., Yamauchi, M., Saito, T., Katakura, R., Ohta, T., Niikawa, N. and Hori, T. Microdissection and microcloning of genomic DNA markers from human chromosomal region 11q23. *Genomics*, 16, 169-172, 1993.
14. Yamauchi, M., Nagata, S., Seki, N., Harada, N., Niikawa, N., Masuno, I., Kajii, T., and Hori, T. Prenatal diagnosis of fragile X syndrome by direct detection of dynamic mutation due to unstable DNA sequence. *Clin. Genet.* 44, 169-172, 193.
15. Hori, T., Masuno, Wakazono, A., Takahashi, E., Katakura, R. and Orii, T.: Interstitial deletion of the long arm of chromosome 11: An ascertainment by fluorescence in situ hybridization. *Jpn. J. Hum. Gent.* 28, 219-224, 1993.
16. Takano, H., Onodera, O., Tanaka, H., Mori, H., Sakimura, K., Hori, T. Kobayashi, H., Mishin, M., and Tsuji, S. Chromosomal localization of the ε1 ε3 and ξ1 subunit genes of the huma NMDA receptor channel. *Biochem. Biophys. Res. Comm.* 197, 922-926, 1993.

〔生理病理研究部〕

1. Morishita, Y., Tanaka, T., Mori, H. and Sasaki, S. : Effects of X-irradiation on N-methyl-N-nitrosourea-induced multi-carcinogenesis in rats. *Jpn. J. Cancer Res.*, 84, 26-33, 1993.
2. Shimizu, T., Takeshita, S., Muto, M., Kubo, E., Sado, T. and Yamagishi, H. Mouse germline transcript of TCR_{α}-joining region and temporal expression in ontogeny. Int. Immunol. 5, No2, 155-160 (1993).
3. Inoue, T., Asano, Y., Matsuoka, S., Furutani-Seki, M., Aizawa, S., Nishimura, H., Shirai, T. and Tada, T. Distinction of mouse CD8 suppressor effector T cell clones from cytotoxic T cell clones by cytokine production and CD45 isoforms. J. Immunol. 150, 2121-2128, 1993.
4. Yoshida, K., Nemoto, K., Nishimura, M. and Seki, M. : Exacerbating factors of radiation-induced myeloid leukemogenesis. Leuk. Res., 17, 437-440, 1993.
5. Tsuchiya, K., Suzuki, Y., Mabuchi, K., Suzuki, T., Hirabayashi, Y. and Sakiyama, H. Characterization of sialyltransferase of B16 melanoma cells involved in the formation of melanoma-associated antigen GM3. J. Clin. Biochem. Nutr. **14**, 141-149, 1993.
6. Kitagawa, M., Kamisaku, H., Sado, T. and Kasuga, T. : Friend leukemia virusinduced leukemogenesis in fully H-2 incompatible C57BL/6→C3H radiation bone marrow chimeras. *Leukemia,* 7, 1041-1046, 1993.
7. Miyamura, Y., Otsu, H., Niwa, O., Kurishita, A., Watanabe, H., Sado, T., Ono, T. : Comparison of the age- and tumor-associated changes in the c-myc gene methylation in mouse liver. *Gerontology,* **39** (Suppl. 1), 3-10, 1993.
8. Okamoto, M., Otsu, H., Miyaki, M., Yonekawa, H. : No allelic loss at the p53 locus in 1, 2-dimethylhydrazine-induced mouse colon tumors : PCR-SSCP analysis with sequence-tagged microsatellite site primers. *Carcinogenesis,* **14**, 1483-1486, 1993.
9. Sakiyama, H., Yasukawa, M., Nishijima, M., Wada, E. and Kanegasaki, S. : Mechanisms of suppression of X-ray-induced transformation of 10Tl/2 cells by lipopolysaccharide. *J. Red. Res.,* **34**, 285-293, 1993.
10. Higashimoto, Y.*, Fukuchi, Y.*, Shimada, Y., Ishida, K.*, Ohata, M.*, Furuse, T., Shu, C.*, Teramoto, S.*, Matsuse, T.*, Sudo, E.*, and Orimo, H.* (*Univ. of Tokyo) : The effect of Aging on the function of alveolar macrophages in mice. *Mechanisms of Aging and Development,* **69**, 207-217, 1993.
11. Ishihara, H., Yoshida, K., Nemoto, K., Tsuneoka, K. and Shikita, M. : Constitutive Overexpression of the c-fos Gene in Radiation-indrued Granulocytic in Leu Kemia Mice. Radiat. Res. 135, 394-399, 1993.
12. Shimizu, T., Muto, M., Kubo, E., Sado, T. and Yamagishi, H. : Multiple pre-neoplastic events and clonal selection of radiation induced mouse thymic lymphomas shown by TCR gene rearrangements. *Leukemia Research,* **17**, 959-965, 1993.
13. Shimada, Y., Yasukawa-Barnes, J.*, Kim, R.*, Gould, M. N.* and Clifton, K. H.* : Age and Radiation Sensitivity of

of Rat Mammary Clonogenic Cells. *Radiat. Res.,* **137**, 118－123, 1994. (*University of Wisconsin－Madison).
14. Higashimoto, Y.*, Fukuchi, Y.*, Ishida, K.*, Shimada, Y., Ohata, M.*, Funasako, M.*, Shu, C.*, Teramoto, S.*, Matsuse, T.*, Sudo, E.*, and Orimo, H.* : Effect of Chronic Tabacco Smoke Exposure on the Function of Alveolar Macrophages in Mice. *Respiration,* **61**, 23－27, 1994. (*University of Tokyo)
15. Aizawa, S., Sado, T., Kamisaku, H., Nemoto, K. and Yoshida, K. : Graft－versus－leukemia effect in allogeneic bone marrow transplantation in mice against several radiation－induced leukemias. *Bone Marrow Transplantation,* **13**, 109－114, 1994.
16. Inoue, T.*, Hirabayashi, Y.*, Kanisawa, H.*, Mitsui, H.*, Taniguchi, S.*, and Yoshida, K. : Hematopoietic Spleen Colony Formation in the Rat : Effect of ^{89}Sr－Induced Bone Marrow Aplasia. *J. Comp. Path.,* **110**, 195－205, 1994.
17. Yamaguchi, K., Kato, N., Sakai, N., Matsumoto, M., Nagasawa, S., Hatsuse, T., Toyoguchi, T., Moriya, H., Sakiyama, H. : Immune complex independent activation of complement, Cls secreted from hamster embryo malignant fbroblasts, Ni12C2 in serum free culture medium. *Biochim. Biophys. Acta,* **1205**, 133－138, 1994.

〔障害基礎研究部〕

1. Stackhouse, M. A., Ortiz, J. B., Sato, K. and Chen, D. J. : Functional complementation of the radiation－sensitive mutant M10 cell line by human chromosome 5. *Mutation Res.,* **323**, 47－52, 1994.
2. Kanda, R., Jiang, T., Hayata, I., and Kobayashi, S. : Effects of colcemid concentration on chromosome aberration analysis in human lymphocytes. J. Radiat. Res., 35, 41－47, 1994.
3. Raymond L. Warters, Bradley W. Lyons, David J. Chen and Koki Sato : DNA－damage processing in a radiation－sensitive mouse cell line. *Mutation Research,* **293**, 91－98, 1993.
4. Hayata, I. : Removal of stainable cytoplasmic substances from cytogenetic slide preparations. *Biotechnic & Histochemistry,* 68, 150－152, 1993.

〔内部被ばく研究部〕

1. 小木曽洋一、肖　慧娟、山田　裕：肺胞マクロファージ・コロニー形成能に対する粉塵粒子の細胞毒性・日本網内系学会誌、**33**, 179－184, 1993.
2. 飯田治三、福田　俊：ラットの加齢に伴う骨重量および含有成分量の変化・実験動物、**42**, 349－356, 1993.
3. Fukuda, S. and Iida, H. : Removal of plutonium by a new type calcium and combination of the calcium and Ca－DTPA in rats. *Hoken Butsuri,* **28**, 167－172, 1993.
4. Oghiso, Y., Shao, F.－H., Yamada, Y. : Cytotoxicity of fibrogenic asbestos and silica on murine pulmonary alveolar macrophage colony－forming cells. *Inhalation Toxicology,* **5**, 303－311, 1993.
5. Ishigure, N., Nakano, T. and Enomoto, H. : Activity Measurement of Plutonium in Solid Samples by LX－ray Counting with a Phoswich Detector. *Hoken Butsuri,* **28**, 195－201, 1993.
6. Fukuda, S. and Iida, H. : Histomorphometric changes in iliac trabecular bone during pregnancy and lactation in beagle dogs. *J. Vet. Med. Sci.,* **55**, 565－569, 1993.
7. Takahashi, S., Kubota, Y., Sato, H. and Matsuoka, O. : Retention of ^{133}Ba in the trachea of rabbits, dogs, and monkeys following local administration as $^{133}BaSO_4$ Particles－*Inhalation Toxicol.,* **5**, 265－273, 1993.
8. 福田　俊、飯田治三：骨梁骨の形態計測法による骨量とDXAによる骨塩量との相関・日骨形態誌，*Vol.* **3**, 205－209, 1993.
9. Takahashi, S., Koshimoto, C. and Kubota, Y. : Effect of γ－Irradiation on the uptake and digestion of ^{125}I－labeled bovine serum albumin by rat visceral yolk sac cultured in vitro. *J. Radiat. Res.,* **34**, 171－176, 1993.
10. Kondo, T.*, Takahashi, S., Sato, H., Yamada, M.*, Kikuchi, T.* and Furuya, K.* : Cytotoxicity of size－density fractionated coal fly ash in rat alveolar macrophages cultured in vitro. *Toxic. in Vitro.,* **7**, 61－67, 1993. (*Tokyo Science Univ.)
11. Yamada, M.*, Takahashi, S., Sato, H., Kondo, T.*, Kikuchi, T.*, Furuya, K.* and Tanaka, I.* : Solubility of nickel oxide particles in various solutions and rat alveolar macrophages. *Biol. Trace Element Res.,* **36**, 89－98, 1993. (*Tokyo Science Univ.)
12. Kubota, Y., Sato, H., Koshimoto, C. and Takahashi, S. : Transfer of ^{239}Pu to mouse fetoplacental tissues. *J. Radiat. Res.,* **34**, 157－163, 1993.
13. Bulman R. A.*, Sato, H., Takahashi, S. and Kubota, Y. : ^{59}Fe release from alveolar macrophages by macromolecular forms of chelating agents. *J. Radiol. Prot.,* **13**, 127－133, 1993. (*National Radiological Protection Board)

〔環境衛生研究部〕

1. Matsumoto, M., Nakamura, T., Watabe, H., Itoh, M., Hatazawa, J. : Estimation of organ biodistribution and absorbed dose from external measurement with TLDs in PET studies. *Med. & Biol. Eng. Comput.,* **31**, 151－156, 1993.

2．佐藤　至、松坂尚典、品川邦汎、小林晴男、西村義一：安定体マンガンによる体内マンガン－54の除去効果、保健物理、**28**, 41－45, 1993.
3．佐藤　至、松坂尚典、西村義一、品川邦汎、小林晴夫：放射性物質除去剤としてのゼオライトの有効性　－ ^{54}Mn および ^{65}Zn の生物的半減期への影響、Radioisotopes, **42**, 289－292, 1993.
4．佐藤　至、松坂尚典、西村義一、品川邦汎、小林晴夫：放射性物質除去剤としてのゼオライトの有効性 (2)in vitroでの ^{54}Mn 吸着性、Radioisotopes, **42**, 569－574, 1993.
5．佐藤　至、松坂尚典、品川邦汎、小林晴夫、西村義一：塩化マンガンおよびCa－DTPAの体内マンガン－54の除去効果、保健物理、**28**, 407－412, 1993.
6．Uchiyama, M., Nakamura, Y. and Kobayashi, S. : Temporal change in radiocesium intake for USSR residents－estimation from the body burdens of both visitors and Japanese returnees from the USSR, measured using a whole－body counter in Japan. J. Nucl. Sci. Technol. **30** : 444－455, 1993.
7．Uchiyama, M., Nakamura, Y. and Kobayashi, S. : The gap between the perception by the public and the reality of the health risk due to internal dose from ^{137}Cs to the Japanese population as the consequences of a reactor accident, In : Proceedings of Fukui Workshop on Health Risks : Perspectives and Research, Edited by Sugahara, T., Torizuka, K., Kobayashi, S. and Ishii, I., Health Research Foundation. 196－198, 1993.
8．Uchiyama, M., and Kobayashi, S.: The Gap between the Perception by the Public and the Reality of the Health Risk due to Internal Dose from Cesium－137 to the Japanese Population As the Consequences of the Chernobyl Nuclear Power Plant Accident. Japanese J. Risk Anal. 5, 17－22, (1994) 3.
9．Kojima, H., Abe, S. and Fujitaka, K. : Semi－Empirical Estimation of Deposition Velocity of Unattached Radon Daughters in a Room, Radiat. Prot. Dosim., **46**. No.2, 103－109 (1993).
10．古川雅英：日本列島の自然放射線レベル、地学雑誌、**102**, 868－877, 1993.
11．Miki, M.*, Furukawa, M., Otofuji, Y.*, Tsao, S.** and Huang, T.** : Palaeomagnetism and K－Arages of Neogene rocks of northern Taiwan : tectonics of the arc junction of Ryukyu and Luzon arcs. Geophysical J. Intemational, **114**, 225－233, 1993. (*Kobe Univ., **Central Geological Survey, Taiwan)
12．森永速男*、安達泰久*、古川雅英、井口博夫*、後藤博彌*、安川克巳*、新垣義夫**：古地磁気からみた沖縄県普天間宮洞穴産石筍の成長速度、日本洞窟学会誌、**18**, 24－32, 1993.（*神戸大学、**普天間神宮）
13．Kurotaki, K. and Kawamura, S.* : Molar Volumes of Metal Complex lons in Water Part 1. －Hexaammine and Trisdiamine Complexes. J. Chem. Soc. Faraday Trans., **89**(16), 3039－3042 (1993) (*Kanagawa Univ.)
14．Watari, K., Imai, K., Takeshita, H. and Hatsushiba, H. : Adsorption of High Oxidation State Ruthenium Anion on Filter Paper. J. Nucl. Sci. & Technol., **31**(3), 253－254 (1994)
15．Abe, M., Kurotaki, K., Shibata, S., Takeshita, H. and Abe S. : Trend Analysis of Ten Years of Changes in Radioactive Substances in the Atmosphere at Chiba, Japan. Proceeding of an International Symposium on Applications of Isotope Techniques in Studying Past and Current Enviromental Changes in the Hydrosphere and the Atmosphere, IAEA－SM－329/8, 35－42 (1993).
16．Shibata, S., Watari, K., Noda, Y., Ambe, S.*, Ohkubo, Y.*, Iwamoto, M.*, Kobayashi, Y.*, Yanokura, M.*, Maeda, H.*, and Ambe, F.* : Adsorption Behavior of Various Elements in Chloride Solutions on Activated Carbon Fiber and Non－ionic Macro－reticular Copolymer Using Multitracer. RIKEN Accel. Prog. Rep. 27, 83 (1993)
*(*The Institute of Physical and Chemical Research. (RIKEN))*
17．Hisamatsu, S.*. Inoue. Y. and Takizawa. Y.*. : Organically－bound tritium concentration in unhulled rice samples. J. Radiat. Res., 35. 112－115, (1994).

〔技　術　部〕
1．森　祐二*、森　雅樹*、山田耕三**、福久健二郎、鈴木　明*：縦隔リンパ節のCT診断における部位命令の一致性に関する検討　－第1報－、肺癌、33：207－214, 1993.
(*札幌医科大学第3内科、**神奈川県立がんセンター)
2．野辺地篤郎*、松本　徹、福久健二郎、飯沼　武、舘野之男、志田寿夫**、細田　裕*3、石田正光*4：ディジタル画像のじん肺診断への応用　－最適画像処理条件の検討－、臨床放射線　38：653－662, 1993, 6.
（*聖路加国際病院名誉医長、**硅肺労災病院、*3放射線疫学調査センター、*4富士写真フィルム㈱）
3．岡本正則：電気射精により採取したカニクイザル精液における精子濃度の周年変動、実験動物、43, 25－31, 1994.

〔総括安全解析研究官付〕
1．中村祐二：日本人集団に対する放射線リスク諸量の計算、保健物理 28, 47－61, 1993.
2．岩崎民子、西澤かな枝、他：わが国における白血病の地理的分布、厚生の指標 40, 30－36, 1993.
3．Doi, M., Fujimoto, K., Kobayashi, S. and Yonehara, H.* : Spatial distribution of Thoron and Radon concentrations in the indoor air of a traditional Japanese wooden house, *Health Phys,* **66**(1), 43－49, 1994.
(*Dept. of Experimental Radiology, Shiga University of Medical Science)

4．岩崎民子、西澤かな枝：日常生活のリスクとレジャーリスク、保健物理 28, 179－185, 1993.
5．岩崎民子、西澤かな枝：日本における最近の労働災害のリスク、業種別、年齢階級別死亡の経年変化、保健物理 28, 173－178, 1993.
6．岩崎民子、西澤かな枝、他：日本における原子力施設周辺の白血病及びその他の造血組織の悪性新生物死亡について 保健物理 28, 297－309, 1993.
7．高山　誠、西澤かな枝、他：直線加速器による Stereotacyic Radiosurgery 照射方法の比較検討 、日放腫会誌 5, 197－207, 1993.
8．Kanda, R., Jiang, T*[1]., Hayata, I. and Kobayashi, S. : Effects of colcemid concentration on chromosome aberration analysis in human lymphocytes, *J. Radiat. Res.* **35**, 41－47, 1994.
(*[1]Laboratory of Industrial Hygiene, Ministry of Public Health, Beijing, China)

〔養成訓練部〕
1．Joshima, H. and Tamanoi, I. : The Radio－iron Uptake into Heme Fraction of Fetal Liver Cells in Vitro as a Measure of Liver Erythropoietic Activity in Fetal Mice. J. Coll. Arts Sci. Chiba, B－26, 21－29, 1993.
2．Koshijima, T. : Proposal of figure of merit based on concept of noise factor. J. Nucl. Sci. Technol. 30, 600－602, 1993.
3．Nenoi, M., Mita, K., Ichimura, S. and Cartwright, I. L. : Novel structure of a Chinese hamster polyubiquitin gene. *Biochim. Biophys. Acta,* **1204**, 271－278, 1994.
4．Watari, K., Imai, K., Takeshita, H. and Hatsusiba, K. : Adsorption of High Oxidation State Ruthenium Anion on Filter Paper *J. Nucl. Sci. Technol.,* **31**, 253－254, 1994.
5．Shibata, S., Watari, K., Noda, Y., Ambe, S.*, Ohkubo, Y.*, Iwamoto, M.*, Kobayashi, Y.*, Yanokura, M.*, Maeda, H.*, and Ambe, F.*, (*The Institute of Physical and Chemical Research) : Adsorption Behavior of Various Elements in Chloride Solutions on Activated Carbon Fiber and Non－ionic Macro－reticular Copolymer Using Multitracer *RIKEN Accel. Prog. Rep.* **27**, 83, 1993.

〔障害・臨床研究部〕
1．松本　徹、*[1]木戸長一郎、*[1]遠藤登喜子、飯沼　武、*[2]阿部力哉、*[3]石田常博、*[4]太田　潤、*[5]福田　護、*[6]森本忠興、*[7]田代英哉、*[8]吉田弘一、*[9]笹川道三、富永祐民（放医研、*[1]愛知県がんセンター、*[2]福島県立医科大学、*[3]群馬大学、*[4]大阪大学微生物研究所付属病院、*[5]聖マリアンナ医科大学、*[6]徳島大学医療短期大学、*[7]国立病院病院がんセンター、*[8]宮城県立成人病センター、*[9]栃木県立がんセンター）：乳房X線撮像の診断精度に関するprospective study－視触診との比較、日本乳癌検診学会誌、2, (1), 43－52, 1993.
2．松本　徹、*[1]木戸長一郎、*[1]佐々木文雄、*[1]遠藤登喜子、飯沼　武、*[2]阿部力哉、*[3]石田常博、*[4]太田　潤、*[5]福田　護、*[6]森本忠興、*[7]田代英哉、*[8]吉田弘一、*[9]笹川道三、富永祐民（放医研、*[1]愛知県がんセンター、*[2]福島県立医科大学、*[3]群馬大学、*[4]大阪大学微生物研究所付属病院、*[5]聖マリアンナ医科大学、*[6]徳島大学医療短期大学、*[7]国立病院九州がんセンター、*[8]宮城県立成人病センター、*[9]栃木県立がんセンター）：乳房X線撮影像の診断精度に関するretrospective study－読影者間変動の解析および前回読影実験結果との比較、日本乳癌検診学会誌、2, (1), 53－61, 1993.
3．*山本眞司、*田中一平、*千田昌弘、舘野之男、飯沼　武、松本　徹、*[2]松本満臣：肺癌検診用X線CT（LSCT）の基本構想と診断支援画像処理方式の検討、電子通信情報学会誌 D－11, J76－D－II, 250－260, 1993.
（*豊橋技術科学大学、*[2]群馬大学）
4．*野辺地篤郎、松本　徹、福久健二郎、飯沼　武、舘野之男、*2志田寿夫、*[3]細田　裕、*[4]石田正光：デイジタル画像のじん肺診断への応用－第一報最適画像処理条件の検討、臨床放射線、38, 653－662, 1993.
（*聖路加国際病院、*[2]珪肺労災病院、*[3]放射線疫学調査センター、*[4]富士フィルム㈱）
5．古瀬和寛*[1]、飯沼　武*[2]、遠藤真広*[2]、大内敏宏*[3]、志賀逸夫*[4]、高橋睦正*[5]、能瀬忠男*[6]、馬渕順久*[7]、宮坂和男*[8]、朝倉哲彦*[9]、端　和夫*[10]、吉本高志*[11]、湯浅龍彦*[12]、舘野之男*[2]（*[1]中津川市民病院脳神経外科、*[2]放医研、*[3]亀田総合病院放射線科、*[4]慶応義塾大学放射線診断科、*[5]熊本大学医学部放射線科、*[6]筑波大学臨床医学系脳神経外科、*[7]蘇生会総合病院放射線科、*[8]北海道大学医学部放射線科、*[9]鹿児島大学医学部脳神経外科、*[10]札幌医科大学脳神経外科、*[11]東北大学医学部脳神経外科、*[12]東京医科歯科大学医学部神経内科）：日本磁気共鳴医学会・頭部MRAスクリーニング検討委員会報告（2）脳ドック実施医療機関アンケートとその集計結果について、日本磁気共鳴医学会雑誌 別冊、13(3), 187－196, 1993.
6．Suhara, T., Inoue, O., Kobayashi, K., Suzuki, K., Tateno, Y. : Age－related changes in human muscarinic acetylcholine recepters measured by positron emission tomography. Neuroscience Letters., **149**, 225－228, 1993.
7．舘野之男：PETを用いる脳内情報伝達けい解明のための基礎研究、省際基礎研究成果集、9, 1993.
8．山田一孝*[1]、加藤博敏、神保　猛*[2]、杉原　博*[1]、中島憲二*[1]、古賀雅久、宍戸文男、舘野之男、池平博夫*[3]、（*[1]第一製薬㈱第三研究所、*[2]第一製薬㈱探索第一研究所、*[3]千葉大学医学部放射線科）：DV－7572注のウサギ肝移植腫瘍モデルにおける造影効果の検討、Japanese Pharmacology & Therapeutics, **21(Suppl.3)**, 7－15, 1993.

9．宮本忠昭、中野隆史、佐野眞一郎、松岡祥介、向井　稔、森田新六、恒元　博、溝江純悦、赤沼篤夫、中村　譲、古川重夫、加藤博敏、安藤興一、宍戸文男、飯沼　武、舘野之男：粒子線治療施設の有効利用に関する総合適評価研究6・放射線治療と粒子線治療施設の有効利用、日放腫会誌、**4 supp1, 2**, 121－125, 1993.
10. M. Kimoto, K. Ando, S.Koike, T. Matsumoto, T. Jibu, H. Moriya and S. Kanegasaki Significance of platelets in an antimetastatic activity of bacterial lopopolysaccharide *Clin. Exp. Metastasis.* **11**, 285－292, 1993.
11. T. Jibu, S. Koike, K. Ando, T. Matsumoto, M. Kimoto and S. Kanegasaki Antimetastatic activity of lipopolysaccharide against a NK－resistant murine fibrosarcoma *Clin. Exp. Metastasis.* **11**, 306－312, 1993.
12. 飯沼　武、舘野之男：高リスク群選別による癌検診の費用効果分析－主として肝細胞癌を例として日消集検誌　**31**：No.4, 25－30, 1993.
13. Shinotoh H*, Inoue O, Hirayama K*, Aotsuka A*, Asahina M*, Suhara T, Yamazaki T, Tateno Y （*Department of Neurology, School of Medicine, Chiba University）：Dopamine D1 receptors in Parkinson's disease and striatonigral degeneration : a positron emission tomography study. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry.,* **56**, 467－472, 1993.
14. Shinotoh H, Inoue O, Hirayama K, Aotsuka A, Asahina M, Suhara T, Yamazaki T, Tateno Y. : Dopamine D1 receptors in Pakinson's disease and striato nigral degeneration : a positron emission tomography study. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry.,* **56**, 467－472, 1993.
15. Hiraoka T, Hoshino K, Kawashima K, Kato H, Tateno Y. : A new gel using super absorbent polymer for mapping the spatial dose distributions of electron beams by MR imager. *Medical Dosimetry.,* **18**, 73－79, 1993.
16. Suhara T, Inoue O, Kobayashi K, Suzuki K, Itoh T, and Tateno Y. : No agerelated changes in human benzodiazepine receptor binding measured by PET with [11C] Ro 15－4513. *Neuroscience Letters.,* **159**, 207－210, 1993.
17. 舘野之男：第5章 PET の診断への応用、最新腫瘍核医学　診断と治療、**89－1**, 14, 1993.
18. T. Miyazaki, G. Suzuki, and K. Yamamura, The role of macrophages in antigen presentation and T cell tolerance *Int. Immunol.* **5**, 1023－1033, 1993.
19. Kawase, Y., Akashi, M., Ohtsu, H., Aoki, Y., Akanuma, A., and Suzuki, G. : Effect of Human Recombinant Granulocyte Colony－Stimulating Factor on lnduction of Myeloid Leukemias by X－lrradiation in Mice, *Blood.,* 82, 2163－2168, 1993.
20. 飯沼　武、舘野之男、後藤裕夫*、土井偉誉*、胃集団検診における間接X線読影の検討　日消集検雑誌　**31**：No.6, 19－23, 1993.（＊岐阜大学医学部放射線科）
21. 飯沼　武、舘野之男：癌集団検診における放射線被曝と個人のリスク（余命の短縮）、日本医学放射線学会雑誌、**53(1)**, 57－65, 1993.
22. 宍戸文男*1、古賀雅久、舘野之男、上村和男*2（*1福島県立医科大学・放射線科学講座、*2秋田県立脳血管研究センター）：PET による脳の循環と代謝の解析、神経内科、**39**, 472－479, 1993.
23. 井上　修、舘野之男：PET による神経受容体と酵素の測定、神経内科、**39**, 480－486, 1993.
24. Shinotoh, H.*1, Hirayama, K.*1, Tateno, Y. : Dopamine D1 and D2 receptors in Parkinson's disease and Striatonigral degeneration determined by PET. *Adv－Neurol,* **60**, 488－493, 1993. (*1Chiba University)
25. S. Koike, K. Ando and H. Ikehira*1 : Relations between radiobiologycal hypoxia and nuclear magnetic resonance－imaged blood microcirculation in experimental tumors. 1993, 10. *J. Jpn. Soc. Ther. Radiol. Oncol.* **5** ; 293－301, 1993. (*1Chiba University)
26. Irie, T. and Fukushi, K. : Evaluation of phenylmethanesulfonyl fluoride (PMSF) as a tracer candidate mapping acetylcholinesterase in vivo. *Nucl. Med. Biol.,* **20**, 991－992, 1993.
27. Suhara, T., Inoue, O., Kobayashi, K., Satoh, T., Tateno, Y. : An acute effect of triazolam on muscarinic cholinergic receptor binding in human brain measured by positron emission tomography. Psychopharmacology, 113 : 311－317, 1994.
28. Sedvall, G., Karlsson, P., Lundin, A., Anvret M., Suhara, T., Halldin, C., Farde, L. : Dopamine D1 receptor number－a sensitive PET marker for early brain degeneration in Huntington's disease. Eur Arch Psychi Clin Neurosci, 243 : 249－255, 1994.
29. Farde, L., Halldin, C., Muller, L., Suhara, T., Karlsson, P., Hall, H., Neumeyer J. L., Swahn C.－G. : [^{11}C] β－CIT, a cocaine analogue which selectively labels dopamine transporters in the human basal ganglia. Synapse, 16 : 93－103, 1994.
30. Shinotoh, H., Asahina, M., Inoue, O., Suhara, T., Hirayama, K., Tateno, Y. : The effect of trihexyphenidyl and L－Dopa on brain muscarinic cholinergic receptor binding measured by positron emission tomography. J Neural Transm [P－D Sect], 7 : 35－46, 1994.
31. Farde L., Halldin C., Någren K., Suhara, T., Karlsson, P., Schoeps, K－O., Swahn, C－G., Bone, D. : Positron emission tomography shows high specefic uptake of racemic carbon－11 labelled norepinephrine in the primate heart. Eur J Nucl Med, 21 : 345－347, 1994.
32. Namba, H.*1, Nakagawa, K.*2, Iyo, M., Fukushi, K. and Irie, T. : A simple method for measuring glucose utiliza-

tion of the insuline-sensitive tissues by using the brain as a reference. *Eur. J. Nucl. Med.*, **21**, 228-23, 1994.
(*1千葉県がんセンター、*2千葉大医)
33. H. Tsunemoto., K. Ando., S. Koike., and M. Urano. : Repopulation of tumor cells following irradiation with X-rays on low energy neutrons. Int. J. Radiat. Biology. 65(2), 255-261, 1994.
34. Uzawa, A., Suzuki, G., Nakata, Y., Akashi, M., Ohyama, H. and Akanuma, A. : Radiosensitivity of $CD45RO^+$ memory and $CD45RO^-$ naive T cells in culture. Radiat. Res. 137 : 25-33, 1994.
35. Hayashi, O.*1, Akashi, M., Fujime, M.*2, Hanzawa, K.*2, Kitagawa, R.*2, : Detection of Interleukin-1 Activity in Human Bladder Cancer Cell Lines. J. Urology. 151, 750-753, 1994.
(*1Kagawa Nutrition College, *2Juntendo University School of Mrdicne)
36. (著書) 山田 武、大山ハルミ：アポトーシスの科学 講談社ブルーバックス 1994, 2.
37. Sawada, S., Suzuki, G., Kitamura, K., and Takaku, F.: Irreversible suppression of CD8 expression in $CD4^-$ $CD8^+$ thymocytes upon in vitro stimulation. Immunol. Investigation, 22: 301-318, 1993.

〔治療診断部〕
1. 向井 稔：OK-432の放射線治療増感作用、Ther, Res, 14(11), 19-28, 1993.
2. Nakano, T., Oka, K. : Differential values of Ki-67 indix and mitotic index of proliferating cell population : An assessment of cell cycle and prognosis in radiation therapy for cervical cancer. Cancer 72, 2401-8, 1993.
3. 中川恵一*、青木幸昌*、古川重夫、赤沼篤夫、山家敏彦*：温熱療法における遠赤外線放射性ボーラスの研究、日本ハイパーサーミア誌 9(4), 58-61, 1993.
4. Miyamoto, T. : Fast neutron radiotherapy of non-small cell carcinoma of the lung. *International Journal of Oncology.*, **4**, 193-199, 1994.
5. Akashi. M., Akanuma, A., Suzuki, G., Tateno, Y., Nakagawa, K., Sasaki, Y., Kumatori, T. : Radiation Burns by ^{192} Iridium : Clinical Features 22 years after Exposure. *J. Radiat. Res.*, **34**, 373, 1993.
6. Nakano, T., Oka, K., Sugita, T., Tsunemoto, H. : Anti-tumor activity of Langerhans cell in radiation therapy for cervical cancer and its modulation with SPG administration. in vivo (Inter J in Vivo Res) 1993 : 7 : 257-264.
7. Oka, K., Nakano, T., Arai, T. : p53CM1 expression is not associated with survival in cervical carcinoma. Cancer 1993 : 72 : 160-164.
8. Oka, K., Nakano, T., Hoshi, T. : Transient increase of growth fraction during fractionated-radiotherapy for cervical carcinoma : Ki-67 and PC10 immunostaining. Cancer 1993 : 72 : 2621-7.
9. Arai, T., Nakano, T., Oka, K. : Local control prediction by histologic grading of radiation effects with drill biopsy specimens for uterine cervical cancer. Int Radiat Oncol Biol Phys 1993 : 27 : 811-6.
10. Oka, K., Mori, N., Yatabe, Y. : Immunohistochemical characteristics of monocytoid B-cell lymphoma, mantle zone lymphoma, small lymphocytic lymphoma (or B-chronic lymphocytic leukemia). and hairy cell leukemia. Acta Haematol 1993 : 90 : 84-9.
11. Oka, K., Matsumoto, T., Ki-1 positive anaplastic large cell lymphoma with different phenotypes in skin nodules and lymph nodes. A case report. Dermatology 1994 : 188 : 52-6.
12. Mori, N., Yatabe, Y., Oka, K., Yokose, T., Ishido, T., Asai, J. : Primary gastric Ki-1 positive anaplastic large cell lymphoma. A report of two cases. Pathology International 1994 : 44 : 164-169.
13. 森 尚義、岡 邦行、谷田部恭：Bリンパ腫の病理、－低悪性度群Bリンパ腫を中心として－東女医大誌 1993 : 63 : 349-357.
14. 森 尚義、岡 邦行：特殊なリンパ腫1マントルゾーンリンパ腫とは 治療学 1993 : 27 : 419-422.
15. 森 尚義、谷田部恭、浅井淳平、岡 邦行：CD5陽性リンパ腫 Annual Review 血液1994編集 高久史麿ら p.185-p.192 中外医学社。
16. 向井 稔、久保田進、加藤博敏、他：放射線、化学療法およびOK-432の局所投与の集学的治療にて消失した進行肛門癌の1例、癌の臨床、39(6) : 723-726, 1993.
17. 田伏勝義、伊藤 進、砂倉端良、楮本智子、中村 譲、飯沼 武、荒居龍雄、入船寅二：ステレオ法に基づく最小自乗と幾何学的な解による小線源位置決定法、日本医学放射線学会雑誌、53(4) : 463-468, 1993.
18. Yasushi Nomoto, Tadashi Miyamoto., and Yutaka Yamaguchi : Brain metastasis of small cell lung carcinoma : (omparison of Gd-DTPA enhanced magnetic resonance imaging and enhanced computerized Tomography Jpn. J. Clin. Oncol 24, 2-262, 1994.
19. 久保田進、向井稔、古川重夫、中村譲、赤沼篤夫、関谷透：ゲルアプリケータによる食道癌の高線量率腔内照射、臨床放射線、38 : 427-429, 1993.
20. 久保田進、古川重夫、中村譲、関谷透、杉下匡、遠藤久：婦人科腫瘍の高線量率術後腔内照射の線源間隔の影響と照射時間決定法、臨床放射線、38 : 893-896, 1993.

〔医用重粒子　物理・工学研究部〕

1．Kanai, T., Minohara, S., Kohno, T., Sudou, M., Takada, E., Soga, F., Kawachi, K., Fukumura, A. and Yatagai, F. : Irradiation of 135 Mev/u carbon and neon beams for studies of radiation biology. HIMAC report NIRS－M－91, HIMAC－004.

2．Sihver, L., Tsao C. H., Silberberg, R., Kanai, T. and Barghouty A. F. : Total reaction and partial cross section calculation proton－nucleus ($Z_t \leq 26$) and nucleus－nucleus reactions (Z_p and $Z_t \leq 26$). Phys. Rev. V. 47, 1225－1236 (1993)

3．Tsao, C. H., Silberberg, R., Barghouty, A. F., Sihver, L., and Kanai, T. : Scaling algorithm to calculate heavy－ion spallation coss sections Phys. Rev. C. 47, 1257－1262 (1993)

4．Masao Sasaki[1], Shu Takeshita[2], Masahisa Sugiura[3], Noriko Sudo[2], Yukiharu Miyake[4], Yoshiya Furusawa[5] and Toshibumi Sakata[2] : Ground－Based Observation of Biologically Active Solar Ultraviolet－B Irradiance at 35° N Latitude in Japan. J. Geomag. geoelectr., 45, 473－485, 1993.

5．宮原信幸、武藤睦治、老川恒夫、藪田和哉：サイアロンの強度および破壊靱性値の温度依存性、日本機械学会論文集（A編）、**59**, 2546－2552, 1993.

6．Y. Mutoh, N. Miyahara, K. Yamaishi, T. Oikawa : High temperature fracture toughness in silicon nitride and sialon. Tra. of the ASME, **115**, 268－272, 1993.

7．Ferragut, A., Gono, Y., Murakami, T., Morikawa, T., Zhang, Y. H., Morita, K., Yoshida, A., Oshima, M., Kusakari, H., Sugawara, M., Ogawa, M., Nakajima, M., Mitarai, S., Odahara, A., Ideguchi, E., Shizuma, T., Kidera, M., Kim, J. C., Chae, S. J., Min, B. J., Kumagai, H. : *J. Phys. Soc.* Jpn., 62, 3343－3344, 1993.

8．Katayama, T., Yoshizawa, M., Watanabe, S., Watanabe, T., Itano, A., Kanazawa, M., Sato, K., Ninomiya, S. : RF acceleration system at cooler－synchrotron TARNⅡ. *Nucl. Instr. and Meth. in Phy. Res.*, **A336**, 391－409, 1993.

9．Furusawa, Y., Fukutsu, K., and Quintern, L. E : Evaluation of a biological solar ultraviolet dosimeter Biofilm" : An action spectrum in the longer ultraviolet wavelengths region. *Photomed. Photobiol.*, 15, 141－144, 1993.

10．Furusawa, Y., Maezawa, H., Suzuki, K., Yamamoto, Y., Kobayashi, K. and Hieda, K. : Uracil－DNA glycosylase produces excess lethal damage induced by an Auger cascade in BrdU－labelled bacteriophage T1. *Int. J. Radiat. Biol.* 64, 157－164, 1993.

11．Tanabe, T., Katayama, I., Inoue, N., Chida, K., Arakaki, Y., Watanabe, T., Yoshizawa, M., Saito, M., Haruyama, Y., Hosono, K., Honma, T., Noda, K., Ohtani, S. and Takagi, H. : Origin of the low－energy component and isotope effect on dissociative recombinations of HeH^+ and HeD^+. *Phys. Rev.* A49 R1531 (1994).

〔環境放射生態学研究部〕

1．Shiraishi, K., Muramatu, Y., Nakajima, T., Yamamoto, M.*, Los, I.P.**, Kamarikov, I.Y.** and Buzinny, M.G.** : Radiaonuclide contents in environmental samples as related to the Chernobyl acident. *J. Radioanal. Nuc. Chem. Art.*, **171**, 319－328, 1993. (*Kanazawa Univ., **Ukrainian Scientific Centre of Radiation Medicine)

2．Nakajima, T. : Estimation of Absorbed Dose to Evacuees at Pripyat－City using ESR Measurements of Sugar and Exposure Rate Calculations. *Appl. Radiat. Isot.*, **45**, 113－120, (1994).

3．Shiraishi, K., Nakajima, T., Takaku, Y.*, Tsumura, A.**, Yamasaki, T.**, Los, I.P.***, Kamarikov, I.Y.***, Buzinny, M.G.***, Zelensky, A.V.*** : Elemental analysis of freshwater samples collected in the former USSR by inductively coupled plasma mass spectrometry. *J. Radioanal. Nuc. Chem. Art.* **173**, 313－321, 1993. (*Marubun Co., **National Institute of Agro－Environmental Sciences, ***Ukrainian Scientific Centre of Radiation Medicine)

4．Yasuda, H. and Uchida, S. : Statistical approach for the estimation of strontium distribution coefficient. *Environ. Sci. Technol.*, **27**, 2462－2465, 1993.

5．保田浩志、内田滋夫：移行係数（土壌－農作物）の不確実性低減に関する考察　－分類情報に基づくセシウム移行係数値の統計解析－、保健物理、**28**, 413－419, 1993.

6．渡部輝久：環境中の ^{137}Cs に起因する公衆の線量当量預託評価にかかわる降下量－摂取量換算係数について（Ⅰ）　－東京、北海道における放射能調査データから誘導した国連科学委員会の線量当量評価モデルにおける降下量－摂取量換算係数－、保健物理、**28**, 325－341, 1993.

7．Muramatsu, Y., Uchida, S. and Ohmomo, Y. : Root－uptake of radioiodine by rice plants. *J. Radiation Research*, **34**, 214－220, 1993.

8．Yanagisawa, K. and Muramatsu, Y. : Transfer factors of technetium from soil to vegetables. Radiochimica Acta, 63, 83－86, 1993.

9．Shiraishi, K., Yamamoto, M.*, Yoshimizu, K.**, Igarashi, Y.*** and Ueno, K.* ; Daily intakes of alkalilne earth metals in Japanese males. *Health Phys.*, **66**, 30－35, 1994.
(*Kanazawa Univ., **Japan Anal. cent., ***Meteorolog. Res. Inst.)

10．K. Tagami and S. Uchida : Separation procedure for the determination of technetium－99 in soil by ICP－MS. *Radiochimica Acta* **63**, 69－72, 1993.

11. 坂内忠明、吉田　聡、村松康行：キノコへの放射性核種の移行に関する培養実験 Radioisotopes, 43(2), 77－82, (1994)
12. 渡部輝久：環境中の ^{137}Cs に起因する公衆の線量当量預託評価に係わる降下量－摂取量換算係数について(Ⅱ)　－東北地方における放射能調査データから誘導した国連科学委員会の評価モデルにおける降下量－摂取量換算係数－、保健物理、29, 41－53 (1994)
13. Yoshida, S. and Muramatsu, Y. : Concentrations of radiocesium and potassium in Japanese mushrooms. *Environ. Sci.*, 7, 63－70, 1994.
14. Yoshida, S., Muramatsu, Y. and Ogawa, M.* : Radiocesium concentrations in mushrooms collected in Japan *J. Environ. Radioactivity,* 22, 141－154, 1994. (*Biological Environment Institute, KANSAI Environmental Engineering Center Co. Ltd.)

〔海洋放射生態学研究部〕

1. Ishii, T., Nakai, I., Numako, C., Okoshi, K. and Otake, T. : Discovery of a New Vanadium Accumulator, the Fan Worm *Pseudopotamilla occelata. Naturwissenschaften,* **80**, 268－270, 1993.
2. Okoshi, K., Ishikawa, M., Iida, A. and Izawa, G. : Coexistence of two $CaCO_3$ Polymorphs in the growth front of paper shell obtained from chambered oyster, *Classostrea gigas. Foton Factory Activity Report,* 1993.
3. Ishikawa, M., Nakamura, K., Ishii, T., Bassari, A. Okoshi, K. and Kitao, K. : Elements in tissues and organs of an Antarctic fish, *Champsocephalus gunnari. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research* B75, 204－208, 1993.
4. Hirano, S. and Matsuba, M. : Concentrations of Technetium－99 in Marine Algae and Seawater. *Radiochimica Acta,* **63**, 79－82, 1993.

1．職 員 研 究 発 表

B．プロシーディング

〔物理研究部〕

1．Schall, I.*, Schardt, D.*, Geissel, H.*, Kraft, G.*, Magel, A.*, Mohar, M.*, Muezanberg, G.*, Nickel, F.*, Scheidenberger, C.*, Schwab, W. : , Kankeleit, E.**, Fukumura, A. : Nuclear fragmentation of high energy light－ion beams in water. GSI REPORT, 93－1, 337, 1993. (*GSI, **Technisch Hochschule Darmatadt, Germany)

2．平岡　武：Photon beam radiosurgery の線量評価、第20回 PC ユーザグループミーティング、Ⅲ－1－12, 1993.

3．村山秀雄、野原功全、山本幹男：3次元像再構成における Orlov の式の拡張、Med. Imag. Tech., 11(3), 335－336, 1993.

4．山本幹男、大山ハルミ、古川　章、早田　勇、古角智子、西川慶一*、村山秀雄、野原功全、宇都宮俊二**、井上雅子**、加藤義彦**：カラー画像情報を基にした小核の自動認識システム、日本医学物理学会第10回研究発表会抄録集、52－53, 1993.（*東歯大、**オムロンライフサイエンス研）

5．古川　章、赤松裕子*、早田　勇、山本幹男、岡部信夫**、古田伸一**、西川慶一***、佐藤弘毅：染色体自動解析システムNIRS－1000を使ったメタフェーズの検出、日本医学物理学会第10回研究発表会抄録集、54, 1993.
（*東邦大、**ニコン、***東歯大）

6．古田伸一*、早田　勇、角田みすず*、岡部信夫*、古川　章、山本幹男、野原功全、佐藤弘毅、西川慶一**：染色体自動解析システムNIRS－1000を使った2動原体の検出率の評価、日本医学物理学会第10回研究発表会抄録集、55, 1993.
（*ニコン、**東歯大）

7．福岡秀也*、田中厚志*、早田　勇、山本幹男、川嶋弘尚*：輪郭線のスケールスペース記述に基づくオーバーラップ染色体の動原体候補点の検出、日本医学物理学会第10回研究発表会抄録集、57, 1993.（*慶大）

8．Tomitani, T., Sudo, M., Minohara, S., Kohno, T., Takada, E. and Kanai, T.: Feasibility study on the application of autoactivation of heavy ions to the monitoring of the dose distribution, Proceedings of the International Congress of Radiation Oncology, 393, 1993.

9．Schall, I.*, Schardt,D.*, Geissel, H.*, Kraft, G.*, Magel, A*, Mohar, M.*, Muezenberg, G.*, Nickel, F.*, Scheidenberger, C.*,Schwab, W.*, Kankeleit, E,**, Fukumura, A.: The importance of beam fragmentation for light－ion tumor therapy, Radiation *Effects and Defects in Solids*, **126**, 385－388, 1993.
(*CSI, **Technische Hochschule Darmstadt, Germany)

10．Fukumura, A., Hoshino, K., Takeshita, M., Kanai, T., Minohara, S. and Sudou, M.: Silicon diodes as detectors in relative dosimetry of heavy ions. Proceeding of the Third Workshop on Physical and Biological Research with Heavy Ions, NIRS－M－99, 20－21, 1993

11．Fukumura, A., Hiraoka, T., Hoshino, K., Takeshita, M., Kawashima, K. and Kanai, T.: Depth－dose Calculation of Thearpeutic Heavy Ions, International Congress of Radiation Oncology 1993 Abstracts, 393, 1993.

〔薬理化学研究部〕

1．Djakiew, D., Pflug, B. and Onoda, M.（1993）Stromal－epithelial paracrine interactions in the neoplastic rat and human prostate. In *The Underlying Molecular, Cellular, and Immunological Factors in Cancer and Aging,* edited by S.S.Yang and H. R. Warner, Plenum Press, New York, PP. 185－202.

2．Matsumoto, M. and Furuse, M. : PIXE Scanning for Protein Analysis with Polyacrymide Gel Electrophoresis. Proc. 11th Inter. Biophys. Cong., 11, **174**, 1993.

3．Furuse, M., Soga, F. and Matsumoto, S. : DNA Repair in Yeast Cells Exposed to 135 MeV/amu Carbon Beam. Proc. 11th Inter. Biophys. Cong., 11, **174**, 1993.

4．Tanaka, T.*, Matsumoto, K.*, Lee, S.*, Sugihara, G.*, Aoyagi, H.**, Anzai, K. and Kirino, Y.**, Interaction of acidic amphiphilic α－helical peptides with lipid bilayers and their ion channel formation. Proceedings of the 2nd Japan Symposium on Peptide Chemistry, 681－684, 1993. (*Fukuoka Univ., **Kyushu Univ.)

5．Yamanouchi, H., Onoda, M., Ishii－Ohba, H., Suzuki, K., Wakabayashi, K.*, Takahashi, M.** and Inano H., The role of ovarian hormones and prolaction in the development of rat mammry glands and its relationship to initiation in mammary tumorigenesis by ^{60}Co irradiation, Proceedings of the Japan Society for Comparative Endocrinology, No.8, 28, 1993.（*群馬大、**佐々木研）

6．Inano, H., Suzuki, K., Ishii－Ohba, H. and Yamanouchi, H., Susceptibility of lactating rat mammary glands to gamma－ray irradiation in tumorigenesis, J. Radiat. Res. **34**, 341, 1993.

〔生物研究部〕

1．Mita, K., Ichimura, S. and Maeda, S. : Ubiquitin-like protein gene of *Bombyx mori* nuclear polyhedrosis virus. *Molecular Biology of the cell,* 4, 191a, 1993.
2．Hyodo-Taguchi, Y., Kanai, T., Minohara, S. and Furusawa, Y. : Effects of accelerated carbon-ion on the induction of dominant lethality in the Teleost Fish, *Oryrias latipes.* Proceedings of the Third Workshop on Physical and Biological Research with Heavy Ions. eds by Ando and Kanai, pp. 77-79, 1993.
3．Ichimura, S., Mita, K., James, T. C. : Bm2, A new SINE of Bombyx mori, *Molecular Biology of the cell,* 4, 192a, 1993.

〔生理病理研究部〕

1．佐々木俊作：年齢依存性、第24回放医研シンポジウム報文集、21-30, 1993.
2．武藤正弘：放射線誘発胸腺リンパ腫の前リンパ腫細胞のクローナリテイの分析とがん化の初期過程の解析へのアプローチ、第24回放医研シンポジウム報文集、109-117, 1993.
3．島田義也：老化とマクロファージ、日医大誌、60、325-329, 1993.
4．吉田和子、根本久美恵、井上　達*、佐渡敏彦（*横浜市大、医学部）：放射線誘発骨髄性白血病の発症に及ぼすカロリー制限の効果、第24回放医研シンポジウム報文集、186-191, 1993.
5．Tyoguchi, T., Nakagawa, K., Inaba, N., Okada, Y. and Moriya, H. : Immunolocalization of complement Cls and matrix metalloproteinase 9 (92kDa gelatinase/type IV collagenase) in the developing cartilage. *J. Cell. Biochem. Suppl.* 18D, 146, 1994.

〔障害基礎研究部〕

1．佐藤弘毅、荻生俊昭（編集）：放射線発がんとその制御　－機構解明へのアプローチ－（放医研シンポジウムシリーズ No.24）1-196, 放射線医学総合研究所、千葉、1993.
2．佐藤弘毅：放射線損傷の発現とそれを修飾する修復機構の研究、平成5年度科学研究費補助金総合研究（A）研究成果報告書（研究代表者：佐藤弘毅）、4-7,放射線医学総合研究所、千葉、1994.
3．Eguchi-Kasai, K., Itsukaichi, H., Murakami, M., Fukutsu, K., Furusawa, Y., Kanai, T., Shimizu, K. and Sato, K. : Enhacement of cell killing by split exposure of high LET heavy ion beams. Proceedings of the Third Workshop on Physical and Biological Research with Heavy Ions, 50-53, 1993.
4．Fukutsu, K., Kanai, T., Furusawa, Y., Aruga, T., Murayama, S., Hori, S., Koike, S., Yatagai, F. and Ando, K. : Response of mouse intestine after fractionated doses of accelerated carbon-ion with spread-out Bragg peak. Proceedings of the Third Workshop on Physical and Biological Research with Heavy Ions, 71-73, 1993.
5．Ohara, H., Minamihisamatu, M., Kanai, T., Eguchi-Kasai, K., Itsukaichi, H., Fukutsu, K., Yatagai, F. and Sato, K. : Chromosome aberrations induced by 135 MeV/u of carbon and neon beams by RRC. Proceedings of the Third Workshop on Physical and Biological Research with Heavy Ions, 44-46, 1993.
6．Tsubouchi, S., Fukutsu, K., Itsukaichi, H., Murakami, M., Kasai, K., Furusawa, Y., Kanai, T., Koike, S., Ando, K., Ohara, H., Yatagai, F. and Kano, E. : Dose response relations in acute cell death of pancreatic islets after whole body irradiation of golden hamster with Co-60 gamma, 70 MeV proton and 135 MeV/u carbon beams. Proceedings of the Third Workshop on Physical and Biological Research with Heavy Ions, 74-76, 1993.
7．Tsuboi, A., Kojima, E. and Tanaka. K.: The effects of carbon beam on the hematopoietic system in mice. Proceedings of the Third workshop on Physical and Biological Research with Heavy Ions, 67-70, 1993.

〔内部被ばく研究部〕

1．福田　俊、飯田治三、土倉　覚、家森幸男*1、奈良安雄*2、池田克巳*2：後肢不動性処置による微小重力骨粗鬆症モデルラットの確立と放射線、カルシウム投与の効果・第10回宇宙利用シンポジウムプロシーディング：155-158, 1993.
（*1京都大学大学院、*2島根医科大学）
2．Inaba, J., Fukuda, S., Takahashi, S., Sato, H., Kubota, Y., Ishigure, N., Nakano, T., Enomoto, H., Oghiso, Y., Yamada, Y., Iida, H., Koizumi, A., Yamada, Y. and Miyamoto, K. : Plutonium Inhalation Toxicology Studies in National Institute of Radiological Sciences. Proceedings of Workshop on Radiological Biology Medicine and Protection Held as China-Japan Medical Conference, 146-152, 1993.

〔環境衛生部〕

1．Inoue, Y. and Iwakura, T. : The long-term trend of carbon-14 level in Japan　Proc. Asia Conger. Radiat. Protec., 332-335, 1993.
2．Takeda, H., Lu, H. and Iwakura, T. : Biokinetics of tritium in rats exposed to three different kinds of tritiated crops. Proceeding of Workshop on Radiological Biology, Medicine and Protection. in China-Japan Medical Conference. 232-246, 1993.
3．角田　出、西村義一：キトサン添加飼料で飼育したラットの体内微量元素動態、Biomed. Res. Trace Elements, 4,

203－204, 1993.

4．Kobayashi, S., Uchiyama, M., Fujimoto, K., Nakamura, Y., Doi, M. and Kanda, R. : Risk perception on industrial and social events, In : Proceedings of Fukui Workshop on Health Risks : Perspectives and Research, Edited by Sugahara, T., Torizuka, K., Kobayashi, S. and Ishii, I., Health Research Foudation. 125－126, 1993.

〔技　術　部〕

1．久繁哲徳*、福久健二郎、飯沼　武、松本　徹、石垣武男**、遠藤登喜子**：MRI（核磁気共鳴映像装置）のテクノロジー・アセスメント、第13回医療情報学連合大会論文集　435－438, 1993.
（*鈴鹿医科科学技術大学、**名古屋大学医学部）

2．原内　一*、梅田徳男*、稲邑清也*、手島昭樹**、井上武宏**、菱川良夫*3、安藤　裕*4、福久健二郎、永田　靖*5：放射線腫瘍学広域データベース構築における技術開発　日放腫学会誌 Vol. 5 supple 1　日本放射線腫瘍学会第6回大会報文集　1993.
（*大阪大学保健物理学部、**大阪大学医学部、*3兵庫医科大学、*4慶応大学医学部、*5京都大学医学部）

3．福久健二郎、舘野之男、松本　徹、宍戸文男、佐々木康人*、福田守道**：肝臓疾患のシンチグラムと超音波断層像の診断能の客観的評価　日本医用画像工学会誌　11：433－434, 1993.
（*東京大学医学部、**札幌医科大学機器診断部）

〔総括安全解析研究官付〕

1．Kobayashi, S., Uchiyama, M., Fujimoto, K., Nakamura, Y., Doi, M. and Kanda, R. : Risk pereception on industrial and social events, *Proceedings of Fukui Workshop on Health Risks : Perspectives and Research,* 125－128, 1993.

2．Doi, M., Kobayashi, S. and Fujimoto, K. : Potential risk of thoron and its progenies in the air of traditional Japanese wooden houses, *Proceedings of Fukui Workshop on Health Risks : Perspectives and Research,* 199－202, 1993.

〔障害・臨床研究部〕

1．井上　修、若原俊一*1、小林　薫*2、鈴木和年、舘野之男：イオマゼニール（Ro16－0154）とベンゾジアゼピンレセプターとの結合動態についての検討、核医学、**30(8)**, 895, 1993.
（*1東京理科大学大学院薬、*2日本医科大学第二生理学）

2．氷見寿治*1、相生真吾*1、脇坂啓介*1、山内雅人*1、西堀知行*1、志鎌信昭*1、中川敬一*1、庭山博行*1、加賀谷秋彦*1、吉田勝哉*1、増田善昭*1、宍戸文男、飯沼　武、舘野之男（*1千葉大　三内）：健常者心筋におけるN－13アンモニア分布、核医学、**30(8)**, 904, 1993.

3．井上慎一*1、高草保夫*1、大串　明*1、宍戸文男、松本　徹、野原功全、舘野之男（*1㈱日立メディコ）：全身用ポジトロンCT装置PCT3600WAの数え落とし補正、核医学、**30(8)**, 995, 1993.

4．山本幹男、大山ハルミ、古川　章、早田　勇、古角智子、西川慶一、村山秀雄、野原功全、宇都宮俊二、井上雅子、加藤義彦：カラー画像情報を基にした小核の自動認識システム　micromucleus analyyer 日本医学物理学会第10回研究発表会、抄録集、52－53.

5．大山ハルミ：放射線誘発アポトーシス、Proceeding of the Symposium on “Radiation Research in Life Science” －aging and apoptosis 報告集、京大原子炉実験所、pp89－98, 1993.

6．飯沼　武、舘野之男、古瀬和寛*1（*1中津川市民病院）：MRAによる脳血管疾患スクリーニングの評価　－費用効用分析の試み－、日本磁気共鳴医学雑誌、13 SUPPLEMENT, 76, 1993.

7．石津谷義昭*1、井上寿久*1、内山明江*1、小林史朗*1、今関安雄*1、今井　均*1、渡辺　滋*1、増田善昭*1、古賀雅久、加藤博敏、宍戸文男、舘野之男（*1千葉大・第三内科）：P－31 MRSを用いた心筋症の運動負荷時心筋代謝の予備的研究、日本磁気共鳴医学会雑誌、13 SUPPLEMENT, 130, 1993.

8．井上寿久*1、内山明江*1、石津谷義昭*1、小林史朗*1、今関安雄*1、今井　均*1、渡辺　滋*1、増田善昭*1、古賀雅久、加藤博敏、宍戸文男、舘野之男（*1千葉大・第三内科）：Phase contrast法による大動脈血流速度の測定　－正常及び各種疾患での検討－、日本磁気共鳴医学会雑誌、13 SUPPLEMENT, 189, 1993.

9．小畠隆行*1、池平博夫、福田信男、加藤博敏、古賀雅久、宍戸文男、貴邑冨久子*1、舘野之男（*1横浜市大学・医、生理学第2）：ラット眼球のin vivo 2H－MRI, 日本磁気共鳴医学会雑誌、13 SUPPLEMENT, 475, 1993.

10．舘野之男、松本　徹、宍戸文男、福久健二郎：肝疾患におけるRI診断と超音波診断の比較　－国際共同研究の結果から－、千葉核医学研究会誌、1 別冊、1－2, 1993.

11．飯沼　武、舘野之男、大腸20：大腸集検の費用効果分析の再評価、第32回日本消化器集団検診学会総会、1993.

12．舘野之男：放射線医学におけるテクノロジーアセスメント　画像診断の定量的評価を中心として、日本器楽放射線学会雑誌、53, **S71**, 1993.

13．舘野之男、福久健二郎、松本　徹、宍戸文男：肝疾患におけるRI診断と超音波診断の比較　－国際共同研究の結果から－、第17回千葉核医学研究会　1993.

14．飯沼　武、舘野之男：肝・胆・膵2　効率の高い肝癌検診のための理論的検討、第32回日本消化器集団検診学会総会、1993.

15. 松本　徹、飯沼　武、舘野之男、油井信春*、有水　昇**、久田欽一***（*千葉県がんセンター、**千葉大放、***金沢大学医学部核医学講座）：核医学イメージング装置の保守点検に関する実態調査 －千葉県の場合を中心にして－、千葉核医学研究会誌、1992 No.2, 1－5, 1993.
16. Shinotoh, H., Vancouver, BC., Canada : Asahina, M., Inoue, O., Suhara, T., Hirayama, K. and Tateno, Y. : Hypersensitivity of Cortical Muscarinic Cholinergic Receptors in Parkinson's Disease Demonstrated by PET. NEUROLOGY, 43, A407, 1993.
17. 今関安雄*、井上寿久*、山本　司*、岸　直弘*、隈井俊彦*、内山明江*、石津谷義昭*、稲垣義明*、古賀雅久、加藤博敏、宍戸文男、舘野之男（*千葉大学第三内科）：拡張型心筋症に対する運動負荷心筋31P－MRスペクトロスコピーの有用性、Japanese Circulation Journal, 57 (Suppl 1), 185, 1993.
18. 宍戸文男、舘野之男、JM. Derlon*[1], MC. Petit*[1], 上村和夫*[2]（*[1]CYCERON,*[2]秋田脳研）：グリオーマにおける [L－methyl－^{11}C] methionine の挙動と悪性度、日本医学放射線学会雑誌、53臨時増刊号、S152, 1993.
19. 古賀雅久*[1]、池平博夫*[1,3]、加藤博敏*[1]、宮本忠昭*[2]、宍戸文男*[1]、舘野之男*[1]、有水　昇*[3]（*[1]放医研臨床　*[2]放医研病院部　*[3]千葉大放）：^{1}H－CSI/MRS の使用経験－脳腫瘍放射線治療前後の変化について、日本医学放射線学会雑誌、53臨時増刊号、S273, 1993.
20. 庭山博行*、相生真吾*、脇坂啓介*、山内雅人*、志鎌伸昭*、西堀知行*、中川敬一*、加賀谷秋彦*、氷見寿治*、吉田勝哉*、増田善昭*、稲垣義明*、舘野之男（*千葉大学第三内科）：梗塞心筋における血流・糖代謝と壁運動の関係－ポジトロンCTを用いて－、Japanese Circulation Jounal, 57, 335, 1993.
21. 脇坂啓介*、相生真吾*、山内雅人*、志鎌伸昭*、西堀知行*、中川敬一*、庭山博行*、氷見寿治*、加賀谷秋彦*、吉田勝哉*、渡辺　滋*、増田善昭*、稲垣義明*、宍戸文男、舘野之男（*千葉大第三内科）：13NH3PET による肥大型心筋症（HCM）の心筋灌流異常と予後に関する検討、Japanease Circulation Jounal, 57, 445, 1993.
22. 相生真吾*、脇坂啓介*、山内雅人*、志鎌伸明*、西堀知行*、中川敬一*、庭山博行*、氷見寿治*、加賀谷秋彦*、吉田勝哉*、渡辺　滋*、増田義昭*、稲垣義明*、宍戸文男、舘野之男（*千葉大第三内科）：13NH3PET による拡張型心筋症の重症度と予後の検討、Japanese Circulation Jounal, 57, 448, 1993.
23. 井上寿久*、隈井俊彦*、内山明江*、石津谷義昭*、小林史朗*、今関安雄*、今井　均*、渡辺　滋*、増田善昭*、稲垣義明*、池平博夫、宍戸文男、加藤博敏、舘野之男（*千葉大第三内科）：MRI を用いた心血管系の血流速度及び血流量の測定－臨床応用への試み－、Japanese Circulation Jounal, 57, 451, 1993.
24. 舘野之男：PET による脳内情報伝達系の解明に関する研究、講演要旨集、25, 1993.
25. 松本　徹、飯沼　武、舘野之男、細田　裕*[1]、曽根修輔*[2]、伊藤春海*[3]、江口研二*[4]、河端美則*[5]、鈴木　洵*[6]、山本義憲*[7]、青木昌生*[6]、萩原　明*[8]、日下幸則*[9]（*[1]放射線センター　*[2]信大　*[3]京大　*[4]国立がんセンター　*[5]結核予防会　*[6]日本医科大*[7] 麻田総合病院　*[8]神奈川予防会　*[9]福井医科大）：胸部直接X線写真の画質評価法に関する研究、日本医用画像工学会大会論文、1993.
26. 石津谷義昭*、井上寿久*、隈井俊彦*、小林史朗*、今関安雄*、今井　均*、渡辺　滋*、増田善昭*、稲垣義明*、加藤博敏、古賀雅久、宍戸文男、舘野之男（*千葉大学第三内科）：31－MRS と MRI による肥大型心筋症と左心肥大の研究. Japanese Circulation Jounal, 57, 185, 1993.
27. K. Ando, S. Koike, M. Kimoto, M. Iizuka, T. Kiuchi, T. Aruga, W. Shimizu, T. Sugita, C. K. Cho, T. Kanai, S. Furukawa, H. Kato and F. Yatagai : Early skin damege in mice after single doses pf acclerated carbons Riken Accel. Rep. 26, 108, 1992.
28. K. Ando, S. Koike, M. Kimoto, M. Iizuka, T. Kiuchi, T. Aruga, W. Shimizu, T. Sugita, C. K. Cho, T. Kanai, H. Kato and F. Yatagai : Tumor control probabilities and tumor growth delay after accelerated ions Riken Accel. Rep. 26, 108, 1992.
29. K. Ando, S. Koike, M. Iizuka, T. Aruga, N. Hori, W. Shimizu, T. Sugita, S. Murayama, T. Kanai, S. Minohara, M. Sudo and F. Yatagai : Effect of high LET radiation on murine skin and tumors 1993. 9 Third workshop on physical and bio logical resaerch with heavy ions, pp61－63 NIRS－M－99, HIMAC－006.
30. CT Applications in Patient Set up in Heavy Ion Therapy at NIRS. A. Akanuma, Y. K. Nakamura, S. Furukawa et al Proc. of XI Intl. Conf. on the Use of Computers in Radiotherapy.

〔治療診断部〕

1. S. Morita, T. Nakano, T. Arai : High－Dose Rate Remote Afterloading Intracavitary Irradiation for Uterine cervix caranoma. Brachy therapy Today 20, Junn, 1993, Kyoto.

〔医用重粒子物理・工学研究部〕

1. Murakami, T., Ogawa, H., Yamada, S., Sato, Y., Yamada, T., Kitagawa, A., Yoshizawa, J., Fu, S., Kohno, T., Sato, K., Itano, A., Kumada, M., Takada, E., Kanazawa, M., Noda, K., Sudou, M., Hirao, Y., Morishita, O. and Sawada, K. : Design and Operation of the HIMAC Injector. Proc. Particle Accelerator Conference, Washington, D. C., U. S. A., May 17－20, 1993.
2. M. Kumada, K. Sato, A. Itano, M. Kanazawa, E. Takada, K. Noda, M. Sudou, T. Kohno, H. Ogawa, S. Yamada, A.

Kitagawa, J. Yoshizawa, T. Murakami, Y. Hirao, S. Matsumoto, K. Utino, Y. Takada, A. Noda, T. Tanabe, S. Watanabe, S. Koseki, H. Kubo "Design of the HIMAC Synchrotron Power Supply" Particle Accelerator Conference, Washington, D. C., U. S. A., May 17－20, 1993.
3. K. Noda, H. Ogawa, E. Takada, A. Itano, M. Kanazawa, A. Kitagawa, M. Kumada, T. Kohno, K. Sato, Y. Sato, M. Sudou, S. Yamada, T. Yamada and Y. Hirao and K. Endo : BEAM TRANSPORT SYSTEM FOR THE HIMAC : Proc. 13th Int. Conf. on Cyclotrons and their Applications, Vancouver, Canada, July. 6－10, 1992, pp.625－628.
4. S. Watanabe, T. Katayama, T. Watanabe, M. Yoshizawa, M. Tomizawa, K. Chida, Y. Arakaki, K. Noda and M. Kanazawa : STUDY OF BEAM DYNAMICS AT COOLER SYNCHROTRON TARN－Ⅱ : Proc. 13th Int. Conf. on Cyclotrons and their Applications, Vancouver, Canada, July. 6－10, 1992, pp.286－289.
5. Kenji Sato, Akifumi Itano, Masahiro Endo, Hirotsugu Ogawa, Tatsuaki Kanai, Mitsutaka Kanazawa, Kiyomitsu Kawachi, Atushi Kitagawa, Masayuki Kumada, Hiroko Koyama－Ito, Toshiyuki Kohno, Yukio Sato, Michio Sudou, Fuminori Soga, Eiichi Takada, Hiromi Tomura, Kouji Noda, Yoshiya Furusawa, Shinichi Minohara, Nobuyuki Miyahara, Takeshi Murakami, Satoru Yamada, Jun Yoshizawa and Yasuo Hirao : Present Status of NIRS Medical Accelerator－HIMAC, Proc. 9th Symposium on Accelerator Science and Technology, Tsukuba, Japan, Aug 25－27, 1993, pp.20－22.
6. Kenji Sato, Kouji Noda, Eiichi Takada, Masayuki Kumada, Mitsutaka Kanazawa, Akifumi Itano, Michio Sudou and Kenji Mishima : Accurate Geometrical Settlement of Reference Points for HIMAC Synchrotrons at NIRS, Proc. 9th Symposium on Accelerator Science and Technology, Tsukuba, Japan, Aug 25－27, 1993 p.291－293.
7. E. Takada, K. Sato, A. Itano, M. Kumada, M. Kanazawa, K. Noda, T. Kohno, M. Sudou, S. Hashimoto, K. Moriyama, T. Nakayama, H. Amagai, H. Tanaka, H. Yasuda, T. Takeuchi, E. Hishitani, S. Yoshino, S. Shimamura, T. Matsumoto, N. Araki, N. Tsuzuki, E. Toyoda, C. Yamazaki, T. Miyaoka, and M. Shigeta : Synchroron Control System of the HIMAC, Proc. 9th Symposium on Accelerator Science and Technology, Tsukuba, Japan, Aug 25－27, 1993, pp.73－75.
8. T. Murakami, H. Ogawa, S. Ymada, Y. Sato, T. Ymada, A. Kitagawa, J. Yoshizawa, S. Fu, T. Kohno, K. Sato, A. Itano, M. Kumada, E. Takada, M. Kanazawa, K. Noda, M. Sudo, Y. Hirao, Beam Test of the HIMAC Injector, Proc. 9th Symposium on Accelerator Science and Technology, Tsukuba, Japan, Aug 25－27, 1993, pp. 62－64.
9. M. Kanazawa, M. Sudou, K. Sato, M. Kumada, A. Itano, E. Takada, K. Noda, N. Suetake, Y. Yoshiwara, H. Itoh, T. Miyaoka and Y. Morii, Vacuum System for HIMAC Synchrotrons, Proc. 9th Symposium on Accelerator Science and Technology, Tsukuba, Japan, Aug 25－27, 1993, 184－186
10. 遠藤真広、古山浩子、蓑原伸一、宮原信幸、外村浩美、河内清光：３次元重粒子線治療計画装置の開発、日本医学物理学会第10回研究発表会抄録集，87－88, 1993.
11. Itano, A., Kumada, M., Sato, K., Noda, K., Takada, E., Kanazawa, M., Sudou, M., Endo, K., Sakurabata, H., Tonooka, T. : Field Measurement and End Shim Control of the HIMAC Quadrupole Magnet. Proc. 9th Symposium on Accelerator Science and Technology, Tsukuba, Japan, Aug 25－27, 1993, 273－275
12. 渋谷真二、松下　浩、村松正幸、北川敦志、山田　聰：NIRS－ECRにおけるビーム強度の改善、第４回粒子線の先端的応用技術に関するシンポジウム・プロシーティング、47－50, 1993.
13. Kitagawa, A., Murakami, T., Ogawa, H., Sato, Y., Yamada, S., Yamada, T., Yoshizawa, J., Itano, A., Kanazawa, M., Kohno, T., Kumada, M., Noda, K., Sato, K., Sudo, M., Takada, E., Hirao, Y., Fu, S., Hattori, T., Sekiguchi, M., Fukushima, T., Iwasaki, T., Kimura, T., Matsushita, H., Sakamoto, H., Shibuya, S., Ueno, K., Yamamoto, M., Morishita, O., Sawada, K. : Comissioning of Injector Linac of HIMAC , Proc., 5th Japan－China Joint Symposium on Accelerators for Nuclear science and Their Applications, Osaka, Japan, Oct 18－20, 1993 pp. 55－58.
14. 河内清光：重粒子線がん治療装置 HIMAC 建設の状況：第１回日本アイソトープ、放射線総合会議論文集、B 640, 1993.
15. Sato, K., Mishima, K., Noda, K., Takada, E., Kumada, M., Kanazawa, M., Itano, A., Sudou, M., Yamada, S., Katane, M. and Yosiwara, Y., ALIGNMENT OF HIMAC SYNCHROTRONS. Proceedings of the Third International Workshop on Accelerator Alignment, September 28－October 1, 1993, Annecy, France, p.I/67－I/74.
16. Sato, K., Hirao, Y., Ogawa, H., Yamada, S., Sato, Y., Murakami, T., Itano, A., Kanazawa, M., Noda, K., Kohno, T., Kumada, M., Takada, E., Kawachi, K., Soga, F., Endo, M., Kanai, T., Minohara, S., Miyahara, N., Kitagawa, A., Sudou, M., Yoshizawa, J., Tomura, H., Furusawa, Y. and Koyama－Ito, H., HEAVY ION MEDICAL ACCELERATOR AT NIRS. Proc., 5th Japan－China Joint Symposium on Accelerators for Nuclear science and Their Applications, Osaka, Japan, Oct 18－20, 1993 p.7－11.
17. 宮原信幸、平尾泰男、河内清光、遠藤真広、金井達明：重粒子線がん治療装置（HIMAC）第３回バイオエンジニアリングシンポジウム講演論文集、940－5, 1994.

〔環境放射生態学研究部〕

1. 白石久二雄：日本人の元素摂取量と線量推定、放医研環境セミナーシリーズNo.20, 環境と公衆の安全のためのアプロー

チ、NIRS－M－93, 123－131, 1993.

2．Yasuda, H., Uchida, S. and Inoue, Y.* : Effect of environmental conditions on zinc adsorption on sandy soil. Proc. XXV Congress of Intermational Association for Hydraulic Research, vol.5, 386－393, 1993. (*Kyoto Univ.)

3．保田浩志：環境情報に基く陸圏モデルパラメータの推定，京都大学環境衛生工学研究会第15回シンポジウム講演論文集、115－117, 1993.

4．河村日佐男：標準日本人のアルファ線線量の線量算定とそのモデル、「環境と公衆の安全のためのアプローチー放射性核種の生態系移行・代謝・線量算定」（岩倉・中島編）放医研環境セミナーシリーズNo. 20, NIRS－M－93, 132－138, 1993.

〔海洋放射生態学研究部〕

1．Nagaya, Y. and Nakamura, K. : Distribution and Mass－Balance of ^{239,240}Pu and ^{137}Cs in the Northern orth Pacific. Deep Ocean Circulation, *Physical and Chemical Aspects.* (edit. T. Teramoto). 157－167, 1993.

1. 職 員 研 究 発 表

C. 総 説 等

〔前 所 長〕

1. 松平寛通：発癌のリスクにおける最近のデータ、Radioisotopes, **42**, 173－179 (1993)

〔物理研究部〕

1. 野原功全：ポジトロン・エミッション・トモグラフィ．1．原理と概要、陽電子計測の科学（氏平祐輔編）、108－117, 日本アイソトープ協会、東京、1993.
2. 村山秀雄：ポジトロン・エミッション・トモグラフィ．3．画像の再構成とデータ補正、陽電子計測の科学（氏平祐輔編）、125－135, 日本アイソトープ協会、東京、1993.
3. 山本幹男：ポジトロン・エミッション・トモグラフィ．4．タイム・オブ・フライト型 PET、陽電子計測の科学（氏平祐輔編）、136－149, 日本アイソトープ協会、東京、1993.
4. 山本幹男、井上多門*、佐藤嘉伸**、田中栄一***、尾川浩一****、大山永昭*****：＜誌上シンポジウム＞ CT 画像再構成における逐次近似法に対する諸見解、Med Imag Tech, 11, 670－680, 1993.
（*筑波大、**大阪大、***浜松ホトニクス、****法政大、*****東工大）
5. Yamaguchi, H. : Radiation Biophysics, *RCA Study meeting on Radiation Biology,* 1－16, 国際協力事業団東京国際研修センター編、東京、1993.
6. 村山秀雄：３次元イメージングとその応用－PET (SPECT). INNERVISION, **8**, 55－58, 1993.
7. H. Yamaguchi : Radiation Biophysics Textbook RCA study meeting on Radiation Biology, 1－16, JAICA, 1993.
8. 野原功全：ポジトロン CT 装置の開発、駒澤大学短大放射線科論集、第18号、43－50, 1993.
9. 野原功全：陽電子の科学と計測シリーズⅧ ポジトロン・エミッション・トモグラフィ 1．原理と概要、RADIOISOTOPES, **42**, 189－198, 1993.
10. 村山秀雄：陽電子の科学と計測シリーズⅧ ポジトロン・エミッション・トモグラフィ 3．画像の再構成とデータ補正、RADIOISOTOPES, **42**, 244－254, 1993.
11. 山本幹男：陽電子の科学と計測シリーズⅧ ポジトロン・エミッション・トモグラフィ 5．タイム・オブ・フライト型 PET. RADIOISOTOPES, **42**, 301－314, 1993.
12. 野原功全：核医学検査技術学 1．核医学検査機器の最近の進歩、日本放射線技術学会雑誌、50, 28－37, 1994.
13. 野原功全：PET 装置のこれから、新医療、21, 78－82, 1994.
14. 野原功全：PET 装置、医学物理データブック、日本医学放射線物理学会、4－118－4－120, 1994, 2, 28.
15. 平岡 武：中性子、医学物理データブック、日本医学放射線物理学会、2－11－2－13, 1994, 2, 28.
16. 平岡 武：ファントム、医学物理データブック、日本医学放射線物理学会、3－77－3－82, 1994, 2, 28.
17. 白貝彰宏：医学物理データブック、日本医学放射線物理学会、1－144－1－149, 2－1, 2－14－2－15, 2－26－2－29, 3－76, 6－45－6－56, 1994, 2, 28.
18. 村山秀雄：情報理論・信号理論・医学物理データブック、日本医学放射線物理学会、Supplement No.40, 5－1, 1－32, Feb, 1994.
19. 村山秀雄：基礎数学、医学物理データブック、日本医学放射線物理学会、Supplement No.40, 5－3, 64－81, Fed, 1994.
20. 山口 寛：内部被曝線量評価法、サブマージョン、被曝評価、内部被曝モニタリング、医学物理データブック、日本医学放射線物理学会、Supplement No.40, 6－57－6－67, 6－68－6－69, 6－121－6－123, 1994, 2, 28.

〔薬理化学研究部〕

1. Djakiew, D. and Onoda, M. (1993) Multichamber cell Culture and directional secretion. In The Sertoli Cell, edited by L. D, Russell and M. D. Griswold, Cache River Press, Clearwater, Floerida, pp.181－194.
2. 伊古田暢夫：光学活性物質の高選択的合成技術－化学量論的不斉合成－、薬理活性物質の分子設計と精密合成技術の開発に関する調査報告書、190－198, 1993.
3. 伊古田暢夫：機能性物質の構造・合成－ペプチド系化合物－、薬理活性物質の分子設計と精密合成技術の開発に関する調査報告書、249－256, 1993.
4. 石原 弘：電離放射線に対する細胞の遺伝子発現応答 医学のあゆみ 166巻 12号 792, 1993.
5. 小沢俊彦・内海英雄*、吉川敏一**、長野哲雄***、嵯峨井勝****：フリーラジカル研究の基礎から臨床まで、ファルマシア、29, 971－976, 1993.（*昭和大薬、**京都府立医大、***東大薬、****国立環境研）
6. 小野田眞：遊学を終えて、－アメリカへの私感－、放射線科学、**36**, 353－354, 1993.
7. 小沢俊彦：活性酸素と微量元素（桜井 弘・田中英彦編）、324－331、廣川書店、東京、1994.

〔生物研究部〕

1．石川裕二：現代生物科学における小型実験魚類、実験医学、**11**, 848－849, 1993.
2．石川裕二：第7回基礎生物学研究所バイオサイエンストレーニングコース（トランスジェニック・キメラ魚類）、生物科学ニュース、**258**, 16－17, 1993.
3．Tatsumi, K. : Radiation mutagenesis, In "Textbook for the Group Training Course in Medical and Biological Application of Radiation and Radioisotopes (Radiation Biology) Natl. Inst. Radiological Sciences, Nucl. Safety Res. Assoc." and Jpn. Int. Cooperation Agency, pp.1－15, 1993.
4．Yukawa, O. : Formation and Detection of Free Radicals (Ⅱ), In "Textbook for the Group Training Course in Medical and Biological Application of Radiation and Radioisotopes (Radiation Biology), Natl. Inst. Radiol. Sci., Nucl. Safety Res. Assoc." and Jpn. Int. Cooperation Agency, pp.1－15, 1993.
5．巽　紘一：ブルーム症候群（機構）、臨床遺伝医学 [IV] 癌と遺伝（古庄敏行、清水信義、北川照男、武部　啓編)、86－94、診断と治療社、東京、1993.
6．巽　紘一：高発癌性遺伝病と突然変異､臨床遺伝医学 [IV] 癌と遺伝（古庄敏行、清水信義、北川照男、武部　啓編)、297－308、診断と治療社、東京、1993.
7．沼田光弘、市村幸子：細胞培養におけるDNA fingerprint法の応用、*HUMAN CELL*, **6**, 316－319, 1993.

〔遺伝研究部〕

1．辻　秀雄、網代廣三、安田英世：哺乳類染色体分配欠損株における染色体動態とcdc2キナーゼ、実験医学、**11**, 2699－2705, 1993.
2．染色体異常　X染色体の脆弱X症候群
山内正剛、関　直彦、近藤郁子、堀　雅明：臨床分子医学　別冊　特集／ヒト染色体－分子構築とその異常－、1993, vol.1, No.4 （7月号）、p.70,(402)－77(409)
3．松田洋一：染色体 *in situ* hybridization 法（マウス）、臨床科学、*29*, 626－633, 1993.
4．松田洋一：マウスを用いたFISH法：遺伝子マッピングと細胞遺伝学への応用、細胞、25, 223－227, 1993.
5．松田洋一、高橋永一：染色体の分子構築：蛍光 *in situ* hybridization (FISH) 法による遺伝子マッピング、臨床分子医学、1, 365－369, 1993.
6．堀　雅明：序論　ヒト染色体のゲノム解析、特集／ヒト染色体－分子構築とその異常－、臨床分子医学、1, 339－347, 1993.
7．山内正剛：放射線生物研究　第29巻　第1号　1994年
＜総　説＞　遺伝的不安定を示すヒトゲノム特定領域と　脆弱X症候群

〔障害基礎研究部〕

1．佐藤弘毅：第24回放医研シンポジウム「放射線発がんとその制御－機構解明へのアプローチ」、保健物理、**28**, 229－231, 1993.
2．佐藤弘毅：第42回国連科学委員会に出席して、放影協ニュース、**7**, No.6, 2－3, 1993.
3．佐藤弘毅：recA・RAD51に相同な哺乳類の組換え遺伝子、蛋白質・核酸・酵素、**38**, 2276－2277, 1993.
4．早田　勇：染色体の自動解析、新生化学実験講座、**20**, 機器分析概論（日本生化学会編)、325－339, 東京化学同人、東京、1993.
5．南久松眞子：白血病と染色体異常、臨床分子医学、1, 392－401, 1993.
6．佐藤弘毅：放射線感受性細胞と活性酸素、フリーラジカルの臨床、**7**, 85－90, 1993.
7．佐藤弘毅：第24回放医研シンポジウム「放射線発がんとその制御－機構解明へのアプローチ」、ISOTOPE NEWS, **465**, 35－36, 1993.
8．佐藤弘毅：血管拡張性失調症ではG1期検問点が欠損している、蛋白質核酸酵素、**38**, 788－789, 1993.
9．佐藤弘毅：転写と修復の共役はヘリカーゼによる、蛋白質核酸酵素、**38**, 1510－1511, 1993.

〔内部被ばく研究部〕

1．稲葉次郎：チェルノブイリ事故の影響（特集「放射線利用に伴うリスク」の一部として）日本原子力学会誌、**35**, 612－615, 1993.
2．福田　俊：実験動物における形態計測法とその応用－ラットおよびイヌの骨代謝の年齢変化を中心に－・骨代謝学会誌、**11**, 194－198, 1993.
3．体内被ばく線量評価コード専門研究会、石榑信人：体内被ばく線量評価コード開発の現状、4, 3 LUDEP (Lung Dose Evaluation Program), 保健物理、**28**, 72－74, 1993.
4．稲葉次郎：ICRP第2専門委員会「年令依存線量タスクグループ」のベルリン会合報告・放射線科学、**36**, 321－323, 1993.
5．福田　俊：宇宙環境と骨代謝、RADIOISOTOPES, **42**, 555－556, 1993.
6．小木曽洋一：マクロファージコロニー形成細胞の起源と放射線感受性・医学のあゆみ、**167**, 600, 1993.

7．高橋千太郎：液体シンチレーション計測用の試料調製装置・Radioisotopes, **42**, 639－646, 1993.

〔環境衛生研究部〕

1．藤高和信：宇宙環境の放射線、日本原子力学会誌、35(10), 880－884, 1993.
2．藤高和信：宇宙環境の放射線－宇宙空間の利用に向けて、SSリサーチモノグラフ、SSR－001, RISS, つくば、1993.
3．藤高和信、古川雅英、松本雅紀：環境中の空間ガンマ線線量調査、放射能調査研究報告書、NIRS－R－23, 21－23, 1993.
4．藤高和信、古川雅英、松本雅紀、小林定喜、土居雅広：屋内外のラドン等による被曝線量調査 (1)居住環境中のラドン濃度の調査、放射能調査研究報告書、NIRS－R－23, 31－33, 1993.
5．小林定喜、土居雅広、藤元憲三、藤高和信、古川雅英、松本雅紀：屋内外のラドン等による被曝線量調査 (2)屋内におけるラドン・トロン濃度弁別調査、放射能調査研究報告書、NIRS－R－23, 35－37, 1993.
6．藤高和信、古川雅英、松本雅紀：火山による放射線レベル変動に関する調査、第35回環境放射能調査成果論文抄録集、25－26, 1993.
7．藤高和信、古川雅英、松本雅紀、土居雅広、阿部道子、小林定喜：屋内外のラドン等による被曝線量調査、第35回環境放射能調査成果論文抄録集、27－28, 1993.
8．井上義和、宮本霧子、岩倉哲男、工藤美和子、梶谷邦人：環境中のトリチウムの測定調査、第35回環境放射能調査研究成果論文抄録集、29－30, 1993.
9．井上義和、宮本霧子、岩倉哲男、工藤美和子、梶谷邦人：環境中のトリチウムの測定調査、放射能調査研究報告書、NIRS－R－23, 55－64, 1993.
10．井上義和、岩倉哲男、工藤美和子：環境中の ^{14}C の濃度調査、第35回環境放射能調査研究成果論文抄録集、23－24, 1993.
11．西村義一、松坂尚典：放射性核種の生体内挙動と除去＜２＞、Ⅰ．放射性核種の体内挙動　2－3.放射性ストロンチウム、放射線科学、**36**：339－402, 1993.
12．西村義一、渡利一夫：放射性核種の生体内挙動と除去＜３＞、Ⅰ．放射性核種の体内挙動　3－4.放射性ルテニウム、放射線科学、**36**：437－440, 1993.
13．松坂尚典、佐藤　至、西村義一：放射性核種の生体内挙動と除去＜３＞、Ⅰ．放射性核種の体内挙動　3－5.放射性亜鉛、マンガン、コバルト、放射線科学、**36**：440－4442, 1993.
14．西村義一、渡利一夫：放射性核種の生体内挙動と除去＜５＞、Ⅱ．体内放射能の除去のメカニズム　2－3.放射性ストロンチウム、放射線科学、**37**：101－102, 1994.
15．佐藤　至、松坂尚典、西村義一：放射性核種の生体内挙動と除去＜５＞、Ⅱ．体内放射能の除去のメカニズム　2－4.放射性マンガンおよび亜鉛、放射線科学、**37**：103－104, 1994.
16．内山正史：旧ソ連におけるチェルノブイリ事故の放射線影響研究の現状－Ⅰ、放射線科学、**36**：127－132, 1993.
17．内山正史：旧ソ連におけるチェルノブイリ事故の放射線影響研究の現状－Ⅱ、放射線科学、**36**：203－208, 1993.
18．望月義夫、内山正史：放射性核種の生体挙動と除去＜１＞、Ⅰ．放射性核種の生体内挙動、1.放射性ヨウ素、放射線科学、36：365－369, 1993.
19．内山正史、渡利一夫：放射性核種の生体挙動と除去＜１＞、Ⅰ．放射性核種の生体内挙動、2.放射性セシウム、放射線科学、**36**：397－399, 1993.
20．望月義夫、内山正史：放射性核種の生体内挙動と除去、Ⅱ．体内放射能除去のメカニズム、A.希釈による放射性核種の除去、1.放射性ヨウ素、放射線科学、**37**：54－56, 1994.
21．Kimura, K. and Watabe, T. : Metabolic parameters related to the bioaccumulation of elements in freshwater organisms, In: Concentration factors of radionuclides in freshwater organisms, Ed. Radioactive Waste Management Center, pp.89－96, 1994.
22．Kimura, K. and Watabe, T. : Factors modifying the concentration factor, In : Concentration factors of radionuclides in freshwater organisms Ed. Radioactive Waste Management Center, pp.5－16, 1994.
23．井上義和、岩倉哲男：環境中の ^{14}C の濃度調査、放射能調査研究報告書、NIRS－R－23, 7－11, 1993.
24．本郷昭三、湯川雅枝、田中千枝子、佐藤愛子：大気浮遊塵中の放射性核種濃度、放射能調査研究報告書NIRS－23、3－6、1993.
25．湯川雅枝、田中千枝子、佐藤愛子、阿部享、滝沢行雄：人体臓器中の $^{239\cdot240}Pu$ 濃度、放射能調査報告書NIRS－23、65－69、1993.
26．本郷昭三、湯川雅枝、田中千枝子、佐藤愛子：大気浮遊塵中の放射性核種濃度、第35回環境放射能調査研究成果論文抄録集、21－22、1993.
27．湯川雅枝、田中千枝子、佐藤愛子、阿部享、滝沢行雄：人体臓器中の $^{239\cdot240}Pu$ 濃度、第35回環境放射能調査研究成果論文抄録集106－107、1993

〔技　術　部〕

1．福久健二郎：子宮頸癌 RALS 最適化治療症例病歴登録データの解析経過報告、ラルス・オプティマイゼーション研究

会（ROP）モノグラフ No.6, 1993.
2．福久健二郎：IAEA/RCA 研究調整会合　肝臓疾患診断における映像手法に関する研究　（第２期）最終会合、放射線科学　36：241－249, 1993, 7.
3．福久健二郎：電算機のコード、放射線科学、36：410－411, 1993.
4．下村正徳*、田島絹子*、恒松隆一郎*、大橋靖雄**、福久健二郎：JCOG の臨床試験研究の機構、特に統計センターについて、Curent review癌化学療法、1993－1994（鶴尾　隆、西條長宏　編）、296－309, 中外医学社、東京、1993.
（*国立がんセンター中央病院薬物療法部、**東大医学部健康科学看護学科）
5．小林森、松本恒弥、岡本正則、松下　悟、松田洋一、広部知久、佐藤敏彦：遺伝的高リスク群の検出、モデル実験動物の開発に関する研究　②モデル実験物の開発に関する研究。放医研特別研究最終報告書、NIRS－R－24、77－84、1994.

〔養成訓練部〕
1．内山正史、渡利一夫：放射線科学、36, 397－399, 1993. 放射性核種の生体内挙動と除去＜１＞　Ⅰ．放射性核種の生体内挙動　２．放射性セシウム
2．西村義一、渡利一夫：放射線科学、36, 437－440, 1993.　放射性核種の生体内挙動と除去＜３＞　Ⅰ．放射性核種の生体内挙動　４．放射性ルテニウム
3．渡利一夫、青木芳朗：放射線科学、37, 53－54, 1994. 放射性核種の生体内挙動と除去＜５＞　Ⅱ．体内放射能の除去のメカニズム－１　概要
4．渡利一夫、青木芳朗：放射線科学、37, 100－101, 1994. 放射性核種の生体内挙動と除去＜６＞　Ⅱ．体内放射能の除去のメカニズム－２　Ａ．希釈による放射性核種の除去２　２．放射性セシウム

〔総括安全解析研究官付〕
1．小林定喜、神田玲子：リスクアセスメントーその歴史と概説、環境科学会誌 6(4), 367－377, 1993.
2．高山　誠、西澤かな枝：（入門シリーズ：放射診療の基礎）新しい国際放射線防護委員会勧告(3), 臨放 38, 207－278, 1993.
3．池崎廣海、西澤かな枝、他：(Technical Note) RadiosurgeryにおけるMVX線ナロー・ビームのフィルムによる線量測定、日放腫会誌 5, 197－207, 1993.
4．小林定喜：何が本当に危ないのか、科学技術ジャーナル 2(9), 16－18, 1993.
5．Sugahara, T.*, Torizuka, K.**, Kobayashi, S., Ishii, Y.***(edited) : *Proceedings of Fukui Workshop on Health Risks : Perspectives and Research.* 1993.　(*Professor Emeritus, Kyoto University, **President, Fukui Medical School, ***Professor, Dept. of Radiology, Fukui Medical School)
6．Kobayashi, S., Uchiyama, M., Matsudaira, H (edited) : *Proceedings of Japan－USSR Seminar on Radiation Effects Research,* 1994.

〔障害・臨床研究部〕
1．安藤興一：粒子線生物学研究の現状と将来展望、1993, 9, Isotope News 471, 2－5.
2．秋山芳久*、飯沼　武：標識抗体の線量分布計算、画像医学プログレスシリーズ 4, p.161－168, 中島書店、1993.
（*千葉県ガンセンター）
3．飯沼　武：JASTRO を赤字団体から格上げしよう！、JASTRO Newsletter No.23, 9－10, 1993.
4．飯沼　武：Ｘ線発見100周年の記念事業について、映像情報（M）**25**：928－929, 1993.
5．飯沼　武：日本の乳房検診は乳癌撮影導入のために何をなすべきか、新医療 No.225, p.96－98, 1993.
6．舘野之男：分割照射におけるＸ線の効果と照射期間(3)、新医療、(225), 128－133, 1993.
7．舘野之男：核医学の手法による脳機能の無浸襲計測、原子力システム原子力懇話会、4(2), 22－27, 1993.
8．宍戸文男：解説　核医学における最近の進歩、日本原子力学会誌、35(8), 678－687, 1993.
9．宍戸文男、小川敏英、犬上　篤、下瀬川恵久：脳血管障害の CT/MRI、臨床雑誌「内科」、72(3), 411－420, 1993.
10．鈴木　元：Ｔ細胞エネルギーにおける AP－１の down－modulation　臨床免疫, **25**, 1207－1210, 1993.
11．鈴木　元：胸腺外におけるＴ細胞トレランスの機構　*Medical Immunology,* **26**：207－213, 1993.
12．大山ハルミ、山田　武：胸腺細胞の放射線誘発アポトーシス、実験医学、**11**, 2342－2346, 1993.
13．飯沼　武：対癌戦略のための研究の考え方、映像情報（M）**25**：469, 1993.
14．飯沼　武：原子力時代の50年目－1992年12月２日シカゴで感じたこと、放射線科学、**36**, 138－139, 1993.
15．飯沼　武：放射線科専門医と医学物理士、放射線科専門医会ニュースNo.74, 18－19, 1993.
16．古瀬和寛、飯沼　武、遠藤真広ほか：日本磁気共鳴医学会－頭部 MRA スクリーニング検討委員会(2)、日磁医会誌、**13**, 187－195, 1993.
17．Iinuma, T. : Activities, The National Institate of Radiological Sciences, Science and Technology Agency, Frontier, Okd. Biol. Engg. **5**, 63－65, 1993.
18．舘野之男：玉木正男*（大阪市立大学名誉教授）：医療今昔物語64、脳血管撮影、臨床科学、**29(6)**, 769－776, 1993.
19．舘野之男：ニーズの変化を受けとめる、新医療、99－102, 1993.

20. 宍戸文男、舘野之男：ポジトロンCT測定、医工学Ⅱ、12(B), 3－27, 1993.
21. 舘野之男：核医学は脳機能にどまで迫れるか、モダンメディシン、22－2, 67－68, 1993.
22. 舘野之男：CTの機能分化は進むか、インナービジョン、8(1), 13－131, 1993.
23. 舘野之男：医療分野における放射線利用、原子力工業、39(2), 44, 1993.
24. 飯沼　武：超高速CTの開発の過去、現在、未来、Medical Imaging Technology 11：573－577, 1993.
25. 田伏勝義*、飯沼　武、中村　譲：小線源治療　4．投与線量の最適化法、p.21－29, 中山書店、東京、1993年12月、1994年2月　(*埼玉がんセンター)
26. 飯沼　武：三次元画像診断の意義、病態生理、13：93－95, 1994.
27. 入江俊章：（特集　放射線と人間社会）短寿命ポジトロン放出各種の製造と利用、*化学と工業*、11, 32－33, 1993.
28. 吉田勝哉、増田憲昭：PETによる循環器疾患の診断　(5)心筋血流計測の方法論：その2、循環器科、35：56－59, 1994.
29. 吉田勝哉、増田憲昭：PETによる循環器疾患の診断　(6)心筋血流計測の臨床応用、循環器科　35：159－163, 1994.
30. K. Ando, K. Fukutsu, H. Tatsuzaki and F. Yatagai : Downsizing effect of irradiated volume on normal tissue injuries RIKEN Review 4, focused on heavy ion science and technology, pp.43－44, 1994 (Jan.)
31. 松本　徹：技術交流の輪－3、コンピュータ支援の基本について、CADM News Letter No.8, 6－8, 1994, 5.

〔治療診断部〕

1．久保田進：癌治療最前線、エネルギーレビュー：13巻、45, 1993年、4月
2．久保田進：癌治療最前線、エネルギーレビュー：13巻、48, 1993年、5月
3．久保田進：癌治療最前線、エネルギーレビュー：13巻、55, 1993年、6月
4．久保田進：食事、栄養と癌予防、放射線科学36巻、174－177, 1993年、5月
5．森田新六、松岡祥介、佐藤真一郎：速中性子線治療、泌尿器外科、6, 385－391, 1993.
6．久保田進、赤沼篤夫：癌治療における臨床試験について、エネルギーレビュー13(11), 44－46, 1993.
7．久保田進：癌治療最前線、エネルギーレビュー13(11), 48, 1993.
8．久保田進：癌治療最前線、エネルギーレビュー13(12), 49, 1993.
9．久保田進、赤沼篤夫、室橋郁生：小児白血病、放射線科学 36,(10), 348－352, 1993.
10．久保田進、赤沼篤夫、安江　正：脳・脊髄の腫瘍、放射線科学 36(12), 433－436, 1993.
11．村山重行：高線量率による舌癌の治療、小線源放射線治療（小塚隆弘、井上俊彦編）、70－80, 中山書店、東京、1993.
12．田伏勝義*、飯沼　武、中村　譲、投与線量の最適化法（小塚隆弘、井上俊彦編）、p.21－29, 中山書店、東京、1993.（*埼玉県立がんセンター）
13．溝江純悦：小線源治療のDVHS、小線源治療（小塚隆弘志、井上俊彦編）、14－20, 中山書店、東京、1993.
14．入江五朗、溝江純悦：標形フィルター（ウェルミフィルター）、他、癌用語事典、（斉藤達雄、他）、106, 医療ジャーナル記、大阪、1993.

〔医用重粒子　物理・工学研究部〕

1．古澤佳也：紫外線計測機器の現状と問題点、太陽紫外線防御研究委員会学術報告、3, 51－63, 1993.
2．古澤佳也：Spring－8の放射線生物学への応用、SR科学技術情報、3, 29－32, 1993.
3．遠藤真広：重粒子線治療を間近に控えて、新医療　20(12)：66－68, 1993.
4．古瀬和寛[1]、飯沼　武[2]、遠藤真広他：脳ドック実施医療機関アンケートとその集計結果について、日本磁気共鳴学会雑誌、13：187－195, 1993.（[1]中津川市民病院、[2]障害・臨床研究部）
5．河内清光：ハイテク放射線治療装置（HIMAC）、バイオメカニズム学会誌、18, 25－30, 1993.
6．河内清光、佐藤幸夫、河野俊之、門間静雄、中山　隆：重粒子線がん治療装置（HIMAC）の放射線安全対策、1994.

〔環境放射生態学研究部〕

1．白石久二雄：最近の日本人に関する放射性元素の摂取量研究、放射線科学、36, 164－169, 1993.
2．Nakajima, T. : Magnesium Silicate ("Thermoluminescent Materials" edited by D. R. Vij), 322－336, 1993.
3．渡部輝久：陸圏におけるラジオエコロジー　－淡水生物による放射性および安定元素の取り込み－、RADIOISOTOPES, 42, 103－112, 1993.
4．中島敏行：第21回放医研環境セミナー「緊急時における線量評価と安全への対応」の概要、保健物理、29, 105－107, 1994.
5．中島敏行：第21回放医研環境セミナー印象記、ISOTOPE NEWS, No.478, 30－31, 1994.

1．職　員　研　究　発　表

D．口　　頭

〔科学研究官〕

1．Yagi, H., Hiraoka, T., Shiragai, A., Kawashima, K., Kawano, S. : Response of Farmer Type Ionization Chambers for Some High Energy Photon Beams. International Congress of Radiation Oncology 1993 (ICRO '93), Kyoto, 1993. 6.

2．Hinata, H., Hiraoka, T., Fukumura, A., Kawashima, K., Sakai, K. : Effect of Field Size on Dose Distributions in Lung for High Energy Photon Beams. International Congress of Radiation Oncology 1993 (ICRO '93), Kyoto, 1993. 6.

〔物理研究部〕

1．村山秀雄、野原功全、山本幹男：3次元PET画像再構成法におけるOrlovの式の考察、第65回日医放物理学会、横浜、1993. 4.

2．山口　寛、曽我文宣：[Katz Track Theory]について、第65回日医放物理学会、横浜、1993. 4.

3．限元芳一、丸山隆司*、野田　豊、岩井一男**、竹下美津恵：ICRP－1990年勧告に基づく放射線診断に関連した寿命短縮の計算法、日本医学放射線学会第65回物理学会大会、横浜、1993. 4.（*特別研究官、**日大医学部）

4．福村明史：ドイツ・GSIに於ける重粒子線治療へ向けた研究、第65回日医放物理学会、横浜、1993. 4.

5．平岡　武、奈良井和弘、木村雅也、福村明史、石居隆義、星野一雄、竹下美津恵、川島勝弘：臓器画像撮影用X線CT人体ファントム、第65回日医放物理学会大会、横浜、1993. 4.

6．谷　英林*、関口信一*、大島正明*、平岡　武：X線CT画像に於ける体内臓器の自動抽出（その一、肝臓の自動抽出）第65回日医放物理学会大会、横浜、1993. 4.（*旭化成情報システム）

7．Hiraoka, T., Hoshino, K., Fukumura, A., Kawashima, K., Kato, H. and Tateno, Y. : Application of three－dimensional dose distributions by MRI to radiation treatment planning. Int. Cong. of Radiation Oncology 1993, Kyoto, 1993. 6.

8．Yagi, H.*, Hiraoka, T., Shiragai, A., Kawashima, K. and Kawano, S.* : Response of Farmer type ionization chambers for some high energy photon beams. Int. Cong. of Radiation Oncology 1993, Kyoto, 1993. 6. (*Univ. of Tokushima).

9．Hinata, H.*, Hiraoka, T., Fukumura, A., Kawashima, K. and Sakai, K.* : Effect of field size on dose distributions in lung for high energy photon beams. Int. Cong. of Radiation Oncology 1993, Kyoto, 1993. 6. (*Niigata Univ.)

10．平岡　武：Photon beam radiosurgeryの線量評価、第20回PCユーザ・グループ・ミーティング、横浜、1993. 4.

11．Tomitani, T., Sudo, M., Minohara, S., Kohno, T. Takada, E. and Kanai, T. : Feasibility Study on the Application of Auto Activation of Heavy Ions to the Monitoring of the Dose Distribution, International Congress of Radiation Oncology 1993, Kyoto, 1993. 6.

12．Fukumura, A., Hiraoka, T., Hoshino, K., Takeshita, M., Kawashima, K. and Kanai, T. : Depth－dose Calculation of Thearpeutic Heavy Ions, Intemational Congress of Radiation Oncology 1993, Kyoto, 1993. 6.

13．Nohara, N. : Introduction to volume imaging for future PET. 2nd Intern. Symp. on Clinical PET in Oncology, Sendai, May 16－18, 1993.

14．Murayama, H. : Overview of 3D image reconstruction algorithms. 2nd Intern. Symp. on Clinical PET in Oncology, Sendai, May 16－18, 1993.

15．山口　寛、本郷昭三、竹下　洋、岩井一男*、岩井　敏**：日本人の数学ファントムについて、第10回日本医学物理学会、東京、1993. 7.（*日大歯学部、**三菱原子力工業・大宮研究所）

16．山口　寛、曽我文宣：「Dual Radiation Action理論」による重粒子効果の解析について、第66回日本医学放射線物理学会大会、札幌、1993. 9.

17．白貝彰宏：4MV X線での校正を考える、第18回医療用標準線量研究会、千葉、1993. 8.

18．村山秀雄、野原功全、山本幹男：3次元像再構成におけるOrlovの式の拡張、第12回日本医用画像工学会、東京、1993. 7.

19．村山秀雄、野原功全、山本幹男：3次元PET用像再構成における一般化Orlovの式の提案、第66回日本医学放射線物理学会大会、札幌、1993. 9.

20．山本幹男、大山ハルミ、古川　章、早田　勇、古角智子、西川慶一*、村山秀雄、野原功全、宇都宮俊二**、井上雅子**、加藤義彦**：カラー画像情報を基にした小核の自動認識システム、日本医学物理学会第10回研究発表会、東京、1993. 7.（*東歯大、**オムロンライフサイエンス研）

21．古川　章、赤松裕子*、早田　勇、山本幹男、岡部信夫**、古田伸一**、西川慶一***、佐藤弘毅：染色体自動解析システムNIRS－1000を使ったメタフェーズの検出、日本医学物理学会第10回研究発表会、東京、1993. 7.
（*東邦大、**ニコン、***東歯大）

22. 古田伸一*、早田　勇、角田みすず*、岡部信夫*、古川　章、山本幹男、野原功全、佐藤弘毅、西川慶一**：染色体自動解析システムNIRS－1000を使った2動原体の検出率の評価、日本医学物理学会第10回研究発表会、東京、1993. 7.（*ニコン、**東歯大）
23. 福岡秀也*、田中厚志*、早田　勇、山本幹男、川嶋弘尚*：輪郭線のスケールスペース記述に基づくオーバーラップ染色体の動原体候補点の検出、日本医学物理学会第10回研究発表会、東京、1993. 7.（*慶大）
24. 福村明史、平岡　武、星野一雄、竹下美津恵、川島勝弘、佐方周防*、秋山芳久*、飯田孔陽*：医療用線量標準関東地区センター活動の状況、第18回医療用標準線量研究会、千葉、1993. 8.（*千葉県がんセンター）
25. 福村明史、星野一雄、竹下美津恵、金井達明、蓑原伸一、須藤美智雄：重粒子線用相対線量計としてのシリコンダイオード検出器、第3回重粒子線研究ワークショップ、千葉、1993. 9.
26. 福村明史、星野一雄、竹下美津恵、金井達明、蓑原伸一、須藤美智雄：P型シリコンダイオードによる重粒子線の線量分布測定、第66回日医放物理学会、札幌、1993. 9.
27. Hiraoka, T., Hoshino, K., Fukumura, A. and Kawashima, K. : Mapping of dose distributions using a super absorvent polymer. Am. Assoc. of Phys. in Med., 35th Ann. Meeting, Washington D. C., U. S. A., 1993. 8.
28. Hiraoka, T., Narai, K.*, Nakajima, K.**, Kawashima, K. and Tateno, Y. : A solid phantom for longitudinal relaxation rate. Am. Assoc. of Phys. in Med., 35th Ann. Meeting, Washington D. C., U. S. A., 1993. 8.
(*Kyoto Science, **H&K Co.)
29. 平岡　武、谷　英林*、関口信一*、大島正明*、川崎洪伸*：X線CT画像に於ける体内臓器の自動抽出（その2　肝臓）、日医放物理学会大会、札幌、1993. 9.（*旭化成情報システム）
30. 谷　英林*、関口信一*、大島正明*、川崎洪伸*、平岡　武：頭部MR画像から脳の自動抽出、第66回日医放物理学会大会、札幌、1993. 9.（*旭化成情報システム）
31. 平岡　武、星野一雄、竹下美津恵、川島勝弘、谷　英林*、関口信一*：MR－Feゲルによる線量分布の測定と等線量曲線の取得、第66回日医放物理学会大会、札幌、1993. 9.（*旭化成情報システム）
32. 野田　豊、隈元芳一、丸山隆司：大面積用電気化学エッチング装置の試作について、第30回理工学に於ける同位元素研究発表会、東京、1993. 7.（*特別研究官）
33. 野田　豊、土居雅広、村上幸男*：ラドン・トロン濃度弁別測定用電気化学エッチング装置の改良・試作について、第30回理工学に於ける同位元素研究発表会、東京、1993. 7.（*村上設計）
34. 野原功全：シンポジウム「臨床PETの現状と将来」2．PET装置の進歩、第33回日本核医学総会、宮崎、1993. 10.
35. 村山秀雄、野原功全、山本幹男：ポジトロン・ボリュームイメージング用像再構成のためのOrlovの式に関する考察、第33回日本核医学総会、宮崎、1993, 10. 28－30.
36. 山口　寛：マイクロドシメトリーの最近の動向について、日本原子力学会放射線挙動研究専門委員会、東京、1993. 1.
37. Yamaguchi, H., Pinak, M., Osman, R. and Furukawa, A. : Molecular Dynamics Simulation of DNA with a Base Damage Induced by OH Radical. 第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
38. Yamaguchi, H. : Medical Internal Radiation Dose Estimation －Japanese case－, International Symposium on Digital Imagings and Centennial Anniversary of Roentgen Ray Discovery, Tahiland, Chiland, Chiangmai, 1994. 1.
39. 隈元芳一：熱ルミネッセンス法による被曝線量評価の現状と課題、第21回放医研環境セミナー、千葉、1993. 12.
40. 平岡　武、谷　英林*、関口信一*、大島正明*：体内臓器の自動抽出と治療計画への応用、第6回日本放射線腫瘍学会大会、福岡、1993. 11.（*旭化成情報システム）
41. 平岡　武：不均媒層の線量分布測定、第6回日本放射線腫瘍学会大会、福岡、1993. 11.
42. 福村明史、星野一雄、竹下美津恵、金井達明、蓑原伸一、須藤美智雄：P型シリコンダイオードの重粒子線用線量計としての特性、第8回「放射線検出器とその応用」ワークショップ、つくば、1994. 1.
43. Fukumura, A., Hoshino, K., Takeshita, M., Kanai, T., Minohara, S. and Sudou, M. : Silicon Diodes as Detectors in Relative Dosimetry of Heavy Ions, Heavy Ions Research : Space, Radiation Protection and Therapy, Sophia Antipolis, 1994. 3.

〔薬理化学研究部〕

1．小沢俊彦、上田順市、湯川修身、藤原裕美子*、宮崎真紀子*、松島美一*：第15回磁気共鳴医学会、京都、1993. 5.（*共立薬大）
2．上田順市、小沢俊彦、宮崎真紀子*、藤原裕美子*、松島美一*：第6回金属の関与する生体関連反応シンポジウム、京都、1993. 6.（*共立薬大）
3．松本信二：陽子線による考古学、生体、地球科学、環境問題などの試料の高感度元素分析、千葉大学教養部講演会、千葉、1993. 5.
4．小沢俊彦：ESRによるフリーラジカル研究の一端、第4回京浜地区生体フリーラジカル実験技術交流会、横須賀、1993. 7.
5．上田順市、島津良枝、小沢俊彦：第4回京浜地区生体フリーラジカル実験技術交流会、神奈川、1993. 7.
6．島津良枝、浜（稲葉）浩子、湯川修身、小沢俊彦：第4回京浜地区生体フリーラジカル実験技術交流会、神奈川、1993. 7.

7．山内　洋、小野田眞、石井洋子、鈴木桂子、稲野宏志、若林克己*、高橋正一**：乳腺をとりまく内分泌環境と放射線により誘発される乳腺腫瘍発生の関係、第18回日本比較内分泌学会（東京）8月25日．（*群大、**佐々木研）
8．Ozawa, T., Ueda, J., Yukawa, O., Fujiwara, Y.*, Miyazaki, M.* and Matsushima, Y.* : 6th International Conference on Superoxide and Superoxide Dismutase, Kyoto, 1993. 10. (*Kyoritsu Coll. of Pharmacy)
9．Hama-Inaba, H., Shimazu, Y., Takusagawa, M., Nakajima, T., Ueda, J., Ozawa, T. and Yukawa, O. : 6th International Conference on Superoxide and Superoxide Dismutase, Kyoto, 1993. 10.
10．Shimazu, Y., Hama-Inaba, H., Yukawa, O. and Ozawa, T. : 6th International Conference on Superoxide and Superoxide Dismutase, Kyoto, 1993. 10.
11．Yukawa, O., Nakajima, Y. and Ozawa, T. : 6th International Conference on Superoxide and Superoxide Dismutase, Kyoto, 1993. 10.
12．Ozawa, T., Ueda, J., Yukawa, O., Fujiwara, Y.*, Miyazaki, M.* and Matsushima, Y.* : 4th International Symposium on Spin Trapping and Organic EPR Spectroscopy with Application in Chemistry, Biology and Medicine, Oklahoma City, 1993. 10. (*Kyoritsu Coll. of Pharmacy)
13．湯川修身、小沢俊彦：日本放射線影響学会第34回大会、広島、1993, 11.
14．島津良枝、浜（稲葉）浩子、中島徹夫、上田順市、湯川修身、小沢俊彦、森明充興：日本放射線影響学会第34回大会、広島、1993. 11.
15．上田順市、島津良枝、小沢俊彦、宮崎真紀子*、藤原祐美子*、松島美一*：第26回酸化反応討論会、東京、1993. 10.（*共立薬大）
16．浜（稲葉）浩子、島津良枝、中島徹夫、上田順市、湯川修身、小沢俊彦、森明充興：日本生物物理学会第31回年会、名古屋、1993. 10.
17．小沢俊彦：キレート懇談会、葉山、1993. 11.
18．松本信二、古瀬雅子、宮田尚雄*、船越浩海**：第36回放射線影響学会広島、1993. 10.（*名古屋経済大、**東京医科歯科大）
19．石原　弘、田中　泉、根本久美恵*、常岡和子、大津裕司*：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.（*生理病理研究部）
20．根本久美恵*、石原　弘、田中　泉、常岡和子、吉田和子*、大津裕司*：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.（*生理病理研究部）
21．石原　弘：第52回放医研シンポジウム、千葉、1993. 11.
22．石原　弘、田中　泉：第16回日本分子生物学会年会、千葉、1993. 12.
23．古瀬雅子、松本信二、曽我文宣、宮田尚雄*：第31回日本生物物理学会、名古屋、1993. 10.（*名古屋経済大）
24．松本信二、古瀬雅子、村越善次、遠藤節子、橋爪裕司*：第11回 PIXE シンポジウム、筑波、1993. 10.（*静岡大）
25．大橋国雄*、玉野井逸朗*、松本信二、村越善次、大島弘行**、石原豊之**、島　邦博**：第11回 PIXE シンポジウム、筑波、1993. 10.（*千葉大、**筑波大）
26．玉野井逸朗*、大橋国雄*、松本信二、村越善次、松本恒弥：第11回 PIXE シンポジウム、筑波、1993, 10.（*千葉大）
27．曽我文宣、古瀬雅子、松本信二：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
28．玉野井逸朗*、大橋国雄*、松本信二、村越善次、松本恒弥：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.（*千葉大）
29．上田順市、島津良枝、小沢俊彦：第5回京浜地域生体フリーラジカル実験技術交流会、横須賀、1993. 12.
30．島津良枝、浜（稲葉）浩子、湯川修身、上田順市、小沢俊彦：第5回京浜地域生体フリーラジカル実験技術交流会、横須賀、1993. 12.
31．安西和紀、畠中健一*、中村美保*、桐野　豊*：第66回日本生化学会大会、東京、1993. 10.（*九大）
32．国安明彦*、武田真一*、安西和紀、桐野　豊**、中山　仁*：第66回日本生化学会大会、東京、1993. 10.（*熊本大、**九大）
33．篠崎幸喜*、安西和紀、桐野　豊*、李　相男**、青柳東彦***：日本生物物理学会第31回年会、名古屋、1993. 10.（*九大、**福岡大、***長崎大）
34．篠崎幸喜*、安西和紀、桐野　豊*、大石　修*、李　相男**、青柳東彦***：第31回ペプチド化学討論会、明石、1993. 10.（*九大、**福岡大、***長崎大）
35．安西和紀、畠中健一*、中村美保*、桐野　豊*：第15回生体膜と薬物の相互作用シンポジウム、東京、1993. 11.（*九大）
36．石井洋子、稲野宏志、千葉史子*、松島美一*：第66回日本生化学会大会、東京、1993. 10.（*共立薬大）
37．小野田眞、Daniel Djakiew*：第66回日本生化学会大会、東京、1993. 10.（*ジョージタウン大学）
38．稲野宏志、鈴木桂子、石井洋子、山内　洋、日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
39．湯川修身、中島徹夫、小沢俊彦：放射線による生体膜損傷とビタミンEの防御効果、第5回ビタミンE研究会、東京、1994. 1.
40．上田順市、小沢俊彦、須藤麻子*、森　敦子*、松島美一*：ヒスチジン含有ペプチド－銅錯体による過酸化水素の分解及びスーパーオキシドとの反応、日本薬学会第114年会、東京、1994. 3.（*共立薬大）
41．小沢俊彦：活性酸素・フリーラジカルに於ける銅錯体の意義、日本化学第67春季年会、東京、1994. 3.

42. Anzai, K., Ueda, J., Shimazu, Y., Ozawa, T. and Yukawa, O. : The First International Conference on Oxidative Stress and Aging, Kailua-Kona, Hawaii, U. S. A., 1994. 3.
43. 安西和紀、山田健一*、桐野　豊**、松崎勝巳***、宮嶋孝一郎***、藤井信孝*** : 日本薬学会第114年会、東京、1994. 3.（*九大、**東大、***京大）
44. 常岡和子、色田幹雄、高橋邦彦*、野本康二**、横倉輝男** : 日本薬学会第114年会、東京、1994. 3.（*東邦大理、**ヤクルト中研）
45. 小野田眞、Daniel Dlakiew*1 : 日本薬学会、東京、1994. 3. (*1Georgetown Univ. Sch. Med.)

〔生物研究部〕

1. 小沢俊彦、上田順市、湯川修身、藤原裕美子、宮崎真紀子、松島美一 : 銅ペプチド錯体と活性酸素の反応－ESR スピントラッピングを中心として、第15回磁気共鳴医学会、京都、1993. 5.
2. 市村幸子、三田和英 : 日本ショウジョウバエ研究会第1回研究集会、八王子、1993. 7.
3. 田口泰子、金井達明、蓑原伸一、古沢佳也 : 重粒子線のメダカの優性致死誘発に対する効果、第3回重粒子線研究セミナー、千葉、1993. 8.
4. 巽　紘一、立花　章、法喜ゆう子、藤森　亮、加藤武司 : 末梢血管拡張性運動失調症リンパ芽球様細胞における欠失突然変異の優位、第10回放影研・放医研研究交流セミナー、千葉、1993, 7. 放射線科学、36(8), 291-292, 1993.
5. 島津良枝、浜（稲葉）浩子、湯川修身、小沢俊彦 : SOD 活性測定におけるキサンチンオキシダーゼの問題点、第4回京浜地域生体フリーラジカル実験技術交流会、横須賀、1993. 7.
6. Hirobe, T. : Developmental changes in the proliferative activity of mouse epidermal melanoblasts in serum-free culture are regulated by keratinocytes. In The 15th International Pigment Cell Conference. London, 1993. 9.
7. Hu, C., Tachibana, A., Ejima, Y., Sasaki, M. and Tatsumi, K. : Acquisition of tumorigenicity in xeroderma pigmentosum lymphoblastoid cells as model for malignant progression. In International Symposium on Molecular Mechanisms of Radiation and Chemical Carcinogen-induced Cell Transformation. Mackinac Island, Michigan, 1993. 9.
8. Nakajima, T., Yukawa, O. : Radiation effect on Ca^{2+} signaling in primary cultured rat hepatocytes. In the 11th International Biophysics Congress. Budapest, 1993. 7.
9. Hama-Inaba, H., Shimazu, Y., Nakajima, T. and Morimyo, M. : Genetic analysis of CHO-Ki cell mutants sensitive to plumbagin. a powerful active oxygen propagator. In the 11th International Biophysics Congress. Budapest, 1993. 7.
10. 石川裕二 : 第81回日本解剖学会関東地方会、東京、1993. 10.
11. 石川裕二 : 第17回日本神経科学大会、名古屋、1993. 12.
12. 石川裕二、田口泰子 : 第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
13. 立花　章、藤森　亮、巽　紘一 : APRT ヘテロ接合性細胞における放射線誘発ジアミノプリン抵抗性変異体の分子的解析、日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
14. Tachibana, A., Kato, T. and Tatsumi, K. : Molecular characterization of γ－ray－induced mutation in ataxia-telangiectasia cells. In BSCB/DNA Repair Network Conference. "Cell Cycle Checkpoints, DNA Repair and DNA Replication Strategres" Cambridge, U. K. 1993. 10.
15. 立花　章、加藤武司、巽　紘一 : アタキシア・テランジェクタシア細胞における放射線誘発突然変異の分子的解析、日本癌学会第52回総会、仙台、1993. 10.
16. 田口泰子、金井達明、蓑原伸一、古沢佳也 : 日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
17. 田口泰子 : 近交系メダカの特性と化学発がん剤に対する感受性試験、日本動物実験代替法学会第7回大会、大阪、1993. 12.
18. 田口泰子、石川裕二 : メダカの劣性致死突然変異 : 胚期に水泡を形成する変異体、日本動物学会第64回大会、沖縄、1993. 11.
19. 村磯知採、浅見行一、松平寛通 : 日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
20. Yukawa, O., Nakajima, T. and Ozawa, T. : 6th International Conference on Superoxide and Superoxide Dismutase, Kyoto, 1993. 10.
21. Shimazu, Y., Hama-Inaba, H., Yukawa, O. and Ozawa, T. : 6th International Conference on Superoxide and Superoxide Dismutase, Kyoto, 1993. 10.
22. Ozawa, T., Ueda, J., Yukawa, O., Fujiwara, Y.*, Miyazaki, M.* and Matsushima, Y.* : 6th International Conference on Superoxide and Superoxide Dismutase, Kyoto, 1993. 10. (*Kyoritsu Coll. of Pharmacy)
23. Hama-Inaba, H., Shimazu, Y., Takusagawa, M., Nakajima, T., Ueda, J., Ozawa, T., Yukawa, O. : 6th International Conference on Superoxide and Superoxide Dismutase, Kyoto, 1993. 10.
24. Ozawa, T., Ueda, J., Yukawa, O., Fujiwara, Y.*, Miyazaki, M.* and Matsushima, Y.* : 4th International Symposium on Spin Trapping and Organic EPR Spectroscopy with Application in Chemistry, Biology and Medicine, Oklahoma City, 1993. 10. (*Kyoritsu Coll. of Pharmacy)

25. 中島徹夫、湯川修身：第31回日本生物物理学会大会、名古屋、1993. 10.
26. 浜（稲葉）浩子、島津良枝、中島徹夫、上田順市、湯川修身、小澤俊彦、森明充興：第31回日本生物物理学会大会、名古屋、1993. 10.
27. 湯川修身、中島徹夫、上田順市、島津良枝、小澤俊彦、伊古田暢夫、山田　武：第36回日本放射線影響学会大会、広島、1993. 10.
28. 中島徹夫、湯川修身：第36回日本放射線影響学会大会、広島、1993. 10.
29. 島津良枝、浜(稲葉)浩子、中島徹夫、上田順市、湯川修身、小澤俊彦、森明充興：日本放射線影響学会第34回大会、広島、1993. 11.
30. 市村幸子、三田和英：日本ショウジョウバエ研究会、東京、1993. 7.
31. 市村幸子、三田和英、沼田光弘：第66回日本生化学会大会、東京、1993. 10.
32. 市村幸子、三田和英：第16回日本分子生物学会年会、千葉、1993. 12.
33. Ichimura, S., Mita, M. and James, T. C. 33rd Annual Meeting The American Society of cell Biology, New Orleans, 1993. 12.
34. 座間光雄：第66回日本生化学会大会、東京、1993. 10.
35. 座間光雄：第16回日本分子生物学会年会、千葉、1993. 12.
36. 三田和英、市村幸子、前田　進、金森菜一：第66回日本生化学会大会、東京、1993. 10.
37. Mita, K., Ichimura, S. and Maeda, S. : 33rd Annual Meeting The American Society for cell Biology, New Orleans, 1993. 12.
38. 三田和英、森明充興、根井　充、本郷悦子、市村幸子：第16回日本分子生物学会大会、千葉、1993. 12.
39. 古屋理香子、秋保　暁、福田　実、広部知久：第64回日本動物学会、西原、1993. 11.
40. 広部知久：第64回日本動物学会、西原、1993. 11.
41. 広部知久：第8回日本色素細胞学会、豊明、1993. 12.
42. 島津良枝、浜（稲葉）浩子、中島徹夫、上田順市、湯川修身、小澤俊彦、森明充興：第36回日本放射線影響学会大会、広島、1993. 10.
43. 島津良枝、浜（稲葉）浩子、湯川修身、上田順市、小澤俊彦：第5回京浜地域生体フリーラジカル実験技術交流会、横須賀、1993. 12.
44. 古野育子、松平寛通：日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
45. 田口泰子*、伏木信次*、石川裕二、広部知久：第46回日本動物学会関東支部大会、東京、1994. 3.
（*京都府立医大・老化研）
46. 湯川修身、中島徹夫、小澤俊彦：第5回ビタミンE研究会、東京、1994. 1.
47. Anzai, K., Ueda, J., Shimazu, Y., Ozawa, T. and Yukawa, O. : The 1st International Conference on Oxidative Stress and Aging, Kailua-Kona, Hawaii, U. S. A., 1994. 3.
48. 巽　紘一：第27回日本プリン・ピリミジン代謝学会特別講演、名古屋、1994. 2.

〔遺伝研究部〕

1. Morimyo, M., Machida, I., Hongo, E., Hama-Inaba, H. : 17th International Congress of Genetics, Birmingham, 1993. 8.
2. 森明充興、本郷悦子、町田　勇、佐伯哲哉、浜（稲葉）浩子：第65回日本遺伝学会、三島、1993. 9.
3. Hama-Inaba, H., Shimazu, Y., Nakajima, T., Morimyo, M. : 11th International Biophysics Congress, Budapest, 1993. 7.
4. 島津良枝、浜（稲葉）浩子、湯川修身、小澤俊彦：第4回京浜地域生体フリーラジカル実験技術交流会、神奈川、1993. 7.
5. 辻　秀雄、三田和英、山内正剛、高橋永一、森明充興、斎藤俊行、辻さつき、佐伯哲哉：第65回日本遺伝学会、三島、1993. 9.
6. 網代廣三、西川安廣、安田秀世、辻　秀雄：第52回日本癌学会、仙台、1993. 9.
7. 山内正剛：遺伝的不安定を示すヒトゲノム特定領域、琵琶湖シンポジウム（平成5年7月）
8. 塩見忠博：大阪大学蛋白質研究所セミナー「DNA損傷を修復する蛋白質」、吹田、1993. 9.
9. 塩見忠博、塩見尚子、原田良信、齋藤俊行、奥野　豊、山泉　克：第65回日本遺伝学会、三島、1993. 9.
10. 原田良信、齋藤俊行、塩見尚子、塩見忠博：第65回日本遺伝学会、三島、1993. 9.
11. 松田洋一：日本哺乳類学会1993年度大会シンポジウム、弘前、1993. 9.
12. 松田洋一、鈴木　仁、土屋公幸、森脇和郎：第65回日本遺伝学会、三島、1993. 9.
13. 安田徳一、伊藤綽子、K. Sankaranarayanan：第65回日本遺伝学会、三島、1993. 9.
14. Hori, T., Holman, K., Yamauchi, M., Kishi, K., Kondo, I., Sutherland, G. R. and Richards, R. I. : 6th International Workshop on Fragile X and X-linked Mental Retardation, Palm Cove, Queensland, Australia, 1993. 8.
15. 堀　雅明：第65回日本遺伝学会、三島、1993. 9.
16. 関　直彦、石切山敏、山内正剛、堀　雅明：第65回日本遺伝学会、三島、1993. 9.

17. Takahashi, E., Koyama, K., Hitomi, A., Itoh, H. and Nakamura, Y. : Human Genome Mapping Workshop 93, Kobe, 1993. 9.
18. Takahashi, E., Koyama, K., Hitomi, A. and Nakamura, Y. : Human Genome Mapping Workshop 93, Kobe, 1993. 9.
19. 高橋永一：第25回放医研シンポジウム・ヒトマウスゲノム解析研究と放射線生物学、千葉、1993. 11.
20. 松田洋一：第25回放医研シンポジウム・ヒトマウスゲノム解析研究と放射線生物学、千葉、1993. 11.
21. Matsuda, Y. : The 7th International Mouse Genome Conference, Hamamatsu, 1993. 11.
22. 佐伯哲哉、辻さつき：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
23. 辻　秀雄、三田和英、山内正剛、高橋永一、森明充興、斎藤俊行、佐伯哲哉：第46回日本細胞生物学会、群馬、1993. 10.
24. 辻　秀雄、三田和英、山内正剛、高橋永一、森明充興、斎藤俊行、佐伯哲哉：第16回日本分子生物学会、千葉、1993. 12.
25. 辻　秀雄：国立遺伝学研究所研究会、三島、1993. 12.
26. T. スダ*、辻　秀雄、松田洋一、金田澄子*、永一由貴子*、山尾文明*、瀬野悍二*：第46回日本細胞生物学会、群馬、1993. 10.（*遺伝研）
27. Tsuji, H., Mita, K., Yamauchi, M., Takahashi, E., Morimyo, M., Saito, T., Tsuji, S. and Saeki, T. : Human Genome Mapping Workshop 93, Kobe, 1993. 10.
28. Yamauchi, M., Takahashi, E., Whelan, J., Phear, G. and Meuth, M. : Human Genome Mapping Workshop 93, Kobe, 1993. 10.
29. Yamauchi, M., Seki, N., Kondo, I., Nagata, S., Niikawa, N., Masuno, I., Kajii, T., Suzumori, K. and Hori, T. : Human Genome Mapping Workshop 93, 1993. 10.
30. 山内正剛、堀　雅明：第25回放医研シンポジウム・ヒトマウスゲノム解析研究と放射線生物学、1993. 11.
31. 山内正剛、関　直彦、片倉令子、近藤郁子、佐伯哲哉、堀　雅明：第16回日本分子生物学会年会、千葉、1993. 12.
32. 森明充興、本郷悦子、町田　勇、佐伯哲哉、浜（稲葉）浩子：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
33. 本郷悦子、森明充興、浜（稲葉）浩子、町田　勇：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
34. 森明充興：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
35. 森明充興、本郷悦子、町田　勇、佐伯哲哉、浜（稲葉）浩子：第16回日本分子生物学会、千葉、1993. 12.
36. 三田和英、森明充興、根井　充、本郷悦子、市村幸子：第16回日本分子生物学会、千葉、1993. 12.
37. 島津良枝、浜(稲葉)浩子、中島徹夫、上田順市、湯川修身、小澤俊彦、森明充興：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
38. Hama－Inaba, H., Shimazu, Y., Takusagawa, M., Nakajima, T., Ueda, J., Ozawa, T., Yukawa, O. and Morimyo, M. : 6th International Conferenceperoxide on Superoxide Dismutase. Kyoto. 1993. 10.
39. Shimazu, Y. Hama－Inaba, H. Yukawa, O. and Ozawa, T. : 6th International Conference on Superoxide Dismutase. Kyoto. 1993. 10.
40. 塩見忠博：文部省科学研究費重点領域研究シンポジウム・遺伝情報維持の分子機構、東京、1993. 12.
41. 塩見忠博：第25回放医研シンポジウム・ヒトマウスゲノム解析研究と放射線生物学、千葉、1993. 11.
42. 原田良信、松田洋一、斎藤俊行、塩見尚子、塩見忠博：第16回日本分子生物学会年会、千葉、1993. 12.
43. 斎藤俊行、原田良信、塩見尚子、奥野　豊、山泉　克、塩見忠博：第16回日本分子生物学会年会、千葉、1993. 12.
44. Harada, Y., Matsuda, Y., Saito, T., Shiomi, N. and Shiomi, T. : The 7th International Mouse Genome Conference, Hamanako, 1993. 11.
45. 安田徳一、伊藤綽子、K. Sankaranarayanan：日本遺伝学会第65回大会、三島、1993. 9.
46. 安田徳一、伊藤綽子、K. Sankaranarayanan：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
47. Takahashi, E. and Nakamura, Y.：第38回日本人類遺伝学会ワークショップ、FISH 法の基礎と臨床応用、東京、1993. 10.
48. 緒方敏彦、鮎沢　大、大石道夫、難波正義、高橋永一、押村光雄：第52回日本癌学会、仙台、1993. 10.
49. Takahashi, E. : Human Genome Mapping Workshop 93, Cytogenetic Maps, Kobe, 1993. 9.
50. Takahashi, E., Koyama, K., Hirai, M., Hitomi, A., Suto, Y., Itoh, H. and Nakamura, Y. : Human Genome Mapping Workshop 93, Kobe, 1993. 9.
51. Takahashi, E., Hitomi, A. and Nakamura, Y. : Human Genome Mapping Workshop 93, Kobe, 1993. 9.

〔生理病理部〕

1. Muto, M. : Analysis of Initial Events by comparing T cell receptor (TCR) rearrangement patterns with oncogenic alterations in radiation－induced lymphomagenesis. An International Seminar on Molecular Mechanisms in Radiation Mutagenesis and Carcinogenesis. 19－22 April 1993, Doorwerth, The Netherlands.
2. 荻生俊昭、西村まゆみ：第82回日本病理学会総会、東京、1993. 4.
3. 野田攸子、古瀬　健、大津裕司：第40回日本実験動物学会総会、仙台、1993. 6.
4. 島田義也：第３回日本医科大学医学シンポジウム、東京、1993. 6.

5．酒井紀恵、山口喜一郎、豊口　透、西田宗広、大津裕司、崎山　樹、長沢滋治、福富久之、崎山比早子：第30回補体シンポジウム、東京、1993. 7.
6．崎山比早子、豊口　透、山口喜一郎、稲葉憲之、岡田保典、松本美佐子、大津裕司：第30回補体シンポジウム、東京、1993. 7.
7．豊口　透、山口喜一郎、中川晃一、守屋秀繁、滝川正春、崎山比早子：第11回日本骨代謝学会、横浜、1993. 8.
8．Sakai, N., Yamaguchi, K., Toyoguchi, T., Sakiyama, S., Ohtsu, H., Fukutomi, H. and Sakiyama, H. : The 15th International Compiement Workshop, Kyoto, 1993. 9.
9．Sakiyama, H., Toyoguchi, T., Inaba, N., Okada, Y., Matsumoto, M. and Ohtsu, H. : The 15th International Complement Workshop, Kyoto, 1994. 9.
10．佐々木俊作、福田信男：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
11．久保ゑい子、山岸秀夫、武藤正弘：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
12．Chen Ying, 久保ゑい子、松田洋一、武藤正弘：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
13．武藤正弘、五十嵐美穂、久保ゑい子：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
14．野田攸子、大津裕司、古瀬　健、吉田和子、根本久美恵：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
15．根本久美恵、石原　弘、田中　泉、鈴木　元、吉田和子、常岡和子、大津裕司：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
16．崎山比早子、和田栄子、金ヶ崎士朗、大津裕司：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
17．酒井紀恵、豊口　透、山口喜一郎、大津裕司、崎山　樹、福富久之、崎山比早子：第52回日本癌学会、仙台、1993. 10.
18．荻生俊昭、西村まゆみ、島田義也、小林　森：第52回日本癌学会総会、仙台、1993. 10.
19．島田義也、Gould, M. N.*, Yasukawa－Barnes, J.*, 荻生俊昭、Clifton, K. H.*：第52回日本癌学会総会、仙台、1993. 10.（*Wisconsin 大学）
20．杵淵　幸*、松浦晃洋*、荻生俊昭、菊地浩吉*：第52回日本癌学会総会、仙台、1993. 10.（*札幌医大）
21．西村まゆみ、小林　森、荻生俊昭：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
22．島田義也、Barnes, J.*, Clifton, K. H.*：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.（*Wisconsin 大学）
23．吉田和子、根本久美恵、井上　達*、佐渡敏彦：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.（*横浜市大、医学部）
24．大津裕司、野田攸子、古瀬　健：第52回日本癌学会総会、仙台、1993. 10.
25．岡本美恵子*、大津裕司、米川博通*：第52回日本癌学会、仙台、1993. 10.（*都臨床研・実験動物）
26．武藤正弘：第25回放医研シンポジウム、千葉、1993. 11.
27．相沢志郎、神作仁子、佐渡敏彦：第23回日本免疫学会、仙台、1993. 11.
28．久保田美子*、島田義也、荻生俊昭、及川恒之*：第16回日本分子生物学会、千葉、1993. 12.（*佐々木研究所）
29．大津裕司：第83回日本病理学会総会、京都、1994. 3.

〔障害基礎研究部〕
1．早田　勇：第10回放影研－放医研研究交流セミナー、千葉、1993. 6.
2．福津久美子、古沢佳也、五日市ひろみ、笠井清美、金井達明、谷田貝文夫：第32回日本医学放射線学会生物部会、横浜、1993. 4.
3．江口清美、五日市ひろみ、村上正弘、福津久美子、古沢佳也、佐藤弘毅、金井達明、谷田貝文夫、大原　弘：第32回日本医学放射線学会生物部会、横浜、1993. 4.
4．古沢佳也、福津久美子、五日市ひろみ、笠井清美、金井達明、谷田貝文夫：第32回日本医学放射線学会生物部会、横浜、1993. 4.
5．坪内　進、福津久美子、五日市ひろみ、笠井清美、古沢佳也、村上正弘、大原　弘、加納永一：第32回日本医学放射線学会生物部会、横浜、1993. 4.
6．田中　薫、坪井　篤：第55回血液学会総会、四日市、1993. 4.
7．山本幹男、大山ハルミ、古川　章、早田　勇、古角智子、西川慶一、村山秀雄、野原功全、宇都宮俊二、井上雅子、加藤義彦：日本医学物理学会第10回研究発表会、東京、1993. 7.
8．古川　章、赤松裕子、早田　勇、山本幹男、岡部信夫、古田伸一、西川慶一、佐藤弘毅：日本医学物理学会第10回研究発表会、東京、1993. 7.
9．古田伸一、早田　勇、角田みすず、岡部信夫、古川　章、山本幹男、野原功全、佐藤弘毅、西川慶一：日本医学物理学会第10回研究発表会、東京、1993. 7.
10．福岡秀也、田中厚志、早田　勇、山本幹男、川嶋弘尚：日本医学物理学会第10回研究発表会、東京、1993. 7.
11．早田　勇、古川　章、古田伸一、山本幹男、佐藤弘毅：染色体学会1993年度（第44回）年会、千葉、1993. 9.
12．南久松真子、石原隆昭：染色体学会1993年度（第44回）年会、千葉、1994. 9.
13．笠井清美：第３回重粒子線研究セミナー、千葉、1993. 9.
14．福津久美子：第３回重粒子線研究セミナー、千葉、1993. 9.
15．村上正弘、井内一郎、山上健次郎：International Society of Developmental Biologists 12th International Congress

1993, オーストリア、ウィーン、1993. 8.
16. Tsuboi, A., Tanaka, K., Kojima, E. and Z. Pojda : 8th Symposium on Molecular Biology of Hematopoiesis, Basel, Switzerland, 1993. 7.
17. 坪井　篤、小島栄一、田中　薫：第3回重粒子線研究セミナー、千葉、1993. 9.
18. Tsuboi, A., Hanba, K., Nakano, T. and Oka, K. : Inter. Symp. on Biol. Effects of Low Level Expo. to Radiation and Rrelated Agents, Changchun China, 1993. 10.
19. 小島栄一、田中　薫、坪井　篤、金井達明：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
20. Sato, K., Itsukaichi, H., Fukutsu, K., Eguchi-Kasai, K. and Ohara, H. : The 11th Asia Pacific Cancer Conference, Bangkok, Thailand, 1993. 11.
21. 早田　勇、古川　章、古田伸一、山本幹男、佐藤弘毅：第44回染色体学会、千葉、1993. 9.
22. 早田　勇：第21回放医研環境セミナー、千葉、1993. 12.
23. 江口清美、五日市ひろみ、村上正弘、福津久美子、古沢佳也、金井達明、清水一範、佐藤弘毅：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
24. 村上正弘、江口清美、佐藤弘毅：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
25. 大原　弘、南久松真子、金井達明、笠井清美、福津久美子、五日市ひろみ、佐藤弘毅、谷田貝文夫：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
26. 坪内　進、福津久美子、五日市ひろみ、村上正弘、古沢佳也、金井達明、笠井清美、小池幸子、安藤興一、大原　弘、谷田貝文夫、加納永一：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
27. 丸橋　晃、辻比呂志、佐藤　勝、江口清美：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
28. 福津久美子、金井達明、古澤佳也、有賀　隆、谷田貝文夫、小池幸子、安藤興一：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
29. 生島隆治、古澤佳也、福津久美子、小林克己：日本放射線影響学会第36回大会、1993. 10.
30. 笠井清美：理研シンポジウム“加速器成果発表会：生物医学分野での利用”、和光市、1994. 3.
31. 福津久美子：理研シンポジウム“加速器成果発表会：生物医学分野での利用”、和光市、1994. 3.
32. Fukutsu, K., Furusawa, Y., Itsukaichi, H., Eguchi-Kasai, K., Koike, S., Ando, K., Minohara, S. and Kanai, T. : International Symposium “ Heavy Ions Research : Space, Radiation Protection and Therapy”, Sophia-Antipolis, France, 1994. 3.

〔内部被ばく研究部〕
1. 佐藤　宏、高橋千太郎、久保田善久、越本知大：日本保健物理学会第28回研究発表会、福岡、1993. 5.
2. 石榑信人、仲野高志、榎本宏子：日本保健物理学会第28回研究発表会、福岡、1993. 5.
3. 榎本宏子、石榑信人：日本保健物理学会第28回研究発表会、福岡、1993. 5.
4. 小木曽洋一、山田　裕：第33回日本網内系学会、津、1993. 6.
5. 福田　俊、飯田治三：第115回日本獣医学会、東京、1993. 4.
6. 福田　俊、飯田治三：日本保健物理学会第28回研究発表会、福岡、1993. 5.
7. 小泉　彰、山田裕司、宮本勝宏、陳　淑恵：日本保健物理学会第28回研究発表会、福岡、1993. 5.
8. 宮本勝宏、山田裕司、小泉　彰、吉川喜久夫、高田雅之：日本保健物理学会第28回研究発表会、福岡、1993. 5.
9. 小泉　彰、山田裕司、宮本勝宏、吉川喜久夫、高野裕之：日本保健物理学会第28回研究発表会、福岡、1993. 5.
10. 山田裕司、小泉　彰、宮本勝宏、吉川喜久夫：日本保健物理学会第28回研究発表会、福岡、1993. 5.
11. 山田裕司、小泉　彰、宮本勝宏、稲葉次郎：日本保健物理学会第28回研究発表会、福岡、1993. 5.
12. 大石昌弘*、菊地　正*、古谷圭一*、高橋千太郎：第54回分析化学討論会、水戸、1993. 6.（*東理大、理）
13. 畑下鎮男*、石丸純夫*、上野日出男*、高橋千太郎：第16回脳浮腫研究会、東京、1993. 6.（*順天堂大、医）
14. 福田　俊、飯田治三：第13回日本骨形態計測学会、東京、1993. 7.
15. 福田　俊、飯田治三、土倉　覚、池田克巳、奈良安雄、家森幸男：第10回宇宙利用シンポジウム、東京、1993. 7.
16. Inaba, J., Nishimura, Y., Takeda, H. and Takahashi, S. : IAEA Research Coordination Meeting on Dose per Unit Intaka Factors for Members of the Public, Vienna, 1993. 8.
17. Fukuda, S. and Iida, H. : 4th International Symposium Chelating Agent in Pharmacology, Toxicology and Therapeutics, Pilsen. 1993. 8.
18. Fukuda, S., Iida, H., Hseih, Y. and Chen, W. : 4th International Symposium Chelating Agent in Pharmacology, Toxicology and Therapeutics, Pilsen, 1993. 8.
19. 山田裕司、小泉　彰、宮本勝宏：第10回エアロゾル科学・技術研究討論会、室蘭、1993. 8.
20. 畑下鎮男*、田島厚志*、上野日出男*、高橋千太郎：第52回日本脳神経外科学会総会、東京、1993. 4.（*順天堂大、医）
21. Ishigure, N., Nakano, T., Enomoto, H. and Inaba, J. : CEC Workshop on Intakes of Radionuclides, Bath U. K., 1993, 9.
22. 石榑信人、榎本宏子、稲葉次郎：日本原子力学会1993年秋の大会、神戸、1993. 9.
23. Inaba, J., Ishigure, N., Oghiso, Y. and Sato, H. : CEC Workshop on Intakes of Radionuclides, Detection Assesment and Limitation of Occupational Exposure, Bath U. K., 1993. 9.

24. 小木曽洋一、山田裕司、石榑信人、福田　俊、山田　裕、飯田治三、稲葉次郎：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
25. 山田　裕、佐藤　宏、小木曽洋一：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
26. 小木曽洋一、山田　裕：第23回日本免疫学会、仙台、1993. 11.
27. 福田　俊、飯田治三：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
28. 高木　久、福田　俊、飯田治三、佐藤　淳*、佐藤れえ子*、内藤善久*：第116回日本獣医学会、山口、1993. 10.
（*岩手大、農）
29. Yamada, Y., Koizumi, A. and Miyamoto, K. : Asia Cong. on Radiat. Prot., Beijing, 1993. 10.
30. 越本知大*、高橋千太郎、久保田善久、鈴木清子、佐藤　宏：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
（*科学技術特別研究員）
31. 久保田善久、高橋千太郎、佐藤　宏、越本知大*：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
（*科学技術特別研究員）
32. 高橋千太郎、久保田善久、越本知大*、佐藤　宏、畑下鎮男**：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
（*科学技術特別研究員、**順天堂大、医）
33. 江坂文孝*、菊地　正*、古谷圭一*、高橋千太郎：日本分析化学会第42年会、広島、1993. 10.（*東理大、理）
34. 石榑信人：第21回放医研環境セミナー、千葉、1993. 12.
35. 高橋千太郎、山田裕司、江坂文孝*、仲本理恵子*、古谷圭一*：日本環境科学会1993年会、筑波、1993. 11.
（*東理大、理）
36. 江坂文孝*、高橋千太郎、菊地　正*、古谷圭一*：日本環境科学会1993年会、筑波、1993. 11.（*東理大、理）
37. 畑下鎮男*、田島厚志*、石丸純夫*、上野日出男*、高橋千太郎：第5回日本脳循環代謝学会、福岡、1993. 11.
（*順天堂大、医）
38. 大石昌弘*、高橋千太郎、菊地　正*、古谷圭一*：日本環境科学会1993年会、筑波、1993. 11.（*東理大、理）
39. 高橋千太郎：第3回吸入療法研究会シンポジウム、東京、1994. 3.
40. Fukuda, S., Iida, H., Tsuchikura, S., Hara, Y., Ikeda, K., and Yamori, Y. : 15th Scientific Meeting of the International Society of Hypertention, Melbourne, 1994. 3.

〔環境衛生研究部〕

1. 木村健一、中村良一、中原元和：淡水生物における放射性核種の蓄積と体内残留、日本水産学会、東京、1993. 4.
2. 湯川雅枝、喜多尾憲助、村越善次：稲籾、大豆中の微量元素、第11回 PIXE シンポジウム、筑波、1993. 4.
3. 湯川雅枝、桜井四郎：生物試料中微量元素の PIXE 分析における比較標準試料について、第11回 PIXEシンポジウム、筑波、1993. 4.
4. 西村義一、湯川雅枝、今井靖子、渡利一夫、松坂尚典、角田　出：生体内放射性物質の除去に関する研究(2)キトサンの放射性Sr排泄機構について、日本健物理学会第28回研究発表会、福岡、1993. 5.
5. 西村義一、角田　出、今井靖子、渡利一夫、松坂尚典：キトサンによる体内放射性Srの除去に関する研究(2)キトサン添加飼料で飼育したラットの血液性状、第7回キチン・キトサンシンポジウム、福井、1993. 7.
6. 角田　出、西村義一：キトサン添加飼料で飼育したラットの体内微量元素動態、第4回微量元素学会、栃木、1993. 7.
7. Nishimura, Y., Kakuta, I., Takeda, H., Inaba, J., Imai, K., Watari, K. and Matsusaka, N. : Effect of Natural Chelating Agents on the Intestinal Absorption of Radiostrontium in Rats, Workshop on INTAKES OF RADIONUCLIDES－Detection, assessment and Limitation of Occupational Exposure, 13－17, BATH, 1993. 9.
8. 佐藤　至、松坂尚典、西村義一、二ツ川章二、世良耕一郎、品川邦汎、小林晴男：必須元素の尿中排泄に及ぼす Ca－DTPA および Zn－DTPA の影響、日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
9. 西村義一：第21回環境セミナー「緊急時における線量評価と安全への対応」－体内放射能の排泄促進－放射性 Sr を中心にして－、放医研、1993. 12. 2－3.
10. 藤高和信、古川雅英、松本雅紀：雲仙普賢岳周辺の自然放射線、日本保健物理学会第28回発表会、福岡、1993. 5.
11. 児島　紘、藤高和信、阿部史朗：エアクリーナによる屋内ラドン娘各種低減化(2)、日本保健物理学会第28回発表会、福岡、1993. 5.
12. 藤高和信：飛行中の宇宙放射線の測定結果について－計測結果について、第26回健康講演会、東京、1993. 6.
13. 藤高和信：宇宙空間の放射線、名古屋大学原子核工学教室談話会、名古屋、1993. 6.
14. Sekiya, T.*, Kaji, K.*, Ando, H.*, Miyazaki, H.*, Asukata, I.*, Hamaguchi, N.*, Hokari, M.*, Fujitaka, K., Kawashima, K. and Mochizuki, S.** : Galactic cosmic ray exposure on subsonic aircraft, 41st International Congress of Aviation and Space Medicine, Hamburg, 1993. 9.（*日本航空健康管理部、**慈恵会医科大）
15. 宮崎　寛*、飛鳥田一朗*、関谷　透*、加地正伸*、安藤秀樹*、野口淑子*、樺島　司*、高橋敏治*、林　哲郎*、山本寛八郎*、穂苅正臣*、酒井敏夫*、浜口信昭*、井田　徹*、川本義雄*、山本義明*、藤高和信、川島勝弘、望月幸夫**：飛行中の宇宙放射線測定－電離成分について、日本宇宙航空環境医学会岐阜第39回総会、1993. 10.
（*日本航空健康管理部、**慈恵会医科大）
16. 加地正伸*、飛鳥田一朗*、関谷　透*、安藤秀樹*、宮崎　寛*、野口淑子*、樺島　司*、高橋敏治*、林　哲郎*、山本

寛八郎*、穂苅正臣*、酒井敏夫*、浜口信昭*、井田　徹*、川本義雄*、山本義明*、藤高和信、川島勝弘、望月幸夫**：飛行中の宇宙放射線測定－中性子線について、日本宇宙航空環境医学会岐阜第39回総会、1993. 10.
（*日本航空健康管理部、**慈恵会医科大）

17. 藤高和信：火山による放射線レベル変動に関する調査、第35回環境放射能調査研究成果発表会、千葉、1993. 12.
18. 古川雅英、藤高和信、松本雅紀、阿部史朗：日本列島の大地の自然放射線と地質構造、日本地質学会第100年学術大会、東京、1993. 4.
19. 三木雅子:*、中村徳矢*、古川雅英、乙藤洋一郎*、曹怒中**、黄敦友**：第94回地球電磁気・地球惑星圏学会講演会、神戸、1993. 10.（*神戸大学、**台湾中央地質調査所）
20. 井上義和、岩倉哲男：日本の放射性炭素濃度の長期測定と最近のレベル、日本保健物理学会第28回研究発表会、福岡、1993. 5.
21. 久松俊一*、滝沢行雄*、井上義和、他：米の有機結合型トリチウム濃度、日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.（*秋田大）
22. Inoue, Y. and Iwakura, T. : The long－term trend of carbon－14 level in Japan. Asia Congr. Radiat. Protec., Beijing, China 1993. 10.
23. 藤高和信：宇宙放射線の特性と防護、原子動力研究会第５回定例研究会、東京、1994. 2.
24. Abe, M., Kurotaki, K., Shibata, S., Takeshita, H. and Abe, S. : Trend Analysis of Ten Years of Changes in Radioactive Substances in the Atmosphere at Chiba, Japan, International Symposium on Applications of Isotope Techniques in Studying Past and Current Environmental Changes in the Hydrosphere and the Atmosphere, Vienna, 1993. 4.
25. 阿部道子、黒滝克巳、柴田貞夫、今井靖子、竹下　洋、渡利一夫、阿部史朗：低圧型インパクターによる大気中放射性核種の粒度分布の測定(1)．日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
26. 黒滝克巳、阿部道子、河村正一*：水溶液中における金属錯体の部分モル体積(3)．第16回溶液化学シンポジウム、横浜、1993. 12.（*神奈川大）
27. 柴田貞夫、渡利一夫、野田　豊、安部静子*、大久保嘉高*、岩本正子*、小林義男*、矢野倉実*、前田はるか*、安部文敏*：銀ターゲットから作られたマルチトレーサーによる非イオン性高分子吸着体及び繊維状活性炭への各種元素の塩化物イオン溶液中での吸着挙動、第30回理工学における同位元素発表会、東京、1993. 7.（*理研）
28. 柴田貞夫、渡利一夫、野田　豊、安部静子*、大久保嘉高*、岩本正子*、小林義男*、矢野倉実*、前田はるか*、安部文敏*：マルチトレーサーを用いた非イオン性高分子吸着体への各種元素の塩化物イオン溶液中での吸着挙動の研究、第37回放射化学討論会、金沢、1993. 10.（*理研）
29. 柴田貞夫、渡利一夫、野田　豊、安部静子*、大久保嘉高*、岩本正子*、小林義男*、矢野倉実*、前田はるか*、安部文敏*：放射性マルチトレーサーを用いた繊維状活性炭への各種元素の塩化物イオン溶液中での吸着挙動の研究、第７回日本吸着学会研究発表会、千葉、1993. 11.（*理研）
30. 柴田貞夫：固液吸着挙動のマルチトレーサーによる多元素同時解析－非イオン性高不分子吸着体および繊維状活性炭－、理研シンポジウム、RI トレーサーの利用技術、'94, 和光、1994. 3.
31. 今井靖子、竹下　洋、阿部道子、渡利一夫：水溶液中の高酸化状態ルテニウムの吸着挙動(3)－Tc と Ru の分離への利用－、第37回放射化学討論会、金沢、1993. 10.
32. 武田　洋：被曝線量算定に基づく各種トリチウム化合物の相対危険度評価、日本原子力学会「1994春の年会」、つくば、1994. 3.
33. 武田　洋、西村義一、稲葉次郎：「トリチウムおよび炭素－14の母体から胎児・乳幼児への移行に関する定量的評価」日本保健物理学会第28回研究発表会、福岡、1993. 5.
34. Takeda, H., Nishimura, Y. and Inaba, J. : Transfer of tritium to prenatal and neonatal rats from their mothers exposed to some tritiated compounds. Workshop on Intakes of Radionuclides. Bath, U. K. ,1993. 9.
35. 宮本霧子、井上義和、岩倉哲男、渡部輝久：「青森六ヶ所村の陸水中トリチウム濃度」日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
36. 宮本霧子、小林葉子：「微気候領域の表面土壌層水収支」1993年度日本地球化学会年会、東大阪、1993. 10.
37. 宮本霧子、井上義和、Brown：「大気－食品（収穫後穀物）間の ^{3}H 交換」日本原子力学会1994年春の年会、つくば、1994. 3.
38. Kimura, K. and Nakamura, R. : Accumulation and retention of ^{137}Cs by a freshwater fish. *Cyprinus Carpio* L. from water and food, International Seminar on Fresh Water and Estuarine Radioecology, Lisbon, 1994. 3.
39. 内山正史、中村裕二、荻生延子、小林定喜：トムスク７原子力施設事故と日本人のCs－137量、日本放射線影響学会第37回大会、広島、1993. 10.
40. 石川徹夫、松本雅紀、内山正史、藤高和信、小林定喜：全身放射能計測装置における被検者の体格の計数効率への影響、日本原子力学会1994年年会、筑波、1994. 3.
41. Mizushita, S., Uchiyama. M. and Ninomiya, K. : Calibration study of wholebody counters for Cesium－137 in the body using difference phantoms, carried out by the cooperation program between Japan and Ukraine. Interium summary in 1989－1993 from Japanese side, International Workshop on assessment of the health and environmental impact from radiation doses due to released radionuclides, Chiba, 1994. 1.

42. Nishimura, Y. : Recent progress in the decorporation of radiostrontium －Effect of chitin and chitosan on the biokinetics of radiostrontium in rats－, Panel Discussion on the Application of Chitin/Chitosan, Kwang－ju, 1994. 2.

〔技術部〕

1．山極順二、成毛千鶴子、村田　敦*：老化に関する実験病理学的研究、Ⅶ雌生殖器系の老化の本態、第115回日本獣医学会、東京、1993. 4.（放医研、*ANIMALCARE）
2．福久健二郎、松本　徹、舘野之男、宍戸文男、佐々木康人*、福田守道**：IAEA/RCA 国際共同研究－肝臓疾患の超音波および核医学による診断能客観的評価－第２報、第52回日医放学会総会、横浜市、1993. 4.（*　**）
3．大松広伸*、江口研二*、金子昌弘*、平野裕志*、山田達哉*、森山紀之**、森　清志***、山田耕三***、福久健二郎、松本　徹：読影実験によるHELICAL CTの肺野腫瘤陰影存在診断能評価、第52回日医放学会総会、横浜市、1993. 4.（*、**、***）
4．福久健二郎、松本　徹、舘野之男、宍戸文夫、佐々木康人*、福田守道**：肝臓疾患の超音波断像とシンチグラムの診断能の客観的評価、第12回日本医用画像工学会大会、東京都、1993. 7.（*、**）
5．K. Imamura*, Y. Hisikawa**, Y. Andoh***, K. Hukuhisa et. al. : Radiation Oncology Greate Area Database (ROGAAD). －A Stugy group activity in Japan), Int. Conf. of Radiol Oncology, kyoto, 1993. 6.（*、**、***）
6．K. Hanba, T. Nakano, K. Fukuhisa, et. al. : Long Term Prognosis for Patients with Cervix Cancer Theated with Intracavity Irradiatin, Int. Conf. of Radiol Oncology, kyoto, 1993. 6.
7．松下　悟、鈴木映子：第40回日本実験動物学会、仙台、1993. 6.
8．Matsushita Satoru, Ando Koichi, and Koike Sachiko : International Congress of Radiation Oncology 1993, Kyoto, 1993. 6.
9．Ando Koishi, Koike Sachiko, Furukawa Shigeo, Kimoto Masashi, Iizuka Masayuki, Kiuchi Takashi, Aruga Takashi, Shimizu Wakako, Sugita Takashi, Koo Cho Chul, Kanai Tatsuaki, Matsushita Satoru, Yatagai F. : International Congress of Radiation Oncology 1993, Kyoto, 1993. 6.
10．久繁哲徳*、福久健二郎、飯沼　武、松本　徹、石垣武男**、遠藤登喜子**：MRI（核磁気共鳴映像装置）のテクノロジー・アセスメント、第13回医療情報学連合大会、東京、1993. 11.（*鈴鹿医科科学技術大学、**名古屋大学医学部）
11．原内　一*、梅田徳男*、稲邑清也*、手島昭樹*2、井上武宏*2、菱川良夫*3、安藤　裕*4、福久健二郎、永田　靖*5：放射線腫瘍学広域データベース構築における技術開発、日本放射線腫瘍学会第６回大会、福岡市、1993. 11.
（*大阪大学保健物理学部、*2大阪大学医学部、*3兵庫医科大学、*4慶応大学医学部、*5京都大学医学部）
12．松本恒弥、岡本正則：受精卵移植法による無菌マウスの作出、第27回日本無菌生物ノートバイオロジー学会総会、名古屋、1994. 1.
13．Matsushita Satoru : Veterinary Resources Program Seminar, NTH, Bethesda, U. S. A., 1994. 3.

〔養成訓練部〕

1．Aoki, K., Nakatsuru, Y.*, Prince Masahito**, Sugano, H.**, Ishikawa, T.* : Species and age dependence of O^6－methylguanine－DNA methyltransferase activity in fish. 84 Annual Meeting of American Association for Cancer Research, Orlando, Florida 1993. 5.（*Univ. of Tokyo, **Cancer Institute)
2．今井靖子、竹下　洋、阿部道子、渡利一夫：水溶液中の高酸化状態ルテニウムの吸着挙動(3) －Tc と Ru の分離への利用－ 第37回放射化学討論会、金沢、1993. 10.
3．上島久正、青木芳朗*：X線照射マウスの赤血球造血能におよぼす OK－432の作用③、日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.（*東大）
4．根井　充、Cartwright, I. L.：エクジソンによるLocus67B 遺伝子群活性化にともなうクロマチン構造変化、日本ショウジョウバエ研究会第１回研究集会、東京、1993. 7.
5．根井　充、三田和英、市村幸子：DNA 損傷誘導遺伝子、第25回放医研シンポジウム、千葉、1993. 11.
6．Nenoi, M., Mita, K., Ichimura, S. and Cartwright, I. L. : Novel structure of a Chinese hamster polyubiquitin gene. 33rd Annual Meeting, The American Society for Cell Biology. New Orleans, Louisiana, 1993. 12.

〔総括安全解析研究官付〕

1．岩崎民子、西澤かな枝、村田　紀、松平寛通：第28回日本保健物理学会、福岡、1993. 5.
2．土居雅広、小林定喜、藤元憲三：屋内ラドン・トロン濃度の弁別測定による調査、第28回日本保健物理学会、福岡、1993. 5.
3．Kanda, R., Jiang, T., Hayata, I., Kobayashi, S. and Nakai, S. : International Symposium on Biological Effects of Low Level Exposures to Radiation and Related Agents, Changchun, 1993. 10.
4．西澤かな枝、小林定喜、岩井一男、丸山隆司、高山　誠、舘野之男：第66回日本医学放射線物理学会大会、札幌、1993. 9.
5．Doi, M. and Kobayashi, S. : Research and development of the passive radonthoron discriminative dosimeter for large scale survey in Japan, SC45B Technical Seminar on Advances in Radiation Protection Instrumentation, Kyoto 22nd,

1993. 9.
6．岩崎民子、西澤かな枝、他：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
7．石川徹夫、松本雅紀、内山正史、小林定喜、中村裕二、藤高和信：日本原子力学会、第32回春の年会、つくば、1994. 3.

〔障害・臨床研究部〕
1．Fukushi, K., Iyo, M., Irie, T. and Namba, H. : 16th Int. Symp. Cereb. Blood Flow and Metab., Sendai, Japan, 1993. 5.
2．難波宏樹、入江俊章、福士　清、伊豫正臣、長塚伸一郎：第34回日本神経学会、千葉、1993. 6.
3．井上　修、若原俊一、小林　薫、鈴木和年、舘野之男：第33回日本核医学会総会、宮崎市、1993..
4．安藤興一、金井達明、蓑原伸一、須藤美智雄：重粒子生物研究の現状と展望、日本医学物理学会第10回研究発表会、JAMP '93, 東京、1993. 7. 22.
5．安藤興一：重粒子線の生物学的効果に関する検討、厚生省宮本班班会議、東京、1993. 7. 29.
6．氷見寿治*、相生真吾*、脇坂啓介*、山内雅人*、西堀知行*、志鎌信昭*、中川敬一*、庭山博行*、加賀谷秋彦*、吉田勝哉*、増田善昭*、宍戸文男、飯沼　武、舘野之男：第33回日本核医学会総会、宮崎市、1993.（*千葉大・三内）
7．井上慎一*、高草保夫*、大串　明*、宍戸文男、松本　徹、野原功全、舘野之男：第33回日本核医学会総会、宮崎市、1993.（*日立メディコ）
8．飯沼　武、舘野之男、古瀬和寛*：第21回日本磁気共鳴医学会大会、筑波大学、大学会館、1993.（*中津川市民病院）
9．石津谷義昭*、井上寿久*、内山明江*、小林史朗*、今関安雄*、今井　均*、渡辺　滋*、増田善昭*、古賀雅久、加藤博敏、宍戸文男、舘野之男：第21回日本磁気共鳴医学会大会、筑波大学、大学会館、1993.（*千葉大・第三内科）
10．井上寿久*、内山明江*、石津谷義昭*、小林史朗*、今関安雄*、今井　均*、渡辺　滋*、増田善昭*、古賀雅久、加藤博敏、宍戸文男、舘野之男：第21回日本磁気共鳴医学会大会、筑波大学大学会館、1993.（*千葉大・第三内科）
11．小畠隆行*、池平博夫、福田信男、加藤博敏、古賀雅久、宍戸文男、貴邑冨久子*、舘野之男：第21回日本磁気共鳴医学会大会、筑波大学　大学会館、1993.（*横浜市大・医・生理学第２）
12．舘野之男：第52回日本医学放射線学会学術発表会、パシフィコ横浜国際会議場、1993.
13．井上　修、須原哲也、小林　薫、舘野之男、石附知実、神庭重信：第23回日本神経精神薬理学会、東京、1993. 9.
14．小林　薫、井上　修、渡辺恭良、尾上浩隆、Bengt Langstrom：第23回日本神経精神薬理学会、東京、1993. 9.
15．若原俊一、久保寺昭子、田所裕之、小林　薫、井上　修：第23回日本神経精神薬理学会、東京、1993. 9.
16．稲田哲雄*、早川吉則*、高田義久*2、舘野之男：日本医学放射線学会、第66回日本医学放射線物理学会大会、札幌市教育文化会館、1993.（*筑波大・基医、*2筑波大・物工）
17．西澤かな枝*、小林定喜*、岩井一男*2、丸山隆司*3、高山　誠*4、舘野之男：日本医学放射線学会、第66回日本医学放射線物理学会大会、札幌市教育文化会館、1993.
（*放医研・安解、*2日大・歯・歯放、*3放医研特研官、*4杏林大・医放）
18．中山正人、田中一平、千田昌弘、山本眞司、舘野之男*、飯沼　武*、松本　徹*、松本満臣*2：肺癌検診用CT（LSCT）における画像処理（第４報）－３Dモフォロジカルフィルタによる病巣自動抽出－、電子情報通信学会春季大会、1993.（豊橋技術科大学、*放射線医学総合研究所、*2群馬大学）
19．松本　徹、細田　裕*、曽根脩輔*2、伊藤春海*3、江口研二*4、河端美則*5、日下幸則*6、田中利彦*5、鈴木　旬*7、山本義憲*8、萩原　明*9、青木昌生*5、古川克治*10、飯沼　武、舘野之男：胸部直接X線写真の画質評価法に関する研究、1993.（*放射線疫学センター、*2信州大、*3京都大、*4国立がんセンター、*5結核予防会、*6福井医科大、*7日本医科大、*8麻田総合病院、*9神奈川県予防協会、*10富士メディカル㈱）
20．Obata, T.*, Ikehira, H., Koga, M., Kato, H., Shishido, F. and Tateno, Y. : In vivo Deuterium Magnetic Resonance Imaging of 2H Labeled Spin Label Precursor. TWELFFTH ANNUAL SCIENTIFIC MEETING NEW YORK HILTON & TOWERS, New York, 1993.
(*2nd Department of Physiology, Yokohama City University School of Medicine, Japan)
21．山本眞司、中山正人：肺癌検診用CT（LSCT）の診断支援を目的とした３D画像処理・表示法について、３次元画像コンファレンス '93, 工学院大学新宿校舎、1993.（豊橋技術科学大学）
22．Hiraoka, T.*, Hoshino, K.*, Fukumura, A.*, Kawashima, K.*, Kato, H. and Tateno, Y. : APPLICATION OF THREE DIMENSIONAL DOSE DISTRIBUTIONS BY MRI TO RADIATION TREATMENT PLANNING. INTERNATIONAL CONGRESS OF RADIATION ONCOLOGY 1993, 281, kyoto International Conference Hall, 1993.
(*Div. of Physics)
23．井上　修、田中雅康、若原俊一、小林　薫、佐藤俊之、鈴木和年、舘野之男、渡辺恭良*、尾上浩隆*：脳におけるベンゾジアゼピンレセプターの定量的測定、第５回非浸襲脳機能局在研究会、海運倶楽部（東京）、1993.
（*大阪バイオサイエンス研究所　第三研究部門）
24．鈴木　元：第20回胸腺免疫研究会、東京、1993. 7.
25．鈴木　元：第３回京都Ｔ細胞カンファランス、京都、1993. 9.
26．Akashi, M., Hachiya, M., Kawase, Y. and Suzuki, G. : 1st International Symposium CYTOKINES in Bone Marrow Transplantation., Christchurch, 1993. 9.

27. 鈴木　元、鵜沢玲子、中田有紀子、明石真言、野村昌行、徳久剛史：第23回日本免疫学会総会、仙台、1993. 11.
28. 中田有紀子、宮崎　徹、鵜沢玲子、山村研一、鈴木　元：第23回日本免疫学会総会、仙台、1993. 11.
29. 房木ノエミ、松田　覚、鈴木　元、片桐拓也、山本　雅：第23回日本免疫学会総会、仙台、1993. 11.
30. 野村昌行、中田有紀子、鵜沢玲子、能勢正子、明石真言、鈴木　元：第23回日本免疫学会総会、仙台、1993. 11.
31. Suzuki, G., Nomura, M., Nakata, Y., Uzawa, A., Akashi, M. : Kyoto Tcell conference, Kyoto. 1993. 10.
32. 能勢正子、鈴木　元、明石真言、川瀬淑子、青木芳朗：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
33. Aoki, Y., Nose, M., Kawase, Y., Suzuki, G., Akashi, M. and Akanuma, A. : 8th International Conference on Chemical Modifiers of Cancer Treatment, Kyoto. 1993. 6.
34. 大山ハルミ、山田　武：アポトーシス－新しい細胞死の概念と機構、第46回日本細胞生物学会大会シンポジウム、群馬、1993. 10.
35. 塩川大介、大山ハルミ、池北雅彦、山田　武、高橋健治、田沼靖一：ラット胸腺細胞に存在するDNAエンドヌクレアーゼの性状、第46回日本細胞生物学会大会、群馬、1993. 10.
36. 大山ハルミ、笛木ゆきえ、池北雅彦、田沼靖一、山田　武：ラット胸腺細胞アポトーシスのプロテァーゼ阻害剤による抑制　第66回日本生化学会大会、東京、1993. 10.
37. 塩川大介、大山ハルミ、池北雅彦、山田　武、高橋健治、田沼靖一：ラット胸腺細胞核に存在するDNAエンドヌクレアーゼの性状、第66回日本生化学会大会、東京、1993. 10.
38. 谷本　豊、五十嵐厚子、大山ハルミ、池北雅彦、山田　武、田沼靖一：アポトーシスを誘発したウシ胸腺細胞核に存在するプロテァーゼの性状、第66回日本生化学会大会、東京、1993. 10.
39. 五十嵐厚子、大沢田鶴子、塩川大介、大山ハルミ、山田　武、池北雅彦、田沼靖一：アポトーシスを誘発したウシ胸腺細胞核に存在するDNAエンドヌクレアーゼについて第66回日本生化学会大会、東京、1993. 10.
40. Miyachi, Y., Kasai, H., Yamazak, C., Ohyama, H. and Yamada, T. : Low dose X－ray－induced depression on sexual behavior in mice. Int. Sym. Biol. Effect. of Low Level Expoure and Related Agents. Chang－chun. 1993. 10.
41. 大山ハルミ：アポトーシス概論（シンポジウム）日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
42. 大山ハルミ、白石美喜子、清水　範、能勢正子、山田　武：高感受性リンパ腫の放射線誘発アポトーシス：細胞周期依存性、日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
43. 宮地幸久、小泉隆彦、永井洋子、渡辺恵子、井尾憲一、江口星雄、大山ハルミ、長沢志保子、山田　武：イレエ線量放射線照射のマウス攻撃行動抑制について脳波を指標とした分析を中心に、日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
44. 明石真言、蜂谷みさを、大沢宣明、清水さおり、川瀬淑子、鈴木　元：放射線によるMnSODの誘導、日本免疫学会学術集会、仙台、平成5年11月17～19日
45. 明石真言、赤沼篤夫、鈴木　元、舘野之男、中川恵一、佐々木康人、熊取敏之：192 I ridium被曝による皮膚障害：22年後の臨床像＝組織壊死と骨萎縮、第36回日本放射線影響学会、広島、平成5年10月27～29日
46. **Akashi, M.**, Nakao, I., Hachiya, M., Takagi, S., Mizoe, J., Suzuki, G. and Akanuma, A. : Increase in manganese superoxide dysmutase by radiation in human Fibroblasts : a possible mechanism of self－protection against radiation. 低線量放射線及び関連物質被曝の生物学的効果に関する国際シンポジウム、長春市、中国、1993年10月12日～16日
47. Nakao I, Nose M, Kawase Y, Hachiya M, Uzawa R, **Akashi M.** Alterations in lymphocyte subsets of Thorotrast ($^{232}ThO_2$) administered patients. 低線量放射線及び関連物質被曝の生物学的効果に関する国際シンポジウム、長春市、中国、1993年10月12日～16日
48. 飯塚正之、安藤興一、木内孝司、永沢秀子：ヒト骨肉腫細胞の低酸素培養と再酸素化、日本医学放射線学会第32回生物部会、横浜、1993. 4. 1.
49. 小池幸子、杉田　公、有賀　隆、木元正史、金井達明、安藤興一、谷田貝文夫：第1世代レンジモジュレータ拡大炭素線ブラッグピークによる腫瘍治癒効果、日本医学放射線学会第32回生物部会、横浜、1993. 4. 1.
50. 安藤興一、小池幸子、木内孝司、飯塚正之、金井達明、清水わか子、趙　徹九、谷田貝文夫：炭素線照射による皮膚障害と容積効果について、日本医学放射線学会第32回生物部会、横浜、1993. 4. 1.
51. 杉田　公、向井　稔、安藤興一、小池幸子：マウス線維肉腫（NFSa）に対するLC9018腫瘍内投与を放射線の併用効果、日本医学放射線学会第32回生物部会、横浜、1993. 4. 1.
52. Ando, K., Koike, S., Kanai, T., Cho Chul Koo and Yatagai, F. : Relative Biological Effectiveness of accelerated carbon ions on experimental tumors, 41st annual meeting of Radiation Research Society, Dallas, TX. 1993. 4. 24.
53. Ando, K. : Response of human tumor xenografts to high LET radiation, Seminar at U. M. D. Anderson Cancer Center, Houston, TX. 1993. 4. 29.
54. 山田　滋、高山　亘、山本　宏、渡辺一男、本田一朗、渡辺　徹、川上義弘、宮内　充、広川雅之、若月一雄、藤田昌宏、竜　崇正、小出義雄、安藤興一、柳川　正：ATCCS（Adhesive Tumor Cell Culture System）を用いた消化器癌の放射線感受性試験の検討、第41回日本消化器外科学会総会、神戸、1993. 2.
55. Masunaga, S., Ono, K., Akuta, K., Abe, M., Ando, K. and Koike, S. : The radiosensivity of quiescent cell populations in murine solid tumors inthe irradiation with hast neutron, 8th International Conterence on Chemical modifiers of Cancer treatment Kyoto. 1993. 6.

56. Yamada, S., Ando, K., Koike, S., Fujita, Y. and Isono, K. : Etoposide accelerated bone merrow proliferration following whole body irradiation, 6th International Conference on Chemical modifiers of Cancer treatment Kyoto. 1993. 6.
57. Kubota, N., Kakehi, M., Matsubara, S., Koike, S. and Ando, K. : Response of the MG－63 human osteosarcoma cell line as multicellular sploriods to neutrons, International Congress of Radiation Oncology (ICRO '93), Kyoto. 1993. 6.
58. Ando, K., Koike, S., Furukawa, S., Kimoto, M., Iizuka, M., Aruga, T., Shimizu, W., Sugita, T., Chi Chul Koo, Kanai, T., Matsusita, S. and Yatagai, F. : Saturation skin damege after accelerated carbom paticles, International Congress of Radiation Oncology (ICRO '93), Kyoto. 1993. 6.
59. Matsusita, S., Ando, K., Koike, S. : Evalution of radiation damege in mouse hind legs, International Congress of Radiation Oncology (ICRO '93), Kyoto. 1993. 6.
60. Sugita, T., Koike, S., Ando, K. and Mukai, M. : Effectiveness of intratumoral administration of LC 9018 combined with in an experimental tumor, International Congress of Radiation Oncology (ICRO '93), Kyoto. 1993. 6.
61. Yamada, S., Ando, K., Nagasawa, H., Iizuka, M., Shibata, T., Fujita, M., Inayama, S. and Iwakawa, M. : Induction of GSH and cell differentiation by a novel imidazole compound, KIN－806, International Congress of Radiation Oncology (ICRO '93), Kyoto. 1993. 6.
62. Ryu, M., Sato, S., Yamada, S., Takayama, W., Watanabe, K., Nakamura, Y. and Ando, K. : Intratumoral irradiation using remote after loading system for biliary tract cancer, International Congress of Radiation Oncology (ICRO '93), Kyoto. 1993. 6.
63. Ando, K. : Japanese radiobiological experience of heavy ions, NIRS International Symposium on heavy charged particle therapy, Chiba. 1993. 6. 28.
64. 飯塚正之*、安藤興一：MG－ヒト骨肉腫細胞低酸素培養条件下における血管内皮増殖因子 mPNA の発現の促進について、第52回日本癌学会総会、仙台、1993, 10. （*千葉大整形）
65. 堀　信一*、岩川真由美*2、上野郁子*3、安藤興一、武藤徹一朗：マウス肝類洞壁細胞初代培養の確立、第52回日本癌学会総会、仙台、1993. 10.（*東大外科、*2筑波大小児外科、*3）
66. 岩川真由美*、大川治夫*2、安藤興一、八木沼洋行*3、小池幸子：神経芽腫実験モデルにおけるアポトーシス出現形式、第52回日本癌学会総会、仙台、1993. 10.（*1筑波大小児外科、*2、*3）
67. 有賀　隆*、飯塚正之*2、福津久美子、五日市ひろみ、小池幸子、安藤興一、有水　昇*3：ヒト腫瘍細胞の一日一回照射でコロニー形式率と細胞周期の検討、第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
（*千葉大放射線科、*2千葉大整形科、*3）
68. 坪内　進*、福津久美子、五日市ひろみ、村上正弘、笠井清美、古沢佳也、金井達明、小池幸子、安藤興一、大原　弘*2、谷田貝文夫*3、加納永一*4：膵臓・ラ氏島の急性放射線細胞死－γ線、陽子線、炭素線による線量効果、第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.（*鈴鹿医療技術大学放射線科、*2岡山大学教養科、*3理研、*4福井医大放射線科）
69. 金井達明、古沢佳也、福津久美子、安藤興一、小池幸子、笠井清美、五日市ひろみ、村上正弘、蓑原信一、須藤美智雄、谷田貝文夫*：重粒子線治療最適化に向けて、第36回放射線影響学会、広島、1993. 10.（*理研）
70. 福津久美子、金井達明、古沢佳也、有賀　隆*、谷田貝文夫*2、小池幸子、安藤興一：マウス腸管クリプト細胞生存率に対する炭素線分割照射の効果、第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.（*千葉大放射線科、*2理研）
71. 飯塚正之*、有賀　隆*2、安藤興一：低酸素培養後低酸素化によるPLD修復の促進、第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.（*千葉大整形、*2千葉大放射線科）
72. 安藤興一、小池幸子、福津久美子、有賀　隆*、飯塚正之*2、堀　信一*3、金井達明、谷田貝文夫*4、白砂兼光*5：重粒子線照射後のヒト由来唾液腺腫瘍の分裂指数、第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
（*千葉大放射線科、*2千葉大整形、*3東大外科、*4理研、*5大阪大歯学部）
73. 有賀　隆*、有賀守代*、福津久美子、小池幸子、安藤興一、有水　昇*：ヒト腫瘍細胞における一日一回多分裂照射での生存率の検討、第6回日本放射線腫瘍学会、博多、1993. 11.（*千葉大放射線科）
74. Irie, T., Fukushi. K., Namba, H.*, Iyo, M.*2 and Nagatsuka, S.*3 : 10th International Symposium on Radiopharmaceutical Chemistry, Kyoto, 1993, October. "A radiotracer for maooing acetylcholinesterase (AchE) in the vivo : Evaluation in a rat model of Alzheimer's disease."
(* Department of Neurosrugery, Chiba Cancer Center Hospital, Chiba. *2National Instituts of Mental Health, National Center of Neurclogy and Psychia. *3Tokai Research Laboratories, Daiichi Pure Chemicals Co., Ibaraki.)
75. Fukushi, K. and Irie, T. : 10th International Symposium on Radiopharmaceutical Chemistry, Kyoto, 1993, October. "[^{18}F]－6－fluoro－0－benzylpuribnes : A potential radiotracer for measuring brain glutathione－S－transferase by PET."
76. 難波宏樹*、中川敬一*2、伊予雅臣*3、福士　清、入江俊章："脳を Reference とした deoxyglucose 法によるインスリン感受性組織の糖代謝率の定量的検討" 第93回日本核医学会、宮崎、1993年10月
（*千葉県がんセンター、*2千葉大医、*3国立精神神経センター）
77. 中川敬一*1、難波宏樹*2、伊予雅臣*3、福士　清、入江俊章："脳をReference とした deoxyglucose 法による心筋の糖代謝率の定量的検討：経口糖負荷による変化" 第93回日本核医学会、宮崎、1993年10月
（*1千葉大医、*2千葉県がんセンター、*3国立精神神経センター）

78. 難波宏樹*1、入江俊章、福士　清、伊予雅臣*2、長塚伸一郎：“in vivo 脳内アセチルコリン・エステラーゼ（AchE）活性測定のためのトレーサー開発　第3報：ラットにおける in vivo histochemical imaging.”第5回日本脳循環代謝学会総会、福岡、1993年11月（*1千葉県がんセンター、*2国立精神神経センター）
79. 小池幸子、安藤興一、飯塚正之*1、有賀　隆*2、金井達明、蓑原信一、須藤美智雄、堀　信一*3、趙　徹九*4、谷田貝文夫*5：炭素線1回照射による腫瘍増殖遅延と殺細胞効果、第6回日本放射線腫瘍学会、博多、1993, 11.
（*1千葉大整形、*2千葉大放射線科、*3東大一外科、*4韓国がんセンター病院、*5理研）
80. 安藤興一：中枢神経系に対する重粒子線の生物効果、計画部会中枢神経分科会会議、東京、1993, 12.
81. 安藤興一：容積効果の生物学的背景、放射線腫瘍学会研究グループ「放射線治療における空間的要素の解明」、仙台、1993, 10.
82. 山本真司*1、中山正人*1、松本満臣*2、舘野之男、飯沼　武、松本　徹：コンピュータ支援画像診断学会、第3回学術講演会、1993.（*1豊橋技術科学大学、*2群馬大学）
83. 井上　修、若原俊一*1、小林　薫*2、鈴木和年、舘野之男：第33回日本核医学総会、1993.
（*1東京理科大学大学院薬、*2日本医科大学第二生理学）
84. 氷見寿治*、相生真吾*、脇坂啓介*、山内雅人*、西堀知行*、志鎌信昭*、中川敬一*、庭山博行*、加賀谷秋彦*、吉田勝哉*、増田善昭*、宍戸文男、飯沼　武、舘野之男：第33回日本核医学会総会、1993.（*千葉大三内）
85. 井上慎一*、高草保夫*、大串　明*、宍戸文男、松本　徹、野原功全、舘野之男：第38回日本核医学会総会、1993.
（*㈱日立メディコ）
86. 安藤興一、堀　信一：早期経代血管内皮細胞に対する同系マウス神経芽細胞腫の接着と浸潤、科技庁振興調整費広橋班班会議、東京、1994, 1.
87. 安藤興一、飯塚正之、有賀　隆：再酸素化過程が PLD 修復に及ぼす影響、文部省がん特(1) 鈴木班班会議、東京、1994, 1.
88. 安藤興一、有賀　隆、飯塚正之：多分割照射過程における PLD 修復と放射線感性、文部省がん(1) 鈴木班班会議、東京、1994, 1.
89. 安藤興一：粒子線の限局照射より生ずるマウス皮膚障害、放射線腫瘍学会研究グループ「放射線治療における空間的要素ま解明」札幌、1994. 2.
90. 安藤興一：重粒子線照射による皮膚障害と腫瘍誘発、理研シンポジウム：加速器成果発表会　生物分野での利用、和光市理研鈴木梅太郎記念ホール. 1994. 3. 12.
91. 中川敬一*、吉田勝哉*、増田善昭*、難波宏樹、伊予雅臣、福士　清、入江俊章：経口糖負荷時の心筋代謝率の変化：脳を Raference とした新しい定量法の試み、第58回日本循環器学会、東京、1994. 3.（*千葉大医）
92. 福久健二郎、佐藤眞一郎、本郷昭三、竹下　洋、今関　等、石川　章、高田栄一、中村祐二：高速構内 LAN の構築と運営について：第67回日本医学放射線科理学会、神戸市、1994, 4.
93. 松本　徹：放射線医学におけるテクノロジーアセスメント、第53回日医放総会、パネルディスカッション、神戸市、1994. 4. 9.
94. 松本　徹、中島禎一*1、小畑秀之*2、福久健二郎、飯沼　武、舘野之男、秋貞雅祥*1：アイカメラによる読影診断プロセスの解明に関する研究、第67回日医物理学会、神戸市、1994. 4. 6.（*1多摩健康管理センター、*2東京農工大）
95. 杉本　徹：医師の画像診断の正診率と誤診率、放射診療研究会、東京、1994. 4. 25.
96. 加賀谷秋彦*、庭山博行*、中川敬一*、氷見寿治*、吉田勝哉*、増田善昭*、遠藤真広*、舘野之男：第58回日本循環器学会総会・学術集会、東京、1994. 3.（*千葉大学第三内科）
97. 氷見寿治*1、脇坂啓介*1、山内雅人*1、相生真吾*1、志鎌伸昭*1、中川敬一*1、庭山博行*1、加賀谷秋彦*1、吉田勝哉*1、増田之男、伏島堅二*2：第58回日本循環器学会総会・学術集会、東京、1994. 3.
（*1千葉大学第三内科、*2千葉県立鶴舞病院）
98. 庭山博行*、相生真吾*、脇坂啓介*、山内雅人*、志鎌伸昭*、中川敬一*、加賀谷秋彦*、氷見寿治*、吉田勝哉*、増田善昭*：第8回日本循環器学会総会・学術集会、東京、1994. 3.（*千葉大学第三内科）

〔治療診断部〕

1．向井　稔、久保田進、加藤博敏、他：食道癌の集学的治療、第52回日本放射線学会、シンポジウム、横浜、1994. 4.
2．向井　稔、久保田進、加藤博敏、他：T_4NxMo 食道癌に対する集学的治療、第47回食道疾患研究会、東京、1994. 6.
3．Mukai, M., Kubota, S. and Kato, H. et al : Long－term Results of New combination therapy of Radiation and local Admistration of OK－432 for Esophafeal Cancer. International Congress of Radiation Oncology, Tokyo, 1993. 6.
4．村山重行、他：第52回日本医学放射線学会学術発表会、横浜、1993. 4.
5．Murayama, S., Miyamoto, T. and Satou, S. et al : International Congress of Radiation Oncology 1993, Kyoto, 1993. 6. (Late skin reaction in patients with prostatic cancer treated with 30Mev d－Bel fast neutron at UIRS)
6．中野隆史、他：眼球悪性黒色腫の陽子線治療成績、第52回日医放総会、横浜、1993. 4.
7．Nakano, T. and Morita, S. et al : International Congress of Radiation Oncology 1993, Kyoto, 1993. 6. (Proton beam therapy for ocular melanoma)
8．Nakano, T. : Science Festivity Meeting, Boston, 1993. 5.

9. Nakano, T. : visiting lectare at Mouse general Hospital, Boston, 1993. 5.
10. 森田新六、恒元　博、宮本忠昭、他：(HIMAC 重粒子線治療の第Ⅰ・Ⅱ相臨床試行) 第52回日医放総会、横浜、1993. 4.
11. Morita, S., Tsunemoto, H. and Miyamoto, T. et al : (clinical prospects for heavy ions radiotheraly in NIRS－Chiba), ICRO '93, Kyoto, 1993. 6.
12. 半場啓子、中野隆史、坪井　篤：(放射線治療中の子宮頚癌細胞の細胞周期の変化ならびに照射効果との関係)、第52回日医放総会、横浜、1993. 4.
13. Hanba, K., Nakano, T. and Hukuhisa, K. et al : (Long term prognosis for patients with cervical cancer treated with intracavitary irradiation), ICRO '93, Kyoto, 1993. 6.
14. Morita, S. : (Evaluation of fast neution therapy, Japanese Experience), Int. symposium of Heavy charged particle Therapy, chiba, 1993. 6.
15. 宮本忠昭、溝江純悦、松岡祥介：肺小細胞癌の至適胸部照射線量の検討、第52回日本医学放射線学会総会、横浜、1993. 4.
16. Miyamoto, T., Yasukawa, T. and Sato, S. et al : Fast Neutron radiotherapy for Adenocarcinoma of the lung, ICRO '93, Kyoto, 1993. 6.
17. T. Miyamoto : Evaluation of Fast Neutron therapy, Carcinoma of the lung, NIRS. International symposium on heavy charged particle therapy, Chiba, 1993.
18. 田伏勝義、伊藤　進、砂倉瑞良、楮本智子、中村　譲、飯沼　武、荒居龍雄、入船寅二：座標系と直角2方向撮影による位置計算の関係、第65回日本医学放射線物理学会大会、横浜、1993. 4.
19. 古川重夫、中村　譲、赤沼篤夫、溝江純悦、森田新六、中野隆史：患者固定用カプセルにおけるカーボンコンポジット利用の利点、第52回日本医学放射線学会学術発表会、横浜、1993. 4.
20. Furukawa, S., Akanuma, A., Kutsutani－Nakamura, Y., Morita, S., Mizoe, J. and Nakano, T. : Advantages in carbon composites application to total body patient fixation for heavy particle beam. International Congress of Radiation Oncology 1993, Kyoto, 1993. 6.
21. Kutsutani－Nakamura, Y., Furukawa, S., Tabushi, K., Nakano, T., Ishii, T. and Arai, T. : Relationship of time, dose and fractionation in high and low dose rate regimes for intracavitary brachytherapy of the cervix uteri. International Congress of Radiation Oncology 1993, Kyoto, 1993. 6.
22. Akanuma, A., Nakagawa, K., Aoki, Y. and Terahara, A. : Dymamic irradtation system for improved dose distribution. International Congress of Radiation Oncology 1993, Kyoto, 1993. 6.
23. Ryu, M., Yamada, S., Takayama, W., Watanabe, K., Kutsutani－Nakamura, Y. and Ando, K. : Intraluminal irradiaion using remote afterloading system for biliary tract cancer. International Congress of Radiation Oncology Kyoto, 1993. 6.
24. 向井　稔、久保田進、加藤博敏、森田新六、赤沼篤夫：第6回日本放射線腫瘍学会、博多、1993. 11.
25. 向井　稔：第885回千葉医学会、千葉、1993. 12.
26. 森尾聡子、岡　邦行、宮本忠昭和、他：第35回日本臨床血液学会総会、広島、1993. 11.
27. 安川朋久、高村　大、宮本忠昭、岡　邦行、他：第34回日本肺癌学会総会、東京、1993. 11.
28. 中野隆史、石川敦子、村山重行、森田新六、赤沼篤夫：第6回日本放射線腫瘍学会、博多、1993. 11.
29. 半場啓子、中野隆史、坪井　篤：第6回日本放射線腫瘍学会、博多、1993. 11.
30. 松岡祥介、溝江純悦、安川朋久、宮本忠昭：肺腺癌の速中性子線治療：第6回日本放射線腫瘍学会、福岡、1993. 10.
31. 増田康治、森田皓三、佐藤眞一郎、恒元　博：第6回日本放射線腫瘍学会、福岡、1993. 10.
32. 宮本忠昭：第6回日本放射線腫瘍学会、福岡、1993. 10.
33. 寺原敦朗、坂田耕一、青木幸昌、小野木雄三、馳澤憲二、中川恵一、唐澤克之、牟田信春、佐々木康人、赤沼篤夫：第31回日本癌治療学会総会、大阪、1993. 10.
34. 岡　邦行：低線量分割照射中に認められた子宮頸部癌細胞の growth fraction の増加　－Ki－67, PC10と mitptic index の推移－　日病会誌、東京、82；214, 1993.
35. 松本俊治、須田耕一、岡　邦行、森　尚義：肝原発 mantle zone lymphoma の一例、日病会誌、東京、82；200, 1993.
36. 森　尚義、谷田部恭、岡　邦行、浅井淳平：節外性 mantle zone lymphoma の6症例の検討　日病会誌、東京、82；199, 1993.
37. 谷田部恭、森　尚義、岡　邦行、浅井淳平：一部の組織球マーカー陽性を示した Ki－1 positive anaplastic large cell lymphoma の2症例　日病会誌、東京、82；200, 1993.
38. 谷田部恭、森　尚義、岡　邦行、佐賀信介、徳永正義、浅井淳平：Fatal infectious mononucleosis の5例、日網会誌、三重、33；154, 1993.
39. 溝江純悦、T. R. Cartro, I. Oaftani, 赤沼篤夫：第6回日本放射線腫瘍学会、博多、1993. 11.
40. 赤沼篤夫、中村　譲、古川重夫、青木幸昌、坂田耕一、中川恵一：放射線治療装置間の交信データの安全について．第52回日本医学放射線学会学術発表会、横浜、1993. 4.
41. 中村　譲、古川重夫：がん治療における生物学等効果線量 TDF による評価．日本医学物理学会第10回研究発表会、東京、1993. 7.

42. 田伏勝義、川村耕治、榎戸義浩、平野幸夫、林　哲雄、渡辺義也、伊藤　進、松川収作、砂倉瑞良、中村　譲、飯沼　武、入船寅二：マイクロトロンHTM2200とNELAC－1018 DPの10MV X線の深部線量の比較．第66回日本医学放射線物理学会大会、札幌、1993. 9.
43. 田伏勝義、伊藤　進、砂倉瑞良、加藤真吾、中村　譲、飯沼　武、荒居龍雄、入船寅二：直角2方向撮影における幾何学的な6組の位置計算式による誤差の伝播のシミュレーションによる比較．第66回日本医学放射線物理学会大会、札幌、1993. 9.
44. 中村　譲、古川重夫、坂下邦雄、平岡　武、星野一雄、川島勝弘：サイクロトロン速中性子線の不均質組織における線量分布．第66回日本医学放射線物理学会大会、札幌、1993. 9.
45. Akanuma, A., Nakamura, Y., Furukawa, S., Nakano, T., Endo, M., Aoki, Y. and Nakagawa, K. : CT applications in patient set－up in heavy ion therapy at NIRS. XIth International Conference on the Use of Computers in Radiation Therapy, Manchester, 1994. 3.

〔医用重粒子物理・工学研究部〕

1．熊田雅之、佐藤健次、高田栄一、野田耕司、板野明史、金沢光隆、須藤美智雄、松本　啓、佐藤　皓、末野　毅、遠藤有聲、久保　宏：1993年物理学会、春の年会、東北大学、1993. 4.
2．須藤美智雄、金井達明：第65回日医放物理学会、横浜、1993. 4.
3．Kumada, M., Sato, K., Itano, A., Kanazawa, M., Takada, E., Noda, K., Sudou, M., Kohno, T., Ogawa, H., Yamada, S., Sato, Y., Yamada, T., Kitagawa, A., Yoshizawa, J., Morokami, T., Hirao, Y., Matsumoto, S., Sato, H., Sueno, T., Kato, T., Endo, K., Uchino, K., Takada, Y., Noda, A., Tanabe, T., Watanabe, S., Koseki, S. and Kubo, H. : Design of the HIMAC Synchrotron Power Supply, Particle Accelerator Conference, Washington D. C. May 17－20, 1993.
4．Minohara, S., Kanai, T., Endo, M., Soga, F., Koyama－Ito, H., Kawachi, K. : The relation between X－ray CT numbers and water equivalent path length of particle beam, International Congress Congress of Radiation Oncology (ICR '93), Kyoto, 1993. 6.
5．Kanai, T., Minohara, S., Sudo, M., Kohno, T., Endo, M., Koyama－Ito, H., Soga, F., Kawachi, K. : 3－D Conformation irradiation system at HIMAC, International Congress of Radiation Oncology (ICRO '93), Kyoto, 1993. 6.
6．金井達明、須藤美智雄、蓑原伸一、河野俊之、高田栄一、曽我文宣、河内清光、谷田貝文夫：重イオンに対する各種ガスのW値、初期再結合、第65回日本医学放射線物理学会、横浜、1993. 4.
7．Endo, M., Minohara, S., Kanai, T., Kawachi, K., Koyama－Ito, H. and Hirao, Y. : Three dimensional treatment planning system for heavy ion radiotherapy using a graphics workstation. International Congress of Radiation Oncology 1993 (ICRO 793), Kyoto, 1993. 6.
8．河内清光、曽我文宣、遠藤真広、金井達明、蓑原伸一、河野俊之、宮原信幸、須藤美智雄、外村浩美、小川博嗣、山田孝信、山田　聰、佐藤幸夫、村上　健、佐藤健次、板野明史、高田栄一、金沢光隆、野田耕司、熊田雅之、北川敦志、平尾泰男、古山浩子：第66回日本医学放射線物理学会大会、札幌、1993. 9.
9．板野明史、熊田雅之、佐藤健次、野田耕司、高田栄一、金沢光隆、須藤美智雄、遠藤有聲、佐藤　皓、松本　啓、櫻畠広明、外岡経行：日本物理学会第48回年会、仙台、1993. 4.
10. Itano, A., Kumada, M., Sato, K., Noda, K., Takada, E., Kanazawa, M., Sudou, M., Hirao, Y., Endo, K., Sakurabata, H. and Tonooka, T. : The 13th International Conference on Magnet Technology, Victoria, Canada, 1993. 9.
11. 曽我文宣、古瀬雅子、松本信二：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993. 10.
12. Tanabe, T., Katayama, I., Inoue, N., Chida, K., Watanabe, T., Arakaki, Y., Noda, K., Honma, T., Shoji, T. and Sakawa, Y. : Workshop on Beam Cooling and Related Topics, Montreux, Switzerland, 1993. 10.
13. Fu, S., Kitagawa, A., Yamada, S. : 5th International Conference on Ion Sources, Beijing, 1993. 9.
14. Kitagawa, A., Yamada, S., Kohno, T., Murakami, T., Noda, K., Ogawa, H., Sato, Y., Yamada, T., Yoshizawa, J., Fu, S., Sekiguchi, M., Ohshiro, Y., Hattori, T., Morishita, O., Sawada, K. and Shibuya, S. : The 5th International Conference on Ion Sources, Beijing, 1993. 8.
15. 渋谷真二、松下　浩、村松正幸、北川敦志、山田　聰：第4回粒子線の先端的応用技術に関するシンポジウム、東京、1993. 11.
16. 松下　浩、小林千広、岩崎貴司、渋谷真二、山田　聰、北川敦志、村松正幸、宇野浩一、阪田俊男：第49回日本物理学会年会、福岡、1994. 3.
17. Kitagawa, A., Murakami, T., Ogawa, H., Sato, Y., Yamada, S., Yamada, T., Yoshizawa, J., Itano, A., Kanazawa, M., Kohno, T., Kumada, M., Noda, K., Sato, K., Sudo, M., Takada, E., Hirao, Y., Fu, S., Hattori, T., Sekiguchi, M., Fukushima, T., Iwasaki, T., Kimura, T., Matsushita, H., Sakamoto, H., Shibuya, s., Ueno, K., Yamamoto, M., Morishita, O. and Sawada, K. : The 5th Japan－China Joint Symposium on Accelerators for Nuclear Science and Their Applications, Osaka, 1993. 10.
18. 古澤佳也：第7回理研シンポジウム、和光市、1993. 10.
19. 古澤佳也、福津久美子、五日市ひろみ、江口清美、大原　弘、谷田貝文夫、金井達明：第36回日本放射線影響学会、広

島、1993. 10.
20. 山口由紀子、梅澤直司、鈴木慶二、古澤佳也、檜枝光太郎：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
21. 生島隆治、古澤佳也、福津久美子、小林克巳：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
22. 根岸和雄、藤原結花、鈴木慶二、古澤佳也、渡辺正勝、宗像信生、檜枝光太郎：第22回日本環境変異学会、東京、1993. 11.
23. 佐藤幸夫、古澤佳也、田中昭好、曽我文宣：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
24. 田口泰子、金井達明、蓑原伸一、古澤佳也：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
25. 宗像信生、諸星文子、古澤佳也、檜枝光太郎、志村英洋、伊藤朋之：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
26. 金井達明、古澤佳也、福津久美子、安藤興一、小池幸子、笠井清美、五日市ひろみ、村上正弘、蓑原伸一、須藤美智雄、谷田貝文夫：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
27. 江口清美、五日市ひろみ、村上正弘、福津久美子、古澤佳也、金井達明、清水一範、佐藤弘毅：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
28. 福津久美子、金井達明、古澤佳也、有賀　隆、谷田貝文夫、小池幸子、安藤興一：第36回日本放射線影響学会、広島、1993. 10.
29. Kenji Sato, Kenji Mishima, Kouji Noda, Eiichi Tohada, Masayuki Kumada, Mitsutaka Kanazawa, Akifumi Itano, Michio Sudou, Sadao Yamoto, Masaru Katane and Yukio Yoshiwara : Alignment of HIMAC Synchrotrons, Third International Workshop on Accelerator Alignment, Annecy, France, 1993. 9.
30. 佐藤健次、野田耕司：チェーンの振幅依存を考慮した遅いビームの取り出し過程の定式、日本物理学会、1993年秋の分科会、高知、1993. 10.
31. Kenji Sato, Akifumi Itano, Masahiro Endo, Hirotsugu Ogawa, Tatsuaki Kanai, Mitsutaka Kanazawa, Kiyomitsu Kawachi, Atsushi Kitagawa, Masayuki Kumada, Hiroko Koyama-Ito, Toshiyuki Kohno, Yukio Sato, Michio Sudou, Fuminori Soga, Eiichi Takada, Hiromi Tomura, Kouji Noda, Yoshiya Furusawa, Shinichi Minohara, Nobuyuki Miyahara, Takeshi Murakami, Satoru Yamada, Jun Yoshizawa and Yasuo Hirao, Present Status of NIRS Medical Accelerator-HIMAC, KEK, 9th Symposium on Accelerator Science and Technology, Tsukuba, Japan, 1993. 8.
32. Kanazawa, M., Sudou, M., Sato, K., Kumada, M., Itano, A., Takada, E., Noda, K., Suetake, N., Yoshiwara, Y., Itoh, H., Miyaoka, T. and Morii, Y. : Vacuum System for HIMAC Synchrotrons, 9th Symposium on Accelerator Science and Technology, Tsukuba, Japan, 1993. 8.
33. 古澤佳也、L. E. Quintern：第15回日本光医学・光生物学会、仙台、1993. 7.
34. 遠藤真広、古山浩子*、蓑原伸一、宮原信幸、外村浩美、河内清光：第11回日本医学物理学会、東京、1993. 7.
（*東大医科研）
35. 遠藤真広：第21回日本磁気共鳴医学会、つくば、1993. 9.
36. 遠藤真広、曽我文宣、河内清光、金井達明、蓑原伸一、赤沼篤夫、森田新六、宮本忠昭、溝江純悦、中村　譲、古川重夫、坂下邦雄、恒元　博：第66回日本医学放射線物理学会、札幌、1993. 9.
37. 渋谷真二、坂本久雄、山本　貢、松下　浩、小林千広、上野浩二、岩崎貴司、青木高之、木村隆成、福島敏孝、山田聰、北川敦志、村上　健、佐藤幸夫、吉澤　潤、小川博嗣、村松正幸、河野俊之、山田孝信、野田耕司、澤田憲司、秋山正博、森下　宗：第49回日本物理学会年会、福岡、1993. 3.
38. Endo, M. : PTCOG XIX, Cambridge, U. S. A., 1993. 11.
39. 佐藤健次：HIMACのビーム加速「イオントラップとビーム蓄積リングの技術と物理」研究会、東京大学原子核研究所、1991.
40. 佐藤健次：放医研HIMACシンクロトロンのビーム調整と真空、「第9回加速及びストレージリングにおける超高真空研究会」高エネルギー物理学研究所、1994. 3.
41. 佐藤健次他HIMACビーム調整グループ：HIMACシンクロトロンのビーム調整、1994年日本物理学会第49回年会、福岡工業大学、1994. 3.
42. 宮原信幸、平尾泰男、河内清光、遠藤真広、金井達明：第3回バイオエンジニアリングシンポジウム、福岡、1994. 1.
43. Fukutsu, K., Furusawa, Y., Itsukaichi, H., Eguchi-Kasai, K., Koike, S., Ando, K., Minohara, S. and Knanai, T. : Heavy Ion Research : Space, A Radiation Protection and Therapy, Sophia-Antipolis, Feance, 1994. 3.

〔環境放射生態学研究部〕

1. 保田浩志、内田滋夫：日本保健物理学会第28回研究発表会、福岡、1993. 5.
2. 河村日佐男、佐々木隆史*（*日本アナリスト）：第54回分析化学討論会、水戸、1993. 5.
3. 白石久二雄、I. P. Los*：第47回日本栄養・食糧学会総会、東京、1993. 5.（*ウクライナ放射線医学センター）
4. 河村日佐男、平野茂樹：第30回理工学における同位元素発表会、東京、1993. 7.
5. Shiraishi, K., Nakajima, T., Los, I. P.* Kamarikov I. Y.* and Buzinny M. Z.* : The 15th International Congress of Nutrition, Adelaide, Australia, 1993. 9. (*Ukrainian Scientific Centre of Radiation Medicine)
6. 吉田　聡、田上恵子、村松康行、内田滋夫：第30回理工学における同位元素研究発表会、東京、1993. 7.
7. 吉田　聡、村松康行、田上恵子、内田滋夫：1993年度日本地球化学会年会、大阪、1993. 9.

8．坂内忠明、吉田　聡、村松康行：第30回理工学における同位元素研究発表会、東京、1993. 7.
9．田上恵子、吉田　聡、内田滋夫、村松康行：第30回理工学における同位体元素研究発表会、東京、1993. 7.
10．保田浩志、内田滋夫、村松康行：第30回理工学における同位元素研究発表会、東京、1993. 7.
11．保田浩志：京都大学環境衛生工学研究会第15回シンポジウム、京都、1993. 7.
12．Yasuda, H., Uchida, S. and Inoue, Y.* : The 25th Congress of International Association for Hydraulic Research, Tokyo, 1993. 8. (*Kyoto Univ.)
13．村松康行、吉田　聡：1993年度日本地球化学会年会、大阪、1993. 9.
14．柳沢　啓、村松康行：第30回理工学における同位元素研究発表会、東京、1993. 7.
15．保田浩志、内田滋夫：日本原子力学会1993年秋の年会、神戸、1993. 10.
16．田上恵子、内田滋夫：第37回放射化学討論会、1993. 10.
17．内田滋夫、田上恵子：日本原子力学会1993年秋の年会、神戸、1993, 10.
18．村松康行、内田滋夫、吉田　聡：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993, 10.
19．Shiraishi, K. : International Workshop on Assessment of the Health and Environmental Impact from Radiation Doses due to Released Radionuclides, Chiba, 1994, 1.
20．保田浩志、内田滋夫、村松康行、吉田　聡：日本原子力学会1994年春の年会、筑波、1994, 3.

〔海洋放射生態学研究部〕

1．木村健一、中村良一、中原元和：平成5年度日本水産学会春季大会、東京、1993, 4.
2．成田尚史、中村　清、金　泳壹、岩井武樹、嶋本晶文、乗木新一郎、角皆静男：1993年度日本海洋学会春季大会、東京、1993, 4.
3．田口和典、成田尚史、山田正俊：1993年度日本海洋学会春季大会、東京、1993, 4.
4．山田正俊、中村　清：第30回理工学における同位元素研究発表会、東京、1993, 7.
5．平野茂樹、青野辰雄、山田正俊、中村良一、中原元和：日本放射線影響学会第36回大会、広島、1993, 10.
6．石川昌史、中村啓治、石井紀明：極地研生物シンポジウム、東京、1993, 12.

2．職員海外出張及び留学

（平成６年３月31日現在）

派遣者氏名	所　属	出張先	期　間	用　務
松平寛通	所長	米国（ワシントン）	5．4．12～5．4．17	第42回国連科学委員会出席
阿部道子	環境衛生研究部	オーストリア（ウィーン）・ハンガリー共和国	5．4．17～5．4．28	IAEA/UNESUKO 国際シンポジウム出席、オーストリアサイバースドルフ研究センター放射線防護研究所及びハンガリー、フレデリック・ジョリオキュリー国立放射線生物・放射線衛生研究所において研究討議出席
武藤正弘	生理病理研究部	オランダ（アムステルダム）	5．4．18～5．4．24	放射線による突然変異と発がんの分子機構に関する国際シンポジウム出席
松平寛通	所長	オーストラリア（ウィーン）	5．5．15～5．5．29	第42回国連科学委員会（UNSCEAR）出席
佐藤弘毅	障害基礎研究部	オーストラリア（ウィーン）	5．5．15～5．5．29	第42回国連科学委員会（UNSCEAR）出席
稲葉次郎	内部被ばく研究部	ロシア（モスクワ）	5．5．16～5．5．23	公衆のための単位摂取量当たりの線量の研究調整会議出席
野原功全	物理研究部	オーストラリア（ウィーン）	5．5．22～5．5．31	核医学機器の重要課題に関する視聴覚教材の開発に関する会議出席
川島勝弘	科学研究官	中国（北京）	5．6．3～5．6．9	平成５年度二国間協力に伴う専門家派遣
松田洋一	遺伝研究部	米国（バッファロー）	5．6．6～5．9．5	減数分裂におけるXY染色体対合の細胞遺伝学的解析研究
中村裕二	安全解析	イギリス（NRPB）	5．6．27～5．7．4	英国放射線防護委員会での意見交換並びに同機関が開発したCOSYMAコードの実用運転に関する研究集会に出席
坪井篤	障害基礎研究部	スイス（バーゼル）	5．7．8～5．7．15	第８回血液学に関する分子生物学の国際シンポジウムに出席するため
古川雅英	環境衛生研究部	インド洋・（シンガポール・モーリシャス）	5．7．8～5．8．14	海洋準における宇宙線強度ならびに海嶺熱水循環の放射性物質に関する研究
安田徳一	遺伝研究部	オセンダ・ハンガリー	5．7．17～5．7．27	ICRP第一専門委員会タスクグループ予備会議「他因子病の放射線リスク推定」に出席
福田俊	内部被ばく研究部	チェコ共和国（ピールセン）	5．8．1～5．8．6	第４回薬理化学、毒性学、治療学におけるキレート剤に関する国際シンポジウムに出席
鈴木和年	重粒子治療センター運転課	スウェーデン・ドイツ	5．8．6～5．8．26	ウプサラ大学PETセンターにおいて、スウェーデン研究者と共同研究、またユーリッヒ原子力研究所において、高比放射能合板技術に関する研究検討
井上修	障害・臨床研究部	スウェーデン・ドイツ	5．8．6～5．8．26	ウプサラ大学PETセンターにおいて、スウェーデン研究者と共同研究を行い、またユーリッヒ原子力研究所において、高比放射能合成技術に関する研究を検討するため
宍戸文男	障害・臨床研究部	米国（ニューヨーク）	5．8．13～5．8．22	研究集会「第12回磁気共鳴医学会」出席
稲葉次郎	内部被ばく研究部	オーストリア（ウィーン）	5．8．15～5．8．22	IAEA「公衆のための単位摂取量当りの線量」の研究調整会議出席
吉田和子	生理・病理研究部	英国（NRPB）	5．8．20～5．9．20	放射線誘発骨髄性白血病の発症とテロメア様配列の多様性」の共同研究
明石真言	障害・臨床研究部	ニュージーランド（クライストチャーチ）	5．9．4～5．9．14	国際シンポジウム「骨髄移植におけるサイトカイン」に出席
山田裕	内部被ばく研究部	米国（ロスアラモス研究所）	5．9．7～6．9．6	アルファ線による突然変異及び形質転換の発生機構に関する研究
西村義一	環境衛生研究部	英国（バース）	5．9．11～5．9．19	CEC主催、DOE, NRPB, IPSN共催のワークショップ「放射性物質の摂取－職業被爆の検出、評価、制限－」において研究発表及び研究討議
石榑信人	内部被ばく研究部	英国（バース）	5．9．11～5．9．19	CEC主催、DOE, NRPB, IPSN共催のワークショップ「放射性物質の摂取－職業被爆の検出、評価、制限－」において研究発表及び研究討議
稲葉次郎	内部被ばく研究部	英国（バース・バーネマス）	5．9．11～5．9．26	CECワークショップ「放射線各種の摂取」での研究発表ならびにICRPの1993年度全体会合及び第二専門委員会出席

派遣者氏名	所属	出張先	期間	用務
板野明史	医用重粒子物理・工学研究部	米国（LBL・UCデービス）カナダ（トライアンフ研究所）	5.9.15～5.9.26	重粒子線治療に関する情報収集及び調査視察
鎌倉幸雄	技術課	米国（LBL・UCデービス）カナダ（トライアンフ研究所）	5.9.15～5.9.26	重粒子線治療に関する情報収集及び調査視察
巽紘一	生物研究部	米国	5.9.18～5.9.25	DOE/CEC主催国際シンポジウム「放射線及び科学発がん物質による試験管内発がんの分子機構」に出席し、発表並びに討議
松平寛通	所長	英国（バーネマス・オックスフォード）	5.9.18～5.10.1	ICRP（国際放射線防護委員会）出席
佐藤健次	医用重粒子物理・工学研究部	ドイツ（GSI） スイス（ジュネーブ） フランス（アヌシー）	5.9.22～5.10.2	重粒子線がん治療装置の加速器アラインメントに関する情報収集調査視察
内山正史	環境衛生研究部	ウクライナ国・ ベラルーシ共和国	5.10.3～5.10.19	国立研究所間共同研究「放出された放射性核種による低レベル放射線の人体及び環境に及ぼす影響」の実施ならびに当課題に関わる情報収集、研究討議
土居雅広	安全解析研究部	ウクライナ国・ ベラルーシ共和国	5.10.3～5.10.19	国立研究所間共同研究「放出された放射性核種による低レベル放射線の人体及び環境に及ぼす影響」の実施ならびに当課題に関わる情報収集、研究討議
丸山隆司	特別研究官	ロシア・ ウクライナ国・ ベラルーシ共和国	5.10.10～5.10.20	日ソ外相覚書による課題1での専門家として調査
柳澤啓	環境放射生態学研究部	ロシア・ ウクライナ国・ ベラルーシ共和国	5.10.10～5.10.20	日ソ外相覚書による課題1での専門家として調査
河内清光	重粒子線研究部	イタリア （コモ、パドワ）	5.10.16～5.10.29	「ハドロン治療に関わる国際シンポジウム」に出席、更にリニアロ国立研究所において重粒子線治療に関する討論、「重イオン物理に関するワークショップ」に出席
古川雅英	環境衛生研究部	中国　新疆ウィグル自治区	5.10.16～5.11.20	タクラマカン砂漠に所在するニヤ遺跡周辺の自然環境調査
加藤博敏	臨床研究部	スイス（PSI）	5.10.17～6.5.15	がんの粒子線治療法、および治療効果と放射線障害の評価方法
高田栄一	医用重粒子物理・工学研究部	ドイツ（ハーンマイトナー研究所）	5.10.17～5.10.24	「加速器及び大型実験制御システム国際会議」（ICALEPCS'93）での発表、討論及び意見交換
山田裕司	内部被ばく研究部	中国（北京）	5.10.18～5.10.23	研究集会「IRPAアジア・太平洋地区会議」出席
中島敏行	環境放射生態学研究部	ウクライナ国 （キエフ）	5.10.18～5.10.25	IAEAチェルノブイル国際研究センターでの共同研究に関する調査
河村日佐男	環境放射生態学研究部	中国（天津）	5.10.22～5.10.30	IAEA-RCA国際共同研究「標準アジア人のための解剖学的、生理的及び代射特性の集成」出席
小林定喜	総括安全解析研究官	オーストリア （ウィーン）	5.10.30～5.11.11	IAEAコンサルタント会議出席
内田滋夫	環境放射生態学研究部	インドネシア共和国	5.10.31～5.11.7	IAEAの「熱帯及び亜熱帯地域における放射性核種の人への移行」に関する第1回リサーチコーディネイションミーティングに参加、我が国及びアジア諸国における環境移行パラメータの収集に関する討議
武藤正弘	生理病理研究部	中国	5.11.22～5.12.1	放射線誘発リンパ性白血病の発生機構についての講演及び討論
野原功全	物理研究部	バングラデシュ （ダッカ）	5.11.27～5.12.4	核医学機器の品質保証に関する地域計画会合に出席
松岡祥介	治療・診断部	米国（ロマリンダ・MGH）	5.11.28～5.12.11	重粒子線治療に関する情報収集及び意見交換
石居隆義	治療・診断部	米国（ロマリンダ・MGH）	5.11.28～5.12.11	重粒子線治療に関する情報収集及び意見交換
山下曜子	治療・診断部	米国（ロマリンダ・MGH）	5.11.28～5.12.11	重粒子線に関する情報収集及び意見交換
森田新六	治療・診断部	タイ（バンコク）	5.11.29～5.12.4	「第2回医学利用グループ会合」に出席
坂下邦雄	治療・診断部	タイ（バンコク）	5.11.29～5.12.4	「第2回医学利用グループ会合」に出席
松田洋一	遺伝研究部	中国	5.11.30～5.12.15	文部省国際学術研究「中国野生ハツカネズミ及び稲の遺伝的分化に関する日中共同研究」に参加
根井充	養成訓練部	米国 （ニューオリンズ）	5.12.10～5.12.17	研究集会「米国細胞生物学会第33回大会」参加

派遣者氏名	所属	出張先	期間	用務
沼田幸子	生物研究部	米国（ニューオリンズ）	5.12.10～5.12.17	研究集会「米国細胞生物学会」出席
吉田聡	環境放射生研究部	カナダ・チョークリバーへ研究所	6.1.26～7.1.25	森林における放射性物質の挙動に関する研究
村上正弘	障害基礎研究部	米国	6.1.29～6.3.27	DNA修復遺伝子の単離と遺伝子の研究
須原哲也	障害・臨床研究部	スウェーデン（カロリンスカ研究所）	6.1.30～6.2.28	ポジトロンCTを用いた人及び猿の脳内神経伝達物質受容体の定量的測定
岡邦行	治療・診断部	ポーランド（腫瘍学センター）・スイス（PSI）	6.2.4～6.2.15	IAEA国際会議「癌治療法決定のための放射線照射効果判定基準」参加及びスイスPSI(ポールシェラー研究所）の粒子線治療施設の調査
西村義一	環境衛生研究部	韓国（全南大学）	6.2.19～6.2.25	キトサンの放射性物質除去に関する基礎的研究
石川徹夫	安全解析	オーストラリア（国立放射線研究所）	6.2.19～6.3.8	ラドン濃度測定器の比較校正実験
安田徳一	遺伝研究部	米国（ハワイ）	6.2.21～6.3.2	第1回ICRPタスクグループ「多因子性疾患のリスク推定の会議」出席及びハワイ大学での研究交流
佐藤宏	内部被ばく研究部	英国（NRPB）	6.3.1～6.5.31	第1回ICRPタスクグループ「多因子性疾患のリスク推定の会議」出席及びハワイ大学での研究交流
平尾泰男	所長	オーストリア（ウィーン）	6.3.5～6.3.13	UNSCEAR（第43回国連科学委員会に日本代表として出席
佐藤弘毅	障害基礎研究部	オーストリア（ウィーン）	6.3.5～6.3.13	UNSCEAR（第43回国連科学委員会に日本代表として出席
松下悟	技術部	米国（NIH）	6.3.6～6.3.22	実験動物の衛生管理に関する調査研究
阿部道子	環境衛生研究部	米国（EML・GFDL・NRC・USCEA・EPA・LLNL・LBL）	6.3.14～6.3.27	環境放射線の挙動と人体影響評価に関する調査研究
寺原敦朗	治療・診断部	英国（マンチェスター）	6.3.19～6.3.26	第11回放射線治療におけるコンピュータについての国際会議（ICCR）に出席
小林定喜	総括安全解析研究官	インドネシア（ジャカルタ・バリ）	6.3.19～6.3.26	IAEA/RCA政府専門家会議に日本代表として出席、議事運営等に参加
福津久美子	障害基礎研究部	フランス（ソフィアアンチポリス）	6.3.20～6.3.26	国際シンポジウム「宇宙、放射線防護、及び治療に関する重粒子線研究会議」に出席
久保田進	治療・診断部	米国（科学・教育研究所 REAC/TC）	6.3.20～6.3.27	緊急被ばくに関するトレーニングコース参加
黒瀧克巳	環境衛生研究部	ウクライナ共和国（キエフ）・フィンランド（ヘルシンキ）	6.3.20～6.3.27	「放射線による健康及び環境への影響に関する国際ワークショップ」のフォローアップ及び調査研究
福村明史	物理研究部薬理	フランス（ソフィアアンチポリス・CIRIL）・ドイツ（GSI）・スイス（PSI）	6.3.20～6.4.1	宇宙、放射線防護、及び治療に関する重粒子線研究会議出席及び重粒子線研究に関する調査
安西和紀	化学研究部	米国（ハワイ州）	6.3.21～6.3.28	「第1回酸化的ストレス及び老化に関する国際会議」出席
村山重行	治療・診断部	米国（MGH・ロマリンダ大学）	6.3.22～6.3.31	重粒子線を応用する治療法と治療システムの調査研究
熊谷和正	治療・診断部	米国（MGH・ロマリンダ大学）	6.3.22～6.3.31	重粒子線を応用する治療法と治療システムの調査研究
龍田祐子	治療・診断部	米国（MGH・ロマリンダ大学）	6.3.22～6.3.31	重粒子線を応用する治療法と治療システムの調査研究
明石真言	障害・臨床研究部	米国（ハーバード大学ダナフェーバー研究所）	6.3.24～6.6.23	放射線による遺伝子、特に血球成長因子の遺伝子転写調節の研究
山口寛	物理研究部	英国（リーズ大学・バース大学）	6.3.26～6.4.16	「放射線生物物理に関する調査研究」及び「DNAの放射線障害：物理、科学、分子生物学に関する国際会議」出席

3．来所外国人科学者

（平成６年３月31日現在）

氏　　名	所　　属	内　　容	来 所 期 間
Ms. Chen Ying	中国輻射防護研究院	放射線誘発リンパ腫の遺伝学的、分子生物学的研究	H6年4月1日～5年10月30日
Dr. L. C. Sun	米国・ブルックヘブン国立研究所	講演、研究施設見学	H5年5月25日
Dr. Simpson	国際眼科学学会会長（カナダ）	重粒子治療センター見学	H5年6月14日
Hellen B. Stone, Ph. D.	米国・NIH 放射研究プログラム調整官	HIMAC 施設視察及び講演	H5年6月14日
Prof. Haward D. Thames	米国・M. D. アンダーソンがんセンター教授	重粒子施設視察と講演	H5年6月25日
陳徳清 (Chen Deqing)	中国衛生部工業衛生実験所副部長	共同研究打ち合せ	H5年8月2日～5年8月3日
Dr. Om Vikas	インド大使館アタッシェ（参事官）	見学及び研究協力の打診	H5年8月12日
Dr. Alpa Garren, Ph. D., 他２名	米国・ローレンスバークレイ研究所	施設見学及び意見交換	H5年8月26日
Dr. Defrizal	インドネシア・ジャカルタ国立病院、放射線治療部副部長（医師）	放射線診療機器の見学及び放医研職員との診療討議	H5年8月30日～5年9月3日
Dr. Cholid Badri	インドネシア大学医学部付属シプトマングンクスモ記念病院	放射線診療機器の見学及び放医研職員との診療討議	H5年8月30日～5年9月3日
JICA, スタディミーティング研修員	JICA	施設見学及び意見交換	H5年8月31日
Dr. Cui Xiao	中国四川省計画生育科学研究所	STA フェローシップ制度・省際基礎研究（障害基礎研究部）	H5年9月1日～6年2月28日
Dr. Adrianus Petrus Maria Zwamborm	オランダ・TNO (The Organization for Applied Scientific Research)	意見交換	H5年9月3日
Dr. R. G. Deshpande	インド国放射線アイソトープ技術局局長	施設見学及び意見交換	H5年9月10日
Prof. Wu Qi（呉　企）他５名（男５女１）	中国核工業総公司核医学訪日団	施設見学及び意見交換	H5年9月14日
1993年がん対策集団コース研修員11名	国立ガンセンター JICA コース	施設見学及び意見交換	H5年9月16日
Dr. Thanomsak Wanyarat	タイ・マヒドール大学	放射線に対する細胞感受性の修飾因子に関する研究	H5年9月27日～6年3月26日
Dr. Kupradinum Piengchai	タイ・国立がんセンター	超ウラン元素の体内代謝と生物影響に関する研究	H5年9月27日～6年3月26日
Dr. Nisa Chawapun	タイ・チェンマイ大学	粒子線の線量評価に関する研究	H5年9月27日～6年3月26日
Dr. Adolf Coray	スイス・ポールシェラー研究所	高性能ビーム画像技術に関する基礎的研究	H5年9月30日～5年11月19日
Dr. Hans Bichsel	米国・ワシントン大学	重粒子線のエネルギー損失の共同研究	H5年10月6日～5年10月29日
JICA「環境放射能分析」コース研修員５名	ASEAN等５カ国	施設見学及び意見交換	H5年10月19日
Dr. Tatjana. A. Babuchk	ロシア生物・物理学研究所	チェルノブイル事故での被曝線量測定に関する研究	H5年10月25日～5年11月6日
Dr. Sinthusake Tanadej	タイ・国立がんセンター	Hight Let のヒト肺がんに対する坑腫瘍効果の研究	H5年10月25日～6年1月24日
Dr. Wei Baowen 他中国人加速器研究者10名	中国・近代物理学研究所等各研究所及び大学	HIMAC に関する施設及び意見交換	H5年10月27日
Dr. Chen Jiaer 他２名	中国・近代物理学研究所	HIMAC 見学及び意見交換	H5年11月4日
JICA 研修員７名	JICA	原子力安全規制行政セミナー施設見学	H5年11月5日
Dr. Sutarman Sastrosudarmo	インドネシア・標準化・放射線安全研究センター	放射線防護及び環境放射能に関する研修	H5年11月8日～5年11月18日
原産会議放射線治療セミナー一行12名	ASEAN等６カ国	原産会議・放射線治療セミナー　施設見学	H5年11月12日
YEH, YU－CHAI（葉有財）他２名	台湾・台北中日経済文化代表所主任研究員	染色体自動解析システム及びポジトロン研究室見学及び関連研究に関する討議	H5年11月15日～5年11月16日
Dr. Robert C. Ricks	米国・REAC/TS 所長	日米放射線影響勉強会への協力依頼	H5年11月22日
Dr. Hans Hawighorst	ドイツがん研究センター	省際基礎研究「高性能ビーム画像技術に関する研究」	H5年11月22日～5年12月24日

氏　　名	所　　属	内　　容	来 所 期 間
Dr. Astkhova Larisa Nikolaevna　他4名	ベラルーシ・放射線医学研究所	意見交換及び施設見学	H5年11月25日
Dr. David Jen-Chi Chen	米国・ロスアラモス国立研究所	省際基礎研究「活性酸素に対する新しい生体内防護物質に関する研究」	H5年11月27日～5年12月26日
Dr. 永宮正治	米国・コロンビア大学物理学科長	HIMACに関する意見交換及び施設見学	H5年12月21日
Dr. Yu-Ming Lin	原子力委員会、台湾放射線モニチリングセンター	土壌から農作物への放射線物質移行に関する研究方法等のディスカッション	H5年12月13日～5年12月14日
Dr. Ananda Samarasing he	スリランカ・マハラガマ国立癌センター	粒子線治療に関する意見交換及びに施設見学	H6年1月7日～6年1月13日
Dr. I. Likhatarev　他7名	旧ソ連研究者	国際ワークショップ「放射線らよる健康及び環境への影響に関する国際ワークショップ」出席	H6年1月17日～6年1月20日
Dr. Shutov Vladimirikolaevich 他5名	旧ソ連研究者	日ソ外相覚書による研修	H6年1月17日～6年2月6日
Dr. Astkhova Larisa Nikolaevna	ベラルーシ・放射線医学研究所	意見交換及び施設見学	H6年1月27日
Dr. Nickolai T. Kartel	ウクライナ・科学アカデミー吸着及び内部生体問題研究所	「体内からの放射性核種の追い出しに関する」意見交換及びに施設見学	H6年1月28日
国際原子力安全セミナー一行23名	旧ソ連、東欧諸国	施設見学	H6年2月9日
李　正大	中国・四川大学原子核研究所	医療用放射能同位元素製造に関する意見交換及び施設見学	H6年1月15日～6年2月18日
国際原子力安全セミナー一行17名	開発途上国関係	施設見学	H6年3月3日
Dr. Ronald Paqette	米国・カリフォルニア大学ロサンゼルス校	重点基礎研究「放射線に誘発される血液細胞成長因子とそのレセプターの発現制御に関する研究」	H6年3月4日～6年3月16日
Prof. 王作元 (Wang Zuoyuan)	中国・衛生部工業衛生実験所	意見交換及び施設見学	H6年3月11日
Dr. 町末男(IAEA次長)、Dr. J. Mircheva (IAEA ライフサイエンス部門)	IAEA	HIMAC及びIAEAプロジェクトに関する意見交換及び施設見学	H6年3月17日
Dr. G. F. Strniste	米国・ロスアラモス国立研究所	個別重要国際共同研究「遺伝子増幅と編成勾配ゲル電気泳動を用いた突然変異検出法に関する技術指導」	H6年3月17日～6年3月29日
Mr. Eduardo Gerardo Luis BOBADILLA LOPEZ	チリ・原子力エネルギー委員会委員長	意見交換及び施設見学	H6年3月18日
Cholid Badri M. D.	インドネシア・チプトマングスモ病院放射線治療部長	学位論文取得のため子宮頸癌組織の免疫組織染色法の実習	H6年3月31日

4．外来研究員・客員研究官・特別研究員

(1) 外来研究員

受入研究部	氏　　名	所属機関名 所属・職名	研究課題	期　　間
薬理化学研究部	廣瀬順造	福山大学 工学部食品工学科 助教授	システィン含有ペプチドの活性酸素消去能に関する研究	5．4．1～6．3．31
生物研究部	伏木信次	京都府立医科大学附属脳・血管系老人研究センター 病態病理学部門　助教授	発生過程における中枢神経系の発生・分化に対する放射線影響の細胞組織学的研究	5．4．1～6．3．31
遺伝研究部	藤川和男	近畿大学 原子力研究所 助教授	FISH法によるショウジョウバエがん細胞の染色体変異性の解析	5．4．1～6．3．31
生理病理研究部	鈴木文男	金沢大学 薬学部放射薬品化学教室　助教授	In vitro transformation（試験管内発がん）とDNA修復能の関連性に関する研究	5．4．1～6．3．31
障害基礎研究部	坪内進	鈴鹿医療科学技術大学 保健衛生学部　放射線技術科学科　教授	in vivo系における放射線感受性の決定要因に関する研究	5．4．1～6．3．31
内部被ばく研究部	畑下鎮男	順天堂大学医学部附属順天堂浦安病院　脳神経外科　医学部　講師	放射性物質の胎児中枢神経系への分布と線量に関する研究	5．4．1～6．3．31
環境衛生研究部	久松俊一	秋田大学 医学部 助手	日本全国の血液試料中の^{3}H測定による人体中の有機形^{3}Hの濃度レベルの把握に関する研究	5．4．1～6．3．31
環境衛生研究部	中島敬行	鈴鹿医療科学技術大学 保健衛生学部 放射線技術科学科　教授	日本の気圏における放射性核種の挙動解析に関する研究	5．4．1～6．3．31
障害・臨床研究部	池平博夫	千葉大学医学部附属病院 放射線科 講師	多核種NMRの臨床的評価に関する研究	5．4．1～6．3．31
医用重粒子物理・工学研究部	伊藤浩子	東京大学 医科学研究所 中性子診断部　教務職員	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	5．4．1～6．3．31
環境衛生研究部	木村美恵子	京都大学 医学部 助教授	食品によるI, Cs, Sr等の摂取とそのバイオアベイラビリティーに関する研究	5．4．1～6．3．31
環境放射生態学研究部	西牟田守	国立健康・栄養研究所 健康増進部 疲労生理研究室　室長	経口摂取にともなう長半減期核種の体内移行の研究	5．4．1～6．3．31
海洋放射生態学研究部	大竹二雄	東京大学 海洋研究所 資源生物部門　助手	海洋動物による放射性核種の濃縮に及ぼす発育段階の影響に関する研究	5．4．1～6．3．31

(2) 客員研究官

所　　属	氏　　名	受入研究部	研　究　課　題	期　　間
京都大学 放射線生物研究センター	立　花　　章	生　物　研　究　部	放射線による体細胞突然変異の遺伝子構造解析の研究	5．4．16～6．3．31
横浜市立大学 医学部 助教授	井　上　　達	生理病理研究部	放射線誘発骨髄性白血病の発症機構	5．4．16～6．3．31
長崎大学 薬学部 派遣特別研究員	鈴　木　雅　雄	障害・臨床研究部	重粒子線治療のための物理・生物学に関する基礎的研究	5．4．16～6．3．31
東海大学 医学部 研究員	古　澤　佳　也	医用重粒子物理・工　学　研　究　部	重粒子線治療のための物理・生物学に関する基礎的研究	5．4．1～5．5．31 （5．6．1付 放医研職員）
京都大学　化学研究所 原子核科学研究施設 教授	野　田　　章	医用重粒子物理・工　学　研　究　部	重粒子線がん治療装置開発研究 シンクロトロンの遅いビーム取り出し法の開発	5．4．16～6．3．31
東京大学　名誉教授 元東京大学原子核研究所 教授	溝　淵　　明	医用重粒子物理・工　学　研　究　部	重粒子線がん治療装置開発研究 その超高真空と、全系据付調整法の開発	5．4．16～6．3．31
獨協医科大学 教養医学科 教授	松　本　　啓	医用重粒子物理・工　学　研　究　部	重粒子線がん治療装置建設に関する調査研究	5．4．16～6．3．31
大阪大学 理学部 教授	南　園　忠　則	医用重粒子物理・工　学　研　究　部	重粒子線がん治療装置イオン源・前段加速器に関する調査研究	5．4．16～6．3．31
高エネルギー物理学 研究所加速器研究部 教授	遠　藤　有　聲	医用重粒子物理・工　学　研　究　部	重粒子線がん治療装置製作に係る調査研究	5．4．16～6．3．31
放射線医学総合研究所 客員研究官	須藤美智雄	医用重粒子物理・工　学　研　究　部	重粒子線がん治療装置主加速器系及び高エネルギービーム輸送系に関する調査研究及び開発研究	5．4．1～6．3．30
放射線医学総合研究所 客員研究官	吉　沢　　潤	医用重粒子物理・工　学　研　究　部	重粒子線がん治療装置の制御系ソフトの開発	5．4．1～6．3．30
大阪大学 産業科学研究所 助手	吉　田　陽　一	医用重粒子物理・工　学　研　究　部	重粒子線がん治療装置照射系の開発	5．4．16～6．3．31
埼玉医科大学 放射線医学講座 助教授	西　村　克　之	医用重粒子物理・工　学　研　究　部	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	5．4．16～6．3．31
九州大学大学院 大学院生	外　村　浩　美	医用重粒子物理・工　学　研　究　部	治療用放射線（主として重粒子線）の高精度3次元線量計算法の開発	5．4．1～6．3．30
九州大学大学院 大学院生	松　藤　成　弘	医用重粒子物理・工　学　研　究　部	重粒子線治療ビームの線量測定に関する研究	6．3．1～6．3．31

(3) 特別研究員

受入研究部	氏　　名	所属機関名 所属・職名	研究課題	期　　間
環境衛生研究部	岩倉哲男	(財)日本分析センター 技術参与	環境科学	5.4.16～6.3.31
環境衛生研究部	岡野真治	(財)放射線影響協会 研究参与	環境科学	5.4.16～6.3.31
環境放射生態学研究部	田中義一郎		環境科学	5.4.16～6.3.31
環境放射生態学研究部	大桃洋一郎	(財)環境科学技術研究所 所長	環境科学	5.4.16～6.3.31
薬理化学研究部	色田幹雄	明治薬科大学 非常勤講師	生物医学	5.4.16～6.3.31
生物研究部	岩崎民子	(財)放射線影響協会 研究参与	生物医学	5.4.16～6.3.31
生物研究部	田ノ岡　宏	(財)電力中央研究所 我孫子研究所　研究顧問	生物医学	5.11.1～6.3.31
遺伝研究部	戸張巌夫	(財)放射線影響協会 研究参与	生物医学	5.4.16～6.3.31
生理病理研究部	佐渡敏彦		生物医学	5.4.16～6.3.31
障害基礎研究部	石原隆昭	文教大学 国際学部　教授	生物医学	5.4.16～6.3.31
内部被ばく研究部	松岡　理	(財)電力中央研究所 我孫子研究所　研究顧問	生物医学	5.4.16～6.3.31
物理研究部	田中栄一	浜松ホトニクス(株) 顧問	臨床医学	5.4.16～6.3.31
障害・臨床研究部	福田信男	東邦大学理学部教授	臨床医学	5.4.16～6.3.31
障害・臨床研究部	宍戸文男	福島県立医科大学 医学部　教授	臨床医学	5.10.1～6.3.31
医用重粒子物理・工学研究部	山下昌次	国立埼玉病院 放射線科　医長	臨床医学	5.4.16～6.3.31
重粒子線治療センター長	荒居龍雄	本島総合病院 副院長	研究の円滑な推進及び研究成果の向上に関して	5.4.16～6.3.31
養成訓練部	加藤義雄	日本医科大学　医学部 放射線科　非常勤講師	研究の円滑な推進及び研究成果の向上に関して	5.4.16～6.3.31
養成訓練部	森　武三郎		研究の円滑な推進及び研究成果の向上に関して	5.4.16～6.3.31

5．研究生・実習生

(1) 平成5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
物　理	外山比南子	(財) 東京都老人総合研究所	ECTにおける画像処理の研究	5.4.1～6.3.31
物　理	佐方周防	千葉県がんセンター放射線治療部	熱量計による高エネルギーX線、電子線の吸収線量の測定。放射線による悪性腫瘍治療の際の線量およびその分布の測定ならびに計算、線量対腫瘍治療効果の推定	5.4.1～6.3.31
物　理	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	5.4.1～6.3.31
物　理	福岡秀也	慶応義塾大学大学院理工学研究科	放射線誘発異常染色体の自動目視検査に関する研究	5.4.1～6.3.31
物　理	西川慶一	東京医科大学歯科放射線学講座	放射線による染色体異常の高速自動解析システムに関する研究	5.4.1～6.3.31
物　理	谷　英林	旭化成情報システム㈱	医療画像の処理に関する研究	5.6.11～6.3.31
薬理化学	野本康二	㈱ヤクルト本社中央研究所	乳酸桿菌々体抽出物の放射線防護効果の検討	5.4.1～6.3.31
薬理化学	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関する薬理化学的研究	5.8.1～6.3.31
薬理化学	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関する薬理化学的研究	5.8.1～6.3.31
生　物	角田　出	石巻専修大学理工学部	ストレス下の魚類における微量元素動態の検討	5.4.1～6.3.31
生　物	金森葉一	日本農産工業㈱中央研究所	野蚕およびクモのフィブロイン遺伝子の塩基配列決定	5.4.1～6.3.31
遺　伝	關　直彦	財団法人かずさDNA研究所	蛍光 in situ ハイブリダイゼーション法による遺伝子マッピング技術を研修する	5.4.1～6.3.31
生理病理	豊口　透	千葉大学付属病院	軟骨組織における補体第一成分 Cls の機能	5.4.1～6.3.31
生理病理	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骨髄移植治療の確立	5.4.1～6.3.31
生理病理	酒井紀恵	筑波大学大学院医学研究科	補体第一成分 Cls の腫瘍原性に及ぼす影響について	5.4.1～6.3.31
生理病理	五十嵐美徳	東京大学医学部	放射線の胸腺内T細胞分化に及ぼす影響に関する研究	5.6.1～6.3.31
生理病理	中川晃一	千葉大学大学院医学研究科	軟骨における Cls の研究	5.10.1～6.3.31
障害基礎	吉田　弘	千葉大学医学部	造血幹細胞の放射線障害に対する温熱修飾	5.5.1～6.9.30
内部被ばく	畑下鎮男	順天堂大学浦安病院脳神経外科	実験的虚血性脳浮腫における局所脳循環動態と血管透過性に関する研究	5.4.1～6.3.31
内部被ばく	石丸純夫	越谷市立病院脳神経外科	実験的虚血性脳浮腫における局所脳循環動態と血管透過性に関する研究	5.4.1～6.3.31
内部被ばく	須山祐之	東京歯科大学衛生学講座	粒子状物質の吸入実験方法に関する研究	5.4.1～6.3.31

所属研究部	氏　名	所属機関	研究テーマ	期　間
内部被ばく	土倉　覚	㈱船橋農場	ラットの骨代謝に関する骨組織動態学的研究	5.4.1～6.3.31
内部被ばく	高木　久	岩手大学農学部医学科	ハイエナ病牛の骨代謝に関する研究	5.1.1～5.12.31
内部被ばく	石田健二	(財)電力中央研究所	フィルタ上のPuの校正技術について、フィルタ試料のα線スペクトル測定	6.2.1～6.5.31
内部被ばく	鈴木敏和	富士電機㈱東京制御製作所放射線機器部	フィルタ上のPuの校正技術について、フィルタ試料のα線スペクトル測定	6.2.1～6.5.31
内部被ばく	古賀啓介	富士電機㈱東京制御製作所放射線機器部	フィルタ上のPuの校正技術について、フィルタ試料のα線スペクトル測定	6.2.1～6.5.31
内部被ばく	大久保武	富士電機㈱東京制御製作所放射線機器部	フィルタ上のPuの校正技術について、フィルタ試料のα線スペクトル測定	6.2.1～6.5.31
環境衛生	長門義宣	千葉大学第一内科	慢性肝疾患及び肝細胞癌における微量元素の検討	5.4.1～6.3.31
環境衛生	加藤　敬	千葉大学第一内科	肝臓癌のMRI画像と腫瘍内重金属蓄積との関連について	5.4.1～6.3.31
環境衛生	中島右修	(財)日本分析センター	放射性核種の分析法の開発に関する研究	5.4.1～6.3.31
環境衛生	小島健治	(財)日本分析センター	放射性核種の分析法の開発に関する研究	5.4.1～6.3.31
環境衛生	三浦　勉	(財)日本分析センター	放射性核種の分析法の開発に関する研究	5.4.1～6.3.31
環境衛生	越川昌義	(財)日本分析センター	放射性核種の分析法の開発に関する研究	5.4.1～6.3.31
環境衛生	池内嘉宏	(財)日本分析センター	放射性核種の分析法の開発に関する研究	5.4.1～6.3.31
環境衛生	桜井四郎	大妻女子大学社会情報学部	PIXEによる生体および環境試料中微量元素の測定について	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	神庭重信	慶應大学医学部精神神経科	精神分裂病の脳内病態をPETを用いて研究する	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	前沢　博	東海大学医学部放射線科2	“マウスおよびヒト皮膚上皮細胞に対する高LET放射線の放射線損傷効果”サイクロトロン速中性子線（将来的にはHIMAC重粒子線を含む）照射による細胞の放射線損傷と回復について、マウスおよびヒト皮膚上皮細胞のin vitro培養素を用い検討する	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	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	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	中川恵一	社会保険中央総合病院放射線科	超高圧X線CT用いた臨床応用	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	難波宏樹	千葉県がんセンター脳神経外科	ポジトロンCTのためのトレーサー開発とその評価	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	渡辺恭良	(財)大阪バイオサイエンス研究所	標識合成における酵素反応の応用	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	田伏勝義	埼玉県がんセンター	放射線治療における投与線量の最適化	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	窪田宣夫	横浜市立大学医学部	中性子、重粒子線の生物効果に関する研究	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	荻野　透	国保成東病院	骨格筋のMR	5.4.1～6.3.31

所属研究部	氏　名	所属機関	研究テーマ	期　間
障害・臨床	小畠隆行	横浜市立大学大学院医学部研究科	In vivo NMRの手法を用いた代謝血流などに関する生理学行き研究	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	朝比奈正人	成田赤十字病院脳神経外科	パーキソン症候群における神経伝達物質受容体に関する研究－PETによる評価	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	加賀谷秋彦	千葉大学医学部	ポジトロンCTの心血管系への応用	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	小林　薫	日本医科大学第二生理学	放射性トレーサーを用いた中枢神経系の研究	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	田所裕之	日本医科大学第2外科	ポジトロンCTを用いた脳機能の解析	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	石附知実	川崎市立川崎病院精神神経科	PETによる精神科疾患の研究	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	岩川眞由美	筑波大学臨床医学系小児外科	小児悪性腫瘍実験モデルによる転移の解明	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	若原俊一	東京理科大学大学院薬学研究科	RIを利用した生体機能の測定	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	有賀　隆	千葉大学医学部	多分割照射及び重粒子線照射による再酸素化	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	木内孝司	日本セオン㈱研究開発センター	イオウ含有糖化合物の放射線防護作用について動物及び細胞を用いて研究する	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	古屋好美	富士宮市立病院脳神経外科	重水素磁気共鳴画像による組織血流量の測定に関する研究	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	中川敬一	千葉大学医学部	循環器疾患におけるポジトロンCTおよびオートジオグラフィー	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	飯塚正之	千葉大学医学部大学院	低酸素細胞の性質についての研究、重粒子線の生物効果についての研究	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	堀　信一	釧路中央病院	癌細胞と血管内皮細胞の相互作用に関する研究	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	氷見寿治	千葉大学医学部附属病院第三内科	ポジトロンCTによる心筋灌流、心筋代謝等についての研究	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	山田一孝	第一製薬㈱探捜索第三研究所	「MRI造影能に関する研究」	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	尾上浩隆	(財)大阪バイオサイエンス研究所	標識合成における酵素反応の利用	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	石田淳一	福岡大学薬学部	PETを用いる臨床化学分析の研究	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	山田　滋	千葉県がんセンター	放射線増感作用に関する研究	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	山下昌次	国立埼玉病院放射線科	サイクロトロンを用いた生物照射 －主に細胞照射－	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	野村昌行	旭化成工業㈱ライフサイエンス総合研究所	免疫系遺伝子産物の制御に関する研究	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	宮地幸久	東邦大学医学部第1生理学教室	低線量放射線照射の生体影響について －中枢神経系への影響を中心に－	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	森　啓司	富士写真フィルム㈱	イメージング・プレートを用いたインビボレセプター結合の定量解析法の確立及びポジトロン核種のオートラジオグラフィー技術の確立	5.7.1～7.3.31
障害・臨床	高井伸彦	福岡大学大学院薬学研究科	記憶障害モデルにおける in vivo bindings study	5.7.1～5.12.25

所属研究部	氏　名	所属機関	研究テーマ	期　間
障害・臨床	福村利光	九州大学医学部附属病院	標識薬剤の分子設計と合成	5.7.1～6.3.31
障害・臨床	小谷庸一	帝京大学附属市原病院放射線科	RI, MRIを用いた心筋性状解析に関する研究	5.10.1～6.3.31
障害・臨床	藤田昌宏	大阪大学医学部附属病院	トレーサー法による生体機能の計測	5.10.1～6.3.31
障害・臨床	吉田勝哉	千葉大学医学部附属病院	循環器領域のポジトロンCTの研究	5.10.1～6.9.30
医用重粒子物理・工学	取越正己	三菱電機㈱神戸製作所	医用加速器HIMACの重粒子ビームの軌道解析	5.7.1～6.3.31
医用重粒子物理・工学	荒木夏治	日立造船㈱ロボット・電子事業部電子制御システム部	重粒子加速器における運転ノウハウの技術習得ならびに物理・工学的研究など	5.10.1～6.3.31
医用重粒子物理・工学	佐藤一雅	ソニー㈱総合研究所	三次元X線CTの研究、医用画像処理の研究	5.11.1～6.3.31
医用重粒子物理・工学	岡崎勉	ソニー㈱総合研究所	三次元X線CTの研究、医用画像処理の研究	5.11.1～6.3.31
医用重粒子物理・工学	佐藤則孝	ソニー㈱総合研究所	三次元X線CTに関する研究：三次元X線CTには、高空間分解可能でかつ高濃度分解可能なX線面検出器が必要である。そのようなX線面検出器に関する研究	5.11.8～6.3.31
重粒子治療センター治療・診断	高橋義彦	千葉大学医学部呼吸器内科	癌細胞に用いた転移・浸潤機構の解析	5.4.1～6.3.31
重粒子治療センター治療・診断	野本靖史	千葉大学医学部附属病院肺学科	肺小細胞癌の脳転移に対する早期診断と放射線治療	5.4.1～6.3.31
重粒子治療センター治療・診断	吉野薫	千葉大学医学部小児外科	マウス神経芽腫血行性転移モデルにおいて放射線治療により肺転移を抑制し、骨髄・骨転移を進行させて、組織学的に転移様式化学療法に対する反応等を検討する。	5.4.1～6.3.31
重粒子治療センター治療・診断	根本久一	日本化薬株式会社医薬事業本部総合研究所	BALB/Cマウスを用いて全身照射を行い、免疫抑制剤デオキシスパガリンの放射線防護効果を血液学的に解析する。	5.4.1～6.3.31
重粒子治療センター運転課	佐々木基仁	住友重機械工業㈱量子機器事業部	18F標識化合物の薬剤化に関する研究	5.4.1～6.3.31
重粒子治療センター運転課	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（サイクロトロン生産核種）標識化合物の製造に関する研究	5.4.1～6.3.31
重粒子治療センター運転課	原田平輝志	九州大学薬学部	高比放射能11C, 18F標識化合物製造法の研究	5.7.1～6.3.31
特別研究官	三浦正	東京電子専門学校診療放射線学科	放射線防護に関する研究	5.4.1～6.3.31

(2) 平成5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
薬理化学	竹内　健	東邦大学理学部生物学科	内分泌系に対する放射線効果とその修飾因子に関する研究	5.4.1～6.3.31
薬理化学	高橋邦彦	東邦大学理学部生物学科	乳酸菌製剤の放射線防護効果	5.4.1～6.3.31
薬理化学	森　敦子	共立薬科大学薬学部	放射線による初期障害とその防護に関する薬理化学的研究	5.7.1～6.3.31
薬理化学	間立直子	共立薬科大学薬学部	内分泌応答系に対する放射線影響の研究	5.7.1～6.3.31
薬理化学	須藤麻子	共立薬科大学薬学部	放射線による初期障害とその防護に関する薬理化学的研究	5.7.1～6.3.31
遺　伝	山田和子	千葉大学教育学部	ヒト遺伝子の染色体マッピング技術の習得	6.1.1～6.3.31
生理病理	西田宗広	東邦大学理学部生物学科	Clsの新しい生理作用について	5.4.1～6.3.31
障害基礎	岡崎京子	東邦大学理学部情報科学科	染色体の画像解析に関する実習	5.5.1～6.3.31
内部被ばく	江坂文孝	東京理科大学大学院理学研究科	大気中微粒子の細胞毒性に関する研究	5.4.1～6.3.31
内部被ばく	元　鍾漢	岩手大学農学部獣医学科	血液の酸塩基平衡がCa代謝に及ぼす影響とくにそれが骨のCa代謝に及ぼす影響を骨ミネラル分析法、骨標識による動態解析及び画像解析装置による組織学的形態測定法を用い検討する	6.1.1～6.12.31
内部被ばく	髙木　久	岩手大学農学部獣医学科	牛のハイエナ病の病因に関する研究、とくに骨代謝に関する検討	6.1.1～6.12.31
環境衛生	安達尚美	東邦大学理学部化学科	^{3}H と ^{14}C の環境挙動に関する研究	5.4.1～6.3.31
医用重粒子物理・工学	猪狩嘉延	千葉大学理学部物理学科	重イオン源の性質・取扱及び性能分析に関する実習	5.7.1～6.3.31
障害・臨床	鈴木小百合	東邦大学理学部生物分子科学科	低酸素培養細胞の薬剤及び放射線感受性に関する研究実習	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	中野貴之	東京理科大学薬学部薬学科	RIを利用して生体機能の測定	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	笠原まり子	東京理科大学薬学部薬学科	RIを利用した生体機能の測定	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	清水さおり	東邦大学理学部生物分子科学科	前骨髄球におけるミエロペルオキシーダーゼ（MPO）遺伝子の発現制御	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	大澤宣明	東邦大学理学部生物分子科学科	放射線によるサイトカインの誘導 Ras 遺伝子の突然変異による修飾	5.4.1～6.3.31
障害・臨床	白石美貴子	東邦大学理学部生物学科	放射線誘発細胞死に関する研究	5.4.1～6.3.31
治療・診断	土谷宜久	東京電子専門学校診療放射線学科	「放射線治療技術学習実習」及び「放射性同位元素検査技術学実習	5.9.1～5.10.15
治療・診断	前澤宏信	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	5.9.1～5.10.15

6．養成訓練部講師

1．所外講師

氏　名	所属機関名	氏　名	所属機関名
上蓑義明	東京大学	武石　稔	動力炉核燃料開発事業団
小野耕治	コニカ	吉田芳和	放射線計測協会
鈴木　修	日本アイソトープ協会	長岡和則	日本分析センター
増田高広	東京都立大学	阿部史郎	日本分析センター
加藤義雄	日本歯科大学	石居　進	早稲田大学
伊東範行	千葉県救急医療センター	若林克己	群馬大学
衣笠達也	三菱重工業	遠藤敬吾	群馬大学
小泉勝三	動力炉核燃料開発事業団	西川潤一	東京大学
青木芳郎	東京大学	小山田日吉丸	癌研究会
中尾　勉	六高台病院	根本信男	癌研究会
喜多尾憲助	前放医研物理研究部	池平博夫	千葉大学
岡本佳彦	富士写真フィルム	服部淳彦	聖マリアンナ大学
久保田雅博	東芝メジカル	植松甲之介	原産中部原子力懇談会
岩倉哲男	日本分析センター	佐久間峯男	千葉消防学校
松本　健	電子技術総合研究所	津浦伸次	動力炉核燃料開発事業団
岩崎民子	放射線影響協会	右高宙	聖マリアンナ大学
宇野啓治	日本分析センター		

2．所内講師

物理研究部

野原功全
野田豊
山口寛
平岡武
村山秀雄
白貝彰宏
星野一雄

薬理化学研究部

稲野宏史
石原弘

生物研究部

巽紘一
田口泰子
湯川修身
福士育子
座間光雄
沼田幸子
三田和英
広部知久

遺伝子研究部

堀雅明
佐伯哲哉
塩見忠博
森明充興

生理病理研究部

大津裕二
相沢志郎
島田義也

障害基礎研究部

早田勇

内部被ばく研究部

稲葉次郎

環境衛生研究部

内山正史
藤高和信
本郷昭三
湯川雅江
井上義和
武田洋
宮本霧子
阿部道子
今井靖子
柴田貞夫
竹下洋

重粒子治療センター

宮本忠昭
向井稔
入江俊章
井上修
松本徹
宍戸文男
安藤興一
福田寛
赤沼篤夫
溝江純悦
平尾泰男
遠藤真広
河内清光

技術部技術課

今関等
斉藤和典

技術部放射線安全課

中山隆
田沢実
伊藤幸久
佐々木昭徳
河野耕翼
斉藤和治
鈴木信夫
崎野貴光

総括安全解析研究官

西沢かな枝

特別研究官

丸山隆司

海洋放射生態学研究部

中村清

養成訓練部

渡利一夫
越島得三郎
青木一子
上島久正
根井充

7. 職 員 名 簿

（平成６年３月31日現在）

所長　平尾泰男
科学研究官　川島勝弘
管理部長　伊集院宗昭
庶務課長　中村栄寿
課長補佐　佐藤博信
専門職　広瀬昇
専門職　金山貴子
庶務係長　鈴木直方
主任　松本登美子
熱田英史
人事係長　加藤利明
河内修
大熊拓也
給与係長　遠藤忠一
鶴田善文
田村奈美子
厚生係長　春山広
直江政明
安全係長　河合徹
会計課長　橋本壯一
課長補佐　櫻井幸雄
専門職　駒谷恒夫
専門職　川嶋和雄
専門職　海老原正
予算係長　矢野敏男
笠井利彦
契約係長（併）　海老原正
主任　進士賀一
佐藤泰司
山本篤
大平敬二
物品係長　足立仁勇
小島謙次郎
管財係長　川又昭男
小畑浩明
経理係長　広岡隆
伏見淳一
監査係長　橘登志雄
車庫長　藤野輝雄
電話交換手　山本節子
貝沼育子
企画課長　村上正一
課長補佐　田辺寿男
国際研究協力官　吉川喜久夫
企画係長　桜井清一
榎本昇一
中禎弘
調査係長　石澤義久
統計係長　高橋淳
図書係長　森田恭子
主任　松本清子
放射能資料係長　鵜澤勝己
好永聡
物理研究部長　野原功全
物理第１研究室長(併)　野原功全
主任研究官　山本幹男
主任研究官　村山秀雄
物理第２研究室長　平岡武
主任研究官　星野一雄
福村明史
竹下美津恵
物理第３研究室長　限元芳一
主任研究官　白貝彰宏
主任研究官　野田豊
物理第４研究室長　富谷武浩
主任研究官　山口寛
薬理化学研究部長　小澤俊彦
薬理化学第１研究室長　松本信二
主任研究官　島津良枝
古瀬雅子
薬理化学第２研究室長(併)　小澤俊彦
主任研究官　伊古田暢夫
主任研究官　上田順市
主任研究官　安西和紀
薬理化学第３研究室長　常岡和子
主任研究官　石原弘
田中泉
薬理化学第４研究室長　稲野宏志
主任研究官　鈴木桂子
主任研究官　小野田眞
主任研究官　石井洋子
生物研究部長　巽紘一
生物第１研究室長　田口泰子
主任研究官　石川裕二
主任研究官　廣部知久
高萩真彦
生物第２研究室長　湯川修身
主任研究官　福士育子
主任研究官　村磯知採
東智康
中島徹夫
生物第３研究室長　座間光雄
主任研究官　沼田幸子
主任研究官　三田和英
遺伝研究部長　堀雅明
遺伝第１研究室長　森明充興
主任研究官　稲葉浩子

主任研究官　町田　勇
本郷悦子
遺伝第2研究室長　佐伯哲哉
主任研究官　辻　秀雄
辻　さつき
山内正剛
遺伝第3研究室長　塩見忠博
主任研究官　斎藤俊行
原田良信
遺伝第4研究室長　安田徳一
主任研究官　高橋永一
主任研究官　松田洋一
伊藤綽子

生理病理研究部長　大津裕司
生理病理第1研究室長　武藤正弘
主任研究官　相澤志郎
主任研究官　久保ゑい子
主任研究官　神崎仁子
木村正子
生理病理第2研究室長（併）　大津裕司
主任研究官　崎山比早子
主任研究官　古瀬　健
主任研究官　吉田和子
主任研究官　野田攸子
根本久美恵
生理病理第3研究室長　佐々木俊作
生理病理第4研究室長　荻生俊昭
主任研究官　小林　森
主任研究官　島田義也
西村まゆみ

障害基礎研究部長　佐藤弘毅
障害基礎第1研究室長　坪井　篤
主任研究官　小島栄一
田中　薫
障害基礎第2研究室長　早田　勇
主任研究官　南久松真子
小高武子
古川　章
障害基礎第3研究室長（併）　佐藤弘毅
主任研究官　笠井清美
五日市ひろみ
福津久美子
村上正弘

内部被ばく研究部長　稲葉次郎
内部被ばく第1研究室長　高橋千太郎
主任研究官　佐藤　宏
主任研究官　久保田善久
内部被ばく第2研究室長　石榑信人
主任研究官　仲野高志
榎本宏子
内部被ばく第3研究室長　小木曽洋一
主任研究官　福田　俊
主任研究官　山田　裕
飯田治三
内部被ばく第4研究室長　小泉　彰
主任研究官　山田裕司
宮本勝宏

環境衛生研究部長　内山正史
環境衛生第1研究室長　藤高和信
古川雅英
松本雅紀
環境衛生第2研究室長（併）　内山正史
主任研究官　木村健一
主任研究官　本郷昭三
主任研究官　湯川雅枝
主任研究官　西村義一
小平和子
環境衛生第3研究室長　井上義和
主任研究官　武田　洋
主任研究官　宮本霧子
府馬正一
環境衛生第4研究室長　阿部道子
主任研究官　黒瀧克己
主任研究官　今井靖子
主任研究官　柴田貞夫
竹下　洋

技術部長　山田　隆
技術課長　三輪　実
課長補佐　山崎友吉
専門職　村越善次
施設係長　森　貞次
主任　元吉貞子
大竹　孝
宮原文男
黒沢　進
舘林幹夫
立石　実
榎本昭雄
内田晴康
技術第1係長　今関　等
斎藤和典
前田　武
技術第2係長　長澤志保子
遠藤節子
内部被ばく実験施設管理室長(併)　小泉　彰
施設管理係長　鎌倉幸雄
中型動物管理係長　朽木満弘
岡田和夫
汚染動物管理係長　富田静男
データ処理室長　福久健二郎
武田栄子
放射線安全課長　門間静雄
課長補佐　小藤田　満
専門職　魚路益男
（併）　佐藤孝司
健康管理係長　斎藤和浩
主任　橘　幸子
三門富士夫
安全係長　中山　隆
高倉伸夫
汚染処理係長　田澤　實
崎野貴光

	宮川　学
アルファ線管理係長	鈴木信夫
中性子線管理係長	河野耕二
	伊藤幸久
動植物管理課長	佐藤俊介
専門職	細谷公藏
生産係長	早尾辰雄
	上野　渉
管理第1係長	種田信司
管理第2係長(併)	細谷公藏
	鈴木正幸
動物衛生係長	川島直行
主任研究官	松本恒弥
主任研究官	松下　悟
検疫室長	山極順二
	成毛千鶴子
開発室長	北爪雅之
主任研究官	岡本正則
特殊動物専門官(併)	松本恒弥
養成訓練部長	渡利一夫
教務室長	渕上辰雄
(併)	川部時男
(併)	篠原和彦
指導室長	越島得三郎
主任研究官	青木一子
主任研究官	上島久正
主任研究官	根井　充
総括安全解析研究官	小林定喜
主任研究官	西澤かな枝
	土居雅広
	神田玲子
	石川徹夫
(派遣職員)	藤元憲三
(研究休職)	中村裕二
特別研究官	丸山隆司
重粒子治療センター長	恒元　博
管理課長	井坂康雄
課長補佐	長谷川芳夫
庶務係長	鶴子一郎
	桜井瑞穂
	石澤昭子
会計係長	小塚光男
	横塚哲也
医事係長	熊谷　康
	鈴木智子
栄養係長	小林道彦
	鈴木富士男
	小林　平
	瀬尾典子
	安室和子
	寺田岩夫
運転課長(併)	小川博嗣
専門職	曽我健吾
専門職	深谷衛三
サイクロトロン運転係長	宮後法博
	鏡　俊之

	須田　充
アイソトープ係長	根本和義
重粒子運転室長	山田　聰
重粒子運転第1係長	田代克人
	村松正幸
重粒子運転第2係長	秋葉　繁
重粒子業務室長	佐藤幸夫
	田中昭好
主任研究官	山田孝信
主任研究官	鈴木和年
治療・診断部長	赤沼篤夫
治療課長	森田新六
医長	向井　稔
医長	久保田　進
	安　朋久
	森尾聡子
薬局長	渡邊　伸
	我妻美登里
診療放射線技師長	坂下邦雄
	熊谷和正
	柴山晃一
	渡辺秀雄
	石居隆義
	佐藤弘史
	鶴岡伊知郎
粒子線治療室長	宮本忠昭
医長	中野隆史
医長	佐藤眞一郎
	松岡祥介
	村山重行
	寺原敦朗
業務室長	中村　譲
主任研究官	古川重夫
診断課長	岡　邦行
検査係長	川部時男
臨床検査技師長	三浦正司
	守屋弘子
	清水一範
	野口徇子
	大内隆三
放射線診断室長	溝江純悦
	加藤博敏
	古賀雅久
	姜　京燦
総看護婦長	龍田祐子
婦長	岡崎悦子
婦長	北根フサ子
婦長	藤森節子
婦長	村上ちゑみ
	須納瀬昭子
	村田シズ子
	飯塚順子
	河野民枝
	鹿俣多喜子
	森谷八重
	田島ウタ子

上林紘子	
徳山憲子	
山下曜子	
羽石綾子	
三上恵子	
鈴木明子	
奥瀬清子	
萩原洋子	
阿部玉枝	
竹俣幸江	
菅恒子	
野沢ノリ子	
芳野幸子	
南鈴代	
高橋幸子	
高垣房子	
遠藤千代美	
北島幸子	
障害・臨床研究部長	舘野之男
障害・臨床第1研究室長	井上修
主任研究官	入江俊章
主任研究官	福士清
障害・臨床第2研究室長	飯沼武
主任研究官	松本徹
障害・臨床第3研究室長	吉田勝哉
主任研究官	須原哲也
障害・臨床第4研究室長	安藤興一
主任研究官	小池幸子
障害・臨床第5研究室長	明石真言
主任研究官	川瀬淑子
	蜂谷みさを
障害・臨床第6研究室長	鈴木元
主任研究官	大山ハルミ
主任研究官	能勢正子
	鵜澤玲子
（派遣職員）	山崎統四郎
医用重粒子物理・工学研究部長	河内清光
医用重粒子物理・工学第1研究室長	小川博嗣
主任研究官	村上健
医用重粒子物理・工学第2研究室長	佐藤健次
主任研究官	板野明史
主任研究官	熊田雅之
主任研究官	高田栄一
主任研究官	金澤光隆
主任研究官	野田耕司
医用重粒子物理・工学第3研究室長	曽我文宣
主任研究官	遠藤真広
主任研究官	金井達明
主任研究官	古澤佳也
主任研究官	河野俊之
	蓑原伸一
	宮原信幸
那珂湊支所長	鈴木譲
管理課長	田中昭
課長補佐	池田保
管理係長（併）	池田保
	黒沢勝治
会計係長	木村裕一
	米倉友昭
放射線安全係長	菅原幸喜
	佐々木昭徳
環境放射生態学研究部長	中島敏行
環境放射生態学第1研究室長	渡部輝久
主任研究官	内田滋夫
	横須賀節子
	保田浩志
	田上恵子
環境放射生態学第2研究室長	村松康行
主任研究官	柳澤啓
	吉田聡
	坂内忠明
環境放射生態学第3研究室長	河村日佐男
主任研究官	白石久二雄
海洋放射生態学研究部長	中村清
海洋放射生態学第1研究室長	平野茂樹
主任研究官	石川昌史
主任研究官	山田正俊
	青野辰雄
海洋放射生態学第2研究室長	中村良一
主任研究官	中原元和
主任研究官	石井紀明
	松葉満江

8. 人 事 異 動

採用・転入者

所属・職名	氏名	日付	前任官署等
生物研究部長	個人情報保護の為、非公開	5.4.1	京都大学
重粒子治療センター管理課医事係長		〃	国立療養所千葉東病院
管理部庶務課		〃	採用
〃		〃	〃
管理部会計課		〃	〃
〃		〃	〃
管理部企画課		〃	〃
〃		〃	〃
薬理化学研究部主任研究官		〃	〃
生物研究部生物第1研究室		〃	〃
遺伝研究部遺伝第2研究室		〃	〃
環境衛生研究部環境衛生第3研究室		〃	〃
技術部放射線安全課		〃	〃
総括安全解析研究官付安全解析研究官		〃	〃
重粒子治療センター運転課		〃	〃
重粒子治療センター運転課重粒子運転室		〃	〃
重粒子治療センター運転課重粒子業務室		〃	〃
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		〃	〃
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		〃	〃
管理部会計課専門職		5.5.24	新技術事業団
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		5.6.1	採用
管理部長		5.6.25	日本原子力研究所
薬理化学研究部主任研究官		5.7.1	九州大学
重粒子治療センター治療・診断部治療課 診療放射線技師		5.8.1	採用
重粒子治療センター治療・診断部看護課看護婦		5.10.1	〃
重粒子治療センター運転課重粒子運転室 重粒子運転第2係長		5.11.1	科学技術庁
重粒子治療センター治療・診断部治療課 診療放射線技師		〃	大分医科大学
重粒子治療センター治療・診断部治療課 粒子線治療室医師		5.12.1	東京大学
重粒子治療センター治療・診断部診断課 放射線診断室医師		〃	千葉大学
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		5.3.1	〃

転出・退職者

所　属・職　名	氏　名	日　付	転出先等
技術部長	個人情報保護の為、非公開	5.4.1	辞　職
管理部企画課統計係長		〃	厚生省
管理部企画課		〃	航空宇宙技術研究所
病院部事務課医事係長		〃	国立佐倉病院
那珂湊支所管理課長		〃	無機材質研究所
管理部庶務課		5.5.17	〃
管理部会計課専門職		5.5.24	科学技術庁
管理部長		5.6.25	〃
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		5.8.31	福島県立医科大学
所　長		5.12.1	辞　職
生物研究部生物第1研究室		6.1.31	〃
管理部庶務課長補佐		6.3.1	科学技術庁
科学研究官		6.3.31	辞　職
重粒子治療センター長		〃	定年退職
重粒子治療センター障害・臨床研究部長		〃	〃
養成訓練部長		〃	〃
那珂湊支所管理課長		〃	〃
管理部庶務課専門職		〃	〃
物理研究部主任研究官		〃	〃
遺伝研究部主任研究官		〃	〃
障害基礎研究部障害基礎第1研究室長		〃	〃
技術部技術課作業主任		〃	〃
技術部動植物管理課専門職		〃	〃
養成訓練部指導室長		〃	〃
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障害・臨床研究部　障害・臨床第2研究室長		〃	〃
重粒子治療センター治療・診断部診断課長		〃	辞　職
遺伝研究部主任研究官		〃	〃
重粒子治療センター治療・診断部治療課医師		〃	〃
〃		〃	〃

9. 栄　　誉

年月日	受賞名	氏名	受賞内容
5.4.12	創意工夫功労者表彰	早尾辰雄	プルトニウム投与小動物用特殊ケージの考案
5.4.14	研究功績者表彰	佐渡敏彦	免疫系に対する放射線の影響と骨髄移植の研究
5.5.19	業績表彰	坪井篤	放射線による造血障害に対するサイトカイン等の防御機構に関する研究
5.5.19	業績表彰	上島久正	赤血球造血能の放射線障害とその回復・防護に関する研究
5.5.19	業績表彰	小澤俊彦	放射線障害の初期過程に関する薬化学的研究
5.5.19	業績表彰	安藤興一	高LET粒子線治療効果に関する実験的研究
5.5.19	業績表彰	平岡武	線量分布の三次元画像化に関する研究
5.10.26	原子力安全功労者表彰	小林定喜	原子力の安全基準の策定安全審査等のため精励
5.11.8	放射線安全管理功労者表彰	朽木満弘	放射性同位元素等の取扱いにおける安全確保のため尽力

10. 共 同 研 究

研 究 課 題	担当研究部等	共同研究先	研究期間	研 究 内 容
① 神経薬理学におけるポジトロンCTの応用 （昭和60年度より継続）	障害・臨床（舘野、山崎、入江、福士） 運転課（鈴木(和)）	塩野義製薬㈱	5．4．1 ↓ 7．3．31	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
② ポジトロントレーサーの開発とその生命科学領域への応用 （昭和63年度より継続）	障害・臨床（井上、舘野） 運転課（鈴木(和)）	(財) 大阪バイオサイエンス研究所	5．4．1 ↓ 7．3．31	1.標識合成における酵素反応の利用 2.高比放射能標識化合物の合成法の開発 3.ポジトロントレーサーの体内挙動の測定
③ 研究開発用高解像力染色体画像解析システムに関する研究 （平成元年度より継続）	物理（山本） 障害基礎（早田、古川）	㈱ニコン	5．4．1 ↓ 6．3．31	1.染色体画像認識法の研究 2.高速化に関する研究 3.高解像力画像システムに関する研究
④ 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 （平成元年度より継続）	物理（川島、平岡、野田、星野、福村） 薬理化学（松本、古瀬） 障害基礎（五日市、笠井、福津） 障害・臨床（安藤、小池、木元、飯塚） 医用重粒子物理・工学（河内、曽我、金井、高田、河野、蓑原、古沢） 客員研究官（須藤）	理化学研究所	5．4．1 ↓ 6．3．31	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
⑤ 3次元治療計画装置の診断画像技術に関する基礎研究 （平成3年度より継続）	医用重粒子物理・工学（平尾、遠藤） 障害・臨床（舘野、飯沼）	ソニー㈱ 総合研究所	5．4．1 ↓ 6．3．31	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
⑥ イメージングプレートの神経科学領域への応用に関する研究（平成4年度より継続）	障害・臨床（井上、舘野） 運転課（鈴木(和)）	富士写真 フィルム㈱	5．3．1 ↓ 7．3．31	1.インビボレセプター結合の定量解析 2.ポジトロン核種によるオートラジオグラフィー法の確立
⑦ DC001の血小板系の増殖促進効果と放射線防護効果に関する研究 （平成4年度より継続）	障害基礎（坪井）	電機化学工業 株式会社 総合研究所	5．4．1 ↓ 5．12．31	1.DC001が生体内でどの様な挙動をとるか調べる 2.DC001の素性を調べる 3.DC001投与したマウスの血小板の増殖効果を調べる
⑧ OK－432の放射線障害の治療に関する基礎的研究 （平成4年度より継続）	治療・診断（赤沼） 障害・臨床（鈴木、能勢、明石）	中外製薬㈱	5．4．1 ↓ 6．3．31	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

研 究 課 題	担当研究部等	共同研究先	研究期間	研 究 内 容
⑨ 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（新規）	運転課（鈴木(和)） 障害・臨床（井上、須原） 内部被ばく（高橋） 薬理化学（伊古田）	新技術事業団	5．4．1 ↓ 6．3．31	1.^{11}C, ^{18}F 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
⑩ 中枢アセチルコリン・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用（新規）	障害・臨床（舘野、入江、福士、伊豫） 薬理化学（伊古田）	第一化学薬品㈱	5．4．1 ↓ 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.トレーサー応用の検討
⑪ 新規イオウ含有糖化合物の放射線防護作用に関する基礎的研究（新規）	障害・臨床（安藤） 障害基礎（坪井）	日本ゼオン㈱	5．8．1 ↓ 6．3．31	1.新規イオウ含有糖化合物の放射線防護作用を検討する 2.結果に基づいたモデル化合物を設計し、合成する

11. 特　許　等

(1) 国内特許等

発明の名称	発明者	出願日 出願番号	登録日 登録番号	備考
1．低バックグラウンド液体シンチレーション検出器	樫田義彦 岩倉哲男	S49.6.18 49-069414	S53.11.30 第933675号	新技術事業団のあっせんによりアロカ㈱にて実施 H5.3.4で消滅
2．放射線測定装置	田中栄一 野原功全 富谷武浩 他2名（東芝）	S51.8.31 51-104025	S56.1.22 第1030342号	
3．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)	S53.12.28 53-161165	S61.11.13 第1347961号	
4．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)	S54.1.12 54-1228	S62.12.10 第1415837号	
5．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)	S54.3.30 54-36859	S63.2.15 第1424803号	新技術事業団のあっせんにより日立メディコ㈱にて実施
6．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)	S54.3.30 54-36860	S62.12.10 第1415841号	
7．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)	S54.9.29 54-124742	出願中	
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)	S56.10.3 56-156954	S61.3.31 第1305935号	
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)	S57.9.30 57-172235	H2.7.10 第1569233号	
10．CSF制御物質	平嶋邦猛 別所正美 他3名(中外製薬)	S58.3.11 58-39146	H5.11.12 第1800308号	
11．CSF製造法	色田幹雄 常岡和子 他1名(電気化学工業)	S58.5.14 58-83507	出願中	
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)	S58.7.13 58-127190	H5.7.14 第1771737号	新技術事業団の委託開発実施（浜松ホトニクス）

発明の名称	発明者	出願日 出願番号	登録日 登録番号	備考
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）	S59.5.30 59-110377	出願中	
14. 濾過装置	鈴木和年 山田孝信 玉手和彦	S59.6.7 59-115558	H5.6.7 第1791739号	
15. 限外濾過装置	鈴木和年 山田孝信 玉手和彦	S59.6.7 59-83625	H4.3.9 第1890302号	実用新案
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)	S60.6.25 60-138410	出願中	
17. 放射線線量分布測定法	福田信男 平岡武 他2名（旭化成）	S60.10.9 60-225494	出願中	
18. 霧滴付着実験方法及び装置	鎌田博 柳沢啓	S60.10.15 60-227892	出願中	
19. 放射線検出装置	山本幹男 他1名(浜松ホトニクス)	S60.12.17 60-283905	出願中	
20. 放射線発光検出装置	山本幹男 他1名(浜松ホトニクス)	S60.12.17 60-283906	出願中	
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）	S61.1.30 61-16686	出願中	
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)	S61.3.7 61-49883	出願中	
23. シングルフォトンECT	野原功全 村山秀雄 田中栄一	S61.4.14 61-84389	出願中	
24. 放射線三次元位置検出装置	村山秀雄 野原功全	S61.8.15 61-190549	出願中	
25. 放射線治療用ボーラス	古川重夫 他3名(ヘキスト合成)	S61.3.3 61-47124	H4.5.19 第1665206号	
26. 超音波診断用ボーラス	古川重夫 中村譲 池平博夫 他2名(ヘキスト合成)	S62.2.4 62-24369	出願中	
27. 電磁波温熱治療用ボーラス	古川重夫 中村譲 他2名(ヘキスト合成)	S62.4.23 62-100338	H4.6.12 第1670629号	
28. 荷電粒子装置	河内清光 他5名（三菱電気）	S62.6.10 62-145859	出願中	
29. 荷電粒子装置	河内清光 他5名（三菱電気）	S62.6.10 62-145860	出願中	

発明の名称	発明者	出願日 出願番号	登録日 登録番号	備考
30. 荷電粒子装置	河内清光 他5名（三菱電気）	S62.6.10 62-145861	出願中	
31. 可搬型ダストモニタ	小泉勝三 他1名（応用光研）	S62.11.20 62-292180	出願中	新技術事業団のあっせんにより応用光研工業㈱にて実施
32. 人体軟組織等価材	平岡武 他1名（京都科学）	S63.2.8 63-26971	出願中	新技術事業団のあっせんにより㈱京都科学により実施
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	S63.4.1 63-81699	出願中	
34. 電子スピン共鳴吸収放射線量計用測定体	中島敏行	S63.4.1 63-81700	出願中	
35. エアロゾルの粒度分布測定方法及び装置	小泉彰 山田裕司 宮本勝宏 他1名(千葉カノマックス)	S63.4.19 63-96599	出願中	
36. エアロゾル粒子径分布の測定方法及び装置	小泉彰 山田裕司 宮本勝宏	S63.8.18 63-205250	出願中	
37. エアロゾル粒子の分級方法及び装置	山田裕司 小泉彰 松岡理	H1.3.8 1-55750	出願中	
38. 放射線治療用ボーラス整形用型の形成装置並びにボーラス製造法	古川重夫 中村譲 金井達明 他3名(ワイエル工業)	H1.9.29 1-254098	出願中	
39. イオン源	佐藤幸夫 他1名（住友重機）	H2.8.24 2-221229	出願中	
40. 高比放射能 ^{11}C 標識放射薬剤製造用多目的合成装置	鈴木和年	H2.11.30 2-337850	出願中	新技術事業団のあっせんにより住友重機械工業㈱により実施
41. 組合せ式汎用框年	鈴木和年	H2.11.30 2-337849	出願中	新技術事業団のあっせんにより㈱中沢製作所により実施
42. 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）	H2.9.19 2-247336	出願中	
43. 細胞自動分類・分析装置	山本幹男 早田勇 他2名(オムロン㈱)	H4.4.8 4-87035	出願中	
44. ポジトロン断層撮影装置	野原功全 村山秀雄	H3.7.6 3-192560	出願中	
45. 静置（パッシブ）ラドン・トロン弁別測定器	土居雅広	H3.5.16 3-181519	出願中	新技術事業団のあっせんにより㈲井村精工により実施
46. 自動ピペッティング用ピペット及びその先端チップ	早田勇	H3.6.28 3-57851	出願中	
47. 放射線診断装置	遠藤真広	H4.4.1 4-013968	出願中	新技術事業団の委託開発実施（ソニー）
48. 自動洗浄乾燥装置	鈴木和年 根本和義	H5.3.23 5-86932	出願中	新技術事業団のあっせんにより㈲中沢製作所により実施
49. 放射薬剤製造用自動調剤装置	鈴木和年 根本和義	H5.3.23 5-86933	出願中	新技術事業団のあっせんにより住友重機械工業㈱及び㈲中沢製作所により実施

発明の名称	発明者	出願日 出願番号	登録日 登録番号	備考
50. 活性酸素除去剤	安藤興一	H6. 2. 25 6-52763	出願中	
51. 染色体画像表示装置	早田勇 他2名（㈱ニコン）	H6.1.13 6-14081	出願中	
52. 3次元粒子線照射装置	村上健 曽我文宣 舘野之男 他1名（住友重工）	H6.3.18 6-48198	出願中	

(2) 外国特許

発明の名称	発明者	国名	登録年月日	登録番号	備考
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）	アメリカ カナダ	1980.1.29 1979.11.27	No.4186307 No.1067214	
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)	アメリカ カナダ イギリス	1982.3.23 1983.4.19 1983.4.13	No.4321474 No.1145075 No.2040447	
3．陽電子横断断層装置	田中栄一 富谷武浩 野原功全 他2名(日立メディコ)	アメリカ カナダ イギリス フランス	1982.1.5 1983.5.3 1983.4.20 1985.9.10	No.4309611 No.1145861 No.2048012 No.2446492	
4．ロジック回路	富谷武浩 田中栄一 野原功全 他2名（東芝）	ドイツ カナダ イギリス フランス	1982.9.16 1982.6.15 1982.8.4 1984.4.2	No.3007849 No.1125869 No.2045489 No.8004636	
5．放射線検出器	田中栄一 他3名(日立メディコ、日立中研)	アメリカ カナダ イギリス	1982.1.19 1982.6.15 1983.4.7	No.4311907 No.1125926 No.2051348	
6．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、日立中研)	アメリカ カナダ フランス	1982.9.28 1983.1.18 1985.9.16	No.4352018 No.1139896 No.2452274	
7．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、日立中研)	アメリカ カナダ イギリス	1983.7.19 1983.10.4 1983.12.7	No.4394576 No.1154881 No.2072452	
8．加速器及び荷電粒子の出射方法並びに荷電粒子の出射装置	板野明史 他2名(日立製作所)	アメリカ	1994.2.8	No.5285166	

12. 放 医 研 日 誌

(1) 本　所

平成5年

4月1日・放医研新機構発足
12日・科学技術週間（→4/18）
・SCIENCE NOW '93(晴海)に出展（→4/15）
・松平所長ICRP出席のため米国に出張（→4/17）
16日・平成5年度所内一般公開
19日・緊急救護課程開始（→4/23）
5月10日・第89回放射線防護課程開講（→6/4）
15日・松平所長、国連科学委員会出席のためウィーンに出張（→5/29）
17日・会計実地検査（→5/21）
19日・永年勤続者・業績表彰者記念式
25日・講演会、Dr. L. C. Sun（米国、BNL）
6月1日・中島科学技術庁長官来所
2日・重粒子線がん治療装置プレス関係者見学会開催
10日・環境放射能水準調査実施検討会
14日・講演会、Hein B. Stone Ph. D.（米国、NCI）
18日・原子力委員会放医研視察
23日・第10回放影研・放医研交流セミナー
25日・講演会、ハワード. D. ティムズ氏（米国、M. D. アンダーソンがんセンター）
28日・放医研国際シンポジウム「重粒子線治療」開催（→6/29）
7月16日・講演会、坪井康次氏（筑波大学医学部）
22日・科学論説懇談会来所
27日・渡辺科学技術庁長官来所
8月2日・陳徳清氏（中国衛生部工業衛生実験所）来所
6日・講演会、早田浩氏（九州大学医学部）
30日・チョリド. バドリ氏（インドネシア大学附属シプトマングンクスモ記念病院）、デフリザル氏（インドネシア・ジヤカルタ国立病院）来所
・JICAスタディ・ミーティング「放射線生物学」（7カ国7名）開始（→10/1）
9月1日・原子力防災訓練
6日・海上原子力防災課程開講（→9/10）
9日・クロスオーバー（環境）研究会
10日・研究会講演、R. G. Deshpande氏（インド放射線アイソトープ局長）
13日・江田科学技術庁長官来所
27日・第28回緊急被ばく救護訓練課程開講（→10/1）
28日・実験動物慰霊祭
10月6日・Hans Bichsel氏（米国、ワシントン大学 Affilliate Prof.）来所
12日・第16回環境放射線モニタリング技術課程開講（→10/22）
13日・重粒子線棟竣工記念式典・
14日・常陸宮正仁殿下放医研来所
25日・原子力の日行事、重粒子線がん治療装置一般公開
・A. Babuchkina氏（ロシア生物物理研）来所
11月10日・第91回放射線防護課程開講（→12/8）
15日・葉有財氏（台北駐日経済文化代表所）、宏智氏（行政院原子能委員会核能研究所）、張馬明霞氏（行政院原子能委員会核能研究所）来所
18日・第25回放医研シンポジウム開催（→11/19）
22日・Robert C. Ricks氏（米国、REACITS所長）来所
12月1日・新所長に平尾泰男氏就任
・第35回環境放射能調査研究成果発表会
2日・第21回放医研環境セミナー開催（→12/3）
28日・御用納め

平成6年

1月4日・平尾所長年頭挨拶
11日・松平前所長講演会
18日・放射線による健康及び環境への影響に関する国際ワークショップ（→1/20）
28日・Dr. Nickielai T. KARTEL（ウクライナ科学アカデミー）来所
2月9日・原研－放医研定例懇談会
15日・李正大氏(中国、四川大学原子核研究所助教授)来所
22日・職務発明と工業所有権に関する勉強会
25日・松平寛通先生退官祝賀会（東京会館）
3月7日・平尾所長第43回国連科学委員会出席のためウィーンへ出張（→3/13）
9日・重粒子線がん治療前臨床試行プレス発表
11日・王作元氏(中国衛生部工業衛生実験所研究教授)来所
17日・町末男氏（IAEA事務次長）、Dr. J. Mircheva氏（IAEAライフサイエンス部専門官）来所
18日・Eduardo Gerardo Luis氏（チリ原子力エネルギー委員会委員長）来所

(2) 那珂湊支所

平成5年

4月6日・日本アナリスト㈱営業課長佐々木隆史氏他1名来所
9日・動力炉・核燃料開発事業団　水林一宏氏他36名来所
14日・所内一般公開
22日・東京大学海洋研究所教官　大竹二雄氏来所
・国立健康・栄養学研究所研究室長　西牟田守氏来所
5月31日・日本原子力研究所原子炉研修所教官　内田正明氏他16名来所

6月15日・千代田保安用品㈱大洗研究所研究員　佐藤裕氏来所
9月10日・(財)環境科学技術研究所主任研究官　笹川澄子氏来所
11月5日・(財)原子力安全研究協会調査三課課長　鈴木富則他1名来所
18日・IAEA Sutarman. S（インドネシア）随行者1名来所
19日・学習院大学名誉教授　木越邦彦氏来所
29日・茨城県北市議会議長会会長　染谷祐次郎氏他20名来所

平成6年

1月26日・石川県保健環境センター　習元幹夫氏他1名来所
2月3日・Science Center for Radiation Medicine AMS Ukraine Novak Dmiti. V, Radiation Medicine Research Insrtitute Minenko Victor. F, Institute of Radiation Hygiene Shutov Vlaimir. N来所
23日・建設省関東地方建設局営繕設計設計官　小林敏彦氏、建設省宇都宮営繕工事事務所調査係長　近藤康年氏来所