

NIRS - AR - 34

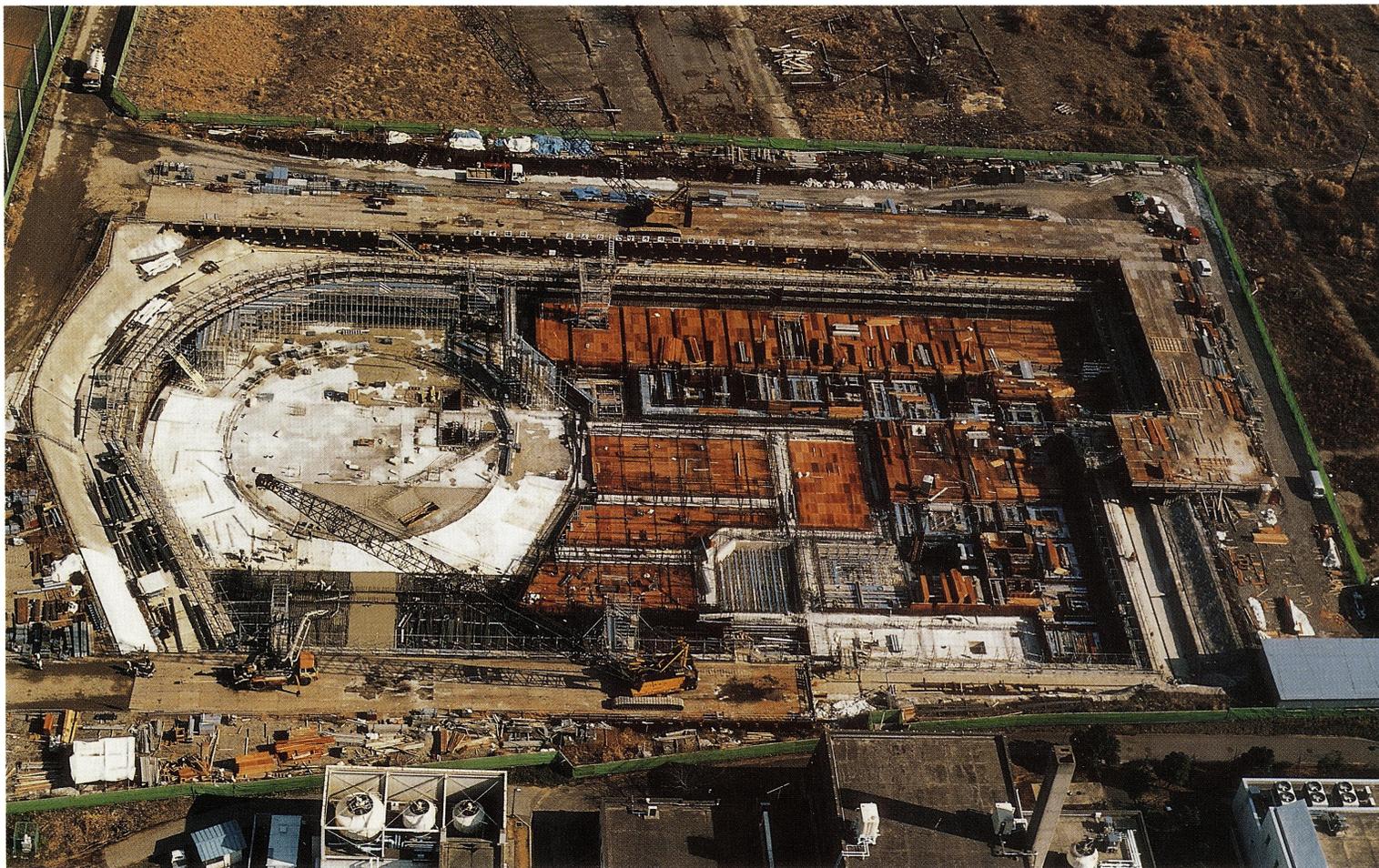
放射線医学総合研究所年報

平成 2 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 2 年度



〔重粒子線がん治療装置〕 平成3年1月24日

重粒子線がん治療装置建屋（Heavy Ion Medical Accelerator in Chiba）工事も進み、地下1階部分の工事に着手している。左には直径約42mのシンクロトンリング部分も姿を現わしている。

序

今上天皇が御即位になり秋篠宮家が誕生した平成2年度も足早に過ぎてしまった。研究所として新しいことと言えば、戸張巖夫が4月1日付きで科学研究官への昇任、7月に前々所長熊取敏之先生ほか9名からなる顧問会議の、12月に前々臨床研究部長梅垣洋一郎先生ほか14名からなる重粒子線治療ネットワーク会議の発足があげられる。研究所の、特に重粒子線がん治療に関わる、活動を大所高所から励まして戴だける方々の集りができ、また、部長相当の特別研究官、若手研究者導入の意味で特別研究員が制度化されたのは喜ばしい。

研究面では地味ではあるが独創的にかつ息の長い仕事の結果が少しずつ蓄積されている様に見える。平成元年度に引き続き進められている3つの特別研究「公衆被曝のリスク評価に関する生物学的調査研究」、「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」、「重粒子線によるがん治療法に関する調査研究」に加えて、本年度から小規模ではあるが「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」を第4の特別研究として行なう事とした。これらの研究結果の一部は、12月に東京で行なわれた国際放射線発がんシンポジウムなどで発表され、また UNSCEAR や ICRP 刊行物のドラフトに多数引用されており何れ日の目をみる事になろう。

研究所をめぐる出来事の中で大きかったのは、11月に ICRP1990 年勧告が出され、また12月に青森県に環境科学技術研究所が創立され小柳卓支所長、大桃洋一郎部長がそれぞれ所長と理事として赴任したことであろう。小柳氏の後任として長屋裕が那珂湊支所長に就任した。

内外との研究交流は相変わらず盛んである。第22回放射線医学シンポジウムは、9月6日、7日に「ポジロン核医学の将来展望」と題して行なわれ、PET に係わる方法論の開発から脳や循環器の疾患、更にはガンの診断など応用面での研究について熱心に討議がなされた。第18回放射線環境セミナーは、11月29日、30日に「地球環境の汚染と保全」と題して行なわれ、広い視野から環境問題について種々討議された。東ヨーロッパのいわば崩壊が実は環境汚染に端を発したのではないかというお話は興味深かった。放影研との研究交流も定期的に行われて実をあげている。

チェルノブイル事故を中心とした日ソ研究交流はますます盛んになろうとしている。国際的には放影研重松理事長を chairman として IAEA と WHO が活動を始めており、本研究所もこれに一部参加している。また、日ソ二国間でも研究協力協定が結ばれようとしている。最終的には本研究所は線量に関連する面で協力して行くことになる。6月、12月、平成3年1月にそれぞれ来日したソ連を代表する学者、政府の担当者などからチェルノブイル事故ほかに関する種々の情報がえられたし、日本側からも7月、9月、平成3年3月に研究チームがソ連を訪問し現地の様子を見、関係者と討議する機会を得た。南ウラルの事故、特にテチャ河の事故による住民への健康影響についてかなり詳しい情報がえられたはよかった。韓国との研究交流が政府間で合意され、本研究所としては、韓国原子力研究所韓国がんセンター病院と放射線の医学利用について共同研究を進めることとなった。

G. Patrik (英国)、D. W. van Bekkum (オランダ)、C. Myttenaere (ベルギー)、I. Riaboukhine (WHO)、T. D. Luckey (米)、R. J. M. Fry (米) 氏等々外国からの訪問者は相変わらず多く書留める暇がない。

7月11日に大島友治科学技術庁長官、明けて平成3年1月19日に新しく就任された山東昭子科学技術庁長官の御視察を受けることが出来たのは、甚だ光栄であり、また所員一同じにとって大きな励みとなった。

終わりに、関係各位の御指導、御協力をお願いする。

平成3年4月

放射線医学総合研究所々長

松 平 寛 通

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対する関心が高まり、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。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ならって、調査研究活動の一層の推進を図る必要がある。

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、昭和60年10月）、「原子力基盤技術の推進について」（原子力委員会基盤技術推進専門部会報告、昭和63年7月）、「放射線医学総合研究所長期業務計画」（昭和59年4月）等をもとにして、「平成元年度原子力開発利用基本計画」（内閣総理大臣決定、平成2年3月）にそって策定した平成2年度の業務計画に従い、調査研究の効率的推進を図った。

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設備を図り、所内外の関係機関と協力しつつ一層の推進を図るよう努めた。本年度は低線量域における線量効果に関する研究について、今後の方針を明確にするため予備的研究を新たに追加し、次の4課題を実施した。

1) 「公衆被曝のリスク評価に関する生物学的調査研究」

本調査研究は、一般公衆のリスク評価に関連する生物学的諸問題解決のため、最近における内外の研究動向、原子力開発利用長期計画、本研究所において発展・蓄積された業績等を背景として、リスク評価さらにはリスク低減化を目的として、昭和63年度から5カ年計画で推進している。

本年度は、低線量・低線量率被曝による人体影響のリスク評価に直接寄与しうる実験的研究、ライフサイエンス等の新技術導入による放射線の（確立的）影響の機構と関連する修飾要因の把握、核燃料サイクル確立基本となる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を行った。

2) 「環境と食物連鎖に関わる公衆の被曝評価に関する調査研究」

本調査研究は、これまで行ってきた環境特別研究で得た、環境から人に至る経路の放射線被曝の計算モデルの基本的構想を踏まえ、昭和63年度から5ケ年計画で推進している。

本年度は、使用済み燃料再処理工場を始めとする核燃料サイクル施設の稼働を念頭におき、青森地域の環境資料等を収集しつつ、環境と食物連鎖から吸入又は経口摂取による人体への放射性核種及び超ウラン元素の移行を求め、環境安全評価に資した。

また、日本人の身体的特性及び放射性核種の年齢群別代謝の解明を進めて、日本人の被曝計算システムの精度向上を目指した。これを用いて公衆のための放射性物質の経口摂取制限（誘導限度）の算出について検討した。

3) 「重粒子線によるがん治療に関する調査研究」

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最終年度には臨床試行を開始する。

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。

4) 「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」

本研究は、低線量域での線量効果関係を実証するために、中線量域での予備的実験を実施し、そのデータを基に低線量域での研究手法、研究計画等について検討することを目的として、本年度から4カ年計画により推進する。

このため、本年度は、本研究所に必要な新生児期マウスの生産、飼育設備等の設営を行い、マウスの照射実験を開始した。

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強力で推進すべき課題として、次の5課題を設定し、これを積極的に実施した。

- (1) 低線量放射線影響のマイクロシメトリ的研究—発癌メカニズム解明のためのマイクロシメトリの基礎的研究—(物理研究部、障害基礎研究部、医用重粒子線研究部、技術部)
- (2) 放射線誘発乳腺腫瘍の発生制御に関する研究(薬理化学研究部)
- (3) ヒト・ゲノムの遺伝的不安定性に関する脆弱部位の *in situ* ハイブリダイゼーションによる構造解析(遺伝研究部)
- (4) DAN と染色体レベルにおける高 LET 線障害の生成と修復(障害基礎研究部)
- (5) 放射性物質の体外排泄促進薬キレート剤の人体における安全性の評価と実用性の検討(内部被ばく研究部、環境衛生研究部、障害臨床研究部)

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58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始めとする国の原子力安全行政の推進に寄与するため、放射線のリスク評価のための組織体制を進めてきた。

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・整理を行う。(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部の協力の下に実施する。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日本人集団における放射線晩発影響の定量的データが必要であり、このため、所外関連機関の協力を得て、放射性ヨウ素投与患者、広島・長崎原爆被曝者、診療放射線技師等に係る疫学データの収集を図る。(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)
- (3) 微量放射線を受けることによる放射線障害への抵抗性や免疫応答能力の向上等の放射線適応現象に関する研究調査として、文献調査及び細胞レベル等での現象確認のための研究を行う。(生理病理研究部、生物研究部、総括安全解析研究官)
- (4) 自然放射線源の中で最も大きな寄与をもたらしているラドンの健康影響についての研究調査として、我が国における屋内ラドン濃度の解析を進め、また、その健康影響について文献調査等による検討を行う。(生理病理研究部、総括安全解析研究官)

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、実態調査に必要な経費として2,375千円を計上し、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、病院部)
- (2) 医療及び職業上の被曝による国民線量の実態調査(物理研究部)
- (3) トロトラスト沈着症例に関する実態調査(生理病理研究部、環境衛生研究部、障害臨床研部、養成訓練部、病院部)

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において所外の機関から調査研究を委託された場合に、本研究所の調査研究に寄与するとともに研究業務に支障をきたさない範囲において受託することとし、本年度は、次の1課題について実施した。

- (1) 胸線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原子力基盤技術総合的研究「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」の一環として、末梢血白血球高速分離法、高解像力染色体画像解析システムに関する研究等を分担し実施した。（障害基礎研究部、物理研究部）

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塵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。（物理研究部、環境衛生研究部、環境放射生態学研究部及び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データの補完を行い、国民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、総括安全解析研究官）

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（物理研究部、環境衛生研究部、障害臨床研究部、養成訓練部、病院部）、救護要員等に対し、緊急被曝時の測定、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) 原子力施設周辺レベル
- (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) 緊急被曝測定・対策に関する調査等

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2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〕染色体の解析・利用技術の開発に関する研究
 - (1) 染色体の物理的及び機能的構造の解析技術の開発
 - ① 染色体の機能的構造の解析技術の開発
 - (i) 染色体の遺伝性脆弱部位解析技術の開発（遺伝研究部、第Ⅱ期 昭和63年度～平成2年度）
- 〔2〕生体の分子レベルにおける高度化・高分解能非破壊計測技術の開発に関する研究
 - (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（安定同位体利用高感度NMR技術の開発）
 - ① 生体用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
 - a. 生体内糖脂質代謝等の解析技術の開発（臨床研究部、第Ⅱ期 昭和63年度～平成2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. 小核の自動検定システム開発に関する研究（物理研究部、障害基礎研究部、生理病理研究部 平成元年度～平成2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、計画的に下記の課題を実施した。

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)

重粒子線がん治療装置の開発

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の早期利用を実現させるため、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、重粒子線がん治療装置のイオン源及び前段加速器の製作、および主加速器Ⅰの製作、ビーム出射系、ビーム輸送系の製作を前年度に引き続き実施するとともに、新たに主加速器Ⅱ、治療・照射系、および制御系の製作に着手した。また、重粒子線棟については前年度から開始した基礎工事・建築・電気・設備工事1を引き続き行うとともに、新たに建築・電気・設備工事2に着手した。

(1) 装置各部の製作

装置を構成するイオン源、前段加速器、主加速器、ビーム出射系、ビーム輸送系及びそれらの制御系等の製作並びにそれらに必要な開発研究を前年度に引き続き実施するとともに、さらに治療・照射系、制御系について詳細設計を基に最終的性能・仕様等を決定し、製作に着手した。また、装置の製作に必要なビーム軌道制御試験装置、ビーム取出し試験装置等の試作試験を引き続き計画的に進めた。

(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付属設備について、実施設計の最終仕様のもとに、前年度から開始した重粒子線棟の基礎工事、建築・電気・設備工事1を引き続き行うとともに、新たに建築・電気・設備工事2に着手した。

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化・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、当研究所の最重要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加させ、同プロジェクトを強力に推進した。

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に協力を得て、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、外来研究員に必要な経費として、6,766千円を計上し、次の課題について、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) 音響パルス法による重粒子線線量分布の確認に関する研究 (物理研究部)
- (2) 放射線による乳腺腫瘍の誘発に対する内分泌的要因 (薬理化学研究部)
- (3) ストレスに対する生体の防御機構に関する研究 (生物研究部)
- (4) 放射線発癌に及ぼす食事制限の効果についての病理学的研究 (生理病理研究部)
- (5) 組織マクロファージの不均一生に関する研究 (内部被ばく研究部)
- (6) 人体組織における放射性核種の安定同位体の分布と挙動に関する研究 (環境衛生研究部)
- (7) 微小格形成法による肝細胞の放射線感受性解析 (臨床研究部)
- (8) 可逆的肺転移を獲得した NIH-3T3 のトランスフォーマントに導入されたヒト大腸癌由来 K-ras オンコジンの点突然変異と塩基配列の決定 (病院部)
- (9) 日本人の一般公衆における放射線発がんにかかる疫学研究の基礎的データベースの構築 (総括安全解析研究官)
- (10) 放射性核種の土壌から植物への移行に及ぼす変動要因に関する放射化学的研究 (環境放射生態学研究部)

3. 原子力研究国際交流

原子力開発利用長期計画 (昭和62年6月決定)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、日ソ、日伊等の科学技術協力等の傘の下で、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。なお、重粒子線がん治療装置の開発に当

たっては、米国、西独等の関係研究機関との国際研究交流を一層進めた。

- (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、研究員の受け入れ、専門家の派遣を推進した。また、国際協力事業団のアイソトープ、放射線の医学、生物学利用コースによる研修についても、積極的に対応した。

技術支援

技術部においては、調査研究、診療等の遂行に必要な実験設備、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・検疫及びこれらに関する施設の運用、医用サイクロトロン機の運用、附属設備の管理、増設施設の設備等の諸業務を行った。

- (1) 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、電子計算機の更新を行い、その利用に関し、今後の研究需要に対応する効率的な運用に努めるとともに、研究者への支援、指導を行った。

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) 放射線安全課においては、経常業務の推進に努めるほか、障害防止法の改正に伴って、整備された諸規程の周知徹底と新単位による測定記録の整理並びに新法令による個人被ばく管理の強化促進を継続した。

また、廃棄物処理業務に関しては、円滑に運用するために各種プラント関係等の老朽化対策更新計画の検討を図った。

内部被ばく実験棟については、保安規定に基づき核燃料物質等の使用に関する安全対策の周知徹底を図り、同棟の効果的な運用を努めた。

- (3) 動植物管理課においては、実験研究に必要な実験動物を安定した生産・供給に努めた。

また、系統維持の効率化のため、マウス受精卵と凍結保存及び関連技術の確立を図った。

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・疫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「公衆被曝のリスク評価に関する生物学的調査研究」、「重粒子線によるがん治療法に関する調査研究」等に参加した。

- (4) サイクロトロン管理課においては、サイクロトロン機の円滑な運用に努める。また、短寿命RIの生産の一層の充実を図った。

技術運転関係業務では、垂直入射系イオン源の整備、サイクロトロン補助電源及び冷却系の改善等を行い、サイクロトロン機の加速性能の維持向上を図る。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、作業の放射線被ばくの低減を図りつつ、短半減期放射製薬剤製造機能の一層の充実を図った。また、増設ホットラボ室の整備を総合的に調整し、短半減期放射製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、特に重イオンを安定に、かつ加速エネルギーの向上のため垂直入射イオン源の開発を行った。

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、短半減期放射製薬剤製造システムの開発を行った。また、前年度設置した短寿命気相反応システムを利用し、重要な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。

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の医学利用等に関する技術者の養成訓練のほかに、緊急被曝医療対策の一環として、緊急被曝救護等に係る要因の養成訓練等を実施した。

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。

診療業務

病院部は、予算定床78床、運営費327,972千円を基に、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に努めた。

- (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、悪性腫瘍患者の診察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及びMRI（磁気共鳴映像法）の利用を含む画像診断全般について技術の向上を図った。
- (3) 放射線治療研究においては、粒子線治療の臨床評価を進める、とともに、集学的治療技術の改善向上に努めた。特に、重粒子線がん治療の適応を明らかにする研究を重点的に進めた。

(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。

(5) 重粒子線治療ネットワーク会議の審議を踏まえて、所要の検討を行った。

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。

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、機器等の設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 調査研究業務

(1) 特別研究

1. 公衆被曝のリスク評価に関する生物学的調査研究

概 況

本研究は昭和63年度に発足し、本年度は5ヶ年計画の3年目に当たる。各グループはほぼ計画通りの進展を示している。

リスク評価のための実験グループでは、骨髄性白血病誘発における線量・線量率低減係数推定のために低線量率連続照射実験を続行中であり、1回照射後に食餌制限を行うと白血病発症開始時期の遅延を認めている。メダカ胚の眼胞分化を指標とすると、トリチウムβ線のRBEはほぼ1である。中期一前期精子細胞の放射線感受性は成熟精子の3-4倍高いことを示した。マウス胚細胞m5Sを用いた低線量率照射による突然変異誘発では通常の線量率効果が認められた。局部照射の影響を知るために、放射線治療を受けた人のリンパ球に見られる染色体異常を調査中である。

新技術グループでは、X線誘発胸腺リンパ腫の前リンパ腫細胞を同定しており、それらはTL-2陽性であることを示した。放射線による骨髄性白血病誘発に際して、G-CSFを使用しても白血病頻度を上昇させることはないことを示した。骨髄性白血病細胞の共通の形質としてc-*myc* およびc-*myb* RNAの増加を、また顆粒球性白血病細胞に共通してc-*fos* およびc-*jun* RNAの増加を確認している。ヒト染色体上の各種の脆弱部位(FS)について、集団細胞遺伝学的調査、FS近傍遺伝子のマッピング等を行っている。ヒトの除去修復遺伝子のクローニングも完成に近い。マウス・リコンビナント近交系開発については4ラインが10代に達しており、他も続いている。

内部被曝グループでは、ICRPなどの既存肺モデルの改訂を目標として、酸化プルトニウム・エアロゾル吸入実験等を実施して、より包括的で高精度の代謝モデルの提示を図っている。体外計測法を確立し、α線照射装置を作製して実験を開始した。吸入ないし静注したプルトニウムの肺胞、肝、骨などへの影響をラットや犬を用いて調査中である。各種のキレート剤による生体除染に

も進歩があり、また内部被曝線量評価の迅速化による個人モニタリングの改善も成果が得られている。(佐藤弘毅)

(1) 放射線リスク評価のための実験的研究

1. 発がんに関する研究

① 低線量率被曝による発がんに関する研究

大津裕司、古瀬健、野田攸子、小林森、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)

放射線に被曝した動物には腫瘍が発生し、その発生率は被曝線量に比例すること(線量反応関係)が報告されており、さらに被曝線量の線量率を減少させると、腫瘍発生率も減少することが知られている。しかし、その詳細は未だ十分解っていない。そこで、この研究では、低線量率連続照射実験により線量・線量率効果係数を算出することを目的としている。

実験には当所生産のC3H/Heマウス雄を用い、8週令から照射を開始した。照射後は終生飼育とし死後剖検を行なった。

照射にはCs-137からのγ線を用い、線源からの距離を調節することにより線量率を変えた。線量率は1日22時間で0.394Gy(A)、0.089Gy(B)、0.021Gy(C)のA、B、C3群とし、蓄積線量0.5、1、2、3、4の5群と無処置対照群を加えた計16群とした。

一方、低線量率連続照射実験群に対する実験比較群として、高線量率(0.85Gy/分、Cs-137線源)、1回照射群を同じく0.5から4Gyまでの5群をもうけた。

この実験においては放射線発がんにおいて関係の深いとされている骨髄性白血病を標的腫瘍として、高線量率一回被曝マウスにおける骨髄性白血病の発生率と線量との相関性を表現する線量反応方程式を求め、同様にして低線量率被曝マウスの骨髄性白血病の発生率を基にした線量反応方程式を算出して、相互を比較することにより、骨髄性白血病の発生率に及ぼす線量・線量率効果係数を検索するために現在実験を継続している。

低線量率被曝マウス群ではA群の4Gy線量群の1匹(15検索マウスのうち)に骨髄性白血病が

確認されたが、他の群のマウスには同病の発症は確認されていない。なお無処置対照群では70匹の死亡マウスに1匹の発症も認められていないが、肺腫瘍は5%、肝腫瘍は70%の発生がみられている。なお、被曝群でも現在各群死亡マウス数が少数なので統計的な解析は不可能であるが、A群やB群ではほぼ同様の発生率がみられている。

一方、高線量被曝マウス群では3 Gy群ではほぼ30%（検索マウス数40匹）に骨髄性白血病の発生が認められている。この値は先の特研での関グループの結果の再現性を示唆している。他実験群は死亡数も少数で白血病は認められていない。

今後、現在照射の終了している被曝マウスを剖検し、その結果を集積して低線量率効果を算出し、リスク評価の基礎資料に供したい。

② 放射線による骨髄性白血病の発症に及ぼす食餌制限の効果に関する研究

吉田和子、根本久美恵、西村まゆみ、荻生俊昭、佐渡敏彦（生理病理研究部）、井上達*（*外来研究員）

古くから動物実験で、食餌制限により動物の寿命が延長し、発癌率も低下するという報告があるが、放射線発癌実験を含めて、食餌制限の方法等に問題がある。また、C3H/He雄マウスを10-12週令で3 Gy全身1回照射を行なうと、高率に（約25%）骨髄性白血病が発症する。

そこで我々は、食餌制限の方法を検討するとともに、放射線誘発骨髄性白血病の発症率について検討を加えた。

C3H/He雄マウスを用い、約40%の食餌制限の条件下で実験は開始されたが食餌制限の程度が強すぎた為、約1年後より死亡するマウスが出はじめた。この為、平成2年度より新たに制限方法を再検討した。既に報告されている制限方法は動物の臓器が未発達な状態を維持しているような非常に不自然な制限を加えていると思われる実験が多いので、我々はマウスが少なくとも生殖能力が維持できる程度のカロリーを与える条件で実験を行った。従って、マウスが一定の体重を（25-27 Gm）を保つように55-95 Kcal/週の飼料でコントロールした。すなわち、通常食（120 Kcal/週）、対照食（95 Kcal/週）、6週から10週までは対照食その後制限食、6週より制限食の各群について10週令で3 Gy全身1回照射、非照射の計8群である。対照食と制限食とは蛋白、脂肪、ミネラル、ビタミンは同量摂取する事となり、糖と炭水化物でカロリーをコントロールする

方法を用いた。平成2年度に全実験は開始されたが、まだ死亡する時期に達していない。

平成元年度に開始された実験群の中で制限食餌群を除く他の4群、すなわち、非照射・通常食餌群（CN）及び、照射・通常食餌群（3N）、非照射・対照食餌群（CC）及びその照射群（3C）について、これまでに死亡したマウスについて検討した。死亡率はCN 53%、3N 80%、CC 35%、3C 63%で通常食餌群の方が照射群、非照射群とも対照食餌群より高い値を示している。骨髄性白血病の発症率も現在のところCN 3.5%、CC 1.9%、3 Gy照射群では3N 20%、3C 11.1%と通常食餌群の方が約2倍高い頻度で出現している。以上の結果は、通常食餌群より約20%のカロリー制限である対照食餌群で少なくとも寿命の延長効果と骨髄性白血病の発症開始時期の遅延が認められている。ただし、対照食餌群と制限食餌群とは対応する栄養組成になっているが、通常食餌では組成の差があり必ずしもカロリーの差だけでない可能性がある。

〔研究発表〕

根本久美恵、吉田和子、他：第33回日本放射線影響学会、仙台、1990.10.

2. 遺伝的影響に関する研究

① 胎内トリチウム被曝による発生、分化異常に関する研究

山田武、広部知久、田口泰子、栗原靖之、藤井由布、江藤久美（生物研究部）

1) メダカ胚の眼胞分化に対するトリチウム水β線の影響

メダカ胚を受精後4時間の桑実胚から4日間、トリチウム水（HTO）中または¹³⁷Csγ線連続照射下で飼育した後、眼径を測定した。正常発生過程では、4日までに眼胞の長径が約312 μmで短径が230 μmとなる。上記の被曝条件下では、線量に依存して肉眼的に判別できる小さい眼をもつ個体や、異常な形態を示す個体が出現する。また、大部分の個体の眼径はやや小さい方に移行する。長径の平均値または長径が290 μm以下の胚の割合を指標にしてトリチウムβ線の効果と¹³⁷Csγ線の連続照射の効果を比較してトリチウムβ線のγ線に対するRBEはほぼ1の値が得られた。

2) トリチウムによるマウスメラノサイトの分化異常

妊娠10.5日目に⁶⁰Co-γ線を急照射すると、

マウスの子孫において腹部に白斑が認められた。白斑の頻度は⁶⁰Co-γ線の線量に応じて増加する。

これらの⁶⁰Co-γ線での研究結果をふまえ、マウスのメラノサイトの分化に対するトリチウム水の効果を調べ、その結果からトリチウム水は、濃度に応じてメラノサイトの分化異常を引き起こすことがわかり、現在これらの障害を指標にしてRBEを求める実験を継続中である。

3) 妊娠全期間中トリチウム水を飲用させた胎児の被曝線量

昨年度より一定濃度のトリチウム水を妊娠全期間にわたって飲用させる実験を開始した。まず、飲料水中のトリチウム濃度と胎児被曝線量との関係を求めるため。これまで、各種濃度のトリチウムを含む飲料水(10 μCi/ml-400 μCi/ml)を飲用させ、胎児の含水率を90%と仮定した場合の被曝線量を算出し、今後のRBE測定実験の基礎資料を得た。現在、そのトリチウム飲用と同線量率の¹³⁷Cs-γ線を妊娠第1日より連続照射し、胎児に与える障害特に中枢神経系への影響を検索中である。

【研究発表】

- 1) 田口泰子、江藤久美：日本放射線影響学会第33回大会、仙台市、1990、10。
- 2) T. Hirobe & X. Zhou: *Mutation Res.*, **234**, 91-96 (1990)。
- 3) 山田武、藤井由布他：日本放射線影響学会第33回大会、仙台市、1990、10。

② 哺乳類生殖細胞における遺伝障害の発現とリスク推定に関する研究

松田洋一、塩見忠博(遺伝研究部)、北爪雅之(動植物管理課)、戸張巖夫(科学研究官)

マウスの精子および卵子に放射線を照射して得られた一細胞期胚にDNA修復阻害剤を処理し、誘発される染色体異常を調べた結果、雌雄マウス生殖細胞に生じた放射線損傷は一細胞期胚で効率よく修復されることがすでに判明している。

(NIRS-AR-33)。今回は様々な精子細胞期にX線を照射した後、一細胞期胚に生じる染色体異常を調べ、二種の化学物質マイトマイシンC(MMC)とメチルメタンサルホン酸(MMS)で得られた結果と比較することによって精子細胞に生じる放射線損傷の特徴を調べた。

減数分裂後の精子細胞期にX線、MMC、

MMSを処理して、様々な時期にDNA損傷を受けた精子(受精前0、4、8、12、16、20日)を体外受精法によって卵子と受精させ、生じる染色体異常を一細胞期胚中期で観察した。減数分裂後の精子細胞における放射線感受性は、処理後8日目(後期精子細胞)を境にして、中期-前期精子細胞(12-20日)では成熟精子期(0-4日)の約3-4倍高かった。逆にMMSの場合は、前期成熟精子から中期精子細胞(4-12日)にかけて感受性が高く、不定期DNA合成がみられる前期精子細胞(16-20日)では染色体異常はほとんどみられず、放射線の結果と著しく対照的であった。一方、MMCでは中期-前期精子細胞で低頻度の染色体異常が観察されただけであった。受精直後の一細胞期胚に二種の修復阻害剤、3-アミノベンズアミド(3AB)とカフェインを処理して生じる染色体異常を調べ、無処理群の結果と比較した。その結果、X線損傷に対しては3ABとカフェインで、MMS損傷に対しては3ABで、MMC損傷に対してはカフェインで有意な染色体異常の増加がみられた。とりわけ化学物質MMSとMMC損傷に対する3ABまたはカフェインの修復阻害効果は著しく、ステージによっては10倍以上の染色体異常頻度が認められた。またMMS処理群では、成熟精子-中期精子細胞期、MMC処理群では中期-前期精子細胞期に生じた遺伝損傷に対して顕著な修復阻害効果がみられたが、放射線損傷においては、全てのステージに生じた損傷に対して同程度の修復阻害効果がみられた。これらの結果は、精子細胞に生じたかなりの量の修復可能なX線、MMSおよびMMC損傷が成熟精子まで残存し、受精後受精卵中で効率よく修復されることを示している。また、誘発される損傷に時期特異性が存在し、DNA損傷に対する精子細胞(前期-中期精子細胞期)の修復も損傷の種類によって大きく異なる可能性が示唆された。

【研究発表】

Matsuda, Y. and Chapman, V. M., *Mammalian Genome*, **1**:71-77 (1991)。

③ 低線量率照射による体細胞突然変異に関する研究

古野育子、村磯知採(生物研究部)、松平寛通(所長)

低線量率の連続照射により、接触阻止状態のマウス培養細胞に生じる致死と突然変異誘発率を測定した。⁶⁰Coガンマー線を用い、20 Gy/時

(室温)、0.2 Gy/時 (37°C)、に加えて0.013 Gy/時 (37°C) の線量率で照射した。前年度、m5S 細胞をできるだけ長時間、定常状態を維持できる条件を検討し、5mM HEPESを含む α MEM 培地で密栓培養した結果が比較的良好であったので、この条件を用いて最長4週間の照射を行うことにした。従って、総線量が10 Gy程度必要なことから線量率は0.013 Gy/時、すなわち1週間で約2.2 Gyとした。

生残率は典型的な線量率効果を示し、線量率が低くなるに従って線量効果は減弱し、同一の線量で比べると、生残率は高くなった。0.013 Gy/時の低線量率においても線量効果が認められ線量に比例して生残率は低下した。増殖中のマウス白血病由来 L 5178 Y 細胞では、0.006 Gy/時 (37°C) で4週間 (4 Gy) 連続照射した場合、生残率の低下は認められなかった。この点について、線量率が2倍になっているので単純には比較できないが、m5S 細胞の放射線感受性が L 5178 Y 細胞より約2倍抵抗性であることを考慮すれば、L 5178 Y の場合は0.006 Gy/時の照射で致死が認められなかったのは増殖の効果による可能性がある。突然変異誘発率については、20 Gy/時に比べて0.2 Gy/時は明らかに線量率効果が認められた。また0.013 Gy/時は検討中であるが、予備的には、0.2 Gy/時より高くはならない結果を得ており、L 5178 Y の増殖中での結果とは異なっている。同一の細胞について増殖中と非増殖中との比較も含めて次年度に継続中である。

[研究発表]

Yamaguchi, T., Muraiso, C., Furuno-Fukushi, I. and Tsuboi, A.: *J. Radiat. Res.* 31, 333-339, 1990.

④ ヒト集団の放射線被曝におけるリンパ球の細胞遺伝学的研究

早田勇、南久松真子 (障害基礎研究部)、青木芳郎 (障害臨床研究部)、中野隆史、恒元博 (病院部)、白貝彰宏 (物理研究部)

ヒト集団における放射線被曝の実態を細胞遺伝学的手法により明らかにし、公衆被曝の基礎資料を得ることが本研究の目的である。

放射線治療などによる医療被曝の線量の総計は公衆被曝の中で無視できない量になっている。放射線治療によって誘発される染色体異常の実態についての調査研究は、これまであまり実施されて

いない。放射線によって誘発される染色体異常は個人個人の感受性の違いも含んだ被曝線量の生物学的指標であり、被曝による生物学的影響 (リスク) を推定する基礎資料として学問的に重要な意味を持っている。本研究では、放医研病院部に来院し、放射線治療を受けた患者の末梢血リンパ球を昨年度に確立した2日間培養法で培養し、染色体標本作製し、染色体異常の解析を行なった。

平成元年度には子宮癌の放射線治療患者8名を解析し、治療終了後 (50~60 Gy 照射後) 100細胞中31~97個の割合で二動原体と環状染色体が出現することを明らかにした。

本年度は、新たに子宮癌患者3名および頭部腫瘍患者6名の染色体分析を行なった。このうち頭部腫瘍患者については治療終了後に加えて、治療中3~5回採血を行ない、被曝線量の増加に伴う染色体異常の増加の動態についての解析も行なった。頭部腫瘍患者の患部に照射された放射線量は50 Gy 以上であり、子宮癌患者の治療総線量とほぼ同様であった。リンパ球に出現した染色体異常は子宮癌患者に比べると極めて少なく、治療終了後に最も多く出現した例でも二動原体と環状染色体の数は200細胞中10個であった。この値は子宮癌治療患者で染色体異常が最も少なかった例の約6分の1であった。

頭部腫瘍患者の末梢血リンパ球に染色体異常が少なかったことは、頭部腫瘍の放射線照射野が子宮癌治療の場合に比べて狭いことが主因である。今後さらに分析症例数を増し、治療部位による差や個人差の有無についての検討を行なう予定である。

[研究発表]

(1) 早田、南久松、青木、中野：日本放射線影響学会第33回大会仙台、1990、10。

(2) 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

1. 発がんの機構と修飾に関する研究

① 放射線による胸腺リンパ種の前リンパ腫細胞の発生と増殖に関する研究

武藤正弘、久保えい子、神作仁子、佐渡敏彦 (生理病理研究部)

これまでに、X線誘発胸腺リンパ種の前リンパ腫細胞は、照射後かなり早い時期 (4-8日目) に胸腺内に生じ、照射後21-31日目には63%以上の個体の胸腺に検出されることを明らかにした。またセルソータによる細胞分離と移植実験から、

これらの前リンパ腫細胞は、分化の初期の未熟な細胞に、多く存在していることを明らかにしてきた。さらに 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) に対する抗体で解析したところ、TL-2 陽性細胞に前リンパ腫細胞が存在することが明らかになった。

次に問題になるのは、この TL-2 陽性細胞すべてが、がん化のイニシエーションを起こして前リンパ腫細胞になっているのかという点である。この疑問を解くには、個体別に TL-2 陽性細胞を分離し、限界希釈した一連のこれらの細胞を、宿主の胸腺に移植し、供与者由来 T 細胞リンパ腫の頻度をみることである。そこで B10.Thy1.1 マウスを照射後、14日目から1ヶ月目に TL-2 陽性細胞を分離し、細胞数を変えて、B10.Thy1.2 マウスの宿主の胸腺を移植して、発生してきた供与者由来 T 細胞リンパ腫の頻度を調べた。その結果ある照射個体の TL-2 陽性細胞を宿主の胸腺に移植した群では、供与者由来 T 細胞リンパ腫細胞が発生せず、別の個体の TL-2 陽性細胞を移植した場合に、供与者由来 T 細胞リンパ腫が発生した。この結果は、すべての TL-2 陽性細胞は、がん化のイニシエーションを起こしているのではなく、TL-2 陽性細胞の中から頻度の低い確率で、何らかのがん化への変化が生じて前リンパ腫細胞になっていることを示している。

がん化の初期変化の時期や、前リンパ腫細胞のクローナリティを解析するために、現在この実験系で生じた供与者由来 T 細胞リンパ腫について、T 細胞リセプターの遺伝子再配列の解析を行なっている。これらのリンパ腫細胞の遺伝子解析は、まだ1部しか行なわれていないが、これまで得られた結果では、 γ 遺伝子、 $V\gamma 14$ の遺伝子再配列が生じる時期にがん化の初期変化が生じていることを示唆する結果が得られている。

一方、X線分割照射マウスへ正常骨髄細胞を移植、あるいは致死量照射マウスへ分割照射マウス由来の骨髄細胞を移植したマウスに発生した胸腺リンパ腫の頻度とその起源についての解析の結果から、前リンパ腫細胞は骨髄における前 T 細胞の欠損条件のもとで再生を始めた胸腺内残存 T 前駆細胞の分化停止を引き金として発生するというモデルを提出した。今後 γ T 細胞リセプターの可変領域の DNA 配列の解析をも含めて、前リンパ腫細胞が、最初単一の細胞から生じてきたのか、

またがん化の初期変化がどのような変化であるのかを解析して行きたい。

[研究発表]

- (1) Muto, M., Kubo, E., Kamisaku, H. and Sado, T.: *J. Immunol.*, **144**, 849-853, 1990
- (2) Sado, T.: International, Symposium on "Radiation Carcinogenesis in the Whole Body System", Tokyo, 1990, 12.
- (3) Muto, M.: International Symposium on "Radiation Carcinogenesis in the Whole Body System" Tokyo, 1990, 12.
- (4) 武藤、久保、石原、佐渡：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10.
- (5) 久保、武藤、山岸、竹下、佐渡：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10.
- (6) 山岸、竹下、武藤、久保：日本癌学会第49回総会、札幌。1990、7.
- (7) 武藤、久保、石原、佐渡：日本免疫学会第20回大会東京、1990、11.
- (8) 石原、常岡、色田、吉田、根本、武藤：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10.

② 放射線誘発白血病リスクの修飾と低減化に関する研究

鈴木元、川瀬淑子、明石真言、能勢正子、青木芳朗 (障害臨床研究部)、大津裕司 (生理病理研究部)

1) G-CSF の放射線誘発白血病リスクの修飾

3Gy 急照射した RFM マウスに生食あるいはヒト・リコンビナント G-CSF $2\mu\text{g}$ を照射後7日間腹腔内投与した。各群204匹および非投与マウス152匹の生存日数、骨髄性白血病発症頻度を調べた。96%死亡した現時点で、骨髄性白血病の頻度は、生食群16%、G-CSF 群14%、非投与群15.8%であった。(非照射群(112匹)の頻度は、0%であった。)以上の結果は、G-CSF が急性放射性骨髄障害の急性期の治療薬として安全に使用できる事を示した。

2) IL-7 の胸腺細胞分化に与える影響

成体マウスの胸腺、胎仔胸腺、および骨髄移植後の再生過程の胸腺から mRNA を抽出してノーザン法で調べると、胸腺葉が増大する時期の胸腺に IL-7 遺伝子の発現が高い事が分かった。IL-7 がどの胸腺細胞分画に働いているのかを調べる目的で、胎齢14/15日の胎仔胸腺臓器培養の培養液中に培養2日目より1,000 U/ml の濃

度で添加し、経時的に観察した。IL-7を添加すると、CD4⁻8⁺3⁺T細胞の増加が顕著となった。培養液中に抗H-2KDL抗体(34-1-2S)を加えてCD4⁻8⁺3⁺T細胞の分化を抑制しておく、IL-7を添加してもCD4⁻8⁺3⁺T細胞は増加しない。この結果は、CD4⁻8⁺3⁺T細胞がその前駆細胞から分化する際にIL-7反応性を獲得する事を示す。IL-7がCD4⁻8⁺3⁺T細胞の分化因子そのものであるのか否かを決定するためには、中和抗体を用いたさらなる研究が必要である。

3) TLSFの精製

ストローマ細胞PA-6を1%FCS-ASF301培地で培養し、IL-1で刺激したときに産生される胸腺リンホーマ細胞刺激因子(TLSF)の精製を行った。3Lの培養上清から出発し、限外濾過(カットオフ1万)→ヘパリン・セファロース・カラム→DEAEセファロース・カラム→SDS-PAGE電気泳動にて分画した。この分画法で分けると、TLSF活性がある分子量1-2万前後にシルバーステインングで2-3本のバンドしか検出されない。HPLCゲル濾過カラムの併用が有効と思われる。他方、限外濾過法は、TLSF活性低下が強い為、ヘパリン・セファロースを用いたバッチワイズ法が1段目の精製濃縮に適すと考えられる。

【研究発表】

- ① 川瀬他：第53回日本血液学会、東京、1991、4.
- ② 鈴木他：第20回日本免疫学会、東京、1990、11.
- ③ Matsubara, H., Kosaka, H. et al.: *Int. Immunol.*, 2 : 755-763, 1990.

③ 放射線によるオンコジーン活性化に関する研究

石原弘、武内恒成(薬理化学研究部)、東智康(生物研究部)、宮本忠昭(病院部)

本課題は放射線によるオンコジーン構造機能異常の面から、発癌過程を分子レベルで解析することを目的とする。そのためには第一に放射線発癌実験系の設定、第二に癌細胞のインジケータ形質を分子として同定すること、第三に当該インジケータを遺伝子構造異常として同定単離すること、第四に集団分析のための技術および方法論の確立が必要である。現在までの分子生物学的知見は研究遂行に不十分であるために、本年度より上

記四条件の逐次解決のための分子生物学的研究を開始した。

発癌実験系としてマウス放射線誘発骨髄性白血病を選択した。正常細胞集団内に少数存在する前癌細胞同定のためには、前癌細胞形質を分子として同定する必要がある。この目的のために、既に癌化した細胞におけるインジケータとなり得る遺伝子構造機能異常をSouthernブロット、NorthernブロットおよびIn situ-ハイブリダイゼーション法により検討した。その結果、骨髄性白血病細胞共通の形質としてオンコジーンc-mycおよびc-myb RNAの増加を確認した。さらに、顆粒球様形質を示す白血病細胞に共通してオンコジーンc-fosおよびc-jun RNAが増加していた。これらのオンコジーン産物の機能は細胞分化増殖に直接関与しており、この形質は細胞の癌化過程で獲得したものであることが考えられる。これらのオンコジーン自身の大規模な変動は検出されなかったが、オンコジーン機能異常を誘発する遺伝子構造異常同定のためにRNA転写、RNA安定化ならびにオンコプロテインについて速度論的分析を行っている。

【研究発表】

- ① Ishihara & Shikita: *Anal. Biochem.*, 184, 204-207, 1990.
- ② Ishihara & Shikita: *Meth. Mol. Cell. Biol.*, 2, 37-40, 1990.
- ③ 石原、色田：蛋白質核酸酵素、35, 2037-2041, 1990.
- ④ 石原、常岡、色田：第52回日本血液学会総会、東京1990、3.
- ⑤ 石原、常岡、吉田、根本、武藤、色田：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10.
- ⑥ 東：第13回日本分子生物学会大会、京都、1990、11.

2. 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

① 遺伝的高リスク群の放射線感受性遺伝子の研究

塩見忠博、松田洋一、原田良信(遺伝研究部)

修復欠損紫外線感受性マウス細胞XL216に修復正常ヒト細胞DNAとプラスミドpSV2neo DNAを共導入することにより、修復正常(紫外線抵抗性)となった第一次形質転換細胞を2クローン得た。さらに第一次形質転換細胞DNAと

pSV2neo DNA を共導入することにより第二次形質転換細胞を得た。ヒト反復配列 AIu をプローブとしてサザンブロッティングを行った結果、第一次形質転換細胞 DNA では AIu を検出できたが、ほとんどの第二次形質転換細胞では AIu を検出できなかった。DNA 導入による形質転換細胞の出現頻度は、復帰突然変異頻度に比べ約千倍高いことから、これらが真の形質転換細胞である確率が高い。従って、目的とするヒト修復遺伝子及びその近傍には AIu が存在しないものと思われた。そこで第二次形質転換細胞 DNA を酵素的に部分切断し、同じく酵素的に線状化した pSV2neo DNA と接続した後、XL 216細胞に導入し、G 418及び紫外線に抵抗性となった第三次形質転換細胞を得た。さらに AIu を含まない第三次形質転換細胞 DNA を XL 216細胞に導入し、G 418と紫外線により第四次形質転換細胞のスクリーニングを行ったところ neo 遺伝子と修復遺伝子は高頻度で共導入されることが分かった。このことにより、目的とするヒト修復遺伝子及び近傍には AIu が存在しないこと、neo 遺伝子と修復遺伝子は近接して連結されていることが分かった。第四次形質転換細胞 DNA からコスミドベクター pJB8 を用いてコスミドライブラリーを作製した。ヒト修復遺伝子の近傍に pSV2neo DNA が連結されていることが分かっているのでコスミドライブラリーを neo 遺伝子の有無で選択した。neo 遺伝子を有するクローンは大腸菌をカナマイシン抵抗性にするのでコスミドライブラリーをインビトロでパッケージングした後、大腸菌に感染させ、カナマイシンを含むプレートで生育したコロニーを分離し、コスミドの DNA を抽出した。これらのコスミドクローンからヒト DNA を選び出した。さらにこれらのコスミドクローンを用いて、ウォーキングすることにより、第四次形質転換細胞 DNA 中のヒト DNA 部分をすべて回収することができた。これらの DNA より二つの断片を選び、プローブとしてサザンブロッティングを行った結果、これらの断片はマウス細胞 DNA には存在しないが、ヒト HeLa 細胞及び独立に分離した第一次、第二次形質転換細胞 DNA 全てに保持されていることが分かった。

[研究発表]

- (1) 塩見、塩見：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990.10.

② 遺伝的高リスク群の染色体不安定化関連ヒ

ト遺伝子の研究

堀雅明、高橋永一、辻秀雄、辻さつき（遺伝研究部）

遺伝的高リスク群の検出系の開発を目標に染色体不安定化の遺伝的素因と考えられるヒト染色体上の脆弱部位（FS）と染色体安定保持機構に関わる DNA 代謝関連ヒト遺伝子群の同定を行い、染色体工学的、遺伝子工学的手法を導入してその構造と機能を解析する。

(1) FS と染色体不安定性

ディスタマイシン A 誘導生 FS の fra (8) (q 24.1)、fra (16) (p 12) および fra (16) (q 22) について FS の発現条件（ディスタマイシン A、ヘキスト33258、ベレニール処理）を FS 保因者由来のリンパ芽球細胞株（LCL）を用いて検討した。その結果、LCL が FS 発現に関して末梢リンパ球での性質を保持していることが確認された。また、BrdU 存在下で FS 誘発剤処理を行うと 3 種類の FS とともに FS 発現頻度の上昇が認められた。さらに fra (16) (q 22) については FS 領域で姉妹染色分体交換（SCE）の有意な増加がみられ、fra (16) (q 22) 領域が DNA 組換えのホットスポットであることを示唆する結果が得られた。

(2) 通常型 FS、fra (3) (p 14) の集団細胞遺伝学的調査

一般健康人（1078人）を対象に通常型 FS、fra (3) (p 14) の発現頻度を調査した。葉酸欠乏条件下およびアフィディコリン（DNA 合成阻害剤）処理条件下において若年層で発現頻度が高くなる傾向が認められた。その原因は不明であるが、血清中の葉酸濃度が高いほど発現頻度が低下する傾向がみられ、葉酸感受性 FS の特徴を反映する結果が得られた。

(3) FS を指標とした FS 近傍の遺伝子マッピング

FS 領域の DNA 構造変異を解析する目的でピオチン標識 DNA プローブを用いた in situ ハイブリダイゼーション法（FISH）を確立し、FS 近傍の DNA / 遺伝子マーカーの検索を行った。本年度は fra (12) (q 13.1) の近傍（12 q 13.11-q 13.12）にコラーゲン遺伝子（COL2A1）を fra (8) (24.1) の近傍（8 q 24.12-q 24.13）に MYC 癌遺伝子をそれぞれマップした。

[研究発表]

- (1) Takahashi, E., Hori, T. and Sutherland, G. R.: *Cytogenet. Cell Genet.*, 54, 84-85, 1990

- (2) Takahashi, E., Hori, T., O'Connell, P., Leppert, M. and White, R.: *Cytogenet. Cell Genet.*, 1991 inpress
- (3) Tsuji, H., Hitomi, A., Takahashi, E., Murata, M., Ikeuchi, T., Tsuji, S. and Hori, T.: *Human Genet.*, 1991 in press
- (4) Murata, M., Otsuka, M., Hayakawa, Y., Takahashi, E., Tsuji, H., and Hori, T.: *Jpn.J. Human Genet.*, **35**, 291-302, 1990
- (5) Kudo, M., Sugawara, K., Hori, T., Enomoto, T., Hanaoka, T. and Ui, M.: *Exptl. Cell Res.*, **192**, 110-117, 1991

③ モデル実験動物の開発に関する研究

小林森、佐渡敏彦（生理病理研究部）、松本恒弥、岡本正則、松下悟（動植物管理課）、松田洋一（遺伝研究部）、広部知久（生物研究部）、研究協力者 富田静男、山田能政、桜田雅一（動植物管理課）

放射線感受性の発現や被曝による晩発疾患の発生に関わる遺伝的機構については不明な点が多い。このような問題を解決するための実験材料として、マウスリコンビナント近交系（マウス RIS）は極めて有効なモデル実験動物と考えられるので、我々は1セットのマウス RIS の確立を目指し育成を続けている。昭和63年度に既存近交系の C3H マウスと日本在来野生亜種の MOM マウスを親系統とした交雑系53ラインを作り、現在まで各ライン内での兄妹交配による継代を続けている。この交配による継代が20代以上重ねられると、そのラインは近交系として認められ、また、まとまった多数の近交系が育成されると1セットのマウス RIS が完成する。平成2年度も同様の継代を続けた結果、同年度末現在、10代に4ライン、9代に4ライン、7または8代に13ラインが到達した。しかし、32ラインは不妊または繁殖力低下のため継代不能となり、さらに継代不能となるライン数は増加の傾向にある。

マウス RIS は多数の系統で構成されるので、それらの維持や不測の病原微生物による汚染に備えて信頼度の高い系統保存技術の確立が必要となる。そのため、既存の各種の系統マウスを用いて受精卵凍結による系統保存および受精卵移植による除染法の検討も同時に進めている。受精卵凍結法による新生仔獲得の成功率は系統により大差があるので、その原因を明らかにするため2年度は系統別の受精卵の凍結・融解と、移植法や採卵後

の培養時間等についての検討や、自然排卵後および卵分割時間についての系統差の調査を行った。これらの基礎データに基づき6近交系統の保存を完了した。汚染マウス系統の清浄化に関し、除染して無菌マウスを作出するために必要な無菌精管結紮雄の作出法も確立した。

上記マウス RIS 育成のほかに、発がん機構解明に有用な全身キメラマウスを用いた実験系の開発・応用についても検討を進めてきた。その結果から、放射線誘発胸腺腫高発系の B10.Thy1.1 と低発系の STS.Thy1.2 より成る全身キメラマウスを用いた照射発がん実験系を考案した。この系を用いた実験を計画しており、2年度はキメラ作出に必要な両系統マウスの受精卵の採取と保存を開始した。

[研究発表]

- (1) 岡本、松本、松下：第37回日本実験動物学会、京都、1990.5.
- (2) Sado, T., Kubo, W., Kamisaku, H.: Internat'l. Sympo., "Radiation Carcinogenesis in the Whole-Body System", Tokyo, 1990. 12.
- (3) Okamoto, M., Matsushita, S., Matsumoto, T.: *Experimental Animals*, **39**, 601-603, 1990

(3) 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

1. 超ウラン元素の代謝に関する比較毒性学的研究

① 超ウラン元素の呼吸器への沈着、代謝に関する研究

高橋千太郎、久保田善久、佐藤宏、山田裕司、小木曾洋一、稲葉次郎（内部被ばく研究部）

超ウラン元素による内部被曝においてもっとも重要な体内摂取経路は吸入摂取である。本研究の目的は、呼吸器に沈着した粒子状超ウラン元素により、呼吸器ならびに身体各部がうける線量を計算し、その影響を評価するための、いわゆる気道内粒子代謝モデルを策定することである。すでに、この種のモデルは ICRP 等によって策定、勧告されているが、これらのモデルは単純な数字的モデルであって、生理学的な見地からは矛盾点も多い。したがって、既存の肺モデルによる線量評価の精度を向上させ、さらに、幼児等を含む一般公衆へも適用できる包括的な肺モデルを策定するた

めには、比較生理学、毒性学的見地から気道内粒子挙動の機序を再検討し、放射性粒子に対する既存肺モデルを基礎とした、より適用範囲の広い高精度代謝モデルを提示することが必要である。昨年度までに、 ^{198}Au -コロイド、 ^{59}Fe -水酸化コロイドの吸入実験、 $^{133}\text{BaSO}_4$ 粒子をトレーサーとした上部気道における粒子滞留ならびにリンパ系への移行率に関する検討を行ってきた。本年度は、これらの点について継続して実験を進めるとともに、他のグループと協力して酸化プルトニウムのラットへの吸入実験を行った。

(1) ^{59}Fe -コロイドならびに ^{239}Pu -重合体コロイドの肺マクロファージによる可溶化、細胞外放出の時間依存性について検討した。トレーサー粒子は気管内挿管法によりラットの肺深部に投与し、投与後1、3、7日に粒子を貪食した肺マクロファージを常法により洗浄採取し、ハンクス平衡塩類溶液中で一定時間培養することにより、細胞外へ放出される ^{239}Pu および ^{59}Fe の量を測定した。その結果 ^{239}Pu では、負荷後の時間経過に比例して細胞外放出量は増大したが、 ^{59}Fe では、ほぼ一定の細胞外放出率が認められ、粒子の種類によって肺マクロファージによる粒子の細胞内溶解、細胞外放出が時間的に変化することを示唆する知見が得られた。この知見は、肺深部における粒子の溶解に伴うクリアランスは摂取後の時間に依存せず一定と仮定しているICRPなどの既存肺モデルと大きく異なっており、今後さらに詳細な検討が必要と考えられた。

(2) 吸入された酸化プルトニウムの呼吸器における挙動、身体各部への移行、糞尿中への排泄等について、他実験グループと共同でラットへの吸入実験を行った。現在、肺およびその他の臓器中のプルトニウム濃度を測定中であるが、吸入後3-5日後まで上部気道沈着粒子に起因すると思われる急速な粒子の糞中排泄が認められること、吸入後3カ月までのデータでは、肺からの消失は比較的遅いこと等の知見が得られている。今後、臓器中プルトニウム濃度の測定を継続し、呼吸気道における粒子の溶解と他臓器への移行、沈着について検討する。

[研究発表]

- (1) 高橋、佐藤、久保田：環境科学会1990年研究発表会、東京、1990.11.
- (2) Kubota, Y. and Takahashi, S.: CEC EULEP Symposium, Oxford, U. K., 1990. 9.

- (3) Takahashi, S., Kubota, Y. and Sato, H.: *J. Radiat. Res.*, 31, 263-269, 1990.

2 放射性エアロゾル粒子の肺沈着モデルに関する研究

山田裕司、久保田善久、高橋千太郎、福田俊、飯田治三、小泉彰、宮本勝宏、稲葉次郎
(内部被ばく研究部)

放射性エアロゾル粒子の呼吸気道内沈着様式に関して適応範囲が広く精度の高いモデルを構築するため、動物実験としてラットへプルトニウムエアロゾルを吸入投与すると共に、ヒトの気管-気管支を模擬する呼吸気道キャストを用いた工学モデル実験を実施した。

吸入実験については、昨年度開始された酸化プルトニウムエアロゾルのラットへの鼻部曝露方式による吸入投与実験を、本年度はこれを定常化すると共に投与量の増大を図った。その結果、従来の10倍濃度のエアロゾル発生原液濃度を使用することにより空气中放射能濃度として1 Bq/ccを達成した。この濃度はラット肺深部初期沈着量として500~4000 Bqのレベルを期待できる濃度であり、発ガンを含めた内部被ばく影響研究の遂行に充分有効なレベルである。また、このときの粒子のサイズは放射能基準空動力学中央径AMADで0.4~0.5 μm 範囲であった。

一方、呼吸気道模擬キャストによるエアロゾル沈着モデル実験に関しては、ヒトの鼻咽頭(NP)部に引続き、気管-気管支(TB)部についても単分散エアロゾルによるキャスト内粒子沈着率測定を開始した。このキャストの気管支の分岐次数は最大10分岐で、合計55本の気管支が模擬されている。実験の結果、鼻咽頭部において認められた微小粒子の多大な沈着が気管-気管支部でも見られた。例えば、呼吸流量が毎分20 Lの吸気時における沈着率は、0.1 μm 粒子の場合に5%、0.005 μm では40%以上であった。一般的な傾向として、沈着率は粒子径が小さくなると共に、あるいは、呼吸流量が減少すると共に増大した。また、吸気時と呼気時とを比較すると、吸気時の方が僅かに沈着率が高いなどという実験結果を得た。

[研究発表]

- (1) 山田、小泉、福田、稲葉：第25回日本保健物理学会、つくば、1990.5.
- (2) 藤田*、織間*、清水*、本好*、福田、山田、小泉、稲葉：第25回日本保健物理学会、つ

くば、1990.5. (*日獣大)

- (3) Yamada, Y., Koizumi, A., Cheng, Y. S.* and Yeh, H. C.*: 3 rd International Aerosol Conf., Kyoto, 1990. 5. (* Lovelace ITRI, U.S.A.)
- (4) 小泉、山田、宮本、福田、飯田、石樽、佐藤、稲葉：第33回日本放射線影響学会、仙台、1990.10.

2. 超ウラン元素の生物効果に関する比較毒性学的研究

① アルファ放射体による組織微細線量評価に関する研究

石樽信人、仲野高志、榎本宏子、小木曾洋一、福田俊（内部被ばく研究部）

- (1) Pu の内部被曝研究において、沈着量の測定には、摘出臓器の測定以外に、生体のまま体外計測を行う方法が考えられる。これには、非破壊的方法として多くの長所があるが、低い確率で放出される低エネルギーのX線を検出しなければならず、また、作業者の安全を確保しつつ実施するためには、技術的な困難も多い。平成2年度においては、かかる体外計測法を整備し、ラットへのPu吸入実験に応用した。体外計測の実施手順は次の通りである。ラットの麻酔→一定の姿勢を保つために前肢を固定→ケースへ収納→ケースごとポリエチ袋へ封入→X/γ線計測（1000秒間）→飼育ケージへ返還。これら一連の作業に要する時間は30分である。検討の結果次の点が明らかとなった。①計数効率はジオメトリに比較的敏感である。②吸入（鼻部曝露）後2日以上経てば、ラットの体表面汚染は計数に殆ど寄与しない。③計数値の大部分は肺に残留するPuによるものであり、他臓器のPuの寄与は極めて小さい。④吸入後のラットの成長は、計数効率に大きく影響しない。⑤最小検出放射能は、誤差を10%とした時、120 Bq、30%とした時は30 Bqであった。本方法は、現在、ラットへのPuO₂吸入実験において、初期沈着量及びその動物個体間の一様性の測定や、肺におけるPuO₂の残留特性の測定に応用されている。なお、中型動物に関しては、較正に必要なファントムを試作し、検討を開始した。
- (2) α線の生物影響を細胞レベルで調べるため、放射性同位元素を用いた照射装置を試作した。これは、粒子加速器に比べ、エネルギーや粒子束密度の制限が大きい、普通の実験室で、マシンタイムの制約もなく、少人数で簡単に使えるという

長所がある。本装置の性能及び特徴は次の通りである。①α線エネルギー：3.20±0.26 MeV、②入射角度（平行性）：82.8±3.2度、③フルエンス率：4.7×10⁵cm⁻²分⁻¹、④LET∞：138 keV/μm、⑤線量率：0.10 Gy分⁻¹、⑥粒子束密度の良好な一様性、⑦照射中も培養条件の維持が可能。

〔研究発表〕

- (1) 石樽、榎本：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990.10.
- (2) 仲野：第21回放医研シンポジウム報文集、142-149、1990.
- (3) 石樽：第21回放医研シンポジウム報文集、150-157、1990.

② 超ウラン元素の生物効果とその発現機構に関する比較毒性学的研究

小木曾洋一、福田俊、山田裕、飯田治三、石樽信人、高橋千太郎、佐藤宏、久保田善久、山田裕司、稲葉次郎（内部被ばく研究部）

プルトニウム等超ウラン元素による内部被曝の生物影響の標的細胞とそれに対する線量の寄与および生物学的指標との関連を明らかにし、リスク評価に資することが本研究の目的である。本年度から以下のようにプルトニウムを投与した動物の標的器官（肺、肝、骨、造血系）における生物効果を検討する実験を開始するとともに、α放射線の標的細胞レベルでの生物効果を明らかにするため invitro 照射系を用いた基礎的研究にも着手した。

- (1) 最終的に肺がん誘発に有効な線量を及ぼす初期沈着量で、酸化プルトニウム・エアロゾルを肺深部に吸入させたラットにおける体内放射能滞留とその生物効果を長期的にフォロー・アップする実験を開始した。現在数千ベクレルの沈着量を吸入させたラットを飼育中で、吸入後数カ月での肺胞部には、炎症がみとめられ、肺洗浄細胞の形態的特徴として、小核形成や多核化、核分割像等が観察されている。また吸入後、肝、骨へも移行していくことも確認されたので、現在追跡中である。
- (2) プルトニウムの骨代謝への影響と動物種差を検索するために、体重(kg)あたり同一量の硝酸プルトニウム溶液をラットおよびビーグル犬に静脈注射して、骨梁骨、皮質骨、骨髄における分布を比較したところ、それぞれ大きな相違がみとめられた。また、ラットでは、骨代謝を変化させた

時のプルトニウム沈着・動態についての検討およびX線照射による骨線量と骨障害との関係についての検討も開始した。

(3) α 線の肺胞部細胞に及ぼす生物学的効果を基準放射線(Xまたは γ 線)の場合と比較するため、まず肺胞マクロファージのコロニー形成(生存率)を指標として放射線感受性を検討した結果、他の細胞に比し、 γ 線にはきわめて抵抗性であることが明らかであった。現在、開発した α 線照射装置(^{241}Am 線源)を用いて、コロニー形成のほか、小核形成等を指標とした検討も行っている。

[研究発表]

- (1) 小木曾、山田：日本放射線影響学会、仙台、1990、10.
- (2) 山田、小木曾：日本放射線影響学会、仙台、1990、10.
- (3) 福田、飯田、山田、小泉、佐藤、津浦*、吉田**：日本放射線影響学会、仙台、1990、10. (*技術部、**東京ニュークリアサービス)
- (4) 福田、飯田、宮本*、田辺**、高橋**：日本放射線影響学会、仙台、1990、10. (*病院部、**千葉大)
- (5) Oghiso, Y., Yamada, Y., and Shibata, Y.*: EULEP International Symposium on Role of the Alveolar Macrophage in the clearance of inhaled particles, Oxford, 1990, 9. (* East Carolina University)
- (6) Oghiso, Y., Yamada, Y., and Shibata, Y.: *J. Radiat. Res.*, 31, 324-332, 1990.

① キレート剤による生体除染とリスク低減に関する研究

佐藤宏、福田俊、飯田治三、稲葉次郎(内部被ばく研究部)

肺M ϕ による金属粒子の可溶化と細胞外放出に対するキレート剤の効果判定法を使用し、DTPAに高分子化合物を結合させ細胞膜の通過を可能にした高分子DTPAについてCa-DTPAとの効力比較を行った。セルロース結合型、シリカ結合型、デキストラン結合型について有意な細胞毒性の認められない濃度で水酸化プルトニウム(Pu)を取り込んだ肺M ϕ からのPu放出効果を検討した結果、高分子DTPAはいずれもCa-DTPAと同程度またはそれ以上の効果がみられ、Pu負荷後の時間経過にともない効果が小さくなる傾向が認められた。

一方、中国上海薬物研究所と共同で進めているキレート剤CBMIDAのPu除去効果を検索した結果、骨や肝臓からの除去率はCa-DTPAやZn-DTPAよりも高いことが認められた。副作用がDTPAとほぼ同様であるので、除去剤としての利用価値が認められる。またDTPAの副作用と放射線障害の発現に関する量的な比較を検討した。さらに、実用面で問題となる副作用のあるキレート剤以外の漢方薬や機能性食品等のPu除去効果をラットを用いて検索した結果、活性吸収型カルシウムを予防的に経口摂取した場合に骨や肝臓への沈着阻止効果が認められたことにより、内部被曝の低減を目的とした長期的投与への利用に高い期待が持たれ、引き続き検討を行っている。

[研究発表]

- (1) Fukuda, S., Hseih, Y. Y. and Chen, W.: *Hoken Butsuri*, 25, 115-119, 1990.
- (2) 福田：放医研シンポジウムシリーズ No. 21, pp. 229-236, 1990.
- (3) 佐藤：放医研シンポジウムシリーズ No. 21, pp. 222-228, 1990.
- (4) 福田、土倉*¹、池田*²、奈良*³、家森*³：日本保健物理学会第25回研究発表会、つくば、1990、5. (*¹研究生、*²島根難病研究所、*³島根医科大学病理)
- (5) 福田、飯田、稲葉：日本保健物理学会第25回研究発表会、つくば、1990、5.
- (6) 福田：放医研ミニシンポジウム、千葉、1990、7.
- (7) 佐藤：同上
- (8) 佐藤、久保田、高橋：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10.

② 内部被曝個人モニタリングの改善に関する研究

小泉彰、山田裕司、宮本勝宏、福田俊、飯田治三(内部被ばく研究部)

放射性物質の吸入による内部被曝は年々その重要性を増している。特にプルトニウムに代表されるアルファ核種による内部被曝では、摂取量に比して被曝線量(預託線量当量)が大きいにもかかわらず、計測技術に多くの問題が残されているため、被曝線量の評価に大きな不確定さが常に付随している。これらの問題のうち、本研究では、吸入されるエアロゾル粒子の粒子径分布(AMAD)と溶解性の2つを、日常的なモニタリングの中で知るための技術を確立し、内部被曝線量の評

価の迅速化を図り、さらに評価の精度を向上させることを目的としている。

エアロゾル粒子の粒子径分布（AMAD）は、吸入摂取量から肺深部沈着量を決定する際の、肺深部沈着率を大きく左右するファクタであるが、通常モニタリング手法では得られない情報である。そのため真の被曝線量と仮定に基づいた計算による評価値に大幅な誤差を生じる可能性がある。

一方、エアロゾル粒子の生体での溶解性も、肺深部沈着後の体内挙動を左右し、肝臓、骨表面等の被曝線量を決定するファクタであるが、通常のモニタリング手法では摂取後バイオアッセイによって排泄量を長期間追跡しなければならず、精度の高い線量評価には長時間を要する。

本研究では、通常実施されている空気汚染量のモニタリングを多段のフィルタで行い、空気汚染の検出時に空気汚染濃度と同時にエアロゾル粒子の粒子径分布を得る解析法の確立を目標としている。また、粒子の溶解性については工学的な溶解

性試験法（Dissolution Test）を確立し、この方法によって核燃料サイクルの各工学プロセスにおけるエアロゾル粒子の溶解性を測定し、データを予め準備することによって、迅速に、かつ高い精度の線量評価を可能にすることを目標としている。

これまでに集塵用フィルタ（HE-40T）の、種々の面風速における透過率曲線を用い、種々の粒子径分布の放射性エアロゾルに対する除染計数（DF）を数値計算によって算出した。一方、粒子径分布の測定された放射性金エアロゾルを3段フィルタでサンプリングし、解析によって得た粒子径分布と予め測定された粒子径分布とよく一致することを確認している。

本年度は、酸化プルトニウムエアロゾルを発生させ、多段フィルタ（HE-40T）を使用）でサンプリングし、各段のフィルタの放射能測定と粒子径解析を進めている。

〔研究発表〕

- (1) Yamada, Y., Koizumi, A.: *Hoken Buturi*, 26, 17-21, 1991.

2. 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

概 況

昭和63年度から5ヶ年計画で実施されている本特別研究は、青森県六ヶ所村に建設が予定されている核燃料再処理工場をはじめとする核燃料サイクル施設を重点に、原子力施設周辺環境と公衆の被曝線量評価に重要な情報を得るとともに、被曝の低減に資することを目的としている。

そのため、(1)放射性核種の環境中移行の解析とこれに必要な各種パラメーター群の算定、(2)年令別、性別代謝特性を含む日本人の身体特性を考慮した被曝線量推定システムの確立、(3)誘導限度を設定するための線量当量評価モデルの開発、の3中課題につき9つの小課題を設けて研究を分担している。

平成2年度には、

- (1) 海洋環境中での移行に関しては、フィールド調査およびトレーサー実験により、微量安定元素ならびに天然および人工長寿命放射性核種の海産生物による濃縮を検討した。陸圏環境中での挙動に関しては、トレーサー実験によりヨウ素の水稻への湿性沈着、土壌中テクネチウムの水稻などへの移行を検討し、またトリチウムガスの植物体内への移行、土壌表層中での有機形トリチウムの分解速度を調べた。
- (2) 人体および食品試料の分析結果から ^{226}Ra によるアルファ線被曝線量、 ^{232}Th および ^{238}U の摂取量を推定し、また動物実験により、多数の放射性核種の体内残留曲線のパターンとその年令依存性を明らかにし、線量推定をおこなった。
- (3) 日本人の身体特性に適合した体内被曝線量計算システムを開発し、これを用いて各種パラメーターの感度解析をおこない、さらにこのシステムのためのシンボルフアントムの開発、データベースの構築をおこなった。

また個人線量計の性能の実験的検討、全身計測用ファントムの作製など被曝線量測定値の精度向上をはかった。

フィールド観測データの解析から空間放射レベル上昇率と降雨間隔の関係を示す実験式を得た。また大気中放射性物質の粒径分布についても検討した。(長屋裕)

- (1) 環境安全評価のためのパラメーターに関する調査研究

① 沿岸海域における安定元素および長半減期核種のキャラクタリゼーション

中村清、石川昌史、石井紀明(海洋放射生態学研究部)、成田尚史*(*科学技術特別研究員)、長屋裕(那珂湊支所長)

核燃料再処理施設などから放出される放射性物質の沿岸海域における挙動をその地域的特性を中心として解明すること目的とし、微量安定元素ならびに天然および人工の長寿命放射性核種の濃度、局在性、化学形およびこれらの変動を調査し、放出される放射性物質の挙動の類推を検討している。

本年度は青森県沿岸生物の他に、対照地点として南西諸島石垣島周辺海域を選び、ICP-AESおよびICP-MSにより安定元素の分析を行った。青森県の太平洋沿岸産の生物としては魚類、軟体類、海藻の5種について分析したが、全ての元素が従来の日本沿岸海洋生物の報告値の濃度範囲に入っており、元素濃度の地域特性は観察されなかった。南方海域における魚類の筋肉中の元素濃度は、茨城県等で採取された魚類の筋肉の値と比較して大きな差はみられなかった。 ^{60}Co を特異的に濃縮することで知られているシャコガイ類の場合、腎臓においてMn、Zn等の特異的濃縮現象が観察されたが、これには細胞内金属顆粒が関与していることがわかった。

自然放射性核種としては茨城県沿岸産の褐藻、アカモクとウミトラノオについてTh同位体の測定を試みた。これら海藻中の $^{228}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ 、 $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ 比は外洋の海水とは異なっていた。今後測定例を増すと共に、海藻の成育域付近の海水、懸濁物、堆積物中のTh同位体と比較して、海藻中のTh同位体の起源、種による含量の差異、地域差等を検討する予定である。

人工放射性核種については、青森県太平洋岸および茨城県沿岸海産生物について、 $^{239,240}\text{Pu}$ および ^{137}Cs 濃度の測定を行った。青森県産生物の $^{239,240}\text{Pu}$ 濃度では、サクラマス等の骨の8.9 mBq/kg・生、マコガレイの内臓の10.1 mBq/kg・生、マコガレイの鰓の19.8 mBq/kg・生等、同魚種他の部位や他魚種と同じ部位と比較して、かなり高い濃度が観察された。 ^{144}Ce や $^{239,240}\text{Pu}$ 生物中濃度は、 ^{90}Sr や ^{137}Cs に比べてこのような不均一分布が見られる場合がやや多い。海水中の化学形、餌の寄与等、さらに検討する必要がある。本年度も青森県に水揚げされるサクラマス、カラフトマス等の廻遊性魚類の放射性核種の濃度を分析したが、沿岸性魚類との顕著な差は認めら

れなかった。沿岸性生物においては、青森県と茨城県との地域差はなかった。

[研究発表]

- (1) 石井他：日本水産学会誌、57、779-789、1991。
- (2) Ishikawa et al.: Nippon Suisan Gakkaishi, 57、1991. (in press)
- (3) Nagaya, Suzuki and Nakamura: Nippon Suisan Gakkaishi, 56、1599-1604、1990。

② 沿岸海域における生物濃縮パラメータ

中村良一、平野茂樹、中原元和、松葉満江、鈴木譲 (海洋放射生態学研究部)

海洋における放射性物質の生物濃縮パラメータの変動要因を調べる場合、我が国の地理的特性を十分考慮する必要がある。再処理工場などの原子力施設が立地する我が国周辺の沿岸は南北に長く、地形、海流も複雑で海域毎に水温、水質など環境条件が異なる可能性があり、それに伴って生物の種類、生理、生態などに差異を生じることもあるため、対象とする海域の特性を十分に考慮しつつ、フィールド試料の放射化学分析およびRIトレーサー実験を行って濃縮係数、取り込み定数、排出定数、生物学的半減期など各種パラメータの決定、検討を行った。

フィールド試料の放射化学分析では茨城県北茨城市五浦で採取した褐藻のウミトラノオ (*Sargassum thubergii*) のテクネチウム-99濃度を春から秋にかけて年別に定量した。1989年3月から同年7月までの期間に、その濃度は10.6~18.3 mBq/kg生の値であったが、1990年3月から同年7月の期間では6.3~9.3 mBq/kg生のやや低い値を示し、同じ海域の海藻の⁹⁹Tc濃度に年変動が観測された。さらに、前年に求めたウミトラノオの濃縮係数5,000-20,000の値を用いて海水中⁹⁹Tc濃度を逆算、推定すると1989年3月から同年7月までの期間には0.53~3.7 mBq/m³と見積もられたのに対して1990年の同期間には0.36~1.9 mBq/m³の値が推定された。これらの事からウミトラノオは海洋における⁹⁹Tcの挙動の指標生物として有用であることが確かめられた。また、千葉県御宿と銚子および青森県において採取した褐藻類のネジモク (*Sargassum sagamiannm*)、ヒジキ (*Hizekia fusiforme*) およびアカモク (*Sargassum horneri*) についても⁹⁹Tc濃度を求め、これら海藻の濃縮係数5,000を用いてそれぞれの海藻の成育海域の海水

中⁹⁹Tc濃度を計算した。

RIトレーサー実験によって青森県沿岸産のマボヤによる¹⁰³Ruおよび¹³⁷Csの濃縮パラメータを検討した。マボヤによる放射性物質の蓄積は他の動物同様に海水から直接の経路および餌を通じたの経路によって行われる。海水からの取り込み実験は¹⁰³Ruと¹³⁷Csを添加した50ℓの濾過海水中で8日間無投餌で飼育しマボヤにこれらのRIを取り込ませた。この間2~3日毎に海水交換とRIの添加を行って正常な飼育条件を保ち8日後には排出実験に入った。海水取り込みの実験結果は両核種に対して前述の各濃縮パラメータが得られたが、例えば、RuとCsのマボヤ全身に対する濃縮係数はそれぞれ130および2であり、解剖して外皮、軟体部(可食部)および体液に別けた場合の軟体部の濃縮係数は25および10であった。このことから分かるように各部位の分布を調べるとRuは外皮に、Csは軟体部に最大の分布を示すことが明らかにされた。他方、これらの核種を植物プランクトンに取り込ませ、それらを餌としてマボヤに与える実験を行って餌からのRuとCsの濃縮係数を求めると全身に対してそれぞれ60および0.1の値が得られ、マボヤへのこれらの核種の蓄積は餌よりは海水から優先的に行なわれることが明らかになった。

[研究発表]

- (1) 中村(良)、中原、鈴木：平成3年度日本水産学会春季大会、東京、1991、4。
- (2) 中原、中村(良)、鈴木：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10
- (3) 平野、松葉、鎌田：理工学における同位元素研究発表会、東京、1990、7。
- (4) 鈴木、中原、中村(良)：平成2年度日本水産学会秋季大会、奈良、1990、10。
- (5) 長屋、鈴木、中村(良)、中原、石井：海洋環境放射能総合評価事業成果報告書、青森県、1991。

③ 長半減期核種の農作物への移行パラメータの設定に関する調査研究

大桃洋一郎、中島敏行、鎌田博、松村康行、内田滋夫、住谷みさ子、柳沢啓、吉田聡、横須賀節子 (環境放射生態学研究部)

長半減期核種 (¹²⁹Iと⁹⁹Tc) の農作物への移行パラメータに関する本年度の主な成果を以下に述べる。

放射性ヨウ素の米への移行経路は、(イ) 大気

からの乾性沈着、(ロ) 大気からの雨などを通じた湿性沈着、(ハ) 土壌からの経根吸収が主なものである。(イ) と (ハ) については、前年度までにデータを得た。そこで、本年度は、(ロ) の湿性沈着経路に関して、 ^{125}I をトレーサーとして用いヨウ素の化学形を I^- に調整し、沈着実験をおこなった。その結果モミに沈着したヨウ素 (I^-) の95%以上がモミガラに留まっており、玄米に移行する割合は5%以下であることが分かった。また、モミ表面に沈着した放射性ヨウ素は、沈着後、時間が経過してもほとんど内部に移行しないことが明らかになった。今回は、 I^- に関する基礎的なデータを求めた。我が国のように降水量が多い地域においては、湿性沈着経路は十分検討する必要がある。今後は、雨水中のヨウ素のもう一つの化学形態である IO_3^- についての研究も行う予定である。

沈着経路以外では、外来研究員の参加を得て、水田土壌からのヨウ素の溶出についての研究をおこなった。その結果、土壌を湛水し、水稻を栽培することにより、土壌中の Eh が低下し、土壌に吸着していたヨウ素が土壌溶液に溶け出すことが明らかになった。

^{99}Tc については、前年度にハクサイやホウレン草への移行係数を求める研究を行ったが、今年度は、水稻及びコムギへの移行に関する基礎的研究を実施した。東海村で採取した山土にトレーサーとして $^{99\text{m}}\text{Tc}$ を添加し、ワグネルポットに充填した後水稻及びコムギの苗を植え、東海施設の植物栽培装置内で収穫まで約4カ月間栽培した。水稻及びコムギを各部位ごとに分け、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ の濃度を測定した。その結果、葉では止葉および他の下位葉においてムギの移行係数が300-500であったのに対し、水稻では3以下であった。種子への移行係数は、コムギでは約0.1であったのに対し、玄米では0.01以下であった。水稻とコムギで移行係数が大きく異なる原因としては、湛水状態と畑状態で Tc の化学形に差が生じたことによるものと推定される。今後も水稻などに関する実験を行い、データの蓄積をはかる予定である。

[研究発表]

- (1) 内田、村松、住谷、大桃：Radioisotopes、39、199-203、1990.
- (2) 柳沢、鎌田：第27回理工学における同位元素発表会、東京、1990、7
- (3) Muramatsu, Uchida, Sumiya, Yanagisawa & Ohmomo, 5th Int. Cong.

Ecology, Yokohama, 1990.

④ 化学形を考慮したトリチウム (^3H) の環境挙動

井上義和、宮本霧子、岩倉哲男 (環境衛生研究部)

昨年報告したトリチウムガス (T_2) の短時間野外放出に伴う松葉の有機成分への ^3H (OBT) の取り込みに関する測定データをさらに詳しく解析した結果、以下のことが判明した。 T_2 は放出後土壌に触れると微生物により速やかに酸化され、土壌表層に沈着した。その一部は速やかに蒸発し、大気中の HTO 濃度を上昇させた。松葉は気孔を通してその一部を取り込み、組織水の中の T (TFWT) 濃度は、急上昇し放出後5時間で放出前の約10倍の最高濃度に達した後、半減期約30時間で減少した。その後、松は土壌中を拡散し根圏に達した HTO を根より摂取して、TFWT 濃度の緩やかな上昇が2日後より観測され、少なくとも1週間上昇傾向が観測された。松葉の OBT 濃度について昨年報告した放出直後3時間までに起こるわずかな上昇は、有機物の交換性水素が T と置換するためであり、非交換性水素 OBT の濃度は、観測期間の1週間では上昇しないことが分かった。このことから、生育する植物が T_2 ガスに短時間曝らされても、危険度の高い非交換性 OBT は生成しないことが判明し、いくつかの文献で示唆されていた生成の可能性を野外実験で否定出来た。また、落葉の水分の ^3H 濃度は、放出直後より急上昇し5時間後放出前の約100倍の濃度に達したが、OBT 濃度の上昇はほとんど認められなかった。落葉中では微生物活動が盛んなため、 T_2 ガスが落葉表面で酸化され、直接的に HTO が落葉中を拡散するので松葉より約10倍高い濃度を観測したと考えられた。

他方、 T_2 または HTO が連続的に放出される場合、植物は長期間 T に曝される間、光合成により体内に非交換性 OBT を生産する。この OBT は、時間が経つと地上に落葉などとして沈着し、土壌微生物により分解酸化され、土壌中に HTO を生成し、周辺の T レベルに影響を及ぼす可能性がある。この可能性を評価するため、落葉中の OBT の分解速度の測定に関する予備実験を実施した。施設の近くで採取した OBT を含む落葉を粉碎して均一化した後、T を含まない水による洗浄と乾燥を繰り返し、水分形 T と交換性 OBT を除去した。その後 T を含まない水を加え

て、湿分を22~33%の範囲の異なる試料4個を調製した。これらの試料を34℃に保った恒温槽に入れ、水素形および水蒸気形Tを除去した空気をゆっくり通気しながら約4カ月放置した。その後、細菌の活動によりOBTから分解生成したHTOを真空蒸留法で試料から回収し、そのT量を測定した。この結果、分解過程が時間の指数関数で記述出来ると仮定すると、分解半減期は約3.5年と評価された。このことは、OBTの分解に伴うHTOの生成速度が遅いことを意味し、土壌中のOBTが環境中のHTOレベルに及ぼす影響は無視できることが示唆された。

[研究発表]

- (1) Inoue, Y., Iwakura, T.: J. Radiat. Res., **31**, 311-323 1990.
- (2) Hisamatu, S., Katumata, Y., Takizawa, Y., Inoue, Y. et al.: Radioisotopes, **39**, 457-463, 1990.
- (3) 井上、宮本、岩倉：日本保健物理学会第25回研究発表会、筑波、1990、5.

(2) 公衆のための代謝モデルの設定に関する研究

1. 長半減期核種の食品-人体系における移行と体内分布並びに標準日本人の生理的特性

河村日佐男、白石久二雄、五十嵐康人（環境放射生態学研究部）、田中義一郎*（*特別研究員）

公衆の体内被曝線量評価モデル確立のため、データの少ないアクチノイド核種等の摂取と体内分布を解明するとともに、関連超微量元素の摂取量等の測定を行い、標準日本人の代謝モデル並びに各年齢群の生理的特性の標準設定値に資することを目的とする。

本年度は、主として長半減期アクチノイド核種および関連アルファ核種の摂取量・体内量および標準日本人の各年齢の標準値を検討した。すなわち、前年度に行った環境中の代表的なアルファ核種である²²⁶Raの骨中濃度の分析測定に引き続き、標準日本人の器官重量を用いて骨組織に対する比実効エネルギー（SEE）を求め、被曝線量を推定した。その結果、アルファ線による日本人の赤色骨髄の年線量当量は、ICRP標準人よりも大きいことが示唆された。同時に、データの殆んど無い²³²Thおよび²³⁸Uの摂取量を求めるため、日本人成人の陰膳方式による食餌試料を用い、ICP-MSによって、ThおよびUの分析を行った。日本全国31ヶ所より収集した食餌試料から得

られた、Thの成人男子1人1日当りの摂取量の平均値と標準偏差は $0.41 \pm 0.21 \mu\text{g}$ 、また、Uの値は $0.71 \pm 0.31 \mu\text{g}$ であった。前年度分析した水戸試料の値（Th $0.28 \mu\text{g}$ 、U $0.66 \mu\text{g}$ ）およびその他の日本の文献値と比べても大きな差が無いこと、また、これほど多くの地域についての分析データはないことから、今回の結果は日本人の標準値に匹敵するものと言えよう。人体中の²³⁹Pu + ²⁴⁰Puについては特殊試料の分析測定を行った。また、多数の正常日本人の器官重量値をもとに、新生児、1、5、10、15、20-30および20-50才の男子・女子の標準値を検討した。

今後、代謝パラメータの検討と、標準日本人の各年齢の標準値設定のため、さらに分析測定とデータベース化を進める。

[研究発表]

- (1) 五十嵐、他：第27回理工学における同位元素研究発表会、東京、1990、7.
- (2) Shirashi, K., Takaku, Y.*、Yosimizu, K.*² Igarashi, Y., Masuda, K.* and Tanaka, G.*³: Internat. Trace Analysis Symp., 仙台、1990、7. (*丸文、*²日本分析セ、*³特別研究員)
- (3) 河村、五十嵐、白石、山本*、上野*：第33回日本放射線影響学会大会、仙台、1990、10. (*金沢大学)

(3) 誘導限度設定のための被曝線量評価モデルの開発

1. 体内被曝線量算定モデルの開発とデータベースの整備

本郷昭三、竹下洋（環境衛生研究部）、山口寛（物理研究部）岩井敏*（*三菱原子力）

日本人の幼児（1、5才）、若年（10、15才）、成人の体格およびICRPの標準人について体内被曝線量を計算するシステム：IDES 1（体格変換法を用いた計算）を、種々の用途から利用出来るように、放医研で開発した環境放射能迅速評価システム（ERENS）を用いてネットワーク化した。IDES 1計算システムは、パーソナル・コンピュータ（PC）上で開発されたもので、日本人の体格に相当する比吸収係数（SAF）を計算するSAF、比実行エネルギー（SEE）を計算するSEE、変換の総数を計算するUS、臓器線量当量、実効線量当量を計算するDOSEから構成されている。計算システムの登録はネットワー

クファイリング・システム（NFS）を用いプログラムおよびデータの主要部分をファイル・サーバに登録し、実行環境を NFS 対応に改良した。この NFS 機能を用いると、従来大型コンピュータでしか扱えなかったような大きなファイルの取り扱いが PC でもできるようになり、ICRP Publication 38 の 817 核種の全データを登録した。従来の IDES 1 では、未計算の SEE を計算するためには、核データを手動で入力し、それらのデータを計算ルーチンが処理し易い様にグループ化したものをファイルとして保存し、SEE プログラムを実行していた。今回開発した、SEE プログラムは ICRP Publication 38 のデータから直接 SEE を計算するように改良した。また、骨モデルに対しては従来、場合ごとにプログラム変更して計算を行うようになっていたが、骨モデル用のデータ・ベースを導入することにより自動的に SEE を計算する様に改良した。体内被曝線量計算システム（IDES 1）については、以前はフロッピー・ディスクでサービスを行っていたが、バージョンアップするたびにコピーしなおす必要があったが、現在ではファイル・サーバのソフトウェアをバージョンアップするだけでよいメンテナンスが非常に便利になった。IDES1 及び IDES1 による各種のパラメータの感度解析（線量計算に影響する度合いの解析）の結果の一部は、ネットワーク上のすべてのパーソナル・コンピュータからも利用可能である。

日本人の体内被曝線量計算を種々の角度から行うためには、日本人の体格・代謝データ、食物環境データについては現在データ・ベースの整備が必要である。これらは現在、LAN 上の各ステーションから追加、修正が混乱なく、出来るよう再設計中である。広域なダイナミクスや長期のダイナミクスを含めた体内被曝線量計算を研究するためには、広範囲の研究者の協力が必要であり、そのためにも、関係研究者が利用できる開放型のシステムにする予定である。

[研究発表]

- (1) 本郷、山口、竹下、岩井：日本放射線影響学会 33 回大会，仙台，1990. 10.
- (2) 竹下、山口、本郷、岩井：日本放射線影響学会 33 回大会，仙台，1990. 10.

2. 公衆の実効線量当量算定法の確立

内山隆司、白貝彰宏、野田豊（物理研究部）、隈元芳一（サイクロトロン管理課）

内山正史、中村裕司（総括安全解析研究官付）

(1) 公衆の線量評価のための基礎的研究

これまでの研究により、自由空間での照射線量や空気カーマが測定されれば、ICRP の勧告している実効線量当量も実効線量も、成人および子供について算定することができるようになった。一般環境における公衆の被曝線量を評価するためには、生活空間における公衆の線量に関する情報が必要である。この目的に使用できる個人および環境モニタとして、フィルムバッジ、熱ルミネセンス線量計、蛍光ガラス線量計などがある。今年度は、これらのモニタの基本特性を調べ、人手不足の折から、蛍光ガラス線量計が本研究のモニタに最適であると結論した。

(2) 内部被曝線量評価のための基礎的研究

訪ソした研究者らを対象に全身計測を続け、日本人に関して Cs の生物学的半減期を決定している。今年度は、体格の異なる全身計測用ファントムを作成し、¹³⁷Cs、¹³⁴Cs および ⁴⁰K についての校正定数の測定を行った。この結果、体格や年齢の異なる被検者について、体内放射能をより正確に定量できるようになった。

(3) 集団実効線量当量算定のための基礎的研究

ICRP の 1990 年勧告により、実効線量当量に代って実効線量 E が定義され、その算出に用いられる荷重係数が変動した。今後の集団実効線量当量算定に及ぼす影響について検討を開始した。また、線質係数 Q と勧告された放射線荷重係数 W_R の関係を環境放射線（中性子）について決めておく必要がある。この問題についても検討することになっている。

環境放射線のソースタームを早急にきめ、いくつかの生活環境を想定した公衆の線量評価を実施するよう研究計画の見直しを行った。

[研究発表]

- 1) Murayama, T. Kumamoto, Y. and Noda, Y.; USSR ALL Union Conference on Geochemical pathways of migration of artificial radionuclides in biosphere, Gomel, Oct, 1990
3. 体外、呼吸器被曝に影響を与える環境パラメータ
藤高和信、阿部道子（環境衛生研究部）、阿部史朗（特別研究官）
バックグラウンド空間放射線レベルの変動に最

も大きな影響のある自然因子の一つは気象である。特に、降雨による大気中放射性物質の地面への沈着はバックグラウンド・レベルを200%以上も上昇させる。当グループは放医研敷地内に直径2インチのNaI (TI) 空間放射線モニタと光学式雨量計を並べて設置し、同時連続観測を続けている。この雨量計の感度は転倒ます型雨量計の100倍以上あり、降雨開始時と降雨停止時を正確に決定できる。

いったん降雨があると沈着によって大気中に浮遊する放射性物質の濃度は低下するが、ある程度の時間経たないとその濃度が回復しない。そのため、ある雨の停止後、一定時間の空白を挟んでから次の雨が始まるのでないと十分な沈着が起きず、空間放射線レベルの顕著な上昇も起きない。そこに働く法則を明らかにするため、今までは降雨による空間放射線レベル上昇のイベント発生時の降雨間隔に対する分布を調べてきた。

今年度は上昇イベントの「発生」だけでなく、上昇の大きさにも注目し、どれだけの時間が経ってから次の雨が降ればどれだけ放射線レベル上昇するかを解析した。その結果、降雨間隔 t とベースラインに対する相対上昇率 Y (%)の間には巨視的な関係があることが分かった。降雨間隔が長いほど上昇率は増大するが、降雨間隔が約1日を越えると上昇率はほとんど一定になる。この関係を最小自乗法によるモデル関数のカーブ・フィッティングで求めたところ、 Y は t のべき型の複雑な関数で表現できることが分かった。このモデル式は降雨間隔が1時間より短い部分に大きく依存する形状をしているため、その部分を慎重に検討しなければならぬ。しかし降雨間隔が短ければそれだけ空間放射線レベル上昇が小さくなり、イベントとしても目立たない。現在そのような短い降雨間隔のデータ入手に努めている。このような降雨による空間放射線レベル上昇の大きさと降雨間隔の間の定量的な関係を一つのモデル式で表現したのは当研究が最初である。

[研究発表]

- (1) 藤高、阿部：日本保健物理学会第25回研究発表会、つくば、1990、5。
- (2) 阿部、阿部：文部省科学研究費総合研究A報告会、東京、1990、3。

2. 放射性物質の年齢群別体内代謝

西村義一、武田洋、湯川雅枝、木村健一
(環境衛生研究部)、稲葉次郎(内部被ばく

研究部)、上島久正(養成訓練部)、
市川龍資*(*特別研究員)

環境中に放出された放射性物質による公衆の被曝線量を算定する場合、そこには新生児から老人まで広範にわたる年齢の人々が含まれている。チェルノブイリ事故以来、国際放射線防護委員会(ICRP)も一般公衆の被曝線量評価の必要性を認識し、タスクグループを作り年齢群別の線量係数を設定する方向で作業が進められている。しかし、幼若児での代謝データが少ないこともあり、これらの基礎情報の取得が強く望まれている。本研究の目的は放射性物質代謝の年齢依存性とその代謝機構を実験的に明らかにし、より精度の高い年齢群別線量係数を設定することである。今年度も昨年度に引き続き、環境放射能上重要と考えられるいくつかの核種について幼若期における代謝特性を明らかにする実験を行うとともに線量計算に必要な情報の取得に努め、一部の核種については実験データをもとに体内被曝線量計算システム(IDES)を用いて年齢群別の線量係数の試算等を行った。その結果、 ^{75}Se および $^{110\text{m}}\text{Ag}$ ともに多くの放射性核種で見られたように、幼若児ほど消化管吸収率が高くなるという年齢依存性が観察された。しかし、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ においては静脈内投与したにもかかわらず糞中へ大半が排泄されるなど、興味深い現象が観察された。また、哺乳期ラットに経口投与した $^{110\text{m}}\text{Ag}$ は消化管内で滞留しており、この滞留時間は線量算定の際に大きな影響を及ぼす因子であることがわかった。さらに $^{110\text{m}}\text{Ag}$ と同じくチェルノブイリ事故後のフォールアウトで検出された ^{125}Sb の幼若期・胎児期における代謝情報を得る実験を開始した。

^3H および ^{14}C に関しては、胎児期・乳児期での情報が特に不足しているため、経胎盤移行・経母乳移行に着目した実験を行っている。これまで食品を介する被曝を考慮して主にアミノ酸の形で妊娠動物に与えた ^3H と ^{14}C の胎児および新生児への移行を調べてきたが、今年度は一般環境中での主要な存在形態と考えられるトリチウム水と ^{14}C -重炭酸塩を使い経胎盤移行による胎児への移行に関する実験を行った。その結果、胎児へ取り込まれた放射能の濃度は投与時の放射能の化学形と胎児の年齢に依存して異なることが判明した。なお、これまでに調査した化合物の多くが妊娠後期に投与した場合ほど胎児中の放射能濃度は高くなる傾向が見られたが、トリチウム水のみが胎児期初期に投与した場合により高い放射能濃度

を示した。これは胎児がその成長の最も盛んな妊娠後期により多くの物質を取り込むこと、一方で若齢の胎児の方がより多く水分を含んでいることに起因すると考えられる。また胎児へ取り込まれた放射能濃度を母体臓器中の放射能濃度と比較すると、トリチウム水以外の化合物を投与した場合の胎児での放射能濃度は母体側臓器のほぼ平均的な値か、それ以下であった。母体臓器に比べ急速な体重増加があるにも拘らず胎児への高い取り込みが見られないのは胎盤移行における何らかの障壁効果が働いているように思われる。なお、トリチウム水の胎児への移行に対しては胎盤の障壁効果は見られなかった。今後、オートラジオグラフィ等の手法も取り入れ、経胎盤移行の機構を定性・定量的に解明していく予定である。

得られた結果はICRP Committee 2のTask Group on Age Dependent Dose - Factorに反映され、1989年に刊行されたICRP Publ. 56 Part 1

(Age - dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides)に引用され、今後刊行される予定のPart 2, 3にも有益な情報を与えている。

[研究発表]

- (1) 西村、稲葉：日本保健物理学会第25回研究発表会、筑波、1990. 5.
- (2) Matsusaka, N. and Nishimura, Y.; 7th International Symposium of Trace Elements in Man and Animals, Yugoslavia, 1990. 5.
- (3) 西村・稲葉：第一回微量元素学会、日大、1990. 6.
- (4) 西村、稲葉：Biomed. Res. on Trace Elements, 1, 207-208, 1990.
- (5) Nishimura, Y., Inaba, J., Watari, K and Matsusaka, N.: J. Rad. Res., 31, 110-118, 1990.

3. 重粒子線によるがん治療に関する調査研究

概 要

重粒子線治療の臨床試行は平成5年度開始される予定である。重粒子線治療を実施するについては、重粒子線の測定技術を確認すると共に重粒子線の生物効果を追求して正常組織の耐容線量を確かめ、照射スケジュールを定めなければならない。さらに、重粒子線治療の精度に対応できる治療技術を整備する必要がある。

重粒子線治療のために必要な前臨床研究に重点を置いて特別研究を進めた。

1. 重粒子線治療のための物理、生物学的基礎調査研究：

理化学研究所のビームポートを利用して、135 MeV / n 炭素イオンによる研究が始まった。その結果、イオンの吸収線量が不確か度6%程度の精度で測定可能なことが分り、音響パルス法により入射イオンのピーク位置を確認する研究が進んだ。一方、生物学的研究の分野では、腫瘍増殖遅延を指標にした場合の炭素イオンのRBEは2.5~2.9の間にあり、その値は30 MeV (d-Be) 中性子線に略々近い。炭素イオンの拡大ピーク形式に関する技術も前進した。

2. 重粒子線治療における核医学に関する基礎研究：

放射線照射によって脳線体のドーパミンレセプターの結合が変化することが分り、放射化ビーム照射における画像診断のシュミレーション研究が進んだ。

3. 重粒子線治療に関する臨床的研究：

1991年5月までに、1919名の患者が速中性子線治療を受け、陽子線治療は73名の患者について行なわれた。耳下線癌、パネコースト腫瘍、前立腺癌と共に悪性黒色腫、骨肉腫が速中性子線の適応になることが確認され、重粒子線治療の対象になる疾患の検討も進んだ。重粒子線治療の3次元治療計画法の研究も精力的に行なわれている。

4. 重粒子線がん治療の総合的調査研究：

重粒子線治療に関連する基礎研究の成果を評価して研究進度を調整し、前臨床研究の年次計画を定めた。(恒元 博)

(1) 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、喜多尾憲助、川島勝弘(物理研究部)、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(臨床研究部)、中野隆史、佐藤眞一郎、坂下邦雄、柴山晃一(病院部)

(1)電離箱線量計

高LET放射線を得る方法の一つとして、低エネルギー荷電粒子線が利用できる。バンデグラフ加速器により2.8 MeVに加速された陽子線を気体中に取り出し、電離分布や飛程の測定を行った。電極間隔3cm、各電極幅1cmで、24チャンネルを有する平行平板電離箱を試作した。各チャンネルの信号を微小電流カードを介して、スイッチング装置により電荷を測定した。空気中での電離分布から飛程を算定し、理論値との比較を行った。今後種々の電離ガスを用いて、低エネルギー陽子線の阻止能を測定する。又これらのガスのW値を2%以下で評価する。これらの値を重粒子線の線量測定に利用し、線量評価精度の向上に役立つ。

(2)カロリメータ

放射線照射により物質に付与されるエネルギーは、原子核反応や放射線化学反応による発熱または吸熱が無視できる場合には、最終的には熱エネルギーとして堆積されるので、カロリメータは最も直接的な吸収線量測定法である。前年度の吸収体物質や温度センサーや測定回路系の基礎的検討を踏まえて、カロリメータを製作した。物質としてカーボン、アルミニウムを用い、各々部分吸収型の吸収体を作り、これらを断熱用の真空容器に装着した。測定系はデジタル化、コンピュータ化すると共に遠隔操作を可能にした。

(3)ファラデーカップ

粒子フルエンスが求まると質量阻止能を用いて重粒子線の吸収線量を算出することが出来る。荷電粒子のフルエンス測定には、シンチレータ等を用いて入射粒子に対応した出力パネルを計数する方法と、ファラデーカップを用いてビームカレントを測定する方法がある。放射線治療で用いる高い線量率領域において、前者の方法ではパルスのパイルアップにより正しく測定することが困難である。そこでファラデーカップ法により粒子フルエンスを求めることとし、その製作に着手した。前年度の真空系製作に引き続き、無酸素銅のカップ部とアクリルの絶縁部を完成した。これらを真

空系内に設置し、一次粒子の電荷数の変化や二次粒子の発生が無視できる真空度が達成出来れば、吸収線量測定の一手段として利用できる。

[研究発表]

- (1) 平岡、星野、福村、川島、竹下：第59回物理部会大会，神戸，1990. 4
- (2) 早川、稲田、平岡：同上
- (3) 稲田、早川、有本、平岡、他：日本医放会誌，50、404-411、1990
- (4) Hiraoka, Kanai, Hoshino, Fukumura, Kawashima: 32nd AAPM Meeting, St. Louis, 1990. 7.

② 重粒子線の初期過程および生物作用モデルに関する研究

丸山隆司、星野一雄、山口寛、野田豊、中島敏行、(物理研究部) 大原弘 (障害基礎研究部)、河内清光、小川博嗣、佐藤健次、佐藤幸夫、金井達明、(医用重粒子線研究部)、隈元芳一 (サイクロトロン管理課)、根井充 (養成訓練部)

- 1) 重粒子線の初期過程と生物作用モデル
 - a) 重粒子線の生物効果を解析するモデルの開発の初期段階として、重粒子線の飛跡構造及びそれによる水中のラジカル生成量を推定する方法を引き続き検討した。その結果、飛跡構造とラジカル生成量との関係がさらに明確となり、モデル化にさらに一歩近づくことができた。
 - b) 理化学研究所の炭素イオンを利用して、モデル化を助けるための細胞実験を行うと共に、実験データの解析に必要な水中のLET分布の測定を行った。
 - c) 陽子線について、比例計数管による線エネルギー付与、y分布の測定を引き続き行った。計数管内のガス圧を下げることにより、さらに電子回路の改良を加えることにより、500 nm領域での測定が可能となった。今後、マイクロシメトリからナノシメトリへと測定をすすめていく。
 - d) 引き続き、重粒子線の生物作用のモデル化のため、文献的調査とそれらのモデルによる細胞生残率曲線のフィッティングを試み、早急に重粒子線の生物効果を予測するモデルの開発をはかりたい。
- 2) 重粒子線治療のための患者と医療関係者の安全管理
重粒子線と物質との相互作用の文献整理、パー

クレイなど重粒子線使用施設における放射線管理の文献的調査をつづけている。放医研における重粒子線治療は、青写真からはっきりとした現実像になりつつある。今年度も陽子線による種々物質の放射化実験を行った。今後、加速器と照射系の建設計画をみながら、重粒子線治療施設での安全管理マニュアルのための基礎資料をまとめていきたい。

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、曾我文宣、遠藤真広、河野俊之、小川博嗣、山田孝信、山田聰、佐藤幸夫、佐藤健次、板野明史、金沢光隆、高田栄一、野田耕司、平尾泰男 (医用重粒子線研究部) 平岡武、野田豊、福村明史 (物理研究部) 中村譲 (臨床研究部)、森田新六、中野隆史、坂下邦雄 (病院部)、養原伸一*、須藤美智雄*、(*客員研究官)

重粒子線治療に関連する各種機器は未開発のものが多く、今後の開発研究に大きな期待がかけられている。このグループの課題は、

- (1) 重粒子線実験照射装置の開発
 - (2) 重粒子線リッジフィルターに関する研究
 - (3) 重粒子線照射野形成法に関する研究
- 等を考えており、(1)の課題に対し平成元年度及び2年度にわたり、理研リングサイクロトロン of 重イオンビームを使った医療に関連する物理・生物学的基礎実験を行うビームポートを整備した。この装置を利用する基礎研究は、重粒子線治療関連機器の開発に必要な基礎データを提供するだけでなく、重粒子線がん治療装置完成時に、臨床試行に移行するまでに、どのような手法で、また、どのような手順で実験を行うかを確立することが当面の目標である。

この照射ポートは、照射野を拡大するための一対のワブラー電磁石、散乱体箱、実験用真空箱、真空排気装置、レンジシフター、レンジモジュレータ、線量モニタ、コリメータスリット及びそれ等を操作する制御計算機等で構成されている。

このビームラインは、平成2年度前年に完成し、110 MeV / u のアルゴンイオン、及び135 MeV / u の炭素イオンについてビームの計測、線量モニタの校正を行い、細胞実験、小動物実験等を開始した。ビームは少なくとも直径8 cmにわたって均一な照射野が得られた。

動物実験に際しては、(2)の課題が重要であり、そのためには物理、生物に関するさまざまな基礎

データを必要とするが、当面、細胞照射実験の結果を踏まえて、レンジモジュレータを製作し、小動物の腫瘍等への照射実験に備える計画である。

一方、放医研サイクロトロン陽子ビームを使って重粒子線がん治療装置に組み込むビームモニターの試験等を行っている。

〔研究発表〕

金井達明他：日医放物理部会第61回大会、京都、1991

④ 細胞の感受性と修復に関する研究

大原弘、笠井清美、五日市ひろみ、福津久美子、坪井篤、小島栄一、田中薫、佐藤弘毅（障害基礎研究部）金井達明、河内清光、曾我文宣、養原伸一（医用重粒子線研究部）、松本信二、古瀬雅子（薬理化学研究部）、大津裕司、古瀬健（生理病理研究部）、根井充（養成訓練部）、山口寛（物理研究部）

培養細胞など主として IN VITRO 実験系を利用して重粒子線に依る細胞の感受性とその修飾要因ならびに効果を調べることを目的とするが、本年度は理研の重イオンビーム（C 135 MeV / n および Ar 95 MeV / n）が細胞不活化実験に利用可能となったので、その細胞致死効果、LET 変動との関連性、染色体異常誘発頻度を調べ、これら重イオン線の生物効果を明らかにすると共に、一次ビームの利用からピーク拡大ビームの試作とその利用を可能にする基礎的研究を行なった。

実験成果の概要は次の通りであった。

- (1) 理研重イオン一次ビームの細胞致死効果を調べた。チャイニーズハムスター V-79細胞に対する Ar 線の効果は37%致死率で RBE は2.48であり、C 線で同様に2.11であった。C 線で異なる厚さの吸収体の組合せを利用して得られる LET 変化に対する細胞致死効果の変動は125 KeV / μm 付近で極大ピークを形成する。この結果、昨年度迄の放医研での実験結果と合せて400 KeV / μm に至るまで連続的な LET vs RBE の変化が得られた。
- (2) C線および Ar 線の細胞生残曲線の特長は低 LET 放射線の場合に見られる肩部は無く、単一ヒット型で LET 変動に対してその勾配を変化させる。重イオン線の照射を受けた細胞では障害回復能は著しく低下することが明らかになった。
- (3) 理研の C線はそのエネルギーからブラッグピークを深部方向に約4.0cm幅に拡大出来る。(1)

の結果から拡大ビーム用デグレーダーの試作を行ない、制作された拡大ビームの前・中・後部で細胞致死効果と LET の分布を調べた。拡大ビーム内の生物効果は必ずしも一定ではなかったが、LET の変動に依存していることは明らかであった。

(4) これらの研究結果から、拡大ビームの本格的利用が可能となり、多種の生物材料による実験および IN VIVO に生物実験が拡大される見通しとなった。

〔研究発表〕

- (1) 大原、金井、五日市、福津、江口、佐藤、徐、谷田貝、高橋：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990. 10.
- (2) 大原：理研シンポジウム、和光市、1991. 2.

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、古川重夫、橋本隆裕、福田寛、（臨床研究部）大原弘（障害基礎研究部）、佐藤眞一郎、久保田進、中野隆史、岡邦行、向井稔、宮本忠昭（病院部）、古瀬健（生理病理研究部）、松本恒弥、松下悟（動植物管理課）、上島久正（養成訓練部）

重粒子線による治療効果を早期に判定する方法を開発することが目的である。腫瘍治療効果に関しては、マウス移植腫瘍を用いて、理研重粒炭素線による増殖抑制効果を調べ、また放医研速中性子線によるヒト由来唾液腺腫瘍に対する殺細胞効果と腫瘍増殖抑制効果について研究した。一方、正常組織障害に関しては、炭素線によるマウス皮膚短縮効果について調べ、LET と RBE の関係を求める実験を行なった。更に、脳に対する粒子線照射効果を定量的に求めるべく、核磁気共鳴法の有用性について研究を開始した。

実験成果の概要は下記の通りであった。

- (1) 理研炭素線による腫瘍増殖抑制効果を調べた。C3H マウスに移植した NFSa 線維肉腫に対する炭素線の RBE は、セシウムガンマー線を対照とした場合に、末拡大平坦部で1.4、拡大ピーク外入射部で1.5、拡大ピーク内上流部で1.8、そして拡大ピーク内下流部で2.5であった。因みに、同じ腫瘍に対する速中性子線の RBE は、2.5である。
- (2) ヒト由来唾液腺腫瘍に対する速中性子線の照射効果を実験的に調べた。HSGc-C5 をヌード

マウスに移植し、2週間後に腫瘍を局所照射し、増殖抑制を調べた。臨床治療で用いられる1~2 Gy 速中性子線のRBEは、低酸素状態の腫瘍で8~10、通常状態(空気呼吸下)で3~8であった。一方、照射後に腫瘍を摘出し、培養系でコロニー形成をさせて生存曲線を求めると、低酸素状態でのRBEは5、通常状態でのRBEは3となった。

(3) 皮膚に対する炭素線および速中性子線の障害を調べた。マウス下肢皮内に墨汁で2点に入墨し、皮膚照射後に入墨点間距離を外部計測し、皮膚短縮率を求めた。炭素線平坦部で照射したところ、LETと線量に依存した結果が得られた。LET 22 KeV/ μm と98.8 KeV/ μm の間では、同一障害をもたらす線量が2倍異なることが判明した。また、皮膚のみ照射した場合には、筋肉・骨を含む照射と異なり、下肢の拘縮が起こらないことが判った。ガンマ線照射後の皮膚短縮率は1年経過すると、低線量(20 Gy以下)で進行が著しかったが、速中性子線では進行が少なく、その結果RBEは早期よりも晩期の方が小さくなっていった。

[研究発表]

- 1) Ono, K., Nagata, Y., Akuta, K., Abe, M., Ando, K. and Koike, S.: Radiat. 123, 345, 1990
- 2) 安藤興一: 日本放射線腫瘍学会90年夏期大会, 九州
- 3) 安藤、小池: 第49回日本癌学会総会, 1990, 7
- 4) 橋本、池平、安藤他: 第16回日本磁気共鳴医学会, 1990, 9

(2) 重粒子線治療における核医学に関する基礎的研究

① 標識薬剤の開発に関する研究

井上修、入江俊章、福土清、橋本隆裕、山崎統四郎(臨床研究部) 鈴木和年(サイクロトロン管理課)、北爪雅之(動植物管理課)

腫瘍に選択的に集積し、かつその集積が腫瘍の生化学的性質を反映するような放射性薬剤を開発することは、腫瘍の質的診断や、重粒子線による治療効果の判定において有用であると考えられる。

今回我々は腫瘍のアミノ酸代謝を測定することを目的として、 ^{13}N -標識タイロシンの酵素を利用した合成反応に関する検討を行った。 ^{13}N -ア

ンモニア、フェノール、ピルビン酸を、精製した β -タイロシナーゼで反応させ、種々の条件検討を行った結果、約30~35%の収量で ^{13}N -タイロシンを合成できることが判明した。今後迅速な単離精製法の確立、および担かん動物における動態測定を行う予定である。

一方、グリオーマの診断への応用が期待される ^{11}C -PK 11195に関しては既に前臨床段階における有用性の評価を完了しており、次の段階としてPETにより得られた外部計測データに基づいて、各組織における末梢性ベンゾジアゼピンセプターの定量的解析法を確立することが必要である。今回ラットにおける ^{11}C -PK 11195の体内動態を担体無添加および担体(1 mg/kg)同時投与の状態と比較測定し、コンパートメントモデルを用いた速度論的解析を行った。その結果少なくとも心筋、腎における末梢性ベンゾジアゼピンセプターについては定量解析が可能であった。またグリオーマを頸部に移植したラットにおける動態についても予備的な測定を行った。

その他ベンジルアミン誘導体の α -メチル基を化学修飾し、異なるpKa値を有する2種類のアミン(N、 α -ジメチルベンジルアミン、N-メチル、 α -トリフルオロメチルベンジルアミン)をそれぞれ ^3H 、 ^{14}C で標識し、マウス体内動態について比較検討した。

更に放射線照射に伴う正常組織の障害をトレーサー法で検出することを目的として、ラットまたはマウス頭部に陽子線照射を行い、血流量、アセチルコリンエステラーゼ活性、ドーパミンセプター活性について予備的な測定を行い、セプターのインビボ結合を指標として、放射線照射に伴う脳機能の変化を観察できる可能性を示唆された。またPET測定の新技術の一つとして、サルを用いたPET測定システムの確立を行った。以上の研究概要のうち一部は大阪バイオサイエンス研究所、浜松ホトニクス株式会社との共同研究によるものである。

[研究発表]

1. Suzuki, K., Inoue, O., Tamate, K. and Mikado, F. Appl. Radiat. Isot. 41, 593-599, 1990
2. Suzuki, K.,: Radiochimica Acta, 50, 49-53, 1990
3. Suzuki, K. and Inoue O.: Proc.2nd Int. Sympon Advanced Nuclear Energy Research - Evolution by Accelerators - .

Jan. 24-26, 1990, Mito, Japan

- Inoue, O., Tsukada, H., Kobayashi, K., Sahara, T., Itoh, T. Swim Stress Alters In Vivo Binding of [³H] - N - methylspiperone. *Neuropharmacology*. in press. 30, 1101-1106, 1991.
- Inoue, O., Kobayashi, K., Suzuki, T. The Effect of Benzodiazepine on - SCH 23390 In Vivo. *Neuropharmacology*. Binding in press.

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）山崎統四郎、福田寛（臨床研究部）、遠藤真広（医用重粒子線研究部）、田中栄一*（*特別研究員）

本研究はがん診断に必要な高分解能ポジトロンCT装置の定量性向上の方式および装置の開発研究を行なうことを目的としている。これまでのポジトロンCT装置の開発は高分解能化を目指して進めてきており、前年度までに半値幅3.5mmの高分解能ポジトロンCT装置の実用機を完成させて、性能に関する物理的ならびに臨床的評価を行った。その結果から云えることは、予想通り十分な感度が得られていないという事である。今後さらに高分解能化を進めるにしてもその感度はますます低くなり、臨床利用において実用的でなくなる。高分解能ポジトロンCTにおけるこのような問題を克服するために、今後の装置開発は高感度化を目指したものである必要がある。これ故今年度から高分解能ポジトロンCT研究の重点をシステムの高感度化の研究に移した。すなわち、従来装置のようなスライス毎の計測および画像再構成ではなく、3次元的な計測と3次元画像再構成を導入した真の3次元イメージングを指向して、理想的な幾何学的条件の検出器系に対する3次元画像再構成を試行するとともに、計算機の観点からフィジビリティ研究を行った。特に、3次元ポジトロンCTシステムに3次元画像再構成アルゴリズムを適用する場合の問題点を研究し、以下の成果を得た。

真の3次元（ボリューム）ポジトロンCTにおいては冗長な測定投影データが得られるために、画像再構成アルゴリズムは唯一ではなく幾つもの可能なアルゴリズムが存在し得る。これらのアルゴリズムを計算手順の違いによって2つに分類した。1つは2次元投影データに2次元補正フィル

タを乗じてから3次元像空間に逆投影する方法（FILBK）であり、もう1つは投影データを3次元画像空間に逆投影しておいてからこれに3次元補正フィルタを乗じる方法（BKFIL）である。この2つの方法と計算機の性能の関係を分析した結果、256 X 256 X 256の像空間に対してBLFILを適用すれば、30 GFLOPSの計算速度をもつスーパーコンピュータによって30分程度の計算時間で画像再構成が可能であることを確認した。また、コンピュータ・シミュレーションを行なうための3次元投影データ作成アルゴリズムを開発した。

【研究発表】

- Murayama, H. and Nohara, N.: Proc. of Int. Conf. Supercomputing in Nuclear Applications (SNA'90), 404-409, 1990.
- Nohara, N., Yamashita, T., Uchida, H., Okada, H., Kurono, T., Yoshikawa, E. and Tanaka, E. Proc. 2nd Int. Conf.: Peace through Mind / Brain Science, 56-67, 1989.
- 村山、野原：日医放第59回物理部会大会，神戸，1990，4。
- 野原、村山：日医放第60回物理部会大会，宜野湾，1990，4。
- 野原、村山：第30回日本核医学会総会，東京，1990，11。
- 村山、野原：第30回日本核医学会総会，東京，1990，11。

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）山田聡、佐藤幸夫、金井達明、（重粒子研究部）

ラジオアクティブ・ビーム終端検出用ポジトロンCTはビームの入射経路を開ける必要があり、リングの一部が欠損したCT装置となり、いわゆる不完全投影データから画像を再構成しなければならない。このため、前年度の制約付きフーリエ変換法に引き続き、本年度は再構成-再投影法を研究した。この方法は2研究グループですでに研究されているが、不完全投影データの補間作用の数学的根拠が不明である、反復演算過程が収束するか、収束するなら原理的にはどこまでデータを復元できるかななどの問題点がある。

重点基礎研究「統計学の推定理論を用いたCT

画像再構成法の研究」で、再構成－再投影過程の性質を研究し、行列代数で云う正射影であることが判明した。このことから、①投影空間を直和分解でき、不完全投影データを有効成分と無効成分に分解できる。②演算領域をオブジェクトの存在する領域に制限すると、上述の効果がもっとも有効に働くことが導ける。一般に逆行列の演算はその次数が大きくなると代数的方法は演算の手間が増加し、実際には不可能であるため、通常は反復計算法を用いる。この反復計算法の一般理論を適当に変形すると、再構成－再投影法を正当化できる反復過程が導け、上述の疑問点が解決できた。再構成－再投影法のコンピュータ・シミュレーションを行ない、前年度実施した制約付きフーリエ変換法は、①低周波成分の復元速度が遅い、②座標原点の選び方に依らない、③制限領域はオブジェクトをおおざっぱに楕円とみなすと、その離心率で決まる、などの性質があるのに対し、再構成－再投影法は、①低周波成分の復元が速い、②座標原点の選び方に依存する、③制限領域は長径で決まる、などの性質があり、両者の性質は相補的なことが分かり、両者を組み合わせ、先験的情報を考慮し、制約条件を附加すると、さらに収束性を改善できるものと思われる。

(3) 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

森田新六、恒元博、宮本忠昭、向井稔、久保田進、中野隆史、佐藤真一郎、坂下邦雄、熊谷和正、柴山晃一、千尾武彦、石居隆義、清水わか子、高橋健夫、杉田公、(病院部)、中村譲、古川重夫(臨床研究部)、青木芳朗、(障害臨床研究部)、川島勝弘、平岡武、福村明史(物理研究部)、河内清光、金井達明、遠藤真広、(重粒子線研究部)、福久健二郎(技術課)。

研究目的) 平成5年度の重粒子線がん治療開始に向かって、速中性子線及び陽子線照射の臨床成績の分析、照射技術の習得、病歴管理システムの研究を行って、重粒子線治療対策疾患の選定など、治療開始に支障ないようにすること。

研究経過) 速中性子線による患者治療が継続され、1991年3月末迄に1906例の症例数に達した。この数は世界の20数施設で、現在迄に治療された総患者数が15000例弱なので、それほど見劣りする数ではない。しかし患者の紹介病院の県別頻度では千葉県70%強、東京20%弱で、地元の地域医療へ

の貢献は大きいとしても、全国規模には及んでいない。患者の流れの問題の検討が必要である。

陽子線治療患者数は1991年3月末で72例になった。70 MeVの加速エネルギーで37.3ミリのビーム深達距離なので、対象疾患は眼球腫瘍に重点が置かれている。シャープなビームを小さなターゲットに照準する照射技術はX線CT画像、エコー画像、眼底写真像などより得られるコンピューター・眼球モデルの活用による治療計画法と共に確実に進歩した。更にマーカー刺入による照射範囲確認法へと発展した。

病歴管理システムでは治療された患者の病歴が登録用紙に記入され、コンピューター登録されている。治療終了直後に登録が原則だが、速中性子線治療患者は現在、84% (1595/1906) の登録状況である。100%に向けて努力中であるが、患者の追跡という別の問題もあり、治療成績の客観的で、正確な評価のためにはシステムの改良、充実が必要である。

研究成果) 速中性子線症例の治療成績の分析はパンコスト型肺癌で行われた。1) 32例の局所制御率44%、全体の5年生存率20%、扁平上皮癌より腺癌により効果的な傾向があった。子宮癌症例の成績を、15年の経過観察後のX線群と速中性子線群の対比で検討した。2) 局所再発・遠隔転移は両群同一パターン、生存率はX線群が若干良い傾向(有意差なし)、S字結腸、小腸の高度の障害がX線群に高頻度、2次発癌、両群1例ずつ、とう結論であった。3) 陽子線による小児網膜芽細胞腫の治療の検討では、局所制御は予想通りだが、放射線障害としての網膜症の発症に若干問題があり、少分割、1回大線量照射が不適で、とくに、視神経乳頭部を含む照射範囲の大小に影響されることが判明した。

[研究発表]

- 1) 森田他：Fast Neutron Radiotherapy for Superior sulcus、Pancoast Tumor. 日放腫会誌。3：27-33、1991
- 2) 森田他：速中性子線照射した子宮頸癌症例の15年経過後の検討。第50回日医放学術大会、1991、京都
- 3) 佐藤他：網膜芽細胞種の陽子線治療、第3回日放腫学術大会、1990、東京

② 重粒子線治療システムの開発に関する研究

遠藤真広、金井達明、河内清光(医用重粒子線研究部) 福村明史(物理研究部)、飯

沼武、中村譲、福田寛、池平博夫、古川重夫（臨床研究部）、福久健二郎（技術課）森田新六、久保田進、中野隆史、佐藤真一郎、坂下邦雄、熊谷和正、柴山晃一、千尾武彦、石居隆義（病院部）

重粒子線治療においては重要臓器に接近する腫瘍を治療するため、3次元的な画像を利用して治療計画をたて、それにもとづいて治療を実施することが不可欠である。本グループは画像診断、治療計画、実行治療を一連の過程として円滑かつ確実に行うシステムを開発することを目的として、それに関連する研究を行っている。以下に今年度の成果について述べる。

(1) 3次元重粒子線治療計画装置開発の基礎的検討

重粒子線治療の実行に際しては、3次元画像（X線CT、MRI、PETなど）を用いて治療計画を行い、重粒子線のエネルギー、照射方向、照射野の形状、線量配分などをあらかじめ決めておく必要がある。この治療計画においては、1) 3次元画像上に腫瘍や重要臓器を入力する機能、2) 3次元表示をリアルタイムに変化させて重要臓器は避け腫瘍にのみ線量が集中するような照射方向や形状を決定する virtual simulation の機能、3) 3次元線量分布を高速に計算し表示する機能などが必要である。このような機能を有する3次元重粒子線治療計画装置を開発するため、今年度はその基礎的検討を行い、それに必要なハードウェアの基本仕様をまとめた。また、要素となるソフトウェア（3次元線量計算や3次元物体を構築するものなど）の開発を行った。

(2) 画像位置合せ法の開発

重粒子線の治療計画においては、標的や重要臓器を軟部組織の分解能の良いMRI（または造影X線CT）で決め、線量計算は電子密度を反映する単純X線CTで行うことが要求される。また、生理学的情報を得るためには、PET画像上に病巣領域や臓器を正確に同定することが要求される。このような要求を満たすためには、異なるモダリティで得られた画像を正確に位置合せし、標的領域などを相互に移転する方法を開発する必要がある。このような研究の第一段階として共通の基準点をもとに座標変換を行う頭部画像位置合せ法を開発し、ファントムによる試験を行った。

[研究発表]

1. 遠藤：Medical Imaging Technology 8：73-76、1990

2. 遠藤：INNERVISION Vol.5, NO.8、PP、20-23、1990

③ ポジトロンCT・MRI等の臨床応用に関する研究

山崎統四郎、福田寛、平池博夫、須原哲也、井上修、橋本隆裕、館野之男、中村譲、飯沼武、古川重夫（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、坂下邦雄、野本靖史、千尾武彦、恒元博、森田新六、宮本忠昭（病院部）、伊豫雅臣*、西尾正人*（*併任研究員）

研究内容はポジトロンCTによるものと、MRIおよびMRSによるものとに大別される。ポジトロンCTについては、ドーパミンD₁レセプターの測定を目的として開発した¹¹C-SCH 23390を用いて17例の健常男性（20-72歳）を対象とした頭部のPET測定を行った。これら健常例では線条体に著明な放射能集積を認め、大脳新皮質へもかなりの集積を示した。コンパートメント解析によりこの薬剤と対応するレセプターとの結合速度定数と解離速度定数を求め、これから結合力を算出した。その結果、結合力は線条体、新皮質の両方で加齢とともに減少することが示された。この他ポジトロンCTに関しては、ヒト前頭葉における¹¹C-N-methylspiperoneの結合能の加齢による影響を測定し、加齢とともにこれが低下することを示した。またヒト生体脳でのベンゾジアゼピンレセプター密度と解離定数の定量測定を、¹¹Ro 15-1788を用いて行った。MRIとMRSについては、MRIによる微小脳転移巣の検出限界についての評価研究を行った。対象は肺小細胞癌20例とし、造影（Gd-DTPA、マグネビスト）MRIによって脳転移巣の検出能を判定した。コントロールの画像診断法としてはX線CT（XCT）を用い、同じくヨード系造影剤により検出能を判定した。脳転移巣はMR 19例XCT 8例に認め、平均病巣数はMR 16.2個、XCT 2.1個であった。病巣の大きさは10mm以上ではMRI、XCTの検出能に差は見られなかったが、10mm以下では有意にMRIが優れ、5mm以下ではMR 128検出病巣中XCTでは1病巣しか検出できなかった。MRIでは5mm以下の微小脳転移巣の検出がXCTに比べはるかに感度がよく有用であることがわかった。

[研究発表]

- (1) Suhara, T., Fukuda, H., Inoue, O., Suzuki, K., Yamasaki, T. and Tateno, Y.: *Psychopharmacology* 103 : 41-45, 1991
- (2) Iyo, M., Itoh, T., Yamasaki, T., Fukuda, H., Inoue, O., Shinotoh, H., Suzuki, K., Fukui, S. and Tateno, Y.: *Neuropharmacology* 30 : 207-215, 1991
- (3) 米沢、伊豫、伊藤、福田 *他核医学*, 28, 63-69, 1991
- (4) 野本、宮本、恒元、橋本、池平、福田 : 第31回日本肺癌学会、東京1990, 11.
- (5) 池平、飯沼 : *日本生体磁気学会誌*, 2 : 17-25, 1990

(4) 重粒子線がん治療の総合的調査研究

① 重粒子線がん治療研究の総合評価に関する調査研究

川島勝弘（物理研究部）、大原弘（障害基礎研究部）、平尾泰男（医用重粒子線研究部）、中村譲、館野之男、山崎統四郎、飯沼武（臨床研究部）、森田新六、恒元博（病院部）

重粒子線による癌治療法に関する調査研究の特別研究班には、物理・生物学的基礎研究、核医学の基礎的研究、臨床的研究という大きな三グループがあり、それらの間の連携を密にし、また、こ

の特別研究班と重粒子線がん治療装置建設班との有機的調和をはかりながら研究を推進させることが重要である。重粒子線がん治療の第一相臨床試行を予定どおり推進できるように、研究の促進、成果の評価、所内外の研究者の受入体制の整備、情報の交換および提供などを目的として活動を行った。この研究班に関連のある委員会、共同研究としては、理化学研究所との共同研究、LBL、GSI などとの共同研究、重粒子線がん治療装置建設委員会、重粒子医療準備チーム、粒子線委員会（物理基礎部会、生物基礎部会、臨床部会）などがあり、特別研究班として、メンバーの確認や共同研究に対する重点項目の促進をはかった。特別研究班のなかには全部で11の研究サブグループがあるので、各サブグループリーダーを中心に定期的に研究検討会を開催し、研究情報交換と人的調和をはかると同時に、臨床試行開始時までに必要な技術の確立、情報の実験的集積に重点をおき、予算配分の調整と研究成果の効率化のために密度の濃いヒヤリングを実施した。その他、平成3年度に開催予定の”重粒子線がん治療研究のための国際ワークショップ”のための準備をおこなった。なお、この特別研究に関連した委員会の平成3年度からの改組などにあわせ、このグループの編成換えも計画した。

4. 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

概 況

本研究は平成2年度から4カ年計画として発足した。低線量放射線の人体に対する影響の問題は多くの研究方法により総合的に取組むべき重要課題であるが、当面は本格的取組のための予備的研究として推進することになった。平成2年度は発がんに関する研究グループのみがスタートし、平成3年度からは遺伝的影響に関する研究グループが参加する。

低線量の放射線被曝によって生じる可能性のある影響は発がん、遺伝障害ならびに発生異常であり、発がんのリスクが最も大きいと推定されている。低線量域をも含む放射線被曝によるリスクの推定は可能な限り多くのデータを収集し英知を結集して国際的活動としてなされている。従って、こうして求められているリスク推定値は現時点においては最良であるが、不確実なものでもある。発がんリスク推定における不確実性の第一の原因は推定の基礎となるデータが不十分であることであり、第二は推定に用いられるリスクモデルが正しいという強固な根拠がないことである。リスクモデルとは線量効果関係、がん発症の時間的パターン、感受性の年齢差と性差などについての数式によって表現されるモデルであって、リスク評価においては決定的な重要性を持つ。平成2年度にスタートした発がんグループは、多種類の腫瘍についての線量効果関係を実験により求めて、そのデータに基づいて代表的リスクモデルを根本から見直すことを目的としている。線量は実行可能な範囲において低い線量をも含むものとし、生物学的に意義のある指標を用いて線量効果関係を解析する。

初年度における研究は放射線晩発影響の鋭敏にして生物学的に意義のある指標は何かについての検討から始めた。晩発影響全般の指標としては年齢別死亡率と余命短縮、発がん効果の指標としては年齢別発がん率を用い発生率を補助的指標として使用するという一応の結論を得た。これらのうちで最も重要な指標は年齢別発がんであるが、複数の指標を用いてできるだけ包括的に影響を把握することを目指している。これまでに得られている関連実験データを用いこれらの指標についての中高線量域における線量効果関係を求めた。また、新たな解析の対象とするデータを得るための実験

群のセットアップを完了した。

(佐渡敏彦)

① 低線量域における発がんの線量効果関係の実証に関する予備的研究

佐々木俊作、島田義也、荻生俊昭（生理病理研究部）

この研究は放射線発がんのリスク評価システムにおける問題点を根本から見直し、実証すべきことがらを実験により明らかにして行くことを目的とする。平成2年度は本研究の初年度であり、晩発影響に関する線量効果の鋭敏にして生物学的に意義のある指標として何をを用いるべきかについて検討した。この検討にはこれまでに得られている中高線量域の実験データを用いた。複数の指標を用いる解析方法をほぼ確立できたことは今年度の一つの成果である。また、新たな解析の対象とするべきデータを得るための実験群のセットアップを完了した。

晩発効果の全般的な指標としては余命短縮ならびに年齢別死亡率が優れている。線量効果関係を新生児期に γ 線を0.95ないし5.7 Gy照射したマウスについて求めた。余命短縮については直線的比例関係が良く当てはまる。単位線量(Gy)当たりの余命短縮日数は年齢が進むにつれて小さくなるが、余命短縮率は年齢が進むにつれて大きくなる。一方、年齢別死亡率に関する線量効果関係は全ての年齢において下に凸である。年齢別死亡率の対数を線量に対してプロットするとかなり良く直線に乗る。すなわち、線量と年齢別死亡率の関係は指数関数によって表現できる。片対数グラフにおける勾配は年齢が進むにつれてゆるやかとなる。従って相対リスクは年齢が高くなるにつれて小さくなる。年齢別死亡率に関する相対リスク減少の時間的パターンにはBEIR VのモデルやPrenticeによるtime dependent proportional hazard modelはよく合うとはいえない。

発がん効果は年齢別発がん率によって解析して行くことにした。死因競合の影響を受けることの少ない指標は年齢別発がん率であるからであり、リスクモデルはこれに基づく関数であるからである。発生率は補助的指標として用いる。これまでに検討した全ての腫瘍についての年齢別発がんに関する線量効果関係は下に凸であり、線量効果関係は年齢により異なる。年齢別死亡率を線量と年齢の関数として表現することを試み、多重ロジスティックモデルがよく適合するという結果を得た。

ここに述べた解析をより低い線量域に拡張するために新たな実験群をセットアップした。予備的研究においては最低線量を0.5 Gy とし、後続の研究においてより低い線量へ拡張する予定である。

[研究発表]

- (1) Sasaki, S.: International Symposium “ Radiation Carcinogenesis in the Whole Body System ” , The Japan Radiation Research Society, Tokyo, 1990. 12.

(2) 指 定 研 究

1. 低線量放射線影響のマイクロシメトリー的研究

—発癌メカニズム解明のためのマイクロシメトリーの基礎的研究—

丸山隆司、山口 寛、野田 豊 (物理研究部)、隈元芳一 (技術部)、金井達明 (重粒子線研究部)、大原 弘 (障害基礎研究部)

目的

低線量率・低線量における細胞核あるいはDNA レベルでの放射線エネルギー付与過程を理論的・実験的に究明し、さらに細胞レベルにおけるラジカルの作用を理論的に明確にし、マイクロシメトリーによる発癌のメカニズム解明の可能性を探ると共に、解明のために必要な生物学的研究の具体化をはかる。

研究内容

(1) 低線量での放射線の生物学的効果を解釈するために、標的論や Dual Radiation Action (DRA 理論) などいろいろな生物物理学のモデルが考案されている。細胞の形質変換や突然変異は複雑な細胞のレスポンスに関する二次的な影響であり、標的の大きさや形に基づく単純なモデルでは解釈できない。そのため、生物学的レスポンス関数を考慮に入れたモデルが考えられている。マイクロシメトリーと生物学との識別のため、放射線生物学にレスポンス関数が導入されている。放射線のエネルギー付与過程についてはかなりわかっているが、生物学的レスポンスについては不明点が多い。今後、生物学的レスポンス関数の究明をはかっていきたい。

(2) これまで検討されてきたモデルには、マイクロシメトリーに重点をおいたモデルと細胞の障害回復に重点をおいたモデルとがある。これらのモデルでは酸素効果のようなラジカルが関与した生物効果を説明できない。放射線発癌の数理モデルとしては、当面、(1) *in vitro* 系の細胞形質変換に関するものと、(2) *in vivo* 系の実験動物またはヒト集団に対するものが必要である。いずれの場合にも線質効果が観測されており、マイクロシメトリーが関与するものと考えられている。

今回、(1)の問題に絞って現象論的なモデルの開発を試みた。高 LET 放射線で観測される細胞の形

質変換に特異的な逆線量率効果を解析することにより、放射線発癌には見かけ上、2成分が存在することがわかった。細胞の致死線量以下の低線量域と、それより大きい高線量域とでは細胞の形質変換への時間の関わり方が異なるようである。この知見をもとに「放射線発癌2成分モデル」をつくりその定式化を行った。

今後、2成分モデルによる他の実験データの解析を行い、モデル・パラメータの性格を明らかにすると共に、さらに、(2)の *in vivo* との関わりについても解明していきたい。

(3) 発癌メカニズム解明のために、高 LET 放射線を用いて生物効果とマイクロシメトリーとの関係を明らかにすることは、非常によいプローブとなると考えられる。このため、基礎実験として、平行平板型比例計数管を用いて、低エネルギー重イオン線のエネルギー分布および LET 分布の測定を行った。低エネルギー重イオン線を用いた生物実験データをマイクロシメトリーに関する物理量で解析することにより、マイクロシメトリーと生物学的レスポンス関数との関係を解明する上で重要となる基礎データが得られるであろう。

2. 放射線誘発乳腺腫瘍の発生制御に関する研究

稲野宏志、鈴木桂子、石井洋子、池田清美 (薬理化学研究部)

乳腺は下垂体ホルモン、卵巣ホルモン、副腎皮質ホルモン、インスリン等の調節により形態的および生理的に分化し、妊娠末期から授乳期に最も発達する。この時期は放射線によるイニシエーションを受け易く、以降のプロモーター曝露による乳腺腫瘍の発生原因となる可能性が高い。抗イニシエーターや抗プロモーターによる腫瘍発生の抑制作用から内分泌系臓器の腫瘍化と放射線の関連を明らかにすることを目的とした。Wistar 系ラットの放射線誘発乳腺腫瘍の発生は妊娠時被曝および授乳時被曝に非常に特異性が高く、腫瘍発生とホルモンの関係が強く示唆された。また、この腫瘍はエストロゲンレセプター陽性のものが多く、ステロイド-5 α -レダクターゼや3 α 、17 β -20 α -水酸基脱水素酵素が存在し、卵巣や副腎皮質から分泌されたステロイドを代謝していることが確認された。また本研究では、妊娠

ラットにラジカル捕捉剤として WR -2721 (200mg/kg) およびシステアミン (100mg/kg) を腹腔内注射し、30分後に⁶⁰Co で全身照射 (260 cGy) した。放射線照射後、2ヶ月毎にジェチルスチルベストロール (DES) のペレットを皮下投与して乳腺腫瘍の発生を一年間観察した。ラジカル捕捉剤の非投与群は腫瘍発生率は89.5%の高率を示したが WR -2721投与群は43.4%、システアミン投与群は66.6%と腫瘍発生の若干の低下がみられた。一方、DES 投与期間中、0.6%デヒドロエピアンドロステロン (DHEA) 混合飼料を与えると乳腺腫瘍の発生率は30%に激減した。DHEA の抗プロモーション作用の機序については研究を継続中である。一方、乳腺腫瘍発生と妊娠中や授乳中の放射線被曝線量との関係を明らかにするため、10、50、100、150、210、260 cGy のγ線を照射して腫瘍発生に対する線量効果を継続して観察中である

[研究発表]

1. 鈴木、石井、池田、稲野、若林：日本生化学会第63回大会、大阪、1990、9
2. Inano, H., Suzuki, K., Ishii - Ohba, H., Ikeda, K. and Wakabayashi, K.: Carcinogenesis, 12, 1085-1090, 1991.

3. ヒト・ゲノムの遺伝的不安定化に関する染色体脆弱部位の in situ hybridization 法による構造解析

高橋永一、辻秀雄、堀雅明 (遺伝研究部)

ヒト・ゲノムの遺伝的不安定化を誘発する原因の1つとして染色体脆弱部位 (FS) の存在が挙げられる。本研究は FS を分子レベルで構造解析することを目的とし、ゲノムの不安定化に起因する遺伝性疾患やがんの発生機構を明らかにするとともに、その予知のための基礎資料を提供するものである。

分子レベルでの構造解析の1つに蛍光 in situ hybridization (FISH) 法により、FS の近傍の遺伝子あるいは DNA マーカーを用いる方法がある。FISH の標準法およびその解決すべき問題点の1つである分染核型上でのマッピングについては昨年報告した。今年度は残りの2つの問題点、1) インサートサイズ 5 kb 以下のプローブのマッピング、2) ゲノミッククローンにおける反復配列の除去、を解決するために fra (8) (q 24. 11) 近傍の MYC 遺伝子 (2.1 kb、ユタ大学、R.White 博士との共同研究) と3番染

色体特異的コスミド DNA マーカー (~40 kb、癌研中村祐輔博士との共同研究) をモデルケースとしてマッピングを試みた。

MYC のマッピング：FISH の標準法におけるアビジン-FITC 処理の代わりに二次抗体を用いてシグナルの増幅を試みた。先ず、ヤギ抗ビオチン抗体 (4 × SSC + 1 % BSA で 1 / 500 に希釈) で処理 (37°C、45分) し、4 × SSC シリーズで洗浄する。さらに、FITC 抗ヤギ IgG (4 × SSC + 1 % BSA で 1 / 500 に希釈) で染色 (37°C、45分) し、4 × SSC シリーズで洗浄後、常法に従って染色体染色を行った。MYC 遺伝子は fra (8) (q 24. 1) の染色体断片の中央部に位置づけされた。(8 q 24. 12- q 24. 13)。これは R - 分染法を用いた結果と一致し、従来の報告 (8 q 24. 1 - gter) より詳細にマップされた。

3 番染色体特異的 DNA マーカーのマッピング：このマーカーはヒト・マウス体細胞雑種由来のコスミドクローンで反復配列を含んでいる。反復配列のシグナルを抑制するために、ヒト全 DNA (プローブ DNA の 5 ~ 100 倍) を加え、変性し、常法通りハイブリダイズさせた。686 クローンの内 366 がマップ可能であった。その座位は 3 番染色体全域に互るが、R - 陽性バンドに集中する傾向がみられた。これは組換えヒト DNA クローンを分別する際、標識ヒト全 DNA で行い、その全 DNA に Alu 配列が多いためであると考えられる。3 p 14. 2 近傍に位置する 15 クローンが得られた。これらのプローブを用いて fra (3) (p 14. 2) の解析が可能となった。

[研究発表]

- (1) Takahashi, E., Hori, T., O'Connell, P. et al.: Cytogenet. Cell Genet., 1991, 57 : 109-111
- (2) Takahashi, E., Yamakawa, K., Sato, T. et al: 第 2 回公開ワークショップ「ヒトゲノム研究の現状と展望」、東京、1990、9。

4. DNA と染色体レベルにおける高 LET 線障害の生成と修復

大原弘、笠井清美、佐藤弘毅、南久松真子、五日市ひろみ、福津久美子 (障害基礎研究部)

X 線などの低 LET 放射線では、放射線によって生成された DNA 2 重鎖切断が細胞の致死障害として重要視されているが、一方では細胞はこの鎖切断を再結合させる修復能を有しており、その

結果致死放射線障害生成の減弱、または生成効率低下を生じさせている。一方、高 LET 線が細胞の致死障害修復能を低く抑制していることは周知のことであるが、重粒子線により生じた DNA 鎖切断は修復され難く、多くは修復不能の 2 重鎖切断が生成されるという報告が注目される。そこで、2 重鎖切断修復欠損株数種を用いて、細胞不活化および染色体障害や DNA 障害生成動態を調べて重粒子線による細胞障害の特性を明らかにすることを目的とした。

実験細胞は、ヒト黒色腫 HAV-I、ヒト遺伝病 AT 5、ヒト繊維芽細胞 MRC、チャイニーズハムスター HA-1、ならびに L 5178 Y 細胞とその X 線高感受性変異株 M 10、LX 830 などを用いた。照射には放医研サイクロトロンの中性子線 (Ed 30 MeV) および C 線 (12 MeV)、さらに理研の C 線 (135 MeV) を用いた。また、染色体研究には血液培養法により白血球細胞の染色体異常について調べた。得られた主な研究成果は次の通りであった。

- (1) 放射線感受性変異株の中性子線に対する RBE は 1.0 前後から 2.0 近くまで変化した。また、C 線に対してもその LET 値に依存してかなり幅広い RBE 変化を示した。しかし、RBE 変動は全般に親株より小さくなる傾向が認められた。
- (2) 理研ならびに放医研の C 線照射により求められた X 線感受性株 4 種では、RBE の LET 依存性変化はチャイニーズハムスター V-79 細胞などの親株と同様極大的でピーク位置も一致した。また、ピーク位置で高い RBE 値を示す株が見られた。つまり、X 線感受性株も充分増感される。
- (3) ヒト白血球染色体異常 (ディセントリックおよびリング) の産成に関する線量効果を理研 C 線のピーク拡大試作ビームで調べた。拡大ピーク的位置による反応から LET 依存性は確かめられたが、重粒子線の効果が局所的であることが示唆され、詳細な追跡が求められる。
- (4) 電気泳動法により照射された細胞核から小片化した DNA が検知し得る可能性が明らかとなり、その定量法等についてさらに研究を進めることになった。

[研究発表]

- (1) 江口、大原、金井、五日市、福津、佐藤、徐：日本放射線影響学会第 33 回大会，仙台，1990，10。

5. 放射性物質の体外排泄促進薬キレート剤の人

体における安全性の評価と実用性の検討

福田俊、飯田治三、稲葉次郎 (内部被ばく研究部)、湯川雅枝 (環境衛生研究部)、青木芳朗 (障害臨床研究部)

内部被ばくのリスク低減の手段として、放射性物質の体外排泄促進効果が期待されるキレート療法があるが、ほとんどのキレート剤は実験的段階、あるいは治療的段階にあり、除去効果、副作用の両方あるいはいずれか一方は明確になっていない。ここでは、緊急医療に備えて保健物理学、医学、薬理学に基づく総合的な人体投与判断基準の作成を目的とした基礎的な検討が行われた。

- (1) Ca-EDTA、Ca-DTPA、Zn-DTPA、CBMIDA の各キレート剤の毒性およびその発現について検討した結果、静脈注射による投与では、Zn-DTPA 以外では消化器系、肝臓および腎臓にほぼ同等の副作用がみられ、Zn-DTPA ではさらに循環器系の著しい障害が発現し、いずれもカルシウム代謝異常に起因することが認められた。
- (2) Ca-DTPA および Zn-DTPA の循環器系に対する副作用を高血圧自然発症ラットを用いて検討したところ、障害の著しい増加が認められた。
- (3) Ca-DTPA の副作用と放射線障害をラット胎仔の生存率を指標にして比較した結果、Ca-DTPA の 30 $\mu\text{mol}/\text{kg}/\text{日}$ 量以上で副作用がみられ、1080 $\mu\text{mol}/\text{kg}$ と 250 mSv (線量当量) の障害が同等であった。
- (4) プルトニウムを静脈投与したラットに Ca-DTPA、Zn-DTPA、CBMIDA の同一量を連日投与して、14 日後の骨、肝臓の濃度を測定した結果、大腿骨では CBMIDA < Ca-DTPA < Zn-DTPA、肝臓では Ca-DTPA < CBMIDA < Zn-DTPA であった。
- (5) Pu の骨沈着阻止効果が期待でき、かつ副作用のない活性吸収型カルシウム剤の経口投与による Pu 除去効果を検討した結果、14 日後の骨や肝臓における減少効果は 8-16% で、予防的に投与すると効果が高く、さらに Ca-DTPA と併用すると高い相乗効果があることも注目された。

以上の結果から、キレート剤はとくに循環器系に障害がある場合にカルシウム代謝異常に注意して使い、DTPA の投与量は日量 30 $\mu\text{mol}/\text{kg}$ 体重以下で適用すべきである。新キレート剤 CBMIDA は効果、副作用の結果から、DTPA と同等あるいはそれ以上の実用性があることが認められた。すでに人で副作用がないことが認められている活性吸収型カルシウム剤のような

Bioavailability を有する物質を用いた即実用性を重視した新しい対応策が今後期待される。

[研究発表]

1. 福田、土倉、池田*、奈良**、堀江**、家森**：日本保健物理学会第25回研究発表会、つくば、1990. 5. (*島根難病研、**島根医大)
2. 福田、飯田、稲葉：日本保健物理学会第25回研究発表会、つくば、1990. 5.
3. 福田、飯田：日本保健物理学会第26回研究発表会、大阪、1991. 5.
4. Fukuda, S., Heih, Y. and Chen, W.: *Jpn. J. Health Phys.*, **25**, 115-119.

(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と精度向上を目指して研究を進め、シングルフロントエミッション CT の高感度化のためのコンビーム投影に対する画像再構成法を研究、また飛行時間差情報を用いた簡易型ポジトロンイメージング法を研究した。

第二研究室では、放射線の線量および線質の測定法及びその精度向上を目的としている。重粒子線などの線量評価に不可欠の電離箱、熱量計、ファラデーカップ、半導体検出器などによる線量測定の研究、W 値や阻止能の評価及び線量分布の計算を行った。

第三研究室では、放射線防護に関する物理面の広範な研究を行っている。疫学調査のための線量評価研究、低線量（率）放射線影響のメカニズム解明のための基礎研究、固体飛跡検出器のモニタリングへの応用、人工放射線源による集団実効線量当量などの評価を行った。

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、電子論的線量計測法の開発、生物試料中の微量元素分析のためのバンデグラフ粒子線の応用、核データ等の医学への応用研究を行った。

中島室長が、12月から環境放射生態学研究部長に昇格したのに伴い、喜多尾主任研究官が第4研究室長に配置換えとなった。

シアトルのワシントン大学元教授 Hans Bichsel 博士が、科学技術庁外国人招へい研究者として、阻止能の解析に関する共同研究に従事した。

川島部長は、中性子治療のための核データ IAEA 研究協力会議出席のためベルギー国ブリュッセルに出張。山本主任研究官は、原子力基礎技術総合的研究により、スペイン国セゴビアで第12回欧州染色体自動解析ワークショップに出席、顕微鏡テレビシステムについて発表、富谷主任研究官は、米国ワシントンの1990核科学シンポジウムで最尤推定法を用いた CT 画像再構成法につい

て発表。平岡室長は、米国セントルイスでの第32回米国医学物理学会にて、放医研垂直陽子線治療施設の線量測定について発表。丸山室長は、ルクセンブルグでの放射線診断における線量計測セミナーに招請され、日本における X 線診断による臓器・組織線量と集団実効線量当量の測定について発表した。(川島勝弘)

1. 医用放射線イメージングに関する研究

野原功全、富谷武浩、山本幹男、村山秀雄、外山比南子* (*研究生)

(1) エミッション CT の画像再構成の研究

エミッション CT または放射型 CT と呼ばれる核医学診断技術の中で、 γ 線放出核種で標識した放射性薬剤を使用するシングルフロントエミッション CT (SPECT) は最も広く利用されている。しかし、性能的に低感度という問題があり、これを改善するためにコンビームコリメータを用いた SPECT を研究しつつある。今年度は、コンビーム SPECT で得られるコンビーム投影データの3次元画像再構成問題において、カメラの走査方式や再構成演算を簡素化するために、2次元ファンビーム投影用のアルゴリズムを適用する近似的画像再構成法の可能性を検討した。そして、回転軸と直交する面に逆投影を行うことにより演算時間を短縮するとともに、この近似的な画像再構成法における再構成画像のひずみと分解能の劣化を点線源応答に関するコンピュータ・シミュレーションにより分析した。その結果、画像の劣化度を定量的に示すことができた。また、この劣化度をコリメータの焦点距離や回転半径によらずに表す方法を求め、任意の幾何学的配置に対しても劣化度を予測できる資料を提供した。

(2) 飛行時間差ポジトロン・イメージングの研究

本研究はポジトロン消滅光子の飛行時間差情報を利用して、ポジトロン放出核種の体内での存在位置を知る簡易型のポジトロン・イメージングを目的としている。前年度までに試作した2cm角のフッ化バリウム結晶をシンチレータとする8個の高速シンチレーション検出器を対向させたシステムを用いて、従来の CT 手法を用いずに、飛行

時間差情報を改良ベイジアン法でボケ修正したものと同時計数のビーム幅とで重み付けした2次元書き込みを行う新しい画像再構成法を研究開発した。そして、幾何学的形状または脳構造の線源パターンについてのファントム実験で、ある程度の局在性をもった断層画像が得られることを示した。

[研究発表]

- (1) Yamamoto, M.: Information Processing in Med. Imag. Prog. in Clin. Biol. Res. 363, 171-186, 1991.
- (2) 富谷、野原、村山: Med. Imag. Tech., 8, 243-244, 1990.
- (3) 村山、野原、日口*: Med. Imag. Tech., 8, 245-246, 1990. (*早大理工)
- (4) 山本、野原、佐藤*、清水*、山下*、田中*: Med. Imag. Tech. 8, 305-306, 1990. (*浜松ホトニクス)
- (5) 富谷、野原、村山: 日本医用画像工学会第9回大会、東京、1990, 7.
- (6) 村山、野原、日口*: 日医放第59回物理部会大会、神戸、1990, 4. (*早大理工)
- (7) 村山、野原、日口*: 日本医用画像工学会第9回大会、東京、1990, 7. (*早大理工)
- (8) 村山、日口*、野原: 日医放第60回物理部会大会、宜野湾、1990, 11. (*早大理工)
- (9) 山本、野原、佐藤*、清水*、山下*、田中*: 日本医用画像工学会第9回大会、東京、1990, 7. (*浜松ホトニクス)
- (10) 野原: 第10回日本画像医学会、千葉、1991, 2.

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、川島勝弘、竹下美津恵、佐方周防* (*研究生)

- (1) 電離箱線量計を用いた測定法の精度向上
線量評価に必要な物理パラメーターの一つ、阻止能を正確に求めることが線量計測に於いて重要課題とされている。70 MeV陽子線を用い、物質を通過した場合と、この物質を取り除いた場合の水中での深部線量分布を測定した。次に、エネルギーストラグリングや多重散乱の補正を理論値に加え、測定した線量分布に最も近い値を求め、阻止能を評価した。検出器のファントム材料として用いられる18種類の物質に対して、0.2~0.3%という極めて高い精度で阻止能が得られた。特に、電離箱の壁材質として用いられている A-150プラスチックには、今まで3回改良が成されてきた

が、全て同じ阻止能として扱われてきた。しかし我々の測定により、違いを見出した。この影響は速中性子線の線量評価に於いて、最大0.7%に達することを指摘した。

(2) 放射線治療時の体動の検出法

放射線治療時の患者の体動は、結果的に線量分布上に歪を発生させるので、精密な照射を行うには、体動の監視が重要になる。ここでは工業用TVによる形状識別装置を応用して、患者の体動を観測する方法について検討した。その結果本装置により患者の動き(変位)の内の2次元成分(x, y)を時系列で観測できることが分かった。また、観測値から実用単位の計測値に変換する校正方法について検討し、校正定数を被写体-TVカメラ間距離の関数として決定した。これにより患者の体動が±1mmの精度で計測できるようになった。

(3) モンテカルロ法による不均質ファントム中の線量分布計算

電子平衡条件の成立しない媒質境界領域における吸収線量の算出は一般に困難で、モンテカルロ法以外にこの問題を適切に取扱う方法はない。そこでコバルト60γ線のモンテカルロ計算を、肺組織を軟組織を模擬した不均質ファントム中で行い、これを電離箱による実測値と比較して、モンテカルロ法のベンチマークテストを実施した。

前年度の水中での計算経験を踏まえコリメータ等で発生する散乱線を考慮に入れ、ブロードパレルビームを用いる代わりにペンシルビームを用い、ビーム軸に垂直な方向の積分計算によりシミュレーションの高速化をかけた。5×5、10×10、そして20×20cm²の各照射野に対する計算結果は、統計精度の範囲内で実験値とよく一致し、モンテカルロ計算が不均質中における線量分布の評価に対して有効であることが確認できた。

(4) 水カロリメトリ

水カロリメータの出力信号は極めて微小である。加速器による放射線源を用いる場合、電磁氣的ノイズレベルの高いことが予測される。また、照射室と測定室間の距離は10~40mを要する。このような環境で微小信号をアナログで扱っていると、信号の品質を劣化させる恐れがある。今年度は微小信号をデジタル化し、GP-IB光ファイバーケーブルによりコンピュータに導く測定系を完成させた。これにより信号の品質を損なうことなく40mまでの遠隔操作・測定が可能になった。

[研究発表]

- (1) 星野、平岡、福村、川島、竹下、他：第59回物理部会大会、神戸、1990、4、
- (2) Hiraoka, T., Hoshino, K., Fukumura, A., Kawashima, K.,: 32nd AAPM Annual Meeting, St. Louis, 1990、7、
- (3) 平岡、川島、星野、福村、竹下：第15回医療用標準線量研究会、名古屋、1990、8、
- (4) 平岡：放射線応用技術ハンドブック、445-448、朝倉書店、東京、1990
- (5) Hiraoka, T., Hoshino, K., Fukumura, A., Kawashima, K. : Medical Dosimetry, 15、79-81、1990.
- (6) 福村、平岡、星野、竹下、川島、他：第60回物理部会大会、沖縄、1990、11、
- (7) 平岡、福村、星野、川島、他：同上

3. 放射線防護に関する基礎的研究

丸山隆司、白貝彰宏、山口寛、野田豊、隈元芳一（サイクロトン管理課）、加藤義雄、根井充（養成訓練部）、西沢かな枝、岩井一男、馬瀬直通、三浦正（研究生）、Tri Retno Dyah Larasati（Nuclear Technology Assessment Centre、Batun, Jakarta）

(1) 疫学調査のための線量評価

a) 広島・長崎の原爆被爆者を対象とした疫学調査のため、レンガやタイルの熱ルミネセンス測定によるガンマ線量推定法が用いられた。この方法をチェルノブイリ事故の疫学調査に適用するため、現地の汚染地域の建物から採取されたレンガについて基礎実験を行った。広島・長崎と異なり、試料によっては表面だけではなく深さ1 cm程度まで¹³⁷Csなどで汚染されている。採取地点でのサベイメータによる空間線量率と対比して、熱ルミネセンスの測定値はよい相関を示しており、レンガが線量推定に使用できることがわかった。今後は自然放射線や試料の汚染などによるバックグラウンドの測定、試料採取などソ連との共同研究を推進していきたい。

b) 原爆によるフォールアウトからの被曝線量推定のため気象シュミレーションによる計算結果を用いた地上での放射能分布およびそれによる外部被曝線量の算定法について検討した。気象シュミレーションの計算では、降下物として、「火の玉」から生成された原子雲、衝撃波による衝撃雲および火災による火災雲からの塵と雨を仮定している。公表されているネバダでの核実験データを用いて、

これらの降下物からの被曝線量を推定した。

(2) 被曝線量の評価と低減

ICRPの1990年勧告により、従来の実効線量当量の算定に用いられた荷重係数は大幅に変えられ、呼称も組織荷重係数となった。これに伴い、実効線量Eと改められた。新勧告に基づいた方式により、職業上の被曝、医療上の被曝などによる集団実効線量やリスクを推定した。新勧告では、皮膚に0.01という組織荷重係数が与えられた。放射線の入口にあたる皮膚の線量は大きいので、新勧告の導入により、集団実効線量やリスクはかなり増加する。例えば、歯科X線撮影では、皮膚を含めた実効線量は除いた場合の値の約2～3倍になることがわかった。

(3) 線量効果関係の解析

前年度、低LET放射線によって生ずる水ラジカルの収量を推定する理論モデルを完成した。今年度から高LET放射線による水ラジカルの収量の問題に移行した。高LET放射線による水ラジカルの収量は低LET放射線とは異なり、その微視的な飛程構造に強く依存するとの定性的知見を得た。その定量的推定を目指し飛程構造にとって決定的な因子であるδ線放出に関する2重断面積の理論的な解析をはじめた。

(4) マイクロドシメトリの防護への応用

ICRPの新勧告により、中性子の放射線荷重係数 W_R が、ICRUの定義している線質係数Qとは異なり、中性子エネルギーの関数として与えられた。これを受けて、通常の作業環境の場における W_R の決定法について、LETと関係づけられているQと対比しながら検討をはじめた。

(5) 線量評価の基礎

空気電離箱線量計による光子および電子線の測定について、これまでの測定理論の発展を試みた。エッチピット法による中性子測定に関して引き続き検討を行った。また、速中性子線治療における患者の実効線量評価の基礎的実験に着手した。

(6) 個人モニタ

市販されている蛍光ガラス線量計、熱ルミネセンス線量計などを用い、実効エネルギーを同一にして線質指標QIを変えたX線に対するこれら個人線量計の精度を調べた。

[研究発表]

- 1) Maruyama, T., Kumamoto, Y., Noda, Y., Iwai, K*, Mase, N.* and Nishizawa, K.* : Seminar on dosimetry in diagnostic radiology, Luxembourg, March,

1991

- 2) Nishizawa, K*, Maruyama, T. et al.: Brit. J. Radiol., 64(1), 1991
- 3) 丸山、隈元、野田、岩井*、馬瀬*、西沢*、三浦*、第27回理工学における同位元素研究発表会、東京、7月、1990
- 4) 丸山、隈元、野田、岩井*、馬瀬*、西沢*、第33回日本放射線影響学会大会、仙台、10月、1990
- 5) 丸山、第26回日本医放学会秋季臨床大会、秋田、10月1990
- 6) 岩井*、馬瀬*、丸山ほか、日本歯放誌29(2)、1989
- 7) 木村*、丸山ほか：J. Radia. Res., 31、1990 (*日本分析センタ)
- 8) 丸山、医学のあゆみ、155(1)1990
- 9) 山口：日本医放学会第60回物理部会大会、沖縄、11月1990
- 10) 白貝：日本医放学会第60回物理部会大会、沖縄、11月1990

4. 加速器等の医学生物学利用に関する基礎的研究

中島敏行*、喜多尾憲助、山口寛、川島勝弘、越島得三郎（養成訓練部）(*平成2年12月以降環境放射生態学研究部)

(1) 電子論的線量計の特性研究

平成2年度は、糖の ESR 線量計の特性研究のうち、放射線照射により生ずる糖内のフリーラジカルの安定性の機構解明のため、ラジカル種の同定を行なった。10⁵ Gy 程度 γ 線照射した糖単結晶の電子スピン共鳴吸収曲線の解析から、放射線によって糖内に二種のラジカルが生じることが分かった。糖結晶内では、分子の運動による二種のラジカル相互の再結合がほとんどみられず、ラジ

カルが結晶内に局存する結果としてラジカルの安定性が生ずるものと思われる。ただし、何故に再結合しないのかその理由は今後の研究課題である。
(2) ハンデグラーフ粒子線の微量元素分析への応用

PIXE 分析法の特徴を検証するため行われた。1粒の豆とその中で育った1匹のマムシを分析し、カリウムを両者で1とすると亜鉛、銅、マンガンがムシの体内で10倍ほど濃縮されることなどが示され、本分析法の特徴の一つである少ない試料で精度の良い結果が得られるという点が実証された。

(3) 核データの調査研究

前年度に続いて、医用放射性核種の生産にかかわる荷電粒子核反応断面積を調査した。¹²³Iの生成核反応の励起関数をまとめた。また核反応断面積計算コード ALICE のパラメータを解析し、⁸¹Rb 生成のための新方法を提案した。その他、加速器中性子スペクトルの調査、核構造データの評価などを行った。

[研究発表]

- (1) 中島他：第51回応用物理学会学術講演会、盛岡、1990、10
- (2) 喜多尾、村越、湯川：理工学における同位元素研究発表会、東京、1990、7、
- (3) 喜多尾：理研シンポジウム、和光、1991、3、
- (4) Kitao, K. et al.: RIKEN Accel. Prog Rept (in printed)
- (5) Hashizume, H.* , Tendow, Y* . and Kitao, K.: IAEA report INDC (JPN) -144, 1990. 10. (* IPC'R (RIKEN))
- (6) Narita, T* and Kitao, K.: JAERI report, JAERI-M 91-037 (INDC (JPN) -150/N), 1991, 3. (* JAERI)

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生体活性物質の創出を目的として、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、そして第4研究室では薬理学的研究を行っている。

第1研究室では、放射線感受性に関与する生体防御機構を明らかにするために、放射線照射によって生じた DNA 損傷のうち修復されずに残存した損傷と、細胞生存率の関係を論理的に考慮し、実験的に理論のうら付けを行った。また、培養温度を高めて G₂状態で増殖を停止させた細胞の中心体近傍に形成される異常な微小管について、電子顕微鏡による観察を行った。

第2研究室は、放射線による初期障害とその防御に関する研究として、特にヒドロキシルラジカルの生成を分光光度法および ESR 法で検討した。また、生体内での活性酸素の生成には鉄イオンだけでなく銅イオンも寄与することをモデル実験から示唆することができた。

第3研究室は、白血球前駆細胞増殖因子とその受容体に関する研究を行っているが、昨年度開発した低塩濃度エレクトロプロット法をさらに発展させ、DNAのみならず RNA についても定量的分析ができる技術を確認した。核内受容体を仲介として生ずる白血病細胞の分化誘導が、バルビタール類によって選択的に増強されることを発見し、核内受容体とたんぱくキナーゼ C の関連を示唆した。また、乳酸桿菌製剤や G-CSF 組換え体の放射線障害回復促進効果につき、投与時期の検討など詳細な研究を行った。

第4研究室では、内分泌系に対する放射線効果とその修飾因子に関して研究してきたが、妊娠中や授乳中の放射線被ばくにより、乳腺腫瘍の発生率が高まることを既に報告した。今回は、下垂体摘出により腫瘍発生が制御されること、さらに2匹分の下垂体を移植すると腫瘍発生率が倍化することなどを発見し、内分泌系の機能を変えて乳腺腫瘍の発生を修飾することを、今後の研究目標としている。

放射線誘発乳腺腫瘍に関する稲野らの研究には、笹井（動繁研）が外来研究員として参加し、また

指定研究としての助成も受けた。その他に、小沢は ESR に関して、地域流動振興調整費による研究に参加した。小沢は活性酸素の研究により日本薬学会奨励賞を受賞した。色田は松木（東大）とスunksの中枢神経への放射線影響とその防護薬に関する研究を行い、鳥居が研究生としてこの仕事を行った。武内は総合研究大学院大学博士課程への入学を許可され、岡崎国立共同研究機構生理学研究所に転出した。（色田幹雄）

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、古瀬雅子、沢田文夫、鳥津良枝
放射線照射による DNA 損傷はほとんど修復されることが多くの細胞で明らかになってきた。修復されずに残る DNA 損傷と細胞の失活との関係について推定を行った。対になっている染色体間隔を一辺とする立方体を考え、その中でエネルギー損失量の分布を求めた。これを基に大きな損傷の形式確率と細胞生残率を比較した。チャイニーズハムスター V79 培養細胞の照射後の細胞生残率を $S = \exp(-\alpha D - \beta D^2)$ と近似して、 α および β 値を計算した。第1次の項は高いエネルギーの2次電子が双方の染色体に損傷を作る場合および飛跡に沿って、単位体積中で2回以上、2次電子の発生する場合で、塩基対で20以上が損傷する確率である。2次の項はランダムな2次電子の寄与により、10個以上の塩基対の損傷が2回以上起こる確率を計算する。実験結果との対比から、この程度以上の多重損傷が起こることが、細胞失活につながっていると推定される。LET が 200 KeV / μ m の粒子線について計算すると、線量を Gy 単位で $\alpha = 0.77$ 、 $\beta = 0.021$ となり、実験で得られた生残率曲線とよく一致する。

G₂期から M 期へ入らない状態（G₂阻止）に細胞をおくと回復効率が高まる。なるべく代謝系に影響を与えずに G₂阻止を行う方法として、増殖が可能な温度から失活の始まる境界温度で細胞を培養する方法を検討している。酵母細胞（S 288 C、1 倍体）を境界温度 41.5°C で 4 時間以上培養すると、新たな出芽がなくなり、細胞が巨大化して分裂直前で停止した状態になる。この細胞

集団を通常の培養温度に戻すと、一斉に分裂を再開することから G₂末期で停止していたものと推定される。V79細胞についても同様に同調増殖する細胞集団が得られた。境界温度は41.7°Cであり、この温度で6時間培養したものは約13時間後に一斉に分裂を開始した。この分裂停止状態を電子顕微鏡でフィザルム細胞の核分裂について観察している。停止状態(33.8°C)で15時間以上おくと核分裂の中心体近傍の構造に異常が見られる。このような細胞を通常の培養に戻すと異常な微小管が形成される。分裂の開始点の構造が変化したことが分裂停止の原因であると推定される。

フィザルムの栄養増殖型細胞(変異体)から休止型細胞(スクレロチウム)への分化する機構を分子遺伝学的に解明する目的で、単核のアメーバ型細胞に突然変異源(紫外線とカフェイン併用)を作用させ、分化不能な変異株の単離を試みた。変異源を作用させたアメーバを変形体に移行させ、21°Cで培養し、変形体がスクレロチウムに変わったかどうかを倒立顕微鏡下で調べた。紫外線、400 erg/mm²、カフェイン0.02%の条件下で生存率は8.4%、アメーバコロニー数1591の内、SC1⁺と判定されたものは1275(80%)、子実体を形成したもの(SC1⁺、-の判定不能)は316であり、目的の突然変異体の存在は確認されていない。

[研究発表]

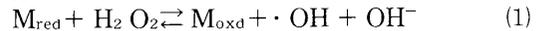
1. Matsumoto, S. et al.: Proc. Int. Biophys. Cong. 10., 546, 1990
2. Matsumoto, S, et al.: Proc. Int, Biophys. Cong. 10., 547, 1990
3. Furuse, M, et al: Proc. Int, Biophys. Cong. 10. 546, 1990
4. 古瀬、松本、土屋：第33回日本放射線影響学会、仙台市、1990、10
5. 松本、古瀬、土屋、橋爪：第33回日本放射線影響学会、仙台市、1990、10.
6. 松本、古瀬、曾我：物理学会放射線物理分科会、東京、1991、3.

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

花木 昭、小沢俊彦、伊古田暢夫、上田順市

酸素分子は多種類の生物にとって生命活動に必要な物質であるが、その還元生成物、特にヒドロキシルラジカル($\cdot\text{OH}$)は高い反応性のため生物物質に損傷を与え、死に至らしめると言われて

いる。 $\cdot\text{OH}$ は、化学的にはFe(II)を触媒としたFenton反応によって過酸化水素(H_2O_2)から直接生成される。生体内に於いても恐らく、酸素分子から生成された H_2O_2 からFenton反応によって生成されるだろう。Fenton反応は基本的には還元状態の金属イオン(M_{red})と H_2O_2 との酸化・還元反応(1)である。



したがって、 M_{red} はFe(II)に限定されることはない。鉄と同じく酸化・還元両状態をとりうる銅も酸素分子を活性化しうることが予想できる。

生体内では銅はイオン状態では存在しない。アルブミンと結合し、またセルロプラスミンとして存在する。本研究では、銅蛋白質のモデルとして種々の錯体を取りあげ、 H_2O_2 との反応による $\cdot\text{OH}$ の生成をチオバルビツール酸を発色剤とする分光光度法(TBA法)およびスピントラップ剤を用いるESR法で調べ、検討した。

最も高い酸素活性化機能をもつ錯体は、TBA法によるとCu-エチレンジアミン($\text{Cu}(\text{en})_2$)であった。Cu(en)₂溶液に H_2O_2 を加えるとCu(II)に基づくESR吸収が消失し、銅がCu(I)に還元されたことが示された。スピントラップ剤を共存させると、 $\cdot\text{OH}$ -スピントラップ付加体によるESR吸収が観測され、Cu(en)₂の反応から $\cdot\text{OH}$ が生成されることが判った。EDTAやDTPAの銅錯体と H_2O_2 の反応では $\cdot\text{OH}$ は生成されない。しかし、アスコルビン酸やシステインなどの還元剤でCu(II)がCu(I)に還元されることが $\cdot\text{OH}$ の生成には必須であり、酸素の活性化は基本的にはFenton反応であることが示された。銅は生体内では鉄について多量に存在する重金属イオンである。生物体内での活性酸素の生成には鉄だけではなく、銅も寄与することがモデル実験から示唆された。

[研究発表]

- (1) Ozawa, T. and Hanaki, A.: Biochem. Int., 20, 649-658, 1990
- (2) Ozawa, T.: Yakugaku Zasshi, 110, 617-638, 1990.
- (3) Ozawa, T. and Hanaki, A.: Biochem. Int., 22, 343-352, 1990.
- (4) Ozawa, T.: Trend in Org. Chem., 1, 31-42, 1990.
- (5) Ikota, N.: Chem. Pharm. Bull., 38, 1601-1608, 1990.
- (6) Ikota, N. and Hanaki, A.: Chem. Pharm.

Bull., 38, 2712-2718, 1990.

3. 白血球前駆細胞増殖因子 (CSF) とその受容体に関する研究

色田幹雄、常岡和子、石原弘、武内恒成

放射線による骨髄障害や白血病の治療に役立つこと目的とし、CSFを中心にしてサイトカイン類に関する研究を行ってきた。

サイトカイン類の遺伝子レベルでの研究を進めるためには、遺伝子発現の量的な変動を計測できる定量的なRNA分析技術が必要である。昨年度開発した巨大DNA分析技術である「低塩濃度エレクトロブロッティング (LSE) 法」を応用し、従来、分子サイズの相違によりブロッティング効率が変化する可能性が高かったNorthernブロットハイブリダイゼーションの改良に成功し、定量的なRNA分析が可能となった。

ヒト白血病株HL-60細胞は、培養系にバルビタール類を添加すると、核内レセプターを介して白血病細胞の分化を促進する分化誘導物質の作用が、選択的に増強されることを発見した。バルビタール類はHL-60細胞の細胞膜上のプロテインキナーゼC活性を阻害するが、各種のバルビタール誘導体の中でもキナーゼ阻害活性の強いものほど分化誘導促進活性が強いことを証明した。

個体レベルで放射線による骨髄障害の回復を促進する薬剤に関する研究を行った。乳酸桿菌加熱死菌体製剤 (LC 9018) を皮下注射することにより、致死線量の全身被曝したマウスの生存率を90%まで上昇させることができたので、続いてLC 9018の投与時期について検討した。照射前投与では、1日前、2日前投与が有効であったのに対し、1週間前では効果がなく、2時間前でも効果が少なかった。照射後投与では直後から9時間後投与が有効であったが1日後投与は効果が少なかった。被曝後十数時間以内に生体防御機構を活性化することが必要と思われる。組換えヒトG-CSF (rhG-CSF) の防護効果に関する研究は障害臨床研究部との共同研究で行った。X線で7.5 Gy照射したマウスにrhG-CSFを1日2回腹腔内投与した。照射直後から6日間連続投与することにより30日目の生存率は15%から55%に改善された。投与時期の影響を骨髄中のCFUsの数で比較すると、照射後1日目から投与を開始した群は、照射直後から投与を開始した群に比べ55%の回復であった。また3日後から投与を開始した群は34%の回復しかなく、LC 9018の場合と

同じく被曝後できる限り早く投与を開始した方がよいことが示唆された。また被曝後14日目の末梢血中の白血球数についてもrhG-CSFの投与により、著しい回復の促進がみられた。

[研究発表]

1. Ishihara, H. and Shikita, M., Meth. Mol. Cell. Biol., 2, 37-40, 1990.
2. Tanikawa, S., Nose, M., Aoki, Y., Tsuneoka, K., Shikita, M. and Nara, N., Blood, 76, 445-449, 1990.
3. Nomoto, K., Yokokura, T., Tsuneoka, K. and Shikita, M., Radiat. Res., 125, 293-297, 1991.
4. Takeuchi, K., Ishihara, H., Tsuneoka, K. and Shikita, M., Biochem. Biophys. Res. Comm., 178, 263-268, 1991.

4. 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

稲野宏志、鈴木桂子、石井洋子、池田清美、筏井洋* (*外来研究員、動繁研)

周産期動物のホルモン作用を受けて活性化している臓器に対する放射線の影響のメカニズムを解析するため、乳腺細胞の放射線感受性と下垂体ペプチドホルモンおよび卵巣性ステロイドホルモンの関係について検討した。乳腺細胞の腫瘍化は妊娠中や授乳中の放射線被曝により高率に起こることは既に報告した。妊娠中の内分泌系は下垂体、卵巣、胎盤、副腎皮質等のホルモン産生臓器から多種類のホルモンが大量に分泌されて妊娠を維持すると共に、乳腺細胞の分化増殖にも関与している。下垂体ホルモン、特にプロラクチンの乳腺細胞に対する作用と放射線誘発腫瘍化の関係を明らかにするため、2匹分の下垂体を処女ラットの腎皮膜下に臓器移植後、 γ 線 (260 cGy) で全身照射すると乳腺腫瘍の発生率が2倍に上昇した。これは、移植下垂体は視床下部から分泌されるPIFの支配下に入らないため大量のプロラクチンを合成、分泌して乳腺細胞を活性化するためと考えられる。一方、下垂体摘出手術した2.5ヶ月令の成熟雌ラットに γ 線を全身照射しても乳腺腫瘍の発生がみられない。以上の結果から、下垂体ホルモン、特にプロラクチンの作用で分化増殖している乳腺細胞は放射線による腫瘍化のイニシエーションを受け易いことを証明した。

しかし、下垂体からはプロラクチン以外に卵巣における卵胞ホルモンや黄体ホルモンの生合成を

促進する LH や FSH も同時に分泌されていることから、これらの生殖腺刺激ホルモンを介した卵巣の内分泌機能の活性化も放射線による乳腺腫瘍の発生を修飾していることが考えられ、今後の研究課題である。

[研究発表]

- (1) 鈴木, 石井, 池田, 稲野, 若林 : 日本生化学会、第63回大会、大阪、1990. 9.
- (2) Inano, H., Suzuki, K., Ishii - Ohba, H., Ikeda, K. and Wakabayashi, K.: *Carcinogenesis*, 12, 1085-1090, 1991.

3. 生物研究部

概 況

本研究部は、生体における放射線の影響を生物学的立場から研究し、その基本の解明につとめるとともに、ヒトの放射線障害の理解に寄与しうる基本的知見を提供することを目的として研究を行っている。ほぼ全員が公衆被曝特研に参加し、また放射線に対する適応現象の調査研究ならびに科学技術庁振興調整費による研究を行った。

第1研究室では、近交系間交雑 F₁メダカを用いて MAM アセテートによる腫瘍発現を調べ、肝腫瘍をはじめ膵臓、胆のう、総胆管の腺癌が高頻度に生ずることが判明した。また γ 線照射妊娠マウスからの F₁マウスの腹部中央に白斑が見られ、これは毛包のメラノblastメラノサイトの欠損、即ち γ 線によるメラノサイトの分化異常によることが判明した。さらに試験管内マウス受精卵より三倍体胚を誘導し、三倍体胚の放射線感受性を正常胚と比較、三倍体は二倍体より放射線抵抗性があることを哺乳類胚で明らかにした。

第2研究室では、ラット肝を用いて、放射線による活性酸素の細胞内反応を調べ、活性酸素は全て細胞内で OH ラジカルに変換して細胞膜損傷を誘起することを示唆する結果を得た。またマウス胎児由来の培養細胞 m 5 s を用いて、 γ 線照射での PLO 回復を伴う突然変異誘発率とアフィディコリンの効果について検討した結果、増殖抑制時での PLO 回復に伴い突然変異性障害も修復されることが判明した。さらに放射線による多段階性発癌機構の解明のため、2株の放射線誘発形質転換体を分離した。

第3研究室では、クロマチン機構と遺伝子調節機構を解明するため、DNA とヒストンのアルギニン残基との相互作用の解析に着手した。またカイコフィブロン遺伝子の全塩基配列の決定に成功し、この遺伝子が不等交差によって進化してきたことを明らかにした。またストレスに対する細胞の防御機構に関与しているユビキチン遺伝子の UV 照射による転写活性化を調べ、特定のポリユビキチン遺伝子 mRNA の量のみが UV によって増大することが判明した。

人事面では、平成2年度4月1日付で、藤井由布研究員を生物第1研究室に迎えた。村磯知採研

究員は平成2年4月7日～12日まで第38回米国放射線研究学会（ニューオリンズ）に、また三田和英、市村幸子両主任研究官は12月8日～15日まで第30回米国細胞生物学会（サンディエゴ）に出席し、研究発表、討論を行った。7月から3ヶ月間、インドネシア原子力研究センターの Dr. M. Darussalam が STA フェローシップで来所、7月からブラジル核エネルギー研究センターの O.K.Kikuchi 研究員が JICA 留学生として、また10月から蘇州医学院の耿勇志研究員が日中医学協会留学生として来所し第1研究室で研究を行っている。（江藤久美）

1. 魚類等を用いた放射線の身体的影響の比較生物学的研究

1-1. 近交系間交雑 F₁メダカに MAM アセテートにより誘発される腫瘍について

田口泰子・栗原靖之・江藤久美

当研究室で樹立した近交系間の F₁メダカは、長期飼育実験に適しているため、MAM アセテート処理後1年までに誘発される腫瘍を観察した。HB 32 CxH 04 CF₁メダカ（3～5カ月令）を0.5 ppm の MAM アセテートで24時間処理し、その後通常の水で25℃下で飼育すると、2カ月後までに約半数の個体に肝腫瘍が誘発される。この時期に肝腫瘍の発生をみなかった個体はその後長期間生存し、5～7カ月に多数の個体の腸の付近にコブ状の組織の増殖が観察された。組織学的検索の結果、膵臓の腺癌で腸壁まで浸潤していることが判明した。又、胆嚢や総胆管の腺癌も高頻度にみられた。これらの腫瘍組織の一部を細切りし同系統のメダカの前眼房に移植したところ、増殖がみられ移植が成立した。

【研究発表】

(1) 田口：第48回日本癌学会総会、札幌、1990、7。

1-2. ルシフェラーゼ遺伝子を用いたメダカ胚におけるプロモータ活性の比較

青木一子、田沢あゆみ*、小村潤一郎*、松隈章一*、石川隆俊*（*癌研）

ホタルの発光酵素ルシフェラーゼはルシフェリ

ンと ATP を基質として発光し、その発光量はルミノメータで定量できる。メダカ卵にレポーター遺伝子であるルシフェラーゼ遺伝子を導入し、それが子孫に伝達されることはすでに報告した。本研究では、この遺伝子を用いてメダカの細胞で効率よく発現を促すプロモータを検索した。

メダカの未受精卵に各種プロモータ (SV 40、RSV LTR、メタロチオネイン、熱ショック蛋白、アルブミン) を結合したルシフェラーゼ遺伝子を注入し、受精、発生させ 4 日目の胚で発現するルシフェラーゼの量を測定、比較した。この中でルシフェラーゼの発現量が高かったのは、メタロチオネインと熱ショック蛋白プロモータであり、とくに誘発処理を行うと発現量が増加した。

[研究発表]

- (1) 田沢、小村、青木、松隈、正仁親王、石川：第49回日本癌学会、札幌、1990、7、
- (2) 青木、松平：同上。

1-3. マウスのメラノサイトの分化に対する γ 線の効果

広部知久

本研究では、マウスのメラノサイトの分化に対する γ 線の効果を、異なったメラノサイトの分化段階において追求した。

C 57 BL / 10JH: γ -p / p 系統の雌と C 57 BL / 10JH: γ 系統の雄を交配し、妊娠 6.5、8.5、10.5、14.5 日目に ^{60}Co γ 線を 1.25 Gy 急照射した。離乳した F₁ マウスは腹部中央に白斑が見られ、その領域には、毛包にメラノプラスト、メラノサイトが欠損していた。この腹部白斑の頻度は、胎生 8.5 日が最大で、胎生後期ほど低かった。

これらの結果より、 γ 線は、毛包におけるメラノサイトの分化異常を引き起こし、その効果は、メラノプラストの移動時期に最も強い効果を与えられられる。

[研究発表]

- (1) Hirobe, T. and Zhou, X.: Mutation Res., 234, 91-96, 1990.
- (2) Hirobe, T.: J. Exp. Zool., 257, 184-194, 1991.

1-4. 3 倍体マウス胚の放射線感受性

山田武、太田一正¹、中田理美²、藤井由布、大山ハルミ³ (¹実習生、東邦大学、²同、千葉大学、³障害臨床)

倍数性と放射線感受性との関連は古くから興味

ある問題であるが、哺乳類においては実験がない。本研究では試験管内受精卵のサイトカラシン B 処理によりマウス三倍体胚を誘導し、哺乳類胚における倍数性と放射線感受性に関する実験を行うことができた。三倍体受精卵を受精後の各時期に X 線照射を行い、胚盤胞発生率を指標として感受性を正常胚と比較した。その結果、「三倍体は二倍体より放射線感受性が低く、その LD₅₀ は二倍体のほぼ倍である」こと、また「細胞周期進行に伴う放射線感受性変動のパターンは、正常な二倍体とほとんど同一である」ことがわかった。これにより哺乳類胚においても植物等と同様に、三倍体は二倍体より抵抗性が認められ、哺乳類胚においても倍数性が上がると放射線感受性が低くなる関係が示唆された。

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細胞生物学的研究

湯川修身、古野育子、東智康、村磯知探

本課題は、遺伝情報発現あるいはその結果である細胞構造の変化を細胞生物学的に追求し、障害発現の過程を明らかにすることを目的とする。このため、ラット、マウスの組織・細胞を用い、放射線によって生ずる細胞機能の変化を解析してきた。

(1) ラット肝を用いて、放射線によって生ずる活性酸素が生体膜の構造と機能の障害を引き起こす機構を解析してきた。さらに、これら活性酸素の細胞内反応性を調べ、放射線により生ずる活性酸素のうち、OH ラジカルは直接、H₂O₂ は生体膜中の金属タンパク質の金属部分と反応して OH ラジカルになって、O₂ は細胞内の SOD 等により H₂O₂ を経てさらに OH ラジカルとなって、生体膜損傷を引き起こすことを明らかにした。すなわち、放射線によって生ずる活性酸素はすべて細胞内で OH ラジカルに変換して細胞損傷を引き起こすものと考えられた。

また、組織・細胞レベルでの生体膜損傷の影響を見るため、ラット肝初代培養細胞系を確立し、細胞膜を介する細胞情報伝達系への放射線作用の解析を開始した。

(2) マウス胎児由来の培養細胞 m 5 s を用いて、 γ 線照射での PLD 回復に伴う突然変異誘発率とアフィディコリンの効果について検討した。対数増殖期は定常期に比べて感受性が高かった。増殖期および定常期とも、PLD 回復が認められたが、増殖期ではアフィディコリンによる著しい回復の

増加が見られ、定常期ではほとんど認められなかった。また、増殖期ではアフィディコリンにより促進される PLD 回復に伴い突然変異性障害も修復されたが、定常期ではなかった。これらの結果から、増殖抑制時での PLD 回復に伴い突然変異性障害も修復されることが示された。しかし、増殖期と定常期の生残率と突然変異誘発率が一致せず、その理由は明らかでない。

また、同 m 5 s 細胞を用い、放射線による多段階性発癌機構の解明を目的として、細胞間接触による細胞増殖阻止能の消失および増殖の足場依存性から非依存性への転換を指標に、2 株の放射線誘発形質転換体を分離した。

[研究発表]

- (1) 湯川、小澤、村磯：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10。
- (2) 古野、松平：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10。
- (3) 東：第13回日本分子生物学会年会、京都、1990、11。
- (4) 村磯、松平、G. F. Strniste, J. S. Mudgett: 38th Annual Meeting of the Radiation Research Society, New Orleans, 1990、4。
- (5) 村磯、浅見、松平：第49回日本癌学会総会、札幌、1990、7。

3. クロマチンに対する放射線の作用に関する分子生物学的研究

3-1. クロマチンの構造

座間光雄

クロマチンの構造と遺伝子調節機構を理解するための基礎となる、ヌクレオソームに関する研究を進めた。特に、ヌクレオソームでの DNA の高次構造形成に主要な役割を果たすと考えられる、DNA とヒストンのアルギニン残基との間の強い相互作用の解析に着手した。この相互作用に関与する残基を各ヒストン分子 (H2A, H2B, H3, H4) について同定するための以下の実験法を確立した。種々の塩濃度 (0 - 2 MNaCl) 下でヌクレオソーム・コア粒子 (ニワトリ赤血球核より調整) 中のアルギニン残基を 2、3-ブタンジオンで化学修飾し、修飾後 4 種のヒストンを SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動で分離する。ゲルから溶出させた各ヒストン分子のアミノ酸分析を行う。これを修飾反応時間の異なる試料について行う。

[研究発表]

- (1) 座間：第17回核酸化学シンポジウム、名古屋、1990、11。
- (2) Zama, M.: Nucleic Acids Res. Symp. Ser., 22, 93-94, 1990。

3-2. カイコフィブロイン遺伝子の発現制御と構造

三田和英、市村幸子

カイコフィブロイン遺伝子は、後部絹糸腺で特異的に発現する遺伝子で、シグナルペプチド部分をコードする短いエキソン1、イントロンおよびフィブロインの単純な繰り返し構造をコードする 15 Kb におよぶエキソン2から構成されている。我々はフィブロイン遺伝子の一部の塩基配列を以前に決定したが、今回はその全貌を明らかにすることが出来た。フィブロインの繊維構造部分をコードするエキソン2は、特有のβ構造を形成する Gly・Ala・Gly・Ala・Gly・Ser の反復配列に対応する18塩基対の反復配列と若干のアミノ酸の変異を含む領域をコードする塩基配列部分が全領域にわたって交互にくり返した構造をしていた。さらに、約100塩基対のフィブロインの非晶領域をコードする配列が平均1500塩基対毎に挿入されていた。以上の遺伝子の構造は、繊維としてのフィブロインの性質をよく説明するとともに、フィブロイン遺伝子が何段階もの不等交差によって進化してきたことを示している。

[研究発表]

- (1) 三田、市村：第63回日本生化学会大会、大阪、1990、9。
- (2) 市村、三田：第13回日本分子生物学会年会、京都、1990、11。
- (3) Mita, K., Ichimura, S. and James, T. C.: J. Cell Biol., 111, 123, 1990。

3-3. 紫外線感受性に関与するユビキチンの機能

根井充 (養成訓練部)、三田和英、市村幸子

ユビキチンは76アミノ酸よりなる多機能タンパク質であるが、外界からのストレスに対する細胞の防御機構に関与していることが知られている。本年度は、Hela 細胞を用いて254 nmUV 照射によるユビキチン遺伝子の転写活性化をしらべた。発現している3種のユビキチン遺伝子のうち、特定のポリユビキチン遺伝子 mRNA の量のみが UV 照射によって増大した。UV 照射と類似の作用をもつことが知られているホルボールエステル

によっても、このポリユビキチン遺伝子の発現活性が増大した。これらの転写活性の増大は、シクロヘキシミドによって抑制されないことから、タンパク質因子の合成を必要としないと結論された。

[研究発表]

- (1) 根井, 三田, 市村: 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990, 10.

4. 遺伝研究部

概 況

本研究部は生物に対する放射線の影響を遺伝学的立場から研究し、遺伝的障害の生成機構と修復・防護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損傷の生成とその修復・防護機構を分子生物学的手法を用いて解析することを目的に研究を行っている。本年度は酵母より活性酸素増産剤であるプラムバギン（PB）に高感受性を示す変異株を多数分離した。そのうち活性酸素消去系に欠損をもつ変異株を用いて PLGJ 遺伝子をクローニングした。また、酵母の修復欠損株を用いて H₂O₂ 感受性を検討した結果、嫌気性培養条件下で DNA 二重鎖切断がより多く生じることが示された。

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-K1 細胞から分離した染色体不安定化温度感受性株のうち、染色体の脱凝縮と紡錘体の脱構築に欠損をもつ染色体分配機構欠損株（tsTM13）を解析した。その結果、この変異株が1) 染色体の脱凝縮に関与するヒストン H1-H3 の脱リン酸化に欠損のあること、2) 紡錘体の構築に関与するヒストン H1 リン酸化酵素が分裂期後半においても高い活性が維持されていることを明らかにした。

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に着手した。本年度は1) 修復欠損遺伝病細胞を用いて DNA のメチル化に及ぼす DNA 修復能の影響を明らかにした。2) マウス異種間交雑によるマウス・ゲノム・マッピング法の確立につとめた。3) マウス補体系 H 因子の H3 アロタイプ遺伝子の cDNA クローニングを行った。

第4研究室では、放射線の日本人集団に対する遺伝的障害の解明とその危険度推定に寄与する集団遺伝学的基礎研究を行っている。本年度は DNA 多型を用いた連鎖法について、いとこ婚に着目して劣性遺伝病の遺伝子マッピングに有効な

アルゴリズムの開発を行った。

本年度は科学研究官に就任された戸張巖夫部長の後任として4月1日より堀雅明が引き継いだ。4月1日付で塩見忠博主任研究官が遺伝第3研究室長に就任した。また、4月1日付で原田良信研究員を第3研究室に迎えた。松田洋一主任研究官は平成2年12月14日にちにローズウエルパーク記念研究所での一年間の共同研究を終え帰任した。（堀雅明）

1. 哺乳類細胞等における遺伝的変異誘発および防護・修復機構の分子遺伝学的研究

佐伯哲哉、稲葉弘子、森明充興、町田勇、本郷悦子

哺乳類細胞、酵母、大腸菌を用いて活性酸素防護遺伝子の特性を解析し、放射線防護機構を解析することを目的とする研究を行っている。

- (1) L 5178 Y からの放射線とマイトマイシン C 高感受性変異株間で活性酸素増産剤メチルヴィオロゲン（MV）とプラムバギン（PB）への感受性を比較したが、有意な関連は認められなかった。
- (2) CHO-K1 細胞から PB 高感受性株を分離し、それらの感受性の解析と相補正の検討を行っている。
- (3) 酵母から PB 高感受性変異株を分離し、それらを、PB 特異的的感受性株、DNA 修復系変異株および活性酸素消去系変異株とに分類して、この内消去系変異株の一つに欠損する PlgJ 遺伝子がクローニングされた。
- (4) 酵母の修復欠損株の H₂O₂ 感受性の比較により、嫌気培養細胞には好気培養時よりも多くの二重鎖切断が生ずることを示す結果がえられた。
- (5) ゲノム組込による形質転換を行なうプラスミド系を用い、この形質転換は組換修復機能の存在を要するが突然変異修復能の存在を要しないことが知られた。
- (6) 大腸菌活性酵素耐性遺伝子 MvrC をクローニングし、その機能は MV 膜透過に関与するらしいことを示した。

〔研究発表〕

- (1) 森明、町田、本郷：日本遺伝学会第62回大会、

- 東京、1900、10.
- (2) 本郷、森明、稲葉：日本遺伝学会第62回大会、東京、1990、10.
 - (3) 町田、森明、佐伯：日本遺伝学会第62回大会、東京、1990、10.
 - (4) 佐伯、町田：日本遺伝学会第62回大会、東京、1990、10.
 - (5) 町田、森明、佐伯：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10.
 - (6) 島津*、浜（稲葉）、沢田*：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10. (*薬理化学研究部)

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、高橋永一、辻さつき、堀雅明

本研究は、ヒトおよび哺乳類細胞の遺伝的変異細胞を用いて、染色体構造、染色体動態およびDNA代謝関連遺伝子群について解析し、染色体突然変異の生成に関する細胞内機構を明らかにすることを目的とする。

ゲノムの安定保持には、染色体構造の安定性と細胞分裂による染色体の正確な分配が関与している。昨年度はCHO-K1細胞から分離した染色体不安定化温度感受性株を解析し、分裂期に停止し、染色体の脱凝縮と紡錘体の脱構築が異常となった染色体分配機構の欠損株 tsTM 13株の異常形質を明らかにした。本年度は tsTM 13の異常形質とヒストンのリン酸化およびヒストン H1 リン酸化酵素との関係を調べ、以下の成績を得た。

正常細胞では、染色体が凝縮する分裂期中期でヒストン H1 や H3 は高度にリン酸化され、染色体が分配される分裂期後期では、それらのリン酸化は減少する。しかしながら、tsTM 13を非許容温度(39°C)で培養し、細胞分裂を分裂期で止めると、ヒストン H1・H3 は高度にリン酸化され、分裂期後期においてもそれらのリン酸化の低下は認められなかった。この時、tsTM 13の染色体は分裂期終期まで凝縮状態を保っていた。この結果により、染色体の脱凝縮にヒストン H1・H3 の脱リン酸化が関与し、tsTM 13では、H1・H3 の脱リン酸化が欠損しているため、染色体の脱凝縮がおきないと考えられる。ヒストン H1 を特異的にリン酸化する H1 リン酸化酵素の活性を非許容温度で調べたところ、分裂後期においても強い活性が認められた。従って、tsTM 13におけるヒストン H1 の高度なリン酸化は、分

裂期後半においても H1 リン酸化酵素の活性が低下しないためと考えられる。H1 リン酸化酵素は微小管のリン酸化にも関与し、微小管のリン酸化・脱リン酸化により、紡錘体は構築・脱構築されることが知られている。tsTM 13のもう一つの異状である紡錘体の脱構築の欠損も分裂期後半における H1 リン酸化酵素の異常な活性維持により説明される。

[研究発表]

- (1) 辻(秀)、網代、林、堀：日本遺伝学会第62回大会、東京、1990、10.
- (2) 網代、西川、辻(秀)：第43回日本細胞生物学会大会、東京、1990、10.
- (3) 辻(秀)、林、安田、網代、三田、市村、根井、堀：第13回日本分子生物学会年会、大阪、1990、11.
- (4) 辻(秀)、第8回ワークショップ「染色体の構築」、三重、1991、2.
- (5) Tsuji, H., Matsudo, Y., Tsuji, S., Hanaoka, F., Hyodo, M. and Hori, T.: Somat. Cell Mol. 16, 461-476, 1990.
- (6) 高橋、堀、中村、瀬野：日本遺伝学会62回大会、東京、1990、10.
- (7) 高橋、堀、中村、瀬野：第36回人類遺伝学会、福井、1990、8.

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、松田洋一、原田良信

1) 分化の制御要因と考えられている DNA のメチル化に及ぼす DNA 損傷修復能の影響を調べるため、異なった相補性群(A-E群)に属するヒト色素性乾皮症(XP)細胞でのDNAのメチル化を測定し、正常ヒト細胞のそれと比較した。XP細胞では正常細胞に比べ、メチル化の程度は約60%—70%に低下していた。マウス培養細胞(L5178Y)から分離した紫外線感受性修復欠損変異株細胞(相補性群I—III)でのメチル化も親株の約60—70%に低下していた。従ってメチル化の低下は、動物種に関係なく、修復能の欠損と関係することが示唆された。

2) 実験用近交系マウスC57BL/6(B6)とヨーロッパ産野生マウスMus spretusのF1雑種雌と、B6またはspretus雄との戻し交雑世代に於ける染色体動原体の分離ひずみの有無を、サテライトDNAのin situ分子雑種形成法を用いて調べた。その結果、spretusの戻し交雑群で

は *spretus* 由来の動原体が有意に伝達されること、また各染色体ごとの分離頻度では、*spretus* 由来のX染色体動原体部が有意に後代に伝達されるが、他の染色体はランダムに分離することが判明した。これらの結果は、*Mus spretus* にはいくつかの致死遺伝子が残存してヘテロ性が維持されやすく、また、雑種雌に於ける配偶子形成過程でX染色体特異的な選択機構が存在する可能性を示唆している。

3) 実験用近交系マウス (*Mus musculus*) の補体系H因子には H.1, H.2 および H.3 の3種類のアロタイプがある。このうち H.3 はマウスに於いては非常に稀なアロタイプであるが、近縁種である *Mus spretus* に於いてはほとんどの個体が H.3 を持っている。この結果はマウスとその近縁種の進化学的研究に於いて非常に興味のある現象であり、これらの種に於いて補体系H因子遺伝子がどの程度変異しているかを明らかにすることは重要である。そこで *Mus spretus* のH因子遺伝子の cDNA のクローニングを行い、約3.4 kb の cDNA を含むクローンを回収した。

[研究発表]

- (1) 松田、Keitz, B. T. and Chapman, V. M.: 第10回五大湖哺乳類発生学研究集会、トロント、1990、4.
- (2) 松田、Keitz, B. T., Miller, D. R. and Chapman V. M.: アメリカ合衆国カナダ遺伝学会合同年会、サンフランシスコ、1990、8.
- (3) 松田、and Chapman V. M.: 第4回マウスゲノムマッピング国際ワークショップ、アナポリス1990、11.
- (4) Matsuda, Y. and Chapman V.M.: *Mammalian Genome* 1: 71-77 (1991)
- (5) 塩見：細胞工学センター国際ワークショップ 1990、大阪、1991、1

4. 人類集団における突然変異の動態に関する調査研究

安田徳一、伊藤倬子

本研究は放射線の日本人集団に対する遺伝障害

の解明とその危険度を推定するために、日本人集団の遺伝構造および環境要因と遺伝素因の相互作用を量的に調査研究する。また電子計算機を用いてその詳細な分析と理論的解明を行い、突然変異遺伝子の動態拡散と遺伝性障害の発生との関係を具体的に明らかにすることを目的とする。この目的を達成するためにヒトにおける突然変異の集団遺伝学的研究、突然変異遺伝子の健康への影響としての疾病の発生頻度、その発症機構について臨床集団遺伝学的、遺伝疫学的研究を行った。

(1) DNA 多型を用いた不規則性遺伝病の解析 (安田)

不規則性遺伝病は多因子病ともいい、乳幼児の先天奇形と、大人の心疾患、糖尿病などの成人病とに大別される。それらの有病率はそれぞれ6%、63%と報告されている。これら多因子病の遺伝素因を分子遺伝学的に分析するアプローチとして、DNA 多型を用いた連鎖法が開発され、多因子病に主効果を表す遺伝子を同定する試みがある。本年度は我が国で比較的頻度の高いいとこ婚に着目して、劣性遺伝病の遺伝子マッピングを行うアルゴリズムの開発を行った。いとこ婚から生まれる患者の劣性遺伝子が同祖遺伝子である確率は1/16であるが、この遺伝子に隣接するDNA多型も同祖的である確率は劣性遺伝子座からの距離が近い程高い。逆にすでにマップされたDNA多型を用いて、いとこ婚から生まれた患者をスクリーニングすることで劣性遺伝子を同定することが可能となる。

(2) 日本人集団の遺伝構造の調査研究 (伊藤・安田)

昨年度に引続き、日本人集団の遺伝構造を分析する指標として、1974~1990年に調査研究された遺伝的多型のデータベースの作成を行った。収録できた約20血液型について都道府県別に、遺伝子頻度、ホモ接合性、多型情報量、父性否認確立などの重要な統計量を求め、現在整理中である。また劣性遺伝病の継代的発症の予知モデルを考案するため、静岡県M市を中心とする15,000夫婦の資料を基にして電算機プログラムの開発を行った。

5. 生理病理研究部

概 況

本研究部は人体に対する放射線障害の本態を明らかにすることを目的として、主として実験動物及びそれらに由来する細胞を用いて、細胞レベルから個体レベルに至る急性及び晩発性障害につき、分子細胞生物学的、免疫生物学的及び実験病理学的な立場から研究を行っている。全ての研究室が経常研究のほかに、昭和63年度から継続中の特別研究「公衆被曝のリスク評価に関する生物学的調査研究」あるいは平成2年度から新しく始まった特別研究「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」を分担研究している。

第1研究室では、今年度は特に低致死線量域での同種移植に伴う宿主対移植片反応（拒絶反応）をT細胞に対するモノクローナル抗体投与によって制御する試みに新しい進展が見られた。低線量放射線の免疫系に及ぼす刺激効果に関する実験では、それを支持する結果は得られなかった。

第2研究室では、前年度に引き続きサイクロトロンからの速中性子線照射によるマウスの寿命短縮及び腫瘍発生の線量反応関係に関する研究を継続すると共に、免疫不全マウスのウレタンによる肺がん誘発、培養線維芽細胞でのトランスフォーメーションに及ぼすLPSの効果等について研究した。

第3研究室では、胎内及び幼若期被曝による長期的影響につき研究を進めたが、今年度は出生1日前に2.85 Gy照射した群についてのデータがまとまった。

第4研究室では、放射線あるいは制癌剤による造血抑制からの回復を促進する働きを示すセファランチンの作用機序に関する研究のほか、ラットを用いて化学物質による胸腺リンパ腫発生の年齢依存性についての研究を行った。

本年は、当研究部員の国際会議での活躍が目立った年でもあった。佐渡は平成2年4月7日に京都で開催された“骨髄移植の基礎的研究”に関する国際ミニシンポジウムでこれまでの骨髄キメラに関する研究の成果について発表したほか、10月24日、25日にオランダ（ライスワイク）で開催された放射線発癌に関する国際ワークショップに出席し、放射線発癌の年齢依存性に関する佐々

木の研究成果について報告した。また、12月6日、7日に東京で開催された日本放射線影響学会主催の”個体レベルにおける放射線発がん”に関する国際シンポジウムでは、佐渡、武藤、佐々木および森がこれまでの研究成果を発表した。佐渡は平成3年3月27日、28日に筑波研究センターで開催された第3回日中実験動物ワークショップにオーガナイザーとして参画した。

人事面では、これまで我が国におけるトロトラスの晩発障害に関する疫学的研究で中心的な役割を果たして来た森武三郎主任研究官が3月31日をもって定年退官した。また、平成2年7月から同3年3月末までの9カ月間、タイ国チェンマイ大学のUtsuma Maghanemi氏が科学技術庁原子力交流研究員として来所し、当研究部において免疫系に及ぼす放射線の影響について研究した。

（佐渡敏彦）

1. 造血器（骨髄）移植における免疫系細胞の分化と晩発性障害および白血病治療に関する実験的研究

武藤正弘、相沢志郎、久保あゆみ、神作仁子、佐渡敏彦

これまで骨髄移植に関連した多くの研究を行って来たが、本年度は、同種骨髄移植における残存T細胞による拒絶反応のモノクローナル抗体投与による抑制の研究について述べる。

最近、事故による放射線被曝した人に骨髄移植が行われたり、種々の難治性の血液疾患、例えば再生不良性貧血や免疫不全あるいは白血病の治療に、骨髄移植が試みられるようになって来た。これらの場合、移植骨髄細胞が宿主を拒絶するGVH反応とともに、宿主が移植骨髄細胞を拒絶するHVG反応について、それらの反応をいかに抑えるかが、問題となっている。そこで本研究はX線照射したC3Hマウス（H-2^k）にB6C3F₁（C57BLXC3H）マウス（H-2^b/H-2^k）の骨髄細胞を移植し、HVG反応が生じるモデル実験系を使用して、種々のT細胞表面抗原に対する抗体をin vivo投与することにより、拒絶反応が抑制できるかどうか検討した。まず宿主への照射線量を定めるために、種々の線量の照射を行い、

致死線量で、しかも一番低い線量を決定し7.5 Gyとした。また、B6C3F₁マウスの移植骨髄細胞の数を決定するために、C3Hマウスを7.5 Gyあるいは、宿主の免疫能力を完全に消失する10 Gyで照射後種々の骨髄細胞を移植し、10 Gyの宿主に移植した場合には死亡せず、7.5 Gy照射した宿主に移植した場合死亡する条件を探った。その結果、骨髄細胞を1.5 X 10⁶移植した場合、10 Gyでは死亡せず、7.5 Gyで80% HVG反応で死亡する系が見い出された。そこでこの実験系を使用して、骨髄移植のみでは死亡する個体が、種々のモノクローナル抗体をin vivo投与することによって、HVG反応による拒絶反応を抑制出来るかどうか検討した。使用したモノクローナル抗体は、ラットモノクローナル抗体、抗Thy1.2抗体(30-H 12-5, IgG2_b)、抗CD4抗体(GK 1.5, IgG2_b)、マウスモノクローナル抗体、抗CD8抗体(116-13.1, IgG2_a)、ハムスターモノクローナル抗体、抗CD3抗体(2 C 11)であり、照射後20時間後に抗体を腹腔内にそれぞれ1 mg / 1匹、1 mg / 1匹、2 mg / 1匹、1.5 mg / 1匹1回投与し、7時間後にB6C3F₁マウスの骨髄細胞を尾静脈より1.5 X 10⁶移植した。その結果、骨髄移植のみの群では100日後では、30%のみ生存したのに対して、抗Thy1.2抗体投与群では70%、抗CD4抗体投与群で86%、抗CD8抗体投与群で69%、抗CD3抗体投与群で92%生存した。これらの結果は、骨髄移植におけるHVG反応による拒絶反応抑制のため、適当なモノクローナルを使用することは有効であることを示している。

[研究発表]

- (1) Sado, T. International Mini-Symposium on "Basic Studies on Bone Marrow Transplantation" Kyoto, 1990, 4.
- (2) Aizawa, S. and Sado, T.: Cell Immunol., 130, 1-10, 1990.
- (3) Muto, M., Kubo, E., Kamisaku, H. and Sado, T.: J. Immunol., 144, 849-853, 1990.
- (4) 相沢、加藤、佐渡、根本、赤木：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10.
- (5) 神作、Pongpianchan、佐渡：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10.
- (6) 相沢、佐渡：日本免疫学会第20回大会、東京、1990、11.
- (7) 佐渡、神作：日本免疫学会第20回大会、東京、1990、11.

- (8) 佐渡、神作、Pongpianchan、Maghanemi、ワークショップ「極低線量放射線の生物影響」横浜、1991、3.
- (9) Sado, T.: International Symposium on "Radiation Carcinogenesis in the Whole Body System", Tokyo, 1990, 12.
- (10) Muto, M.: International Symposium on "Radiation Carcinogenesis in the Whole Body System", Tokyo, 1990, 12.
- (11) 武藤、久保、石原、佐渡：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10.
- (12) 久保、武藤、山岸、竹下、佐渡：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10.
- (13) 武藤、久保、石原、佐渡：日本免疫学会第20回大会東京、1990、11.

2. 腫瘍発生と腫瘍細胞の特性の解析

大津裕司、小林森、崎山比早子、古瀬健、野田攸子

これまでの腫瘍発生におけるγ線や速中性子線照射による線量効果、線質効果を検索する実験に引き続いて治療用高エネルギー速中性子線による腫瘍発生効果を調べる実験、また、発癌過程における胸腺機能の関与の程度を確かめる実験、そして、培養線維芽細胞を用いたX線発がんにおける細菌の菌体成分(LPS)の発がん抑制効果の作用機序の解明のための実験と三つの実験が行われた。

治療用サイクロトロンからの速中性子線(平均エネルギー13MeV)を4週令、雄マウスに1回全身照射を行った。検索対象を肺腫瘍とし、肺腫瘍が自然に発生し易いA/J系と発生し難いC57BL/6Jと2系統のマウスを用いた。A系では照射がなくても肺腫瘍は7ヶ月令で20%に発生し、以降19ヶ月令で75%になる。照射群でも最初同様の発生がみられるが、13ヶ月令で1と2 Gy群で57%(対照非照射群:40%)と有意に増加する。以後、対照群の値に接近、有意差がなくなる。C57BL群の非照射群では16ヶ月令でも同発生率は4%と肺腫瘍の発生はA系より遅く、以後、漸増し、25ヶ月令で9%となる。照射群では1 Gy群が19ヶ月令で20%、22ヶ月令で40%と最も高い発生率を示した。2と3 Gy群では26%で有意の増加がみられた。なお、0.5 Gy群は14%で有意の増加はみられなかった。この結果をこれまでのγ線の結果と比較すると、両群とも有意に高い肺腫瘍発生率の出現する時期は同じで、

肺腫瘍発生時期の促進効果は認められなかった。最高発生率はほぼ同じであったが、速中性子線照射群では1 Gy群で、 γ 線照射群では3 Gy群に認められ、肺腫瘍誘発線量効果に相違が認められた。

次に胸腺の発がんにおける機能の検索は胸腺欠損のあるC57BL/6J系のヌードマウス(nu/nu)を用いて行われた。化学発がん剤である、ウレタン投与による肺腫瘍発生率が指標とされた。

その発生率はヌードマウスでは60%、対照群(nu/+)では45%と有意差が認められず、胸腺機能が肺腫瘍発生に大きく関与することがないことが示唆された。

培養細胞(10 $\frac{1}{2}$ 細胞)の悪性転換がLPSによって阻害される機構を解明するために一連の実験が行われた。この阻害作用はLPSのリピドA部分に存在し、悪性転換を促進する物質(TPA)の作用をこのリピドAは拮抗的に作用することを確かめた。次に悪性転換抑制機構がLPSによるアラキドン酸代謝の促進と関連の有無をアラキドン酸代謝を修飾する一連の薬剤を用いて抑制効果への影響を検索した。しかし、これら薬剤は単独ではX線による悪性転換には影響を与えなかった。一方、LPSの細胞への結合を阻害する薬剤とLPSを同時に作用させるとLPSの作用は阻止された。以上、LPSによるX線悪性転換抑制効果はアラキドン酸カスケードを介さないことが示唆された。

3. 胎内・幼若期被曝による長期的影響に関する研究

佐々木俊作、島田義也

出生前および幼若期の放射線被曝により引き起こされる影響は成年期被曝の場合と多くの点で異なっている。この研究は胎内・幼若期被曝による長期的影響を多面的に理解することを目的とする。第一のテーマは発がんであり、胎内被曝による発がん重点を置いている。第二のテーマは中枢神経系の発生異常である。第三は個体発生ならびに加齢に関する基礎研究である。平成2年度に進展が見られた研究内容について以下に記す。

(1) 胎内被曝による発がん：いくつかの実験群の終生飼育が完了し照射時の発生段階と感受性の関係についてのデータが得られた。B6C3F1マウスの胎生18日齢(出生1日前)に¹³⁷Csの γ 線を2.85 Gy照射したグループの雄についてのデータがまとまった。平均寿命短縮は十分有意であり、

肝腫瘍と肺腫瘍の発生増加を認めた。新生児期のB10系マウスはリンパ腫の誘発に関して感受性が高いことは前にデータを得ていたが、胎生17日齢の γ 線2.85 Gyの照射によってもリンパ腫が誘発されることを確認した。しかし出生当日に比べると感受性は明らかに低い。このグループでは他に卵巣腫瘍、肺腫瘍、下垂体腫瘍の発生増加を認めた。胎生14日齢に γ 線を0.95 Gy照射したB6C3F1雌マウスにおいては平均寿命に短縮の傾向は見られたが、統計学的には有意ではなかった。組織学的検索は未完了である。なお、線量1.9ならびに2.85 Gyの実験群はまだ生残している。胎生12日齢に γ 線1.43 Gyを照射したC3H雄マウスにおいては平均寿命は対照群とほぼ等しく短縮は全く認められなかった。組織学的検索は未完了である。胎生後期のマウスは発がんに関する感受性を持つことは明らかであるが、胎児期初期のマウスが感受性を持つかどうかはまだ確認できていない。

(2) 中枢神経系の発生異常：組織構築の異常を指標として放射線による発生異常についての検討を行った。実験にはB6C3F1雄マウスを用い、 γ 線を照射した。小脳皮質における組織構築の異常は二種類に大別できることは既に明らかにしたことである。すなわち、皮質の分層構造形成の完全阻害と神経細胞異所性である。これらのうち後者について検討を進めた。異所性とは本来存在すべきではない場所に存在していることをいう。この現象は神経細胞ネットワーク形成における異常を意味している。小脳皮質においては多種類の神経細胞において異所性が認められるが、容易に識別できるのは外顆粒層由来の細胞の分子層内残留であり、細胞移動の停止に起因すると推察されている。集塊を成して存在するのが特徴であるので、これを利用して影響の大きさの数量化を行った。この解析によって、細胞移動停止に関して感受性のある発生段階はかなり長期間であることが明らかとなった。小さな影響を正確に測定するためには方法を改善する必要があるため、そのための検討を続けている。

【研究発表】

- (1) Mori, H., Sasaki, S. et al.: Jpn. J. Cancer Res., 81, 975-978, 1990.
- (2) 佐々木, 春日: 現代病理学大系(飯島宗一編)、第10巻B, 101-114, 中山書店, 1990.

4. 造血細胞の分化、増殖制御機構と白血病の発生機構に関する研究

荻生俊昭、吉田和子、西村まゆみ、根本久美恵、森武三郎

今年度は造血細胞に対するセファランチンの作用の解析と、ラットを用いてリンパ腫発生の年齢依存性の検討を行った。またトトロラストによる白血病発生の疫学的研究を継続した。

(1) タマサキツツラの根茎より抽出されたアルカロイドであるセファランチン (CP) は放射線照射や抗腫瘍剤投与により発生する白血球減少症からの回復を促進する。C3H / He 雄マウスに5GyのX線照射を行う2日前から照射後7日目まで30 mg / kgのCPをマウス腹腔内に連続投与し、造血細胞に対する作用を検討した。CFU-S (多分化能幹細胞)の回復はCP投与群と対照群とでは差がなかったが、GM-CFU (顆粒球-単球系にcommitした幹細胞)の数は大腿骨および脾臓ともCP投与群は対照群に較べ2ないし3倍に増加した。GM-CFUの培養系にCPを加えてもGM-CFU数を増加させることはなかったことから、CPの効果は間接的であると考えられた。

(2) ラットにおけるリンパ腫発生前に動物の週齢がどのように影響するかを検討するために、種々の週齢のF344ラットにプロピルニトロソ尿素 (胸腺リンパ腫誘発物質) を投与した。胸腺リンパ腫の発生率は5週齢および10週齢で投与を開始した時には雌雄ともに100%、20週齢で開始した時には雄で75%、雌で85%、40週齢で開始した時には雄で10%、雌で25%であった。潜伏期間も投与開始週齢の影響が大きく、若い程短期間で発生した。胸腺における総細胞数および分裂細胞数等を経時的に検討したところ、リンパ腫の発生率と細胞数は平行関係にあり、胸腺の生理的機能状態がリンパ腫発生前に大きな役割を果たしていると考えられた。

(3) 前年度に引き続きトトロラスト被投与者の白血病発生状況につき追跡調査を継続した。

【研究発表】

(1) Matsuyama, M., Ogiu, T., Kontani, K.,

Yamada, C., Kawai, M., Hiai, H., Nakamura, T., Shimizu, F., Toyokawa, T. and Kinoshita, Y.: *Nephron*, 54, 334-337, 1990.

(2) Ogiu, T., Hard, G. H., Schwartz, A. G. and Magee, P. N.: *Nutr. and Cancer*, 14, 57-67, 1990.

(3) 根本、吉田、西村、関：癌と化学療法、18、81-84、1991.

(4) Hirabayashi, Y., Inoue, T., Yoshida, K., Sasaki, H., Kubo, S., Kanisawa, M. and Seki, M.: *Int. J. Cell Cloning*, 9, 24-42, 1991.

(5) Kodama, H., Iizuka, M., Tomiyama, T., Yoshida, K., Seki, M., Suda, T. and Nishikawa, S.: *Blood*, 177, 49-54, 1991.

(6) 森：現代病理学大系10B、135-184、中山書店／東京、1990.

(7) Ogiu, T.: In "Monographs on Pathology of Laboratory Animals. Hematopoietic System" Springer - Verlag / Berlin, 1990, pp. 286-292.

(8) 神山、森、他：科研費 [総合研究 (A)] 研究成果報告書、1991.

(9) 石川、土屋、翁、北川、加藤、森、神山、畠山、菅野：第49回日本癌学会総会、札幌、1990. 7.

(10) 荻生、深見、西村：第49回日本癌学会総会、札幌、1990. 7.

(11) 石川、土屋、北川、菅野、森、加藤：第33回日本放射線影響学会、仙台、1990. 10.

(12) 根本、吉田、西村、関：第33回日本放射線影響学会、仙台、1990. 10.

(13) 相沢、加藤、佐渡、根本、赤木：第33回日本放射線影響学会、仙台、1990. 10.

(14) 石原、常岡、色田、吉田、根本、武藤：第33回日本放射線影響学会、仙台、1990. 10.

(15) Mori T: International Symposium "Radiation Carcinogenesis in the Whole Body System" Tokyo, 1990. 12.

6. 障害基礎研究部

概 況

本研究部は、放射線障害の基礎および放射線治療の基礎に関する実験的研究を行い、医療に対する基礎的原理を確立し、基礎と臨床の橋渡しの役割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、放射線による造血障害機構を研究しており、IL-6投与により、脾臓および骨髄中の有核細胞、GM-CFCおよびCFU-Sの回復が遅延することを示した。また放射線トランスホーム細胞は高温感受性になることを明らかにした。

第2研究室においては、放射線障害の細胞遺伝学的研究を行っており、Y染色体欠失細胞は骨髄細胞において、加齢に伴って、また血液疾患において多く認められること明らかにした。さらに、放射線照射されたリンパ球中に出現する小核の厳密な定量法を確立した。

第3研究室においては、高LET放射線の組織および細胞に対する効果を研究しており、速中性子線の生物効果比は細胞のX線感受性が低くなるほど大きくなることを明らかにした。このことは高LET放射線はX線抵抗性細胞に対してより効果が高いことを示している。またX線照射マウスの赤血球造血能に及ぼす免疫賦活剤OK-432の作用を調べて、照射1時間前投与で、本剤は脾臓に作用して赤血球造血能の回復を促進することを示した。

本年度は笠井（江口）清美研究員を第3研究室に迎えることができ研究が大いに進んだ。また徐洪蘭さん（中国輻射防護研究院、山西省太原）は6月まで滞在され、第3研究室で研究を仕上げた。Zygmunt Pojda博士（Institute of Hygiene and Epidemiology, Warsaw, Poland）は昨年より続いている第1研究室との共同研究を完成され、3月に帰国された。Iskandar A. K. Chowdhury博士（バングラデシュ原子力委員会・核医学研究所）は8月に来日され、第2研究室において細胞遺伝学的研究に従事され、3月に帰国された。大原弘第3研究室長は3月末で、岡山大学教授として転任された。（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、ジクムントポイダ*（*科学技術庁フェロー）

放射線による造血障害機構および放射線治療の基礎的問題を主な研究課題として、これまでに引き続き取り上げて来た。前者の課題について本年度は造血系の放射線障害に対するIL-6の効果調べるとともに、5-FUにより造血幹細胞の分裂集団を除去した残りの幹細胞の放射線障害からの回復を検討した。後者の課題としては放射線によりトランスホームした細胞の高温感受性および放射線感受性を検討した。

第1の研究はマウスに4.8 GyのX線を全身照射し、4日間、1日10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ のIL-6を投与し、照射後23日間、末梢血中の赤血球、白血球、血小板および有核細胞の変動を調べるとともに、脾臓および骨髄中の有核細胞、GM-CFCおよびCFU-Sの動態を検討した。その結果、IL-6を投与したマウスでも、非投与マウスでも、末梢血中の各細胞数の変動はほぼ同じようなパターンを示した。すなわちIL-6のin vivo効果は照射マウスの末梢血中の各細胞には認められなかった。一方、IL-6をマウスに投与した場合、脾臓および骨髄中の有核細胞、GM-CFCおよびCFU-Sの放射線障害からの回復はいずれも遅延した。これはIL-6が他の造血因子を抑制したものである。5-FUを投与したマウスにおける、非分裂系のCFU-Sの放射線感受性はすでに報告したので、今回は同様に5-FUを投与したマウスにおける、CFU-Sの放射線障害からの回復について検討した。マウスに5-FUを投与し3日後にX線を照射した場合、脾臓および骨髄におけるCFU-Sに関する放射線障害からの回復速度は非投与マウスのCFU-Sの回復速度にくらべて極めて速いことが認められた。また、5-FU投与マウスのCFU-Sの放射線障害は照射6日後に殆ど回復するが、非投与マウスのCFU-Sの回復は不完全であった。したがって、5-FUは間接的な防護性を示すとも云える。放射線による2次発ガンのモデルとも考えられる、放射線トランスホーム細胞の放射線感受性および高温感受性をオリジナル細胞である10T $\frac{1}{2}$ 細胞

のそれらと比較検討した。放射線感受性については、分割照射に対する反応でも、1回の急照射に対する反応でも、両細胞の間に差はなかった。しかし、高温感受性はトランスホームした細胞の方が高い値を示した。

〔研究発表〕

- (1) Pojda, Z. and Tsuboi, A: *Exptl. Hematol.* **18**, 1034-1037, 1990.
- (2) Pojda, Z., Aoki, Y. and Tsuboi, A. *Immunol. Cell Biol.*, **68**, 231-234, 1990.
- (3) ホイダ、青木、田中、坪井：日本放射線影響学会、第33会大会、仙台、1990、10月。
- (4) 青木、能勢、川瀬、蜂谷、鶴沢、田中、坪井：同上。
- (5) 坪井、田中：日本ハイパーサーミア学会、第7回大会、岡山、1990、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、小高武子

放射線による身体的障害の発現は放射線が細胞内のDNAに障害を与え、その結果細胞が変化したり死んだりすることに起因することが多い。本研究では放射線によって誘発される染色体異常と先天異常、癌、白血病などでみられる染色体異常とを、ヒト、実験動物、培養細胞で解析し、染色体異常と先天性異常発現や腫瘍性発現との関連性を解明すること主な目的としている。

平成2年度には、(I)、白血病および血液疾患119例、放射線被曝者24例、先天異常4例につき染色体標本を作成し染色体分析を進め、これまでのデータに追加し、さらに、(II)、健常者の末梢血について延べ15名より採血し1~4 Gyの範囲でX線照射した後、染色体解析を行うと共に、リンパ球に誘発される小核についての研究を行った。

(I)については平成2年度までに当研究室において染色体分析を行った放射線被曝例、血液疾患例、および健常者それぞれの造血細胞における、Y染色体欠失細胞の出現について検討した結果、Y染色体欠失細胞は、1) 骨髄細胞で高頻度に認められるがリンパ系細胞においては顕著ではないこと、2) 加齢に伴い多く出現する様になり、60歳以下では非常に低頻度であること、3) 白血病をはじめとする血液疾患においては若年齢者であっても高頻度にY染色体欠失細胞が認められること、などが明らかになった。

(II)については、放射線照射されたリンパ球中に出現する小核の厳密な定量的検討を行うため

2日間培養したリンパ球の小核標本作製法の改良を重点的に行った。リンパ球の小核検定は、サイトカラシンBで細胞質の分裂を阻止させ2核細胞を形成させることにより、被曝後1回分裂した細胞を区別し、1回分裂細胞中に出現する核の断片(小核)を計数し、放射線によるDNA障害を定量する新しい方法である。小核の有無の検定は染色体異常の有無の判定に比べ、はるかに容易であることから放射線などの変異原の検定に有用であり最近報告が出始めてきている。ところが2核細胞を識別するために細胞質を保存したまま小核や2つの核が重なり合わずきれいに広がったエアドライ標本作製することは技術的にむずかしいため、報告例は限られている。そこで本年度はこれまでの方法と異なる遠心塗沫法でリンパ球の小核標本作製を試行錯誤した結果、細胞質が良く保存される標本が作製できた。この標本を従来のギムザ染色法で染色すると小核検定が可能であったが、さらに細胞質と核との染色コントラストを強める染色法などの改良を行い、小核検定方法の確立とそれに基づくデータ収集を行なってゆく予定である。

〔研究発表〕

1. 早田、南久松、青木、中野：日本放射線影響学会第33会大会、仙台、1990、10。
2. 早田、賀嶋、南久松、山本、岡部：染色体学会1990年度年会、東広島市、1990、10。
3. 南久松、石原：染色体学会1990年度年会、東広島市、1990、10。
4. 加藤、宇都宮、井上、山本、早田：*Medical Imaging Technology* **8**, 476-484, 1990。

3. 高LET放射線の生物効果ならびに正常組織の放射線障害に関する研究

3-1. 培養哺乳類細胞株24種における高LET線感受性とX線感受性

大原弘、江口一笠井清美、五日市ひろみ、福津久美子、佐藤弘毅(障害基礎研究部)、金井達明(医用重粒子線研究部)、徐洪蘭(放射線防護研究所、太原、中国)

哺乳類細胞の放射線致死効果感受性は培養細胞の場合でもX線に対して一様でないことはよく知られている。ここでは同じ条件下で速中性子線や粒子線など高LET線に対する感受性の変動を求め、両者の相関性などについて考案した。

この実験に用いて培養細胞株はヒトのがん細胞4種、ヒト繊維芽細胞2種、マウスのがん細胞と

その放射線感受性変異株ならびにチャイニーズハムスター、V-79細胞とその放射線感受性突然変異株など齧歯類細胞18株を含む計24株であった。細胞にX線(200 KVP, 20 mA)、速中性子線2種(Ed. 30 MeV:NIRSサイクロトロン; Ed. 3.0 MeV:ヴェンデグラーフ)、ヘリウムおよびカーボン線(12 MeV / n:NIRSサイクロトロン)などを照射し、コロニー形成法により各々生残細胞の線量効果曲線を各細胞株について確立した。これらの曲線から各々10%の生存率を細胞に与える線量を算定し、この線量をX線の場合D10 / X また速中性子線の場合D10 / N と定義して、生物効果比(RBE)の両者の変動に関する相関を求めた。ここでは実験から得られた各細胞株のD10 / X ならびにD10 / N 線量を受感性比較の指標とし、その変動を細胞株間の感受性変動と考えた。

ここで得られた主な実験結果は大要次の通りである。

- (1) D10 / X の変動は0.72 Gy -7.56 Gy で平均は 3.43 ± 2.24 Gy、またD10 / N の変動は0.66-4.23 Gy で平均は 1.95 ± 1.01 Gy であったが、X線に感受性の細胞は中性子線にも感受性が高いという傾向がみられた。
- (2) D10 / X とD10 / N の相関は高い相関係数($r = 0.96$)を示す直線比例関係が見られた。つまり、中性子線に対する細胞感受性はX線の感受性にほぼ比例する。
- (3) 中性子線の生物効果比(RBE)はX線感受性が低いほど高くなるが、平均は2.0の値に極めて近い。
- (4) 2重鎖DNA修復欠損性のX線感受性変異株のRBEは低く1.0に近いが、中には高LET線にたいして高いRBEを示す細胞株も観察された。
- (5) これらの結果は高LET線治療ががん細胞の不活化に効果的であることを示している。

[研究発表]

- (1) 江口、大原、金井、五日市、福津、佐藤、徐：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10。

3-2. 赤血球造血能の放射線障害からの回復と防護

上島久正(養成訓練部) 福津久美子、大原弘、青木芳朗(障害臨床研究部)

チェルノブイリ原発事故では、放射線被曝に加えて、遮蔽材として使用した鉛により、周辺住民には貧血(赤血球造血能の低下)認められたという。また、ガンの放射線療法においても、赤血球造血能の低下が重大な副作用となっているのは周知の事実である。そこで、赤血球造血能の放射線障害からの回復とそれに対する放射線防護剤の有効性を検討することとして、平成2年度より新たに本研究を開始した。

すなわち、1) X線照射をしたマウスの赤血球造血能の回復の様相を、骨髄・心臓・肝臓・赤血球のHeme分画・Nonheme分画へのFe-59の取り込みから、経時的に追跡する。2) 多種類の生体防衛物質(IL-1, IL-2, CSF, TNFなど)を生産する、いわゆるMulticytokine inducerであるOK-432の、放射線防護剤としての有効性を検討することとした。

本年度は、a) X線2.835 GY (300 R) 照射マウスの赤血球造血能の回復の様相、b) 非照射正常マウスの赤血球造血能に及ぼすOK-432の作用、c) 2.835 Gy 照射マウスの赤血球造血能に及ぼすOK-432の作用などを検討した。その結果、a) 2.835 Gy 照射マウスの赤血球造血能の回復は照射後5日目より始まり、照射10日後には正常レベルを上回ることで、b) OK-432は、非照射の赤血球造血能には注目すべき作用を及ぼすことはないこと、c) X線2.835 Gy 照射1時間前に投与されたOK-432は、心臓に作用して照射7日後・10日後の赤血球造血能の回復を促進すること、などが明らかとなった。このように、OK-432は赤血球造血能に対しても放射線防護剤として有効であることが確認されたので、今後は、OK-432の投与時期・OK-432がどの線量まで有効か、などについて検討する予定である。以上により、放射線による障害の防止に有用な、基礎的情報が得られるものと考えられる。

[研究発表]

- (1) 上島、福津、大原、青木：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10。

7. 内部被ばく研究部

概 況

本研究部は、超ウラン元素等アルファ線放出放射性核種による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。アルファ放射体のうち保健物理的意味の大きなプルトニウムの吸収毒性を中心課題にすえ、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い、特別研究「公衆リスク評価に関する生物学的研究」において「超ウラン元素による内部被ばくのリスク評価に関する調査研究」を分担している。本年度はプルトニウムのエアロゾルを発生させ、その発がん量をラットに吸入させて長期飼育を行うなどの本格実験を始めることが出来た。経常研究はこの特別研究を支えるための基礎的研究を中心に進めた。

第一研究室はマクロファージによる粒子状放射性物質の可溶化や培養胚を用いて胎児移行の問題に関して研究し、第二研究室では固体飛跡検出器の基礎特性と内部被ばく研究への応用を中心に、第三研究室では内部被ばくの標的としての肺、肝、骨および造血臓器に着目しての研究を進め、また第四研究室では呼吸器沈着に大きく係わるエアロゾル粒子径の計測技術を中心に研究を進め、課題毎に述べるように多くの興味深い成果を得ることが出来た。

外国出張として、4月に稲葉がICRPの年齢依存線量係数タスクグループ会合出席のためフランスカダラッシュに、9月に小木曾が英国で開催されたEULEP主催の「吸入性粒子のクリアランスにおける肺胞マクロファージの役割」国際シンポジウムに出席、研究発表を行った。10月に稲葉はハンフォードバイオロジーシンポジウムに出席し、バツテル研究所およびアルバカーキのラベレース研究所を訪問してプルトニウム関係研究者と情報交換を行った。

4月から1年間の予定で中国の工業衛生実験所から肖慧娟を迎え第三研究室で研究を行い、9月には同じく1年間の予定で第一研究室の久保田が英国NRPBに原子力留学している。(稲葉次郎)

1. 放射性核種の代謝に関する比較動物学的研究

高橋千太郎、佐藤宏、久保田善久、稲葉次

郎

本研究の目的は、プルトニウム等の超ウラン元素の影響評価を行う上で重要な生体の各器官における超ウラン元素およびその類似核種の生体内挙動、代謝を明らかにすることであり、現在、げっ歯類の胚や胎仔への移行と沈着、マクロファージ系細胞による粒子状超ウラン元素の溶解と細胞外放出についての実験を中心に検討を進めている。本年度はプルトニウムのラット胎仔への移行に関する研究に応用することを目的に、*in vitro*で全胚培養されたラット胚によるトリチウムチミジンの取り込み、移行経路について検討した。また、水酸化プルトニウム及び水酸化鉄コロイドの肺胞マクロファージによる溶解ならびに γ 線照射の影響について検討し、以下の成果を得た。

1) 超ウラン元素の胚および胎児への移行量、移行経路、移行機序を母体側要因の影響をうけることなく解析するため、ラット全胚培養系の導入、改良を行い、さらに、確立された実験系における培養胚の生存性を明らかにするために、トリチウム標識チミジンの妊娠12.5日令のラット器官形成期胚への移行、蓄積について検討した。その結果、従来のような100%ラット血清を用いなくとも、牛胎児血清をイーグルMEMで30%-70%に希釈した比較的単純な培養液を用い旋回培養法により最長6時間、胎児を維持することが可能であること、卵黄のうによるトリチウムチミジンの選択的取り込みが行われること、卵黄腔液にも比較的多量のトリチウムの蓄積が見られこと等が分かった。現在この培養系を用いてプルトニウムの胎児移行に関し検討を進めている。

2) 粒子状放射性物質のマクロファージ系細胞による可溶化の時間的変化と、 γ 線照射の影響について、水酸化プルトニウムと水酸化鉄コロイドをトレーサー粒子として検討した。すでに、ラットの肺マクロファージを用いて γ 線の照射が食された水酸化鉄コロイドの細胞内溶解と細胞外への放出に及ぼす影響について明らかにしてきたが(平成元年度)、本年は引き続き、その種差について検討した。その結果、ラットとマウスの肺マクロファージでは鉄の細胞外放出に顕著な種差の認められること、 γ 線の細胞生存性への影響

の差がこの種差の要因であること等を明らかにした。また、腫瘍細胞障害能や付着能、膜酵素の放出量に及ぼす γ 線の影響についても検討しラットとマウスの間には有意な種差を認めた。肺胞マクロファージは放射性粒子の吸入摂取において重要な生体防御の機能を有しており、今後、放射性粒子の吸入毒性実験において、今回の実験で明らかにされてきた動物種差の重要性、その支配要因等を検討していく必要がある。

[研究発表]

- (1) 沢井*, 高須*, 高橋: 日本神経学会総会, 横浜, 1990, 5. (*日大医)
- (2) 高橋: 日本家畜繁殖学会第72回講演会, 新潟, 1990, 10.
- (3) 高橋, 佐藤, 久保田: 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990, 10.
- (4) Kubota, Y. and Takahashi, S.: CEC EULEP Symposium Oxford, U. K., 1990, 9.

2. 内部被曝の影響評価における線量の研究

石樽信人, 仲野高志, 榎本宏子

本研究室では、固体飛跡検出器の、オートラジオグラフィなど内部被曝研究への応用、及び、 α 線検出基礎特性並びに実用段階における諸問題を調査検討してきた。

- (1) 固体飛跡検出器を撮像媒体とする全身オートラジオグラフィは、従来のX線フィルムを用いる方法と比べ、①露光時間の大幅な短縮(1/30)、②暗室操作不要等の簡便さ、③放射能濃度の定量の可能性などの点で優れていた。平成2年度においてはエッチング時間の短縮を目的とし、エッチング条件を色々変えた時の画質の変化を調べた。明らかとなったのは次の点である。①バルクエッチ率が同程度の場合、(低濃度、高温度)の組み合わせの方が(高濃度、低温度)よりもコントラストが高くなる。②エッチング時間は画質を劣化させることなく最短1時間まで短縮できる。③空間分解能はエッチング条件に大きく影響しない。
- (2) 本研究室では、固体飛跡検出器の特性に影響する環境因子を、実用的観点から検討してきたが、紫外線はその一つと考えられる。紫外線が重粒子飛跡のエッチング率を高めることはよく知られているが、 α 粒子飛跡に関してはデータがほとんど無い。本研究では、エッチピット直径を検出感度の中間的な指標とし、 α 粒子飛跡への影響を調べた。実験方法は次の通りである。①検出器:

CR-39 (BARYOTRAK)、② α 線照射: 5 MeV, 空気中で垂直に、③紫外線曝露: 254 nm と 365 nm の2波長、10 W のランプの直下12 mm、空気中、④エッチング: 90°Cの水酸化ナトリウム。次の結果が得られた。①室内照明の影響も全く無視することはできない。②波長が254 nm では、エッチピット直径の増加が著しいが、365 nm では、わずかであった。③直径の増加効果は、 α 線照射後の経過時間にほとんど無関係であった。④ α 線を照射する前に紫外線に曝露しても直径は増加したが、その効果は α 線照射後の紫外線曝露に比べかなり小さいものであった。⑤紫外線照射によりバルクエッチング率も増加したが、その程度はわずかであった。⑥紫外線効果の α 線のエネルギー(あるいはREL)による差は顕著ではない。⑦真空中で大きく低下した感度は紫外線曝露によって、完全ではないが一定の回復を示す。

[研究発表]

- (1) 石樽, 榎本, 仲野: 日本保健物理学会第25回研究発表会, つくば, 1990, 5.
- (2) 石樽, 榎本, 仲野: 第51回応用物理学会学術講演会, 盛岡, 1990, 9.
- (3) 石樽, 榎本: 日本原子力学会・1990年秋の大会, 仙台, 1990, 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

小木曾洋一, 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。粒子状物質の体内挙動とその生物学的影響発現に関わりをもつ組織マクロファージ(M ϕ)の細胞動態・機能発現の比較ならびに骨の代謝・病態における諸要因等を中心にそれぞれ以下のように研究をすすめた。(1) 肺、腹腔、肝の組織M ϕ あるいはコロニー刺激因子(CSF)で刺激・誘導した骨髓・脾等造血系組織M ϕ のサイトカイン(IL-6, TNF)生産能は異なり、いわゆる組織常在性M ϕ が一定であるのに対し、炎症刺激滲出性腹腔M ϕ やGM-CSF, IL-3等で誘導した造血系M ϕ ではきわめて高く、かつ分化とともに増加した。これは、起源および組織微環境の差によるM ϕ の不均一性をしめすものである(外来研究員との共同研究)。(2)放射性⁸⁹Sr投与によ

る骨髓造血の選択的著減あるいは摘脾によって枯渇を誘導したマウスでは、腹腔渗出Mφおよびそのコロニー形成細胞（CFC）の著しい枯渇がみられた。また肝Mφの数は変わらないが、そのCFC数は、変動した。一方、肺胞MφとそのCFCはほとんど不変であった。このような組織Mφの造血系組織依存性・非依存性は、起源の多様性を示すものである。(3)ラットやビーグル犬における骨代謝の加齢性変化を形態計測学的に検討し、人と同様の peak bone mass が存在し、この年齢前後で種々の刺激に対する骨反応が異なることが明らかにされた。また、脳卒中易発性高血圧自然発症ラットの骨代謝特性や加齢性変化も検討し、骨粗鬆症の自然発症モデルとして関連学会で認められた。(4)ビーグル犬の呼吸曲線の解析による生理的特徴と気管支造影法による動態解析をあわせて、肺の3次元構築に時間要素を加えた標準モデルの作製を始めた。また、生物効果の基礎データとしてビーグル犬の life span 研究も老化と腫瘍発生等に注目して進行中である。

【研究発表】

- (1) 小木曾、山田：日本網内系学会、山形、1990、6.
- (2) 山田、小木曾：日本網内系学会、山形、1990、6.
- (3) 小木曾、山田、柴田*、武藤*：日本免疫学会、東京1990、11. (* East Carolina Univ.、* 生理病理)
- (4) 山田、小木曾：日本免疫学会、東京、1990、11.
- (5) 小木曾、山田：日本放射線影響学会、仙台、1990、10
- (6) 山田、小木曾：日本放射線影響学会、仙台、1990、10
- (7) Oghiso, Y., Yamada, Y., and Shibata, Y.*: J. Radiat. Res. 31, 324-332, 1990.
- (8) 福田、飯田：日本獣医学会、東京、1990、4.
- (9) 石井*、陶山*、織間*、清水*、手塚*、友田*、福田：日本獣医学会、東京、1990、4. (*日獣大)
- (10) 福田、家森*：日本栄養・食糧学会シンポジウム、仙台、1990、5. (*島根医科大学)
- (11) 藤田*、織間*、清水*、本好*、福田、山田、小泉、稲葉：日本保健物理学会、筑波、1990、5. (*日獣大)
- (12) 福田、土倉*、池田*、奈良*、堀江*、家森*：日本骨代謝学会、東京、1990、7. (*島

根医科大学)

- (13) 福田、土倉*、池田*、奈良*、堀江*、家森*：ビタミンDワークショップ、横浜、1990、9. (*島根医科大学)
- (14) 福田、土倉*、池田*、奈良*、堀江*、家森*：高血圧自然発症ラット学会、大阪、1990、9. (*島根医科大学)
- (15) 福田、飯田：骨粗鬆症研究会、浜松、1990、11.
- (16) 飯田、福田：実験動物技術者総会、東京、1991、2.
- (17) 飯田、福田、川島*、山崎*、青木**、嶋田**、森岡**、宝田**、添田**：実験動物、39、1990. (*技術部、**アニマルケア)
- (18) Fukuda, S.: The 3rd Workshop on Research and Development on Laboratory Animal, Tsukuba, 1991、3.
- (19) Fukuda, S. and Iida, H.: Bone Morphometry, 157-160, 1990.
- (20) 福田、飯田：骨の代謝と形態、86-91、1990.
- (21) Fukuda, S. and Iida, H.: J. Bone Morphometry, 61-62, 1990.

4. 吸収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、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線量の評価に不可欠な空気中の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を集積することを目的としている。

これまでに肺深部沈着率に大きく影響するエアロゾル粒子径の発生・計測技術を検討し、

- ① 0.1 μm以下の超微細エアロゾル粒子発生技術として、NaCl結晶を用いた蒸発凝縮法を採用し、発生温度の調整によって中央径を0.02から0.007 μmまで変化できることを確認した。
- ② この極微細粒子の計測には静電分級法（EC）と凝縮核検出法（CNC）の組み合わせを採用し、粒子径と粒子濃度の指示値が正しい値を示すことを確認した。

③ 6台のCNCの同時測定を行って計数値を比較し、CNC互関性、信頼性の高いことを確認した。

④ 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の基礎的知見を得るために、^{99m}Tcを用いて代表的な3つの実験操作、注射投与、飼育(24時間)、解剖操作における空気中への飛散率を測定した。

⑤ 動物体毛がRIで汚染すると、その動物を取り扱った際極めて高い空気中への飛散率を示すことを観察した、などの成果を得た。

本年度は、種々の分野でエアロゾル粒子に対する関心が極微細粒子に移行しつつあることから、この極微細粒子の分級器にあるECの詳細な分級性能を測定し、メッシュ法に基づく理論値と比較して、その指示値の信頼性と限界を明らかにした。

一方、プルトニウムを吸入投与されたラットの取り扱いの時の実際に発生した空気汚染を実測し、動物体表面汚染の経時的変化を測定した。その結果、最大の空気汚染濃度でも法規制値の1/1000程度であること、動物体表面汚染の消失速度はかなり早いことが明らかになった。このことは、汚染動物飼育、管理あるいは実験時に発生する汚染空気の吸入摂取の防止上、有用な知見と考えられる。

[研究発表]

- (1) Yamad, Y., Koizumi, A., Cheng, Y. S., Yeh, H. C.: The 3rd International Aerosol Conf., Kyoto, 1990. 9.
- (2) 山田、小泉：第44回大気電気学会、大阪、1991. 1.

8. 環境衛生研究部

概 況

本研究部は、人間の生活環境に関する電離放射線と放射性物質によって、人体が体外及び体内から放射線被曝を受ける場合の環境因子ならびに被曝の防護に資するための調査研究を実施している。研究の対象となる核種としては核燃料サイクル施設から、環境へ放出される可能性の高い人工核種、核実験や原子炉事故による放出核種、および自然放射性核種である。これら経常研究の他に環境特研“食物連鎖に係わる公衆の被曝評価に関する調査研究”のうち、本研究部が分担している“化学形を考慮したトリチウムの環境挙動”、“放射性物質の年齢群別体内代謝”“人体被曝線量算定モデルの開発とデータベースの整備”などに係わる研究を進めている。一方、環境放射能、放射線に係わる重要なデータベース作りの基本となる放射能調査研究も各研究室の関連分野において実施している。

第一研究室では、自然環境における種々の放射性物質の挙動、電離放射線の分布、変動を明らかにする研究を実施している。その一環として前年度に引き続き大気中放射性核種に関しそのレベルと粒度分布について連続観察を行ないそれらの挙動について考察した。

第二研究室では、原子力施設から環境へ放出される放射性核種が食物として人体に摂取された場合の公衆の被曝線量予測に関する研究を実施している。淡水生物での放射性物質の生物体内での蓄積、排泄に関するパラメータをもとめる目的で⁶⁰Coの蓄積に及ぼす環境水、餌料生物からの相対的寄与について検討した。放射性Srの排泄促進剤としてキトサン及びアルギン酸に着目し、その効果を検討した。また被曝線量評価のための基礎データとして人体臓器や食品中の安定同位体の動態や化学形をPIXE法やHPLC法を用いて分析した。すでに開発を終えたIDESについては核データを充実すると共に周辺機器の整備を進めた。

第三研究室では³Hの環境挙動に関し、東海村周辺の局地へ適用できるモデルについて検討し、

地下水の滞留時間を評価した。また、生体内挙動については水、標識小麦を用いた連続投与実験により、組織結合形³Hの動態解析と線量寄与評価を行なった。

第四研究室では、放射性核種の化学的挙動の解明および分析法の開発を目的として、錯イオンの吸着挙動、金属錯体水溶液の物性、ルテニウムの吸着及び脱着挙動、人体臓器中のThの定量法の検討を実施した。

人事面では6月8日付で第一研究室の阿部史朗室長が特別研究官に昇進し、後任として藤高和信主任研究官が室長に就任した。また中国衛生部工業実験所から学術振興会留学生交流制度により来所し、研究を続けていた呂慧敏氏が10か月の研修期間を終えて8月に帰国した。（岩倉哲男）

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

阿部道子、藤高和信、阿部史朗（特別研究官）

本研究は自然環境における種々の放射性核種の挙動、電離放射線の分布、変動を明らかにし、国民線量推定および原子力、放射線利用に伴う諸問題の解決に資することを目的とし、研究を進めている。

環境中挙動解明ならびに一般公衆の被曝線量評価精密化のための情報を得るため、前年度に引続き大気中放射性核種に関し、そのレベルと呼吸器系被曝線量算定上重要因子の一つである粒度分布について千葉での連続観測を行い、それらの挙動について考察した。

大気中放射性核種のレベル測定にはハイボリューム・エアサンプラ（流量率 $\sim 1000 \text{ l min}^{-1}$ ）による1週間毎のサンプリング、粒度分布の測定には自然環境でも微小粒子側領域の分布をも測定できるよう改良したロープレッシャー・インパクトLP-40型（8段分級、 $>6.2 \sim 0.06 < \mu\text{m}$ 、流量率 40 l min^{-1} ）2台を使用し、1週間毎のサンプリングを1ヶ月分集め、Ge(Li)ならびにGe半導体検出器付ガンマ線スペクトロメー

タにより放射能測定を行った。

大気中放射性核種のレベルについては本測定条件においては、1986年4月26日のチェルノブイリ原子力発電所事故以来、天然の宇宙線生成核種である ^7Be のみが定量可能であり、その変動は約10年にわたる連続観測で得られた結果（春と秋にピークを示す）と同様の季節変化を示した。LP-40型サンブラによる粒度分布の測定は1988年7月以来約2年になるが、 ^7Be については明白な季節変化はみうけられない。今後の長期観測が必要と思われる。

〔研究発表〕

- (1) 阿部、阿部、藤高：日本保健物理学会第25回研究発表会、筑波、1990、5。
- (2) 飯田、阿部、山崎：同上
- (3) 山崎、下、阿部：同上
- (4) Kojima, H., Fujitaka, K., Abe, M. and Abe, S.: Proceedings of the 3rd International Aerosol Conference, Kyoto, 1990、9。
- (5) 阿部、阿部、藤高：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10
- (6) Abe, S.: Taiwan Radiation Monitoring Center Seminar, Kaoshiung, 1990、11
- (7) Abe, M.: Taiwan Radiation Monitoring Center Seminar, Kaoshiung, 1990、11.
- (8) 阿部、阿部：平成2年度文部省科学研究費補助金（総合研究A）「環境生態系に關与する長半減期放射性核種のキャラクタリゼーションと生物学的影響」研究成果報告書、11-18、1991、3。

2. 環境中の放射性物質の生体内代謝とそれによる被曝線量評価に関する研究

岩倉哲男、木村健一、本郷昭三、湯川雅枝、西村義一

環境中の放射性物質が食物連鎖を経て生体に取り込まれたときの体内代謝の様相と化学的挙動の解明、天然キレート物質による放射性物質の排出除去研究ならびに公衆の被曝線量予測の精度向上を目的とした研究を進めた。

低レベル放射性固体廃棄物の陸地貯蔵に伴う淡水生態系における放射性核種の挙動についての定量的情報を得る目的で、淡水魚による ^{60}Co の蓄積に及ぼす環境水、餌料生物からの相対的寄与について検討した。環境水からの ^{60}Co の蓄積を調べるため稚鯉を ^{60}Co 添加水中で40日間飼育した。

餌料生物からの ^{60}Co の蓄積を調べるため、 ^{60}Co を取り込ませたシジミの軟体部を40日間にわたって稚鯉に連日投与し、体内への蓄積を追跡した。鯉における ^{60}Co の蓄積量（40日目の結果）に及ぼす環境水、餌料生物からの相対的寄与率は環境水からが60%程度で、餌料生物からに比べてかなり上回ることが認められた。食物連鎖を介しての淡水魚への放射性核種の転移、蓄積は摂取される餌料生物の濃縮係数や摂餌量等によってもかなり影響されるため、今後餌料生物の種差についても検討する予定である。

放射性Srの排泄促進剤としてキトサン及びアルギン酸に着目し、放射性Sr代謝に及ぼす影響を調べた。ラットにキトサンと ^{85}Sr を投与し、Whole-body Counterで体内残留率を追跡すると、キトサン投与群で ^{85}Sr を単独で投与した場合よりも顕著に体内残留率を減少させた。キトサン投与群の尿と糞の排泄比（U/F比）は対照群よりも低い値を示し、キトサンは消化管吸収を阻害することにより、結果として排泄が促進されたことが明らかになった。またアルギン酸と ^{85}Sr の同時投与では排泄促進効果を認めなかったがアルギン酸添加飼料で約1カ月飼育した後、 ^{85}Sr を投与すると著しい排泄促進効果を認めた。これらの結果からキトサン及びアルギン酸が放射性Srの排泄促進剤あるいは放射線防護剤として使用できる可能性が示唆された。

体内被曝線量評価のための基礎データとして、人体組織中あるいは食品試料中の安定同位体の動態や化学形をPIXE法やHPLC法を用いて調べ、分析手段としての方法論を確立することに努めている。今年度は日本人の主食である米を対象に粳中での元素の分布をPIXE法により調べた。粳を一粒穂から切り放し、凍結乾燥後エポキシ樹脂に包埋し、胚芽部分を含むように縦の中心断面を出して横幅約0.5、縦約0.05mmの陽子ビームで縦方向に走査分析した。その結果、粳中の微量元素のほとんどは粳殻および糠中に存在し、精白米として摂取できる微量元素は銅だけであることがわかった。重金属汚染として心配されるCdはほとんど検出されず、わずかに検出されたAsは粳殻に存在していた。FeやCaのような必須金属は胚芽部にかなり含まれていた。

すでに体内被曝線量計算システム（IDES）の開発を行ったが、核データならびに周辺機器の整備を昨年度に継続して行った。すなわち、ICRP Publ. 38の195核種のデータを登録し、このデー

タから直接 SEE を計算できるように改良を行った。また、これまではバージョンアップごとに新しいフロッピーの供給で対応していたが、ファイルサーバの導入でソフトのバージョンアップのみで利用可能となり、メンテナンスが極めて容易になった。今後、当研究所外で開発された線量計算コード（PDEC, VADMAP など）を収集し、胎児被曝線量計算モデル構築のための必須情報の取得を行う。

[研究発表]

- (1) 片山、片山、檀原、西村、稲葉：日本農芸化学会、東京、1990、4、
- (2) 檀原、西村、稲葉、戸村、今月：日本栄養食糧学会、仙台、1990、4、
- (3) Yukawa, M., Sumiya, M. and Furuse, T. : 7th International Symposium of Trace Elements in Man and Animals, Yugoslavia, 1990、5、
- (4) 片山、片山、檀原、西村、稲葉：第一回微量元素学会、東京、1990、5、
- (5) 桜井、湯川、角田：第49回日本公衆衛生学会、徳島、1990、10、
- (6) 湯川、喜多尾、桜井、角田：第34回放射化学討論会、東京、1990、10、
- (7) 西村、竹下、今井、渡利、稲葉：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10、
- (8) 本郷、竹下、山口、岩井：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10、
- (9) 竹下、本郷、山口、岩井：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10、
- (10) 佐藤、松坂、吉村、品川、小林、西村：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10、
- (11) 森、西村：日大医会誌、50、71-81、1991、
- (12) 二木、湯川：第61回日本衛生学会総会、京都、1991、3、
- (13) 星加、湯川、藤井：信州大学環境科学年報、13、140-144、1991、
- (14) 木村：日本水産学会、東京、1991、4、

3. 環境および生物における³Hと¹⁴Cの挙動に関する基礎的研究

井上義和、武田洋、宮本霧子

³Hの環境挙動研究に関しては、環境中の³Hが人間に摂取されるまでの経路の中で、降水一地下水一河川水の移行経路に関する³Hの移行のモデル化を地域のスケールを変えて検討してきた。

今年度は、原子力施設が立地する茨城県東海村・村松の流域面積が小さい新川流域という局地へ適用出来るモデルについて検討した。モデルの構造については、村松地区では、地下帯水層が浅層の1つの自由地下水層のみとし、この地下水が新川に流出していると仮定する。数式モデルについては、R.M.Brownの1ボックスモデルに若干の改良を加え使用した。地域の数カ所で検討した結果、降水による³H沈着量の時系列データをモデル式に入力して算出される地下水の³H濃度の計算値は、地下水の滞留時間を約半年、年間流出率を10%と仮定すると、観測された地下水の³H濃度の時系列データと良く一致した。

生体内挙動に関しては、まず連続被曝時における³Hの動態、特に組織有機成分に取り込まれた有機結合型³H（OBT）の動態解析を目的として、トリチウム水と³H標識小麦のラットへの連続投与実験を行った。³H標識小麦を飼料として連続投与した場合の体液中の³H濃度は、投与開始後2～3週目に平衡に達した。この様子はトリチウム水を飲料水として連続投与した場合とほぼ同様であった。一方、臓器中のOBT濃度は、トリチウム水投与では4週目に平衡に達したのに対し、³H標識小麦投与の場合にこの平衡状態が見られたのは10週目以降であった。このような³Hの投与形態によるOBT動態の差によって、各臓器中の組織水中³Hを含む全³H濃度にも有意な差が見られ、同じ³H投与量に対し平衡達成時以降の濃度は2倍以上の差を示した。

¹⁴Cのバイオアッセイ法の確立を目指した動物実験では、2～3種の¹⁴C化合物をラットに投与し、尿、血液および体毛への¹⁴Cの取り込みと滞留を調べ、体内臓器での結果と比較した。その結果、体内臓器中¹⁴C濃度は血中¹⁴C濃度と最も良い相関が見られ、血液が¹⁴Cのバイオアッセイの試料として有望であることが判明した。一方、体毛は過去の¹⁴C被曝歴を知る手段として有効なことが示唆された。

[研究発表]

- (1) Miyamoto, K. T., Brown, R.M., Workman, W.J. : Proc. 2nd EurAsia Conf. Chem., 212-213, 1990、
- (2) 宮本、井上、福島、岩倉：日本地球化学会年会、新潟、1990、10、
- (3) 武田、呂、岩倉：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10、
- (4) Takeda, H. : Int. J. Radiat. Biol., 59、843-

4. 無機化学および放射化学における基礎的研究

渡利一夫、黒瀧克己、柴田貞夫、今井靖子、竹下洋

放射性核種の化学的挙動の解明および分析法の開発を目的として吸着、揮発、水和、立体的構造等の基本的な現象について検討した。

(1) 錯イオンの吸着挙動：非イオン性高分子吸着体への無機イオンの特異的な吸着現象を説明する上で、イオンの電気双極子モーメントと表面電荷密度すなわち、無機イオンの疎水性が関与していると考えてきた。環境中で問題となる $^{99}\text{TcO}_4^-$ は正四面体構造を持つ酸素酸イオンであり、 ReO_4^- 、 ClO_4^- とともにXAD-7および活性炭への吸着挙動を調べ、同様の解釈が可能であることを明らかにした。また、 $^{99}\text{TcO}_4^-$ の捕集には酸性溶液（pH2）中で活性炭に吸着させ、塩基性溶液で脱着させることが有効であることがわかった。

(2) 金属錯体水溶液の物性：ヘキサアンミン型錯イオンの無限希釈における部分モル体積 V^0 は配位子の違いによって大きく変化する。しかし、同じ配位子、荷電で金属イオンの異なる錯イオンの V^0 は錯イオンの金属と配位窒素原子間距離 r に対し、しずれの錯イオン系列でも同一勾配の直線関係にあり、錯イオンの V^0 が各系列共通のコアの体積とコアからのびる配位子アルキル鎖の体積および荷電の効果の和であることを示している。さらに、直線の勾配値から最近接の溶媒水分子が金属-窒素原子軸から 45° の方向に存在していることが示され、マクロ量が原子レベルの量に厳密

に支配されていることを明らかにした。

(3) ルテニウムの吸着および脱着挙動：これまでに、高酸化状態陰イオン RuO_4^- 、 RuO_4^{2-} が活性炭、ろ紙、樹脂などの有機系吸着体に高い吸着率を示すことを見出したが、引続き、 RuO_4^- 、 RuO_4^{2-} が安定に存在する条件を調べ、Ruの選択的な捕集分離を検討した。さらにこの方法が、海水中の放射性Ruの捕集に利用できることを明らかにした。また、放射性Ruの皮膚からの除染について、乾燥豚皮を用い基礎的な検討を行った結果、汚染時のRuの化学種によって除染効果に大きな差が認められた。

その他臓器中のThの定量法を検討した。

【研究発表】

- (1) 柴田、渡利：Radioisotopes, 39, 226-236 (1990)
- (2) 今井、渡利、小柳、喜多尾、河村：保健物理、25, 161-164 (1990)
- (3) 竹下、渡利、今井、西村：日本保健物理学会第25回研究発表会、筑波、1990, 5.
- (4) 今井、渡利、竹下、森本、伊澤：第34回放射化学討論会、東京、1990, 10.
- (5) 柴田、渡利、今井、宇野：日本化学会第61春季年会、横浜、1991, 4.
- (6) 黒瀧、河村：同上
- (7) 竹下、本郷、山口、岩井：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990, 10.
- (8) 西村、竹下、今井、渡利、稲葉：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990, 10.
- (9) 本郷、竹下、山口、岩井：日本放射線影響学会、第33回大会、仙台、1990, 10.

9. 臨床研究部

概 況

本研究部はその名のとおりに、本研究所設立目的の1つである放射線の医学利用研究を担当している。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と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と放射化分析を用いたの生体内微量元素の分析である。

第2研究室は放射線診断と治療の基礎となる物理工学的研究を行っており、その内容は多様である。中でも画像診断における読影者のばらつきに関する研究、癌の集団検診システムの評価、子宮癌の放射線治療における最適システムの構築が重要な業績であった。

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がんが主である。

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た。臨床的研究の面では特に中性子線の治療の治療成績の総合解析に関する研究を行った。(館野之男)

1. 放射性薬剤の開発に関する基礎的研究

山崎統四郎、福土清、入江俊章、井上修

第一研究室においては、放射性同位体の加速器生産と標識化合物の合成法に関する研究のほかに、核医学利用を目的とした新規放射性薬剤の分子設計や開発された薬剤の安全性及び有効性の事前評価のための動物実験などを行っている。今年度は、ポジトロンCTでアデノシン代謝を測定するための薬剤として、アデノシン類似化合物である6-メチルメルカプトプリンリボース(MMPR)

の標識合成とマウスを用いた有効性の評価を行った。

[標識合成] 自動合成装置内の反応容器に、6-メルカプトプリンリボース(0.5mg)及びDMF(0.5 ml)を加え、これに、 $^{11}\text{C}-\text{CH}/\text{He}$ を冷却下に通じたのち、約3分間かけて90℃まで昇温した。反応物を直接高速液体クロマトグラフィ装置内の分離カラムに自動注入し、順相条件で目的物の単離、精製を行なったのち、エバポレータで溶媒を留去、生食液に溶解して注射液を得た。放射能収率>90%、純度<99%、比放射能3.5-5.2 Ci/ μmol 、全合成時間16-20分。

[動物実験] 本薬剤を正常雄マウスに静脈内投与後、1、5、15、30、60分毎にマウスを断頭し、血液、肺、心、肝、腎、小腸、筋、脳、およびコウ丸の摂取率を測定した。投与初期においては、血液、肺および心臓などが高い摂取率を示し、後期には、血液および腎臓が高値を示した。アデノシンも同様の分布パターンを示すことが知られている。アデノシンの場合、組織内移行は担体輸送によることが知られている。この担体輸送系はスクレオンド担体輸送系と呼ばれており、いくつかの特異阻害剤が開発されている。パラニトロベンジルチオイノシン(NBMPR)は最も親和性の高い特異阻害剤である。そこで、 $^{11}\text{C}-\text{MMPR}$ の体内分布に対するNBMPRの影響をマウスを用いて検討した。マウスの静脈内にトレーサーおよび阻害剤を同時投与し、血液、肺および心臓の投与後1分の摂取率を対照群のそれと比較してみた。その結果、特に肺や血液(赤血球)において、摂取率の著明な低下が見られた。解析の結果、肺の場合には、本薬剤の組織内移行全体のうち、約58%が担体輸送によると推定された。また、本薬剤の癌診断への応用可能性を評価するため、自然発生肝癌保有の老齢マウスを用いて、体内分布の時間変化を測定した。その結果、投与後30-60分において、肝臓中の癌組織による本薬剤の取り込みは、同じ個体の正常肝組織の取り込みよりも有意に高いことが判明した。

[研究発表]

- (1) 福士、鈴木、入江、福田：日本薬学会第111年会、東京、1991、3
- (2) 福士、入江、玉上、野崎：第30回日本核医学会総会、大津、1990、11

2. 放射線診断と治療の基礎となる物理工学的研究

飯沼武、中村譲、松本徹、山崎統四郎、笹野之男、福久健二郎（サイクロトロン管理課）遠藤真広（医用重粒子線研究部）宍戸文男*（*秋田脳研）

本研究は臨床第2研究室が主として実施しているもので、臨床放射線医学における診断と治療を広範囲にカバーしており、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。その基本線に沿った研究から、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調査研究

1-1 胸部X線写真読影時における医師の注視点解析

デジタルX線像によるがんの自動診断システムの性能向上を図るためには、医師自身が説明できない部分の読影診断プロセスを明らかにする必要がある。その観点より、確定診断付きの胸部X線画像を対象として、画像読影の専門家である医師が胸部X線写真を読影してがんに関連した所見を検出する時、目のつけどころ（注視点の軌跡）が素人と比べてどのように異なるか、医師の注視点は画質の良・不良に依存してどのように変化するか、肺の局所における注視点の停留時間を計測することにより異常所見の有無判定（有病正診、有病誤診、無病正診、無病誤診）に要する情報処理時間はどの程度かを推定した。注視点の記録にはアイカメラ（ナック製：アイマークレコーダV5）が用いられた。データ解析の結果、注視点の動きから画像診断に伴う医師の意識的、無意識的な行動が計量化できることが示された。

1-2 肺癌集検の新しい試み

老人保健法のもとで行われている肺癌集検ではスクリーニング検査として胸部間接X線像と喀痰細胞診の併用が行われている。しかし、これらの検査は早期肺癌の検出能力が高くない。そこで我々は直径1cm以下の非小細胞肺癌T₁N₀M₀を高率に検出できる方法として高速3次元CTの基本仕様を発表した。その性能は①1cmスライスで40スライスを10秒以下でスキャンすること②肺への吸収線量が1cGy以下であること。③医師

の読影診断を補助するための診断支援システムを装備すること。④画像再構成が1分以内で終了することの4点である。このCTをLung Cancer Screening CT、すなわち、LSCTと名付けることにする。

さらに、LSCTが完成した時には肺癌集検がどのように変わるかを前もって評価した。1つはX線被曝によるリスクと集検の利益とがどの年令でバランスするかを知ることであり、2つは救命人・年当たりどの位の費用でLSCT集検が実施可能かを計算した。その結果、罹患率 80×10^{-5} 人/年以上のハイリスク・グループでは十分利用可能であることが示された。

2. 放射線治療のための基礎的調査研究

埼玉県立がんセンターとの共同により開発した子宮頸癌腔内照射におけるRALS最適治療計画プログラムCは全国の33施設で利用されている。本プログラムを用いて治療した患者の全国登録が10施設の協力により開始され、109症例に達した。またこの病歴登録を公衆回線を使いオンラインで入出力するシステムを医療情報システム開発センター（MEDIS-DC）の協力の基で開発に着手した。本システムはMEDIS-DCの医療用ソフトウェア研究開発ネットワークシステム（MEDINET）に放射線治療支援データベースシステムとして構築するもので、端末にパソコン（PC 9800、メインメモリ640KB、ハードディスク20MB）相当を有し、ソフトウェアはDVMSとしてInformix-SQL、MS-DOS、通信用にCTERM2を使用し、公衆回線（Tri-p）を介し中央のMEDINETと接続し登録するものである。現在診療記録・追跡記録を登録し、検索するシステムが出来上がり、その性能試験を行っている。また患者データの秘密保護の問題については慎重に検討している。

【研究発表】

- 1) IKehira H., Matsumoto T., Iinuma T. et al : Radiation Medicine 8, 8-12, 1990
- 2) 藁島、松本徹、飯沼ほか：核医学27、323-332、1990
- 3) 福久、武田、松本ほか：日医放物理会誌、10、53-61、1990
- 4) 松本、福久、飯沼ほか：Med. Imag. Tech., 8、563-571, 1990
- 6) 飯沼：医療90 6、34, 1990
- 7) 飯沼：新医療 No. 182, 22, 1990
- 8) 飯沼：Isotope News No. 429, 19-20, 1990

- 9) 飯沼、館野：日医放会誌50, 101-106, 1990
- 10) 飯沼、館野：Med. Imag. Tech., 8、18-23、1990
- 11) 池平、飯沼：日生体磁気誌 2、17-25、1990
- 12) 飯沼：映像情報 (M) 22、416-418、1990
- 13) 飯沼：テレビジョン学誌44、418-416、1990
- 14) 飯沼、館野：日医放会誌50、527-532、1990
- 15) 飯沼、館野、有未：日消集検誌 No. 87、120-123、1990
- 16) 飯沼：医学のあゆみ153、693-696、1990
- 17) 飯沼、館野：Med. Imag. Tech.、8、95-99、1990
- 18) 飯沼、館野：乳癌の臨床 5、329-99、1990
- 19) 飯沼、館野：モダンメディスン1990-9、116-118
- 20) 飯沼：Isotope News No. 435、26-27、1990
- 21) 館野、飯沼、松本ほか：新医療 No. 190、28-32、1990
- 22) 遠藤、吉田、飯沼ほか：核医学27、1135-1140、1990
- 23) 矢仲、飯沼：テレビジョン画像情報工学ハンドブック第16編第5章医学応用、1077-1092、コロナ社、1990
- 24) 飯沼、館野：癌の臨床36、2427-2433、1990
- 25) 飯沼、館野之男：日消集検誌 No. 89、14-21、1990
- 26) 池平、橋本、飯沼ほか：Amer. J. Physiol Imag. 5、50-54、1990
- 27) 中村：第19回日本アイソトープ・放射線総合会議報文集—生活・環境向上への放射線利用、316-326、日本原子力産業会議、1990
- 28) 田伏、中村、飯沼、荒居ほか：日医放会誌50、846-851、1990
- 29) 中村：放射線応用技術ハンドブック、458-461、朝倉書店、東京、1990
- 30) 中村譲、飯沼、古川、福久ほか：日本放射線腫瘍学会誌 2, Suppl. 147-154、1990
- 31) K.Tabushi, Y、Kutsutani-Nakamura, Iinuma.T. A.Arai. T et al : The Use of Com-puters in Radiation Therapy, 167-170、1990

3. 放射線診断の研究

福田寛、池平博夫、須原哲也、橋本隆裕、館野之男

ポジトロンCTを用いた研究は、脳神経受容体に関係する研究と¹³NH₃の心筋への取り込み

に関する研究を行った。前者については、ドーパミン D₁ 受容体の特異的な拮抗薬である SCH 23390 を¹¹C で標識してトレーサーとして用い、脳内のドーパミン D₁ レセプターへの結合能を求めた。対象としたのは、双極性の感情障害とパーキンソン病および線条体黒変性症で、双極性の感情障害においては前頭葉における¹¹C-SCH 23390 の結合能の低下を明らかにした。またパーキンソン病および線条体黒質変性では、パーキンソン病では病初期にはむしろ線条体における¹¹C-23390 の結合能の軽度の上昇がみられたのに対し、線条体黒質変性症では初期より線条体における結合能の低下が認められた。

後者については各種薬物の心筋における¹³NH₃ の取り込みに対する影響を測定し、肥大型心筋症と虚血性心疾患における心機能の評価および治療効果の判定を行った。

MR については、³¹P の in vivo スペクトロスコピーの診断への応用を検討した。³¹PMRS は既に腫瘍組織について検討を済ませ、今年度は骨格筋運動負荷、心筋代謝および肝細胞糖代謝機能の診断への応用を検討した。

骨格筋の³¹P スペクトルでは、運動負荷を加えることによってPCr (クレアチンリン酸) の低下、Pi (無機リン) の上昇と pH の低下が観察され、スペクトル各ピークの変化とその回復過程から骨格筋の疲労と筋力低下の程度に判定に利用できることが明らかになった。また筋ジストロフィー症の場合にも、非侵襲的に筋細胞のエネルギー代謝予備能の診断をMRI画像で捉えるより早い時期に行えることを明らかにした。心筋疾患としては、肥大性心筋症についてPCrの相対的低下が観察され、高エネルギー代謝予備能の低下を示唆する結果が得られた。

肝細胞糖代謝機能診断への³¹P への応用では、肝細胞においてはさかんに糖代謝が行われ高エネルギーリン酸化合物が消費されているので、糖を負荷することによって、特にβ-ATPの減少と糖代謝中間産物のリン酸化合物の増加という変化が観察され、肝細胞の代謝機能が障害されている場合には、負荷後の高エネルギーリン酸化合物の回復の遅れなどとして捉えられ、診断が可能であることを明らかにした。

[研究発表]

- (1) 千尾、池平、橋本、その他：日本医学放射線学会第49回総会、神戸、1990、4.
- (2) 瀬戸、池平、橋本、その他：日本医学放射線

- 学会第49回総会、神戸、1990、4.
- (3) 貝沼、池平、橋本、その他：消化器外科学会、東京、1990、7.
 - (4) 橋本、池平、舘野：日本癌学会第49回総会、札幌、1990、7.
 - (5) 橋本、池平、福田、その他：日本癌学会第49回総会、札幌、1990、7.
 - (6) Hashimoto T., Ikehira H., Fukuda H., et al : Society of Magnetic Resonance 9th Annual Scientific Meeting and Exhibition, New York, 1990. 8.
 - (7) Fukuda H. Hashimoto T., Ikehira H., et al : Society of Magnetic Resonance 9th Annual Scientific Meeting and Exhibition, New York, 1990. 8.
 - (8) Uesima Y., Ikehira H., H. Hashimoto T., et al : Society of Magnetic Resonance 9th Annual Scientific Meeting and Exhibition, New York, 1990. 8.
 - (9) Seto K., Ikehira H., H. Hashimoto T., et al : Society of Magnetic Resonance 9th Annual Scientific Meeting and Exhibition, New York, 1990. 8.
 - (10) 池平、橋本、福田、その他：日本磁気共鳴医学会第16回総会、名古屋、1990、9.
 - (11) 西川、有水、池平、その他：日本磁気共鳴医学会第16回総会、名古屋、1990、9.
 - (12) 福田、橋本、池平、その他：日本磁気共鳴医学会第16回総会、名古屋、1990、9.
 - (13) 亀井、橋本、池平、その他：日本磁気共鳴医学会第16回総会、名古屋、1990、9.
 - (14) 内山、橋本、池平、その他：日本磁気共鳴医学会第16回総会、名古屋、1990、9.
 - (15) 今関、橋本、池平、その他：日本磁気共鳴医学会第16回総会、名古屋、1990、9.
 - (16) 西川、池平、橋本、その他：日本磁気共鳴医学会第16回総会、名古屋、1990、9.
 - (17) 千尾、池平、橋本、その他：日本磁気共鳴医学会第16回総会、名古屋、1990、9.
 - (18) 加藤、池平、橋本、その他：日本磁気共鳴医学会第16回総会、名古屋、1990、9.
 - (19) 橋本、池平、安藤、その他：日本磁気共鳴医学会第16回総会、名古屋、1990、9.
 - (20) 柿栖、橋本、池平、その他：日本磁気共鳴医学会第16回総会、名古屋、1990、9.
 - (21) 森尾、橋本、池平、その他：日本磁気共鳴医学会第16回総会、名古屋、1990、9.
 - (22) 池平、橋本、福田、その他：日本核医学会第30回総会、東京、1990、11.
 - (23) 池平：日本分光学会、東京、1990、11.
 - (24) 石津谷、橋本、池平、その他：第3回千葉MR研究会、千葉、1990、1.
 - (25) 橋本、吉井、池平、その他：第3回千葉MR研究会、千葉、1991、1.
 - (26) 橋本、安藤、池平、その他：第14回日本脳神経CT研究会、宇都宮、1991、1.
 - (27) 橋本、山浦、池平、その他：第14回日本脳神経CT研究会、宇都宮、1991、1.
 - (28) 加藤、橋本、池平、その他：第14回日本脳神経CT研究会、宇都宮、1991、1.
 - (29) 小林、池平、橋本、その他：日本画像医学会、千葉、1991、2.
 - (30) 橋本、山浦、池平、その他：日本画像医学会、千葉、1991、2.
 - (31) 西川、橋本、池平、その他：日本画像医学会、千葉、1991、2.
 - (32) 石津谷、池平、橋本、その他：日本画像医学会、千葉、1991、2.
 - (33) 池平：シンポジウム'91「明日をめざす科学技術」……科学技術振興調整費創設10周年を記念して……、東京、1991、3.
 - (34) 内山、橋本、池平、その他：日本磁気共鳴医学会第17回大会、東京、1991、3.
 - (35) 石津谷、橋本、池平、その他：日本磁気共鳴医学会第17回大会、東京、1991、3.
 - (36) 貝沼、橋本、池平、その他：日本磁気共鳴医学会第17回大会、東京、1991、3.
 - (37) 山田、池平、橋本、その他：日本磁気共鳴医学会第17回大会、東京、1991、3.
 - (38) 池平、橋本、舘野、その他：日本磁気共鳴医学会第17回大会、東京、1991、3.
 - (39) 西川、池平、橋本、その他：日本磁気共鳴医学会第17回大会、東京、1991、3.
 - (40) Ikehira H., Matsumoto T., Shishido F., et al : Radiation Medicine. 8, 8-12, 1990.
 - (41) 飯沼、池平：日本生体磁気学会誌. 2, 17-25, 1990.
 - (42) 池平、舘野：日磁医誌. 10, 203-206, 1990.
 - (43) Tateno Y., Ikehira H., et al. : Japanese Circulation Journal. 54, 276-282, 1990.
 - (44) 池平、舘野：Clinical Neuroscience 神経系のMRI. 8, 944-946, 1990.
 - (45) 橋本、池平、福田、その他：千葉核医学研究会. 10, 1990.

- (46) 橋本、池平、福田：放射線科学． 33、111-114、1990.
- (47) 橋本、池平、福田：放射線科学． 33、177-184、1990.
- (48) Ikehira H., Hashimoto T., Fukuda H., et al. : Magnetic Resonance In Medicine. 15、158-164、1990.
- (49) 橋本、池平、福田、その他：日本バイオレオロジー学会誌． 4、189-195、1990.
- (50) 池平、橋本、福田、その他：千葉 MR 研究会誌． 1、15-18、1990.
- (51) 池平、その他：千葉 MR 研究会誌． 1、19-22、1990.
- (52) 橋本、池平、福田、その他：千葉 MR 研究会誌．創刊号、37-44、1990.
- (53) 橋本、池平、福田、その他：千葉 MR 研究会誌．創刊号、1990.
- (54) Ikehira H., Hashimoto T., Fukuda H., et al. : American Journal of Physiological Imaging. 5、50-54、1990.
- (55) 橋本、池平、福田、その他：日本磁気共鳴医学会誌． 10、465-472、1990.
- (56) 池平：PET&MRS ポジトロン核医学と生体核磁気共鳴スペクトル法—低侵襲代謝計測法の基礎と応用． 259-272、1990.
- (57) 池平、舘野：MRI 診断学—基礎と臨床—． 438-446、1990.
- (58) 池平：放射線応用技術ハンドブック． 653-659、1990.
- (1) Suhara T., Fukuda H., Inoue O., et al. : 17th Congress of Collegium International Neuro Psychopharmacologicum, Kyoto, 1990. 9.
- (2) Suhara T., Fukuda F., Inoue O., et al. : 17th Congress of Collegium International Neuro Psychopharmacologicum, Kyoto, 1990. 9.
- (3) 須原、福田、井上、その他：日本神経精神薬理学会第20回年会、山梨、1990. 10.
- (4) 須原、福田、井上、その他：日本神経精神薬理学会第20回年会、山梨、1990. 10.
- (5) 須原、福田、井上、その他：日本核医学会第30回総会、1990. 11.
- (6) Suhara T., Inoue O., Kobayashi K., et al. : Life Sciences. 47、2119-2126、1990.
- (7) Suhara T., Fukuda H., Inoue O., et al. :

Psychopharmacology. 103、41-45、1991.

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、古川重夫、橋本隆裕

本研究は悪性腫瘍の放射線治療に必要な基礎的知識を蓄積するとともに、臨床治療の技術的開発を目的としている。本年度は動物を用いた実験治療や核磁気共鳴法による放射線治療効果判定法に関する研究を行ない、臨床的研究としては子宮頸癌用および食道癌用アプリケーションの改良開発を行ない、また粒子線治療効果を評価するために必要なデータベースを整備した。

実験治療では、C3H マウスとその移植腫瘍を用いて、イミダゾール系薬剤 KU-2285の腫瘍放射線増感作用について調べ、増感係数1.3を得た。防護剤 WR 151327による放射線皮膚障害を調べ、早期反応と晩期反応ともに同程度に防護されることを明らかにした。抗癌剤エトポシド前投与により放射線骨髄障害が防護されることを見出した。骨髄幹細胞の増殖が薬剤により促進されることが判明した。免疫賦活剤 OK-432や LC 9018の腫瘍局所投与と放射線併用作用について調べた。放射線抵抗性マウス腫瘍に対して、いずれの薬剤も併用効果を示した。60 Gy 陽子線照射後5ヶ月後に、核磁気共鳴法 (MRI) にて脳組織の一部 (白質と海馬) に特異的変化が認められ、皮質は低感受性であることが判った。血液-脳関門の障害については、造影剤 Gd-DTPA を投与した MRI が使えることが判った。また標識化合物投与により、脳血流量や血液-脳関門を調べ、照射による変化を機能の面からも調べた。

臨床では、婦人科子宮頸癌・直腸癌・食道癌などの管腔臓器に使用できるディスプレイブルアプリケーションを開発した。更に水性ゲル化材を用いた術中超音波診断用エコーボラスの開発を行ない、有用性を確認した。

粒子線治療効果の総合解析については、速中性子線治療データ確認表を作った。この確認表に現存データを記入してコンピュータ登録を行なうが、頭頸部腫瘍については略々記入が終わった。軟部組織・泌尿器・消化管の腫瘍については部分的に記入が終了した。

【研究発表】

- (1) 安藤、他：癌の臨床、36(13)、2223-2226、1990、10
- (2) 山田、安藤、小池、磯野：第49回日本癌学会総会、1990、7、札幌

- (3) 安藤、小池：第49回日本癌学会総会、1990、7、札幌
- (4) 橋本：日本磁気共鳴医学会雑誌， 10、473-482、1990
- (5) 橋本、池平、福田、安藤、舘野：第49回日本癌学会総会、1990、7、札幌
- (6) 橋本、安藤、吉井、平岡、柴山、池平、福田、舘野：第14回日本脳神経 CT 研究会、1990、1、宇都宮
- (7) 古川、中村：放射線科学33(4)、107-110、1990
- (8) 中村、飯沼、古川他：日放腫会誌12 (Suppl 2)、147-154、1990

10. 障害臨床研究部

概 況

当研究部は、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を行っている。又緊急時被曝医療に関しての業務活動も行っている。

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命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。骨髄障害研究「急性放射線骨髄障害の治療に関する基礎的研究」の安全解析研究を開始した。第1研究室においては、主として免疫学的研究を、第2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、又第2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。以上の研究の他に、第2研究室は、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」のうち「放射線誘発白血病リスクの修飾と低減化に関する研究」を行っている。この他、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」、「緊急技術助言組織緊急時対応マニュアル作成に関する調査」に委員として参加した他、北海道泊原発の防災訓練にオブザーバーとして参加した。

人事面では3月16日付けで青木芳朗部長が東京大学医学部教授に転出し、3月31日付けで杉山始室長が定年退職となった。(青木芳朗、赤沼篤夫)

1. 各種線源よりの被曝者に関する臨床的研究

青木芳朗、杉山始、鈴木元、能勢正子、川瀬淑子、明石真言、蜂谷みさを、鶴沢玲子、中尾恵* (*特別研究員)、南久松真子(障害基礎研究部)、森武三郎(生理病理研究部)

各種被曝者の臨床的・生化学的検査によって、

被曝線量、線量率、被曝様式の差異などによる人体に及ぼす影響を明らかにし、今後の緊急被曝医療に役立てる目的で研究を行った。対象は、外部被曝を主とする混合被曝群と内部被曝群であり、経年的に定期検査を行い、追跡調査を行ってきた。

第一は、混合被曝を受けたビキニ被災者である。1954年3月、ビキニ海礁で、核爆発実験の降灰により、旧第五福龍丸乗組員23名が放射線被曝を受けた。全身外部被曝(1.7-6.9 Gy)を2週間にわたって受け、甲状腺で0.2-1.2 Gyの内部被曝を受けた。現在までに8名が死亡し、(急性障害死1名、事故死1名、大腸癌1名、肝癌を含む肝障害死5名)、15名について追跡調査を行ってきた。毎年1回、放医研病院にて5日間の入院調査を実施し本年度は、8名の入院検査を行った。現在認められる障害は、皮膚障害及び肝機能障害が主なものである。細胞性免疫能では、レクチンに対する反応性の低下がみられる例と、NK細胞活性の上昇ないし低下を示す例がある。

第二は、診断の目的で、トロトラスト(²³²Tho₂)注入を受けた者についての追跡調査である。本年度は18例について入院検査を実施したが詳細は、実態調査及び次項2で述べる。

2. 放射線障害の免疫学的研究

杉山始、明石真言、蜂谷みさを、鶴沢玲子、鈴木元

本研究はリンパ球と間質系細胞を用い、放射線による免疫機能の障害を臨床的・基礎的両方の角度から研究する事を目的としている。また近年注目を浴びている放射線防護剤としてサイトカインの作用機序も併せて研究している。

2-1. トロトラスト沈着症における免疫機能の検討

1990年5月より同年12月までの間に観察したトロトラスト沈着症例18例(男性16名、女性2名)についての検索結果をほぼ同年代のトロトラスト沈着の認められない症例6例(全員男性)を対照群として、比較検討した。末梢血リンパ球の

PHA、Con A及びPWMに対する反応性を測定して、若年対照群より得た値を基準値と比較し、反応性の低下している症例の出現頻度を見た。トロトラスト沈着症例群に異常例がやや多く認められたが、トロトラスト症例群と対照群との間には有意な差は認められなかった。NK活性の低下している出現頻度、ツベルクリン皮内反応陰性例の出現でも、両群間に有意な差は認められなかった。ヘモグロビン、白血球数、リンパ球数、血小板数及び骨髓有核細胞数の減少を示した症例が少数認められたが、両群の間に有意な差は見出されなかった。

2-2. 老年者の末梢血リンパ球のPHAに対する反応性と生存率に関する研究

64歳から94歳までの老年者131名について、末梢血リンパ球のPHAに対する反応性により、低下群と非低下群に分け生存率を比較した。非低下群では低下群に比べ生存率が高いことが示された。また主要な死因では、感染症が低下群に多い事がわかった。

2-3. 腫瘍壊死因子(TNF α 、 β)によるサイトカインの発現とその機序

TNF α は主として単球/マクロファージより産生され、腫瘍細胞やトランスフォームした細胞などを殺す作用をもち、最近では放射線防護剤としても注目を浴びている。一方、リンフォトキシン(TNF β)は主に活性化リンパ球から産生される糖蛋白質で、TNF α とはアミノ酸レベルで30%の相同性をもっている。ヒト肺由来の線維芽細胞を用いた実験では、やはり immuno-modulator である顆粒球/単球コロニー刺激因子(GM-CSF)、単球コロニー刺激因子(M-CSF)インターロイキン6(IL-6)の産生を増加させ、炎症の場で積極的役割を果たしている事が示された。このことは脳腫瘍や肝癌などの腫瘍細胞でも同様であった。また様々なProtein kinase C(PKC)の活性化物質もこれらのサイトカインを誘導する事が知られているが、TNFはPKCを活性化せずに誘導する事も判明した。G-結合蛋白質活性化物質、Na⁺/H⁺ポンプ阻害剤もこれらのサイトカイン発現を促すなど様々な経路が存在する事も見出した。

TNFによるこれらサイトカインの産生機序の解析では、mPNAの安定性(stability)が重要である事も示された。多くのサイトカインのmPNAの半減期は非常に短く、mPNAの3末にはAUUUAの繰返し構造が認められており、

この部分が不安定化に関係していると考えられている。ヒトGM-CSF遺伝子に存在するこの部分をウサギのグロビン遺伝子に導入したハイブリッド遺伝子を、線維芽細胞に組み込みTNFがこの構造を介するか否かを転写されるグロビンmPNAから検討した。TNFは主としてサイトカインのmPNAを主として転写後調節、即ち安定化する事でmPNAの蓄積が増加し蛋白質のレベルが上昇する事を見出した。

[研究発表]

- (1) Akashi, M. et al. : Symposium : Molecular Factors of Hematopoiesis and Stem cells. モクスワ、1990. 6.
- (2) Koeffler, HP., Akashi, M. et al. : International Symposium on MDS and Cytokine. 札幌、1990. 9.
- (3) Akashi, M. et al. : J. Clin. Invest., 85, 121-129, 1990.
- (4) Akashi, M. et al. : The Biology of Hematopoiesis. 352, 257-267.
- (5) Akashi, M. et al. : in "Hematopoietic Growth Factors in Clinical Applications." 41-62, 1990.
- (6) 明石、鈴木ほか：日本免疫学会・学術集会、東京、1990. 11.
- (7) 明石、鈴木ほか：日本血液学会総会、京都、1991. 4.

3. 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

青木芳朗、鈴木元、川瀬淑子、能勢正子、明石真言

本研究の目的は、人体の放射線障害のさいに、標的臓器となる造血系、リンパ球系について、その障害発生機序を明らかにすると共に、診断・治療に有用な情報を取得することにある。なお、造血系の晩発性障害である骨髄性白血病の発生機序に関する細胞学的研究については特別研究の項で述べる。

3-1. 急性放射線造血器障害に対する骨髓移植と造血刺激因子投与に関する研究

BALB/c雄マウスに5.67 Gy X線照射直後、G-CSFを1日2回7日間投与の量を変えて、CFU-C、白血球数、血小板数について検討した。G-CSFを1回、0.25 μ g、1 μ g、4 μ gと3群に分けて連続腹腔内投与し、対照群として生理食塩水を1回、0.2 ml 同様に投与した。

CFU-Cは0.25 μg 投与群において、7日目、10日目、14日目と回復はするが、21日目は横ばい、1 μg 投与群は、7日目から21日目まで他群と比べて、早期より回復傾向を示し、4 μg 投与群は、14日目まで回復は遅れたが、21日目には、1 μg 投与群と同程度の回復をした。生食投与対照群は、7日目より21日目まで、やや回復したが、G-CSF投与群よりかなり低値であった。白血球数の変化は、7日目、10日目と各群間に差がなく、14日目は、4 μg 、1 μg 、0.25 μg と投与量の多い順に回復した。21日目は、0.25 μg 投与群が高値を示したが、他群との差は無かった。生食投与群は、14日目と21日目で、G-CSF投与群との間に有意差があった。次にCFU-Cの値から投与量が多いと、抑制効果が現れるのではないかと、14日目の1点で、投与量を変えて効果を検討した。1日2回7日間の投与スケジュールにより投与量を1回、0.25 μg 、1 μg 、4 μg 、8 μg と4群に分けてCFU-C、白血球数、血小板数を検討した。この結果、投与量の多い4 μg 、8 μg 投与群のCFU-C、白血球数、血小板数の回復は、1 μg 投与群と同程度の回復効果を示した。

以上、X線照射直後のマウスに、G-CSFを1回、0.25 μg 以上、1日2回7日間、連続投与することにより、CFU-C、白血球、血小板に回復効果があり、特に、1回1 μg 投与が、必要かつ十分な効果が有ることが判明した。

[研究発表]

- (1) 能勢、川瀬、鈴木、青木：第33回日本放射線影響学会総会、仙台、1990、10。
 - (2) 青木、能勢、川瀬他：第33回日本放射線影響学会総会、仙台、1990、10。
- 3-2. 宿主対移植片 (HVG) 反応あるいは移植片対宿主 (GVH) 反応の制御に関する研究

骨髄移植にともなうHVG反応、GVH反応の制御を目的として、これらの反応を司どるT細胞が自己の抗原にたいしてどのような機序で免疫寛容に陥るのかを基礎的に検討した。平行して、胸腺T細胞の分化因子を基礎的に研究した。

① 胸腺キメラマウスの研究から、胸腺が自己抗原にたいする寛容 (自己寛容) 導入で重要な働きを行っている事を発見してきた。胸腺内のどのような細胞成分が自己寛容導入に重要なかを検討する為に、胎仔胸腺へ異系の細胞を移入して、どの移入細胞が寛容導入能を持つか検討した。この結果、マクロファージ/樹状細胞のほか、胸腺内T細胞

そのものが強い寛容導入能を持つ事を発見した。また、寛容導入がT細胞の分化段階特異的におき、キラーT細胞では、CD8シングル陽性細胞になってから2日目までは寛容導入可能である事を示した。

② IL-7が胸腺内で分化因子として働く事を示した。IL-7は、マウス胎仔胸腺臓器培養の培養液に添加すると、CD4⁻8⁻のダブルネガティブ細胞を増やす他、CD4⁻8⁺シングルポジティブ細胞を特異的に増やす。胎仔胸腺培養でシングルポジティブ細胞を増加させる因子に関してこれまで報告は無く、IL-7が最初の因子である。IL-7がポジティブセレクションを受けたCD4⁻8⁺シングルポジティブ細胞を増やしたただけなのか、それともIL-7が前駆細胞からCD4⁻8⁺シングルポジティブ細胞への分化を促進したのか検討を重ねている。

[研究発表]

- (1) Matsubara, H.* et al. : Int. Immunol., 2 : 755-763, 1990. (*Osaka Univ.)
- (2) Matsubara, H., Kawase, Y., Suzuki, G. : J. Immunol. 146 : 444-448, 1991.
- (3) Sakiyama, H., Yamaguchi, K. et al. : J. Immunol. 146 : 183-187, 1991.
- (4) 鈴木：医学のあゆみ、153 : 295, 1990.
- (5) 鈴木：臨床免疫、22 : 952-959, 1990.
- (6) 鈴木：日本臨床、48 : 1929-1934, 1990.
- (7) 松橋、鈴木：臨床免疫、22 : 601-606, 1990.
- (8) Suzuki, G. : Workshop on Thymus, Clonal Deletion and Suppressor Systems in Demyelinating Disease. Santa Fe, New Mexico, 1991, 3.
- (9) 鈴木、稲盛他：第20回日本免疫学会、東京、1990、11.
- (10) 松橋、川瀬他：第20回日本免疫学会、東京、1990、11.
- (11) Suzuki, G. : WACIID '91, Nagara, Chiba, 1991, 2.
- (12) 鈴木他：日本医学会総会シンポジウム、京都、1991、4.

4. 放射線細胞間期死の機構に関する研究

大山ハルミ

本研究は、放射線照射後数時間で起こる細胞間期死の死の発現機構を解明し、放射線障害の診断と治療に資することを目的とする。

これまでの研究により、放射線感受性の高い胸

腺リンパ球の細胞間期死が、生理的細胞死とも共通する典型的自爆死（apoptosis）であることを明らかにした。自爆死は、内在遺伝子の発現過程としてのプログラム死と考えられ、種々の因子による発現調節が認められている。本年度は、自爆死機構解明のため、さらにいくつかの阻害剤の効果等を検討した。

実験には、ラットあるいはマウス胸腺細胞を主として使用、*in vitro*、X線照射後、37℃培養すると時間と共に自爆死細胞が増加する。この自爆死は生から一定の死の状態への急速移行を特徴とし、細胞サイズ減少等により容易に検出できる。また、DNAのヌクレオソーム単位の特徴的切断が生じるが、これと恐らく平行するクロマチン凝縮の簡便な検出が出来るようになった。本年度は細胞サイズ、クロマチン凝縮を主な指標として、各種阻害剤等による自爆死発現修飾因子の検索を行った。

上記自爆死は蛋白質合成阻害剤であるシクロヘキシミドにより完全に制御されることを報告してきたが、ピューロマイシンでは 10^{-4} Mでは完全に抑制され 10^{-5} Mでは部分抑制、非照射対照の自爆死促進が認められた。またエメチンでも細胞死が抑制された。これらは自爆死が蛋白質合成依

存性の過程であることをさらに裏付けている。一方、自爆死に伴う蛋白質の変化を二次元電気泳動で調べると、いくつかの蛋白質の特異的な減少が見られるため、蛋白質分解阻害剤の効果を検討した。その結果、PMSF 10^{-3} M、TLCK 10^{-5} Mにより著名な自爆死抑制が認められ、蛋白質分解も自爆死発現に関与していることが示唆された。また、プロティンキナーゼCの阻害剤も細胞死を抑えることから、蛋白質リン酸化が関係していると考えられる。現在、これらの関与する分子機構について検討を進めている。なお、生理病理部で樹立した放射線誘発リンパ腫がX線により高感受性に自爆死を起こすことを見出し、それについても研究を開始した。

[研究発表]

- (1) 大山、山田：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10.
- (2) 山田、太田、藤井、中田、大山：同上
- (3) 大山、玉本、耿、山田：日本組織培養学会第64回大会、相模原、1991、3.
- (4) 太田、杉山、大山、山田：同上
- (5) 耿、大山、山田：日本医学放射線学会第31回生物部会、京都、1991、4.

11. 医用重粒子線研究部

概 況

昭和62年度新設され、当所が積み重ねてきた各種放射線によるがん治療の実績と経験を基盤とし、最も効果的で緊要と考えられる重粒子線の医学利用に関する基礎的ならびに技術的開発研究を行うこととした。

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に関する物理・工学的研究、第3研究室は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8名、第1研究室専任研究官3名、客員研究官2名、研究生1名、第2研究室専任研究官5名、客員研究官4名、第3研究室専任研究官5名、客員研究官2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。具体的には同装置の詳細設計・製作とそれに必要な試作開発の実施であり、併せて関連する基礎研究を所内外の既存施設を用いて実施することである。

本年度は、前々々年度製作を開始した入射器系、前々年度製作を開始した主加速器系1、前年度製作を開始した、ビーム出射系、ビーム輸送系に引続き、主加速器系2、治療・照射系、制御系の製作を開始した。試作試験研究としては、長寿命のPIG型パルス多価重イオン源の開発、前段加速器における高周波系の開発、主加速器・高エネルギー輸送系における入射・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の開発等、装置製作に必要な重要事項をとり上げて実施している。さらに、線量分布の評価にとって重要な飛程に沿った半径方向の線量分布の観測は、前年度重粒子線の基礎データとしてサイクロトロンからの α 、 ^{12}C 、 ^3He を用いて実験し、前年度からそれを拡張して、

アメリカ・ローレンス・バークレー研究所(LBL)との国際協同研究の一環としてBevalacの重粒子ビームを用いて研究を続けると共に、理化学研究所リングサイクロトロンでも実験研究を行うためのポート整備も行って、本年度はそれを用いた生物実験研究等を開始した。

国際協力に関しては、上記のLBLと共に西独重イオン科学研究所(GSI)と研究所長間のMOUを締結して、今後の協力の基礎をつくった。

なお、装置詳細設計の進展に併せて、その装置に整合した建屋と必要付属設備、遮蔽設計、管理区域設定、動線等の検討をさらに詰め、建屋実施設計をまとめ、工事の進展と共にさらに詳細な建屋と装置のすり合わせを前年度に引続き精力的に行った。(平尾泰男)

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、山田聡、佐藤幸夫、山田孝信、平尾泰男、北川敦志*、南園忠則*、(*客員研究官)

重粒子線がん治療装置の入射器系、即ち、イオン源及び前段加速器の製作は、おおむね予定通りに進行している。昭和62年度の製作開始以来4年を経過し、一部の機器と制御系のソフトを除いて、大部分の機器の製作が終了し、工場での組立て調整の段階に入っている。

イオン源試験装置に於いて行っているPIGイオン源の開発研究では、これまでの研究結果をもとに試作した、アーク・チェンバ内のガス圧が低い状態に於いても安定なアークが保持できる構造をもつ改良型イオン源を用いて、イオン収量の増加と、低デューティのパルス運転に於ける動作の安定化に力点を置いて研究を行い、成果を得た。ビーム強度として、 $^4\text{He}^+3.5\text{ mA}$ 、 $^{12}\text{C}^{2+}3.5\text{ mA}$ 、 $^{14}\text{N}^{2+}2.0\text{ mA}$ 、 $^{20}\text{Ne}^{3+}2.0\text{ mA}$ 、 $^{28}\text{Si}^{4+}0.6\text{ mA}$ 、 $^{40}\text{Ar}^{6+}0.8\text{ mA}$ 、が得られたが、これらは治療の際にイオン源に要求されるビーム強度の2倍から20倍に相当するものであり、とりわけ固体試料を用いたスパッタリングの方法で、充

分な Si イオンが得られたことは、特筆すべき結果である。また、パルス・イオン源の動作の安定化をはかるため、カソード加熱用のフィラメント電源を交流化し、 $^{20}\text{Ne}^{3+}$ について24時間連続試験を行い好結果を得ると共に、改良すべき点を明確にした。ECR イオン源については、東大核研と共同で本格的な性能試験のための準備を進めている。

アルバレイライナックでは、大電力増幅器を第3タンクに接続して大電力導入試験及び長時間連続運転を実施した。3Hz、1.2 ms 幅の高周波パルスを印加し、設計電位での動作特性、負荷Q値、温度上昇、タンク内真空度の電位レベル依存性、等を測定したが、最終的には、設計値の1.15倍の電力の印加が可能となった。また、安定なビーム加速を行うための自動位相制御、自動振幅制御、自動周波数制御の各回路について、その制御特性の測定、動作解析を行った。このほか、ドリフト・チューブ内に設置されたパルス動作の四極電磁石について磁場測定を実施し、その結果から中心軸を求め、磁場の多極成分に関して解析、評価を行った。デバンチャーについても大電力導入試験、RF 制御回路を含めた動作特性の測定、解析及び長時間連続運転試験を行い、ほぼ設計通りの性能が得られていることを確かめた。

[研究発表]

- (1) Yamada, S., et al. : 1990 Int. Conference on Linac, Albuquerque, 1990. 9.
- (2) Sato, Y., et al. : J. of Appl. Phys., 69, 151~154, 1991.
- (3) Sato, Y., et al. : J. of Appl. Phys., June, 1991.

2. 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研究

佐藤健次、板野明史、金沢光隆、高田栄一、野田耕司、須藤美智雄^{*1}、松本啓^{*1}、遠藤有馨^{*1}、熊田雅之^{*1}、渡辺伸一^{*1} (^{*1}客員研究官)、佐藤皓^{*2}、末野毅^{*2} (^{*2}加速器システム部会分科会委員)

重粒子線がん治療装置のうち、前々年度の主加速器1の発注及び前年度のビーム出射系と高エネルギー・ビーム輸送系の発注に引き続いて、今年度は下リングを主体とした部分である主加速器2の発注を行った。これに際して、これまで続けてきた物理・工学的検討に基づいて機器の配置と基本仕様の詰めを行い、主加速器1及び2の全体として機器配置と員数の整合をとる方針で臨んだ。

主加速器系については、機器設計の段階で更に詳細な技術的な検討を行いながら機器製作を進めており、また、一号機が製作された機器についてはその性能を試験して仕様を満たすことを確認し、そのデータをその機器に関連する、例えば電源等の機器の基本仕様に反映させて設計や製作を進めている。

入射ビーム輸送系については前年度製作した電磁石類の磁場測定の結果を反映させて電源の基本仕様を確認しその製作を行った。なお、偏向電磁石と四極電磁石の磁極のビーム進行方向の端部をログウスキー形状とする設計を行ったが、磁場測定の結果満足できる適切な磁場分布を得ている。また、電源については疑似負荷による試験を行い、必要とされる安定度等を得ている。

主リングを構成する偏向電磁石及び四極電磁石は電磁鋼板を打ち抜いた板を積層して製作するが、それぞれの一号機を製作して磁場測定を行い二次元断面での磁場分布は仕様を満たすことを確認し、全数の製作を開始した。なお、磁極の端部は脱着可能な設計としており、最適な磁場分布を実現すべくログウスキー形状を変えたときの磁場測定を継続している。これと同時に電磁石の電気回路的な定数(自己インダクタンス、抵抗、静電容量)を測定し、電源の基本仕様の確認を行った。

主リングの高周波加速系については、加速空洞、高周波電力増幅器、制御回路、等々の一号機が製作され、その試験を行った。1 MHz から 8 MHz の周波数範囲で 6 kV の加速電圧で 0.5 Hz の繰り返し周波数の試験運転を行った。この試験においては、ビームのシンクロトロン振動を模擬するために新たに開発されたシミュレータ回路を用いて、デジタル・シンセサイザやヘテロダインを利用したビーム信号処理回路等々を含むビーム信号負帰還デジタル制御回路が安定に動作することを確認した。東大核研との共同研究の一つの柱として高周波加速系の開発研究があるが、東大核研の重イオンシンクロトロン・クーラーリング TARN II の高周波加速系にこの制御回路を接続して試験運転を行った。この結果、微弱ビーム強度のヘリウム・イオンの加速に成功し、デジタル制御回路は実際のビーム加速に対する性能としても満足できる見通しを得た。

主リングの偏向電磁石の磁極間隙に挿入する薄肉リブ付き真空容器の一号機については200°Cベーキングを繰り返しては到達真空度や放出ガス量等の測定を行い、その性能を確認して、全数の

製作を開始している。

主加速器系は計算機制御によりパルス運転されるが、0.5 Hz から1.5 Hz と可変で速い繰り返し周波数での計算機制御による運転は国内でも例が少なく、それを実現するのは主加速器系の一つの重要な研究課題である。計算機の機種決定の他、加速器物理学に基づいた制御のアルゴリズム及びシーケンスの検討、コントローラ等の技術的な検討により設計を進めている。

主加速器系に関する試験研究としてビーム軌道制御及びビーム取り出しの試験装置について行い、高周波加速系ビーム・モニタ、取り出しビーム・リップルモニタ、セプタム電磁石及び電源、静電型デフレクタ、等々の試作を行った。

ビーム出射系については主リングからの遅いビーム取り出しのイオン光学的計算によるビーム軌道とセプタム電磁石他の機器の技術的な整合をはかりながら設計を進めている。

高エネルギー・ビーム輸送系については前年度の機器配置の検討に基づいて、電磁石及びその電源の基本仕様の検討を進め、一部電磁石の製作を開始している。また、真空容器や真空ポンプ等のその他の機器配置についても検討を進めている。

高エネルギー・ビーム輸送系に関する試験研究としては放医研サイクロトロン系のビームを使用したプロファイル・モニタの性能試験を続けており、各種回路の比較や改良等を行っている。

[研究発表]

- (1) 野田耕司他：日本電気学会、1990
- (2) Sato, K. : The 4th China-Japan Joint Symposium on Accelerators for Nuclear Science and Their Applications, Beijing, China, Oct. 1990
- (3) 金沢光隆他：日本物理学会、奈良、1990
- (4) 金沢光隆他：日本物理学会、東京、1991
- (5) Kanazawa, M. et al : Int l Workshop on Advanced Beam Instrumentation, Tsukuba, Japan, 1991

3. 医用重粒子線の照射・制御及び利用に関する研究

河内清光、曾我文宣、遠藤真広、金井達明、河野俊之、平尾泰男（医用重粒子線研究部）、丸山隆司（物理研究部）、安藤興一（臨床研究部）、隈元芳一（サイクロトロン管理課）、森田新六、坂下邦夫（病院部）、藁原伸一*、須藤美智雄*（*客員研究官）、

稲田哲雄*²（*²筑波大）

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が、技術的に開発を必要とする機器の内、平成元年度に試作した多葉コリメータ並びにワブラー電磁石について各種試験を継続した。多葉コリメータの試験結果に基づいてリーフの形状及び大きさ、防錆処理等について検討を行い、設計を変更した。試作多葉コリメータの動作については、コントローラを含めた詳細な試験並びに制御方式等について試験を行い満足する結果を得た。したがって駆動方式に関する設計変更はない。

ワブラー電磁石は、照射系におけるビーム光学、散乱の影響を含めて検討し設計試作を行った。特にワブラー電磁石は高周波数での大電流・高電圧が要求されるが、試験結果はほぼ満足できるものであった。

一方治療照射では、正確なビーム制御を行うと同時に、患者を所定の位置に正確に再現性良く設置することが重要で、重粒子線治療用患者位置決め装置の開発を行っている。前年度は位置決めX線 TV 系の画像歪の補正、並びに3次元位置取得プログラムの設計を行い、ソフトを製作し、本年度は2次元及び3次元ファントムを用いてX線シミュレータの画像をデジタルに変換し試験を行った。歪補正、位置取得共にほぼ満足できる精度で得られた。

制御系に関しては、全系及び各サブ系間の協調運転のために必要な周期信号系の設計等により詳細な技術検討を行い、CRTを含めた制御卓の構成を具体化した。同時に加速器の運転、治療照射手順の解析に基づいて、運転操作、情報表示のための画面設計を継続した。ソフト面では、運転パラメータファイルの構造、記述形式、管理の方法等について検討を進め設計を開始した。

2) 重粒子線トラック構造と生物効果に関する研究

重粒子線のトラック構造を解明するために、トラック周りの平均的な線量分布を測定し、さらに本年度は、1個1個の重イオンが通過する際のstochasticなエネルギー損失を測定するために、円筒型のLETカウンターを試作した。このLETカウンターでは、円筒の中心軸に沿ってビームを入射させ、その付与されるエネルギー量を1個1個の重イオンについて計測し、スペクトルを得ることができる。この試作装置により、詳

細な重粒子線のトラックの構造を解明するための実験を行った。

[研究発表]

- (1) Kawachi, K. et al : Proc. 2nd Int, Symp, Advanced Nucl. Energy. Rws., 362-367, 1990
- (2) 金井達明 他：放射線影響学会、仙台、1990
- (3) 金井達明 他：日医放第61回物理部会、京都、1991
- (4) 遠藤真広 他：日本放射線腫瘍学会誌 Vol. 2、Sup. 1、pp. 131、1990

12. 環境放射生態学研究部

概 況

本研究部は、放出源に係わらず放射性物質の陸圏環境中での分布や挙動、存在形態、農作物への移行および食品摂取に起因する放射性物質の人体組織における蓄積とそれに起因する被曝線量算定の計算モデルやパラメータに関する調査研究並びに放射性物質の経口摂取量低減化に関する調査研究を実施している。更に、本年度より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」研究が始まった。

第1研究室では、経常研究課題「陸圏環境における放射性核種の挙動に関する基礎的研究」が最終年度にあたる。この研究では、表土から地下水への放射性核種の移動解明を目的とし、その基礎的な知見として様々な核種の土壌吸着について検討してきた。これらから⁹⁰Srなど放射性核種の土壌吸着機構を明かす成果を挙げた。

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とその吸着メカニズムを解明した。また、土壌と農作物中の安定元素をICP発光分析法で定量した。さらに、森林中の¹³⁷Csの分布に関する基礎データを得た。

第3研究室では、ICP質量分析器による生体試料の測定値の再現性と精度向上を計り、同位体希釈分析法の導入によって、食餌、人体組織中のThが精度良く定量できることを得た。またこの結果はアルファ・スペクトロメトリーの結果とも一致することを得た。

12月2日付けで、研究部長大桃洋一郎の退官に伴い、後任に物理第4研究室長中島敏行が研究部長に昇任した。渡部主任研究官は、三年間のIAEA出張より帰任。内田主任研究官は、ウィーンで催されたIAEA主催「熱帯、亜熱帯地域における放射線データの収集に関するアドバイザリー・グループ・ミーティング」に招聘、参加、また、科技厅短期原子力留学でカナダ・チョークリバー原子力研究所に出張。白石主任研究官は、科技厅専門家派遣により、全ソ放射線医学科学センターにチェルノブイリ事故に関する研究交流のためソ連に出張。村松室長は、科技厅専門家派遣

により、チェルノブイリ日ソ専門家会議参加およびチェルノブイリ国際研究センターの実情調査のためソ連に出張。(中島敏行)

1. 陸圏環境における放射性核種の挙動に関する基礎的研究

鎌田博、渡部輝久、内田滋夫、横須賀節子

原子力発電所事故時における公衆に対する諸対策を講じるための介入レベル設定に関連して放射性核種の環境放出に起因する個人、あるいは、集団の合理的な線量預託を求めることが、近年社会的な要請となってきている。本研究は、陸圏環境における放射性核種の挙動、特に土壌中での放射性核種の移動に関して基礎的知見を得ることを目的としているが、放射性核種の土壌中挙動は、飲料水や食物を通じての内部被曝線量預託を評価する上で基本的な情報となるものであり、わが国においても特有な自然環境、社会的環境を考慮しつつ土壌汚染推移のメカニズムを明らかにすることが必要となっている。本年度は、本研究課題の最終年度にあたっており、本課題を総括する観点より環境、あるいは、土壌の放射能汚染とそれに起因する人体の被曝線量を評価する方法について検討を行った。

環境に放出された放射性物質に起因する公衆の線量預託は様々な計算モデルを用いて求められる。ソ連原子力発電所事故後、国連科学委員会は影響を受けた国々の線量評価を行ったが、そこでの計算法もその一つである。ここで用いられたモデルは簡明で、特に、内部被曝線量算定にあたっては過去の大気圏核爆発実験によってもたらされた環境汚染の知見に基づいた経験的なものが用いられており、適切なパラメータ値の選択によっては信頼性の高い評価が得られるものと考えられる。放射性核種の地表沈着量から食品を通じての人体の摂取量を推定するための換算係数(P₂₃)は農畜産物の放射性降下物による直接汚染、土壌を通じての間接的な汚染寄与を数値化したもので、このモデルにおける一つの重要なパラメータとなっている。このパラメータは放射能調査データから求められ、アルゼンチン、デンマーク、そして、米

国について値が与えられている。本年は、放医研より刊行されている“Radioactivity Survey Data in Japan”に発表されたデータを基に、データが豊富な北海道、東京についてCs-137の P_{23} 値の誘導を試みた。その結果、北海道、東京の水産食品を除く食品（日常食）についての P_{23} は、それぞれ、2.7、2.2 (Bq · a / kg per kBq / m²) が得られ、アルゼンチン、デンマーク、米国の、8.1、12.0、5.4に比較して非常に小さい値が得られた。直接沈着による初年度の汚染がCs-137の摂取量に寄与する割合は北海道、東京で、25、18%であり、一方、アルゼンチン、デンマーク、米国は78、33、35%となっている。これらの三カ国の畜産物を豊富に摂取する食品消費傾向と牧草を飼料とする家畜の飼育法を反映していると考えられ、線量評価においてはパラメータに対象となる国や地域に適した値を用いるべきことが改めて確認された。

2. 環境における放射性物質及び安定元素の存在形態と循環に関する生物地球化学的調査研究

松村康行、住谷みさ子、柳沢啓、吉田聡、大桃洋一郎

環境中における着目核種 (I、Sr、Zn、Mn、Kなど) の分布、分配、存在形態を明らかにする目的で研究をおこなっている。本年は、① 土壌中のヨウ素の簡易分析法の開発と定量、② 農作物及びそれが生育した土壌に含まれる元素 (K、Sr、Mn、Ca、Mg、Zn、Fe、Na、Ba、Al、P等) のICP発光分析法による定量、③ 森林中(土壌、植物、キノコ)の¹³⁷Csと⁴⁰Kの分布についての研究をおこなった。ここでは、土壌中のヨウ素の分析について報告する。土壌中の安定ヨウ素の含有量を調べることは、長寿命核種である¹²⁹Iの土壌への蓄積についての情報を得る上で有効であるばかりでなく、生物地球化学的に興味深い。しかし、ヨウ素の分析は難しいためデータが少ないのが現状である。

我々は、すでに¹²⁹I及び¹²⁷I(安定ヨウ素)の放射化分析法を開発し、東海村を中心に各地の土壌の分析をおこなった。しかし、その方法は微量の¹²⁹Iの定量を主眼としたため、安定ヨウ素のみを測定する場合には複雑すぎる。また、¹²⁷I (n、2n) ¹²⁶Iの反応を用いるため感度は必ずしも高くない。そこで、安定ヨウ素のみの定量のための、簡易分析法を開発した。乾燥土壌試料(0.2~3g)を石英管に入れ、酸素気流中で

950℃に加熱し、揮発してくるヨウ素を活性炭トラップに吸着させた。活性炭の不純物含量はできる限り低い必要があり、種々の活性炭について検討を行った結果、フェノール樹脂を原料とした繊維状活性炭が適当であることが分かった。また、活性炭にTEDA(トリエチレンジアミン)を添着させることにより、吸着率を高めることができ、95%以上の収率を得ることができた。照射は原研のJRR-4気送管を用いて、10~20秒間行い、¹²⁷I(n、γ)反応で生じる¹²⁸I(半減期:25分)を測定した。その結果、K、Na、Mn、Alなどの妨害ピークの影響も少なく、0.1mg/kg(dry)以下の検出感度を得ることができた。この方法を用いて、茨城県を中心にサンプリングした土壌中のヨウ素の分析をおこなったところ、1~40mg/kg(乾)という値が得られた。水田土壌中のヨウ素含有量は、畑土や森林土に比べて10分の1程度と低かった。このことは、ヨウ素の水田からの流失を考える上で興味深い。さらに分析データを増す予定である。

[研究発表]

(1) Y. Muramatsu and S. Yoshida, Proceedings of Int. Trace Anal. Symp., p. 23-28, Sendai, 1990

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

五十嵐康人、白石久二雄、河村日佐男、高久雄一* (*株丸文)

本研究では、人体組織及び日常食中のアルファ核種ならびに関連超微量安定体の分析測定法につき検討し、環境-食品-人体系での移行解明と人体被曝線量算定の研究を推進することを目的としている。

これまでに、ICP-MS(プラズマをイオン源とする質量分析)を用いて、人体・食品試料に含まれる超微量安定体のほか、極微量のTh、U、Np等の長半減期アルファ核種が迅速に定量できることを示し、さらに、精度向上のためTl、Biを添加した内標準法を確立した。しかし、人骨中Thの濃度はごく低く、多量のマトリクス元素の干渉が無視できず、化学分離が必要であると考えられた。

そこで、本年度は、ICP-MSにおける同位体希釈(ID)分析法の適用を検討した。ID法の利点は、装置のイオン強度信号のドリフトとマトリクス効果が補償でき、かつ化学分離の際の回収

率を補正する必要がないことである。希釈トレーサーとしては、Th-230（天然トリウム の長半減期同位体）を用い、NIST 等の代表的な生物標準試料中の Th-232 の定量を行った。試料をテフロン製分解容器内で湿式分解・溶液化し、トレーサーを加えて加熱し同位体平衡とした。陰イオン交換法により Th を分離後、ICP-MS による測定に供した。装置は（株）丸文に設置の VG エレメンタル社製 PlasmaQuad PQ2 Plus を用い、各試料につき 5 回繰り返し測定（各回 1 分間）を行った。ID 分析の精度は同位体比の測定精度に依存するが、本条件下での変動は相対標識偏差として 1.9% 以内であった。結論として、約 1 ng の Th が存在すれば定量が充分可能で、換言すれば同位体希釈 ICP-MS により、1-10 g の骨試料に含まれるサブ ppb レベルの Th が ID

法により定量できることがわかった。

さらに本法とアルファ・スペクトロメトリーとを相補的に用いることにより、十分な量の試料に対しては、Th の諸核種を系統的に定量することも可能と考えられる。

[研究発表]

- (1) 五十嵐、白石、高久*、増田*、関*²、山本*³：第34回放射化学討論会、東京、1990. 10. (*丸文、*²筑波大、*³金沢大)
- (2) Igarashi, Y., Shiraishi, K., Takaku, Y.* , Masuda, K.* , Seki, R.*² and Yamamoto, M.*³ : 2nd International Conference on Plasma Source Mass Spectrometry, Univ. Durham, U. K.、1990. 9. (* Maruubun Corp.、*² Univ. Tsukuba、*³ Kanazawa Univ.)

13. 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の挙動の一般則の抽出とこれにかかわるパラメーター・データベースを創出することを目的としている。

また本研究部が分担している環境特研の中の2課題「沿岸海域における安定元素および長寿命放射性核種のキャラクタリゼーション」および「沿岸海域における生物濃縮パラメーター」においては、青森県下北半島を主要フィールドとして地域特性の検討に努めた。

本研究部の研究内容は多岐多様であるが、(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)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、にまとめられ種々のソースタームによる放射性物質の海洋挙動のデータベース構築に努めた。

環境科学の研究、特にフィールドでの研究では、外部（国内、国外）の機関との協力が不可欠の要素であるが、本研究部ではこの点に関し、東京大学海洋研究所「白鳳丸」「淡青丸」、広島大学「豊潮丸」の共同利用、文部省高エネルギー研究所施設の共同利用のほか、多くの県水産試験場などの協力を得て研究を推進している。

また前年度に引き続き、青森県沿岸生物の放射性核種濃縮に関する青森県や動燃事業団との共同研究を進めた。一方国の環境放射能調査の一部を分担して、観測とデータの解析調査を行った。

本年度においては、青森県および民間からの研究生を受け入れて研究の推進に協力した。

(鈴木譲)

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

中村清、石川昌史、長屋裕（那珂湊支所長）

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て、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する。

(1) 沿岸堆積物における人工放射性核種の分布

1988年と1989年に広島大学の豊潮丸の航海で採取された柱状堆積物について、 ^{137}Cs と $^{239,240}\text{Pu}$ を分析した。瀬戸内海の出口である関門海峡の西口の地点の放射性核種の鉛直分布では、 Pu/Cs 比が0.34~0.66であり、瀬戸内海内部の各地点に比べて非常に大きかった。沿岸の堆積物中の Pu/Cs 比は各海域によって異なるので、堆積物の性質、環境条件等、更に解析が必要である。一般に沿岸の海底堆積物ではフォールアウト核種の鉛直分布にピークの表われない場合が多いが、今回の試料でも年変化を示すものは見られなかった。沿岸では、直接海面上に降下したものの他に、陸上に降下したものの舞い上り、河川からの流入、他海域からの移行等、放射性核種が海底に達する経路が多く、これらの経路の寄与も大きい。それぞれの経路によって海底に達する時間差が生ずるのでピークが相殺されることが考えられる。更に、生物活動により堆積物表層の粒子が攪拌されるので、ある一定の深度まで放射性核種濃度が平均化されるものと思われる。

(2) 海産生物中の安定元素の分布

南極魚コオリカマスの血液中には全くヘモグロビン等に由来するポーフリン環が検出されないのに、 Fe および Mn が温帯域の一般魚より高濃度で存在する。それらが低温海域において活動するための酸素運搬に関与し、皮膚呼吸がこれを支配すると推定されたので、遷移元素群の体組織分布を、高エネルギー研のシンクロトロンマイクロビームにより検討した。 S および K の筋肉組織内分布はほぼ同様であり、表皮での蓄積が顕著であった。筋肉の皮下近傍に蓄積は低く、魚体中心、即ち脊椎骨へと濃度は徐々に大となり中心で最大濃度を示した。一方 Mn および Fe はこれらと全く逆の傾向を示し、皮膚および皮膚直下の筋肉組

織部で最大濃度を示し、中心部へと濃度は低下した。このことは予測した様にコオリカマスの酸素運搬が、海水を介し鰓或いは直接皮膚呼吸を経て取り込まれ未知活性物質と結合し体内へ送られる機構によることを示唆するものである。

[研究発表]

- (1) 中村(清)、長屋：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10、
- (2) 中村(清)、長屋：1990年度日本海洋学会秋季大会、神戸、1991、10、

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、平野茂樹、中原元和、石井紀明、松葉満江、鈴木謙

元素の生物濃縮は海産生物が息する海域の環境条件により影響を受けるが、生物自身の生理および生態的条件によっても大きく左右される場合がしばしば見られる。濃縮に影響する生理的特徴は海藻の場合等に観察されるように生物体の全体に及ぶものと一部の臓組織に限られているものがあり、後者の場合は生物体全体の濃縮は特別に高くないにもかかわらず特定の臓器や組織の元素濃縮が著しく高く種特異性を示す。一方、生態的条件の違いが生物濃縮に与える効果の一つに食性の影響がある。海産生物による元素の蓄積経路は海水中にある元素のエラや体表を通じての直接的取り込みの他に餌となる他の生物からの取り込みも重要であり、餌からの元素の濃縮は餌生物の濃縮の程度により著しい違いを示す。したがって、これらの生物濃縮に関する知見を得るため、フィールド試料の放射性元素、安定元素分析およびRIトレーサー実験を行った。

(1) 海水および海藻中の⁹⁹Tc濃度

1988年以来、放医研那珂湊支所前で採取した海水と海藻について⁹⁹Tc濃度の測定を継続しているが、1989年12月下旬から1990年初頭にかけてその濃度が顕著に増加する状況を観察することが出来た。海水中の⁹⁹Tc濃度は急速に上昇し、12月28日に最高濃度172 mBq/m³に達した後徐々に減少した。同じ時期に採取したウミトラノオ (*Sargassum thunbergii*) の⁹⁹Tc濃度も1,092

mBq/kg生に上昇しその後海水の濃度の減少につれ下降することが観察された。この間に採取したヒジキ (*Hizikia fusiforme*) の⁹⁹Tc濃度はウミトラノオの約1/2を示した。また、このヒジキを水道水で煮沸した後、煮汁とヒジキを各々分析した結果、⁹⁹Tcは煮汁の方に僅か5%以下しか移行しない事もわかった。

(2) 頭足類のエラ心臓中の元素の局在

頭足類に特有の器官とされているエラ心臓はCo, Ni, Zn、U等の元素を高濃度に濃縮することがこれまでの調査で分かっているが、今年度は濃縮メカニズムの解明を目的とし元素の局在場所の特定を行った。エラ心臓の細胞内に存在している電子密度の高い顆粒に対して分析電顕による局所分析を行ったところ、Co等の特性X線が検出され、しかもそれら元素のカウント数は、核等の他の器官よりも10倍以上多かった。それ故、これらの元素は細胞内顆粒の中に局在しているものと推定された。

(3) 海産腹足類の放射性核種濃縮における食性の影響

海産腹足類(巻貝類)のサザエは草食性、バイは肉食性である。生物濃縮に対する食性の違いを解明するために、⁵⁷Co、⁶⁵Zn等6核種の海水取り込みおよびこれらの核種を既に蓄積したアラメ(褐藻)と魚類の筋肉をそれぞれサザエとバイが摂餌した場合の餌取り込みを比較した。軟体部への海水取り込みは6核種全てサザエの方が高い結果となった。餌取り込みでも¹³⁷Csを除いて全て草食性のサザエの方が高い蓄積を示したが、これはサザエとバイの生理的な差よりも餌となる海藻のCFが魚肉のCFよりも多くの核種で高いことが主な原因と考えられた。

[研究発表]

- (1) 平野、松葉、鎌田：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10、
- (2) 石井、中原、松葉、石川：日本水産学会誌、57、779-787、1991、9、
- (3) 中原、中村(良)、鈴木：平成3年度日本水産学会春季大会、東京、1991、4、
- (4) 中村(良)、中原、鈴木：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1991、10、

(4) 放射線のリスク評価研究（総括安全解析研究官）

概 況

今年度は当組織の発足（昭和59年4月）第7年目に当たる。今年度は研究上の必要に迫られ、また予定外のめぐり合わせによって海外への出張が数多く重なった年であった。様々な意味で負担は大きかったがそれを越える成果が得られ業務の進展に資するところが大きかった。組織構成については予算定員9名であることに変わりはなかったが、完倉主任研究官の定年退職（1990年3月）と、藤元主任安全解析研究官のIAEA赴任（1990年11月）に加えて中村主任研究官のフランス核防護安全研究所（IPSN）への赴任（原子力留学、1991年3月）により実働定員は4名となった。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研究室毎に分けて述べる。この分類は便宜上の扱いであり、ほとんどの研究課題は室の枠を越えて全ての研究室の協力のもとに実施されている。

(1) リスク情報収集・整理研究室では例年通り主として国連科学委員会（UNSCEAR）関連の情報整理に当ると共に、広くリスクデータベース構築のための基礎資料の収集作業を続けた。UNSCEAR（第39回会議）へのコメント作成に関してはリスク評価検討委員会のメンバー等、所内外の専門家の協力を得た。

(2) リスク評価手法開発研究室では当組織全員及び所内外の研究者と協同して①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、特にその内の環境中放射性核種移行に関するコンピュータ・コード開発のための検討を行うかたわら、②全国屋内ラドン濃度測定調査プロジェクトの推進に当った。この両課題に対して、当組織は所内外及び国内外の研究者及び研究機関等の協力援助のもとに担当者の努力によりごく限られた人員でその推進を図っている。HESANSに関してはヨーロッパ共同体委員会により開発された同種のコンピュータ・コード〔COSYMA〕コードを入手しHESANSの参照とするために藤元が2回にわたってECの会議

に出席し、同コードを公式に入手する手筈を備えた。ラドン測定に関しては小林と土居がそれぞれオーストラリア放射線研究所と米国環境保護庁の標準ラドン測定器校正施設において測定器の校正を行った。

(3) リスク評価研究室では前年度に引き続きチェルノブイリ事故による環境影響の評価に努力を傾注した。この研究室では限られたマンパワーに鑑み当面の努力をリスク評価の前段階としての線量評価に向けてきており、特にホールボディカウンタを用いての体内放射線量の測定と、これに基づく内部被曝線量の算定評価を主たる研究課題としている。この課題に関しては日ソ科学技術協力協定に基づく「放射線医学分野における日ソ科学技術協力計画—放出された放射性核種による低レベル放射線の健康及び環境影響についての共同研究」の第2年度活動として、1990年6月25日から6月29日の期間に東京において放射線影響研究に関する日ソ共同セミナーが開催された機会にあわせて7月1日から4日まで、ソ連邦ウクライナ共和国キエフ市放射線医学全ソ科学センターの線量測定・放射線衛生研究部長リヒタリオフ教授等一行5名が当所及び原研、動燃において体内放射線量測定を中心として専ら線量評価に係わる共同研究を実施した。更に日本側からは内山正史主任安全解析研究官、白石久二雄環境放射生態学研究室主任研究官、二之宮和重動力炉・核燃料開発事業団東海事業所安全管理部安全対策課線量計測係係長、備後一義日本原子力研究所東海研究所保健物理部付次長主任研究官、水戸誠一日本原子力研究所保健物理部体内放射線課課長代理が1990年9月22日から10月8日までキエフ、ゴメリおよびチェルノブイリ等を訪問して調査に当たった。当組織は、この共同研究が安全解析研究における重要な課題であることから、所内外の関連研究組織と共に計画立案当初より積極的に参画している。

当組織の機能の一つとして研究と行政とのインターフェイスに役立つべきことが挙げられている。これに関しては昨年に引き続き原子力のパブリック・アクセプタンス（PA）に関して放射線影響

についての正しい知識を普及する活動に関与し、講演（岩崎主任安全解析研究官）、原子力PA用データベースの作成（小林他、全員）に参加している。後者は科学技術庁の委託により日本原子力研究所が主体となって実施している事業であるが、放医研は放射線に係わる部分を分担しているものであり、所内の関連研究部（那珂湊支所、環境衛生研究部、内部被ばく研究部、生物研究部、生理病理研究部、薬理化学研究部）と共にこれに参加している。この他に昨年と同じく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参加し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「環境放射能安全研究専門部会」（小林）
- 2) 科学技術庁原子力安全委員会「核燃料安全専門審査会（核燃料部会及び再処理部会）」（小林）
- 3) 科学技術庁原子力局「開発途上国協力推進検討委員会」（小林）
- 4) 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）
- 5) 運輸省「海上輸送技術顧問会」（小林）
- 6) 外務省「IAEA - RCA 活動推進会議」（小林）
- 7) 日本原子力学会「原子力安全調査専門委員会」（小林）
- 8) 日本原子力学会「低線量放射線と安全評価研究専門委員会」（小林）
- 9) 原子力安全研究協会「線量率効果検討専門委員会」（小林）
- 10) 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）
- 11) 原子力環境整備センター「広報素材作成検討委員会」（小林）
- 12) アイソトープ協会「ICRP 勧告翻訳検討委員会」（小林）
- 13) 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）
- 14) 日本原子力研究所「原子力研修検討委員会」（小林）
- 15) 日本原子力研究所「放射線影響と防護に関する国際会議組織委員会」（小林）
- 16) 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、内山）
- 17) 科学技術庁「放射線審議会専門委員会」（岩崎）

- 18) 原子力安全研究協会「リスク評価研究委員会」（岩崎）
- 19) 原子力データセンター「低線量放射線安全評価データベース専門委員会」（岩崎、中村）
- 20) 宇宙開発事業団「有人サポート委員会」（岩崎）
- 21) 放射線影響協会「放射線疫学調査の手法等に関する調査研究」（岩崎）
- 22) 放射線安全技術センター「再処理施設における平常時被曝評価に関する調査委員会」（岩崎）
- 23) 政策科学研究所研究委員会（岩崎）
- 24) 原子力安全技術センター「原子力施設に係わる放射線防護検討会」（藤元）
- 25) 科学技術庁「放射線審議会基本部会打ち合わせ会」（藤元）
- 26) 日本原子力研究所「環境放射能挙動専門委員会」（内山）
- 27) 科学技術庁原子力安全局原子力安全課原子力安全技術参与（藤元、内山）

なお、関連するその他の活動として、IAEA - RCA「放射線防護」プロジェクトの1990年度の活動として「個人線量計の相互比較ワークショップ」が東海地区で、放射線防護プロジェクト専門家諮問会合（Expert Advisory Group Meeting）が東京において開催され（日本原子力研究所及び動力炉核燃料開発事業団のホスト）、その運営等に参加した。

人事面について述べると本年度における研究体制及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 岩崎民子
- 3) 主任安全解析研究官 内山正史
- 4) 主任安全解析研究官 藤元憲三（平成2年11月よりオーストリア国IAEAに赴任。）
- 5) 主任研究官 中村裕二（平成3年3月よりフランス国IPSNに赴任。）
- 6) 安全解析研究官 土居雅広

特筆すべきこととして今年度は海外から以下に記す2名の研究者が屋内ラドン測定研究に参加し短期間に有効な成果を得たことが挙げられる。

- 1) Mr. Nguyen Hao Quang
ヴェトナム国原子力委員会放射線防護核安全局環境モニタリング部
IAEAフェロー（JICA Trainee Type II）として1990年8月21日から1990年12月20日まで滞在。
- 2) Mr. Bunawas Satimin

インドネシア国原子エネルギー庁測定標準化・放射線安全研究センター放射線防護部
科技庁原子力交流制度（STA フェロー）として
1990年8月1日より1991年1月30日まで滞在。

国内からは以下の2名の専門家が建材中ラドン放射能基準値設定に係わる調査研究に研究生として参加した。

- 1) 高原明（石膏ボード工業会技術委員会）
- 2) 石井覚（同上）

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) 岩崎は平成2年4月4日から4月5日まで米国ワシントン D.C. で開催された米国放射線防護協議会（NCRP）年会に出席した。（研究集会出席）
- (2) 藤元は平成2年5月4日から5月14日までギリシャ国アテネで開催された CEC の「核事故の施設周辺への影響を評価するための手法とコンピュータ・コードに関する国際セミナー」に出席して、HESANS に係わる研究成果を発表した。（研究集会出席、但し滞在費 CEC 支給）
- (3) 小林は平成2年5月7日から11日までドイツ国ミュンヘン市で開催された IAEA の国際シンポジウム「放射線防護のインフラストラクチャー」に招待演者として出席し、「RCA プログラムにおける放射線防護プロジェクト」について講演し、またパネリストを勤めた。これに引続き5月14日から16日まで、オーストリア国ウィーン市 IAEA 本部において研究調査局及び技術協力局のコンサルタントとして、関連プログラムの協議調整に当たった。（IAEA 招聘、公用出張）
- (4) 藤元は平成2年9月14日から9月27日までドイツ国カールスルエ核研究センターで開催された CEC の「事故の確率的影響評価コード使用講習会」に出席し、COSYMA コードを放医研に導入するために同コード使用法を習得した。（研究集会出席）
- (5) 内山は平成2年9月22日から10月8日の間、日ソ科学技術協力協定に基づく共同研究実施のためソ連邦ウクライナ共和国キエフ AUSCRM 及び、白ロシア共和国ゴメリ市白ロシア衛生研究所等を訪問した。（公用出張）
- (6) 小林は平成2年9月27日から10月11日まで、オーストラリア国シドニー市オーストラリア核科学技術機構（ANSTO）で開催された IAEA・RCA 放射線防護トレーニングコースに講師として出席した。（オーストラリア政府招聘）。

その後引続き、メルボルン市オーストラリア放射線研究所（ARL）の標準ラドンチェンバーを用いて当グループが全国調査に使用している測定器の校正を行うと共に同所セミナーで講演した。

（研究集会出席）

(7) 土居は平成2年10月15日から20日の間米国ワシントン州リッチランドで開催された米国エネルギー省主催「ラドンによる肺癌リスク現実か迷信か」に出席し、引続きアラバマ州モンゴメリー市の米国環境庁ラドン標準チェンバー設備においてラドン測定器の校正実験を行った。（研究集会出席）

(8) 岩崎は平成2年11月1日から12日にイランイスラム共和国ラムサ市で開催されたイラン原子力エネルギー省主催、IAEA 等共催の「高レベル自然放射線に関する」国際シンポジウムに出席し「日本における自然放射線レベルと悪性新生物の死亡率との関係」と題する論文を発表し、併せて細胞遺伝学セッションの座長とパネル討論会のメンバーを勤めた。（公用出張）

(9) 小林は平成3年3月2日から3月10日にベトナム国ホーチミン市で開催された第13回 IAEA - RCA 政府専門家会合に日本政府代表として出席し、RCA プログラムの審議に当たった。

（外務省派遣による公用出張）引続きベトナム原子力委員会の招聘によりハノイ市の原子力委員会研究施設を訪問し、放射線利用・防護について意見交換を行った。（科技庁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

放射線のリスク解析に必要な各種データの収集・蓄積を精力的に行なった。また国連科学委員会（UNSCEAR）への協力、国際放射線防護委員会（ICRP）、BEIR V 報告書（米国）、原子力施設周辺疫学調査報告書（英国）等の放射線リスク評価に係わる情報の収集と紹介もあわせて行った。これらの活動のうち主要なものは以下の通りである。

国連科学委員会では昨年ひき続き新しいデータをとり入れたドラフトを作成中であり、この内容検討のため、第39回委員会が平成2年5月14日から18日までオーストリア・ウィーンで開催され、松平所長が出席した。今回のドラフトは人工的な環境放射線による被曝、医療放射線被曝、職業被曝、自然放射線被曝、環境への放射線影響、放射線影響の疫学的評価、放射線応答の線量および線量率効果、発達中のヒト脳への放射線影響、放射線発がんのメカニズム、放射線の遺伝的影響、低

レベル放射線の刺激効果、小児における放射線の非確率的影響、放射線リスクの認知の13項目であった。これらについて内容・コメントの検討がリスク検討委員会において行なわれ、その結果を国連科学委員会事務局に提出した。

本年度は4月上旬にワシントンで開催された米国の放射線協議会（NCRP）の年次大会に出席し、米国の放射線防護研究活動の動向を調査する機会を得た。また国際放射線防護委員会では1977年に出した放射線防護委員会勧告を見直す作業をしており、新たな勧告案のドラフトが配付されたので、それについて検討を行い、コメントを提出する作業を行なった。

昨年にひき続きリスク評価に係わる疫学データ収集として、(財)放射線影響研究所より「原爆被曝生存者の追跡調査」の、(財)体質研究会より「診療放射線技師の死亡追跡調査」、また(財)放射線影響協会より「甲状腺RI診断患者の健康調査」に係わる疫学データの収集を行なった。これらの収集されたデータの評価に関しては、放射線リスク評価研究委員会の下におかれた疫学部会で検討された。

この他、経常研究として行なっている労働災害に関する資料解析を続行すると共に、正しい放射能(線)の知識を一般公衆に与えるという社会的要請により、報道や講演等による広報活動に精力的に従事した。この活動の一環として、日本原子力研究所による「原子力PAのためのデータベース作成」事業に参加している。

今年度は千葉県がんセンター・疫学部長の村田紀氏を外来研究員として招き、日本における原子力発電所周辺における健康調査のための基礎データとして、自然放射線レベルとがん死亡との相関関係について調査した。この結果は、イランおよびIAEA共催による「高レベル自然放射線の影響に関する国際会議」において発表した(11月3日から7日イラン・ラムサル)が、同時に高い地域の放射線レベルに関する種々の健康影響に関する情報を収集することができたことは今後のリスク解析研究に大きく役立つものである。チェルノブイリ事故関係並びに放射性核種の環境移行、人体中での代謝に係わる情報収集も続けられた。

2. リスク評価手法の開発

放射線被曝に伴う人への健康影響リスク評価を的確に行うことを目的として、被曝線量や健康リスクの算定に関連したモデルの開発、放射性廃液の処分における最適化の検討及び一般住民のリス

ク認識についての研究を継続した。昨年度から5ヶ年計画で開始した「健康・環境安全評価ネットワークシステム」(HESANS)は原子炉等から環境中へ放出された放射性核種の環境中濃度を出発点とし、放射性核種の環境移行、食物連鎖、体外・体内被曝線量評価、健康影響評価、リスク低減対策評価、経済的影響評価までの全体を評価し得る総合的な安全評価システムである。各年度毎に各サブプログラム及びデータベースを作成し、5年後には一貫性のあるシステムを構築する予定となっている。今年度はサブプログラムである環境移行評価プログラムの設計およびプロトタイプの開発を行った。このソフトウェアは、放射線源(放射性核種)の環境中での移行、人体内への摂取およびそれに由来する放射線被曝線量推定を行うことを目的としたプログラムユニット(ソフトウェア)の試作品としての第一バージョンである。このプログラムの構成は次のようになっている。

- a) 入出力管理プログラム
- b) 大気中での拡散コード
- c) 大気-土壌間の移行計算コード
- d) 土壌-水系での移行計算コード
- e) 環境-農作物間での移行計算コード
- f) 食物摂取による人体移行計算コード
- g) 内部、外部被曝線量計算コード
- h) 環境、人体内の各種パラメータ評価のための計算コード
- i) 周辺管理用各種プログラムコード群

また健康リスク評価サブプログラムのうちの遺伝的影響リスク算定コードに関しては今年度より文献調査による遺伝性リスクの数学的モデルの検討を開始した。

3. リスク評価

放射線リスク評価研究の基礎は、我々の遭遇するあらゆる放射線源からの被曝線量を算定してそれによる健康障害リスクを把握することである。放射線による健康障害リスクを算定するためには、被曝線量とそれにより生ずる健康影響とが定量的に明らかにされていなければならない。我々が日常遭遇している極低線量、低線量等の被曝による健康影響の大きさは正確には知られておらず、従って、現段階ではそれらについての正確なリスク評価は行えない。しかし、被曝線量が算定されているならば、低線量の健康影響が明らかにされたときに、健康影響もまた評価できることになろう。この様な観点から、放射線リスク評価研究の第一歩として被曝線量の評価に重点をおいて研究

が進められており、全ての線源について一般公衆の被曝線量を総合的に算定評価し、それぞれのリスク評価につなげることが計画されている。その一環として、全国規模の屋内ラドン濃度調査が進捗している（放射能調査の項参照）。チェルノブイリ事故に係わる線量評価については特に努力を傾注して来たが、本年度の主要な研究結果は以下の如くである。

昭和61年4月にこの事故は発生した。ホールボディカウンタで全身の放射性セシウム量（体内量）を測定してきた日本人成人男子集団については本年は測定限界を越える体内量を持つ被検者は少数となった。各地に住む若干の被検者についても検出限界以上の体内量を持つ被検者は少ない。日本に常時居住する日本人についてはチェルノブイリ事故の影響は事実上解消したと判断される。約5年間の内部被曝線量は1962年以降に大気圏内で行われた核兵器実験で生じた内部被曝線量の約3%と評価される。ソ連からの帰国者についても引き続き放射性セシウムの体内量が計測された。なお若干のセシウム-137が残存している。体内量の減少の状況についてチェルノブイリ事故に関連して、平成2年7月に来日したソ連科学者5名その他のソ連人の体内量の測定の結果及び同年9月に訪ソして得た情報を併せて解析すると、日本とモスクワでは同程度の減少速度が観察された。しかしソ連国内での減少速度の差は大きく、キエフでは日本やモスクワよりも減少速度はかなり大きい、ゴメリ周辺では依然として認められるほどは減少していない。

最近5年間のソ連よりの帰国者13名について測定した成人男子のセシウムの生物学的半減期の平均値は85日であった。栄養状態等に年代的な変化があったと推定されるにもかかわらず、この数値は20数年以前に25名の集団について測定した生物学的半減期と一致した。

「放射線医学分野における日ソ科学技術協力計画——放出された放射性核種による低レベル放射線の健康及び環境影響についての共同研究」では1990年7月に放射線医学全ソ科学センター等から5名が来日、同年9月には日本側から6名の科学者が同センター等を訪問して、共同研究を実施した。ホールボディカウンタによる体内量測定の校

正方法の検討、測定器の相互比較、生物学的半減期の測定などが当研究に関連して行われた。一般公衆の内部被曝線量の算定の観点から被検者の体格に合う人体計測学的ファントムを準備して個々のホールボディカウンタ並びにソ連のファントムを校正することが極めて重要であること、ソ連人成人男子のセシウムの生物学的半減期がICRP標準人に与えられている数値と概ね一致する等の結果が得られた。

〔研究発表〕

- (1) Fujimoto, K., Doi, M. and Kobayashi, S. : Bulk Etching Rate of Polycarbonate, Hoken Buturi 25, 221-226, 1990.
- (2) 藤元、土居、小林他：固体飛跡検出器のトラック計における重なるの補正方法、保健物理、25、125-133、1990、3.
- (3) 岩崎：日本保健物理学会第25回研究発表会、東京、1990、5.
- (4) 藤元、土居、小林、岩崎、内山、完倉、中村：日本保健物理学会第25回研究発表会、東京、1990、5.
- (5) 土居、藤元、小林：日本保健物理学会第25回研究発表会、東京、1990、5.
- (6) Kobayashi, S. et al. : Health effects models for risk assessment of the Japanese population. CEC Seminar on Methods and Codes for Assessing the Off-site Consequences of Nuclear Accidents, Athens, 1990、5.
- (7) 小林、藤元、岩崎、内山、完倉、中村、土居他：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10.
- (8) 内山、中村、小林：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10.
- (9) 岩崎：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10.
- (10) Iwasaki, T., Minowa, M., Hashimoto, S., Hayashi, N. and Murata, M. : Intl.Conf. High Levels of Natural Radiation, Ramsar, Iran, 1990、11.
- (11) 内山：第18回放医研環境セミナー、千葉、1990、11.

(5) 放射線に対する適応現象の研究調査

1. 魚類における放射線適応応答

栗原靖之、江藤久美、山田武（生物研究部）、Mati Rienkijkarn*（*原子力交流研究員）

昨年度に引続き魚類を用いて、細胞レベルならびに動物個体レベルでの放射線適応現象の確認を行った。

a. 個体レベルでの確認：キンギョ個体に19 Gyを単独照射した場合の50日後の生存率は20%、平均生存期間は20.6日である。4.8、9.5、24 cGyを前照射し、6時間後に19 Gyを照射した群の50日後の生存率は、それぞれ20、40、45%であった。また、平均生存期間はそれぞれ、26.0、24.3、29.2日であった。この実験結果からキンギョ個体の生存を指標としても前照射による適応現象が確認され、特に24 cGyの効果が顕著であることがわかった。

b. 細胞レベルでの確認：染色体異常と小核試験を指標にして検討した。染色体異常の実験には、マッドノミー由来の細胞株 ULF-23を用い、染色体標本作成の際のコルセミド処理時間を変えることにより適応応答の細胞周期依存性を調べた。前処理として1.9~19 cGyのX線を照射し、6時間後に1.9 Gy照射した。その結果いずれの線量の前処理でも染色体異常出現頻度は低下したが、4.8 cGyの前処理が最も大きな効果が得られた。また、細胞周期依存性に関しては、細胞周期のG1期にある細胞に前照射した方がS期にある細胞より効果が大きかった。

次に、キンギョ由来の細胞株 CAF-31を使って小核試験を行った。まず、前照射と本照射間の最適時間間隔を調べたところ、4.8 cGy前照射して6時間後に1.9 Gyの本照射をしたときに小核の出現頻度が最も抑えられた。また、キンギョ由来の別の細胞株 CAEP-30細胞株でも4.8 cGyの前処理の5時間後に1.9 Gyの本照射を行うことによって有意に小核の出現頻度の低下が観察された。

ついで、修復阻害剤の効果を検討したところ、複製後修復に関わるカフェインを添加しても適応

反応はみられたが、3-ABとAra-Cを添加すると前照射による小核出現頻度の低下はみられなくなることがわかった。これら修復阻害剤は特にG1期でのDNA修復を阻害することから、適応反応にはG1期で機能するDNA修復系が深く関与していると考えられる。

〔研究発表〕

- (1) 江藤、栗原ら：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10、
- (2) 栗原、江藤ら：同上
- (3) 栗原靖之：極低線量放射線の生物効果ワークショップ、横浜、1991、3、

2. 低線量放射線の免疫系に対するホルミシス作用の再検討

佐渡敏彦・神作仁子・武藤正弘（生理病理）・Petai Pongpiachan*・Utumma Maghanemi*（*Chiangmai Univ.）

最近になって、低線量放射線のホルミシス作用についての関心の高まりと共に、低線量放射線の影響が免疫系についても新たな検討が加えられ、7.5あるいは25 cGy程度の低線量の放射線全身照射が、マウスのヒツジ赤血球（SRBC）に対する抗体（PFC）応答を有意に高めることが報告された。そこで、われわれは4系統（C3H、C57BL/6、B10、B10.BR）のSPFマウスを使ってこの問題について追試確認を試みた。

最初の実験では、7.5 cGy照射によって抗体産生細胞（PFC）数の有意な増加を認めたLiuら（1987）の実験とできるだけ同一の条件で、2.5、5、7.5、10、25 cGyのX線を10~12週令のマウスに全身照射後、9時間目にSRBCを注射し、5日目の脾に含まれるPFC数を調べた。その結果、調べられた4系統のマウスの全てについて、用いられた全ての線量において、PFC数の有意な増加は認められなかった。C3H以外の系統では、50 cGyより高い線量の照射では抗体応答の抑制が起こることが知られている。このようにわれわれの実験では、正常なSPFマウスに抗原刺激前に低線量あるいは中線量のX線を全身照射し

でも抗体応答が増強されるという証拠は得られなかった。

次の実験では、すでに多くの研究室から繰り返し報告されている抗原注射後24あるいは48時間目にX線を全身照射した場合の抗体応答の増強について再確認することを試みた。C57BL/6マウスにSRBCを注射後2日目に150あるいは300 cGyのX線を照射後、経時的に脾に含まれるIgM-PFCおよびIgG-PFC数を調べた。その結果、SRBC注射後13日目に調べられた場合には、150 cGy照射群では非照射群に比してIgG-PFC数の有意な増加を認めた。また、この実験に用いられたマウスの脾について、サイトフローメトリーによりヘルパー/インデューサーおよびサブレッサー/キラーT細胞の割合を調べたところ、照射群ではX線照射後3日間に前者の割合が急速に増加することが認められた。この結果は、免疫応答の調節に与る放射線感受性のサブレッサーT細胞が放射線によって選択的に殺されたた

めに抗体応答の調節(抑制)機能が低下し、その結果として抗体応答の亢進をもたらしたと解釈できる。100 cGy以下の線量の照射では、このようなIgG-PFC応答の増強は認められなかった。

結論として、少なくともSPFマウスについては、用いられた全ての系統で、2.5~25 cGyの全身照射でSRBCに対する抗体応答が亢進するという証拠は得られなかった。これに対して、抗原注射後2日目の照射では、150 cGyの全身照射でIgG-PFC応答の有意な増強が認められたがそれは放射線によるサブレッサーT細胞の選択的除去によるらしいことが分かった。

[研究発表]

- (1) 神作、P. Pongpiachan、佐渡：日本放射線影響学会第33回大会、1990、10、(仙台)
- (2) 佐渡、神作、P. Pongpiachan、U. Maghanemi：ワークショップ「極低線量放射線の生物影響」、1991、3 (横浜)

(6) 実態調査

1. ビキニ被災者実態調査

青木芳朗、明石真言、能勢正子（障害臨床研究部）、中尾遯*（*特別研究員）、南久松真子（障害基礎研究部）

昭和29年ビキニ環礁で行なわれた核実験で、放射性沈降物により第五福龍丸乗組員23名が被曝した。この実態調査は、全身外部被曝者の放射線障害に関する調査を目的としている。平成2年度は、調査可能な16名のうち希望者8名について、平成3年1月28日より2月21日の間に入院検査を実施した。なお眼科学的検査は国立千葉病院で行なった。

今回の症例は57歳から66歳までの男性で全員とも通常の日常生活に支障はない。放射線物質の降灰による皮膚障害は8名中3名（腹部2名、頭部1名）に認められるが、これまでの色素脱失、毛細血管拡張、皮膚萎縮等の所見に変化はなく、悪性化の徴候はみられていない。胸腹部また神経学的に異常所見はないが、1名は肺結核のため昭和62年から1年間化学療法を行なっている。上部消化管検査では、1名が昭和57年に早期胃癌により胃切除術を受けている。今回検査では特に異常は認めなかったが、CEA（Carcinoembryonic Antigen）が軽度上昇しており今後の経過観察が必要である。その他2名に胃病変が認められたがいずれも生検の結果、現在のところ悪性像はない。眼科的には、1例はすでに白内障の手術をしてあり、その他は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。生化学検査では、軽度のものも含め8例中5例に肝逸脱酵素の上昇がある。B型肝炎の検索ではHBs・HBe抗原とも陽性例はないが、全例にHBe抗体が陽性であり、HBs抗体は5例に、またHBe抗体は4例（うち1例は疑陽性）が陽性であった。またA型肝炎抗体は2例、C型肝炎ウイルス抗体は4例が陽性を示した。α-fetoproteinは全例とも正常であった。末梢血液検査では白血球・赤血球・血小板の3系統とも異常は認められず、染色体検査ではこれまでに1例に異常が認められているが今回の8名にはない。甲状腺機能ではT

3・T₄・TSHとも正常であり甲状腺腫も認められない。その他の腫瘍マーカーの検索で、上述の1例以外にもう1例にCEAの軽度の上昇が認められたが、過去3年間に大きな変化はなく、また糖尿病の合併もあり、経過を観察中である。CA19-9は全例陰性であった。

これまでに23名中8名が死亡しており、主たる死因は悪性腫瘍を含む肝障害である。今回の調査でも、CT上悪性像は捕らえられていないものの肝障害の頻度が高い事が示されている。しかしながら全例にB型肝炎ウイルス感染の既往を示す所見がある事や8名中7名がアルコールを飲む事また輸血歴など複雑な要因があり、放射線被曝との因果関係や予後に関しては今後のよりいっそうの検索が不可欠である。

2. 医療および職業上の被曝による国民線量の推定のための実態調査

－ X線診断の全国実態調査－

丸山隆司、野田 豊、竹下美津恵、新山よし子（物理研究部）、隈元芳一（技術部）

X線診断（X線CT、および集団検診を除く）による患者らの被ばくは、医療の中で最も大きな集団線量を与えることが多くの調査によって知られている。放医研のグループは、1960年以来数回にわたって調査を行い、前回の1986年には全国で約14,000万件のX線診断が行われているという結果を得た。今回1990年の一年間を対称に同様の調査を行った。

厚生省の医療調査により診断用X線発生装置を所有する診療機関が49,170カ所あると判明している。このうちから抽出率1.2%の無作為抽出で得られた600カ所の診療所、ベッド数（20～299）の病院から388カ所（抽出率5%）の合計、1151の医療機関にアンケート用紙を送付し、所定の期間内に実施されたX線診断について実態を調査した。国民線量の推定に用いるため、性別、年齢別および部位別に撮影枚数、撮影件数、透視件数などを調べた。調査は連続した1週間あるいは平均的な1日について行われ、いずれの場合も1ヵ月間の

全撮影枚数の記入を依頼した。抽出率、回答率、年間診療日数などの補正を行い、1年間の撮影枚数や件数を推計した。

表 1

部位	男	女	合計
頭	4344	3562	7906
肩 押 部	5870	4555	10425
肺	43520	33506	77026
胃	7318	4817	12135
腹 部 単 純	6682	5395	12077
腰 椎	5626	5436	11062
股 関 節	1346	2226	3572
膝 関 節	3561	4689	8250
そ の 他	22669	18597	41266
合 計	100936	82783	183719

結果の1例として、表1は主な撮影部位について、性別の撮影件数を示す。今回の調査では血管造影やDSRなど特殊撮影について枚数や件数を調べた。それらを除く撮影件数は約18,000万件で、

前回に比べて約30%の増加であった。撮影件数を多いのは胸部撮影であるのは従来と同じである。

3. トロトラスト沈着症例に関する実態調査

杉山始、蜂谷みさを、鵜沢玲子、青木芳朗（障害臨床研究部）、加藤義雄（養成訓練部）、森武三郎（生理病理研究部）

1990年度はX線診断に際してトロトラスト沈着の疑いをもたれた24名について、短期入院による肝臓及び造血器の臨床的検索を中心として健康診断を行なった。24例中18例（男性：16例、女性：2例）が沈着症と診断された。年齢は63-78歳（平均年齢は72歳）でトロトラスト注射時年齢は15-28で（平均22.7歳）あった。注射時より今回の健診までの経過年数は45-53年（平均49年）であった。

生化学的肝機能検査では、ICG 停滞率（15分値）を含め老年者対照群に比べ有意差はなく、腫瘍マーカーも有意な上昇は認められなかった。

(7) 受託研究

1. 胸腺細胞分化とトレランス誘導

鈴木 元 (障害臨床研究部)

理化学研究所のプロジェクト研究「免疫系遺伝子発現産物研究」第 II 期 (平成 2 - 5 年度) に班員として参加するにあたり、受託研究枠でこれに加わった。

このプロジェクト研究は、免疫系細胞の増殖・分化に関わる遺伝子及び遺伝子産物を解析し、それらの発現調節機構を解明する事により、免疫系機能発現制御のための基盤技術の開発に資する事を目的とする。鈴木は、このプロジェクト研究の中で、①ストローマ細胞が産生する胸腺リンホーマ細胞刺激因子 (TLSF) の精製・解析およびその生理機能の解析、②胸腺臓器培養法による胸腺分化、修飾因子の解析を行う。

TLSF の研究は、『公衆被曝特研』で行ってきた研究である。H 2 年度は、PA - 6 ストローマ細胞株からの TLSF 産生の至適条件を決定した。すなわち、10 U / ml の IL - 1 添加 1 % FCS - ASF 301 培地で 5 日間培養した培養上清を TLSF 精製のソースとした。TLSF が、種々のアフィニティー・カラムへ吸着するか否か検討した。TLSF はヘパリン・セファロースに吸着し、pH 7.2、10 mM - リン酸バッファー / 0.5 M - NaCl で溶出されることが判明した。そこで、3L の培

養上清を限外濾過法 (ミリポア、ミニタン) で 20 倍濃縮してから、ヘパリン・セファロース - DEAE セファロース - SDS - ポリアクリラミド電気泳動 (PAGE) にて精製をすすめた。ヘパリン・セファロース・カラムで約 500 倍の TLSF を精製でき、さらに DEAE セファロース・カラムで約 8 倍の精製ができた。SDS - FAGE で調べると、ヘパリン結合性の細胞外マトリックス蛋白質由来 (FCS および PA - 6 由来) の高分子量蛋白質の混入が多い。TLSF の分子量は、1 万前後と考えられており、HPLC ゲル濾過カラムによる精製が有効と思われた。また、ミニタンによる濃縮操作は TLSF の失活を引起こすため、ヘパリン・セファロース・ビーズを直接培養上清液に混入して TLSF を吸着させる方法 (バッチワイズ法) の方が有効と思われた。さらに、FCS フリーで TLSF を産生する PA - 6 の亜株の確立が必要であることが判明した。

[研究発表]

- (1) 鈴木他：第 20 回日本免疫学会総会、東京、1990、11.
- (2) 松橋他：第 20 回日本免疫学会総会、東京、1990、11.
- (3) 鈴木：平成 2 年度『免疫系遺伝子発現産物研究』総合検討会、東京、1991、3.

(8) 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・低減化研究課題として平成元年度から5年度の5ヶ年間、放射線医学総合研究所、国立予防衛生研究所、国立衛生試験所、国立病院医療センター、理化学研究所の5研究機関が大学および民間企業の協力を得て実施しているものである。

本年度は5ヶ年計画の2年目に当り、放医研においては下記の生物学的研究および工学的研究共に着実に成果が得られ、計画に従って研究を進めている。成果の一部はスペインで開催された第12回ヨーロッパ染色体自動解析ワークショップにおいて早田（障害基礎研究部）および山本（物理研究部）が発表を行なった（平成2年9月18～23日）。また、ワークショップでの討論の後、両名はデンマーク、ドイツ、イギリスにおいて本研究分野で世界の先端を歩んでいる研究所を訪問（9月24～28日）し、それぞれの研究所で開発中のシステムを作動させながら意見交換、情報交流を行なった。EC研究グループリーダー達に相談し、日本で平成3年度に放射線による染色体異常の自動解析システムに関する国際シンポジウムを開催するための具体案を練り了承を得て実施の運びとなった。（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

早田勇、南久松真子、佐藤弘毅（障害基礎研究部）、武藤正弘（生理病理研究部）、山本幹男（物理研究部）

生物学的研究では平成元年度はリュウコプレップによる分離リンパ球を用いた2日間培養法を確立し、自動分析装置用の生物標本の改良を行なった。

平成2年度は放射線による染色体異常の判定に

不可欠な、細胞分裂回数新しい判別法を考案（特許申請中）した。また、昨年度開発したCHROMO MARKERを用いて放射線による染色体異常を持つ染色体の画像を光磁気ディスクに取り込み、その画像上に染色体動原体の位置や異常染色体等を示すマーク付けを行ない、自動分析用のテキストとなる画像を記録しデータベースを作った。

放射線による染色体異常は、被曝後第1回目の分裂中期でみると化学物質などによって誘発されたものから区別することが可能である。この区別法として従来は染色分体分染法という特殊染色法が用いられてきたが、染色分体分染法では紫外線照射などの特殊処理の影響で個々の染色体の動原体部が識別しにくくなり、放射線による染色体異常の判定の正確度を低下させる。本研究による新しい方法では細胞質分裂を阻害剤で止め、核の分裂のみを進行させ、機械が認識し易いように染色体の数が倍化した細胞を形成させ染色体数の違いにより第1回目分裂中期細胞を第2回目分裂中期細胞などから区別する。そのため、染色法は単純なギムザ染色のみで良い。その上、低倍率で染色体数の違いが判別できるため、自動装置による作業能率は時間、質の両面から大巾に向上する。CHROMO MARKERを用いて光磁気ディスクに記録した染色体の画像のうち、マーク付けを行なう前の原画像の一部は画像認識アルゴリズム開発のためすでに工学的研究で利用を開始している。

2. 放射線による染色体異常の自動解析システムに関する工学的研究

山本幹男、野原功全（物理研究部）、早田勇（障害基礎研究部）

工学的研究は、放医研が責任をもち、(株)ニコンの研究所、サワ工業(株)、北里大学、東京歯科大学、慶応大学、東邦大学、その他本クロスオーバー研究関連機関、ならびにヨーロッパ・米国の海外機関などの共同・協力で進められている。元年度には、顕微鏡テレビシステムの解像力に関する研究を行なった。その結果に基づき、本プロ

プロジェクトでは1000本程度のラスターの高解像力顕微鏡テレビシステムを有する装置を開発することとし、本プロジェクト画像解析システム全体にNIRS-1000というニックネームを付し、その第1段階としてNIRS-1000: CHROMO MARKERという名の染色体画像マーキング集計装置の開発に成功した。

2年度には、放射線による染色体異常の指標となる、二動原体ならびに環状染色体を自動画像認識するための特徴抽出法に関し基礎研究を行った。その結果、一般に広く行われている、白黒の二値化画像を基にして画像認識するのではなく、中間階調(グレーレベル)の画像を基に画像認識することが重要であることが明確となった。慶応大学との共同で行った研究では、染色体の主軸への投影分布の特徴と、主軸と直交する軸の濃度分布の特徴を組み合わせる方法により、正常の染色体231個中222個を正常、9個を異常と自動認識し、異常の染色体26個中23個を異常、3個を正常と自動認識するテスト結果を得た。

さらに、染色体異常の自動認識の方法(アルゴリズム)を開発するための研究を行うのに最適な、VAX Station 3520を中心とし、Xターミナル、マッキントッシュを含むコンピュータシステムを設計・構築しNIRS-1000: CHROMO ALGOと名付けた。これと元年度に開発したCHROMO MARKERをイサネットで結合し、画像データベースとしての利用を可能にした。

[研究発表]

1. Hayata, I., Kajima, J., Yamamoto,

- M., Okabe, N., and Tomita, S. : XIIth European Workshop on Automated Cytogenetics, Segovia, Spain, 1990, 9.
2. Hayata, I., Kajima, J., and Okabe, N. : International Symposium on Radiation Technology in Biomedical Materials, Takasaki, 1990, 10.
3. Hayata, I., Kajima, J., and Okabe, N. : Proceedings of International Symposium on Radiation Technology in Biomedical Materials, JAERI-memo 03-083, 92-101, 1991, 3.
4. 早田、賀嶋、南久松、山本、岡部 : 染色体学会1990年度年会、東広島市、1990、10.
5. 早田、山本、山田、富田、岡部 : 放射線科学 33, 369-371, 1990.
6. 山本、早田 : Isotope News, 10-14, 1990.
7. Yamamoto, M., and Hayata, I. : XIIth European Workshop on Automated Cytogenetics, Segovia, Spain, 1990, 9.
8. 山本、早田 : Medical Imaging Technology 8, 451-457, 1990.
9. 川嶋、今井、福岡、山本、早田 : Medical Imaging Technology 8, 458-475, 1990.
10. 山本、早田、野原、小野木、宮本、岡部 : 日本医用画像工学会第9回大会、東京、1990、7.
11. 山本、早田、野原、中本、蔵野、岡野、西川、小沢、畠山、古田、宮本、岡部 : 日本医用画像工学会第9回大会、東京、1990、7.

(9) 放射能調査研究

1. 自然放射線の擬似実効エネルギー調査

—擬似実効エネルギーの国内分布—

中島敏行（物理、環放生）、大槻敏子（研究補助員）、横須賀節子（環放生）、越島得三郎（養成訓練部）

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な条件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を見出した。本年度はこの関係式を使い、国内の擬似実効エネルギーを調べた。

日本では線量率 X_q と擬似実効エネルギー E_q 、 $X_q = 2.58[4.60 + 4.27/(E_q - 0.679)] \text{ nC.Kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$

既に、公表されている全国自然放射線量率データをこの関係式導出時の条件と付合せするために組み換えを行った。なお、宇宙線線量は自然放射線量率データの場合同様全国で一定と仮定した。

この組み換えデータを(1)式に入れ、全国768ヶ所のモニタリングポイントの自然放射線の擬似実効エネルギーを求めた。

表は日本の各地域の平均擬似実効エネルギーである。表が示すように、平均擬似実効エネルギーは地域によって明白に違いがみられる。特に、関東以北と以西とでは大きな相違がみられた。これはこれらの地域の地質的特徴が大きく作用しているものと考えられる。

これらの自然放射線の擬似実効エネルギーとその頻度分布は次のようなことに利用、応用が考えられる。

1. 自然放射線の線量校正線源としては、エネルギー的にコバルト60が適している。2. 自然放射線の生体影響を考察する上で必要なエネルギー情報がこれにより入手できる。3. 擬似実効エネルギーは異常時における放出核種のエネルギーの影響を受ける、そのため放出核種の平均エネルギーと線量評価に使用出来る。4. 年代推定するさいの校正線源の選択に利用できる。5. Pair-

Filter法の応用例については昨年度の年報に報告したことは、その一例である。

次年度には我が国の自然放射線擬似実効エネルギーの頻度分布についてまとめる予定である。

[研究発表]

- 1) Nakajima, T. : Nucl. Sci. Technol., 23, 258-266, 1986.
- 2) Nakajima, T. : Nucl. Sci. Technol., 23, 44-52, 1986.
- 3) Nakajima, T. : J. Korean Assoc. Radiat. Protect. 12, 51-60, 1987.
- 4) Nakajima, T. : 4th Interna. Symp. Natural Radiation on Environment, Portugal, 12, 1987.
- 5) Nakajima, T. : Radiation Protection Dosimetry, 24, 357-360, 1988.
- 6) Nakajima, T. : Radiation Protection Dosimetry, 25, 191-200, 1988.
- 7) Nakajima, T., Otsuki, T., M. Neno and Koshijima, T. : Radiation Protection Dosimetry, 35, 261-264, 1991.

日本各地域の自然放射線平均擬似実効エネルギー

区	モニタリングポイント数	平均擬似実効エネルギー (MeV)
北海道	57	1.09±0.15
東北	86	1.03±0.27
北陸	65	0.94±0.10
関東	132	1.17±0.27
東海	105	0.98±0.16
近畿	91	0.94±0.16
中国	66	0.98±0.10
四国	33	0.93±0.07
九州	95	0.98±0.08

2. 緊急時被曝線量評価法に関する研究

一 試料の破碎、粉碎の影響一

中島敏行（物理、環放生）、大槻敏子（研究補助員）、横須賀節子（環放生）

一般の人々が被曝する放射線被曝事故が起こっている。このような被曝事故や緊急時における被曝患者の治療には患者の被曝線量情報が必要不可欠な因子の一つである。我々はこのような一般の人々の被曝線量情報を得る手段として、電子スピン共鳴（ESR）吸収法を開発してきた。

前年度までに、蔗糖による一般人の緊急時用被曝線量計を開発し、その成功をみてきた。また、蔗糖の他に単糖類、二糖類も同様な効果があることを見い出してきた。これらを加工した製品は数多くある。例えば、粉砂糖、氷砂糖、角砂糖、飴玉、ドロップスである。これらもまた線量計になる。しかし、放射線によって生成したフリーラジカルを測定するためには、電子スピン共鳴装置によってその数を測る必要がある。試料を測定するには約内径三耗の細管に入れる。このためには前述のような糖製品を破碎、粉碎する必要がある。

このように粉碎、破碎した場合の効果は熱ルミネッセンスによくみられることが著者と外国のグループが明らかにしてきた。このような現象はフリーラジカル生成過程でも考えられる。本年は蔗糖についてその破碎、粉碎効果について研究してきた。

使用した砂糖は $1.5 \times 1.5 \times 1.5 \text{mm}^3$ の単結晶である。これらの結晶を乳鉢に入れ、破碎した。破碎した砂糖を115メッシュ以上、115から150メッシュ、150メッシュ以下の三種の粒度に篩分けし、等量の破碎砂糖中のフリーラジカル濃度を調べた。図は三種の粒度の未照射試料のフリーラジカル濃度と3.16 Gy 照射した破碎しない砂糖のフリーラジカル濃度との比較である。

図のように粒度が細かく成る程ラジカル濃度が増えることが示されている。この濃度はそれぞれ2.5、9と10 Gy 相当の線量に対応していた。この結果はESR線量計でもTLD同様試料を破碎、粉碎した場合、その影響は必ず現れることと同時に試料作成には万全の注意を払うことの重要性を示している。

[研究発表]

- 1) Nakajima, T. : Symp. ESR Dosimetry and Applications, Munchen 10, 1988.
- 2) Nakajima, T. : Health Phys., 55, 951-955,

1988.

- 3) Nakajima, T. : British J. Radiology, 62, 148-153, 1989.
- 4) 中島、大槻 : 応用物理、57, 277-280, 1988.
- 5) 中島 : 放射線、14, (2), 17-26, 1988.
- 6) Nakajima, T., Otsuki, T. & et al : 9th Internal. Conf. Solid State Dosimetry, Vienna, 11, 1989.
- 7) Nakajima, T., Otsuki, T., & et al : Radiat. Prot. Dosimetry, 34, 303-306, 1990.
- 8) Nakajima, T., Otsuki, T., and Likhtariov, I. : J. Nucl. Sci. Technol., 28, 71-73, 1991.

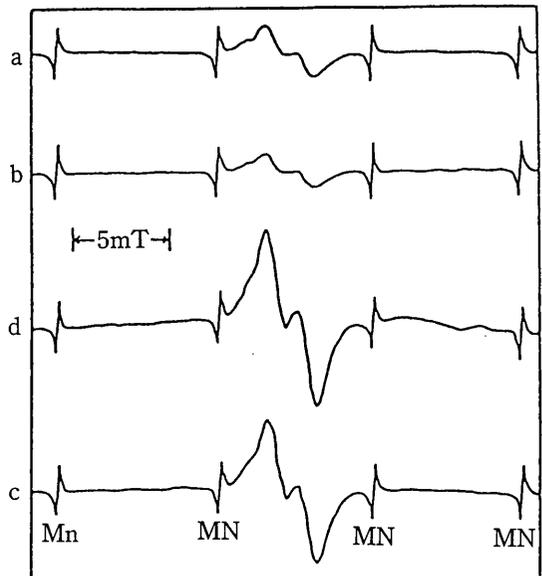


図1 未照射粉末砂糖のESRスペクトル

a : 3Gy 照射した結晶性砂糖の ESR 吸収スペクトル / b : 未照射粉末砂糖 (115メッシュ以上) / c : 同砂糖 (115~150メッシュ) / d : 同砂糖 (150メッシュ以上) / Mn : マンガン ESR 吸収端。試料重量は同じ

3. 環境中の空間ガンマ線線量率調査

藤高和信（環境衛生研究部）、阿部史朗（特別研究官）

日本各地における自然放射線レベルの測定を行っている。昭和50年までに全国の主要地域の

第一次測定は済んでおり、その後は離島部などの未測定地の測定を続けている。また最近では、単なる自然条件におけるバックグラウンド放射線レベルにとどまらず、実際に人間が生活している環境中のレベルを知るという目的に沿って都会の中心部などでも測定を平行して行っている。人間被曝という観点であるから原則的に人口密度の高い市町村に重点を置き、かつ地質分布、測定精度を考慮して測定地を選んでいる。都市および周辺部は人為的な環境の変更（宅地化など）も多いため、一度測定したあとも一定の期間をおいて繰り返し測定する必要がある。今回は名古屋市、新潟市、高松市を測定地として選び、その中で14自治体（名古屋市12、新潟市1、高松市1）、合計55サイト（名古屋市21、新潟市17、高松市17）において測定した。なお一つのサイト内では通常5点で測定し、その平均からサイトの代表値を求める作業をしている。従って実際のデータ数はサイト数より数倍多い。

測定器としては1"φx1"NaI (Tl) シンチレーション・サーベイメータおよび直径約200mm、厚さ3mmのプラスチック電離箱（1気圧、内容積約4リットル）、振動容量型電位計、記録計を組み合わせたシステムを用いた。サーベイメータの読みとり値は後に標準線源で校正した電離箱の値に換算する。いわばサーベイメータを介した電離箱測定と言える。自然条件のデータを求める際は、測定サイトとしてはなるべく広く、かつ平坦な裸地を選ぶ。生活環境として測定する場合は、舗装道路の上であっても、近くにコンクリート建物があっても構わない。ただし、今回報告するのは自然条件における測定値である。いずれの場合も測定する高さは地上約1mとし、サーベイメータの検出部は水平にして使用した。また特に気をつけた点として、ラドン娘核種の湿生沈着による空間放射線レベル上昇を避けるため、雨の降り始めを避けた。新潟市における測定は冬期であったため積雪の影響が一部出ているかもしれない。今回と同一地点を夏期に再測定して比較する必要があるかもしれない。

屋外における照射線量率（宇宙線の寄与を含む）を示すと表1のようになる。なお測定は平成2年1月～2月に行った。

[研究発表]

- (1) 阿部、藤高：第32回環境放射能調査研究成果論文抄録集、9-10、1990。
- (2) 阿部、藤高：放射能調査研究報告書 NIRS -

R-20, 16-18, 1990.

表1 各測定地点における照射線量率（大地、大気、宇宙線、フォールアウトからの寄与を含む）

測定地	自治体	平均値 ($\mu\text{R/h}$)	±標準偏差	サイト数	
名古屋市	中村区	10.5	0.4	2	
	中川区	10.0	0.2	2	
	港区	10.3	0.2	2	
	熱田区	10.3	0.2	2	
	中区	10.6	0.0	1	
	南区	10.1	0.5	2	
	緑区	9.0	0.0	1	
	天白区	11.9	1.7	2	
	名東区	10.9	0.0	1	
	守山区	10.6	1.2	4	
	瑞穂区	9.7	0.0	1	
	昭和区	11.8	0.0	1	
	名古屋市平均		10.5	0.8	21
	新潟市		10.1	0.8	17
高松市		9.9	1.1	17	

4. 屋内・外のラドン等による被曝線量調査

阿部史朗（特別研究官）、阿部道子、藤高和信（環境衛生研究部）、児島紘*（*東京理科大学理工学部）

ラドンによる被曝線量を算定する上で、娘核種フリー成分の室内壁等への沈着速度は大きな影響因子である。この値は世界的にもまだ確定しておらず、発表された値には大きな分布幅がある。最も大きな問題の一つは、今まで報告された値の多くが実際の生活環境とは大きく異なる実験室等で得られた値である点である。

本研究では上記の欠点を補うため、実際の生活環境に近い条件下で測定を行うことにした。そのため新しい測定器を開発し、プロトタイプながらそれを実際に用いて室内壁への沈着速度の推定を試みた。

この新しい機器はRaA、RaB、RaCの粒径に対する放射能濃度分布を自動的に測定する。これには12個のサンプリング開口部があり、3個のエアポンプで空気を吸引する。吸引された空気は分岐して6個の検出部を通過するが、娘核種はメンブラン・フィルタに捕捉され、シリコン半導体検出器によってアルファ線が計測される。その信号はアンプ類を通過したのちデスクトップ型のパーソナル・コンピュータに入力される。計測さ

れたカウント数から RaA、RaB、RaC 濃度への換算は自動的に処理されるが、さらに理論モデル (Fan Theory) に従って各核種の粒径分布まで自動的に計算する。現在までの欠点は、コンピュータ用磁気ディスクの記憶容量に限界があることである。もし各娘核種毎の α 線スペクトルをそのまま記憶させようとするなら、連続数日間の使用が限度である。ただし、各核種の全カウントだけを記憶させるのなら数カ月間全自動運転が可能である。データを採取する最小時間間隔は現場の娘核種濃度と、許容する誤差の大きさによって異なるが、もし濃度が 10 Bq/m^3 で、許容誤差 10% ならば 1 時間毎の計測が可能である。

現在のところ当装置は大きく、重たいため、実

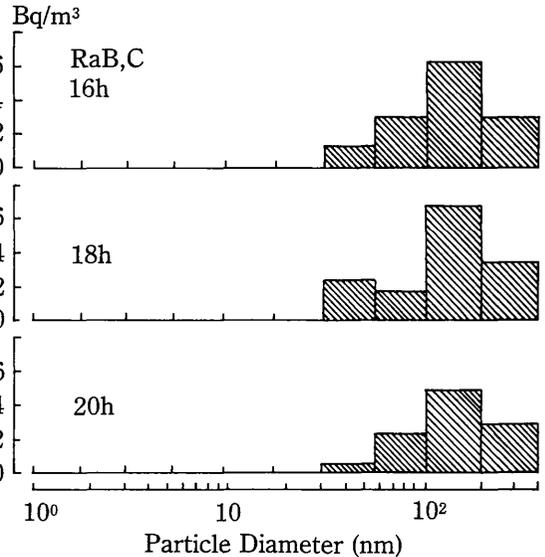
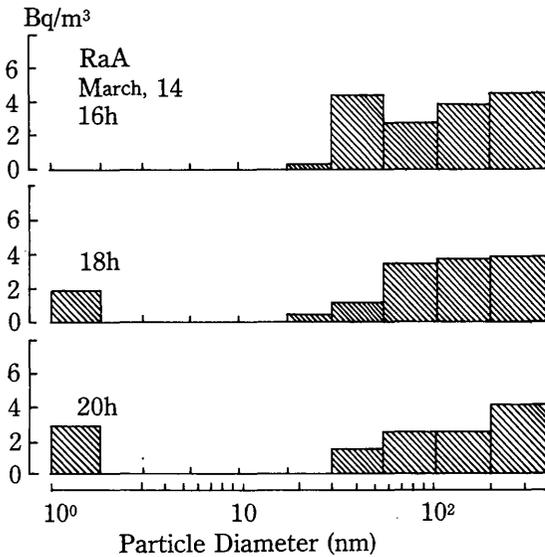
験室では許されるが一般家屋に持ち込むのにやや難がある。しかし改良によってコンパクト化が可能であり、生活環境のデータ収集に役立つはずである。

図 1 に実際に屋内で測定した娘核種の粒径に対する放射能濃度分布の例を示す。左図は RaA の、右図は RaB と RaC を混合したもの分布である。

[研究発表]

- (1) 児島、阿部：日本保健物理学会第 25 回研究発表会，つくば，1991. 5
- (2) Kojima, H., Fujitaka, k., Abe, M. and Abe, S. : The Third International Aerosol Conference, Kyoto, 1991. 9.

SIZE DISTRIBUTION INDOORS



5. 人体臓器中の^{239,240}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生成したプルトニウム等超ウラン元素は広範囲に大気圏内に拡散し、徐々に地球上に降下蓄積されている。また、原子力平和利用の進展に伴い、環境中の超ウラン元素濃度が増加するおそれがある。これらの元素は大気、

食品などの種々の経路を通じて人体内に取り込まれているので、国民の被曝線量評価の上でこれらの元素の環境、生体間の循環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) 試料の前処理

人体臓器試料を湿式灰化する前に、灰化時に使用する硝酸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。

(2) プルトニウムの分離定量

²³⁹⁻²⁴⁰Pu は科学技術庁編の「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）をもちいて分離し、ステンレス板上に電着した。プルトニウム量の定量はα線スペクトロメーターにより実施した。

3. 結果

今年度は4体分の人体主要臓器についてプルトニウムの定量を行った。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。湿重量当りへの換算を可能にするために水分含有量も併せて表示することとした。表-1に2体分の結果を示す。他

の2体分の臓器について、湿重量当たりのプルトニウム濃度を表-2に示した。この2検体については水分量の測定を行っていない。

以上の4検体からは、肺や脾臓などの臓器も採取しており、現在分析中である。

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。又、環境から生体への移行を把握するために、大気浮遊塵、食品等の分析と他元素との相関関係などについても検討していく。

【研究発表】

- (1) 湯川, 佐藤, 阿部, 滝澤: 第32回環境放射能調査研究成果論文抄録集, 83-84, 1990.

表-1 人体臓器中のプルトニウム濃度

検体	臓器	湿重量 (g)	乾重量 (g)	水分 (%)	²³⁹⁻²⁴⁰ Pu Bq/g · dry	²³⁸ Pu Bq/g · dry
77才 (男)	骨 筋肉 肝	40.6	19.8	51.8	8.3×10 ⁻⁵	4.0×10 ⁻⁵
		92.2	36.2	60.8	4.5 "	N.D.
		114.9	29.9	74.1	14.2 "	N.D.
55才 (女)	筋肉 肝	195.4	96.4	50.7	1.7 "	N.D.
		226.5	114.0	50.0	1.9 "	N.D.

N.D. ; 検出限界以下

表-2 人体臓器中のプルトニウム濃度

検体	臓器	湿重量 (g)	²³⁹⁻²⁴⁰ Pu Bq/g · wet	²³⁸ Pu Bq/g · wet
80才 (女)	骨 筋肉 肝	51.4	3.1×10 ⁻⁵	N.D.
		55.0	8.0 "	6.9×10 ⁻⁵
		44.3	14.3 "	N.D.
55才 (男)	肝 脾	115.0	2.8 "	N.D.
		31.5	3.4 "	N.D.

N.D. ; 検出限界以下

6. 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性核種の濃度を調査するために、千葉市穴川にある放医研構内の地上1～1.5mの外気浮遊塵を採取し、放射性核種の分析測定を昭和40年10月より実施してきた。昭和56年3月までは静電式連続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採取を継続している。

2. 調査研究の概要

(1) 試料採取

浮遊粒子は大口径のエアースンプラーを用いて捕集効率が0.995以上の大型グラスファイバー濾紙（20.3cm×25.4cm）に連続集塵した。

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。濾紙の目づまりは約2ヶ月程度の集塵ではおこらなかったが、目づまりを生じて流量が下がった場合でも、積算流量は正しく表示されるように設計されている。

(2) 分析測定

浮遊塵を捕集したグラスファイバーフィルターは、一定の大きさに折り畳んで、Ge(Li)半導体検出器によるガンマスペクトロメトリーを行った。ガンマ線放出核種定量後、NaOHとHClによりストロンチウムを抽出し、発煙硝酸法で精製した。Sr-90はマイクロコンピュータ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。

3. 結果

昨年度に引続き、浮遊塵試料の採取及び分析を継続中であるが、本年度は1987年9月から1988年10月までの採取試料についての分析結果を得た。この期間中は浮遊塵試料採取期間をほぼ2週間として、放射能の変動をより細かく観察した。表-1にガンマ線放出核種の定量値を示した。Sr-90の分析は現在実施中である。

4. 結語

大気浮遊塵中の放射性核種の濃度変動を経時的に観測する上で、さらに詳細なデータを得るために、放射能の自動モニタリング装置の開発を行い、放射能レベルの変動を認めた時点での浮遊塵サンプルに関して詳細な分析測定を行うなど、放射能レベルの非常に低い浮遊塵に関してのモニタリング方法の再検討を行う。

[研究発表]

1. 本郷、湯川、前田、田中：第32回環境放射能調査研究成果論文抄録集、5-6、1990。

表-1 大気浮遊塵中の γ 線放出核種濃度

大気浮遊塵 採取期間	通風量 m ³ (×10 ³)	放射性核種濃度(×10 ⁻⁶ Bq/m ³)	
		¹³⁷ Cs	
1987 9/3～9/24	13.2	6.48	
9/24～10/8	7.63	9.65	
10/8～10/22	8.13	9.21	
10/22～11/5	7.24	10.8	
11/5～11/19	5.95	8.36	
11/19～12/3	7.04	16.7	
12/3～12/17	4.93	14.0	
1987 12/7～1988 1/14	9.56	8.27	
1988 1/14～1/28	5.65	27.5	
1/28～2/12	8.38	4.48	
2/12～2/26	8.73	14.0	
2/26～3/18	13.5	8.37	
3/18～4/7	13.4	4.54	
4/7～4/21	8.62	10.2	
4/21～5/6	7.63	4.93	
5/6～5/26	12.0	9.39	
5/26～6/9	8.23	欠測	
6/9～6/23	7.93	9.88	
6/23～7/7	6.94	9.57	
7/7～7/21	7.93	24.2	
9/1～9/14	10.6	11.2	
9/21～10/5	14.1	4.15	
10/5～10/26	19.1	7.89	

7. 環境中のトリチウムの測定調査

井上義和、宮本霧子、岩倉哲男（環境衛生研究部）、福島和子、工藤美和子（技術補助員）

茨城県東海村では、原子力発電所、重水型研究炉、核燃料再処理施設などが互いに隣接して稼働し、常時³Hを放出している。施設周辺環境に対する影響を調査する目的で東海村と対照地域である水戸市、那珂町、および千葉市で降水、河川水、水道水などの環境試料を定期的に採取し³H濃度を報告してきた。1990年に採取した試料は、河川水（茨城県3地点）、沼水（東海村1地点）、降水（千葉1、東海村15地点）、井戸水（東海村9地点）、水道水（茨城県10地点）および海水（茨城県2地点）である。

千葉市の降水の1990年の年平均値は、 0.7 ± 0.1 Bq/lであった。昨年の平均値約 0.6 Bq/lと同じであり、最近の10年間に濃度は約 $1/2$ に減少している。茨城県久慈川と那珂川の ^3H 濃度は過去10年間互いに同じ濃度で推移し、ともに減少傾向を示した。1990年の年平均値は、 1.0 ± 0.2 Bq/lであり、降水よりなお高く、滞留時間の長い地下水中の ^3H の影響が今なお河川に反映していることを示している。また最近の10年間に河川水の濃度は、 $1/3$ に減少した。

東海村の降水の1990年の ^3H 濃度分布は、日本原子力研究所と動力炉・核燃料開発事業団の中間地域で常時自然レベルより高い傾向を示した。最大値は、原研の南の施設境界付近の地点で観測され、それらは月平均値で 40.4 ± 0.6 Bq/l、年平均値で 8.7 ± 11.3 Bq/lであった。

東海村村松地区の1990年の地下水の ^3H 濃度の地域分布は、昨年と同様であり、年平均の最大値は原研の南の地点で観測され、約 6 Bq/lであった。1985年の同一地点で観測された最大値に比べ約 $1/4$ に減少している。

茨城県の広域で採取した水道水の ^3H 濃度は、河川水の濃度とほぼ同じレベルであった。

半年毎に採取している沿岸海水の ^3H 濃度の1980年から1990年までの結果を図に示す。沿岸海

水の自然レベルは、濃度の高い河川水と低い沖合い海水の中間値を示すと考えられる。したがって、沿岸海水の濃度が付近の河川水の同年の濃度より高い場合は、施設から放出される ^3H の影響が考えられる。図から最近10年間では、動燃前および大洋村の沿岸海水の ^3H 濃度は、それぞれ6回および5回、河川水の濃度を上回ったことが分かる。この内、4回は同じ日に観測されている。また、動燃前の沿岸海水の濃度は、大洋村より高い場合が多く、約 11 Bq/lの最大値は、1989年12月2日に観測された。動燃からは、しばしば月間TBqオーダ以上の ^3H が沖合いに放出されるので、動燃前の沿岸海水で自然レベルの10倍程度の ^3H 濃度が観測されるのは当然としても、動燃から南へ約40km離れた大洋村の沿岸海水でも自然レベルの2倍程度の濃度が観測される事実は、沿岸に沿った広域の拡散機構を解明する必要があることを示唆している。

なお、観測された全ての ^3H 濃度は法令値と比較して、十分低い濃度であった。

〔研究発表〕

- (1) 井上, 宮本, 岩倉, 福島: 放射能調査研究報告書, NIRS-R-20, 42-55, 1990.
- (2) 井上, 宮本, 岩倉, 福島: 第32回環境放射能調査研究成果論文抄録集, 15-16, 1990.

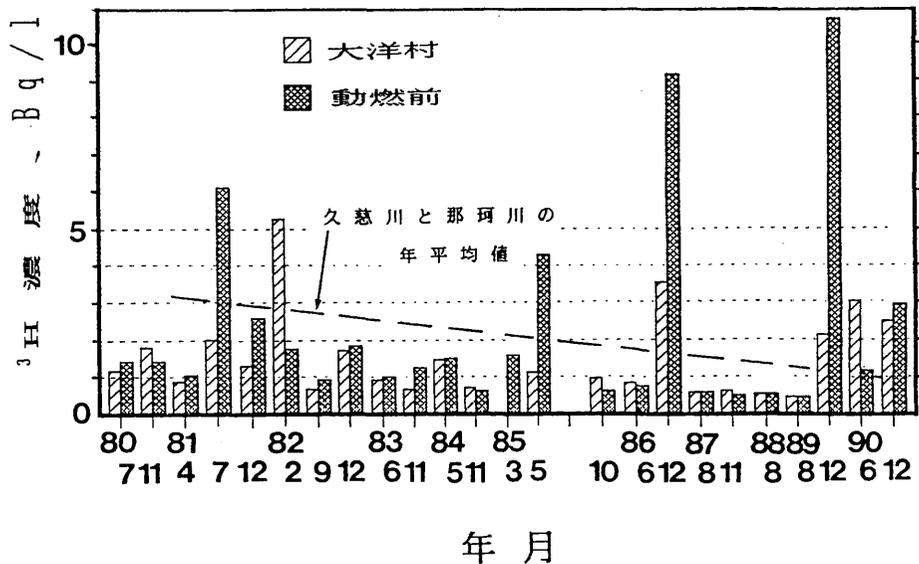


図1 茨城県の沿岸海水と河川水の ^3H 濃度の比較

8. 環境中の¹⁴Cの濃度調査

井上義和、岩倉哲男（環境衛生研究部）

核爆発実験に起因する降下性¹⁴Cの環境における濃度の経年変化を調査する目的で、主として植物精油および発酵アルコール中の¹⁴C濃度を測定してきた。これらの試料の原料となる植物は、いずれも一年生であって、その体内中の炭素中の¹⁴C濃度は、その植物が育った年の大気中の二酸化炭素中の¹⁴C濃度を良く反映すると考えられる。このことからこれら試料の測定値は、人体に摂取される食物中の¹⁴C濃度を推定するための有用なデータとして使用出来る。

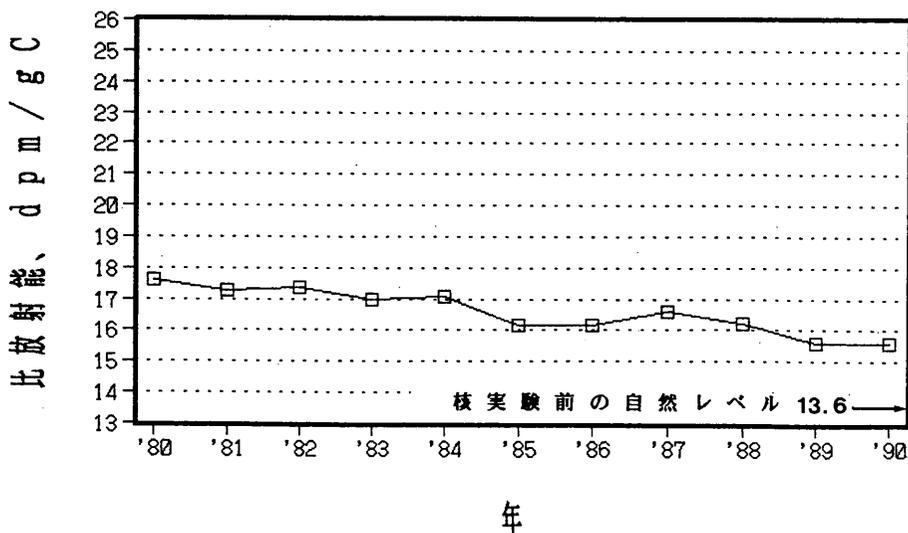
今年度測定した試料は、1990年に日本で収穫されたブドウを原料として発酵醸造されたワインである。3回蒸留精製し、約94-98%のアルコールを調整した。比重を測定して正確な濃度を決定後、その10 ml をトルエンシンチレータ10 ml と混合し、液体シンチレーションカウンター Packard 社製 TRICARB 2260 XL で各々900分測定した。バックグラウンド計測試料は、同量の合成アルコールを用いて調整した。この測定法では、1試料に導入できる炭素量は約4 g であり、測定効率は、約60%であった。測定結果を表に示す。

表に示すように1990年産ワイン8試料の¹⁴C濃度の平均値は、 15.6 ± 0.36 dpm / gC であり、昨年報告した1989年産のワインの平均値 15.6 dpm / gC と同じ濃度を示した。図に示すよう

に1980年から1989年の9年間はほぼ一定の割合、すなわち年々約0.2 dpm / gC ずつ減少してきたが、1990年になりこの減少傾向が止まったように見える。減少傾向が停止したことは過去にもあり、これが一時的な現象かどうかは来年以降の測定結果を待って判断する必要がある。またこのような現象の解明のためには、植生や海洋が果たしている炭酸ガスのリザーバー（貯留槽）としての容量の変化と化石燃料の消費に基づく¹⁴Cを含まない炭酸ガスの大気中濃度の増加による希釈効果効果の両者の影響について考慮する必要がある。

表 1990年産ワイン中の¹⁴C濃度

ブドウの産地	ブドウ生産年	¹⁴ C濃度 (dpm/gC)	±1SD
北海道	1990	15.4	±0.05
北海道	1990	15.5	±0.05
北海道	1990	15.1	±0.05
山梨県	1990	15.8	±0.05
日本	1990	15.4	±0.05
日本	1990	16.0	±0.05
日本	1990	15.4	±0.05
日本	1990	16.2	±0.06
		日本の平均値: 15.6 ± 0.3	



植物と発酵アルコール中の¹⁴C濃度の比放射能の年変化

9. 放射能迅速評価システム (ERENS) (Environmental Radiation Estimation Network System)

本郷昭三、竹下洋、岩倉哲男 (環境衛生研究部)、内田滋夫 (環境放射生態学研究部)

はじめに

放射能、放射線は人間を取り巻く種々の危険性のなかで最も良く管理できているものの一つだと考えられるが、最近一般環境でも問題となっているように、環境汚染、危険度管理は全人類的規模で行う必要がある。

これらの観点から、放射能調査研究で得られたデータ・成果を電算機ネットワークを用いて、構造化データベースを構築し資源の共有化・有効利用をはかり、平常時、緊急時の放射能レベル把握、線量評価の基礎処理を行うことを目的として放射能迅速評価システム (ERENS:Environmental radiation Estimation Network System) の導入を昭和63年度に行った。

平成2年は、本所、那珂湊支所、東海施設にLAN間接続機器を導入しLAN間接続を行った。また東海施設にはファイル・サーバとサンプル・チェンジャ付き Ge 半導体検出器をネットワーク化するための測定器コントローラを導入し、本所には、ERENS に接続できる緊急時用ポータブル Ge 半導体測定器の導入をおこなった。導入結果と運用状況

現在、本所の ERENS は電算室の新システムとも接続され、那珂湊支所では平成元年度設置した ERENS の容量を拡充するとともに、更新された電算機システムと接続し相互に資源の利用ができる。東海施設においても、ERENS の導入により、体内被曝線量計算システム (IDES) をはじめとする各種のアプリケーションが利用できるようになった。

本所・支所間の交信については、平成元年度は公衆回線としては最速の19200 BPS で接続したが、まだ通信速度が低くポイント・ポイント間の通信に限られていたが、本年度導入したLAN間接続装置により、64 KBPS の通信速度がえられ機能的には本所のLANに直結しているのと同様すべてのLAN機能が使用できる。東海施設も同様にすべてのLAN機能が利用可能である。調整すべきところが残っているが、緊急時等に東海施設で無人測定し、測定が終わりしだい、那珂湊支所または、本所で即座にそのデータを読みだし解析することが可能となる。LAN間接続している

時は、リモートディスク機能 (遠隔地の許可されたディスクをあたかも自分のディスクのように使う機能) が利用できるもので、例えばMSDOSのCOPYコマンドで本所、那珂湊支所、東海施設間でファイルのコピーが可能である。コピーのスピードも自分のフロッピー・ディスクから自分のフロッピー・ディスクにコピーするよりやや早い速度で実行できる。ERENSに接続できる緊急時用ポータブル Ge 半導体測定器は現在のところ、ERENSのLANにケーブル接続して用いるか、オフラインで測定しその後、ケーブル接続してデータをERENSに転送する等の方法しかとれないが、平成3年度には無線電話等を用いて遠隔地から直接ERENSにアクセスできるシステムに拡張する予定である。

10. 日本における屋内ラドン濃度の全国調査

小林定喜、藤元憲三、土居雅広、岩崎民子、内山正史、中村裕二 (総括安全解析研究官付)

自然放射線源の中で最大の線量寄与を示すものとして注目されているラドン及びその娘核種の日本における濃度を把握するため、我々のグループでは一般居住家屋内のラドン濃度の全国調査を実施している。この調査では日本全国及び日本各地域における屋内ラドン濃度の平均的な値と濃度範囲を求めると同時に、高濃度を有する地域あるいは家屋の存在の有無を明らかにすることを目的としている。昭和61, 62, 63年度及び平成元, 2年度にはそれぞれ約3000, 3000, 1000, 300, 200 (再調査を含む) 世帯にフィルタ付カップ型パッシブラドン測定器を配付し、屋内ラドン濃度を測定した。屋内ラドン濃度の調査に当たっては、全国のすべての都道府県を対象として、6ヵ月間の測定を引き続き2回行ない、年間の平均濃度を求めるように努めた。また一軒で2ヶ所を測定することにより、屋内ラドン濃度の場所による差を評価できるようにした。これまでにエッチング、カウント、データ処理の一連の操作が終了した家屋の総数は約7000軒である。これらのデータの中から(1)押入や物置等一般的な居住環境ではない場所に測定器が配置されていたもの、(2)フィルムを測定器内に装着してから測定器が測定地点に設置されるまでの期間と測定終了からフィルムを取り出すまでの期間との合計が40日以上となったもの、を取り除くと、利用できるデータは約6300軒となった。この約6300軒のラドン濃度測

定結果を図1に示す。図からわかるように濃度分布は対数正規分布に近く、その中央値は 23 Bq/m^3 (算術平均値は 28 Bq/m^3 、幾何標準偏差は1.6)である。米国環境保護庁のアクション・レベル (150 Bq/m^3) を越える濃度を示す家屋数は約6300軒の中で19軒 (約0.4%) であり、わが国の場合は米国やスウェーデン等と比べて、高濃度家屋の割合ははるかに低いことがわかった。家屋構造別では、平均値では鉄骨コンクリートブロックの家屋が木造家屋よりも高いラドン濃度を有することがわかった (図2参照)。その一方、際だって高いラドン濃度を有する家屋は、その大半が伝統的な土壁を有する木造家屋であることも判明している。高ラドン濃度家屋については、平成2年度より北海道、広島県、高知県について対象家屋の再調査を実施しており、高ラドン濃度家屋の詳細が明らかになることが期待される。当調査においては、調査家屋の選定ならびに測定器の

配付・回収等にあたって、下記の日本各地の大学、研究所等のご協力を仰いだ。記して謝意を表す。

北海道大学獣医学部、福島県会津若松保健所、日本原子力研究所、滋賀医科大学、大阪府立大学、広島大学原爆放射能医学研究所、産業医科大学

【研究発表】

- (1) 小林、藤元、岩崎、内山、中村、土居：放射能調査研究報告書、NIRS-R-20、24-27、1990
- (2) 藤元他：日本保健物理学会第25回研究発表会、筑波、1990、5、
- (3) 小林他：日本放射線影響学会第23回研究発表会、仙台、1990、10、
- (4) Kobayashi et. al. :3rd International Symposium on Advanced Nuclear Energy Research "Global Environment and Nuclear Energy"、水戸、1991、3、

図1 日本の住宅における屋内ラドン濃度分布

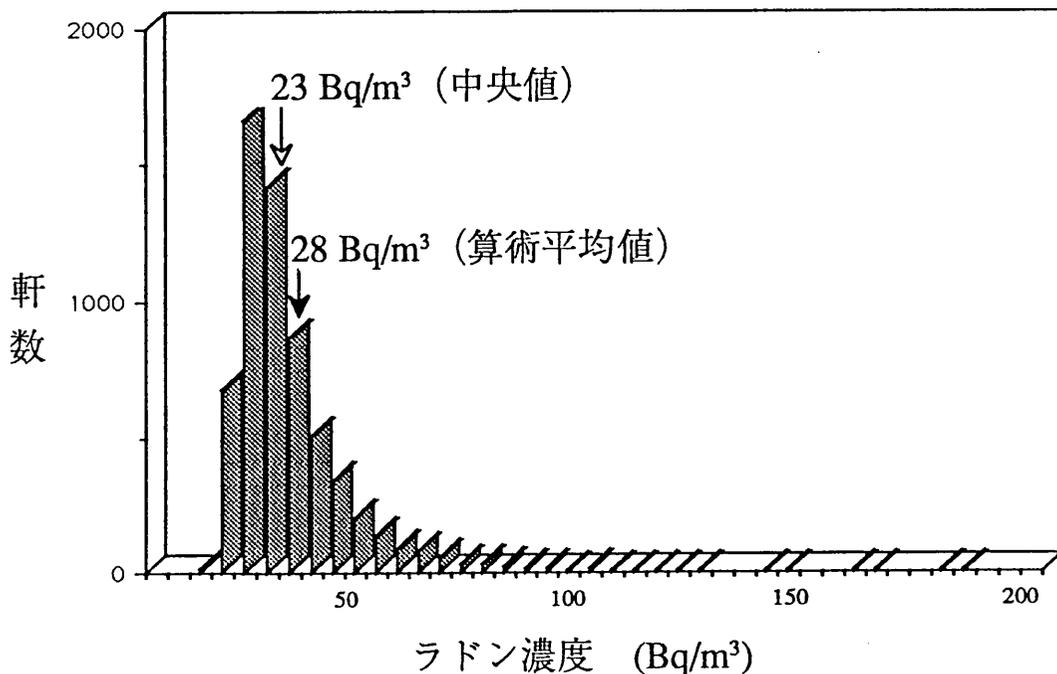
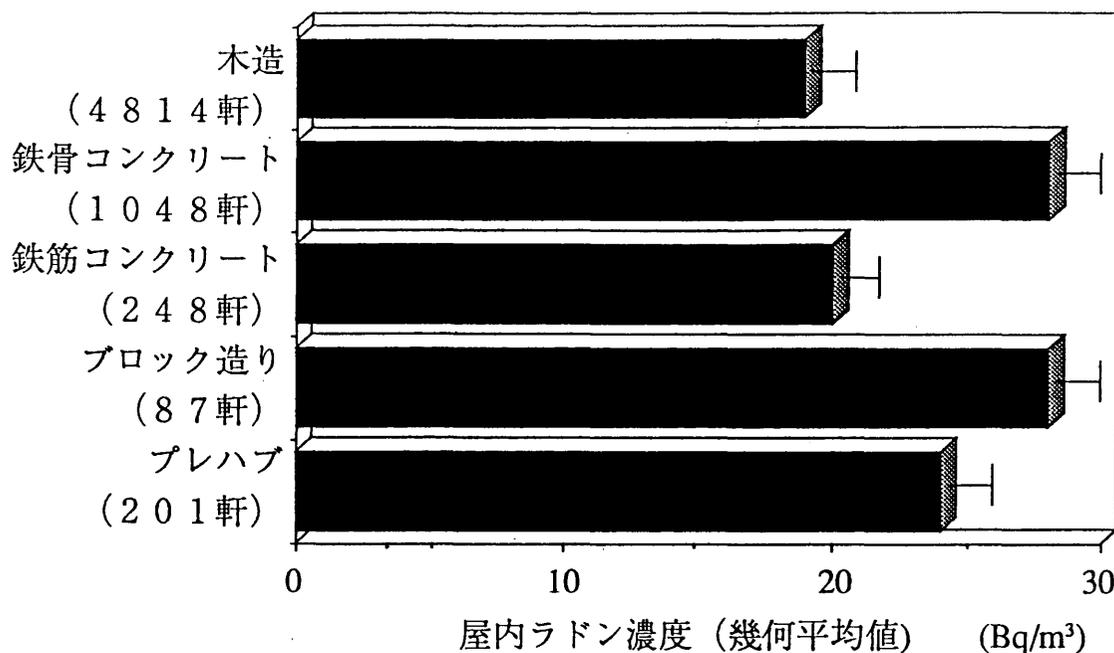


図2 家内の建築様式による屋内ラドン濃度



11. 陸上試料の調査研究

ーテクネチウムに関する調査研究ー

鎌田博、渡部輝久、横須賀節子（環境放射生態学研究部）

本調査研究は、 ^{99}Tc の環境汚染レベルを把握するために必要な環境試料の採取法、前処理法、放射化学分析法、測定法の確立をはかることを当初の目的とし、得られた諸データを放射生態学的に解析して人体被曝線量の算定に資することを最終目的として、昭和61年より開始した。

平成2年度は青森県六ヶ所村で採取したホーレン草、畑土、用水を対象として ^{99}Tc の定量を試みた。また、これに先立って、別途「環境特研」で実験的に得られた $^{95\text{m}}\text{Tc}$ を含んだ土壌を試料として蒸発装置（NIRS-R-18、p・25、図5）を用いてのTcの捕集実験を行い、土壌中のTcを分析する際の捕集率について検討を加え、ホーレン草については移行係数（Concentration Factor）について考察を加えた。本報では、これらの結果を報告する。

土壌中Tcの捕集実験に関しては、表1に結果を示してあるように、スキャン速度15cm/hr、4時間スキャン条件で回収率は67%であったが、50cmの灰化試料を同一条件で蒸発させ

た場合には約100%の回収率が得られることもあり、供試試料量や灰化等の前処理を適切に行うことにより回収率の向上をはかることができるものと考えられた。

環境試料中 ^{99}Tc の分析測定は、NIRS-R-18、pp. 21-31、の方法に従って行い、この結果を表2に示した。

畑土とホーレン草の分析値から移行係数は3.6と求められたが、冷夏によって生育条件が必ずしも良好ではなかったことが、このような低い値をもたらしたものと考えられる。

〔研究発表〕

- (1) 柳沢、鎌田：第27回理工学における同位元素研究発表会、東京、1990、6.
- (2) 平野、松葉、鎌田：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10.
- (3) 鎌田、渡部、横須賀：第32回環境放射能調査研究成果論文抄録集、95-96、1990.
- (4) 鎌田、渡部、横須賀：NIRS-R-20、19-21、1990.

表-1 土壌中* Tcの捕集実験結果**

外 温 1000℃	蒸発率	捕 集 率			供試料中 残 留 率	捕集率***	回収率****
		5N・NaOH吸収液		装置器壁			
		1 段目 200ml	2 段目 100ml				
スキャニング速度 50cm/hr 1 hr	34% (100)	10% (30)	1 % (2.3)	21% (63)	66%	94%	33%
スキャニング速度 15cm/hr 4 hr	67% (100)	24% (35)	1 % (2)	42% (63)	33%	100%	67%

* ^{95m}Tc使用、8ヵ月間Aging土壌試料

** 試料管250cm³中供試量100cm³

*** 捕集率 = $\frac{\text{捕 集 量}}{\text{蒸 発 量}} \times 100$

**** 回収率 = $\frac{\text{捕 集 量}}{\text{供 試 量}} \times 100$

表-2 環境試験中の⁹⁹Tc測定結果（青森県六ヶ所村1990年）

試料名	採取場所	採取年月日	供試料	⁹⁹ Tc濃度 (mBq)	備 考
ホーレン草	尾 鮫	8.22	4.629kg生	43±12/kg乾	乾燥物168.2 g
畑 土	"	8.31	1 kg乾土	12± 2 /kg乾土	水 分34.3%
用 水	二 又	11.01	100l	0.25±0.01/ l	地下水 (8.5~86.65m深)

$$\text{移行係数 (Concentration Factor)} = \frac{\text{ホーレン草 (mBq/kg乾)}}{\text{畑土 (mBq/kg乾)}} = 3.6$$

12. 茨城県沿岸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

住谷みさ子、村松康行、大桃洋一郎（環境放射生態学研究部）

茨城県沿岸の原子力施設から環境に放出される放射性物質の経口摂取量を予測するためのパラメータとして、地域住民の食品摂取量と食品に含まれる放射性核種及び安定元素の濃度を測定することを目的として調査研究を続けてきた。

今年度は、茨城県東海村、那珂湊市および大洗町で実施してきた野菜類の消費実態調査のうち、那珂湊市の調査の集計が終了したので報告する。

那珂湊市の沿岸漁業世帯（延べ約80世帯）を対象とする調査は59年度に1日分の全食品の消費調査を聞き取り調査で実施した。引き続き昭和60年から61年にかけて、同じ世帯について四季毎に5日分の野菜類の消費調査を日誌方法で実施した。

1日分の全食品摂取量調査の結果から集計した那珂湊市の沿岸漁業世帯1日1人当たりの米の年平均摂取量は、269gであった。これは昭和59年度の厚生省の国民栄養調査結果の中の茨城県が含まれている関東Ⅱブロックの値227.9gと比べて約40g多い値である。5日間の調査から集計した野菜類の摂取量を、表1と表2に示す。主要な野菜の摂取傾向については、62年度に報告した茨城県東海村、大洗両地区と同じような傾向を示しており、葉菜ではキャベツ、ハクサイ、ホウレンソウ、果花菜ではキュウリ、トマト、ナス、根菜は大根、タマネギ、ネギ、ニンジン等が良く食べられていた。また、夏季に葉菜の摂取量が減り、そのかわり果花菜の摂取量が増えるという野菜類摂取量の季節的変動も同様であった。

現在、この地域の乳幼児（0～6歳）の食品摂取量調査を行っており、又、同地域住民の摂取し

ている食品中の微量元素の分析も引き続き実施している。その他として、食用キノコに含まれる¹³⁷Cs及び⁴⁰Kの定量も実施している。

果論文抄録集、85-86、1990.

(2) 村松、吉田、住谷、放射線影響学会第33回大会、仙台、1990. 10.

[研究発表]

(1) 住谷、村松、大桃、第32回放射能調査研究成

表1 那珂湊沿岸漁業世帯野菜類摂取量 (g/d/p, wet) 5日間の調査から集計 (昭和60~61年)

野菜の種類	春	夏	秋	冬	年平均
葉 茎 菜	126	77	194	220	154
果 花 菜	131	246	87	51	129
キノコ類	5	2	5	7	5
根 菜	238	180	230	293	235
イモ類	57	55	67	60	60
合 計	558	560	583	631	583

表2 那珂湊市沿岸漁業世帯の主な野菜の摂取量 (g/d/p, wet) 5日間の調査から集計 (昭和60~61年)

野菜の種類	野菜名	春	夏	秋	冬	年平均
葉 茎 菜	ハ ク サ イ	6	4	104	100	54
	キ ャ ベ ツ	46	41	22	40	37
	ホ ウ レ ン ソ ウ	23	4	30	33	23
	モ ヤ シ	8	9	11	19	12
	レ タ ス	8	7	6	8	7
果 花 菜	キ ュ ウ リ	74	70	37	32	53
	ナ ス	14	75	21	3	28
	ト マ ト	14	46	10	5	19
	カ ボ チ ャ	9	26	2	2	10
	ビ ー マ ン	11	8	4	6	7
キノコ類	シ イ タ ケ	4	2	4	4	4
根 菜	ダ イ コ ン	73	54	90	123	85
	ニ ン ジ ン	59	51	69	69	62
	タ マ ネ ギ	33	52	28	34	37
	ネ ギ	14	13	17	34	20
	タ ケ ノ コ	23	3	1	4	8
	カ ブ	23	—	2	4	7
イモ類	ジャガイモ	50	49	52	42	48
	サツマイモ	5	4	6	3	5
	サトイモ	1	—	8	10	5

13. 人体の放射性核種濃度および線量の解析調査

五十嵐康人、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について解析し、被曝線量の推定を行うことを目的とする。

人骨中の⁹⁰Srは、環境中に放出された放射性核種からの体内被曝線量推定上の指標核種として重要であるとともに、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性を持っている。今年度は、昭和63年死亡例および平成元年死亡例の一部の結果を中心に報告する。

得られた⁹⁰Sr濃度の分析結果を表1に示した。平成元年（1989年）死亡者の平均骨中⁹⁰Sr濃度は、5～19才群で17±5.9および成人群で13±4.4 mBq ⁹⁰Sr / g Caであった。0～4才群では昭和61, 62, 63年および平成元年に各々51, 42, 70, 46 mBq ⁹⁰Sr / g Caであった。

骨中⁹⁰Sr濃度は極く緩慢な減少傾向にあり、近年の年齢群間の骨中濃度の比較では、0～4才>5～19才≒20才～となっている。また、東京地区と北海道地区との間に差は認められていない。1986年のチェルノブイリ事故により放出された⁹⁰Srの影響は明瞭には現れていない。しかし、昭和63年にはいづれの年齢群においても平均骨中濃度が前年にくらべてごくわずか高い傾向が見られ、平成元年にはほぼ前々年のレベルに戻っている。骨中⁹⁰Srから赤色骨髄及び骨表面細胞の受ける吸収線量を推定し、代表的天然放射能の²²⁶Raによる骨線量との比較を始めて行った。

また、イオンクロマトグラフ装置による分離分析の検討を行った。

〔研究発表〕

- (1) 五十嵐, 白石, 河村: 第32回環境放射能調査研究成果論文抄録集, 81-82, 1990.

表1. 年齢群別人骨中の⁹⁰Sr濃度

死亡年		mBq ⁹⁰ Sr/g Ca		
		0～4才	5～19才	20才～
1989	分析数*	2(9)	17	29
	平均値	42	20	15
	標準偏差	19	13	3.7
	最小値	28	7.0	8.5
	最大値	55	67	23
1988	分析数*	3(11)	5(6)	21
	平均値	70	24	17
	標準偏差	3.7	5.2	4.8
	最小値	67	17	9.3
	最大値	74	31	26
1989	分析数*	2(7)	6(8)	46
	平均値 ⁺	46	17	13
	標準偏差 ⁺	1.5	5.9	4.4
	最小値	44	11	4.5
	最大値	47	26	28

*）合併後の試料数に相当する

†）残部測定中

14. 沿岸海域試料の解析調査(1)

中村清、中村良一、鈴木譲（海洋放射生態学研究部）、長屋裕（那珂湊支所長）

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。

茨城県沿岸から、海水、海底堆積物、魚類、軟体類、甲殻類、海藻を、青森県からは魚類、マゴヤ、ミズダコを採取した。瀬戸内海からは海水、海底堆積物柱状試料を採取した。これらの試料について、前年度と同じ分析法で¹³⁷Cs, ^{239,240}Puを測定した。表1に平成2年3月採取の茨城県沿岸海産生物、表2に平成2年採取の青森県産海産生物への¹³⁷Cs, ^{239,240}Pu濃度を示す。両核種とも、地域による顕著な差は認められない。図1に瀬戸内海播磨灘の海底堆積物の分析結果を示す。18cmまで両核種とも殆ど同レベルであり、21cm以下は検出されなかった。人為的な海底の攪乱が考えられる。

〔研究発表〕

- (1) 中村(清)、中村(良)、鈴木、長屋: 第32回環境放射能調査研究成果論文抄録集, 57-58, 1990.

表1 茨城県産生物の放射性核種濃度
(平成2年3月採取)

生物名	部位	灰分 (%)	^{239,240} Pu (mBq/kg-raw)	¹³⁷ Cs (mBq/kg-raw)
マコガレイ	筋肉	1.7	0.12±0.05	271±23
	内臓	4.1	14.61±1.10	444±34
チダイ	全身	5.3	2.62±0.39	164±19
メゴチ	全身	4.8	5.17±0.70	50±8
コウイカ	筋肉	2.1	0.21±0.06	51±13
	内臓	2.0	1.90±0.32	116±37
マダコ	筋肉	2.1	0.12±0.06	49±13
	内臓	2.7	7.61±0.48	93±20
イイダコ	全身	2.2	1.07±0.17	91±14
モスソガイ	軟体部	2.2	2.75±0.31	107±11
ハマグリ	軟体部	2.0	0.59±0.13	90±9
シャコ	全身	6.6	1.29±0.28	105±11
ヒラツメガニ	全身	9.4	4.45±0.66	95±45
アオサ	全体	5.3	11.95±1.31	82±8
アラメ	全体	5.0	2.99±0.10	442±37
ヒジキ	全体	6.0	0.38±0.88	270±22
ウミトラノオ	全体	6.3	24.19±1.72	318±30
ツノマタ	全体	5.9	6.46±0.84	521±30
テングサ	全体	1.1	42.12±3.62	473±52

表2 青森県産生物の放射性核種濃度
(平成2年採取)

生物名	部位	灰分 (%)	^{239,240} Pu (mBq/kg-raw)	¹³⁷ Cs (mBq/kg-raw)
	筋肉	1.6	0.48±0.16	292±17
	骨	18.6	8.92±6.70	—————
サクラマス	皮	1.9	2.24±0.74	25±11
	内臓	1.2	1.70±0.98	164±91
	エラ	5.7	1.65±0.80	640±283
マコガレイ	筋肉	1.5	0.00±0.08	575±96
	骨	7.2	1.15±0.43	—————
イシガレイ	内臓	4.1	10.13±1.07	356±599
	筋肉	1.6	0.13±0.03	56±26
	骨	5.2	1.92±0.47	—————
マガレイ	内臓	6.4	1.98±0.77	0±41
	筋肉	2.0	0.10±0.04	88±9
	骨	4.6	0.09±0.05	—————
マボヤ	内臓	3.5	1.65±0.21	79±13
	エラ	4.3	19.78±0.99	52±19
ミズダコ	殻	4.9	9.60±0.83	65±42
	可食部	2.8	1.37±0.22	53±37
	筋肉	2.7	0.16±0.05	51±9
	内臓	2.3	4.40±0.57	—————

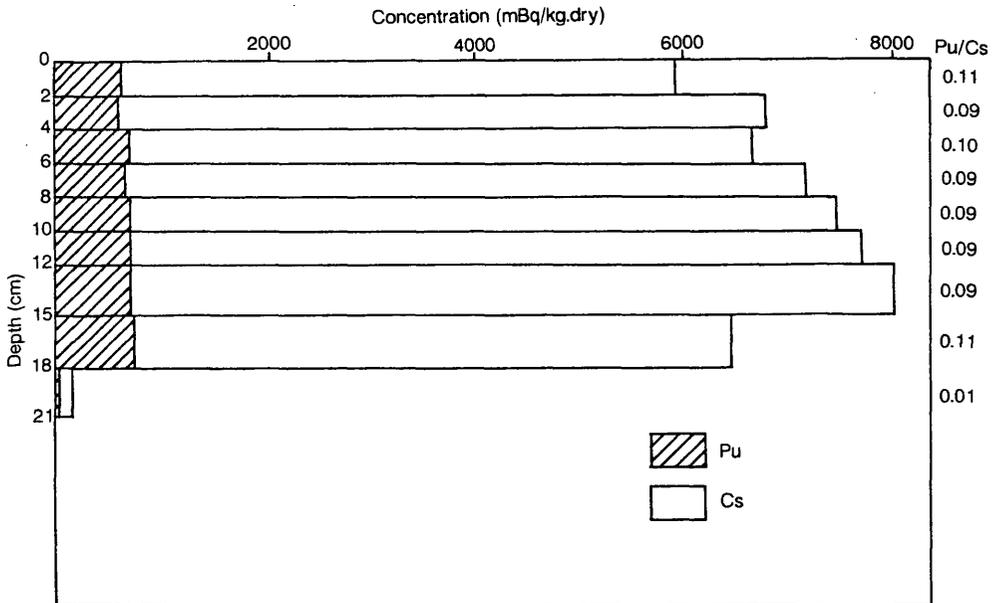


図1 播磨灘堆積物中の放射性核種鉛直分布

15. 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、鈴木讓（海洋放射生態学研究部）

昨年引き続き原子力施設周辺の沿岸海域に生息する海産生物を対象としてRIトレーサー実験を施行し、各種の濃縮パラメータを求め、生物濃縮を検討した。試料は青森県沿岸で採取し、生きたまま支所RI棟に運んでRIトレーサーを用いた水槽実験を行った。魚類はクロソイ成魚によるRIの海水取り込み、貝類はホタテガイ稚貝の海水からの蓄積、また、海洋における食物連鎖の起点の一つであり、多くの海産生物の稚子期の餌料として極めて重要な役割を果たしている植物プランクトンのRI蓄積を検討した。さらに生物以外の沿岸海域試料の汚染調査の一環として我国沿岸で一般に使用されている漁網へのRIの移行について検討した。

表1にクロソイ成魚の全身に対するRuおよびCsの海水からの濃縮パラメータを示した。蓄積曲線は共に2成分よりなり、Csでは長半減期成分が99%と大部分を占めていた。濃縮係数(CF)、生物学的半減期共に極めて妥当な値であり、特に地域特性を認めることはできなかった。ホタテガイ稚貝全身の海水からの濃縮パラメータは表2に示した。RuのCFは半成貝、成貝より高く、年令が若い程高い濃縮を示すがCsでは逆の傾向が観察された。表3に植物プランクトンのパラメータを示した。Csでは排出の速い成分が98%と大部分であり、一旦汚染された後の除染の速さはRuより速いものと思われた。CsのCFは従来の報告値と同程度であったが、Ruに関しては比較するデータに乏しいため海藻の値と比較するとやや高めであった。表4に漁網への放射性核種の移行係数を示した。移行係数は漁網の種類、材質および新品では表面積の差による違いよりも核種間の違いのほうが大きいことが分かり、おおむね、 $^{144}\text{Ce} > ^{106}\text{Ru}$, $^{60}\text{Co} > ^{65}\text{Zn} > ^{137}\text{Cs}$ の傾向を示し、特に ^{137}Cs は全ての漁網で1以下の値であり化学繊維へ吸着しにくいことが明らかにされた。

【研究発表】

- (1) 鈴木、中村（良）、中原、松葉（海洋放射生態学研究部）、上原子（研究生）：第32回環境放射能調査研究成果論文抄録集、59-60、1990。
- (2) 鈴木：第32回環境放射能調査研究成果発表会、千葉、1990、11。

- (3) 鈴木、中村（良）、中原、石井、石川：海洋環境放射能総合評価事業成果報告書、青森県、1990。

表1 クロソイ成魚のパラメータ

	構成割合	取り込み定数	排出定数	濃縮係数		生物学的半減期
		u	β	CF	Tb1/2(日)	
		u/ β				
		%	u	β	CF	Tb1/2(日)
Ru	Short comp.	42	0.1555	1.3686	0.11	1
	long comp.	58	0.0155	0.0176	0.88	39
Cs	Short comp.	1	0.0587	0.7430	0.08	1
	long comp.	99	0.0818	0.0078	10.54	90

表2 ホタテガイ稚貝の全身のパラメータ（海水取り込み）

	構成割合	取り込み定数	排出定数	濃縮係数		生物学的半減期
		u	β	CF	Tb1/2(日)	
		u/ β				
		%	u	β	CF	Tb1/2(日)
Ru	Short comp.	27	15.2292	0.6088	25	1
	long comp.	73	9.7930	0.0077	1274	90
Cs	Short comp.	64	0.9553	0.8488	1	1
	long comp.	36	0.1199	0.0914	1	8

表3 植物プランクトン(*Tetraselmis tetrahele*)のパラメータ

	構成割合	取り込み定数	排出定数	濃縮係数		生物学的半減期
		u	β	CF	Tb1/2(日)	
		u/ β				
		%	u	β	CF	Tb1/2(日)
Ru	Short comp.	59	5030.6	3.0211	1665	0.2
	long comp.	41	305.2	0.0887	3442	8
Cs	Short comp.	98	15.369	0.6907	22	1
	long comp.	2	0.0885	0.0303	3	23

表4 各種漁網の移行係数 Bq / g / Bq / ml

(有効半減期、日)

試料名		材質	表面積 (cm ² /g)	⁶⁰ Co	¹⁴⁴ Ce	¹⁰⁶ Ru	¹³⁷ Cs	⁶⁵ Zn
定置網	垣網	テトロン及び ポリ塩化 ビニリデン	210	30 (50)	200 (14)	10 (33)	< 1	10 (8)
	胴網	〃	180	10 (20)	190 (17)	10 (55)	< 1	10 (11)
	箱網(鉛なし)	〃	800	30 (12)	580 (17)	20 (30)	< 1	10 (8)
	箱網(鉛入り)	〃	350	10 (32)	230 (21)	10 (39)	< 1	10 (10)
コウナゴ棒受網		ナイロン	960	20 (11)	270 (13)	20 (23)	< 1	20 (10)
刺網	カレイ用	〃	310	10 (18)	230 (12)	30 (34)	< 1	20 (11)
	ニシン用	〃	260	30 (31)	250 (11)	20 (19)	< 1	20 (9)

(漁網は全て新品)

16. 外洋の解析調査

中村清 (海洋放射生態学研究部)、長屋裕
(那珂湊支所長)

外洋の海水、海中懸濁物、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。

東京大学海洋研究所「白鳳丸」のKH-89-2次航海に際し、アラビア海(1点)、インド洋(3点)、ベンガル湾(3点)および南シナ海(1点)で表面海水および堆積物柱状試料を採取し、¹³⁷Cs, ^{239,240}Puを分析した。図1に試料採取地点および表面海水中の¹³⁷Cs濃度を示す。ベンガル湾の¹³⁷Cs濃度は他地域よりも低い傾向がある。図2には、海底堆積物中での¹³⁷Csおよび^{239,240}Puの鉛直分布を示す。堆積物中でのこれら核種の鉛直混合速度は南シナ海で最も大きく、ベンガル湾がこれに次ぎ、アラビア海で最も小であると考えられる。

表1には海底堆積物中のこれら核種の全量と同緯度帯への放射性核種による海表面への供給量推定値を示す。海底へ堆積したこれら核種の全量は、北西太平洋海底堆積物中のそれと比べてかなり低

く、供給量の差によるものと考えられる。

[研究発表]

- (1) 長屋、中村(清) : 第32回環境放射能調査研究成果論文抄録集、55-56, 1990.

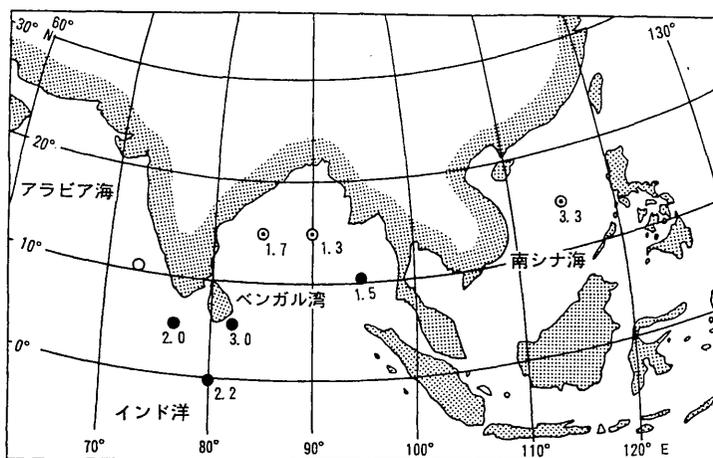


図1 試料採取地点および表面海水中の ^{137}Cs 濃度 (mBq/l)

○印: 堆積物採取地点
●印: 表面海水採取地点

図2 放射性核種の堆積物中鉛直分布 (○: ^{137}Cs , ●: $^{239,240}\text{Pu}$)

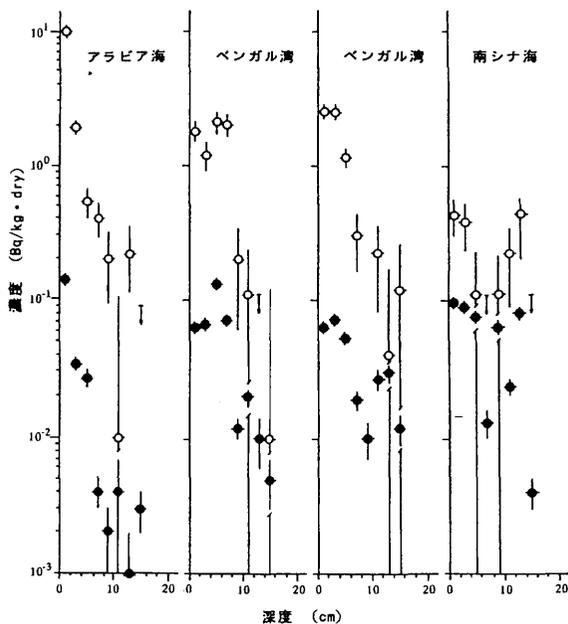


表1 放射性核種の海底堆積物中全量

	$^{239,240}\text{Pu}$	^{137}Cs	$\frac{\text{Pu}}{\text{Cs}} \times 10^2$
	MBq/km ² (%)	MBq/km ² (%)	
アラビア海	2.0±0.1 (9)	117±6 (12)	1.7±0.1
ベンガル湾	2.9±0.2 (13)	56±6 (6)	5.3±0.6
ベンガル湾	3.1±0.1 (14)	71±6 (7)	4.4±0.4
南シナ海	4.0±0.2 (18)	15±4 (2)	26.9±6.4
F.O.*	22.2 (100)	1,008 (100)	2.2

*UNSCEAR (1982), 1990年1月1日換算

(10) 科学技術振興調整費による研究

① 総合研究

(1) 染色体の解析・利用技術の開発に関する研究

1. 染色体の遺伝性脆弱部位解析技術の開発

堀雅明、高橋永一、辻秀雄、辻さつき（遺伝研究部）

内的・外的ストレスに応答する染色体の構造と機能を明らかにすることを目的として、遺伝性疾患および癌に関連するヒト染色体上の遺伝性脆弱部位（FS）に着目して、その構造と機能を染色体微細操作技術（染色体工学）の導入、改良、開発を通して解析する。まず前年度に確立した蛍光標識DNAプローブを用いた *in situ* ハイブリダイゼーション（FISH）法を活用し、葉酸感受性FSの発現に密接に関連したチミジル酸合成酵素（TS）遺伝子をヒト18番染色体の18P11.32にマップした。この結果は我々が1985年に報告した体細胞雑種法の結果を支持するものであった。また、ヒト・パピローマ・ウイルスに感染した子宮癌患者の腫瘍細胞株を用いてそのウイルスDNAの染色体上の挿入部位をFISH法で解析したところ、パピローマ16型の遺伝子DNAが遺伝性FS, fra(8)(q24.1)とMYC癌遺伝子(8q24.12-q24.13)の近傍(8q24.1)に挿入され、その部位で約1000コピーに増幅されていることが明らかとなった。FSの存在する8q24領域は他のウイルス遺伝子の挿入/欠失部位でもあり、本結果はこの領域が外来遺伝子の挿入と増幅のホットスポットであることを示唆している。

3年間に得られた本研究の成果をヒト・ゲノム解析研究に発展させるためにヒト3番染色体と11番染色体のゲノムマッピングに着手した。3番染色体では通常型FS, fra(3)(p14.2)とその近傍に予測されている癌抑制遺伝子群に、11番染色体については電離放射線に高感受性を示す遺伝性疾患の毛細血管拡張症(ataxia telangiectasia, AT)の原因遺伝子に着目してそのゲノム領域の解析を行う。それぞれの染色体について染色体特異的コスミドDNAクローンライブラリーを調整し、各々のクローンについてFISH法と欠失

マッピングによりその染色体上の座位を決定する作業を開始した(癌研、生化学部との共同研究)。これまでに3番染色体については75クローン、11番染色体については62クローンのマッピングを完了した。

[研究発表]

- (1) Hori, T., Takahashi, E., Ayusawa, D., Takeishi, K., Kaneda, S. and Seno, T.: *Human Genet.*, 85, 576-580, 1990
- (2) Hori, T., Ichimura, H. Minamihisamatsu, M., Takahashi, E., Yamauchi, M., Hama, Y., Kurimura, O., Yamasaki, M. and Kurimura, T.: *Jpn. J. Cancer Res.*, 82, 371-375, 1991
- (3) Yamakawa, K., Takahashi, E., Saito, H., Sato, T., Oshimura, M., Hori, T. and Nakamura, Y.: *Genomics*, 9, 536-543, 1991
- (4) Tokino, T., Takahashi, E., Mori, M., Tanigami, A., Glaser, T., Park, J.W., Jones, C., Hori, T. and Nakamura, Y.: *Am. J. Hum. Genet.*, 48, 258-268, 1991
- (5) Hori, T., Takahashi, E., Hirai, M. and Nakamura, Y.: 公開ワークショップ「ヒト・ゲノム研究の現状と展望」(東京)1990, 9.
- (6) Takahashi, E., Yamakawa, K., Sato, T., Oshimura, M., Hori, T. and Nakamura, Y.: 公開ワークショップ「ヒト・ゲノム研究の現状と展望」(東京)1990, 9.
- (7) Yamakawa, K., Sato, T., Takahashi, E., Hori, T. and Nakamura, Y.: 公開ワークショップ「ヒト・ゲノム研究の現状と展望」(東京)1990, 9.
- (8) 平井、高橋、石田、鶴殿、堀: 公開ワークショップ「ヒト・ゲノム研究の現状と展望」(東京)1990, 9.
- (2) 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

2. 生体内糖脂質代謝等の解析技術の開発

池平博夫、西川悟、橋本隆裕、福田寛、飯沼武、館野之男（臨床研究部）

生体内の糖（Glucose）代謝の経時的観察によって生体内における糖代謝の過程を明らかにすることを目的として、 ^{13}C スペクトロスコーピーの手法によって検討を行った。

使用した装置はシーメンス旭メディテック製 RS-200 で、静磁場強度 2T、炭素の共鳴周波数は 21,44 MHz である。実験は C3H マウスをネンブタールあるいは抱水クロラルによる麻酔下で行った。使用した ^{13}C 標識化合物は 1 位の炭素が 99% ^{13}C に置換された 1- ^{13}C -D-glucose、と 1 位から 6 位の全ての炭素が 99% ^{13}C に置換された $\text{C}6$ - ^{13}C -D-glucose である。投与は 250mg から 2 g 経口投与とし、RS-200 の付属の直径 8 cm アルダーマン・グラント型の RF コイルを使用し、経時的に投与前および投与直後から 30 時間後まで ^{13}C スペクトルを測定した。測定パルス系列は帯域 5000Hz、サンプリングポイント 2048、TR 500ms、積算回数 512 回を使用した。

250mg 1- ^{13}C -D-glucose 投与後 4 時間のスペクトル、同じく 1 g 投与後 10 時間のスペクトル、300mg $\text{C}6$ - ^{13}C -D-glucose 投与後 7 時間のスペクトルにおいて、1 g 投与では糖代謝中間化合物のピークが観察された。また、正常群における投与グルコースの変化は、半減期約 2.5 時間で代謝され主に脂質の各ピークの変化は投与量が 500mg の場合にはカルボキシル基の標識が早期に増加し、1 g 投与の場合には 2 重結合への標識の移行が早期に観察された。また標識の移行は投与量が多い程強く認められた。グラフは標識グルコース 1 g 投与後のスペクトルの各ピークの変化を示したものである。

またヒト骨格筋、肝臓においては、天然 ^{13}C -MRS を用いてスペクトルを得、グリコーゲン、グルコースのピークに注目し様々な状況下での代謝について検討する Philips 社製 S15 Gyroscan 1.5 Tesla を用い、肝臓用として直径 18cm 円形サーフェスコイルをまた、骨格筋用として直径 16cm の筒型コイルを作製して使用した。測定条件は Rep.time 300ms. Averages 200 - 800. Samples 1024. Sampling freq. 4000Hz. 90° pulse length 0.21 sec とし、1 回の測定時間は 10 分から 40 分となった。

臨床応用を始める前に、まずファントム（サラダ油、ぶどう糖、グリコーゲン）を用いて最適な

条件の決定とピークの同定を行った。これらを基に、ボランティア数人からスペクトル測定を行った。肝臓、骨格筋からグリコーゲン、グルコースを測定し、①空腹時と食後の比較、②100 g グルコース負荷後の経過、③運動後の変化について検討した。

食後 2 時間の肝臓からはグリコーゲンのスペクトルピークをはっきりとらえる事ができた。ところが絶食が続くとそのピークはほぼ消失してしまう。また、その消失した状態からマグネット内で糖負荷試験に用いるグルコースを 100 g 飲み 20 分おきにスペクトルをとり続けると、グリコーゲンは投与とほぼ同時に上昇し、たまグルコースのピークもとらえることができた。やはり β 型グルコースは α 型より多く見られた。また運動を負荷すると即座に肝内グリコーゲンが消費される様子もとらえる事ができた。次に骨格筋では同様にグリコーゲンピークをとらえたが、肝臓と比べグリコーゲン貯蔵量は少ない事がわかった。正常人右大腿から安静時に得られたスペクトルと、6 km を軽く泳ぎ続けた後に得られたスペクトルでは、大きな変化ではないがグリコーゲンピークは減少していた。また同部位での 13 日後のスペクトルは水泳負荷前よりむしろ増加しているように思われた。以上肝臓、骨格筋に貯蔵されたグリコーゲンの代謝を直接見られることは今後、たとえば運動処方や糖尿病などの肝機能状態など様々な分野で応用できるものと思われた。

(3) がん細胞の浸潤、転移機構解明のための基盤技術の解明

3. 浸潤能の獲得機構の研究

宮本忠昭（病院部）、崎山比早子（生理病理研究部）

研究目的

① NIH-3T3 ラスオンコジーントランスフォーマントのヌードマウス造腫瘍過程で起こる遺伝子増幅と浸潤能獲得の関係の解明。

② ハムスター補体第一成分 CIS の浸潤・転移能に及ぼす影響。

（研究方法）

① 培養でトランスフォーマントと線維芽細胞、マクロファージとの Coculture およびマトリックス各成分を含む培地での培養を行い、1) 蛋白分解酵素およびそのインヒビター、2) 接着因子とその増減、3) 遺伝子増幅に関与する物質を同定する。

② C1S の cDNA を発見ベクターに挿入、C1S 無産生の細胞にトランスフェクタントより産生される C1S および同細胞の造腫瘍性および転移能を調べる。

研究成果および達成度

① N1H-ラストランスフェクタントは線維芽細胞との Coculture で転移能は獲得するが、ラスオンコジーンを増幅は起こらない。マクロファージとの Coculture でも形態的に悪性変化を起こすが転移能の獲得および遺伝子増幅は検討中である。N1H-3T3、ラストランスフェクタントは上清中にコラゲナーゼIVを共に分泌するが、差がない。現在インヒビターに差があるか検討中である。マトリゲルとの接着能は転移能と相関するが、どのような接着因子が関与しているか検討中である。

② C1S cDNA を導入したトランスフォーマント (SEA7 CKV1) 細胞はカルシウム、依存性セリンプロチアーゼの産生を示した。これは無血清培地中で活性化されていた。造腫瘍性転移能については現在検討中である。

今後の問題

① ラストランスフェクタントの浸潤能の獲得には蛋白分解酵素より接着因子がより大きな影響を持っているのでどのような接着因子が関与しているか、また細胞間接着因子との関連を解析し、細胞が移動を開始する第一歩のプロセスを解析する必要がある。このプロセスの獲得がラスオンコジーンを増幅とどのように関係しているかを明らかにする必要がある。

② C1S はコラーゲンを分解することが IN VITRO で解明しているが、IN VIVO で間質組織にどのように働いているかを解明することが必要である。

【研究発表】

- (1) Sakiyama, H. J. *immunol*, 146, 183-187, 1991.
- (2) 滝口裕一、宮本忠昭 (病院部) : 第49回日本癌学会総会札幌、1990.

4. 糖脂質リポ多糖類による組織親和性抑制機構の研究

安藤興一 (臨床研究部), 荻生俊昭 (生理病理研究部), 松本恒弥 (動植物管理課)

リポ多糖類は、グラム陰性腸内細菌の細胞壁構成成分であり、微量の投与によりマウス腫瘍肺転移を抑制する。本研究の目的は、転移の組織親和

性抑制作用を計測する技術を確認するということであり、本年度はがんの組織親和性を定量化するとともに、親和性物質を検出する技術の開発を行なう。

研究方法は下記の如くであった。肺転移するマウス線維肉腫、肝・骨転移する神経芽細胞腫に対するリポ多糖類の転移抑制作用を in vivo と in vitro で調べる。胸線転移するラットリンパ腫細胞に対する胸線由来走化因子の検出を in vitro で行なう。リポ多糖類低感受性マウスにTリンパ球欠損のヌード遺伝子を導入するため、コンジェニックマウスの作成を開始する。

研究成果として下記の事項が明らかとなった。

- (1)リポ多糖類による転移抑制作用：リポ多糖類は、がん細胞と肺との接着を阻害し、がん転移を組織特異的に抑制する。(2)骨髄転移モデルの確立：A/J マウス由来 C-1300 神経芽細胞腫を移植し、肝転移を分化誘導剤 (NMF) で抑制すると、骨髄転移が高率に得られた。(3)親和性物質の検出法：ニュークレオポアを用いたトランスウェル法が最適であることを見出した。また、本研究において開発された技術としては、短期培養によるがん細胞接着性測定、骨髄転移から骨浸潤への移行過程、分泌性走化因子、もどし交換第5代 (NS) に達した C3H/J-bg-nu マウスが挙げられる。

今後の課題は、下記の通りである。組織接着性は、血管内皮細胞とがん細胞の間で起こる反応と考え、研究を進める。走化因子の検出法は、感度を上げて微量な因子を検出できるようにする。コンジェニックマウスの確立は、I期終了時となる。

【研究発表】

1. Jibu, T., Ando, K., Matsumoto, T. et al : Clinical and Experimental Metastases (in press)
 2. Ogiu, T. : Hematopoietic System, ed. by T. C. Jones, Springer - Verlag p.p. 286-292, 1990
 3. Jibu, T., Ando, K., Matsumoto, T. et al : Ist Int. Natl. Endotoxin Society, Anaheim, 1990
 4. 岩川、安藤他 : 第49回日本癌学会, 札幌, 1990, 7
 5. 松本、安藤、小池 : 第24回日本無菌生物ノトバイオロジー学会, 大阪, 1991, 1
- (4) 海洋大循環の実態解明と総合観測システムに

関する国際共同研究

5. 海洋生物による鉛直物質輸送の実態解明に関する研究-2

長屋裕（那珂湊支所長）、中村清（海洋放射生態学研究所）、成田尚史*（*科学技術特別研究員）

海洋生物起源の沈降粒子を捕集し得るセジメントトラップシステムを構築し、北太平洋の数地点において1年以上海中に設置し、沈降粒子を各月毎に年間を通して採取する。この試料につき、(1)人工放射性核種 ($^{239,240}\text{Pu}$, ^{137}Cs など)、(2)自然放射性核種 (^{230}Th , ^{231}Pa , ^{210}Pb など) および微量元素 (Fe, Al, Mn など) を分析・定量し、沈降粒子によるこれらの物質の除去のフラックスとその経時的、地域的変動を明らかにして、鉛直物質輸送を解明するのを目的としている。

本年度はセジメントトラップ1台、ビーコン1台、ガラス浮玉、チェーン等を購入したが、このシステムを海中に設置するのに適した航海に間に合わなかった。平成3年6月の北海道大学の研究船の航海において、日本海溝域に、係留期間1年間として設置する予定である。本年度は準備として、沈降粒子に類似の海底堆積物表層の試料について、ICP-AES および ICP-MS による微量安定元素の分析法の検討を行った。

② 省際基礎研究

1. PET を用いる脳内情報伝達系解析のための基礎研究

館野之男、福田寛、鈴木和年、入江俊章、井上修、須原哲也、松本恒弥、荒川裕則（化学技術研究所）、伊豫雅臣（神経・精神センター）、三輪聡一、越村邦夫（京都大学医学部）、田中啓治、藤田一郎、程康（理科学研究所）、渡辺恭良、吉原良治、尾上浩司（大阪バイオサイエンス研究所）、伊藤高司（日本医科大学）、橋本謙二（福山大学）

平成2年度の研究内容及び研究成果

シナプスにおける情報伝達システムの解明に向けてドーパミンレセプターを中心として、そのインビボでの活性の定量、およびインビボ固有の活性変化について研究を行った。インビボでのドーパミンレセプターの結合活性は種々の薬物負荷やストレス負荷により変化し、かつこの変化はインビトロの系では認められず、インビボ系のみ検出可能であることが判明した。またその活性変化に

は、脳内のカテコールアミンが深く関係していることが示唆された。

一方伝達物質の動態に関しては、ドーパミンの前駆体である DOPA の ^{13}N による合成、およびアセチルコリンの分解酵素を測定するためのトレーサである MP3A ^{11}C による合成法を確立し、動物実験への基礎を固めた。またサルやヒト脳での高次機能と情報伝達系との関係を PET で探るための基礎技術として、サルの固定法、データ処理法等の確立を行った。同時にサルの状態変化により、ドーパミンレセプターのインビボ結合活性が著名に変化することを見出した。高比放射能のトレーサを合成するために、触媒反応を利用した ^{11}C -メタノールの合成に関して基礎検討を進めた。

[研究発表]

1. Inoue O., Suhara T., Tsukada H., et al. : Neuropharmacology. 30, 1101-1106, 1991.
2. Suhara T., Inoue O., Fukuda H., et al. : Psychopharmacology. in press.
3. Inoue O., Tsukada H., Suhara T., et al. : Eur. J. Pharmacol. 197, 143-149, 1991.
4. Inoue O., Kobayashi K., Tsukada H., et al. : J. Neural. Transm. 185, 110, 1991.
5. Suhara T., Fukuda H., Inoue O., et al. : Psychopharmacology. 103, 41-45, 1991.
6. Suhara T., Kobayashi K., Inoue O., et al. : Life Sciences. 47, 2119-2126, 1990.
7. 渡辺恭良、J Tedroff, et al. その他: 第14回神経科学学術集会 京都1991, 12.
8. 尾上浩隆、館野之男、伊藤高司、その他: 第14回神経科学学術集会 京都1991, 12.

③ 重点基礎研究

1. 統計学の推定理論を用いた CT 画像再構成法の研究

富谷武浩、野原巧全、村山秀雄（物理研究部）

X線 CT の出現以来、15年以上たつが、画像再構成法はいづれも数学的厳密解をデジタル化したものである。ポジットロン CT では雑音が多く、X線 CT に比べ、画質が劣っている。事象がポアソン分布に従うことを考慮して、統計的推定理論を適用すると、信号対雑音比を最適化した画像再構成ができる可能性がある。最適解を求める方程式は10年ほど前から知られているが、非線形の方程式であるため、解かれていない。数値解法で

ある、Expectation - Maximization 法が研究されているが、収束性が悪く、計算時間が長く、実用されていない。我々は1次元非線形方程式の数値解法としてよく知られているNewton法を多次元に拡張したFisher Scoring法の適用を提唱し、研究した結果、収束性に優れており、控え目に見積っても10倍程度は高速である事が判明した。計算誤差の影響で画像の分解能が理想的な場合に比較し、多少悪い問題が有り、実用に供するには改良する必要がある。

[研究発表]

- (1) T. Tomitani, "Maximum Like lihood Image Reconstruction for Positron Tomography-Theory," The 8th MIT and The 6th PACS Symposia, July 20-22, 1989, Osaka. "Implementation," ibid.
- (2) T. Tomitani, "Fisher Scoring Approach to Maximum Like lihood Estimation in Posi-tron Emission Tomography," 1990 IEEE Nuclear Science Symposium, October 22 - 27, Arlington, VA, U.S.A.
- (3) T. Tomitani, "Maximum Like lihood Image Reconstruction for Positron Tomography - Theory," Medical Imaging Technology, 7(2): 201-202, 1989. "Implementation," ibid. 203-204.
- (4) T. Tomitani, "Fisher Scoring Approach to Maximum Like Iihood Estimation in Posi-tron Emission Tomography," Conference Record of the 1990 IEEE Nuclear Science Symposium, pp. 1562-1571, 1990.

2. 電離放射線に対する細胞の適応応答および防御機構の研究

沢田文夫, 島津良枝(薬理化学研究部), 佐伯哲哉, 稲葉浩子, 森明充興, 町田勇, 本郷悦子(遺伝研究部)

- (1) 電離放射線により誘導される蛋白質の解析
X線照射ヒト培養細胞で蛋白質の誘導合成が生じ、ある種の合成活性はPLDR活性と相関することが報告されたので、その追試と解析を試みた。
ヒトメラノーマ細胞HMV-1株をX線照射してから培養し、照射後合成された蛋白質の分析を行なった。中性、酸性蛋白質の2次元電気泳動法による解析で、X線照射によりBoothmanらの報告したものとは異なるいくつかの新たな蛋白質の誘導合成が確認された。

(2) 活性酸素関連物質に対する細胞の修復、防御機構の遺伝学的研究

活性酸素関連物質に対する細胞の修復、防御機構を知るため、真核生物の酵母で活性酸素防御遺伝子の欠損変異体を分離して解析し、また酵母の各種DNA修復変異体の活性酸素感受性を比較した。

酵母の活性酸素増産剤Plumbagin (PLG) 高感受性変異体を分離したところ、① PLGのみに感受性の膜透過性に関すると思われる株、② 活性酸素の消去に関係した株、③ X線感受性でDNA修復に関係した株、の3種類が得られた。②の活性酸素感受性株は少なくとも12群からなっており、③のX線感受性株は4群に分類することができた。②のグループに属するPLGJ遺伝子がクローニングされ、解析中である。

活性酸素の1種H₂O₂による致死への感受性を除去修復、突然変異性修復、組換え修復の酵母の3修復経路に属する欠損変異体間で比較した。3修復系の各単独変異体は野生型に比べて明確な高感受性を示さない。二重変異体は明らかに高感受性で、三重変異体は極端な高感受性を示す。したがってH₂O₂によるDNA損傷は3修復系全てで処理されうるものであるらしい。

[研究発表]

- (1) 島津, 浜(稲葉), 沢田: 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990, 10.
- (2) 森明, 町田, 本郷: 日本遺伝学会第62回大会, 東京, 1990, 10.
- (3) 本郷, 森明, 稲葉: 日本遺伝学会第62回大会, 東京, 1990, 10.
- (4) 佐伯, 町田: 日本遺伝学会第62回大会, 東京, 1990, 10.
- (5) 町田, 森明, 佐伯: 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990, 10.

3. 発生過程における細胞分化および形態形成の遺伝子制御に関する研究

田口泰子・沼田幸子・三田和英・栗原靖之(生物研究部)

カイコ・メダカ・マウスと系統的に広い生物種を使って個体発生過程における細胞分化や形態形成の制御に関する分子生物学的知見を得るのを目的とした。

- 1) カイコ幼虫の成熟過程及びさなぎへの変態過程でのユビキチン遺伝子の転写活性を調べた。5令期のカイコ後部絹糸腺mRNAから作成した

cDNA ライブラリーから 1 種のユビキチン cDNA をクローン化し、塩基配列を決定した。これをプローブとして 3 令からさなぎまでの成育過程の後部絹糸腺でのユビキチン遺伝子の挙動をみると、後部絹糸腺では 2 種のポリユビキチン遺伝子と 1 種のモノユビキチン遺伝子が転写されていて、成長段階に応じて mRNA 量が変動した。特に、モノユビキチン遺伝子の mRNA は幼虫初期とさなぎ形成期に顕著に増加していた。またモノユビキチン遺伝子は熱ショック処理でも著しく活性化された。このモノユビキチン mRNA はポリ A テールのない特殊な構造をとり通常の mRNA のそれと異なることが判った。

2) メラニン産生が抑制されているアルビノメダカ胚 (i3bR 系統) にマウスチロシナーゼ遺伝子 (ptr-Tyr4) を導入し、発生過程での黒色素細胞の分化とメラニンの産生を観察し、外来遺伝子の発生過程での発現を検討した。卵母細胞 689 に DNA を注射し、約 50% が受精し発生を開始した。そのうち形態形成を開始して後期胚まで達した 105 のうち 12 個体の眼胞に黒色素胞がモザイク状に分化し黒化をした。しかしこれらの胚は全て発生異常をともなって致死に至った。ふ化をした 57 の稚魚は黒化は認められなかった。成魚になった 26 中 10 匹について交配テストをして、7 匹から子孫 (F₁) の採卵に成功した。7 匹中 3 匹から採取した卵の発生過程で肉眼的に判別できる胚体の黒化を示すものがみられた。また、これらの同腹の胚には眼胞が黒化したものが多数みられた。この結果はメダカ卵に導入されたマウスチロシナーゼ遺伝子が、メダカ胚の発生段階で発現することを示す。子孫等に注射した DNA が検出されることをドットプロット法で確かめた。

3) マウス着床前期の初期胚に発現する DNA 転写因子遺伝子の単離のために、少数の細胞から cDNA ライブラリーを作成する方法を検討した。まず細胞溶解液から単体に結合したオリゴ dT を使って直接 mRNA を回収し、そのまま一本鎖 cDNA 合成及び PCR 法でその DNA の増幅を行い、cDNA ライブラリーの作成を試みた。現在までに細胞溶解液から効率よく mRNA を直接精製することと担体状の mRNA から一本鎖 cDNA を合成することに成功した。これら二つの方法を組み合わせて効率よく cDNA ライブラリーを作成できるかを検討中である。

【研究発表】

(1) Ichimura, S., Mita, K., Neno, M., James T.

C. and Bond, L. I. : J. Cell Biol., 111, 123a (1990).

(2) Mita, K., Ichimura, S. and Neno, M. : J. Mol. Evol., 33, 216-225 (1991).

4. 白血病の癌化と治療に関する研究

(1) 細胞のプログラム死と癌化に関する研究

武藤正弘 (生理病理研究部)、大山ハルミ (障害臨床研究部)

最近、細胞内在遺伝子にプログラムされている細胞死“プログラム死”(Apoptosis) が損傷細胞などの積極的排除機構として働き、多岐にわたる生命現象に関与していることを示唆する多くの知見が得られている。細胞の癌化は、こうした正常のプログラム死機構からの逸脱により無限増殖機能を獲得した結果生じているとの仮説が考えられている。本研究は癌化過程においてプログラム死発現機構の修飾が起こっているか否かを放射線誘発胸腺リンパ腫の前リンパ腫細胞の発生の系を使用して調べた。これまでに正常胸腺細胞は、ピーナツレクチン (PNA) に結合する分化の未熟な細胞 (PNA 陽性細胞) と PNA に結合しない成熟細胞 (PNA 陰性細胞) に分けられ、PNA 陽性細胞は、フォルボールエステル (PMA) と Ionomycin 存在下でプログラム死が生ずることが知られている。また、前リンパ腫細胞は、照射後早い時期に TL-2 陽性細胞の中に生ずることを明らかにして来た。これら TL-2 陽性細胞と PNA 陽性細胞の関係を調べるために、FITC 標識した PNA と PE (Phycoerythrin) 標識した抗 TL-2 抗体とで、2 重染色し解析したところ、TL-2 陽性細胞は、PNA 陽性細胞であることが明らかになった。そこで、放射線照射後 1 ヶ月目の胸腺細胞の PNA 陽性細胞を分離し、PMA と Ionomycin で培養し H³-TdR のとりこみを見ると、正常細胞では増殖能を示さないのに対して、照射個体の PNA 陽性胸腺細胞は増殖能を示した。さらに PNA 陽性細胞中にある前リンパ腫細胞が、PMA と Ionomycin で増殖維持出来るかをみるために、照射後 1 ヶ月目の B10.Thy 1.1 マウスの胸腺細胞を個体別にとり、2 つに分けて一方は B10.Thy 1.2 マウスの胸腺に移植し、もう一方は、PMA と Ionomycin 存在下で 3 日培養し、その後 B10.Thy 1.2 マウスの胸腺に移植し、donor 由来 T 細胞リンパ腫の発生頻度を調べた。この結果、照射後 1 ヶ月目において胸腺に前リンパ腫細胞が発生していた個体の約半数 (43%) の前リンパ腫

細胞は、PMA と Ionomycin 存在下でプログラム死を生ずることなく増殖維持されることが明らかになった。この様に、未熟な胸腺細胞は PMA と Ionomycin 存在下でプログラム死を起こすという実験事実を指標にして見た場合、約半数個体から発生して来た前リンパ腫細胞は、プログラム死発現機構に修飾が生じていることが示された。

また、プログラム死の機構を調べるために、これまでは正常胸腺細胞を使用して来たが、これらの系はヘテロの細胞集団であることや無処理の正常胸腺細胞を培養した場合でも、低い割合で DNA 断片化が生じてしまい、苦慮してきた。そこで *in vitro* で培養出来る胸腺リンパ腫細胞 3 株 (K2B, 3SB, TIGN) を使用して、種々の処値をすることにより、プログラム死が生じないかを検討し、プログラム死に伴う細胞内の変化について解析を行なった。

その結果これらの細胞は、X線に非常に感受性で 2Gy まで線量に直線的 (70%) にプログラム死を起こして死ぬことが明らかになった。またシクロヘキシミドの処理でプログラム死が抑制され、また、予備実験の段階であるが 2 次元電気泳動で調べると照射によって蛋白の消長が認められ、今後さらに詳細な解析を行なう予定である。

[研究発表]

- (1) Muto, M., Kubo, E., Kamisaku, H. and Sado, T.: J. Immunol., 144, 849-853, 1990.
- (2) 武藤、久保、石原、佐渡：日本免疫学会第20回大会、東京、1990、11.
- (3) 大山、山田：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10.
- (4) 山田、太田、藤井、中田、大山：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10.
- (5) 大山、玉本、耿、山田：日本組織培養学会第64回大会、相模原、1991、3.
- (6) 太田、杉山、大山、山田：日本組織培養学会第64回大会、相模原、1991、3.
- (7) 耿、大山、山田：日本医学放射線学会第31回生物部会、京都、1991、4.

白血病の癌化と治療に関する研究

(2) 放射線誘発白血病に対する Adoptive Immunotherapy の開発に関する研究

相沢志郎 (生理病理研究部)、小木曾洋一 (内部被ばく研究部)

白血病細胞特異的免疫反応の誘導及びその機序に関する研究は必ずしも十分でなく、どの程度一

般的に白血病細胞特異的免疫反応の誘導が可能であるか明らかでない。もし白血病細胞特異的免疫反応が誘導可能であれば、非特異的障害作用を伴わない治療法としてその有用性が期待される。本研究では、白血病細胞特異的免疫反応の誘導が可能であることが明らかとなった放射線誘発白血病細胞を用いてその免疫反応の機序を解析し、白血病細胞に対する免疫療法の開発の可能性を検討しようとした。

放射線照射により不活化された白血病細胞を腹腔内投与することにより同系マウスを白血病細胞に対して抵抗性にすることが出来る、即ち免疫原性のある C3H マウス由来の放射線誘発骨髄性白血病細胞 (LE750) を用いた。白血病細胞で免疫した C3H マウスからの脾細胞、あるいはこの脾細胞を更に *in vitro* で活性化した後に白血病細胞移植マウスに静脈内投与し、抗腫瘍活性の発現を比較検討した。

白血病細胞を静脈内移植したマウスに免疫したマウスからの脾細胞を投与することにより、著名な抗腫瘍効果が観察され免疫マウスの脾細胞を用いた adoptive immunotherapy が可能であることが示された。さらに投与前に脾細胞を抗体と補体で処理することによりヘルパー (L3T4⁺) あるいはキラー (Lyt2⁺) T細胞サブセットいずれかを除いた場合抗腫瘍効果が観察されなくなることから、抗腫瘍効果の発現にヘルパー及びキラーT細胞が重要であることが明らかになった。更に免疫したマウスからの脾細胞を直接投与するのではなく、不活化した白血病細胞と *in vitro* で 2~4 週間培養した後に、白血病細胞移植マウスに投与しても抗腫瘍効果が観察された。この場合もまた同様に抗腫瘍効果の発現に両T細胞サブセット存在が必要であり、加えて移植細胞数当りの抗腫瘍効果活性が増強した。次に白血病細胞特異的キラーT細胞長期培養株を樹立し、このキラーT細胞株を用いた抗腫瘍効果の発現の可能性を検討した。しかしキラーT細胞株を白血病細胞移植マウスに頻回移植しても、ヘルパーT細胞要求性を満たすために頻回インターロイキン2を投与しても有意な抗腫瘍効果は観察されなかった。

放射線誘発骨髄性白血病細胞 (LE750) に対して免疫マウスからの脾細胞を用いた adoptive immunotherapy が可能であること、更に *in vitro* 培養により抗腫瘍免疫活性の増幅が可能であることが示された。また今回用いた白血病細胞の場合は抗腫瘍免疫反応の発現にヘルパー及びキ

ラーT細胞両サブセットの存在が重要であることが明らかとなった。

[研究発表]

- (1) Aizawa, S. and Sado, T.: Cell. Immunol., 130, 1-10, 1990.

5. 生体防御物質による組織修復機構の解明

青木芳朗 (障害臨床研究部)、色田幹雄 (薬理化学研究部)、大原弘、坪井篤、田中薫、小島栄一 (障害基礎研究部)、安藤興一 (臨床研究部)、宮本忠昭 (病院部)

薬剤・放射線による生体組織障害を防護・軽減化する化合物を総称して生体防御物質と呼ぶ。本研究では、細胞内で合成・分泌される物質や合成化合物に関して、放射線造血器、個体生存日数、細菌感染への抵抗性の点について調べ、更に乳酸桿菌や溶連菌の死菌・抽出物質による放射線防護作用について検討した。

リコンビナントサイトカインであるIL-1 α を、放射線照射の半日前に投与すると、腸管陰窩クリプト細胞の放射線感受性が低くなり、放射線腸管死が防護できることを発見した。IL-6の連日投与では、分化途中の造血幹細胞 (BFU-EとGM-CFC)を増加させたが、放射線障害の回復促進は認められなかった。G-CSFを放射線照射後に連日投与すると、造血幹細胞 (CFU-C)、白血球そして血小板が早期に回復した。化学合成された胸腺ホルモン (FTS)にも放射線骨髄死を抑制する作用があることを見出した。

乳酸桿菌製剤 (LC9018)を放射線照射後に投与すると、内因性CSF活性が高値に保たれ、放射線障害からの延命作用が認められた。更に、溶連菌製剤 (OK-432)による脾臓での赤血球産性能の回復促進、免疫賦活剤ベスタチンや免疫抑制スパガリンによる造血幹細胞の増加、抗癌剤エトポシドによる放射線骨髄幹細胞の回復促進作用についても解析を行なった。

[研究発表]

- (1) S.-G. Wu. and T.Miyamoto : Radioprotection of the intestinal crypts of mice by recombinant human interleukin-1 α . Radiat. Res. 123, 112-115, 1990.
- (2) Z.Pojda and A.Tsuboi : In vivo effects of human recombinant interleukin 6 on hemopoietic stem and progenitor cells and circulating blood cells in normal mice. Exp. Hematol. 18, 1034-1037, 1990.

- (3) H.Kobayashi, H.Abe, A.Awaya, H.Inano and M. Shikita : Serum thymic factor as a radioprotective agent promoting survival after X-irradiation. Experientia 46, 484-486, 1990.

- (4) 上島久正, 福津久美子, 大原弘, 青木芳朗 : X線照射マウスの赤血球造血能に及ぼすOK-432の作用, 第33回放射線影響学会, 1990, 10, 仙台

- (5) 山田滋, 安藤興一, 小池幸子, 磯野可一 : Etoposideによる放射線防護作用の解析, 第49回日本癌学会総会, 1990, 7, 札幌 他7件

6. 海洋生物による微量元素の高濃度蓄積とその生化学的意義に関する研究

中原元和・石井紀明・中村良一・鈴木讓 (海洋放射生態学研究部)・花木昭 (薬理化学研究部)

海洋生物の中には、特定の臓組織に特定の元素を高濃度に濃縮するものが観察される。例えば、古くは二枚貝のカキが外套膜やエラにZnやCuを緑色になるほど蓄積するいわゆるミドリガキの現象や、ある種のホヤがバナジウムを高濃縮するという報告がある。前者にはZnの様に生物にとって毒性の強い金属が環境水中に多い場合に発現し、これらの元素からの一種の自己防衛機構と考えられ、後者は血液中のガス交換を担う色素成分の一部となっていることが分っている。この他にマダコのエラ心臓へのCo, Fe, Znなどの元素の高蓄積、二枚貝であるワスレガイやシャコガイの腎臓へのMnやZnなどの高蓄積等については、その濃縮メカニズムや生化学的意義の解明がなされていない。本研究はこれらの点を明らかにすることを目的とする。

マダコのエラ心臓、ワスレガイ及びシャコガイの腎臓について、先づ光学顕微鏡や電子顕微鏡による組織の形態観察を行なったところ、エラ心臓、腎臓ともに多数の顆粒が観察された。ワスレガイの腎臓では顆粒は細胞外に存在したが、シャコガイの腎臓、マダコのエラ心臓では細胞内顆粒であった。さらに、これらの組織の元素を電顕分析したところ、これらの組織に特異的に濃縮される元素の大部分は顆粒に存在することが分かった。

シャコガイの腎臓内に存在する顆粒の大きさは、直径10 μ m程度であり、その内部には同心円状の層状構造が観察された。シャコガイの腎臓から顆

粒だけを取り出して精製し、顆粒の化学組成について調べたところ、Ca, Pが10%程度、Mn・Znが数千ppm程度含まれていることが分った。

以上の結果から、Ca, P, Mn, Zn等を多量に含む金属顆粒の存在が、腎臓やエラ心臓による特定元素の高濃度蓄積現象に最終的につながったものと推定された。これらの金属顆粒の生成メカニズムの推定には、さらに顆粒の極所構造解析が必要と思われる。

【研究発表】

- (1) 中原元和、中村良一、鈴木譲：第33回放射線影響学会、仙台、1990.
- (2) 中原元和、中村良一、鈴木譲：平成3年度日本水産学会春季大会、東京、1991.
- (3) Ishii, T., Nakahara, M., Matsuba, M., and Ishikawa, M. : Determination of ^{238}U in marine organisms by inductively coupled plasma mass spectrometry. Nippon Suisan Gakkaishi, Vol. 57, 779-787, 1991.

(1) 国際研究協力

1. サイトカインおよび造血因子による造血幹細胞の放射線障害の修飾効果に関する研究

坪井篤、ジグムントポイダ*、田中薫、青木芳朗**、*科学技術庁100人フェロー、**東京大学医学部

ガンの治療上、特に血液系ガン以外のガンを治療する上で、造血幹細胞の保護の重要性は第15回国際ガン学会で指摘されており、この幹細胞の保護の内容は制ガン剤または放射線でガンを治療する前に、患者より幹細胞を採取し、ガンの治療中にその細胞を保存し治療後幹細胞を患者に移植するいわゆる自家移植である。しかし、この幹細胞の移植率はかならずしも高くないために、ガンの治癒率が上昇しないと云う問題がある。そこで、幹細胞の自家移植率をサイトカイン等により高める研究が要求されており、ここに掲げたテーマはその基礎研究とも云える。

本報告はサイトカインとしてIL-6を、造血因子としてG-CSFを用い、マウスに投与し、in vivoにおける造血系の刺激効果、放射線を照射し、マウスにIL-6およびG-CSFを投与し、造血系の変化およびマウスより採取した幹細胞をin vitroにおいてIL-6やIL-3と作用させた後の幹細胞の活性についてポーランド国から来日した、Dr. Z. Pojda等と共同研究を行った。

G-CSFをマウスに投与すると、骨髄中のCFU-SおよびProgenitor (GM-CFC, BFU-E, Mix-CFC)はいずれも減少するけれども、脾臓中のCFU-SとそのProgenitorはいずれも増加した。また、末梢血中の好中球はG-CSFの投与により上昇したが、リンパ球は減少し、また、赤血球の有意な低下が認められた。IL-6をマウスに投与すると骨髄および脾臓中のCFU-Sは全く変化はないけれども、GM-CFCおよびBFU-Eの上昇が認められた。末梢血中の好中球および血小板はIL-6の投与により上昇するが、赤血球には変化が認められなかった。この結果の意味することはin vivoにおいてIL-6が血小板系および赤芽系を増殖刺激し、G-CSFが赤芽球の増殖を抑制的に作用し、幹

細胞を末梢血中に移動させることである。次に、照射したマウスにIL-6およびG-CSFを投与し、マウスの造血系の変化を調べた。IL-6の単独投与では造血系幹細胞の放射線障害から回復が遅延する傾向にあったが、G-CSFとの混合投与により、その回復遅延は解消され、促進された。以上の結果はサイトカインや造血因子の複合投与が造血幹細胞の活性化に有効であることを示唆している。in vitroにおけるIL-3等のサイトカインの幹細胞に対する刺激効果はそれほど顕著でなかった。

[研究発表]

- (1) Pojda, Z. and Tsuboi, A.: *Exptl. Hematol.* **18**, 1034-1037, 1990.
- (2) Pojda, Z., Aoki, Y. and Tsuboi, A.: *Immunol. Cell Biol.* **68**, 231-234, 1990.

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、白石久二雄、大桃洋一郎(環境放射生態学部)、小柳卓(那珂湊支所)、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のうち、なお確立されていないアジア人に関する人体の諸特性および関連データの評価および集約と管理を行い、標準アジア人の設定に資することを目的としている。

前年度、IAEA-RCA共同研究計画「標準アジア人のための身体的(解剖学的)、生理的ならびに代謝的特性の集成」が5ヶ年計画として発足し、現在日本を含め参加国は11である。当面の優先的研究課題は、身体計測値、(可能な場合は)器官重量および各種食品の摂取量とし、元素摂取量等は参加国と地域協力で委ね、水戸会議(1988年)で検討した方法に従ってデータ収集が行われている。

本年度の会合は、主催国の事情のため遅れ、来年度4月にボンベイで開催されることになった。身体計測値(身長、体重等)に関する国民栄養調査、学校保健統計のデータ収録を行った。正常日本人の器官重量については0才児から80才代まで

の男女のデータを収録した。各種食品の国民一人一日当たりの摂取量および消費量に関する資料は、国民栄養調査および食糧統計からの収録を継続している。

元素の摂取量に関しては、日本各地の日常食試料の ICP - AES 等による分析測定値から得られた成人 1 人 1 日当り摂取量を中心にデータを集めた。化学分析に関する国際協力としては、ある参加国の日常食試料の分析で研究協力を行った。なお、本研究の推進のため、諸制度を活用して参加国の研究者を毎年少なくとも 1 人を招へいし技術移転に努めることが望ましい。

次年度は、各参加国が収集したデータを持ち寄り、方法論の検討を含めて、評価・検討を行うことが期待される。引き続き所内外の協力を仰ぎたい。

3. 放射性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）

近年、チェルノブイリ事故を契機として公衆の放射線被ばくの防護が大きな関心を集めており、国際原子力機関（IAEA）では放射性物質の摂取にともなう被ばくに関連して、公衆のための放射性核種単位摂取量当りの線量当量、いわゆる体内被ばく線量係数を検討することを目的とした共同研究計画を発足させた。検討の結果は国際放射線防護委員会（ICRP）が将来出版すると予想される公衆のための年摂取限度に大きく役立つものと考えられる。公衆の被ばくを考えると、その構成員には胎児が含まれることに注意を払う必要がある。一般に胎児段階では放射線感受性が高いと考えられているが、胎児における放射性核種代謝に関しては不明な点も多い。したがって胎児に対する線量計算法は未だ確立されておらず、広い方面から胎児に関する代謝情報を収集し、これを確立していく必要がある。

本研究の目的は国際原子力機関の共同研究計画の一環として動物実験により放射性核種の妊娠母体での挙動ならびに胎児移行に関する知見を蓄積し、胎児の線量算定の精度向上に資することである。

本年度は体内移行性の低い核種に着目し、放射性セリウム、銀などの核種に関して母体から胎児あるいは受胎産物への移行の様相を詳細に観察し、投与経路との関連等についての解析を行った。また、トリチウムおよび¹⁴C有機化合物の胎児移

行を調べる実験も並行して行い、胎児の急激な成長にもかかわらず一般的には胎児側よりも母体の方が線量が大きくなることなど興味深い知見を得た。さらに、器官形成期のラットの胚を全胚培養し、放射性物質の移行を観察する実験も開始した。この研究によって母体側の影響のない状態での取り込み速度を明らかにすることができ、胎児研究の重要な方法となることが期待できる。

〔研究発表〕

- (1) 稲葉、西村：日本保健物理学会第25回研究発表会、つくば、1990、5。
- (2) 高橋ほか：日本放射線影響学会第33回大会、仙台、1990、10。

4. (日ソ共同研究) 放出された放射性核種による低レベル放射線の健康および環境影響についての共同研究

小林定喜、内山正史、岩崎民子、藤元憲三、中村裕二、土居雅広（総括安全解析研究官付）、川島勝弘、中島敏行、丸山隆司、野田豊（物理研究部）、隈元芳一（物理研究部併任）、越島得三郎（養成訓練部）、小柳卓（那珂湊支所長）、大桃洋一郎、村松康行、白石久二雄（環境放射生態学研究部）

1. [まえがき]

1988年12月に開催された日ソ科学技術協力委員会第5回年會議において、チェルノブイリ事故に関して「微量の放射能放出が人体および環境に与える影響についての共同調査、a) 体内に蓄積された放射線量の決定、b) 外部放射線の影響のレベルの定量的決定」を放射線医学分野における研究協力課題として実施することが公式に承認された。同年末に調査研究の全体計画について日ソ双方が合意し、ソ連側はソ連邦医学アカデミー放射線医学全ソ科学センター（AUSCRM）を、日本側は科学技術庁放射線医学総合研究所（放医研）を実施責任機関とし、これに両国の関連機関（ソ連側は放射線衛生研究所（レニングラード）、放射線医学研究所（オブニンスク）など、日本側は日本原子力研究所（原研）、動力炉・核燃料開発事業団（動燃））が参加するという形態で、1989年から共同研究が発足した。第1期（1989～1995年）の実施研究課題は表1の通りである。

2. [1990年度実施状況]

年度毎の協力実施計画は研究の進捗状況を考慮しつつ前年度に協議作成したプロトコールに基づ

き、上記研究課題を適宜に実施してきている。1990年度から日本側は放医研が正式に参加することとなり、これを契機として、科技厅に「放射線医学分野における日ソ科学技術協力国内連絡委員会（田島英三委員長）」が設けられ日本国内の連絡調整に当ることとなった。この共同研究に関連して1990年6月に放射線影響に関する日ソセミナーが科学技術庁の主催により東京で開催され、ソ連における原子力施設の事故に伴う影響、および、わが国における放射線影響関連研究が報告された。このセミナーは前半の日ソ放射線影響研究に関する講演会（6月25日、26日、東京都勤労福祉会館、ソ連からの15名の専門家と日本側から約480名が参加）と後半の放射線影響研究の専門家会議（6月27日～29日、日本原子力研究所本部、日ソより専門家約100名が参加）より成り、活発な情報、意見交換がなされた。

このセミナーに引き続き、日本における共同研究（日本側から放医研、原研、動燃が参加）が実施された。ソ連人の成人男子についてセシウムの生物学的半減期を確認すること、および、現在の体内の放射性セシウム量を把握することを目的として全身の放射能計測を行ったところ、生物学的半減期については昨年度の結果と併せて解析した結果、ICRPの標準人の勧告値と同程度の数値が得られた。また、体内の放射性セシウムの減少速度が大きいことが判明したが、これは汚染食品流通上の介入措置の効果が現れているものと考えられた。これらの計測実験に加えて、那珂湊支所、原研、動燃、放医研において施設見学や情報交換が行われた。

同年9月下旬から10月上旬に放医研、原研、動燃から5名が「人体放射性セシウム分布の型とパラメータに関する調査と研究および、全身カウンタの相互比較に関する研究」および「日ソにおける個人線量計の相互システムの開発」の研究課題を実施するため訪ソし、AUSCRMと白ロシア共和国保健省放射線医学研究所ゴメリ支所で研究活動を行った。放医研（安全解析）で作成した人体計測学的ファントム（成人男子用）とソ連製ファントムとをソ連の4つの施設において、固定式、携帯式、それぞれ3種類のホールボディモニタで計測し、計測値の信頼性について解析した。一部を除いて良好な信頼性が得られたが、ファントムの形状が精巧になるほど信頼性が高まる傾向が示され、放医研の人体計測学的ファントムは高い評価を得た。外部被曝については、30km圏内の

4つの放射線場でソ連側の電離箱、GM管等の測定器と日本側の携帯型ガンマスペクトロメータによる空間線量の測定が行われ、検出器としてNaIを用いる場合には、読み取り値の信頼性に疑問のあることが再確認された。また、チェルノブイリ周辺家屋内の蔗糖や建築材料（レンガ等）を用いてのESRや熱ルミネッセンスに基づく外部放射線量の再現推定の研究も進められた。この訪問においてウクライナ、白ロシア両共和国における当事故の影響研究の現状について、多数の情報が得られた。その中で環境放射生態学の観点からチェルノブイリ事故の環境影響研究の問題点について意見交換が行われ、食品の灰化試料の提供をうけて放射性核種の定量等を行うことになった。また10月上旬から中旬にかけて、放医研から1名が訪ソし、「外部放射線の影響のレベルの数量の決定（外部被曝の影響調査）」研究について測定試料の収集、方法論の検討等の共同研究をAUSCRMで実施した。

3. [今後の課題]

チェルノブイリ事故の特色はあらゆる年齢層の人々が低線量、低線量率で被曝し、現在も被曝し続けていることである。このことによる健康への影響を適切に把握するために、直接人体測定による内部被曝線量を評価する方法論の実験的検討の充実、外部被曝線量の再構成、被曝線量やリスクの予測モデルの構築について共同研究を進め、また、自然放射線等と当事故とのリスク比較についても共同研究を進展させることを期している。

当研究は日ソ科学技術協力協定の枠組みの下に実施されてきたものであるが、一方IAEA,WHOなどの国際機関による国際共同研究プログラムの準備が進みつつあるので、日ソ科学技術協力国内連絡委員会および放医研の日ソ共同研究実行委員会等において、研究課題の選定や実施方策について全般的な見直しと調整を行うことが今後必要になると思われる。

[付記]

本研究は所内外の多くの方々の御援助と御協力の下に発足し、進められてきている。技術面に関しては技術部第1係鶴沢勝己、杉山祐士、斉藤和典、放射線安全課津浦伸次の各氏に技術的援助をいただいている。事務面に関しては淵上国際研究協力官および竹内茂男企画課統計係長をはじめとする企画課の担当の方々の御協力に負うところが大きい。その他、共同研究実施に際して特段の御援助と御協力をいただいた方々は下記の通りであ

る。記して感謝の意を表する。

寺島東洋三（前所長）、松岡理（前科学研究官）、小沢俊彦（薬理化学研究部）、河村日佐男、内田滋夫（環境放射生態学研究部）、岩倉哲男、藤高和信（環境衛生研究部）、稲葉次郎（内部被ばく研究部）、中山隆（管理部企画課）、飯島敏哲（原子力工学試験センター）、河村正一（日本保安用品協会）、東郷正美（東京大学）、小泉勝三（動力炉核燃料事業団）、アロカ(株)、千代田保安(株)、富士電気(株)、日本原子力研究所東海研究所保健物理部・環境安全研究部、動力炉・核燃料開発事業団安全部及び東海事業所安全管理部、放医研日ソ共同研究実行委員会、総括安全解析研究官付技術補助員。

表 1 日ソ共同研究課題（1989-1995年）

<p>1. チェルノブイリ原子力発電所事故後の放射能汚染上昇地域における集団の内部および外部被ばくによって個人および集団線量が生ずる基本原理の研究</p> <p>1.1 放射性セシウムによる内部被ばくの研究</p> <p>1.2 外部被ばくの測定</p> <p>1.3 全身カウンタの相互校正</p> <p>1.3.1 ソ連および日本において採用されている校正システムの比較と解析</p> <p>1.3.2 可能であれば双方より3名ずつの、厳密に校正した量のCs-137とCs-134とを体内に有する専門家志願者について</p> <p>1.3.3 種々の年齢および人種の人の「成長体重」比をモデル化した、結合型ファントム（体積を合わせ、放射性核種濃度を均一にしたもの）について</p> <p>1.3.4 人体内において不均一に放射性核種が分布しているのをモデル化したファントムについて</p> <p>2. 原子力発電所事故後における集団の被ばく線量を過去に遡って間接的に算定するソフトウェアの考案と最適化、および将来の線量の予測手法の考案</p> <p>2.1 人のガンマ線被ばく線量を計算・測定する方法の相互校正・比較</p> <p>3. 機器による遡及的線量測定と登録システム</p> <p>3.1 日本側の装置を用いて、生体試料及び日用品材料についてのESR測定による被ばく線量推定</p> <p>4. チェルノブイリ事故、自然放射線源および医療被ばくによる集団被ばく線量の比</p> <p>5. 線量登録システムの調査と最適化</p>

(12) 官民特定共同研究

1. 小核の自動検定システムの開発に関する研究

山本幹男、村山秀雄（物理研究部）、山田武（生物研究部）、古瀬健、吉田和子（生理病理研究部）、早田勇（障害基礎研究部）

小核は、赤血球などの内に1～数個の丸い小物体として観察される、異常な細胞核片である。小核検定は、化学物質や放射線などの突然変異原によって誘発される細胞損傷の有無をみる簡易法である。したがって、近年薬剤などの毒性試験の検定法として義務付けられ、広く利用されている。しかし、人が顕微鏡下で一つ一つ判定しカウントしなければならず、人手がかかるため、その自動化の社会的ニーズが高い。

多くの分野において自動化が進行している中で、人が、眼で観察し、判断することを自動化する画像認識の分野、とりわけ、生物体のように形状のあいまいな対象に対しては必要が高いにもかかわらず、コンピュータが最も苦手な分野であるために、著しく研究開発が遅れているのが現状である。

本研究では、小核の自動検定システムを開発することを目的として、(株)オムロンライフサイエンス研究所と共同で平成元年より3年間の予定で、以下の研究を行っている。

1. 小核画像の特徴抽出に関する研究。
2. システム設計に関する研究。
3. システム化に関する研究。

2年度目は、以下の研究成果を得た。

1. 標本作成法に関する研究：
イ) 小核自動試験に適した、ラットまたはマウスの骨髓標本作製方法を考案した。

従来の方法では、赤血球を含む種々の有核血球が骨髓中に含まれることや、小核の出現頻度が非常に少ないことから、小核の解析に莫大な時間と労力を必要とした。またスライドグラス上に引きガラスで塗抹するには熟練技術を要した。本考案では、これらの問題を解決し、特別な技術を要さずに、容易に安定した標本作製でき、特許出願中である。

2. 小核細胞のパターン認識に関する研究：
イ) 3原色それぞれで撮影された3つの画像を基にして、ラットの末血中の赤血球中に存在する小

核について、次の5つの分野に、パターン認識で分ける手法を開発した。

分類：(1)小核を有さない成熟赤血球、(2)小核を有する成熟赤血球、(3)小核を有さない未成熟赤血球、(4)小核を有する未成熟赤血球、(5)その他。

ロ) これら5分類の典型的な赤血球6200個に関するテストでは、目視による分類と自動による分類の一致率は97.5%と良好な結果を得た。

3. システム設計に関する研究として：

イ) 小核用顕微鏡自動焦点合せ機構を考案した。小核は、細胞中に存在する小物体であるため、その存在位置が細胞の上方部、中部、下方部とでは同時に焦点を合わせることができず、ぼけてしまい、数え落としの原因となる。そこで、0.1 μm 間隔で焦点を自動的に合わせ精密な方法を考案し、特許出願手続き中である。

ロ) 小核の自動検定装置のシステムを設計した。本システムは次の機構を有す。一つのカセットに50枚のスライドグラスを格納でき、このカセットを6個まで（合計300枚）セットでき、自動的に油浸をし、特別な自動顕微鏡下に送り出す。スライドグラス上を順次2次元スキャンしながら、前記の自動焦点法で、3つのカラー画像を撮像する。これらを特別なハードウェアプロセッサならびにソフトウェアにより分析し、自動分類する。

ハ) 上記のシステムの内、本年度は機械部を試作し、良好な動作を確認した。

〔研究発表〕

- (1) 山本、早田、野原、他：Med. Img. Tech., 8, 323-324, 1990.
- (2) 山本：Med. Img. Tech., 8, 413, 1990.
- (3) 山本、早田、野原、他：日本医用画像工学会第9回大会，東京，1990，7.
- (4) 加藤、宇都宮、井上、山本、早田：Med. Img. Tech., 8, 476-484, 1990.
- (5) 加藤、宇都宮、井上、山本、早田：計測自動制御学会第10回パターン計測部会，27-33, 1990.
- (6) 加藤、宇都宮、井上、山本、早田：電子情報通信学会春期全国大会，7, 238, 1990.

Ⅲ 技術 支 援

1. 概 況

施設関係業務については、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、2年度は経年による老朽化が甚だしい病院棟（機械室）空調設備の更新を行った。

共同実験施設関係業務では、電子凍結マイクローム、CHN 元素分析装置、DNA 塩基配列決定装置の新規設置、高感度分光光度計の更新及び RI 棟の動物用ホールボディカウンタのオーバーホールを行うなど機器及び各実験室の効率的利用を図った。

照射室関係業務では、バンデグラフ型放射線発生装置のオーバーホールを行うと共に、バンデグラフ棟操作室に恒温恒湿装置を設置した。他の照射装置についても必要な保守を行い円滑な運用を図った。

内部被ばく実験施設関係業務では、前年度に引き続き各設備は 24 時間フル稼働運転を継続した。また、各係においては研究の進展にともな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。

データ処理関係業務では、汎用電子計算機 ACOS-650（日電製）の更新を行い、東芝製の AS-4470GX を中心とする分散型システムの導入を決定し、そのための環境設定を行った。

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、教育訓練およ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、前年度末から開始されたプルトニウム投与実験に伴い、保安規定に基づく核燃料物質等の使用に関する安全対策の周知徹底を図った。

また、老朽化対策として、アルファ線棟の吸気系フィルタチェンバ及び一部ダクトの改修が行われた。

動物物管理業務では、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ともに、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、本年度はより積極的にマウス受精卵の凍結保存を推進した。

サイクロトロン関係業務では、サイクロトロンの運用並びにアイソトープ生産業務等の円滑な管理運営に努めた。また、装置本体及び関連設備の整備拡充を積極的に図ると共に、運転及び生産体制の充実を図った。

(1) 本体関係では、本年度も装置は概ね順調に稼働し、ほぼ予定通りマシンタイムを消化することができた。これまで実施してきた性能向上、改良工事の成果によりサイクロトロンの稼働状況は良好であり、種々のニーズに対応出来る環境になってきている。

本年度も前年度に引き続き装置・設備の改良・更新等の老朽化対策を強力に推進した。冷却系では東側分配盤の流量計・バルブ類を全て更新した。高調波コイル電源等の電源類の更新も実施した。

運転面では、パルス化した 80MeV 陽子の加速テストと陽子治療コースへの輸送を行い、運転パラメータの確立と運転技術の修得を行った。

運転体制については、サイクロトロン利用の多面化に伴い、操作・監視対象が多様かつ複雑化すること、更に運転時間の延長等を考慮して、初めて外部より運転要員を受入れて運転管理体制の充実を図った。

付帯設備では、空調設備等の老朽化対策として、膨張水槽の補修及び冷却塔等の更新を行った。

(2) 装置等の性能向上研究業務では、昨年度に引き続き垂直入射系の建設に務め、2月末にサイクロトロン本体への組み込みを完成させた。次年度、系の調整運転を第一段階として実用化に向け試験運転を開始する。

(3) RI 生産業務では、製造した短寿命放射薬剤を核医学診断・研究用として関連研究部へ定期的に提供した。

設備面では、ホットラボ 2 室体制を効率的に活用するため多目的自動合成装置を整備し、作業者の放射線被ばくの低減化と放射薬剤製造の効率化を図った。また、液体クロマトグラフを設置して、品質管理業務の効率化を進めた。

(4) RI 生産等研究業務では、自動合成装置開発を容易にするため、装置部品の規格化を一層推進

した。また、比放射能をさらに向上させるため、試薬調製装置等の改良を行った。将来、水溶液から¹³N、¹⁸F等の高比放射能反応中間体を製造

するため、照射液等の高感度分析を開始した。
(5) 関連業務関係では、ポジトロン棟の設備整備を行った。

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、前年度同様 4300KWH の契約電力である。実際の最大月間需要電力は、平成 2 年 7 月に最高 4500KWH を記録し、最低は 2 年 4 月の 3300KWH 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、内部被ばく実験棟 45%、サイクロトロン棟（冷却水循環施設含む。）12%、晩発障害実験棟 9% であり、3 施設の合計は所内の使用電力の 66% 余りを占めている。

空調設備関係では、年次計画に基づき、平成 2 年 9 月から平成 3 年 1 月にかけて病院棟（機械室）空調設備の全面改修工事が実施された。

晩発障害実験棟ターボ冷凍機（NO.2）は、長い期間の運転を考慮し消耗部品の交換を含めオーバーホールを行った。また、内部被ばく実験棟を除く各施設の老朽化が目立ち、特に老朽化の著しい哺乳動物舎、SPF 棟等の空調設備の更新は急務である。

2 年度における物品の工作物の申込みは、木工関係で 37 件、金工関係で 62 件、合計 99 件が各部からあり、所定の工作を行った。

平成 3 年度には、年次計画に伴って X 線棟の空調設備及び電気設備（配線・器具等含む。）の改修工事を行う予定である。

2-2 共同実験施設

(1) 共同実験用機器では、電子凍結マイクロトーム（ライツ社製 1720 digital）、CHN 元素分析装置（パーキンエルマ社製 2400 全自動型）、DNA 塩基配列決定装置（アプライドバイオシステムズ社製 373A 型）の新規設置、高感度分光光度計（日本分光社製 FP-777 型）の更新を行った。これらの共同実験用機器は、多くの研究分野において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運用面では、前年度に引続き 2 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、超遠心機のオーバーホールを行うなど機器及び各測定室の整備に努めた。
- ② RI 棟関係では、動物用ホールボディカウンタのオーバーホール、サンプルオキシダイザのガス供給を集中化するなど機器及び各実験室の整備に努めた。
- ③ 組換え DNA 実験施設関係については、第 1 研究棟組換え DNA 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。
- ④ その他、本部棟地階純水製造室の電気工事を行い、電源容量の増加を図るとともに、バンデグラフ棟操作室に恒温恒湿装置を設備した。

表 1 平成 2 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	物理、薬理化学、生物、遺伝、環境衛生、臨床、障害臨床、病院	332	657
核磁気共鳴装置	1	薬理化学、臨床	145	607
液体シンチレーションカウンタ	3	薬理化学、生物、障害基礎、環境衛生、臨床、障害臨床、技術課	311	1949
放射線計数装置	各種	薬理化学、生物、生理病理、環境衛生、臨床	64	492
遠心機	各種	薬理化学、生物、遺伝、障害基礎、環境衛生、臨床、障害臨床、養成訓練、病院、技術課	543	2447
電子スピン共鳴装置	1	物理、薬理化学	89	434
ヒューマン・カウンタ	1	企画課、総括安全解析、養成訓練、放射線安全課	86	602
ローバック・カウンタ	1	物理、技術課	27	1146
高速アミノ酸分析装置	1	生物	33	700

2-3 照射棟

(1) X線棟；6台のX線装置のうち、信愛-7号、KXO-12型X線装置及びソフテックスEMB型軟X線装置は、順調に稼働した。信愛-5号は、電圧調整回路、冷却装置、リレー、スイッチ類の老朽化等による故障及び動作不良等が頻発し研究に支障をきたしたため、更新する予定であったが、メーカーの製造中止により更新することができなかった。ソフテックスCS-40は、X線管を交換したが旧型のため修理に手間取った。これらの各X線装置は、TLD線量計等の校正、医療被ばく線量測定等の物理実験、マウス・ラット・メダカ・金魚・培養細胞・卵・イースト・大腸菌等の生物照射及びマウス・ラットの撮影に使用された。EX-300型X線装置（33年度購入）は、あまりにも旧型のため部品調達ができず使用不能となった。

RI棟のシールド型X線装置（信愛-8号）は、順調に稼働し培養細胞の照射に使用された。

標準線源室の標準線源遠隔操作装置（ ^{241}Am -185 GBq, ^{226}Ra -3.65 GBq, ^{137}Cs -370 MBq）及びスタンド型照射装置（ ^{60}Co -1.85 TBq, ^{137}Cs -3.7 TBq）は、ほぼ順調に稼働し培養細胞・魚卵等の連続照射及びTLD線量計等の校正に使用された。

(2) 第1ガンマ線棟；第1照射室の回転シャッタ式 ^{60}Co -111 TBqガンマ線照射装置（前年度未設置）は、4月下旬から使用が開始された。照射

は旧型装置とほぼ同じ条件で、イースト・細胞構成物質等の大線量照射とともに、細胞・ラット等の照射実験に使用された。

第2照射室の ^{137}Cs 吊上式ガンマ線照射装置（370 GBq）は、線源駆動回路に数回故障が生じた以外はほぼ順調に稼働し、マウス・メダカ卵・細胞等の長期低線量率連続照射実験に使用された。

(3) 中性子線棟； ^{226}Ra -Be, 37 GBq, ^{241}Am -Be 185 GBq は線量校正用の中性子線源として使用された。

X線発生装置、密封線源照射装置の使用状況は表2のとおりである。

(4) バンデグラフ棟；バンデグラフ型放射線発生装置は、設置以来29年の長期にわたり使用しているが、この間メーカにおいて改良が行われているために、保守用部品の殆どが代替部品でまかなわれ本装置の純正部品は年々少なくなってきている。このため保守点検時の部品の交換には時間がかかる事が年々多くなってきている。

なお、本年度はメーカ（米国）と技術提携している日新ハイボルテージ社において設置以来はじめてオーバーホールを行ない比較的順調に稼働した。

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、中性子線は培養細胞等の生物照射に使用されたが、陽子線、中性子線とも線量測定等にも使用された。本年度の使用

表2 平成2年度照射装置使用状況

装 置 名	使用件数	使用時間数
KXO-12型X線装置	10	14.8
信愛-250型 " (7号)	579	350.1
" " (5号)	618	296.1
" " (RI棟)	196	172.2
CS-70型軟X線装置	169	145.9
EMB型 "	12	8.4
X線装置(計)	1,584	987.5
標準線源遠隔操作装置	11	54.2
スタンド型γ線照射装置	35	590.0
^{60}Co -111TBq "(第1γ線棟-1)	217	371.9
^{137}Cs -370GBq "(" -2)	*116	*3,674.0
Ra-Be-37GBq中性子線照射装置	6	4.5
密封線源照射装置(計)	264	987.4
合 計	1,848	1,974.9

*印は連続照射であるので使用件数、使用時間数の合計から除いてある

部課数は7部課、稼働時間は582.1時間であり、その割合は陽子線が91%で中性子線が9%であった。

(5) 線量管理；照射業務の一環として、アイオネクス線量計（標準線量計）及び広領域線量計（準標準線量計）の標準線源による安定性試験を定期的実施し、精度の維持管理に努めた。また、X線照射のモニタとして使用しているAE-1320型線量計、デュプレックス線量計、A-1142型線量計（RI棟）、コンデンサRメータその他の線量計の校正試験及びX線装置の出力試験を定期的実施し、照射実験の精度の向上に努めた。

(6) 液体窒素；液体窒素貯留槽については年2回の定期保守点検及び日常巡回点検を行い、保守管理上順調であった。

その利用目的の主なもの、半導体検出器の冷却、細胞組織等の凍結保存等である。使用量は年々増加の傾向にあり、本年度の受入回数39回、受入量31,209kg、使用部課数15、使用量15,625kgであった。

(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実施するほか、照射実験の技術指導、保守管理に関する技術援助をな行った。

2-4 内部被ばく実験施設管理業務

(1) 施設管理

全棟の各設備は、2年度もフル稼働運転を行った。プルトニウム使用に伴い、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共に自動制御設備、中央監視盤等の各種点検を実施し、施設・設備の保全を図った。

また、昨年度に引き続きグローブボックスのグローブポートの一部を、従来のPNC II型から新型のPNC III型に交換し、グローブ交換時の安全性の向上を図った。負圧調整上重要な高圧空気源装置を従来の水冷式から空冷式のコンプレッサーに更新し、冷却方式を簡素化してトラブル時の復旧時間の短縮を図った。

老朽化対策として、蒸気ホイラーの修理、プリー・ベアリング・キャンパス接手の交換、スクリューヒートポンプR-2のオーバーホール及び実験犬飼育室等の壁、床の補修を実施した。

日常点検通路に踏台、渡り台、はしごを設置し点検の容易さと、安全性を図った。また、棟南側給気口に金網を取付け、羽根、ワラ及びハト等の

侵入を防止することにより空調機の見回り、衛生面の向上を図った。

(2) 中型動物管理

内部被ばく実験棟犬繁殖施設では、平成2年度におけるビーグル犬の繁殖育成頭数は23頭（♀15♂8）であった。

放射線管理区域の小動物代謝室（4階）で、小動物代謝用グローブボックス飼育装置を用いてプルトニウムを吸入させた40匹のラットを5ヶ月間にわたって飼育管理した。また、小動物飼育室（2階）では特殊小動物飼育装置（グローブボックス型）を用いてプルトニウムを静脈投与したラット76匹を2ヶ月間にわたって飼育管理した。

また、特殊小動物飼育装置（フード型）を用いて年間を通し合計でマウス、2,204匹、ラット、2,426匹をそれぞれ飼育管理した。

設備については、犬自動飼育装置の経年変化に伴う修繕及び点検調整等を実施した。

犬の健康管理を目的として実施している血液検査の作業能率向上や省力化を図った。

(3) 廃棄物処理設備管理

2年度実施した乾留灰化設備による放射性廃棄物の焼却量は、以下のとおりであった。

可燃性雑個体	527.0kg
動物死体等	2,040.1kg
回収毛（Wet）	110.5kg
脱水汚泥	6,234.7kg
有機廃液	36.0kg

この結果発生した焼却灰は、619.2kgであった。

また、排水処理設備は、放射性排水13,897m³の処理を行い、このうち11,293m³を中水として再利用し、放出水総量は5,579m³であった。

一方、各設備について定期分解点検作業を実施し、設備の健全性を確認した。

なお、内部被ばく実験棟において原子炉等規制法に基づく保安規定に定められた保安訓練を全棟的に実施した。

2-5 データ処理業務

本年度は電子計算機システムの更新が認められたので、更新する電子計算機システムの機種選定について検討を継続するとともに、昭和60年度から使用してきた電子計算機システムACOS-650（日本電気製）による開発プログラム及び関連データを新機種のコード変換の作業を実施した。

新機種の選定に関しては本研究所に導入されているパーソナルコンピュータ、ワークステーショ

ン及びミニコンピュータ等がそれぞれネットワークを介してプログラム、データ、文書等を共同利用するマルチベンダー・システムの確立を目指して最新技術による仕様書を作成し、それに基づく各社からの提案書を検討した。その結果、平成3年1月に東芝(株)・東芝情報システム(株)製 AS-4470 GX と DEC 社製マイクロ VAX 3100-10 e を中心とする分散型システムを新機種と決定した。

既設の ACOS-650 のレンタルを平成2年12月末で打ち切ったが、それに先だって過去に作成したプログラム約3,500本及びデータ約2,000ファイルを新機種に変換するための準備作業を行い、研究業務の新機種への移行に遺憾無きを期した。平成3年3月に AS-4040 C を2式、AS-4040 M を1式導入し、プログラム開発作業の継続を図った。

2年度の ACOS-650 の利用状況の特徴は以下の通りである。

- (1) 実使用時間は前年度の月平均195時間から192時間とやや減少したが、これは前述のように更新機種選定作業に多大の時間がかけられ、処理室本来の運用が十分できなかったことと、11月及び12月にプログラム等の変換準備作業が集中したことによる。稼働率も前年度の137.7%から133.8%に低下した。
- (2) 使用内容からこれを見ると、前年度は延べ利用者数111人(月平均9.3人)から79人(月平均8.7人)と減少し、また、月平均の処理件数も昨年度の615.5件から606.4件とこれも減少した。この値は一昨年度と同様の傾向ではあるが、隔週土曜閉庁と利用者が小型計算機を専用利用するという利用形態の変遷が影響しているものと考えられ、今後の電算機運用方針も慎重に検討すべき時期にさしかかっていることを示している。しかし、1日当りの使用件数及び利用者1人当りの使用件数は昨年度と同様の29.7件(昨年度30.6件)及び67.6件(昨年度66.9件)と殆ど同じ値を示した。
- (3) IBM カード及びカーブプロッターの利用は全く無くなり、処理室でのフロッピー入力作業も月平均約660レコード(昨年度700レコード)と減少したが、プリンター用紙の使用量は昨年度の月平均4,673枚から5,187枚と特に12月が急激に増加した。これは当面電算機が利用できなくなることに鑑み、必要ファイル等を一齐に出力・保存したことによる。

なお、ACOS-650による開発プログラム等は、12月末までにすべて磁気テープに保存し、次期電

算機のコードに変換出来るよう準備を完了した。

2-6 研究業務

(1) 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、館野之男*、飯沼武*、松本徹* (*臨床研究部)

医用画像診断装置による診断技術の進展はめざましいものがある。特に最近ではコンピュータド・ラジオグラフィ技術と MRI 装置の研究がさかんであり、その臨床的有効性も各種の疾患について報告されている。しかしながら、これらの装置・技術が、すでに実用化されて普及している装置や技術に対してどのようなメリットがあり、欠点は何かを診療をする側からも診療を受ける側からも明確に比較検討する必要がある。特に早期癌発見率向上などの社会的要望の強い診断技術については他の良性疾患との識別能を定量的に検討される必要がある。

2年度は関連する研究として以下のプロジェクトに参加してそれぞれの成果を得た。

- a. じん肺症の診断用標準写真の選定作業に関する調査研究として、全国の施設からじん肺症例の X線写真を収集し、ILO に基づく読影シートを作成して33名の専門医が読影した結果を解析した。
- b. IAEA/RCA の共同研究として、肝臓疾患症例のシンチグラム像及び超音波断層像の診断能の比較検討に関し、日本の症例93例を各国で読影してその結果を一部解析した。また、各国の症例の収集を開始した。
- c. 肺・縦隔のリンパ節転移の状況を把握することが肺癌の治療方針を決めるうえで極めて重要であるが、実際にはリンパ節の名称が統一されておらず、このためにしばしば診断上混乱が生じている。本実験では、手術などで転移が確認された75症例202個の CT 像上のリンパ節を20名の医師が読影して問題点を明らかにするとともに、適当な定義づけを行うことによって意見の合致性が向上することが確認された。
- d. 肝臓疾患の画像診断の客観的評価研究として、従前の CT 像と超音波像との比較に、さらに MRI を追加して検討した。すなわち3つのモダリティを使って診断した85症例の画像及び臨床情報を収集し、26名の医師が2回にわたって読影した。第1回は単独モダリティのみ、第2回は3つのモダリティから読影診断し、その結果を解析し

た。

c. MRIはXCTとともに脳神経系疾患の診断に効果的とされている。このため両方のモダリティの臨床的有効度を比較評価する目的で93症例の脳神経疾患症例のCT及びMRI像を収集し、脳外科、放射線科医など26名の専門医が読影してその結果を解析した。

f. 胆のう疾患のCT像及び超音波像による診断能の比較評価研究を継続し、超音波では小さな腫瘍でも容易に診断できるためにアデノミオマトーシス、嚢胞、早期癌の発見に効果的であるが、反面、進行癌や炎症の診断には効果が少ないこと、CTは逆に直径3cm以上の大きな腫瘍、特に進行癌の診断には効果的であるほか、炎症の診断にも役立っていることが定量評価することが出来た。

[研究発表]

(1) 福久、武田、松本、飯沼、舘野：日本医学放射線学会物理部会誌10：53-61, 1990

(2) 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*、佐藤真一郎**、森田新六**、久保田進**、中野隆史**、宮本忠昭**、恒元博** (*臨床研究部、**病院部)

過去20年にわたって悪性腫瘍等の放射線治療病歴サマリーを電算機に登録し、治療成績、障害発生状況の検討及び特定条件の患者情報検索の迅速化を図るとともに、多変量解析による予後予測などの解析研究を実施してきた。

2年度は、引続きファイリング及び統計解析プログラムの開発を継続し、新電算機へのプログラム及びデータの完全移植を行った。また、医用重粒子線治療の開始に、先立ち、診療用画像ファイリング・転送、オーダーリング、予約受付、通信運搬の自動化を含む総合的な病院電算化の検討を行った。特に病歴については、これまでの経験に基づいて一層詳細な情報のファイリングを自動化するための検討を開始した。

さらに、関連学会等において共通プロトコルによる多施設間での病歴登録・解析の共同研究が実施されつつあり、これへの参加・協力も実施した。

[研究発表]

(1) 福久、武田、佐藤：INNERVISION 5(8): 43-48, 1990

(2) 福久：ROP研究会モノグラフ5, 6 (印刷中)

(3) 実験用ビーグル犬の繁殖および育成技術の開発に関する研究

福田俊、川島直行、飯田治三、早尾辰雄

1. 仔犬の疾患に関する検討

離乳食を給餌し始めた頃から仔犬にしばしば脱肛がみられ、食欲減少や化膿性炎症が起こるが、外科的処置あるいは温存療法を試みながら、発育障害を起こさないような管理方法の検討を検討した。発症には遺伝的要因が関与している可能性が認められた。

2. 血液学的及び血清生化学的検査

定期的に血液測定値及び血清生化学的測定値を蓄積しながら、正常値の検討や異常値の検出方法を行った。

3. 雌犬の妊娠及び哺乳期間のカルシウム代謝に関する検討

分娩・哺育を終えた母犬の体重の異常減少や食欲廃絶に関して、血液学的及び血清生化学的な検討を引き続き行った。

4. 雄犬の繁殖生理に関する検討

雄犬の血中テストステロン(T)の加齢に伴う変動と製巢の組織学的な変化との関係について、検討を進めた。

5. 生理的呼吸機能の測定

Pu吸入実験に備えて、成犬の呼吸機能の測定・データの検討を行い、実験供給の選択基準の検討を進めた。

6. 疾病発生に関する検討

とくに加齢に伴う疾患やがんについて、臨床学的、病理学的なデータの蓄積を行った。

[研究発表]

(1) 福田、飯田：骨の代謝と形態。86-91。1990。

(2) Fukuda, S: Exp. Anim. 39, 65-68, 1990。

(3) 飯田、福田、川島、山崎、青木、鶴田、森岡、宝田、添田：実験動物：39。9-19, 1990。

(4) 藤田*、織間*、清水*、本好、福田、山田、小泉、稲葉：第25回日本保健物理学会、つくば、1990。(*日本獣医畜産大学)

(5) 串田*、吉村*、藤田*、織間*、清水*、本好*、友田*、福田、山田、小泉、稲葉：第110回日本獣医学会、宮崎、1990。(日本獣医畜産大学)

(6) Fukuda, S.: The 3rd Workshop on Research and Development on Laboratory Animal. Tukuba. 1991.

3. 放射線安全業務

3-1 申請業務

平成2年度においては、放射性同意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）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）に基づいて科学技術庁長官の承諾を受け、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 承認使用に係る承認証訂正申請（サイクロトロン棟、ポジトロン棟）（平成2年4月6日申請）
 - ② 容器承認申請（霊長類実験照射室：137-Cs（37.8 TBq），X線棟第2照射室：137-Cs（9.6 TBq）及びSPF動物照射実験棟：137-Cs（118.0 TBq）線源の更新のため）（平成2年12月11日申請一平成2年12月28日承認）
 - ③ 承認使用に係わる変更承認申請（東海施設）（イ）フードの増設、（ロ）1日最大使用数量の減少、（ハ）3カ月間使用数量の設定、（ニ）作業室の追加（平成3年1月17日申請一平成3年2月7日承認）
 - ④ 承認使用に係る承認証訂正申請（東海施設）（平成3年3月5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2年4月16日）
 - ② 承認使用に係る使用の場所の一時的変更（養成訓練棟：養成訓練部研修生の実習のため）（平成2年10月17日）
- (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（特別研究官の追加に伴う別表(1)放射線業務に関する職務及び組織）の一部改正に伴う変更届（平成2年9月21日）
 - ② 放射線取扱主任者選任・解任届の変更届（東海施設）（平成2年9月21日）
- (4) 原子炉等規制法に基づく届出
 - ① 核燃料物質の実在庫明細及び収支報告（本所、那珂湊支所）
 - （イ）核燃料物質実在庫量明細報告書、
 - （ロ）核燃料物質実在庫量供給当事国別明細報告書(1)、（ハ）核燃料物質収支報告書）（平成2年5月8日科学技術庁長官あて提出）
 - ② 平成元年度下期放射線管理報告書（平成2年4月27日科学技術庁長官あて提出）
 - ③ 放射線管理報告書（平成元年度下期本所・那珂湊支所）
（平成2年4月27日（本所分）、平成2年4月26日（支所分）科学技術庁原子力安全局長あて提出）
 - ④ 核燃料物質受払計画等報告書（平成2年7月1日から12月31日まで）
（平成2年6月19日科学技術庁長官あて提出）
 - ⑤ 平成2年度上期放射線管理報告書
（平成2年10月29日科学技術庁長官あて提出）
 - ⑥ 放射線管理報告書（平成2年度上期本所・那珂湊支所）
（平成2年11月8日科学技術庁原子力安全局長あて提出）
 - ⑦ 核燃料物質受払計画等報告書（平成3年1月1日から6月30日まで）
（平成2年11月28日科学技術庁長官あて提出）
- (5) 原子力等規制法に基づく核燃料物質（国規物）に係る計量管理の報告
 - ① 平成2年上期核燃料物質（トリウム在庫変動）の管理報告書
（平成2年7月25日科学技術庁長官あて提出）
 - ② 平成2年下期核燃料物質（トリウム在庫変動）の管理報告書
（平成3年2月1日科学技術庁長官あて提出）

- (6) 放射線障害防止法並びに原子炉等規制法に基づく施設検査等の請求及び及び実施の件
- ①放射線障害防止法に基づく定期検査の申請
(平成2年7月12日(財)原子力安全技術センター提出)
(平成2年9月5日から同年9月7日まで実施ー平成2年10月5日承認、(財)原子力安全技術センター)
 - ②原子炉等規制法に係る保安規定遵守状況調査並びに核燃料物質使用状況調査
(平成2年11月27日実施、科学技術庁原子力安全局核燃料規制課)
 - ③放射線障害防止法に基づく那珂湊支所立入検査
(平成3年1月24日那珂湊支所実施、平成3年2月5日日本原子力研究所東海研究所構内那珂湊支所廃液保管設備実施ー科学技術庁水戸原子力事務所)

3-2 放射線安全会議

会議は、本年度3回(書面審議2回を含む。)開催され、審議された主要な議題は、次のとおりである。

- (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 内部被曝実験棟の使用に基づく安全対策
 - ④ 重粒子線がん治療装置の設置に係る建屋施設の放射線遮へい等の安全対策
 - ⑤ 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 放射線管理区域の一部変更に関する事項
 - ② 放射線医学総合研究所放射線障害予防規制の一部改正に関する事項
 - ③ その他施設検査等に関する事項

本年度の会議の構成は、議長に加藤養成訓練部長、委員に館野臨床研究部長、(本所放射線取扱主任者)、平野海洋放射生態学研究部主任研究官(那珂湊支所放射線取扱主任者)、内田環境放射生態学研究部主任研究官(平成2年4月1日から平成2年8月31日まで那珂湊支所東海施設放射線取扱主任者)、渡部環境放射生態学研究部主任研究官(平成2年(9月1日から那珂湊支所東海施設放射線取扱主任者)、石井海洋放射生態学研究部主任研究官(那珂湊支所放射線取扱副主任者)、

鎌倉管理部企画課企画係長(那珂湊支所東海施設放射線取扱副主任者)、田口管理部長、吉川技術部長(本所放射線取扱副主任者)、恒元病院部長、門間技術部放射線安全課長、丸山物理研究部物理第3研究室長、坪井障害基礎研究部障害基礎第1研究室長、青木障害臨床研究部長、(平成3年3月16日まで)、大桃環境放射生態学研究部長(平成2年11月30日まで)、中島環境放射生態学研究部長(平成2年12月1日から)、長屋海洋放射生態学研究部長(平成2年11月30日まで)、鈴木海洋放射生態学研究部長(平成2年12月1日から)の延べ18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に基づく安全対策、(ロ)安全測定の結果等に対する評価等の審議を行った。委員会は、本年度4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に設置されている。本年度は、(イ)二次ビーム室周辺の遮へい壁厚の再評価、(ロ)二次ビーム照射室出入口周辺の線量評価等について審議を行った。委員会は、本年度3回(書面審議1回を含む。)開催された。

3-3 核燃料安全会議

会議は、本年度3回(書面審議1回を含む。)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 内部被曝実験棟における核燃料物質の使用計画について
 - ② 内部被曝実験棟における核燃料物質等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 内部被曝実験棟における核燃料物質等の取扱いに係る作業者の安全性に関する事項

本年度の会議の構成は、議長に加藤養成訓練部長、委員に館野臨床研究部長（核燃料取扱主務者）、田口管理部長、吉川技術部長、恒元病院部長、山田技術部技術課長、門間技術部放射線安全課長、丸山物理研究部物理第3研究室長、稲葉内部被ばく研究部長、小木曾内部被ばく研究部内部被ばく第3研究室長、小泉内部被ばく研究部内部被ばく第4研究室長、渡利環境衛生研究部環境衛生第4研究室長、松本技術部動植物管理課主任研究官の延べ13名であった。

3-4 個人被ばく管理

前年度の放射線障害の防止に関する関係法令の改正に伴い、平成2年度も引き続き放射線業務従事者の個人被ばくの管理に一層の充実を図った。

外部被ばくによる線量当量の測定は、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，r線，β線用）、A型（X線，r線，β線，中性子線用）の2種類を使用して1ヶ月ごとに交換をしている。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平成2年度より、X線，r線その他、β線まで測定できるTLD指リングを着用させ1ヶ月ごとに交換をして測定をした。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。

内部被ばくの測定については、サイクロトロン本体の運転保守管理及び短寿命RI生産、放射性廃棄物等の取扱い業務等に係わる放射線業務従事者について、例年どおりWBC（ヒューマンカウンタ）により、確認モニタリングを年9回（延べ76人）実施し、測定を行った。なお、非密封放射性同位元素を取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、WBCにより確認のため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、核燃料物質を取扱う施設の放射線業務従事者26名については、肺モニタ（年2回）及びバイ

オアッセイ法（年1回）により確認のためモニタリングを実施し、測定を行った。内部被ばく線量当量の測定結果は、サイクロトロン保守管理をする放射線業務従事者3名について⁶⁵ZnがWBCにより検出されたが、線量当量を評価するまでにはいたらなかった。

平成2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、また、組織線量当量（皮膚）の評価結果は、表2のとおりである。

3-5 健康管理

平成元年度の放射線障害の防止に関する関係法令の改正に伴い、所内規程の改正に従って、本年度も引き続き放射線業務従事者に対して健康診断に万全を図るために、放射線業務従事者健康診断問診票をさらに充実させ健康診断を行った。

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1359名）に対して問診票により実施した。以上の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。

3-6 放射線安全管理

(1) 放射性同位元素の受入れ及び管理

平成2年度に受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4のとおりである。また、密封された放射性同位元素については、内部被曝実験棟に²⁴¹Am 33.3 MBqが入った。

入荷した放射性同位元素は、個々に管理番号を付け、所定の貯蔵庫に保管され、配分し使用された。

放射性同位元素の使用に当たっては、6ヶ月又は3ヶ月（那珂湊支所）ごとに作業計画書により、核種、使用数量、実験方法等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
密封されていない放射性同位元素を使用する施設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ヶ月ごと、その他の放射線施設については、6ヶ月ごとにサーベイメータにより実施し、法令で定められた線量当量限度以下であることを確認した。また、所内33箇所を設置したモニタリング

ポスト等（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。

密封されていない放射性同位元素を使用する放射線施設の管理区域内の放射性同位元素による表面密度の測定は、1ヶ月ごと及び随時にスミア法又はサーベイにより実施し、汚染の早期発見及び被ばく防止に務めるとともに、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、連続して行っているが、年度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、現在25管理区域（那珂湊支所を含む。）であるが、定期的に点検を行い、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をおき、放射線安全管理に努めた。

現在、放射線安全管理者は18名（那珂湊支所を含む。）が所長から指名されている。

(5) 教育訓練

管理区域に立ち入る者に対する教育訓練のうち、管理区域に立ち入る前の者73名（那珂湊支所を含む。）及び1年を超えない期間ごとに行う教育訓練の対象者のうち180名について、教育訓練を実施した。

(6) 一般管理

- ① 施設の安全管理を強化するために、サーベイメータ等の測定機器類を更新整備した。
- ② 管理区域一時立入者の安全管理を強化するため、ポケット線量当量計を導入整備した。

3-7 アルファ線管理

(1) アルファ線棟関係

平成2年度アルファ線棟管理区域内で行われた業務は環境レベルのプルトニウム電着試料の測定のみで、放射線管理上特記を要する事項は全くなかった。アルファ線棟は全般的に老朽化が目立ってきており、吸気系のフィルタチェンバ及び一部ダクトの改修を実施した。

(2) 内部被曝実験棟関係 施設及び作業管理

平成元年度末から開始されたプルトニウム投与実験に伴い、施設の大半が放射性同位元素（ ^3H 、 ^{14}C 等）に加えプルトニウムによる汚染管理の

必要な施設となった。

プルトニウムによって汚染された主な系統は、グローブボックス排気系、排水処理系、焼却設備等であった。

プルトニウムの取扱いは、ほとんどすべてグローブボックス内で行い、測定用試料やオートラジオグラフィ用試料として、約 $1\text{KBq}/\text{cm}^2$ もしくは約 $1\text{KBq}/\text{g}$ 以下の試料をグローブボックスから取出し、フード内で汚染拡大防止上の必要な処理をして、放射能測定や各種観察・試験を行った。排気・排水系及び焼却設備等の機器の開放点検を行うに当たっては、事前に作業計画を十分に検討し、汚染拡大防止を目的とした養生、作業者の内部被ばく防護に注意を払い安全に作業を遂行した。

このように安全作業に心がけた結果、予防外の被ばくやプルトニウムによる汚染は全く無かった。また、各作業室内の空气中プルトニウム濃度管理は主にエアースニファシステムを用いて行い、年間通して管理区域内プルトニウム濃度限度（ $80\text{nBq}/\text{c}$ ）の約 $1/500$ 以下を保つことが出来た。廃棄物管理

排水管理としては、平成2年度に約 5580m^3 の排水を55回に分けて放出したが、すべて管理基準値以下であった。排気管理では、 β （ γ ）線放出核種の放出はほとんど無かったことはもちろん、全 α 放射能もプルトニウムの排気に係わる濃度限度（ $1\text{nBq}/\text{c}$ ）の $1/10$ 以下であった。

放射性同位元素によって汚染された不燃性固体廃棄物は従来どおり廃棄物処理棟に引き渡したが、動物死体や一部可燃性廃棄物は内ばく棟内焼却設備で焼却処分とした。また、プルトニウムによって汚染された個体廃棄物は可燃性廃棄物ドラム缶1（ 200l ）本、不燃性廃棄物ドラム缶2（ 200l ）本発生し、地下廃棄物保管庫内に保管廃棄した。

3-8 中性子線安全管理

(1) 放射線安全管理用機器整備

本年度は、サイクロトロン棟本体室側のハンドフットクロスモニタ（昭和50年度購入分）及びニュートロンサーベイメータ（昭和48年度購入分）を更新し、安全管理の強化に努めた。

(2) 線量当量率、表面密度及び排気中濃度の測定
放射線発生装置使用施設（バンデグラフ棟、サイクロトロン棟）、照射装置使用施設（中性子線棟）の管理区域内の人の常時立ち入る場所及び同

区域境界等における線量当量率の測定は、6カ月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。

また、密封されていない放射性同意元素を使用する施設（サイクロトロン棟ホットラボ室等及びポジトロン棟）における表面密度及び室内線量当量率の測定は、1ヶ月ごと及び随時にスマイヤ法またはサーベイメータ等により実施した。

排気中の放射能濃度の測定は、ガス及びダストモニタで連続測定をしているが、モニタデータ処理装置に入力されているデータを基に、1ヶ月間及び3ヶ月間の平均濃度はそれぞれの総放出量と総排気量とで算出した。

また、サイクロトロン棟においては、人の常時立ち入る場所及び管理区域境界の線量当量を測定するため、34ヶ所にフィルムバッジを設置して測定しているが、これらの測定結果は何れも法定限度以下であった。

特に、サイクロトロン棟の各照射室の残留各種分析及び空間線量当量率分布の測定は、サイクロトロン本体の定期メンテナンスに入る合間を利用して年2回実施した。その結果従前と変りなかった。これらの測定結果は、放射線安全会議、サイクロトロン安全専門委員会において、マシンタイムに係る作業計画書に基づく作業の安全対策と併せて検討、評価を行い利用者等の安全管理に万全を期した。

3-9 放射線廃棄物の処理

所内（那珂湊支所を除く。）の各放射線管理区域から排出される放射性廃棄物の処理の概要は次

のとおりである。

(1) 放射性廃棄物の排出処理状況

平成2年度中の放射性核廃棄物の排出状況は表5に示すとおりである。

① 液体廃棄物

中レベル廃液は専用の容器（ポリ瓶101本）に封入後、液体廃棄保管室に保管し、うち25本は廃棄物業者に引き渡した。低レベル廃液243トンについては、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のち、放流した。また、極低レベル廃液1,565トン及びし尿200トンについても法令に定められた排水濃度限度以下であることを確認したのち、放流した。トリチウム廃液75トンについては、トリチウム廃液専用の希釈槽を用いて一部希釈処理を実施し、法令濃度限度以下であることを確認したのち、放流した。

② 個体廃棄物

表5に示す数量について詰替えを行ったのち、法令に定める廃棄業者に引き渡した。

③ 動物等廃棄物

前年度に引き続き内部被ばく実験棟の乾留灰化設備によって動物死体等2,136kgの焼却処理を実施した。

(2) その他

大型特殊不燃物（鉄骨、バルブ、ダクト等）の減容及び詰替作業を実施し、50ℓドラム缶に封入後、廃棄物保管棟に保管し、一部は前年度詰替え分と共に廃棄業者に引き渡した。

表1 平成2年度放射線業務従事者の実効線量当量

線量当量 (mSv/年)	0.1 未満	0.1以上 1.0未満	1.0以上 3.0未満	3.0以上 5.0未満	5.0以上 10.0未満	10.0以上 15.0未満	15.0以上 20.0未満	総数 (人)
作業者区分								
研究者	180	3		1			1	185
診療関係者	59	6	3					68
研修担当者	5							5
管理担当者	48	7		4	2	1		62
外来研究者	56							56
合計	348	16	3	5	2	1	1	376

表2 平成2年度放射線業務従事者の皮膚の組織線量当量(0.1mSv)

線量当量 (mSv/年)	1.0未満	1.0以上 10未満	10以上 50未満	50以上 100未満	100以上 150未満	150以上 200未満	総数 (人)
作業者区分							
研究者	4	4			1		9
診療関係者	5	4				1	10
管理担当者	7	4					11
外来研究者							0
合計	16	12	0	0	1	1	30

表3 平成2年度健康診断実施結果

対象者	健康診断項目(人/年)	血液	皮膚	眼	合計
①. 前年度の線量当量が年限度の10分の3を越えた者		2	4	4	10
②. 本年度の線量当量が年限度の10分の3を越える恐れのある者又は越えた者		4	8	8	18
④. 過去に業務上皮膚に大量に被ばくした者		0	4	0	4
⑤. 健康管理医により指名された者		4	5	23	32
合計		10	21	35	64

表4 平成2年度RI入荷量

研究用	
第2群	
⁴⁵ Ca	74MBq
⁵⁴ Mn	55.5 "
⁵⁷ Co	2 KBq
⁶⁰ Co	111.01MBq
⁶⁵ Zn	92.5 "
⁶⁸ Ge	111 "
⁷⁵ Se	37 "
⁸⁵ Sr	92.5 "
⁸⁹ Sr	74 "
¹⁰³ Ru	37 "
¹⁰⁶ Ru	37 "
¹²⁵ Sb	7.7 "
¹²⁵ I	538.018 "
¹³⁴ Cs	20KBq
¹³⁷ Cs	74.4 "
¹⁴¹ Ce	111MBq

第3群	
³² P	2858.35MBq
³⁵ S	2344.75 "
⁵⁹ Fe	244.2 "
⁹⁹ Mo- ^{99m} Tc	1850 "
¹²³ I	555 "
¹³¹ I	234.037 "

第4群	
³ H	3146.5MBq
¹⁴ C	424.2 "
⁵¹ Cr	706.54 "

診療用	
第3群	
⁶⁷ Ca	11.544GBq
⁹⁹ Mo- ^{99m} Tc	96.2 "
¹³¹ I	296MB

表5 平成2年度放射性廃棄物処理の状況

種類		処理容量		処理の方法
固体	可燃物	200リットルドラム缶	20本	廃棄業者に引き渡し
	不燃物	50リットルドラム缶	130本	"
	特殊不燃物	50リットルドラム缶	130本	"
動物死体等		紙製カートンボックス571個 重量合計	2,136kg	乾留灰化設備により焼却し、焼却残渣は50リットルドラム缶に詰替後、廃棄施設に保管中。
フィルター		150リットル箱	45個	廃棄業者に引き渡し
液体	有機廃液	25リットルステンレス缶	203リットル	廃棄施設に保管中
	中レベル	25リットルポリ瓶	25本	廃棄業者に引き渡し
	低レベル		243 ^ト	化学処理し測定後放流
	極低レベル		1,565 ^ト	測定後放流
	し尿		200 ^ト	"
	トリチウム		75 ^ト	希釈処理し測定後放流

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, C3H/HeMs, C3H/HeHa-Pgk-1^a, C3H/He-W/+ , C3H/He-W^v+/+ , C57BL/6J, C57BL/6J-nu/nu, C57BL/6J-bg-nu, C57BL/10, C57BL/10. BR//Sn, C57BL/10. D2//new-Sn, C57BL/10. BR-Thy-1¹, C57BL/10-Thy-1¹, C57L/Ms, CBA/J, DBA/2, NRH, RFM/Ms, RFM/Ms-Pgk-1^a, C3H/HeJ-bg, WHT/He, ICR, C57BL/10. 129(5M)//Sn, STS/A, の26系統とラット 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, WHT, BALB/C, B10. BR, B10. D2, A, の7系統と、CVマウスのC57BL, C3H, BC3F1, BALB/C, BDF1, B10-Thy-1¹, B10, C3H-W/W^v, C3H-PgK-1^aおよびラットのwistar, WM, を生産した。

マウス、ラットの総供給数は19,717匹でありその内訳は、SPFマウス9,087匹、CVマウス7,846匹であり、そのうち妊娠マウス298匹を供給している。ラットの供給数は2,784匹でありそのうち妊娠ラット Wistar, WM, を620匹供給している。

購入した主なマウスは、ddy, ICR, BALB/C-nu/nu, C57BL/10, C57BL, 5系統、その他のマウス7系統の計12系統と、ラット、ハムスター、であり、購入動物の総計は、17,796匹で、その内訳は、マウス17,490匹、ラット234匹、ハムスター72匹であった。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。

なお、環境整備として飼料滅菌時の臭気脱臭装置を設けた。

空調関係では、特に支障はなく順調に稼動した。
(3) マウス系統維持のための受精卵凍結保存
岡本正則、松本恒弥、富田静男、山田能政、桜田雅一

受精卵(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。本年度は、当課で生産・維持を行っているマウスの系統を再検討する方向で動きだした。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。このため、本年度はより積極的に凍結保存を進めた結果、凍結保存胚の総数は2,109個となった。これらの系統別内訳は、B10. A : 222、B10. LP : 212、B10. 129 : 113、B10-Thy-1¹ : 135、B10. BR-

表1 主要系統別生産供給数(前年度比較)

区分	S P F マウス					C V マウス						合計
	C57BL	C3H	WHT	BALB/C	B10.BR	C57BL	C3H	BC3FI	BALB/C	BDF1	Bi0-Thy1	
H元年度	1,628	4,946	35	390	713	1,410	4,461	1,036	2,674	681	436	18,410
H2年度	341	8,307	111	115	130	1,100	3,799	825	1,907	88	92	16,815

Thy-1⁺ : 220、C3H : 259、C57BL : 225、C57L : 164、CBA/J : 148、GAM : 51、HTI : 259、HTH : 4、STS : 97である。この結果、B10. A、B10. LP、B10. BR - Thy-1⁺、C3H、C57BL、HTIの6系統が、予定の保存胚数200個に達し凍結を終了した。これまでの結果から、胚の回収率及び交尾率に系統差が著しいこと（回収率の良い系統：B10. BR > B10. LP > C57BL > B10. A > C3H > HTI、低い系統：HTH < B10. 129 < B10 - Thy-1⁺ < CBA < C57L < STS）が明らかになった。また、胚提供雌はSib-mating由来のものに限定されていることが、胚回収率の低い原因の一つとなっていると考えられる。次年度は、これらの点を検討し、凍結保存方法による系統維持をさらに推進する計画である。

4-2 実験動物施設の管理と利用

(1) SPF 動物照射実験棟

前年度同様、薬理化学、生理病理、環境衛生、臨床、技術、病院の各所で、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32名であった。

施設設備関係では、管理室の作業環境を改善するため、管理室、男・女脱衣室、シャワー室の4カ所に排気ダクトを設けた。

飼育管理作業の改善のため、給水槽の加温装置を設置し、それにともない電源工事を実施した。

老朽化したズートロンを更新した。

(2) 哺乳動物実験観察棟

本年度は、薬理化学、生物、遺伝、障害基礎、環境衛生、臨床、障害臨床、技術、養成訓練、病院の各々がヌードマウス、マウス、ラット、ウサギを用いた実験観察が行われ、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4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、ウサギ自走式自動飼育装置1台及びマウス用ズートロン2台が使用された。また、西口更衣室に、ルームエアコン及び手指洗浄湯沸器を設置し、室内の整備を図った。実験動物管理区域立入作業者141名であった。

(3) 晩発障害実験棟

本年度は、生理病理、障害臨床、病院、技術の各々がヌードマウス、マウス、ラット、ハムスターを用いた実験観察が行われ、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

台及びハムスター、ウサギ用カスケード2台が使用された。また、本年度から行う「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」に必要な飼育観察施設のため、3階処置室の3室をマウス飼育室に改造し、マウス飼育棚17台他必要な飼育用品等を整備した。設備関係では、飼育器具のケージウォッシャーを更新した。実験動物管理区域立入作業者は82名であった。

(4) 霊長類実験棟

霊長類実験棟においては、研究面では本年度も公衆被曝リスク評価に関する特別研究の一環として原猿類（ツパイ）の実験動物化、げっ歯類の受精卵凍結保存に関する研究及び経常研究が実施された。また、検疫室の協力によりアカゲザル雄2頭（臨床研究所有）の検収、検疫を行った。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。ツパイの繁殖面では10頭（雌6・雄4）を生産することができた。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11頭、アカゲザル雄1頭、ツパイ56頭（雌33・雄23）である。一方、空調機等の機械設備関係では、懸案であった排水本管接続工事をを行い、サル類の糞尿を浄化槽を使用せずに直接下水本管へ放流できるようにした。それ以外に特に大きな異常・事故は認められなかった。

(5) ポジトロン棟

標識化合物（¹¹C、¹³N、¹⁸F）をマウス、ラット及びアカゲザルに投与し、生体内分布を求める実験を行うための実験動物飼育管理を行っている。本年度、新たにアカゲザル1頭を購入し実験準備を開始した。

(6) RI棟

飼育室1～7号室及び水生動物室において、RI投与したヌードマウス、マウス、ラット及びコイの実験観察が薬理化学、生物、環境衛生、臨床、病院の各で行われた。

(7) 第1ガンマ線棟

飼育室1～4号室において所外から導入したマウスの短期間観察の隔離飼育が行われた。また、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、技術の各々が、マウス飼育棚14台を使用し、実験観察を行った。

(8) 水生昆虫動物舎、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行われた。飼育池では、自家繁殖用及び系統維持等長期飼育実験用として飼育した。

本年度は、自家繁殖したキンギョ518尾、ヒメダカ2,564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³H、¹⁴Cの測定及び挙動に関する実験研究に使用した。また、圃場では前年度に引き続き桑の栽培を実施し、蚕の飼料として455kgの桑の葉を供給した。

4-3 実験動物の衛生管理

本年度も、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、解剖検査および以下のSPF指定病原体の検査をおこなった。1.細菌培養検査：Pseudomonas aeruginosa, Salmonella spp., Pasteurella pneumotropica, Bordetella bronchiseptica, Escherichia coli 0115a, c:K(B), Corynebacterium kutscheri, Mycoplasma spp. 2.血清検査：Sendai virus, Mouse hepatitis virus, Tyzzer's organism, Mycoplasma pulmonis, Corynebacterium kutscheri, Bordetella bronchiseptica. 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。

(1) 生産動物・生産施設

前年度発生したTyzzer病のため、検査マウスの数が確保できず、4月・5月はCV生産マウス、CV核マウス、CV生産ラットについてのみ検査を実施した。しかし、6月よりSPF生産マウスを加え、通常の体制とした。さらに、Tyzzer病汚染マウスを飼育している隔離室マウスの検査を4月より10月まで実施した。

5月に検査した隔離室マウス10例中1例に肝病変を認めたと、他の生産小動物にTyzzer病を疑う所見はなく、生産施設は清浄に保たれていた。CV生産ラットでは、毎月約2/3よりHexamita murisが検出され、その病原性はきわめて低いので、当面は飼育管理に注意を払うことで対処した。SPF生産マウスの糞便検査では異常はなかった。SPFマウス生産施設の床の一部より、まれに緑膿菌が分離されたが、その都度消毒を徹底した。

(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ったが異常はなかった。

(3) 哺乳動物実験観察棟

本棟で発生した異常動物依頼検査のうち、主なものは、マウスに認められたHVJを疑う肺炎、大腸粘膜肥厚を伴う下痢であった。前者は本棟の常在病原体であり、後者の例からSPF指定病原体は検出されなかった。

(4) 晩発障害実験棟

モニターマウスの検査は6月より実施した。落下細菌検査、マウス糞便検査は毎月行った。モニターマウスが1例検査前に死亡したが、白血病によるものだった。落下細菌検査および糞便検査では特に問題はなかった。

(5) 異常動物依頼検査

本年度はマウス41例、ラット3例、ハムスター1例の検査依頼があったが、特に重大なものはなかった。

4-4 実験動物の検査

山極順二、成毛千鶴子、新井 統
施設別疾病発生の実体

(1) 動物生産施設(生産係)：1989年9月に発生したTyzzer病汚染事故後、施設の一部改修と清浄化が実施された後、生産が再開された関係もあって本年は特筆する問題はなかった。

(2) 霊長類実験棟(開発室)：カニクイザル、ツパイに問題となる伝染性疾患の発生は観察されなかった。但し、ツパイにおいて2～3の腫瘍の発生が観察された。

(3) 水生昆虫舎(管理一係)：1985年に発生したメダカの抗酸菌症(Mycobacterium chelonae Disease)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。

4-5 研究業務

(1) 老化に関する実験病理学的研究

IV・高血圧症・心電図異常と病理

ヒト医学においては各種生体情報の採取が先行し、それらが直接的に医療行為に接続する場合が多い。実験的研究(マウス)においても同様手法を併用し、病理学的所見をより明確に解析すべく過去10年来測定方法について検討を重ねて来た結果、マウスの血圧ならびに心電位の測定が比較的容易に実施することが可能となった。

実験材料・方法 動物：C3H/Heマウス、雄、日齢837±51(雄、n=30)、903±81(雌、n=30)、

対照動物：C3H/He、BALB/c マウス、日齢 29 ± 2 (雄、n = 30)、28 ± 2 (雌、n = 10)。飼育：CV/NIRS。

血圧測定：日本ユースサイエンス(株)製、HS-1000型使用。心電位測定：増幅器-日本ユースサイエンス(株)製、HS-3000型、記録/Computer averaging 処理-ECG Processor ソフト(株)製使用。

病理組織学的所見概要 カッコ内は中～重度症例の発生率(%)を示した。但し、雄/雌。

心臓 1. 左心房血栓症(40.0/26.6)、2. 弁膜障害(46.6/46.6)、心筋変性症(26.6/20.0)。肺臓

1. 肺血栓症(36.6/46.6)、2. 大喰細胞(40.0/56.6)、3. 肺水腫(20.0/23.3)、4. 原発性腫瘍(6.6/6.6)、肺胞断面積の減少・縮小(83.3/83.3)。腎臓 1. 糸球体硬化症性変化(6.9/10.0)、2. 萎縮性変化(20.6/50.0)。

マウス血圧概要 カッコ内は日齢・発生率(%)
対照動物(若齢) 1. 最大血圧39-47mm Hg、2. 平均血圧12-19mm Hg (64 ± 21, n = 30, 雄)。1. 最大血圧39-46mm Hg、2. 平均血圧13-18mm Hg (55 ± 26, n = 10, 雌)。

老齢動物 雌雄30:30の最大血圧値による分類。
1. 90mm Hg 以上(24.1/37.0)、2. 66~89mm Hg (27.5/40.7)、3. 51~65mm Hg (20.7/14.8)、4. 50mm Hg 以下(20.7/7.5)

マウス心電図波形

老化にともないP波の異常が明らかであった。

1. V字湾入(Indentation ~ notching)、2. 二峰化(M字型 Irregularity)、3. 不規則分散(Dispersion)、4. 平低化~縮小(消退)であった。これら異常P波の発現頻度63.6/53.3%に達していた。興奮伝導時間ではQRS群の時間延長傾向、R-R、P-R間隔の延長が認められた。

[研究発表]

- (1) 山極, 新井, 成毛, : 第110回日本獣医学会(病理), 宮崎, 1990. 10.
- (2) 山極: 第17回比較心電図研究会シンポジウム「老齢期における心電図と心臓病理」, 1990. 9.
- (3) 山極: Jap. J. of Electrocardiography, Vol. 11(S), 112-118, 1991. 5.

(2) マウス周産期の胃腸障害症(産後突然死)に関する機能病理学的研究

1989年の Tyzzer 病発生事故に伴う供給一時停止により実験用マウスの入手が年度後半であった

ことから、繁殖(実験用)が遅延し、十分なデータの蓄積には至っていない。今後継続実施する。

(3) 放射線照射マウスにおける微生物の影響に関する研究

松本恒弥、松下悟、佐藤義子、安藤興一、小池幸子(臨床研究部)

我々は、マウスの微生物管理に役立てるため、常在細菌及び病原・非病原細菌の宿主に及ぼす影響に付いて調べている。本年度、放射線照射後敗血症の原因となる弱毒性腸内細菌の進入門戸を調べるため、腸管クリプト細胞の放射線感受性を系統別、週齢別、腸内フローラ別に定量的に検討した。

また、ラット及びマウスの呼吸器病原細菌である Cilia-associated respiratory (CAR) bacillus に関して以下の研究を行った。CAR bacillus はウサギに感染するという報告はあるが、その詳細は明らかではない。購入後8~14週間CV施設で飼育した日本白色種のオス30例中、12例に本菌の自然感染が確認されたので検索を実施した。臨床症状、肉眼所見は認められなかったが、気道粘膜に組織病変を認めた。すなわち、喉頭・気管・気管支粘膜上皮の線毛部は好塩基性に染色され、特殊染色で、多数のフィラメント状桿菌が認められた。菌定着部粘膜の炎症反応はラット・マウスに比較して軽微であった。気管粘膜の電子顕微鏡検索で、今まで報告されているものと形態学的に同様の菌が観察された。15例について、我々の開発した、ラット由来抗原を使用した間接蛍光抗体法により、抗体を測定した。4例に1:10-1:40の抗体価が検出され、ラット由来菌とウサギ由来菌が抗原的に関連することが示された。

[研究発表]

- (1) 松本, 安藤, 小池: 無菌動物, 20, 59-62, 1990.
- (2) 松本, 安藤, 小池: 第33回無菌動物ノトバイオロジー学会, 大阪, 1990. 1.
- (3) Kurisu, K., Kyo, S., Shiimoto, Y. and Matsushita, S.: Lab. Anim. Sci., 40, 413-415, 1990.
- (4) Matsushita, S. and Urano, M.: Thirty-Eight Annual Meeting of The Radiation Research Society, New Orleans, USA, 1990. 4.
- (5) Matsushita, S. and Urano, M.: 1990 Radiation Oncology Work-in-Progress Seminar, Lexington, USA, 1990. 4.

- (6) Matsushita, S. and Urano, M. : 1990 Radiation Oncology Work - in - Progress Seminar, Lexington, USA, 1990. 7.
- (7) Matsushita, S. : The 3rd Workshop on Research and Development on Laboratory Animal under The Japan - China Agreement on Cooperation in The Field of Science and Technology, Tsukuba, 1991. 3.
- (4) 放医研生産系統マウスの各種特性に関する調査研究

松本恒弥、岡本正則、富田静男、山田能政、桜田雅一、佐藤義子

放医研では現在多数の系統マウスが生産・維持されているが、実験動物としての基本的な特性(形態学、生理学)に関する体系的な調査・検討はなされていない。また、当所におけるマウスを用いた研究は高度、多様化し、これらの基本的特性は実験を進める際の基礎資料として重要なものとなってきている。本研究では、当所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目的で、昨年度より調査研究を開始した。本年度は昨年度に決定した調査項目とそれらの観察または測定法に基づき、引き続いて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・測定を行った。さらに、繁殖に関するデータの内、特に重要と考えられる系統別の交尾率及び過剰排卵数調査を行った。その主な結果は次のとおりである。

1) 交尾率：PMSG - hCG、5IU 投与し同系の雄と同居後、翌日膣栓を確認 (Day 1) する方法による膣栓形成の有無で表した交尾率 (%) は、B10. A : 56.1、B10. LP : 42.9、B10. 129 : 51.0、B10 - Thy⁻¹ : 55.3、B10. BR - Thy¹ : 37.1、C3H : 88.9、C57BL : 60.7、C57L : 19.8、CBA / J : 34.6、HTI : 44.6、HTH : 57.1、STS : 59.1となった。

2) 系統別過剰排卵数：1) と同様の方法にて排卵・交尾後、Day3 に胚を採取し測定を行った結果、各系統の平均正常胚数は、B10. A : 12.3、B10. LP : 14.1、B10. 129 : 2.4、B10 - Thy⁻¹ : 3.2、B10. BR - Thy⁻¹ : 16.8、C3H : 10.8、C57BL : 13.2、C57L : 9.4、CBA / J : 3.5、HTI : 10.0、HTH : 1.0、STS : 9.9であった。

以上の結果より、胚の回収率及び交尾率には系統差が著しいこと(回収率の良い系統：B10.

BR > B10. LP > C57BL > B10. A > C3H > HTI、低い系統：HTH < B10. 129 < B10 - Thy⁻¹ < CBA < C57L < STS) が明らかになった。また、胚回収時における発生ステージはほとんどの系統で8~16細胞期に同調していたのに対し、4~6細胞期と発生速度の遅い系統(CBA / J)や、正常な8~16細胞期胚に対して未受精卵・異常卵数が著しく多い系統(B10. 129)もあり、系統間に変動が認められた。

5. サイクロトロン管理業務

5-1 技術・運転関係業務

本年度のサイクロトロンの運転時間は1068.3時間で、利用内容による内訳とその百分率は次のとおりである。

速中性子線治療クリニカルトライアル	252.9時間 (23.7%)
陽子線治療クリニカルトライアル	56.7時間 (5.3%)
短寿命 RI の生産と生産法研究	326.5時間 (30.6%)
物理関係照射実験	103.2時間 (9.6%)
生物関係照射実験	162.4時間 (15.2%)
放射線安全管理測定	21.1時間 (2.0%)
サイクロトロンの改良開発研究等	91.3時間 (8.5%)
調整運転	54.2時間 (5.1%)

利用に供された粒子の種類とエネルギーを表1に示す。

本年度も、前年度と同様に全般的に大きな故障の発生もなくサイクロトロンは順調に稼働した。この建設当初とほぼ同程度の稼働率を維持可能ならしめている主たる理由は、ここ数年来重点施策として取り組みつつある電源類をはじめとする周

辺機器の老朽化対策の成果であると判断される。この施策及び注意深い運転管理と保守を今後とも継続すれば、しばらくの間この良好な稼働状況を保持できるものと想定される。しかしながら、サイクロトロンは運転開始後17年の歳月を経過している。したがって一部基本的要素に危惧すべき破損が進行しているのも、これまた事実である。特にビームを加速する一対のディー電極の変形と破損は憂慮すべき状況にあり、早急な対応が望まれる。

本年度のマシントイム提供週数は34.5であった。垂直入射系の建設のため平年に比べ約3週の減になっている。これに対応したマシントイム提供可能ユニット数(半日を1単位)は352であり、所内公開と特高受電設備の点検分6を除外した346がマシントイムとして配分された。イオン源からの本体真空箱への漏水事故等により3ユニットを損失したが、ほぼ99.1%に当たる343ユニットが無事消化された。

また、午後の利用が早めに終了した場合、その空き時間をマシントイムとして有効利用するため、空き時間利用制度を本年度から新たに開始させた。6月から開始しその利用回数は延べ59回にわたった。

安全測定に関しては、本年度も放射線安全課の協力を得て、年3回実施している定期点検の調整運転時に併せて実行された。

老朽化対策としては、昨年度に引き続き冷却系

表1

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)
80	20.4	54.0	1.6	α 粒子100	
70	168.2	51.5	2.6	α 粒子45	
50	1.2	52.45	3.0	$^3\text{He}^+$ 18.9	4.3
43	2.3	50.0	0.8	$^{14}\text{Ne}^{4+}$ 86.4	
18	343.3	49.75	3.2	$^3\text{He}^+$ 36	71.4
12	2.5	37.0	2.0	$^{12}\text{C}^{4+}$ 144.4	
10.5	2.3	35.5	1.0		
10	1.5	30.0	433.1		
8	3.1	10.0	0.5		
	計544.8		計447.8		計75.7

の更新を実施した。これによって全系の約70%に当たる警報付流量計、調整弁等の構成部品が新製品に置き換えられた。電源類では、水平ステアリング電磁石用、高調波コイル用、大型四重極電磁石用と一部の制御系用電源を更新した。これでサイクロトロン建設以来、未更新電源は2台のトリムコイル用電源と数種の小型の電源20台程度となった。

昨年以来問題となっていた主真空排気系については2つの処置を施した。1つはNo2共振器にクライオポンプを設置し6台のターボ分子ポンプのバックアップとした。

他方ターボ分子ポンプの井水による冷却水路の目詰まり対策としては独立に連続使用可能な冷却装置を設けた。

垂直入射系用電源の据え付けに伴って、大変手狭になっている電源室内の機器類の配置については見直しを行った。既設電源等の移設を実行して、3台の入射系用電源筐体と将来設置が予想される機器類の据え付け場所の確保を行った。平行して空調ダクトの一部延長と昨年度設置した単独空調装置の増強を行い温度分布の均一化と冷房能力の強化を再度試みた。

その他、操作室制御盤に保持回路付断水警報器を設けインターロック作動時における不具合対象物を明確にして運転者の負担軽減を図った。

マシンタイムに影響を与えた故障は3件発生した。前述の本体真空箱内への漏水事故と中性子線

治療用90度偏向電磁石近傍の冷却配管から患者照射室への漏水事故等である。その他、中性子線治療用ターゲットに水路の目詰まりによる冷却不良が発生し高線量下のもとで新品との交換を余儀なくさせられる事態もあった。一方、3台の高周波位相検出器にもIC破損による故障が頻発した。

運転面では、パルス化した80MeV陽子の加速とC9コースへの輸送を行い、治療に必要なビーム強度とスポットサイズを得る運転パラメータを確立した。目新しいところでは、このパルス化を70MeV陽子の加速に応用し、C8コースを使用して音響パルス法による水中での線量分布の測定が行われた。

サイクロトロンの運用に関しては、装置の性能向上と老朽化対策を強力に推進すると共に人的能力の充実を図り、装置の効率的運用と研究成果を含めた全体性能の向上を目標とする努力を継続中である。

施設関連業務では、施設の老朽化対策として膨張水槽(屋上)、冷却塔(CT-2)の更新及び空気調和機(AC-2)のシャフト、排気ファン(FAF-3)のベアリング、集水器、冷却水ポンプの吸込管、ベアリング等の交換を行った。また、ボイラー蒸気主管用フランジ継手取付、貯湯槽内部塗装並びにオイルサービス用送油管、オイルタンク用通気管の交換を行った。

表2

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	CNIMI	20.38622	(12)	11.84	(8)		
	NMSP	59.459	(33)	13.193	(10)	14.401	(10)
	SCH23390	122.1379	(41)	63.83	(25)	18.569	(8)
	MP3A	41.451	(23)			3.74	(2)
	CH ₃ I	41.62	(7)				
	6MMPR	19.87	(8)			6.23	(3)
	PK11195	5.291	(12)			0.694	(3)
	NMPB	6.828	(5)			6.210	(5)
	Ro15-1788	2.69	(1)				
CH ₃ CH ₂ CH ₂ I	0.389	(1)					
⁴⁸ V		0.002	(1)				
¹³ N	NH ₃	301.301	(83)	80.265	(47)	82.242	(28)
¹⁵ O	¹⁵ O ₂	0.444	(1)				
¹⁸ F	F ⁻	1.66	(3)			11.06	(3)

(注) ()内は生産回数若しくは提供回数を示す

5-2 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。

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2に示す。

標識薬剤の診断提供については、①¹¹C-シアノイミプラミン注射液(提供量：11.84 GBq、提供回数：8回)、②¹¹C-N-メチルスピペロン注射液(提供量：13.193 GBq、提供回数：10回)、③¹¹C-SCH 23390注射液(提供量：63.83 GBq、提供回数：25回)、④¹³N-アンモニア注射液(提供量：80.265 GBq、提供回数：47回)を、ポジロンCTを用いた核医学診断に提供した。その他、ファントム実験、動物実験、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、液体クロマトグラフ、ラムダープロテクタを設置した。液体クロマトグラフは、照射液や製造放射薬剤中に含まれる化学種を高感度に検出するためのものである。ラムダープロテクタは、鉛ガラスが厚さ50×横185×高さ285mm(鉛当量20mm Pb)の大きさを有し、ホットセルやフードに設置した。このラムダープロテクタによって¹¹C 標識薬剤の合成作業や調剤作業などによって作業者が受ける放射線被ばくを低減することが可能となった。

5-3 研究業務

(1) 医用サイクロトロン装置及び設備に関する研究

限元芳一、小川博嗣*、山田孝信*、佐藤幸夫*、(*印；医用重粒子線研究部)

本研究は、サイクロトロン並びにビーム輸送系の改良と性能向上を目的とし継続して実行されている。

本年度は、昨年度に引き続き垂直入射系の年度内完成を目指して一連の作業を強力に推し進めた。

輸送系ではアインツェル・レンズ、静電四重極、インフレクタ電極及び昇降装置、プラー、架台等の設計製作を行った。引き続き年末に、90度偏向電磁石をはじめとする昨年度製作分と組合わせて工場内において総合組立試験を実行した。寸法及び据え付け精度、真空試験、高電圧試験、通水試験、磁場測定等の結果は十分満足できるものであった。

一方電源関係でも昨年度製作分に追加して、引

き出し電極用電源等の電源類と垂直入射系を総合的に運転するために必要な制御装置の設計製作を行った。

当面の系の調整用イオン源として安価で保守の容易なデュオプラズマトロンを用意した。将来、設置を予定している重イオン用 ECR イオン源では架台、制御、電源設置場所等を考慮しておいた。

以上の構成要素については、その発注が一括でなかったため整合性、取合点の確認、工程の調整等の取りまとめ作業で苦勞させられる点が多々あった。

冬の定期整備期間を約1ヵ月延長し、通常のサイクロトロン保守作業と平行して垂直入射系のサイクロトロン本体への組み込み工事を施行した。細部の調整を残して2月末に系の完成をみた。

本年度発注した主要部の詳細は次のとおりである。

(a) 主電磁石上側ヨーク上の漏れ磁場の測定と遮蔽のテストを行い、その結果と遮蔽計算の結果から水平ビーム輸送ラインのまわりを弱磁場遮蔽特性の良い6mm厚の純鉄材(フェロパーム)で囲うことにした。

(b) 準備したデュオプラズマトロンを用いて重陽子、ヘリウム3及び4の一価イオンを生成する。それぞれのイオンを電荷質量比 $e/m = 1/2, 1/3, 1/4$ をもつ各種イオンの代表イオンとして加速し、運転パラメータを確立する。同一電荷質量比をもつ重イオンは、このパラメータの僅かな修正で加速可能である。

(c) イオン源用ガス系は、ECR イオン源に混合ガスを使うことを考慮して2系統用意した。うち、1系はガス流量の超微量調整が可能である。

(d) ECR イオン源から出射するイオンの強度をイオン源自身で制御する困難さが予想される。イオン源出射直後の所に、将来強度を減衰させる機器の挿入が可能であるよう配慮しておいた。

(e) 真空排気系はターボ分子ポンプとクライオポンプを使用したクリーンシステムである。入射系がイオン源からサイクロトロン中心部まで5.5mと短いので特にメタルパッキング使用等の高真空対策の配慮はしていない。

(f) 系の制御をする操作盤は現場と操作室の双方に、ほぼ同一機能のものを設置した。制御の方式は運転者の違和感を緩和するために既設のものに合せてある。高電圧に浮動するイオン源系は光通信制御である。

系の建設途上で判明した懸案事項として H =

1モードの加速に関する問題がある。ディー電極を含めた中心部の詳細な位置測定の結果、No2ディーの位置が基準位置からビーム回転方向に変位していることが判明した。このためH = 1インフレクタの可動範囲が狭く放電の危惧があり、このモードでのビーム加速を困難にしている。対策は2つあり、インフレクタの小型化とディーの位置修正である。本来は後者で対応すべきであるが、運転パラメータの修正は避けられずマシンタイム利用上問題が多い。ともに検討中である。

現在の進捗状況は電気系、真空系を含めて最終調整段階にある。実用化は次の過程を踏むことになる。まず、イオン源のテストである。ついで電磁石の中心穴に入る直前までビームを加速し、輸送効率・ビームサイズを確認する。つづいてインフレクタをストッパーとして電磁石中心穴内の輸送を行う。最終段階でインフレクタに電圧を印加してビームを加速軌道にのせる。

当面、テストはH = 2モードで重陽子、ヘリウム3と4の一価イオンを使用して行う予定にしている。

(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、多目的自動合成装置を更に改良し、合成装置組立用部品の規格化を一層推進し、在庫管理や装置の組立てを容易にした。また、装置の気密度やクリーン度の向上をはかり、製造放射薬剤の高比放射能化にも努力した。一方、高比放射能反応中間体を水溶液から製造するための基礎データを集積するため、未照射ターゲット液や照射液の高感度分析を開始した。

多目的自動合成装置は、使用者自身による組立てが容易な点に大きな特徴があった。しかし、規格化が不十分であったため、形状・大きさに応じ、常時、多種類の部品を保管しておく必要があった。

本年度の改良点は、各部品の寸法を基本的には5cmの整数倍とし、また、上下・前後・左右方向いづれにも互換性をもたせた点であり、これにより装置組立てに当たっての部品の種類を大幅に減らすことが出来た。

製造放射薬剤の比放射能を低下させる大きな要因の一つに $^{11}\text{CO}_2$ を還元し、 $^{11}\text{CH}_3\text{OH}$ へ変換するための試薬、 LiAlH_4 のTHF溶液調製時の問題がある。

即ち、この試薬は空気中の炭酸ガスによって極めて汚染されやすいため、その調製に当たっては空気との接触を可能なかぎり遮断する必要がある。

従来の試薬調製装置を改良し、気密度の高いカルレッツ製Oリング(耐薬品性抜群)付テフロン真空コックやテフロン継手を採用したことにより、気密度は1桁以上向上した。また、バルブ、継手、流量コントローラ、圧力レギュレータ等の改良を行い、クリーン度の向上、デッドボリュウムの縮小などに努力した。これらの結果、製造放射薬剤の比放射能も更に向上し、 $190\text{GBq}/\mu\text{mol}$ 以上を達成することが出来た。

種々の精製度の水をプロトンで照射し、生成する ^{13}N や ^{18}F の化学形や非放射性化学種の分析をした。また、 $^{13}\text{NH}_3$ の場合、その製造法と比放射能との関係等も調べた。その結果、水溶液中では $^{13}\text{NO}_3^-$ や $^{18}\text{F}^-$ の形で $800\text{GBq}/\mu\text{mol}$ 以上の高い比放射能が得られることが判明した。また、 $^{13}\text{NH}_3$ の場合、三塩化チタン法に比べ、デバルダ合金法の方が1桁以上高い比放射能が得られることが判明した。

[研究発表]

- (1) Suzuki, K., Inoue, O., Tamate, K. and Mikado, F. : Appl. Radiat. Isot. 41, 593-599, 1990.
- (2) Suzuki, K. : Radiochimica Acta, 50, 49-53, 1990.
- (3) Suzuki, K. and Inoue, O. : Proc. 2nd Int. Symp on Advanced Nuclear Energy Research - Evolution by Accelerators -, Jan. 24-26, 1990. Mito, Japan.
- (4) 鈴木：第22回放医研シンポジウム, 1990, 9.
- (5) 鈴木：特許「放射薬剤製造用多目的装置」、特願平2-337850, 1990, 11.
- (6) 鈴木：特許「ユニット組立筐体」、特願平2-337849, 1990, 11.

IV 養成訓練業務

(1) 概 況

放医研における養成訓練業務は、放射線影響の研究および放射線防護ならびに放射線の医学利用に関連する科学技術者を養成することである。

昭和34年度、養成訓練部の発足以来32年目をむかえ、各課程の修了者は、すでに4, 566名を数え、わが国におけるほとんどすべての原子力開発利用とその安全管理の分野で活躍している。これも過去約30年にわたって、常に質的に充実した養成訓練を実施するよう努力してきた結果であろう。

平成2年度の養成訓練は「放射線医学総合研究所長期業務計画(昭和54年4月決定)」に基づいてすすめられた。とくに長期計画において強調している「社会情勢の変化に対応しての再編成と教科内容の充実と高度化」をはかるため、昭和49年度に発足した養成訓練教科委員会では、更に教科内容の一層の充実をはかるために、必要に応じ専門委員会を設置し検討を進めている。

次に、各課程の概要を示す。

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. 放射線・核医学基礎課程

本課程は、昭和36年度に放射線利用医学課程として開設されたものであるが、昭和49年度に核医学課程と改称された。その後昭和56年度に、教科内容を変更し放射線核医学基礎課程と改めた。放射線診断治療、核医学診断、RIの臨床応用に必要な知識と技術を修得させることを目的とし、期間は5週間、14名、年1回実施している。応募者は国、公、私立の大病院および大学病院の医師が大部分であ

る。

3. RI利用生物学課程

昭和40年度に開設し、研修期間5週間、16名、年1回実施している。RIトレーサー技術の研修を主体とするもので、毎回多数の応募者があり、医学、理学、農学、水産、薬学など、その分野は多岐にわたっている。

4. 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、環境放射能調査の標準化、技術水準の向上を図ることを目的とする。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である。

5. 緊急被ばく救護訓練課程

本課程は、昭和54年度に開設されたものであり、主に原子力発電所等原子力施設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。

(2) 業務内容

平成2年度の養成訓練業務は、計8回を次のように実施した。

1. 放射線防護課程

- 第80回 平成2年5月7日ー平成2年6月2日まで
- 第81回 平成2年6月11日ー平成2年7月7日まで
- 第82回 平成2年11月8日ー平成2年12月14日まで

- 2.放射線・核医学基礎課程
第42回 平成3年1月21日～平成2年2月22日まで
3. RI 利用生物学課程
第26回 平成3年1月21日～平成3年2月22日まで
4. 環境放射線モニタリング技術課程
第13回 平成2年10月15日～平成2年10月26日まで
5. 緊急被ばく救護訓練課程
第21回 平成2年4月16日～平成2年4月21日まで
第22回 平成2年10月1日～平成2年10月6日まで
- 本年度は、8 課程を通じて172名が受講した。また受講者を選考するについては、必要に応じて選考委員会を開催した。
6. 課程別、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
第80回	25	25
第81回	30	30
第82回	40	28
放射線・核医学基礎課程		
第42回	7	7
RI 利用生物学課程		
第26回	20	20
環境放射線モニタリング技術課程		
第13回	22	22
緊急被ばく救護訓練課程		
第21回	14	14
第22回	48	26

各課程の科目一覧

1. 放射線防護課程

講義科目	実習科目
(物理・計測)	(物理・計測)
放射線被ばくによる身体的障害	計数値の統計と β 線の性質
オートラジオグラフィ	シンチレーションカウンタ
(放射線防護・安全管理)	ガスフローカウンタ
法令	液体シンチレーションカウンタ
放射線被ばくの制限値	(化学)
密封 RI の安全取扱法	放射化学分析法
RI の安全取扱法	(生物)
個人被ばく管理	急性放射線障害と血液変化
放射線施設概論	オートラジオグラフィ
廃棄物処理技術	(放射線防護・安全管理)
職業被ばく	サーベイ・モニタリング
環境放射線	RI の安全取扱法
環境放射能	非密封 RI 取扱法
(生物)	(演習)
放射線生物学	物理演習
放射線遺伝学	化学演習
	汚染管理
	実習室のサーベイ

講 義 科 目	実 習 科 目
生 物 演 習 計 測 演 習 法 令 演 習 (その他)	
実 習 講 評	

2. 放射線・核医学基礎課程

講 義 科 目	実 習 科 目
I. 物理学・測定・装置関係	実 習 講 評 計 数 値 の 統 計 シンチレーションカウンタ 放射性物質の安全取扱 オートラジオグラフィ 生物試料調整法 ラジオイムノアッセイ サザンハイブリダイゼーション
原 子 物 理 放 射 線 測 定 液体シンチレーションカウンタ 物 理 演 習 核 医 学 診 断 放 射 線 治 療 装 置 画 像 処 理	
II. 化学関係	
放 射 化 学 放 射 線 化 学 放 射 線 薬 品 学	
III. 生物学関係	
放 射 線 生 物 学 放 射 線 遺 伝 学	
放 射 線 被 ば く 身 体 障 害	
IV. 放射線防護関係	
放 射 線 被 ば くの 制 限 値 医 療 被 ば く 放 射 性 物 質 の 安 全 取 扱 動 物 実 験 に お け る 安 全 取 扱 内 部 被 ば く 線 量 評 価 法 放 射 線 障 害 防 止 法	
V. 利用関係	
放 射 線 診 断 学 総 論 オ ー ト ラ ジ オ グ ラ フ ィ ラ ジ オ イ ム ノ ア ッ セ イ 医 学 生 物 学 実 験 計 画 法 ト ピ ッ ク ス 補 講	

3. RI利用生物学課程

講義科目	III.放射線防護関係
I.基礎関係	医療被ばく 放射性物質の安全取扱 動物実験における安全取扱 個人被ばく管理 放射線障害防止法
原子物理 放射線測定 物理演習 液体シンチレーションカウンタ 放射化学 放射化学分析法 放射線化学	IV.その他
II.生物学・基礎医学関係	補習講評 実習講評 実習科目
放射線生物学 放射線遺伝学 放射線障害 標識化合物 オートラジオグラフィ 放射線病理学 ラジオイムノアッセイ 放射線と免疫 医学生物学実験計画法	計数値の統計 シンチレーションカウンタ 放射性物質の安全取扱 生物試料調整法 オートラジオグラフィ 液体シンチレーションカウンタ 放射化学分析法 ラジオイムノアッセイ サザンハイブリダイゼーション

4. 環境放射線モニタリング技術課程

講義科目
原子物理 放射線測定機器 低レベル放射能計測 固体飛跡検出器 非密封線源の安全取扱 環境放射能 放射線源と校正法 放射線測定と核データ 環境放射線 サンプリングの理論と実際 測定試料調整法 放射線による人体の障害 環境放射線モニタリング
実習科目
放射線測定の基礎 非密封線源の安全取扱 施設見学

5. 緊急被ばく救護訓練課程

講義科目
緊急体外被ばく計測 人体汚染計測法 体外被ばく障害 人体汚染被ばく障害 緊急被ばく障害 緊急被ばく医療対策と体制 緊急処置蘇生法
実習科目
ヒューマンカウンター (校正と計測・評価) 傷汚染計測法 救急蘇生法 被災者救出法 汚染患者救護取扱・移送法 放射線被ばく事故と患者の取扱 (ビデオ)

V. 診 療 業 務

概 況

放医研の病院は、昭和36年に設立されて以来、放射線障害患者の診断・治療と放射線の医学利用に関する診療と研究を主たる業務として運営されてきた。しかし、重粒子線治療に関する装置と施設の整備が進み、重粒子線治療臨床試行の開始が平成5年度の間近に迫った事情の流れに対応して、病院部の果たす役割と責任が共に大きくなってきた。

病院部は、特別研究「重粒子線によるがん治療法に関する調査研究」に積極的に参加すると共に、速中性子線治療と陽子線治療成績を評価して、耳下腺癌、パネコースト腫瘍、骨肉腫は速中性子線治療の適応疾患であることを明確にした業績は高く評価されている。

一方、平成元年5月には、「重粒子線医療準備チーム」が設けられ、重粒子線治療を実施するために必要な施設と体制について、約1年間にわたり、病院部の総力を挙げて討議を行ない、その成果を「重粒子線がん治療臨床試行体制整備に関する検討報告書」としてまとめ、平成2年7月に所長に報告した。報告書には、重粒子線治療の開始に当たり、利用可能となる3治療室を有効に利用して治療を行ない、先端医療としての重粒子線治療を適切に評価するためのシステム整備が盛り込まれている。さらに、重粒子線治療を、開かれた状況のもとで実施するための構想についての討議が行なわれた。

「重粒子線治療ネットワーク会議」は、重粒子線治療を全国的な視野のもとに実行するためのシステム作りを目的として組織され、第1回目の会議は平成3年3月13日に開催された。ネットワークの会議のもとで、重粒子線治療の適応、臨床トリアルの基本方針が最終的に示されることになるが、病院部としては会議の成功を願い、重粒子線治療の臨床体制を着実に積み重ねていく必要がある。

診療の面では、リニアック、ガンマカメラ等の装置が何れも更新の時期を迎え、それぞれ最新の装置が導入された。特に、放射線治療計画用に、CTシュミレーターが導入されたことを契機として、放射線治療の精度向上に関する臨床的研究が進んだ。

(恒元 博)

1. 放射線障害の臨床的研究

宮本忠昭、門沢浩二、向井稔、野本靖史、森田新六、恒元博、青木芳朗*、杉山始*、明石真吾*、鈴木元*、坪井篤*²(*障害臨床研究部、*²障害基礎研究部)

- 1) 障害臨床研究部によるビキニ被災者、トロトラスト症例の追跡調査研究に診療協力を行った。
- 2) a) 悪性リンパ腫、肺小細胞癌などの悪性腫瘍患者に対する化学療法後の造血器障害を緊急時の外部被曝患者のモデルとして無菌室治療、および成分輸血治療を行った。
b) 自己骨髄移植のため、①患者、無菌室の病原体のチェック体制の強化、②無菌食の調理、③骨髄液保存の調査、研究グループを病院内に設け、検討を開始した。④全身照射のためのベットストレッチャー、および簡易無菌装置；ベットアイソレーター、を使用し、⑤G-CFSによる白血球防護治療を行った。
- 3) インターロイキンIおよび免疫賦活剤ベスタチン、スパガリンの放射線防護作用の基礎的研究をマウスの造血器・肺・腸管、を対象に行っている。骨髄、腸管では明白な放射線防護効果が得られた。同研究の成果を発表した。

2. 画像診断による臓器疾患の評価研究

中野隆史 恒元博 森田新六 宮本忠昭
向井稔 久保田進 佐藤眞一郎 坂下邦雄
熊谷和正 柴山晃一 千尾武彦 石居隆義
館野之男¹ 山崎統四郎¹ 池平博夫^{1 1}
(臨床研究部)

- 1) CT画像やMRI超音波診断などの画像診断法を用いて癌病巣の進展範囲、転移部位の診断を行い、放射線治療方針の決定に用いられた。
- 2) 特にMRIやPET診断は従来のX線診断で判定困難な病巣の診断が可能となった。
- 3) RI検査は肝臓腎臓肺機能の生理学的な検索が可能で、放射線照射に伴う生理機能の変化を研究することができた。
- 4) X線CT画像やMRIは放射線治療計画に応

用され、線量分布の計算や照射野の設定などが電子計算機システムにより効率的に行えるようになった。

5) 眼球腫瘍の陽子線治療のために CT 画像と眼底写真並びに超音波画像から腫瘍情報を抽出し眼球モデルを作成し、陽子線治療の精度の向上と効率化を図った。

3. 放射線治療技術開発に関する研究及び癌の集学的治療の基礎的、臨床的研究

森田新六、宮本忠昭、向井稔、久保田進、中野隆史、佐藤真一郎、野本靖史、門沢浩二、清水わか子、高橋健夫、杉田公、坂下邦雄、熊谷和正、柴山晃一、千尾武彦、石居隆義、岡邦行、恒元博、青木芳朗*。(障害臨床研究部)

(研究経過)

がんの早期発見、早期治療は治療の容易さ、治療率の高さ、障害発生率の低さ、などからみて最も望ましいことである。しかし現実には、放射線治療の適応として紹介されてくる患者には進行期例が多い。我々はこのような疾患を、①がんの進展範囲を正確に診断して適格な放射線照射を行い、②化学療法、免疫療法を加えてその治癒率の向上をはかり、③更に治療後の再発、転移を X 線 CT、MRI 等の診断装置を駆使して早期に診断した。その結果として全体の約 50% の患者は治癒し、残りの人も社会復帰して QOL の向上を示すことが出来た。治療技術の開発の目的で導入された X 線 CT シミュレーターは X 線 CT 画像を用いた治療計画装置で、腫瘍の位置関係の明確な把握とそれに対する多方面よりのビームの照準を可能にし、線量分布の改善を一段と進歩させた。重粒子線治療でも、X 線 CT 画像を用いた治療計画を主体と考えているので、本法の今後の研究的発展が期待される。

MRI をガドリニウムで造影すると数ミリ径の転移性脳腫瘍を発見できる。特に肺癌(小細胞性)症例では有効で、早期の再発治療につながっている。また X 線 CT 画像での、子宮癌治療後の腹部大動脈周囲リンパ節転移の早期発見、それに対する放射線治療も積極的に行われた。その他従来よりの技術開発、ラルス腔内照射の最適化照射法の研究、DVH を用いた最適線量分布の検討などの諸研究も順調に進行している。

がんの集学的治療では、本研究所の本来の目的、放射線治療に加えての化学療法、免疫療法は欠くことのできないものである。高額医療の傾向があるので、限られた予算を逼迫するかもしれないが、

患者の為になる医療を第一に考えるならば、これら治療法を制限出来ない。食道癌、肺癌(非小細胞性)、子宮頸癌、卵巣癌、前立腺癌などの疾患では放射線治療の効果を増強する目的で用いられ、小細胞性肺癌やリンパ腫では放射線の局所的療法に加えて、病気の全身に広がるのを抑える目的で用いられる。共にその臨床的效果は優れたものである。乳癌の乳房温存的治療法も、その後順調に症例数も増えている。臨床成績の正しい評価にはまとまった症例数と観察期間が必要なので、更に研究が続けられる。

(研究発表)

- 1) 清水、他：乳房保存術後の胸壁接線照射の治療成績。第 3 回日放腫総会、1990、東京。
- 2) 向井、他：食道癌に対する放射線と OK-432 の局所投与を併用した新しい治療法、日癌治、25、94-97、1990。
- 3) 森田、他：子宮体癌の放射線治療。癌の臨床、36、1155-1160、1990。
- 4) NAKANO et al. : Histological and immunohistochemical prediction for local control of cervical squamous cell carcinoma treated with radiotherapy alone. Int. J. Radiation Oncology, Biol, Phys. 19, 1011-1019, 1990。

4. 放射線診療業務のシステム化に関する研究

向井稔、久保田進、中野隆史、佐藤真一郎、森田新六、恒元博、福久健二郎*、飯沼武**、中村譲** *：技術部 **：臨床研究部

[研究経過]

- 1) 全身用 X 線 CT シミュレータを導入、既存の治療計画・線量計算システムに接続し、画像診断情報を治療計画に利用するシステムとして運用を開始した。現在、従来の X 線シミュレータでは困難な治療照射設定に利用しているほか、重粒子線治療に向けた 3 次元治療計画の基礎研究をもこのシステム上で行っている。
- 2) 1975 年以来運用している新病歴システムへのデータ登録をマニュアルに基づいて継続している。さらにここに登録されたデータを利用するためのソフトウェアの開発を順次行っており、本年度は肺癌に対する速中性子線治療結果の解析をはじめとする多くの Retrospective な臨床研究のためのデータを供給した。

また、これと平行して子宮頸癌および肺癌のための病歴登録サブシステムを運用している。

- 3) 子宮頸癌に対する高線量率腔内照射法最適化システムを開発、症例を選んで毎回定常的に利用し、臨床応用に際しての問題点の解決を図っている。

[研究発表]

- 1). 中野隆史他：重粒子線治療における標的領域内の放射線障害についての DVH を用いた定量的評価 第50回日本医学放射線学会大会

1991年4月

- 2). SATOH, S. and TSUNEMOTO, H. : A method for selective evaluation of the effectiveness of fast neutrons in radiotherapy. *Strahlentherapie und Onkologie* 165 ; 4(337-339) 1989
- 3). 福久健二郎、佐藤眞一郎他：医療情報システムと病歴管理—オフラインの現状とオンライン(発生源入力)への転換 INNERVISION 5 ; 8(43-48) 1990

医 事 統 計

表 1 外来入院別患者統計

入 院											外 来				
入院患者数			退院患者数			入院患者延数	取扱患者延数	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										
276	139	137	274	24	250	13,712	13,986	38.3	43.5	49.9	853	9779	41.0	11.5	

表 2 年令階級別、性別、放射線障害による入院患者数

年 令		総数	30～39	40～49	50～59	60～69	70～79
性別	男	25	2		3	6	14
	女	10		2	2	2	4
計		35	2	2	5	8	18

表 3 R I 診断患者数

		実 数	延 数
性別	男	101	251
	女	178	234
総数		279	485

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	112	0	1	1	5	12	28	28	28	9
	女	128	0	2	4	10	20	20	36	28	8
計		240	0	3	5	15	32	48	64	56	17

表 4 - II 疾病分類別悪性新生物による入院患者数

疾病分類		D57 口腔および咽頭悪性新生物	D58 胃の悪性新生物	D60 直腸およびS字状結腸移行部の悪性新生物	D61 その他の消化器および腹膜の悪性新生物	D62 咽頭の悪性新生物	D63 気管気管支および肺の悪性新生物	D65 骨の悪性新生物	D66 皮フの悪性新生物	D67 乳房の悪性新生物
性別	男 112	5	0	4	28	0	41	3	0	0
	女 128	4	0	3	9	0	8	1	0	6
計 240		9	0	7	37	0	49	4	0	6

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 of 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増血組織の悪性
/	/	/	/	1	0	12	8	0	10
67	6	4	2	/	0	6	7	0	5
67	6	4	2	1	0	18	15	0	15

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	種類別	外部照射													
		総数	111TBq ⁶⁰ Co (コバルト)	10MeV -X線 (リニアック)	電子線(リニアック)					30MeV 速中性 子線 (サイクロ トロン)	70MeV 陽子線 (サイクロ トロン)	⁶⁰ Co 37GBq (ラルス トロン)	¹³⁷ Cs RA≒ 16mg (管)	226Ra 針(mg) 1,1,5,2	198Au グレイン
					MeV										
			6	9	12	15	20								
実数	669	217	208	15	7	4	2	1	93	5	103	8	6	0	
延数	16,080	4,923	9,297	274	121	75	14	5	1,049	19	289	8	6	0	

表6 X線診断件数

	件数
透視	1,180
撮影	10,147

表7 X線CT診断件数

実数	延数
1,044	28,188

表8 臨床病理検査件数

検査項目	件数	
総検査	126,732	
尿検査	13,693	
糞便検査	434	
血液検査	血液生化学	68,077
	抹消血液	30,302
	骨髄検査	99
採取液穿刺液検査	28	
細菌検査	654	
免疫血清反応	5,107	
生理機能検査	734	
病理組織検査	720	
外注検査	6,884	

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
24	14	10	19	10	9	79.2

表10入院患者給食統計

総給食数	39,108食	延給食人数	13,036人	平均年齢	61歳	栄養指導	25件		
栄養給与量 (1人1日平均)	エネルギー	蛋白質	脂肪	C a	F e	ビタミンA	ビタミンB ₁	ビタミンB ₂	ビタミンC
	Kcal 1,899	g 82.7	g 44.4	mg 627	mg 20.4	I U 2,696	mg 1.34	mg 1.20	mg 101
穀類エネルギー比	55%	動物蛋白質比	54%	PFC/E%	P17% F21% C62%				

表11 解剖記録 ○印は死因にあたる副病変を示す。

剖検番号 住 所	年齢, 性 職 業	臨床診断	病 理 学 的 診 断 名	治 療
534 印旛郡	55才, 男 縫製業	肺癌と脳転移	肺癌(右肺門部, 小細胞癌中間細胞型) 転)心外膜, 大脳, 脾, 十二指腸, 肝, 脾, 副腎, 皮膚, 胃 リ)縦隔, 鎖骨窩, 肝門, 腸間膜, 傍大動脈	放, 制癌
535 船橋市	79才, 男 経理事務	悪性リンパ腫 (胃原発)	胃原発悪性リンパ腫(びまん性, 大細胞型, B細胞型) 浸潤)腎, 皮下, 胸膜, 脾, 副腎, 右肺 リ)鎖骨窩, 傍大動脈, 左骨盤 ①.十二指腸潰	放, 制癌
536 東京都	65才, 男 会社員	悪性リンパ腫	悪性リンパ腫(濾胞性, 中細胞型, B細胞型) 浸潤)骨髄, 腎, 副腎, 脾, 肝 リ)脾頭部, 傍大動脈 ①急性出血性脾炎 ②カリニ肺炎	放, 制癌
537 佐倉市	71才, 男 裁判所員	肺癌と脳転移	肺癌(右下葉, 小細胞型中間細胞型) 転)大脳, 硬膜, 小脳, 副腎, 骨髄, 下垂体, 肝 1.右肺炎 2.肺浮腫とうっ血	放, 制癌
538 船橋市	58才, 男 公務員	肺癌術後再発	肺癌術後再発(左肺, 腺癌) 転)胸膜, S状結腸, 副腎, 肝, 脾, 腎, リ)肺門, 小弯, 傍脾, 後腹膜, 腸間膜, 気管分岐, 傍大動脈 1 肺気腫	放, 制癌
539 東葛飾郡	68才, 女 主婦	子宮頸癌	子宮頸癌(扁平上皮癌, 角化型) 転)直腸, 結腸, 肺, リ)肺門, 傍大動脈, 1. 右肺虚血性硬塞 2. 結腸のカンジダ症 3. 無気肺	放, 制癌
540 成田市	62才, 男 会社員	食道癌	食道癌(扁平上皮癌) 転)大動脈, 気管, 気管支 リ)傍気管 ① 腫瘍からの大出血 2. 胃内コーヒー残渣物貯瘤 3. タール便	放, 制癌
541 習志野市	37才, 女 主婦	子宮頸癌 術後肺転移	子宮頸癌術後(扁平上皮癌, 大細胞非角化型): 局所再発転移なし 原発性肺癌(左肺, 腺癌) 転)腎, 肝, 脾, 椎骨 リ)鎖骨窩 ① 敗血症	放, 制癌
542 千葉市	80才, 男 漁業	肺癌と脳転移	肺癌(左上葉, 小細胞癌中間細胞型): 局所再発なし 転)大脳, 小脳, 橋, 延髄 ① 敗血症 2. 硬膜下血腫 3. 無気肺	放, 制癌
543 船橋市	71才, 男 鋳物工	悪性リンパ腫	胃原発悪性リンパ腫(びまん性, 大細胞型, T細胞型) 浸潤)傍大動脈, 脾 1 消化管のカンジダ症 2. 動脈硬化症	制癌
544 千葉市	60才, 女 給食会社	子宮頸癌	子宮頸癌(頸管型腺癌) 転)膀胱, 肺, 肝, 副腎, 傍大動脈, 腎, 卵巣 ①肺の出血性硬塞 ②化膿性汎胸膜炎	放, 抗生
545 柏市	86才, 男 会社員	食道癌	食道癌(扁平上皮癌) 転)胃噴門部 1. 萎縮腎 2. 腎結石 (30×12×12mm) 3. 肝と脾の萎縮	放
546 佐倉市	68才, 女 事務員	悪性リンパ腫	悪性リンパ腫(びまん性, 大細胞型, B細胞型) 浸潤)脾, 横隔膜, 腎, 肝, 心, 副腎, 腸管, 腹膜, 腸間膜, 肺, 脾, 骨髄, リ)全身	放, 制癌
547 浦安市	41才, 男 電機会社	辜丸腫瘍	辜丸腫瘍(定型的精上皮腫): 局所再発なし 転(絨毛癌))右大腰筋, 肝, 肺, 腎, 脾, 大脳, 腸管 リ)傍大動脈, 縦隔洞 1. 気管支肺炎	放, 制癌, 輸血
548 千葉市	49才, 女 主婦	肺癌と脳転移	肺癌(左上葉, 腺癌) 転)大動脈, 肺, 肝, 大脳, 腎, 骨髄 リ)傍気管, 気管分岐, 傍大動脈 1. 気管支肺炎	放, 制癌
549 千葉市	60才, 男 印刷工	肺癌と脳転移	肺癌(左上葉, 小細胞癌燕麦細胞型) 転)大動脈, 左気管支, 心, 皮膚, 大脳, 脾, 下垂体, 甲状腺, 腎 リ)左肺門, 腸間膜, 傍大動脈 1. 肺炎	放, 制癌
550 茨城県	68才, 女 主婦	子宮頸癌	子宮頸癌(扁平上皮癌, 大細胞非角化型) 転)ダグラス窩, S状結腸, 膀胱, 回腸, 肝 リ)鎖骨窩, 傍大動脈 ①化膿性汎腹膜炎 2. 胃潰瘍	放, 制癌

剖検番号 住 所	年齢, 性 職 業	臨床診断	病 理 学 的 診 断 名	治 療
551 佐倉市	73才, 女 農業	外陰部癌と 肺転移	外陰部癌(扁平上皮癌) 転]皮膚, 肺, 胸膜, 心, 肝, 脾, 腎, 副腎, 甲状腺, 横隔膜, 子宮頸部, 大動脈 リ]左肺門 1. 胃ポリープ	放, 副ホ抗生
552 茂原市	72才, 男 会社員	食道癌	食道癌(扁平上皮癌) 転]大動脈, 右肺 リ]傍気管, 気 管分岐部 ①全身性アスペルギルス症(腎盂, 大脳, 肺, 脾, 心) 2. 肺の点状出血	放
553 印旛郡	45才, 男 事務員	肺癌と 急性肺炎	肺癌(右下葉, 小細胞癌燕麦細胞型) 転]肺, 肝, 脾, 副 腎, 腎 リ]気管分岐, 傍気管, 左鎖骨窩 ① 急性出血性 肺炎 ② 血性腹水(3900cc)	放, 制癌, 副 ホ
554 佐原市	64才, 男 農業	多発性骨髄腫 (IgG, K)	多発性骨髄腫(IgG, K型) 1. ミエローマ腎 2. 肺カンジダ 症 3. 気管支肺炎	放, 制癌
555 船橋市	48才, 男 事務員	悪性縦隔 洞腫瘍	悪性胸膜腫(上皮性細胞優位型, 紡錘形細胞型) 転]心, 肺, 横隔膜, 胸膜, 肝, 腎, 副腎 リ]噴門, 肺門 1. 左 血性胸水(500cc) 2. 心肥大	放, 制癌
556 習志野市	73才, 女 主婦	悪性リンパ腫	悪性リンパ腫(びまん性, 混合型, B細胞型) 浸潤]肝, 脾, 脾, 骨髄 リ]傍大動脈 ① 肺アスペルギルス症 2. 硬膜下・くも膜下出血	放, 制癌

VI. 那珂湊支所管理業務

1. 一般管理

本年度も①一般管理業務として、庁舎の管理、公印管理、文書の接受、福利厚生、職場環境の改善と安全対策等の庶務的事項。②資金前渡官吏、契約担当官及び分任物品管理官に係る業務から、施設(東海施設を含む)の維持、管理及び補修工事等会計事務全般に渡る事項。③受変電、ボイラー、空調設備、研究用特定装置の運転、調整及び保守管理等、研究業務への技術支援業務を中心とした、幅広い活動を展開した。また、今後の庁舎管理の問題点として雨漏れ対策及び塩害対策について、建設省に調査を依頼し特別修繕の予算化を計った。

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連絡業務である。平成2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長経由で行った。

- ① 放射線医学総合研究所事務分掌規程の改正に伴う放射線医学総合研究所放射線障害予防規定(那珂湊支所)の一部変更について(水戸原子力事務所長経由届出)平成2年9月27日
- ② 放射線医学総合研究所事務分掌規程の改正に伴う放射線医学総合研究所放射線障害予防規定(東海施設)の一部変更について(水戸原子力事務所長経由届出)平成2年9月27日
- ③ 承認使用に係る変更承認申請(東海施設)フードの新設に伴うダクトの変更、核種の減

量、使用室の追加(水戸原子力事務所長経由届出)平成3年1月17日

- ④ 上記使用に係る承認証訂正申請(東海施設)(水戸原子力事務所長経由届出)平成3年2月7日
- ⑤ 放射線施設等の立入検査について
平成3年2月6日 立入検査
平成3年2月15日 結果通知
平成3年3月6日 立入検査
(原研構内保管廃棄施設)
平成3年3月27日 回答

(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

平成元年度に引き続き本所と同様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を委託専門医に依頼した結果、そ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。

(4) 放射性同位元素等の受入れ

本年度受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(フィルター)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、管理区域内の汚染の状況の測定は、1カ月ごと及び随時にサーベイメータ又はスマイヤ法により実施し、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

法令の改正により、茨城県原子力協定に基づく原子力施設周辺の安全確保及び環境保全に関する覚書に定める放出管理目標値の変更を行った。

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。

(8) 第二研究棟のダストモニタの更新

本装置は、昭和54年に第二研究棟に設置され、以来、今日まで排気中に放出される放射性同位元素の濃度の監視を行ってきたが、経年の使用により機器の老朽化が激しく、また法令の改正に対応するため更新し安全管理の強化を図った。

表 1. 平成 2 年度放射線業務従事者の実効線量当量

作業区分	線量当量 (mSv/年) 人数	0.1未満	0.1以上 1.0未満	1.0以上 2.0未満
研究者	21	21	—	—
管理担当者	8	8	—	—
外来研究者	5	5	—	—
合計	34	34	—	—

表 2. 非密封放射性同位元素の受入れ

	那珂湊支所		東海施設	
	核種	数量(MBq)	核種	数量(MBq)
第 1 群	—	—	—	—
第 2 群	¹³⁷ Cs他 9 核種	613.5	⁸⁵ Sr他 4 核種	303.5
第 3 群	³² P	37	—	—
第 4 群	—	—	—	—
総計	11核種	650.5	5 核種	303.5

表 3. 放射性廃棄物処理状況

		那珂湊支所	東海施設	
種類		排出容量 (m³)		備考
固体低レベル	可燃物	1.18	0.78	原研東海へ処理を委託。 東海施設(一般無機廃液)は本年度放流なし。
	不燃物	0.28	0.34	
	フィルター	3.14	0.72	
	特殊固体	0	0	
低レベル液体	一般無機廃液	16.5	0	
	海水廃液	94.0	0	
中レベル無機廃液		0	0	

VII 図書及び編集業務

1. 図書業務

平成2年度は、予算42,275,000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
単行書	105	7	72	21
雑誌	314	19	46	19
新聞	2	0	11	2
雑誌製本	1198		193	

寄・交=寄贈、交換資料

2) 蔵書(平成3年3月末現在)

	洋書	和書	合計
単行書	6942	4145	11087
製本雑誌	30612	3621	34233
合計	37554	7766	45314

3) 資料・機器の利用(支所を除く)

- a. 貸出冊数 単行本 1,200冊
 雑誌 1,635冊
 その他 443冊
 貸出者数 1,831人
 支所巡回雑誌(毎月17日) 735冊
- b. 文献複写(xerox カラーを含む4機種) 338,660枚
- c. オンライン情報検索(BRS, DIALOG, JOIS) 229件
- d. スライド作成(パナコピー3機種)
 ブルー 3,518コマ
 白黒 3,516コマ
 カラー 204コマ
- e. OHP原稿作成 864枚
- f. ポスター等作成(クロイタイプ4機種) テープ使用 45,354cm

- g. 文献製本(ホリゾン) 689件
 h. マイクロプリント 261コマ
 i. 時間外利用 のべ1,419名

4) 相互利用

- 外部閲覧者(大学) 151人
 (企業) 33人
 資料貸出し(千葉大学他) 332件

II. 特記事項として

1) 書庫スペース狭隘対策として

- ① 講堂わきに資料保管庫ができた。
 ② 低利用度雑誌の払出しについて
 国会図書館の旋により19大学・学部図書館より申し出があり、そのうち北海道から鹿児島まで14大学・学部図書館に57タイトル(ダンボール185箱)を送付した。
 ③ 払出しのあと、雑誌バックナンバーの配架換え作業をして使い易くした。

2) 外国雑誌選定

雑誌選定基準に添い、5年に1度の外国雑誌選定を行なった。(図書委員会)

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。本年度は、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(平成元年度) : NIRS-AR-33

平成元年度中の特別研究、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、職員研究発表リスト等を編集。平成2年12月刊、B5判、259頁。

- 2) Annual Report, April 1988- March 1989. (英文年報) : NIRS-29 (ISSN 0439-5956)

平成元年度中の研究成果を Physics, Chemistry, Bio Medical Science. (Biochemistry and Biophysics, Cell Biology, Immunology and Hematology, Physiology and Pathology, Genetics), Clinical

- Science, Environmental Science に分類、93編を集録、その他職員研究発表論文リスト等を編集。平成3年3月刊、A4判、99頁。
- 3) Radioactivity Survey Data in Japan
(放射能調査英文季報) : NIRS - RSD - 90~93 (ISSN -0441-2516)
国内の指定した機関、科学技術庁、厚生省、農林水産省、運輸省をはじめ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集録。年4回刊行、A4判、毎号約30頁。
- 4) 放射能調査研究報告書 (平成元年度) : NIRS - R -20
本研究所が科学技術庁の放射能調査研究の一環として、平成元年度に実施した「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調査」、「環境放射線モニタリング技術者の研究」、及び「緊急被曝測定・対策に関する調査研究」等の研究成果を編集。
- 平成2年12月刊、B5、99頁。
- (2) 不定期刊行物
- 1) 第21回放医研シンポジウム「粒子線の吸入とその生物作用の発現機構」 : NIRS - M - 78
本報文集は、吸入粒子の発生と測定、吸入実験の呼吸生理学、粒子の動物吸入実験、気道沈着の機構と分布、吸入被曝の線量評価、吸入粒子の毒性発現とその機構、吸入障害のリスク低減化について集録したものである。平成3年3月刊、B5判、256頁。
- 2) 特別研究「重粒子線によるがん治療法に関する調査研究」論文集第1集 : NIRS - M 79
本特別研究は、昭和59年度から5カ年計画で実施しているもので、本論文集は各研究グループが平成元年度実施した研究成果を集録したものである。平成3年2月刊、B5判、215頁。

VIII. 国 際 協 力

近年、科学技術分野における国際協力の一層の推進が図られている中で、本研究所としても国際機関、先進国及び開発途上国等との研究協力、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へ派遣し、数多くの研究者交流を行った。

一方、海外からも多数の研究者の訪問があり、研究に関する意見交換等が行われた。

また、科学技術庁の原子力研究交流制度、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2年度の主な活動は次のとおりである。

1. 第39回国際連合放射線影響科学委員会 (UNSCEAR) 出席

UNSCEAR 第39回会議は、5月14日から5月18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か国の代表、代表代理アドバイザー及びIAEA、WHO、UNEPの3つの国連機関とICRP、ICRUの2つの国際学術団体からのオブザーバーで、UNSCEAR事務局の専門家を含め総計83名であった。日本からは、当研究所、松平寛通所長が代表として出席した。

2. 国際原子力機関 (IAEA) 関連会議等の出席

- (1) IAEA シンポジウム「放射線防護のインフラストラクチャー」(2年5月7日～5月11日、西ドイツ、ミュンヘン) に小林安全解析研究官が出席した。引き続き、IAEA コンサルタントとしてIAEA-RCAの活動プログラムについて協議を行った。(2年5月14日～5月16日)
- (2) 「熱帯および亜熱帯地域における放射能(線)データの収集に関するアドバイザー・グループ・ミーティング」(2年5月23日～5月25日) に内田環境放射生態学研究部主任研究官が出席した。
- (3) チェルノブイル原子力発電所事故後の白ロシア共和国への医療調査団(2年9月30日～10月

14日、ソ連、ゴメル他)へ青木障害臨床研究部長が参加した。

- (4) 第3回「中性子治療に必要な核データ」研究共同会議(3年1月8日～11日、ベルギー・ブリュッセル) に川島物理研究部長が出席した。
- (5) 「肝臓疾患の診断に関する画像評価」に関するIAEA第2回研究調整会議(3年2月18日～2月20日、インドネシア・バンドン) に、舘野臨床研究部長が出席した。
- (6) RCA第13回政府専門家会合(3年3月4日～3月7日、ベトナム・ホーチミン) に、小林安全解析研究官が出席した。

3. 日ソ国際共同研究の開始

昭和63年の第4回日ソ科学技術協力委員会において合意されたチェルノブイル原発事故後の放射線の人体及び環境への影響の解明のための「放射線医学」分野にかかる本研究所とソ連・全ソ放射線医学科学センター(AUSCRM)との間で共同研究が実施された。

6月25日～29日に日ソ共同セミナー(東京)が科学技術庁主催で開催され、セミナー終了後、AUSCRMから6名の研究者が訪問、共同研究を行い、放医研の研究者は9月に2名、10月に1名がAUSCRMを訪問し、研究者交流を含めた共同研究が行われた。

4. 重粒子線がん治療装置開発にかかる日独米国際共同研究の開始

本研究所(NIRS)と西独・重イオン科学研究所(GSI)及び米国・ローレンスバークレー研究所(LBL)との間で、重粒子線がん治療装置の開発のための共同研究がなされた。今後の一層の推進が期待される。

5. 「放射線医学利用」協力研究に関する日韓科学技術協力

本研究所と韓国原子力研究所付属原子力病院との間で放射線医学利用について共同研究を進めていくことになり、8月に韓国側が来所し打ち合わ

せを行った。なお、第1回日韓原子力協議において「放射線医学利用」を協力テーマとすることで合意がなされた。

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・生物学利用」は、今年度で10回目を迎え、今回は「放射線治療スタディ・ミーティング」で、アジア及び南アメリカの10ヵ国より12名の専門家を集め、平成2年8月27日～9月28日までの間行われた。

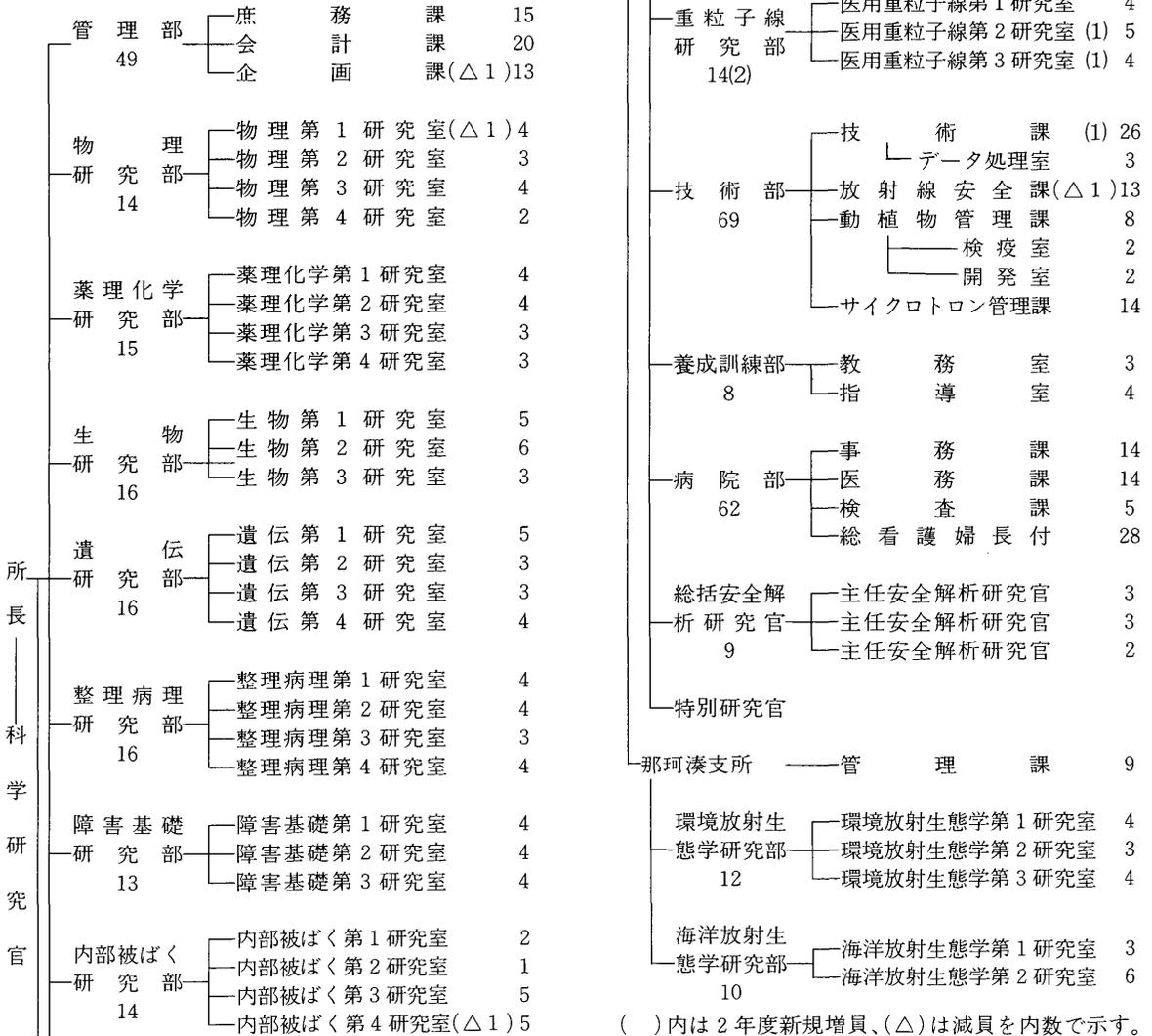
XII 総 務

1. 組織及び人員

2年度の組織については、特定研究プロジェクトの強化を図るため特別研究官を、物理研究部の主任研究官より振替配置し、国際研究協力事務の強化を図るため管理部企画課に国際研究協力官を管理部企画課統計係長より振替配置した。

また、定員については、医用重粒子線研究部の第2研究室に真空工学を専門とする研究員1名、第3研究室に制御工学を専門とする研究員1名を増員、技術部技術課に技術支援部門の強化のため部門間配置転換により専門職1名を増員（ほかに第7次定員削減計画による定員削減3名）した。このため、平成2年度末定員は394名となった。

第1図 機構図



()内は2年度新規増員、(△)は減員を内数で示す。

2. 予算及び決算

平成2年度 当初予算額

平成2年度当初予算額は、前年度予算額10,826,155千円に
対し、1,710,194千円増の12,536,349千円（115.8%）であった。

表1 平成2年度予算事項別内訳

(単位：千円)

事 項	前年度予算額	2年度予算額	対前年度比較 増△減額	備 考
(項) 科 学 技 術 庁	20,452	21,108	656	
(項) 科 学 技 術 振 興 費	31,845	35,537	3,692	
(項) 科 学 技 術 振 興 調 整 費	87,981	184,305	96,324	
(項) 放 射 能 調 査 研 究 費	125,980	113,328	△12,652	
(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	5,561,813	5,761,138	199,325	
人 件 費	2,457,289	2,578,129	120,840	
一 般 管 理 運 営	27,721	26,401	△1,320	
経 常 研 究	347,037	349,483	2,446	
外 来 研 究 員 等	11,055	15,901	4,846	
実 態 調 査	2,183	2,375	192	
那 珂 湊 支 所 運 営	25,627	25,620	△7	
特 定 装 置 運 営	17,674	17,610	△64	
病 院 部 門 経 常 経 費	34,930	38,820	3,890	
養 成 訓 練 部 門 運 営	8,661	8,638	△23	
官庁会計事務データ通信システムに必要な経費	0	985	985	
研 究 設 備 整 備	120,278	120,158	△120	
サイクロトロン設備整備	386,758	383,323	△3,435	
特 殊 実 験 棟 運 営	1,390,730	1,382,355	△8,375	
受 託 研 究	1,024	1,024	0	
放 射 線 医 学 特 別 研 究	300,826	341,222	40,396	
原子力基盤技術総合的研究	17,652	46,594	28,942	
病 院 部 門 診 療 経 費	289,031	289,152	121	
安 全 解 析 研 究 経 費	39,962	49,973	10,011	
安全管理・廃棄物処理対策経費	83,375	83,375	0	
重粒子線がん治療装置の研究開発等	④ 4,510,370	④ 4,711,220	④ 200,850	
	1,935,026	2,843,457	908,431	
(項) 科 学 技 術 庁 試 験 研 究 所 施 設 費	④ 3,589,550	④ 3,091,030	④ △498,520	
當 繕 等 施 設 整 備 費	3,063,058	3,577,476	514,418	
合 計	④ 8,099,920 10,826,155	④ 7,802,250 12,536,349	④ △297,670 1,710,194	

表2 平成2年度歳

項目	歳出予算額	前年度繰越金	予備費使用額	流用等増△減額
211 科学技術庁	21,108,000	0	0	△3,000,000
95016-2123-09各所修繕	21,031,000	0	0	△3,000,000
95016-2959-18賠償償還及び払戻金	77,000	0	0	0
212 科学技術振興費	35,537,000	0	0	0
13073-2123-08職員旅費	44,000	0	0	0
13073-2123-09試験研究費	35,493,000	0	0	0
225 科学技術振興調整費	184,305,000	0	0	0
13073-2111-05非常勤職員手当	6,699,000	0	0	0
13073-2122-08職員旅費	2,946,000	0	0	0
13073-2122-08外来研究員等旅費	831,000	0	0	0
13073-2123-09試験研究費	119,814,000	0	0	0
13073-2123-09受託研究費	1,261,000	0	0	0
13073-2125-14科学技術総合研究委託費	52,754,000	0	0	0
217 放射能調査研究費	109,430,000	0	0	0
13073-2129-06諸謝金	501,000	0	0	0
13073-2122-08職員旅費	2,342,000	0	0	0
13073-2123-09放射能測定費	102,413,000	0	0	0
13073-2125-14放射能測定調査委託費	4,174,000	0	0	0
218 科学技術庁試験研究所	8,681,644,000	0	0	16,887,000
13073-2111-02職員基本給	1,640,842,000	0	0	4,804,000
13073-2111-03職員諸手当	1,013,013,000	0	0	12,083,000
13073-2111-04超過勤務手当	90,154,000	0	0	0
13073-2111-05非常勤職員手当	18,352,000	0	0	0
13073-2111-05育児休業給	237,000	0	0	0
13089-2151-05児童手当	1,440,000	0	0	0
13073-2129-06諸謝金	6,413,000	0	0	0
13073-2122-08職員旅費	15,060,000	0	0	0
13073-2122-08委員等旅費	4,372,000	0	0	0
13073-2122-08外来研究員等旅費	5,232,000	0	0	0
13073-2123-09庁費	61,653,000	0	0	0
13073-2123-09試験研究費	5,527,358,000	0	0	0
13073-2123-09受託研究費	1,024,000	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	150,626,000	0	0	0
13073-2913-09土地借料	7,171,000	0	0	0
13073-2123-09患者食糧費	19,940,000	0	0	0
13199-2133-09自動車重量税	171,000	0	0	0
220 科学技術庁試験研究所施設費	3,573,767,000	0	0	△3,007,000
13073-1202-08施設施行旅費	9,217,000	0	0	△850,000
13073-1203-09施設施行庁費	40,072,000	0	0	△2,157,000
13073-1204-15施設整備費	2,784,478,000	0	0	0
13073-1944-15不動産購入費	740,000,000	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
18,108,000	18,107,310	0	690	
18,031,000	18,031,000	0	0	
77,000	76,310	0	690	
35,537,000	35,536,380	0	620	
44,000	43,380	0	620	
35,493,000	35,493,000	0	0	
184,305,000	183,946,356	0	358,644	
6,699,000	6,613,811	0	85,189	
2,946,000	2,945,470	0	530	
831,000	558,075	0	272,925	
119,814,000	119,814,000	0	0	
1,261,000	1,261,000	0	0	
52,754,000	52,754,000	0	0	
109,430,000	109,429,810	0	190	
501,000	501,000	0	0	
2,342,000	2,341,810	0	190	
102,413,000	102,413,000	0	0	
4,174,000	4,174,000	0	0	
8,698,531,000	8,696,399,494	0	2,131,506	
1,645,646,000	1,644,463,767	0	1,182,233	
1,025,096,000	1,024,533,356	0	562,644	
90,154,000	90,153,911	0	89	
18,352,000	18,348,980	0	3,020	
237,000	162,440	0	74,560	
1,440,000	1,205,000	0	235,000	
6,413,000	6,412,800	0	200	
15,060,000	15,059,970	0	30	
4,372,000	4,369,648	0	2,352	
5,232,000	5,231,415	0	585	
61,653,000	61,653,000	0	0	
5,527,358,000	5,527,358,000	0	0	
1,024,000	962,200	0	61,800	
118,586,000	118,586,000	0	0	
150,626,000	150,626,000	0	0	
7,171,000	7,162,307	0	8,693	
19,940,000	19,940,000	0	0	
171,000	170,700	0	300	
3,570,760,000	3,570,751,500	0	8,500	
8,367,000	8,367,000	0	0	関東地建支出委任分
37,915,000	37,915,000	0	0	〃
2,784,478,000	2,784,469,500	0	8,500	〃
740,000,000	740,000,000	0	0	

表3 平成2年度歳

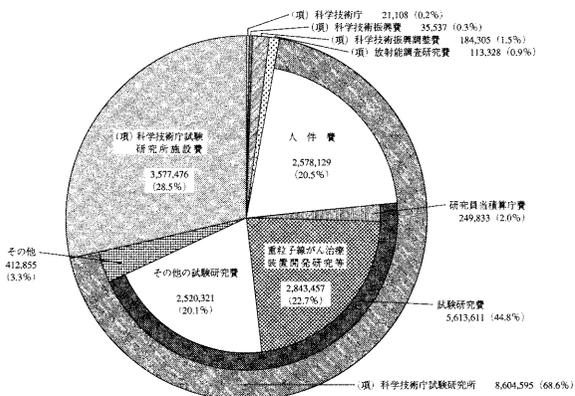
部 款 項 目	歳入予算額	徴収決定済額	収納済歳入額
3000-00 官業益金及官業収入			
3200-00 官業収入			
3201-00 病院収入			
3201-03 放射線医学総合研究所 病 院 収 入	356,217,000	375,116,966	375,116,966
5000-00 雑収入	5,741,000	9,851,288	9,851,288
5100-00 国有財産利用収入	3,328,000	3,742,136	3,742,136
5101-00 国有財産貸付収入	2,698,000	2,749,708	2,749,708
5101-01 土地及水面貸付料	97,000	93,480	93,480
5101-02 建物及物件貸付料	107,000	195,072	195,072
5101-03 公務員宿舍貸付料	2,494,000	2,461,156	2,461,156
5102-00 国有財産使用収入			
5102-01 版權及特許権等収入	630,000	992,428	992,428
5300-00 諸収入	2,413,000	6,109,152	6,109,152
5307-00 受託調査試験及役務収入			
5307-01 受託調査及試験収入	1,293,000	3,227,580	3,227,580
5309-00 弁償及返納金	104,000	2,334,842	2,334,842
5309-01 弁償及違約金	104,000	2,312,342	2,312,342
5309-02 返納金	0	22,500	22,500
5311-00 物品売払収入			
5311-04 不用物品売払代	717,000	166,134	166,134
5399-00 雑入	299,000	380,596	380,596
5399-01 労働保険料被保険者負担金	299,000	349,346	349,346
5399-99 雑収	0	31,250	31,250
合 計	361,958,000	384,968,254	384,968,254

入 決 算 科 目 別 内 訳

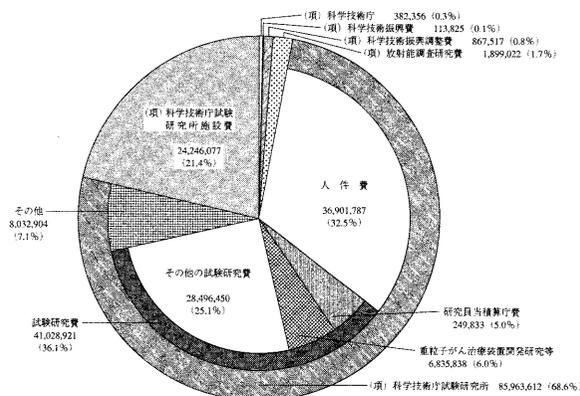
(単位：円)

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	18,899,966	
0	0	4,110,288	
0	0	414,136	
0	0	51,708	
0	0	△3,520	
0	0	88,072	
0	0	△32,844	
0	0	362,428	
0	0	3,696,152	
0	0	1,934,580	
0	0	2,230,842	
0	0	2,208,342	
0	0	22,500	
0	0	△550,866	
0	0	81,596	
0	0	50,346	
0	0	31,250	
0	0	23,010,254	

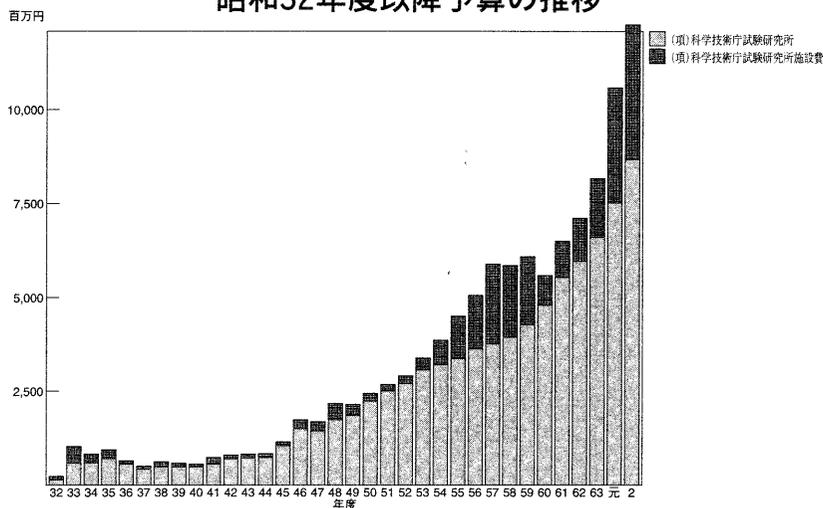
2 年度予算額



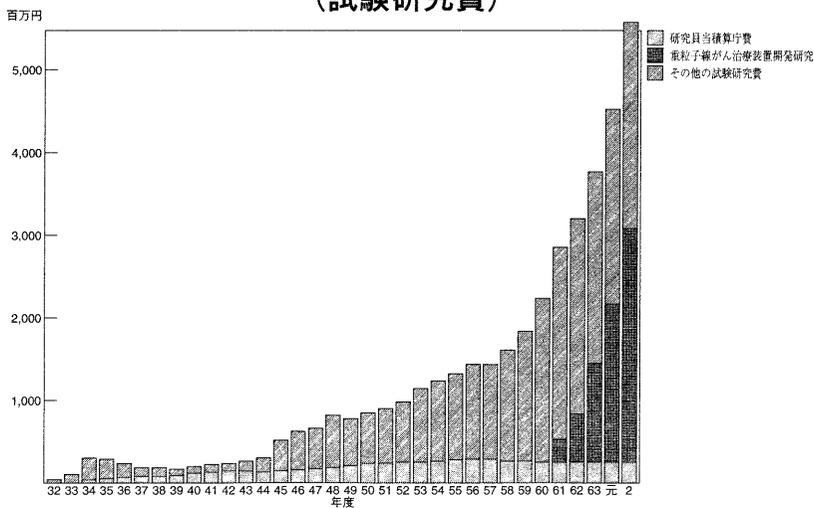
予算累計額



昭和32年度以降予算の推移



(試験研究費)



付 録 目 次

1. 職 員 研 究 発 表
2. 職員海外出張および留学
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・レジデント
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. 特 許 等
11. 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., Fukumura, A. and Kawashima, K : Dosimetry of 70 MeV proton beams from the NIRS cyclotron. *Medical Dosimetry*, **15**, 79-81, 1990.
2. 稲田*, 早川*, 有本**, 平岡, 佐藤, 窪田*** : 超高エネルギー中性子線の線量および線質特性. 日本医放会誌, 50, 404-411, 1990 (*筑波大) **北大***横浜市大)
3. Tomitani, T., Nohara, N. and Murayama, H. : CT image reconstruction from incomplete data. *Med Imag. Tech.*, **8**, 243-244, 1990
4. Nakajima, T. and Otsuki, T. : Dosimetry for radiation emergencies : radiatio - induced free radicals in sugar of various countries and the effect of pulverization on the ESR signal, *Appl. Radiat. Isot.*, **40**, 359-365, 1990.
5. Shiragai, A : Theory of measurement of collision kerma in photon beams with an ionization chamber. *Jpn. J. Appl. Phys.*, **29**, 1227-1229. 1990.
6. Kimura, T.,* Takano, N.,* Iba, T.,* Fujita, S.,** Watanabe, T.,** Maruyama, T. and Hamada, T.*** : Determination of specific activity of cobalt ($^{60}\text{Co} / \text{Co}$) in steel samples exposed to the atomic bomb in Hiroshima. *J. Radiat. Res.*, **31**, 207-213, 1990 (* Japan Chemical Analysis Center ** Radiation Effects Research Foundation, *** Japan Radioisotope Association)
7. 山本幹男, 早田勇 : 高解像力異常染色体マーキング・集計システム NIRS -1000 : CHROMO MARKER の開発. *Med. Img. Tech.*, **8**, 451-457, 1990.
8. 川嶋弘尚*, 今井克博*, 福岡秀也*, 山本幹男, 早田勇 : 横断濃度変化特徴を利用した放射線誘発異常染色体の自動識別法. *Med. Img. Tech.*, **8**, 458-475, 1990. (*慶応大)
9. 加藤義彦*, 宇都宮俊二*, 井上雅子*, 山本幹男, 早田勇 : 小核を有する赤血球のパターン認識による自動分類法の検討. *Med. Img. Tech.*, **8**, 476-484, 1990. (*オムロンライフサイエンス研究所)
10. Nishizawa, K*, Maruyama, T., Takayama, M*, Okada, M*, Hachiya, J* and Furuya, Y* : Determinations of organ doses and effective dose equivalents from computed tomographic examination. *Brit. J. Radiol.* **64**, 20-28, 1991. (* Kyorin University)

[薬理化学研究部]

1. Ozawa, T. and Hanaki, A. : ESR Spin - trapping Studies on the Formation of Thiosulfate and Sulfide Radical Anions in Aqueous Solutions. *Biochem. Int.*, **20**, 649-658, 1990.
2. Ikota, N. : Synthetic Studies on Optically Active β -Lactams. II. Asymmetric Synthesis of β -Lactams by (2+2) Cyclocondensation Using Heterocyclic Compounds Derived from L - (+) - Tartaric Acid, (S) - or (R) - Glutamic Acid, and (S) - Serine as Chiral Auxiliaries. *Chem. Pharm. Bull.*, **38**, 1601-1608. 1990.
3. Suzuki, K., Takahashi, M., Ishii - Ohba, H., Ikeda, K. and Inano, H. : Steroidogenesis in the Testes and the Adrenals of Adult Male Rats After Gamma - Irradiation *in Utero* at Late Pregnancy. *J. Steroid Biochem.* **35**, 301-305, 1990
4. Inano, H., Ishii - Ohba, H., Suzuki, K. and Ikeda, K. : Reasons for Reduced Activities of 17 α - Hydroxylase and C₁₇- C₂₀ Lyase in Spite of Increased Contents of Cytochrome P -450 in Mature Rat Fetally Irradiated with 60 Co. *J. Steroid Biochem.* **35**, 711-714, 1990.
5. Inano, H., Ishii - Ohba, H., Sugimoto, Y*., Ohta, Y*., Morikawa, T*., Yoshida, M* and Tamaoki, B* : Purification and Properties of Enzymes Related to Steroid Hormone

Synthesis. New York Academy of Science, **595**, 17-25, 1990. (* Nagasaki Univ.)

6. Matsumoto, S., Tsuchiya, K* and Chiba, R**, : PIXE analysis of cellular element contents for investigation of heat inactivation of mammalian cells. *Inter. J. PIXE.* **1**, 85-92, 1990. (* Naruko Inst., ** Tohoku Hohshasen Kagaku Center)
7. Ikota, N and Hanaki, A. : Synthesis of (-) - swainsonine and 8- epi - swainsonine from (S) - and (R) - glutamic acid derivatives. *Chem. Pharm. Bull.*, **38**, 2712-2718, 1990.
8. Ishihara, H. and Shikita, M. : Ultrarapid Northern Blotting by the Low Salt Concentration Electroblothing (LSE) . *Meth. Mol. Cell. Boil.*, **2**, 37-40, 1990.
9. Ozawa, T. and Hanaki, A. : Spin - trapping studies on the reactions of Cr (III) with hydrogen peroxide in the presence of biological reductants : Is Cr (III) non - toxic? *Biochem. Int.*, **22**, 343-352, 1990.
10. Ozawa, T. : Chemical and biological significances of sulfite radical anion, SO_3^- , *Trend. Org. Chem.*, **1**, 31-42, 1990.
11. Tanikawa, S.* , Nose, M. * , Aoki, Y.* , Tsuneoka, K., Shikita, M. and Nara, N.** : Effects of recombinant human granulocyte colony-stimulating factor on the hematologic recovery and survival of irradiated mice. *Blood*, **76**, 445-449, 1990. (* Division of Radiation Health, ** Tokyo Medical and Dental University)

[生物研究部]

1. Hirobe, T. and Zhou, X* . : Effects of γ -radiation on the differentiation of mouse melanocytes in the hair follicles. *Mut. Res.*, **234**, 91-96, 1990. (* Laboratory of Industrial Hygiene, China)
2. Suzuki, H.* , Kurihara, Y., Kanehisa, T** . and Moriwaki, K*** . : Variation in the distribution of silver - staining nucleolar organizer regions on the chromosomes of the wild mice, *Mus musculus*. *Mol. Biol. Evol.* **7**, 271-282, 1990. (* The Jikei Univ., ** Kobe Univ., Natl. Inst. Genetics, Japan)
3. Eun - Ho Park* , Kae - Seong Lee* , Ae - Kyung Yi* and Hisami Etoh : Fish cell line (ULF - 23 HU) derived from the fin of the central mudminnow (*Umbra limi*) : Suitable characteristics for clastogenicity assay. *In Vitro Cellular and Developmental Biology*, **25**, 978-994, 1990. (Hanyang Univ. Korea)
4. Zama, M. ; Codon usage and secondary structure of mRNA. *Nucleic Acids Res. Symp. Series.*, **22**, 93-94, 1990.
5. Yamaguchi T* ., Muraiso C., Furuno - Fukushi I., and Tsuboi A. : Water content in cultured mammalian cells for dosimetry of beta - rays from tritiated water. *J. of Radiat. Res.*, **31**, 333-339, 1990. (* Ehime Univ.)
6. Mita K., Ichimura S., and James T. C* . : Characterization and function of intron of silk fibroin gene. *J. of Cell Biol.*, **111**, 123, 1990. (* Wesleyan Univ.)
7. Ichimura S., Mita K., Neno M., James T. C* ., and Bond U** . : Developmental expression of ubiquitin genes in posterior silk gland of *Bombyx mori*. *J. of Cell Biol.*, **111**, 123, 1990. (* Wesleyan Univ. ** Yale Univ.)

[遺伝研究部]

1. Hori, T., Takahashi, E., Ayusawa, D* ., Takeishi, K** ., Kaneda, S*** ., and Seno, T.*** . Regional assignment of the human thymidylate synthase (TS) gene to chromosome band 18 p11.32 by nonisotopic in situ hybridization. *Hum. Genet.* **85**, 576-580, 1990. (* Tokyo Univ., ** Shizuoka Univ., *** Natl. Inst. Genet.)
2. Tuji, H., Matsudo, Y., Tsuji, S., Hanaoka, F* ., Hyodo, M** ., and Hori, T. : Isolation of

- temperature - sensitive CHO - K1 cell mutants exhibiting chromosomal instability and reduced DNA synthesis at nonpermissive temperature. *Somat. Cell Mol. Genet.* 16 , 461-476 , 1990 . (* Inst. Phys. and Chem. Res., ** Tokai Univ.)
3. Takahashi, E., Hori, T., and Sutherland, G. R* . : Mapping of the human type II collagen gene (COL2A1) proximal to fra (12) (q13.1) by nonisotopic in situ hybridization. *Cytogenet. Cell Genet.* 54 , 84-85 , 1990 .
 4. Takahashi, E., Hori, T., O'Connell, P., Leppert, M. and White, R. : R - banding and nonisotopic in situ hybridization : precise localization of the human type II collagen gene (COL2A1) . *Hum. Genet.*, 86 , 14-16 , 1990 .
 5. Tokino, T., Takahashi, E., Mori, M., Tanigami, A., Glaser, T., Park, J. W., Jones, C., Hori, T. and Nakamura, Y. : Isolation and mapping of 62 new RFLP markers on human chromosome 11 . *Am. J. Hum. Genet.*, 48 , 258-268 , 1991 .
 6. Yamakawa, K., Takahashi, E., Saito, H., Sato, T., Oshimura, M., Hori, T. and Nakamura, Y. : Isolation and mapping of 75 new DNA markers on human chromosome 3 . *Genomics*, 9 , 536-543 , 1991 .
 7. Matsuda, Y. and Chapman, V. M. : In situ analysis of centromeric satellite DNA segregating in Mus species crosses. *Mammalian Genome*, 1 , 71-77 , 1991 .

[生理病理研究部]

1. Minamisawa, Hirokaga and Sasaki : Gross morphological changes of the brain exposed prenatally to ionizing radiation. *J. Radiat. Res.*, 31 , 214-218 , 1990 .
2. Koseki, H* ., Imai, K* ., Nakayama, F* ., Sado, T., Moriwaki, K** . and Taniguchi, M.* , : Homogenous junctional sequence of the V14+ T - cell antigen receptor chain expanded in unprimed mice. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 87 , 5248-5252 , 1990 (* School of Medicine, Chiba, University, National Institute of Genetics)
3. Araki, S* ., Shimada, Y., Kaji, K** ., and Hayashi, H* . Apoptosis of vascular endothelial cells by fibroblast growth factor deprivation. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 168 , 1194-1200 , 1990 . (* Nagoya Univ., ** Tokyo Metropolitan Inst. Gerontol.)
4. 橋本*, 渡辺*, 入来*, 島田 : インターリューキン1 (IL-1) と腫瘍壊死因子 (TNF) の発熱性の相違, *日生氣誌*, 27 , 9-16 , 1990. (*山梨医大)
5. 渡辺*, 橋本*, 三枝*, 入来*, 島田 : 細菌内毒素発熱への腫瘍壊死因子 (TNF) の関与. *自律神経*, 27 , 59-63 , 1990 . (*山梨医大)
6. Matsuyama, M* ., Ogiu, T., Konatani, K** ., Yamada, C** ., Kawai, M** ., Hiai, H** ., Nakamura, T*** ., Shimizu, F*** ., Toyokawa, T**** . and Kinosita, Y**** . : Genetic regulation of the development of glomerular sclerotic lesions in the BUF / Mna rat. *Nephron*, 54 , 334-337 , 1990 . (* Nagoya Univ., ** Aichi Cancer Ctr., *** Niigata Univ. and **** Osaka City Univ.)
7. Ogiu, T., Hard, G. C* ., Schwartz, A. G** . and Magee, P. N** . : Investigation into the effect of DHEA on Renal carcinogenesis induced in the rat by a single dose of DMN. *Nutr. Cancer*, 14 , 57-67 , 1990 (* Med. Res. Council Labs., UK and ** Temple Univ., USA)
8. Yamaguchi, K., Sakiyama, H., Matsumoto, M* ., Moriya** , H. and Sakiyama, S*** . : Degradation of type I and type II collagen by human Cls. *FEBS Lett.* 206-208 , 1990 . (* The Center for Adult Diseases, ** Chiba Univ., *** Chiba Cancer Center)
9. Mori, H., Iwata, H., Morishita, Y., Mori, Y., Ohno, T., Tanaka, T. and Sasaki, S. : Synergistic effect of radiation on N-2- fluorenylacetylamindeinduced hepatocarcinogenesis in male ACI / N rats. *Jpn. J. Cancer Res.*, 81 , 975-978 , 1990 .
10. Araki, S* ., Shimada, Y., Kaji, K** . and Hayashi, H* . : Role of protein kinase C in the

inhibition by fibroblast growth factor of apoptosis in serum-depleted endothelial cells. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 172, 1081-1085, 1990. (* Nagoya Univ., ** Tokyo Metropolitan Inst. Gerontol.)

11. 根本, 吉田, 西村, 関, : X線照射後の造血幹細胞の回復に及ぼすセファランチンの効果. 癌と化学療法, 18, 81-84. 1991.
12. Kodama, H*., Iizuka, M*., Tomiyama, T*., Yoshida, K., Seki, M., Suda, T**., and Nishikawa, S***. : Response of Newly Established Mouse Myeloid Leukemic Cell Lines to MC 3 T 3-G 2/ PA 6 Preadipocytes and Hematopoietic Factors. *Blood.*, 77, 49-54, 1991. (* Ohu University School of Dentistry, ** Jichi Medical School, *** Kumamoto University Medical School)
13. Hirabayashi, Y*., Inoue, T*., Yoshida, K., Sasaki, H., Kubo, S**., and Seki, M. : Murine Acute Leukemia Cell Line with Megakaryocytic Differentiation (MK-8057) Induced by Whole-Body Irradiation in C 3 H/ He Mice : Cytological Properties and Kinetics of Its Leukemic Stem Cells. *Int. J. Cell Cloning.*, 9, 24-42, 1991. (* Yokohama City University School of Medicine, ** Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology.)

[障害基礎研究部]

1. 酒井*, 南久松, 高木*, 小黒*, 丸山*, 田中**, 鎌田** : 著明なリンパ節腫脹と Double Ph¹染色体を伴って発症および再発した CML 急性転化 [研究発表]. *臨床血液*, 31, 1506-1511, 1990. (* 千葉県がんセンター, ** 広大・原医研)
2. Nara, N*., Suzuki, T*., Nagata, K*., Tohda, S*., Yamashita, Y*., Nakamura, Y*., Imai, Y*., Morio, T*., and Minamihisamatsu, M. : Granulocyte colony-stimulating factor-dependent growth of an acute myeloblastic leukemia cell line. *Jpn. J. Cancer Res.*, 81, 625-631, 1990. (* Tokyo Medical and Dental Univ.)
3. Tamanoi, I*., Fujii, N**., Muraoka, S**., Harada, K**., Joshima, H. and Ishihara, T. : The induction of D-aspartic acid in mouse lens protein by continuous gamma-irradiation. *Zoological Science*, 7, 763-766, 1990. (* Chiba Univ., ** Tsukuba Univ.)
4. Pojda Z., Aoki Y. and Tsuboi A. : In vivo effects of recombinant granulocyte-colony stimulating factor in athymic nude mice. *Immunol. Cell Biol.* 68, 231-234, 1990.
5. Suzuki, S*., Eguchi-Kasai, K., Kosaka, T**., Watanabe, I., Ohara, H., Kaneko, I**., : Time-lapse microscopy and DNA double-strand breakage of Chinese hamster cells under conditions promoting or preventing PLD repair after irradiation with ⁶⁰Co rays. *Int. J. Radiat. Biol.* 58, 769-779, 1990. (* 東大医科研, ** 理研)
6. Pojda, Z. and Tsuboi, A. : In vivo effects of human recombinant interleukin hematopoietic stem and progenitor cells and circulating blood cells in normal mice. *Exp. Hematol.*, 18, 1034-1037, 1990.
7. Jinnai, I*., Kusumoto, S*., Siomi, Z*., Bessho, M*., Saitoh, M*., Hirashima, K*., Minamihisamatsu, M., Kamiyama, T**., and Takase, K**.: Transformation of bilineal hybrid acute leukemia to acute lymphoid leukemia : A case report with serial analyses of cytogenetics and gene rearrangement. *American Journal of Hematology*, 35, 118-124, 1990. (* Saitama Medical School, ** Tokyo Medical and Dental Univ.)
8. Eguchi-Kasai, K., Kosaka, T*., Sato, K., and Kaneko, I*.: Reparability of DNA double-strand breaks and radiation sensitivity in five mammalian cell lines. *Int. J. Radiat. Biol.*, 59, 97-104, 1991. (* Inst. Chem. Phys. Res.)

[内部被ばく研究部]

1. Teraoka, H*., Yamada, Y., Nakazato, Y**., and Ohga, A*.: The role of Na⁺ in muscarinic receptor-mediated catecholamine secretion in the absence of extracellular Ca²⁺ in the cat

- perfused adrenal glands. *Br. J. Pharmacol.*, **101**, 67-72, 1990. (* Hokkaido Univ., ** Obihiro Univ.)
2. Fukuda, S : Circadian rhythm of serum testosterone levels in male beagle dogs - Effects of lighting. time zone - . *Exp. Anim.* **39**, 65-68, 1990.
 3. 飯田, 福田, 川島, 山崎, 青木*, 鴫田*, 森岡, 宝田*, 添田* :
ビーグル仔犬の犬パルボウイルス, 犬ジステンパーウイルスおよび犬伝染性肝炎ウイルスに対する移行抗体価の推移とワクチン接種に対する応答について. *実験動物*, **39**, 9-19, 1990. (*アニマルケア)
 4. Fukuda, S., Hseih, Y*, and Chen, W* . : Toxicological study of DTPA as a drug (V) . Toxicities of Ca - DTPA, Ca - EDTA and CBMIDA after intravenous injection in beagle dogs : *Hoken Butsuri*, **25**, 115-119, 1990 (Shanghai Institute of Materia Medica)
 5. Takahashi, S., Kubota, Y., and Sato, H. : The effect of external γ -irradiation on ^{59}Fe - release in vitro from alveolar macrophages previously having ingested iron - hydroxide colloid. *J. Radiat. Res.*, **31**, 263-269, 1990.
 6. 澤井*, 高橋 : マクロオートラジオグラフィーならびに放射化学的手法を用いたアルコールの神経系に対する作用機序に関する研究. *日大医学会誌*, **49**, 255-268, 1990. (*日医研)
 7. Cheng, Y. S* ., Yamada, Y., Yeh, H. C* . and Swift, D. L** . : Deposition of ultrafine aerosols in a human oral cast. *Aerosol Sci. Technol.*, **12**, 1075-1081, 1990. (* Lovelace ITRI, ** Johns Hopkins Univ., U. S. A.)
 8. Cheng, Y. S* ., Yamada, Y., and Yeh, H. C* . : Diffusion deposition on model fibrous filters with intermediate porosity. *Aerosol Sci. Technol.*, **12**, 286-299, 1990. (* Lovelace ITRI, U. S. A.)
 9. Shibata, Y* ., McCaffrey, P. G* ., Sato, H., and Oghiso, Y. : Calcium ionophore but not phorbol ester promotes eicosanoid release by proliferating interleukin -3- dependent bone marrow cells. *Blood*, **76**, 1586-1592. 1990. (* Hayashibara Biochem. Lab. Inc.)
 10. Oghiso, Y., Yamada, Y., and Shibata, Y., : Radiosensitivity of macrophage colony - forming cells - Implications for their heterogeneity. *J. Radiat. Res.* **31**, 324-332, 1990. (* East Carolina University)

[環境衛生研究部]

1. Nishimura, Y., Inaba, J., Watari, K. and Matsusaka, N* . : Conceptus uptake of the ^{106}Ru -nitro complex in relation to gestational stage. *J. Rad. Res.*, **31**, 110-118, 1990. (* Iwate Univ.)
2. 竹下, 渡利, 今井, 小泉* : 室温における硫酸溶液中からのルテニウムの揮発. *保健物理*, **25**, 19-21, 1990. (*動燃)
3. 今井, 渡利, 小柳, 喜多尾, 河村* : 海水を主成分とする実験室廃液中の放射性核種の除去 - とくに放射性ルテニウムを中心として - . *保健物理*, **25**, 161-164, 1990 (*神奈川大)
4. 原*, 武田 : 液体飼料ペア飼育を用いた慢性アルコール摂取ラットにおける ^{14}C - leucine 投与時の ^{14}C の体内動態. *日大医学雑誌*, **49**, 1193-1206, 1990. (*日本大学)
5. Inoue, Y. and Iwakura, T. : Tritium Concentration in Japanese Rice. *J. Radiat. Res.*, **31**, 311-323, 1990.
6. 森直幹, 西村義一 : 液体飼料ペア飼育ラットにおける鉄, 亜鉛およびセレンの体内動態 - 慢性アルコール投与の影響 - *日大医学雑誌*, **50**, (1), 71-82, 1991
7. Takeda, H. ; Incorporation and Distribution of Tritium in Rats after Chronic Exposure to Various Tritiated Compounds. *Int. J. Radiat. Biol.*, **59**, 843-853, 1991.

[臨床研究部]

1. Masuda, Y., Imai, H., Watanabe S., Inagaki Y., Tateno Y., Hiroo Ikehira : SYMPOSIUM ON PROGRESS OF DIAGNOSTIC IMAGINE OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM. Magnetic Resonance Imaging of the Cardiovascular System : Application in Function and Tissue Characterization. Japanese Circulation Journal 54 (3) , 276-282 , 1990 .
2. Ueshima Y., Yamai S., Ikehira H., Hashimoto T., Mori K., Maki T., Fukuda H., Tateno Y : In Vivo 13 C Imaging Enhanced by Polarization Transfer. Magnetic Resonance In Medicine, 15 , 158-164 , 1990 .
3. 飯沼 館野：肺癌集団検診におけるリスク利益分析. 日本医放会誌, 50 (2) , 101-106 , 1990 .
4. 飯沼 館野：癌画像診断の最適化 (I) - 集検システムの費用効果比 - . Medical Imaging, Technology, 8 (1) , 18-23 , 1990 .
5. 養島, 安西, 松本, 飯沼, 他 : I -123 IMP 脳血流 SPECT における画質と病変検出率の検討. 核医学, 27, 323-332 , 1990 .
6. 飯沼 館野：胃癌集団検診におけるリスク利益分析の再評価. 日本医放会誌50527-532 , 1990年6月
7. 飯沼 館野, 有末 : *胃集検における間接X線不確実所見の扱い方-費用効果分析の立場から-. 日消集検誌 No87, 120-123 , 1990年6月 (北海道対がん協会)
8. 飯沼 館野：癌画像診断の最適化 (II) - 個人から見た1次スクリーニング検査の費用効果比. Medical Imag. Tech. 8, 95-99 , 1990年6月
9. 飯沼 館野：乳房撮影による乳癌集検の費用効果分析. 乳癌の臨床5 329-333 , 1990年7月
10. 田伏*, 伊藤*, 砂倉*, 中村, 飯沼ほか：最小自乗法と幾何学的な解による直角2方向X線写真に基づく位置決定法. 日本医放会誌50, 846-851 , 1990年7月 (*埼玉県立がんセンター)
11. 橋本, 池平, 福田, 山浦, 佐伯, 館野：頭部 MRI : 頭蓋内脳神経を中心として. 千葉 MR 研究会誌, 1, 45-48 , 1990
12. 橋本, 橋本, 間中：複視にて発症した頸動脈海面静脈洞 (特発性 C C F) の1例. 臨床眼科, 44, 731-734 , 1990 .
13. 平山, 青墳, 篠遠, 橋本, 池平, 福田, 福田, 館野：多系統萎縮症における黒質病変のMRIによる検討. 厚生省特定疾患運動失調研究班, 平成元年度, 98-101 , 1990 .
14. Yamada S., Ando K., Koike S., Isono K., : Etoposide protects mice from radiation induced bone marrow death. Jpn, J, Cancer Res, 81 , 112-114 , 1990 .
15. Ono K., Nagata Y., Akuta K., Abe M., Ando K., Koike S., : Frequency of micronuclei in hepatocytes following X and fast - neutron irradiations -- An analysis by a liver Quadratic model. Radiat Res, 123 , 345-347 , 1990 .
16. Matsubara S., Ohcra H., Hiraoka T., Koike S., Ando K., Yamaguchi H., Kawabara Y., Hoshina M., Suzuki S., : Chromosome aberration frequencies produced by a 70 MeV proton beam. Radiat Res, 123 , 182-191 , 1990 .
17. 古林, 神田, 上野, 福田, 安藤, 平塚, 三島, 市橋, : ほう素中性子捕捉療法における吸収線量評価よりみた治療照射条件-表在する悪性黒色腫に対する検討. 放射線生物研究, 25, 53-64 , 1990 .
18. 飯沼, 池平：最近の MRI, MRS の臨床と診断技術としての評価-特に MRS の臨床評価について-. 日本生体磁気学会誌, 2 (2) , 17-15 , 1990 .
19. 池平 館野：MR装置の安全性に関する1988年FDA指針. 日磁医誌, 10 (3) , 203-206 , 1990 .
20. 池平 館野：MRの歴史と将来. Clinical Neuroscience. 神経系のMRI, 8 (9) , 944-946 , 1990 .
21. 千尾, 橋本, 池平, 福田, 館野, 福田, 田中, H. E. Simon : フィルムサブトラクション法による細胞内 Na - MRI の試み. 千葉核医学研究会, 10 , , 1990 .
22. 橋本, 池平, 福田：法医研における磁気共鳴法による研究… 2, 人体磁気共鳴画像. (MRI) について. 放射線科学. 33 (6) , 177-184 , 1990 .
23. 橋本, 池平, 福田：法医研における磁気共鳴装置を用いた研究… 1. MR および装置の概略.

- 放射線科学, 33, (4), 111-114, 1990.
24. 今井, 隈井, 関谷, 内山, 小林, 榊原, 今関, 渡辺, 増田, 稲垣, 橋本, 池平, 福田, 館野: MRIによる心血管血流の可視化. 日本バイオレオロジー学会誌, 3, (4), 189-195, 1990.
 25. Ikehira H., Matsumoto T., Iinuma T., Yamasaki T., Fukuhisa K., Tsunemoto H., Shishido F., Kubo Y., Inamura K., Tateno Y.: Analysis of Bone Scintigram Date Using Speech Recognition Reporting System - Data Analysis with Speech Recognition System - Radiation Medicine 8 (1), 8-12, 1990.
 26. 今井, 隈井, 関谷, 内山, 小林, 榊原, 今関, 渡辺, 増田, 稲垣, 橋本, 池平, 福田, 館野: MR Iによる心血管血流の可視化. 千葉MR研究会誌, 創刊号, 37-40, 1990.
 27. 橋本, 池平, 福田, 山浦, 佐伯, 館野: 頭脳MR I頭蓋内脳神経を中心として. 千葉MR研究会誌, 創刊号, 45-48, 1990.
 28. 西川, 池平, 橋本, 福田, 館野, 飯沼, 有水, 守屋: MR Sを用いた骨格筋代謝の検討. 千葉MR研究会誌, 1 (2), 15-18, 1990.
 29. 関谷, 稲垣, 吉田, 宿谷, 道場, 寺腰, 川原田, 鈴木, 倉持, 平田, 伊場, 川名, 池平: P - MRS の臨床応用. 千葉研究会誌, 1 (2), 19-22, 1990.
 30. 池平: NMRによる診断. 放射線応用技術ハンドブック, 653-659, 朝倉書店, 1990.
 31. Ikehira H., Hashimoto T., Fukuda H., Ueshima Y., Yamai S., Maki T., Iinuma T., Tateno Y.: Carbon -13 NMR Imaging Study of In - Vivo Glucose Metabolism. American Journal Physiologic Imaging, 5, 50-54, 1990.
 32. Suhara T., Inoue O., Kobayashi K.: Effect of Desipramine on Depamine Receptor Binding In Vivo. Life Sciences, 47, 2119-2126, 1990.
 33. 赤沼, 中川, 唐沢, 青木, 牟田, 小野木, 寺原, 佐々木, 古川.: 直腸癌における機能形態保存の放射線治療. 臨床放射線, 35, 1505-1508, 1990.
 34. 飯沼, 館野: 癌集団検診評価のための数学モデルの1 試案. 癌の臨床36, 2427-2433, 1990.
 35. 遠藤, 吉田*, 氷見*, 加賀谷*, 福田, 飯沼, 山崎, 館野, 増田*, 稲垣*: N -13 アンモニアダイナミックポジトロンCTを用いた局所心筋血流量の計測—理論と方法. 核医学27 (10) 1135-1140, 1990. (*千葉大第三内科)
 36. 松本, 福久, 飯沼, 館野, 野辺地*, 玄田*², 細田*³, 石田*⁴
じん肺診断の精度に及ぼす画質とフィルムサイズの影響について, MEDICAL IMAGING TECHNOLOGY 8, 485-494, 1990. (*聖路加国際病院, *²珪肺労災病院, *³放射線影響研究所, *⁴富士写真フィルム(株))
 37. Inoue, O.: Effect of Reserpine on the Brain Uptake of Carbon 11 Methamphetamine and Its N - Propagyl Derivative, Deprenyl. Eur. J. Nucl. Med., 17 (No. 3-4), 121-126, 1990.
 38. 飯沼, 館野: 胃集検の将来—対象年齢を中心に、日消集検誌No.89, 14-21, 1990.
 39. 池平, 橋本, 福田*, 上島**², 山井**³, 牧**⁴, 飯沼, 館野: Carbon -13 NMR imaging study of in - vivo glucose metabolism. Amer. J. Physiol. Imag. 5, 50-54, 1990. (*東北大学抗酸研 **シーメンス旭メディテック K. K.)
 40. 松本徹, 福久健二郎, 飯沼武, 館野之男, 野辺地篤郎*, 志田寿夫*², 細田裕*³, 石田正光*⁴
じん肺診断の精度に及ぼす画質とフィルムサイズの影響について MEDICAL IMAGING TECHNOLOGY 8: 485-494, 1990. (*聖路加国際病院, *²珪肺労災病院, *³放影研, *⁴富士フィルム)
 41. 中村譲, 飯沼武, 古川重夫, 福久健二郎, 望月幸夫*, 五味弘道: 多分割照法に関する Randomi zed clinicaltrial - 1 次報告 日本放射線腫瘍学会誌 2: Suppl. 2, p 147-154, 1990. (*東京慈恵会医科大学)
 42. 宮本忠昭, 佐藤眞一郎, 坂下邦雄, 中野隆史, 久保田進, 向井稔, 森田新六, 恒元博, 中村譲, 福久健二郎: 速中性子線治療の臨床評価. 日本放射線腫瘍学会誌 2: Supplement 2, 133-144, 1990.

43. 米澤久司, 伊豫雅臣, 伊藤高司, 福田寛, 山崎統四郎, 井上修, 須原哲也, 篠遠仁, 西尾正人, 東儀英夫, 館野之男: ヒト前頭葉における¹¹C-N-methylspiperoneの結合能の加齢による変化. 核医学, 28, 63-69, 1991.
44. 笠原洋勇, 小林充, 井上栄吉, 須江洋成, 須原哲也, 北原達基: 器質性精神障害の性差. 精神科診断学, 2, 83-98, 1991.
45. 橋本隆裕, 池平博夫, 福田寛, 上嶋康裕, 安藤興一, 館野之男: In vivo ¹⁹F-MRIによる薬物体内動態の評価(第1報) - 特に吸入麻酔剤 enflurane について-. 日本磁気共鳴医学会雑誌10, 465-472, 1990.
46. 平山恵造, 青墳章代, 篠遠仁, 橋本隆裕, 池平博夫, 福田寛, 福田信男, 館野之男: 多系統萎縮症における黒質病変のMR Iによる検討. 厚生省特定疾患運動失調症調査研究班研究報告書, 98-101, 1989(平成元年度.)
47. 橋本博裕: ラット実験脳腫瘍の¹H-MRIによる検討: In vivo腫瘍成長解析および放射線治療効果について. 日本磁気共鳴医学会雑誌, 10473-482, 1990.
48. 西川悟, 池平博夫, 橋本隆裕, 福田寛, 館野之男, 飯沼武, 有水昇, 守屋秀繁: MRSを用いた骨格筋代謝の検討. 千葉MR研究会誌, 1, 15-18, 1990.
49. Ikehira H., Hashimoto T., Fukuda H., Ueshima Y., Yamai S., Maki T., Iinuma T., Tateno Y.: Carbon-13 NMR imaging study of in-vivo glucose metabolism. Am. J. Phys Imag., 5, 50-54, 1990.
50. Iyo, M., Itoh, T., Yamasaki, T. and Fukui, S.: D2 Receptor Occupancy and Plasma Concentration of Antipsychotics. (Correspondence). Biol. Psychiatry, 28, 1067-1068, 1990.
51. Iyo, M., Itoh, T., Yamasaki, T. Fukuda, H., Inoue, O., Shinotoh, H., Suzuki, K., Fukui, S. and Tateno, Y.: Quantitative In Vivo Analysis of Benzodiazepine Binding Sites in the Human Brain Using Positron Emission Tomography. Neuropharmacology, 30, 207-215, 1991.
52. 松本徹, 福久健二郎, 飯沼武, 館野之男, 小畑秀文*, 金子昌弘*², 池田茂人*²: 胸部X線写真読影時における医師の注視点解析. MEDICAL IMAGING TECHNOLOGY 8: 563-571, 1990. (*東京農工大 *²国立がんセンター)
53. 細田裕*, 松本徹, 野辺地篤郎*²: じん肺標準写真の歴史, 臨床放射線, 36: 195~203, 1991. (*放影研, *²聖路加国際病院)
54. 五十嵐仁*, 久保塚政彦*, 鈴木道晴*, 白石明久*, 羽鳥昇*, 富吉勝美*, 井上昇美夫*, 平野邦宏*, 松本徹, 佐々木康人*³, ガンカメラの均一性に及ぼす磁場の影響 核医学, 28: 205-212, 1991. (*群馬大学, *²群馬県立福祉大学校, *³東大)
55. 橋本隆裕, 渡辺攻, 高瀬学: 外傷性 Collet-Sicand 症候群による翼伏肩甲. 神経内科, 34, 1991.
56. 橋本隆裕, 山浦晶, 池平博夫, 福田信男, 館野之男: MR Iによる椎骨動脈癌の描出. 神経内科, 34, 1991.
57. Hashimoto T., Ikehira H., Fukuda H., Yamamura A., Watanabe O., Tateno Y., Tanaka R., HE Simon: In vivo Sodium-23 imaging in brain tumors: Evaluation of preliminary clinical experience. AM. J. Phys. Imag, 9, 1991.
58. Hashimoto T., Ikehira H., Fukuda H., Ueshima Y., Tateno Y.: Study of biodistribution of enflurane in rats with in vivo F-19 MRI. Mag. Res. Imag, 9, 1991.

[障害臨床研究部]

1. Matsubara*, Kosaka*, Suzuki et al.: T cell clones are killed by a thymic stromal cell monolayer following stimulation of T cell receptor with antigen and / or H-2 molecules on the monolayer. *International Immunology*, 2: 755-763, 1990. (*Osaka Univ.)
2. Tanikawa, S., Nose, M., Aoki, Y., Tsuneoka, K., Sikita, M., and Nara, N.: Effects of Recombinant Human Granulocyte Colony-Stimulating Factor on the Hematologic Recovery

- and Survival of Irradiated Mice. *Blood*, **76**, 445-449, 1990. (Tokyo Medical and Dental Univ.)
- 川原健資*, 川内喜代隆*, 安山雅子*, 渡邊晴雄*, 森治樹*, 杉山始 : 乳糜胸水を合併し OK-432による胸膜癒着術が著功した B-CLL の一例. *BIO THERAPY* **4** (9) : 1576-1581, 1990. 9. (*東京女子医大)
 - Z. Pojda, Y. Aoki, A. Tsuboi : In vivo effects of recombinant granulocyte - colony stimulating factor in a thymic nude mice. *Immunol. Cell Biol.* **68** : 231-234, 1990.
 - Matsubara, H*., Kosaka, H*., Sogo, S*., Suzuki, G. et al. : T cell clones are killed by a thymic stromal cell monolayer following stimulation of T cell receptor with antigen and / or H-2 molecules on the monolayer. *International Immunol.*, **2**, 755-763, 1990. (Osaka Univ.)
 - Sakiyama, H., K. Yamaguchi, K. Chiba, K. Nagata, C. Taniyama, M. Matsumoto, G. Suzuki, T. Tanaka, T. Tomosawa, M. Yasukawa, K. Kuriwa, S. Sakiyama, and H. Ohtsu. : "Biochemical characterization and tissue distribution of hamster complement Cls" *J. Immunol.* **146** : 183-187, 1991.
 - Matsushashi, N. Y. Kawase, and G. Suzuki : "Tolerogenic ability of thymocytes in organ - cultured thymus lobes." *J. Immunol.* **146** : 444-448, 1991.

[医用重粒子線研究部]

- 遠藤真広, 吉田勝哉*, 氷見寿治*, 加賀谷秋彦*, 福田寛, 飯沼武, 山崎統四郎, 館野之男, 増田善昭*, 稲垣義明* : N-13アンモニアドイナミックポジトロン CT を用いた局所心筋血流量の計測 *核医学***27** : 1135-1140, 1990 (*千葉大学医学部)
- 佐藤幸夫 : 粒子加速器における重イオン源開発研究, 横浜国大 (工学部)、学位論文 (1990).
- Sakaguchi, A. Bruckner, W. Paul, S. Schussler, R. Povh, B. Dobbeling, H. Aoki, M. Tamura, H. Yamazaki, T. Hayano, R. S. Ishikawa, T. Iwasaki, M. Motoki, T. Outa, H. Takada, E. Tanaka K. H. : π^0 decay process of ^{12}C and ^{11}B hypernuclei. *Physical Review C*, **43**, 73-81, 1991.

[技 術 部]

- 岡本正則, 松下悟, 松本恒弥 : 胚移植法を用いたセンダイウイルス感染マウスの清浄化. 実験動物, **39**, 601-603, 1990.
- Kurisu, K*., Kyo, S*., Shimoto, Y* . and Matsushita, S. : Cilia - associated respiratory bacillus infection in rabbits. *Lab. Anim. Sci.*, **40**, 413-415, 1990. (* Otsuka Pharmaceutical Factory, Inc.)
- Suzuki K., Inoue O., Tamate K. and Mikado F : Production of 3-N- [^{11}C] methylspiperone with High Specific Activity and High Radiochemical Purity for PET Studies : Suppression of its Radiolysis. *Appl. Radiat. Isot.*, **41**, 593-599, 1990.
- Suzuki K. : Development of a Multi - purpose Equipment for the Repeated Syntheses of ^{11}C - labelled Alkyl Iodides with High Specific Activity. *Radiochimica Acta*, **50**, 49-53, 1990.

[養成訓練部]

- Kuwashima, Y*., Aoki, K., Kohyama, K* . and Ishikawa, T* . : Hepatocyte regeneration after partial hepatectomy occurs even under severely thrombocytopenic conditions in the rat. *Jpn. J. Cancer Res.*, **81**, 607-612, 1990. (*, Cancer Institute)
- Tamanoi, I*., Fujii, N**., Muraoka, S**., Harada, K**., Joshima, H. and Ishihara, T : The induction of D - Asparatic acid in mouse lens protein by continuous gamma - irradiation. *Zoological Science.*, **7**, 763-766, 1990. (* Chiba Univ., ** Tsukuba Univ.)

[病 院 部]

- Nakano, T. Oka, K. and Arai, T. : Histological and immunohistochemical prediction for local

- control of cervical squamous cell carcinoma treated with radiotherapy alone. *Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys.*, **19**, 1011-1019, 1990.
2. Wu, S. and Miyamoto, T. : Radioprotection of the Intestinal Crypts of Mice by Recombinant Human Interleukin - $I\alpha$. *Radiation Res.*, **123**, 112-115, 1990.
 3. Igarashi, T* . and Miyamoto, T. : Radiation - induced Interphase Death Observed in Human T - Cell Lymphoma Cells Established as a Nude Mouse Tumor Line. *Exp. Hematol.*, **18**, 824-831, 1990. (* Chiba Univ.)
 4. Miyamoto, T. and Wu, S. : Antitumor Activity of Recombinant Human Interleukin -1 against Heterotransplanted Human Non - Hodgkin Lymphomas in Nude Mice. *Jpn. J. Cancer. Res.*, **81**, 1175-1183, 1990
 5. 坂下, 柴山他 : ラルスの安全取り扱いQCプログラム (案), 日放技, 46, 9, 1573-1578, 1990
 6. Mori N*, Oka K, Yoda Y*, Abe T*, Kojima M**. T - Cell receptor expression in T - cell malignancies. *Am J Clin Pathol* 1990 ; 93 : 495-501. (* Tsukuba University, ** Mito Saiseikai General Hospital)
 7. Oka K, Mori N*, Haimoto H**, Kato K***. Expression of enolases in T cell tumors and Hodgkin's disease. *Lab Invest* 63 : 792-797, 1990. (* Tsukuba University, ** Aichi Cancer Center, *** Aichi Prefectural Colony)
 8. Yoda Y*, Mori N*, Oka K, Kojima H**, Abe T*. Transient appearance of intracytoplasmic CD 3 antigen in peripheral T lymphocytes treated with CD 3 monoclonal antibody (SK 7/Leu -4) in vivo. *Acta Haematol Jpn* **53** : 972-978, 1990. (* Tsukuba University, ** Mito Saiseikan General Hospital)
 9. Tatsuo Arai, Takashi Nakano, Kenjiro Fukuhisa, et al. : Secand Cancer After Radiation Therapy for Cancer of the Uterine Cervix. *Cancer*, Vol 67 No 2, 398-405, 1991.
 10. Shinroku Morita, Hiroshi Tsunemoto, Tadaaki Miyamoto, Shinichiro Sato, and Kenjiro Fukuhisa. : Fast Neutron Radiotherapy for Superior Sulcus, Pancoast Tumor. *日放腫会誌* (1) 27-33, 1991

[総括安全解析研究官]

1. 藤元, 松村, 土居, 小林 : 固体飛跡検出器のトラック計測における重なるの補正方法 保健物理, **25**, 129-133, 1990
2. Fujimoto, K., Doi, M. and Kobayashi, S. : Bulk Etching Rate of Polycarbonate. *Hoken Butsuri*, **25**, 221-226, 1990.

[支 所 長]

1. Nagaya, Y., Suzuki, Y. and Nakamura, K. : $^{239,240}\text{Pu}$ and ^{137}Cs concentrations in some marine organisms, mostly from the Ibaraki and Aomori coast, Japan, 1987-1989. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **56**, 1599-1604, 1990.

[環境放射生態学研究部]

1. T. Nakajima and T. Otsuki : Dosimetry for radiation emergencies : Radiationinduced free radiacalin sugar of various countries and the effective of pulverizing on the ESR signal, *Appl. Radiat. Isot.*, **41**, 359-365, 1990.
2. T. Nakajima, T. Otsuki, H. Hara and Y. Nishiwaki : ESR sensitivity comparison of sugar from various sources and cavity mode effect, *Radiat. Protect. Dosimetry*, **33**, 2-303-2-306, 1990.
3. H. Hara, and T. Nakajima : Frequency sweep ESR spectrometer for dosimetry and dating,

Radiat. Protect. Dosimetry, 33, 2-335-2-338, 1990.

4. Nakajima, T., Otsuki, T., Neno, M., and Koshijima, T. : Frequency Distribution of Quasi - Effective Energy of Natural Radiation in Japan. Radiation Protection Dosimetry, 35, 261-264, 1991.

[海洋放射生態学研究部]

1. Nagaya, Y., Suzuki, Y. and Nakamura, K. : $^{239,240}\text{Pu}$ and ^{137}Cs concentrations in some marine organisms, mostly from the Ibaraki and Aomori coasts, Japan, 1987-1989. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 56, 1599-1604, 1990.

B. プロシーディング

[物理研究部]

1. Yamashita, T*., Uchida, H*., Okada, H*., Kurono, T*., Takimori, T*., Watanabe, M*., Shimizu, K*., Yoshikawa, E*., Ohmura, T*., Satoh, N*., Tanaka, E*., Nohara, N., Tomitani, T., Yamamoto, M., Murayama, H. and Endo, M. : Development of a High Resolution PET. *IEEE Trans. Nucl. Sci.*, **37**, 594-599, 1990. (*Hamamatsu Photonics K. K.)
2. Nohara, N., Yamashita, T*., Uchida, H*., Okada, H*., Kurono, T*., Yoshikawa, E*., and Tanaka, E*., : Physical performance of a high resolution PET scanner. Proc. of 2 nd. Intern. Conf. : Peace through Mind / Brain Science (Hamamatsu, Feb. 8-13, 1989), 56-67, 1990. (*Hamamatsu Photonics K. K.)
3. Murayama, H. Nohara, N. : A Computational Feasibility Study of Three-dimensional Positron Emission Tomography in Nuclear Medicine. Proc. of 1st Intern. Conf. on Super computing in Nuclear Applications (SNA'90). Mito, Mar 12-16, 1990, JAERI, 404-409, 1990.
4. 村山秀雄、野原巧全、日口孝明* : コーンビーム SPECT における近似的 3 次元画像再構成法の検討、*Med. Img. Tech.*, **8**, 245-246, 1990 (*早大)
5. 山本幹男、野原功全、佐藤伸弘*、清水啓司*、山下貴司*、田中栄一* : 対向検出器システムによるタイム・オブ・フライト情報を用いたポジトロン・イメージング。 *Med. Img. Tech.*, **8**, 305-306, 1990. (*浜松ホトニクス)
6. 山本幹男、早田勇、野原功全、小野木健二*、宮本亮*、岡部信夫* : 高解像力顕微鏡テレビシステムによる $0.1 \mu\text{m}$ サンプリングの効果。 *Med. Img. Tech.*, **8**, 323-324, 1990. (*ニコン)
7. 山本幹男、早田勇、野原功全、中本富美、蔵野美恵子、岡野哲郎*、西川慶一**、小沢重博***、島山巨***、古田伸一****、宮本亮****、岡部信夫**** : 高解像力染色体画像システム NIRS -1000 : CHROMO MARKER の開発とデータベース化。 *Med. Img. Tech.*, **8**, 325-326, 1990. (*北里大, **東京歯科大, ***サワ工業, ****ニコン)
8. Yamamoto, M. and Hayata, I. : Development of High Resolution Image System for Making and Scoring Chromosome Aberrations, NIRS -1000 : Chromo Marker. XII European Workshop on Automated Cytogenetics, Segovia, 44-46, Sep, 19-23, 1990.
9. Hayata, I., Kajima, J*., Yamamoto, M., Okabe, N*., and Tomita, S** . : New Method for Distinguishing Metaphases in the First Cell Cycle for Automated System in Radiation Dosimetry. XII European Workshop on Automated Cytogenetics, Segovia, 52, Sep. 19-23, 1990. (* Nikon, ** Riken)
10. 加藤義彦*, 宇都宮俊二*, 井上雅子*, 山本幹男, 早田勇 : パターン認識技術を用いた赤血球小核細胞の自動検定の検討。計測自動制御学会第10回パターン計測部会, 27-33, 1990. (*オムロンライフサイエンス研究所)
11. 加藤義彦*, 宇都宮俊二*, 井上雅子*, 山本幹男, 早田勇 : パターン認識法による赤血球小核細胞の自動検定の検討。電子情報通信学会春期全国大会, **7**, 238, 1990. (*オムロンライフサイエンス研究所)
12. Fukumura, A. and Kitao, K. : The Calculations of the Bremsstrahlung Energy Spectra for Thick Targets Using Monte Carlo Method. Proceedings of the 1990 Symposium on Nuclear Data, JAERI - M, 91-032, 403-407, 1991.
13. Tomitani, T. : Fisher scoring approach to maximum likelihood estimation in positron tomography, Conference record of the 1990 IEEE Nuclear Science Symposium including sessions on nuclear power systems and medical imaging conference, Arlington, VA, U. S. A., 1562-1571, October 22-27, 1990.

14. 野原功全：PET から SPECT へ：装置の現状と展望，日本画像医学雑誌，9 (5)，357，1990.

[薬理化学研究部]

1. Ozawa, T., Hanaki, A., Goto, H*., Takazawa, F*., Yoshida, N* . and Matsushima, Y* . : Evidence for the Formation of Hydroxyl Radical from the Reactions of Some Copper (II) Complexes with Hydrogen Peroxide. *J. Pharmacobio - Dyn.*, **13**, s -2, 1990. (* Kyoritsu Coll. of Pharmacy)
2. Hanaki, A., Ishii, M* . and Matsushima, Y* . : Comparative Studies on the Reactivities of Cysteine and Glutathione to Copper Ion and Complexes; Complex Formation and Redox Reactions. *J. Pharmacobio - Dyn.*, **13**, s -3, 1990. (* Kyoritsu Coll. of Pharmacy)
3. Matsumoto, S., Furuse, M., Takushi, E* . and Hashizume, H** . : Giant nucleus of *Physarum* induced by continuous incubation at a supraoptimal temperature. *Proc. 10th Inter. Biophys. Cong.*, 546, 1990. (* Univ. Ryukyus, ** Univ. Shizuoka)
4. Furuse, M., Takushi, E* . and Matsumoto, S. : Growth characteristics of Chinese hamster V 79 cells in a transitional region from a permissible to a non permissible temperature. *Proc. 10th Inter. Biophys. Cong.*, 546, 1990. (* Univ. Ryukyus)
5. Tsuchiya, K* ., Furuse, M., Takushi, E** . and Matsumoto, S. : Division arrest of yeast cells by incubation at a temperature slightly above the upper limit for the growths. *Proc. 10 th Inter. Biophys. Cong.*, 547, 1990. (* Naruko Inst., ** Univ. Ryukyus)
6. Kobayashi, H* ., Abe, H* ., Awaya, A* , and Shikita, M. : Enhancement of Hematological Recovery in X - Irradiated Mice by Serum Thymic Factor. *Experimental Hematology.*, 18, 1990. (* Mitsui Pharmaceuticals, Inc.)
7. Nomoto, K* ., Yokokura, T* ., Tsuneoka, K. and Shikita, M. : Radioprotection of Mice by Injecting Heat - Killed *Lactobacillus Casei* after Irradiation. *Experimental Hematology.*, 18, 1990. (* Yakult Central Institute for Micro - biological Research.)
8. Suzuki, K., Takahashi, M.,* Ishii-Ohba, H., Ikeda, K. and Inano, H. : Steroidogeneses in the Testes and the Adrenals of Adult Male Rats after γ -Irradiation in Utero at Late Pregnancy. *Proc. Japan Soc. Comp. Endocrinol.* No.5, 10,1990. (* Sasaki Institue)

[内部被ばく研究部]

1. Fukuda, S. and Iida, H. : Effects of swimming in ovariectomized rats. Bone morphometry. 157-160. Pro. of the fifth international congress on bone morphometry. Nishimura, Smith - Gordon, 1990.
2. 家森*, 堀江*, 奈良*, 池田**, 福田, 飯田, 土倉, 織間*** : 骨粗鬆症自然発症ラットの確立とそれを用いた微少動による骨量減少メカニズムおよび予防法に関する提案. 第7回宇宙利用シンポジウム, 286-290, 1990. (*島根医大, **難病研, ***日獣大)
3. Fukuda, S. and Iida, H. : Preventive effect of swimming on the reduction of bone mass in ovariectomized rats : *JBMM*, **8**, 61-62, 1990.
4. Fukuda, S. and Iida, H. : Age related changes in bone metabolism throughout a life of beagle study. *Bone Morphometry.* p. 512. Pro. of the fifth international congress on bone morphometry, 1990.
5. Haba, T* ., Takahashi, H* . and Fulwela, S. : Bone response to the synthesized hydroxyapatite (HAP) implantation in the beagle dog. p. 479. Proc. of fifth international congress on bone morphometry, 1990. (* Niigata Univ.)
6. Yamada, Y., Koizumi, A., Cheng, Y. S* . and Yeh, H. C* . : Electrostatic classification for ultrafine particles below 0.02 μ m. *Aerosols : Science, Industry, Health and Environment*, **1**, 446-449, 1990. (* Lovelace ITRI, U. S. A.)

7. Cheng, Y. S*., Yeh. H. C* . and Yamada, Y. : Diffusion deposition on model fibrous filters with intermediate porosity. *Aerosols : Science, Industry, Health and Environment.*, 1 . 2 , 691-694 , 1990 . (* Lovelace ITRI, U. S. A.)
8. 稲葉次郎：代謝パラメータの修飾因子，放医研環境セミナーシリーズNo.16 pp. 82-92, 1990 .

[環境衛生研究部]

1. Kojima* , Fujitaka, Abe and Abe** : Full automatic continual monitor for indoor radon progeny activity size distribution. *Proceedings of the 3rd International Aerosol Conference*, 833-836 , 1990 . (* Tokyo University of Science,** Director of Special Research, NIRS)
2. Miyamoto, K. T., Brown, R. M* . and Workman, W. J* . : Correlation of tritium Profiles in the surface soil with deposition. *Proceedings of 2nd EurAsia Conference on Chemistry in Seoul*, 212-213 , 1990 . (* Atomic Energy of Canada Ltd.)
3. 片山真之，片山洋子，壇原宏，西村義一，稲葉次郎：ラットにおける As 代謝とその分析法の検討，*Biomed. Res. on Trace Elements*, 1 , 243-244 , (1990)
4. 西村義一，稲葉次郎：幼若期、胎児期における⁷⁵Se の代謝特性について，*Biomed. Res. on Trace Elements*, 1 , 207-208 , (1990)
5. 西村，稲葉：幼若期、胎児期ラットにおける放射性⁷⁵Se の代謝特性について．*Biomed. Res. on Trace Elements*. 1 (2) , 207-208 (1990)
6. 片山 (真)，片山 (洋)，壇原，西村，稲葉：ラットにおける As 代謝とその分析法の検討．*Biomed. Res. on Trace Elements*. 1 (2) 243-244 (1990)

[臨床研究部]

1. 福田，安藤，古林，神田，市橋，三島：熱中性子捕捉治療による吸収線量の評価上の問題点．*日医放，生物部会誌*，3，15-17，1990 .
2. 館野：シンポジウム「新しい画像技術」．*コニカ X-レイ写真研究*，194，41，1，1990 .
3. 青墳，篠遠，平山，池平，福田，福田，館野：パーキンソニズムにおける黒質病変の MRI による検討．第31回日本神経学会総会講演要旨 .
4. 松本，福久，飯沼，館野，森，木戸，福田：肝臓疾患の超音波断層法及び全身用 XCT による診断能の客観的評価－BVC (bias to variance characteristic) 解析．*日本医用画像工学会第9回大会論文集*，1990 .
5. 松本：画像読影時における医師の注視点解析．第18回日本行動計量学会発表論文抄録集，147-148，1990 .
6. 中村：放射線治療システムと精度．第19回日本アイソトープ・放射線総合会議報文集－生活・環境向上への放射線利用．P 316-327，1990 .
7. Yamasaki, T., Iyo, M., Shinotoh, H. : Receptor Studies Using a High Resolution PET Scanner. *Proceeding of The Second International Conference : Peace through Mind / Brain Science*, 68-69 , 1989 .
8. 安藤，福田，荒居，中野：基礎面からみた腫瘍治－腫瘍幹細胞数の重要性について－．*癌の臨床*，36，(13) ，2223-2226，1990 .
9. 飯沼武：画像診断機器の現状と展望．第6回研究開発動向セミナー「画像診断機器の研究開発動向」報文集 P. 1-4，1990 .
10. 飯沼，館野：画像診断の評価と体系化の提言．「癌画像診断の合意形成90」論文集 P. 1-5，厚生省がん研究助成金佐久間班編集
11. K. Tabushi* , S. Itoh* , M. Sakura* , Y. Kutsutani - Nakamura, T. A. Iinuma, T. Arai, T. Irfune** : Determination of the point position for intracavitary radiotherapy from X - ray

photographs using least squares method. (In) Hukku, S. and Iyer, P. S. eds., The Use of Computers in Radiation Therapy (Proceedings of the Tenth International Conference on the Use of Computers in Radiation Therapy, Lucknow, India, Nov. 11-14, 1990), 167-170, 1990. (* Saitama Cancer Center. ** Metropolitan College of Allied Medical Sciences)

[医用重粒子線研究部]

1. Noda A., Chiba K., Yoshizawa M., Soga F., Mizobuchi A. and Hattori Y. : Slow beam extraction system of TARN II. 2nd European Particle Accelerator Conference, Nice, 1990.

[技 術 部]

1. Ando, K., Ohara, H., Matsushita, S., Koike, S., Furukawa, S., and Grdina, D. J. : Radioprotection from Fast Neutron Irradiation by WR 151327. 特別研究「重粒子線による癌治療法に関する調査研究」(NIRS - M), 79, 70-72, 1991.
2. Suzuki K. and Inoue O. : Production of Radiopharmaceuticals with High Specific Activity. 2nd Int. Symp. on Advanced Nuclear Energy Research - Evolution by Accelerators - 511-516, 1990.

[支 所 長]

1. 長屋, 中村(清) : 外洋の解析調査. 第32回環境放射能調査研究成果論文抄録集, 55-56, 1990.
2. 中村(清), 中村(良), 鈴木, 長屋 : 沿岸海域試料の解析調査(1). 第32回環境放射能調査研究成果論文抄録集, 57-58, 1990.

[環境放射生態学研究部]

1. Shiraishi, K., Takaku, Y*, Yoshimizu, Y**, Igarashi, Y., Masuda, K*, and Tanaka, G. : Determination of thorium and uranium in total diet samples by inductively coupled plasma mass spectrometry. Int. Trace Anal. Symp. '90, 281-286, 1990. (* Marubun Co., ** Japan Chemical Analysis Center)
2. Muramatsu, Y., and Yoshida, S. : Simple separation method for the determination of iodine in environmental samples by neutron activation analysis. Proceedings of International Trace Analysis Symposium '90, 23-28, 1990.
3. Yoshida, S., Muramatsu, Y., and Uchida, S. : Studies on the role of allophane in the sorption of iodide (I^-) and iodate (IO_3^-) onto Andosol, Transactions of 14th International Congress of Soil Science, II, 285-286, 1990.
4. 中島 : 自然放射線の擬似実効エネルギー調査. 第32回環境放射能調査研究成果論文抄録集, 97-98, 1990.
5. 中島 : 緊急時被曝線量評価法に関する研究. 第32回環境放射能調査研究成果論文抄録集, 99-101, 1990.
6. 住谷, 村松, 大桃 : 茨城県沿岸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, 第32回環境放射能調査研究成果論文抄録集, 85-86, 1990.
7. 五十嵐, 白石, 河村 : 人骨中の Sr について. 第32回環境放射能調査研究成果論文抄録集, 81-82, 1990.
8. 鎌田, 渡部, 横須賀 : 陸上試料の調査研究 - テクネチウムに関する調査研究 -, 第32回環境放射能調査研究成果論文抄録集, 95-96, 1990.
9. Muramatsu, Y., Uchida, S., Sumiya, M. and Ohmomo, Y. : Transfer of radioiodine from the environment to rice plants, in Transfer of Radionuclides in Natural and Semi-natural Environments (Ed. Desmet, G. et al.), Elsevier Applied Science, London, p. 619-625, 1990.

[海洋放射生態学研究部]

1. 長屋、中村（清）：外洋の解析調査. 第32回環境放射能調査研究成果論文抄録集, 55-56, 1990.
2. 中村（清）、中村（良）、鈴木、長屋：沿岸海域試料の解析調査(1). 第32回環境放射能調査研究成果論文抄録集, 57-58, 1990.
3. 鈴木、中村（良）、中原、松葉、上原子*：沿岸海域試料の解析調査(2). -放射能物質の魚網への移行-. 第32回環境放射能調査研究成果論文抄録集, 59-60, 1990. (*原燃サービス)
4. 長屋、中村（清）：外洋の解析調査. 放射能調査研究報告書、NIRS-R-20、9-12, 1990.
5. 長屋、鈴木、中村（靖）、中村（良）：沿岸海域試料の解析調査(1). 放射能調査研究報告書、NIRS-R-20、35-37, 1990.
6. 鈴木、中村（良）、中原、松葉、山中*、中村（清）*、植村*、山内*：沿岸海域試料の解析調査(2). 放射能調査研究報告書、NIRS-R-20、38-41, 1990. (*青森県水産増殖センター)

C. 総 説 等

[所 長]

1. Matsudaira, H. Radiobiology and risk assessment. In Proceedings of International Symposium on Radiological Protection, Nov 20-22, 1989, Beijing, China. Society of Radiological Medicine and Protection, pp. 67-92.
2. 松平寛通 ICRP勧告改定の背景 原子力工業37, 23-27, 1991.
3. 松平寛通 電離放射線の生物学的影響について Isotope News 1991-5, 15-19.

[物理研究部]

1. 喜多尾：小昆虫の走査PIXE分析. RADIOISOTOES, 39, 59 1990.
2. 中島：いろいろな国の砂糖で放射能が測れる？ 放射線科学, 33, 7, 212-216, 1990.
3. 丸山：ICRP (国際放射線防護委員会) の新しい動き 複十字, 215, 14-16, 1990.
4. 野原：ガンマカメラ. 放射線応用技術ハンドブック. 481-484, 1990
5. 富谷：ポジトロンCT, 放射線応用技術ハンドブック, 487-490, 1990
6. A. Hashizume⁺, Y. Tendow⁺, K. Kitao : Compilation of Excitation Functions for the Production of the Radionuclides ¹²³I, ¹²³Xe and ¹²³Cs by Charged - Particle induced Reactions, INDC (JPN) -144, Oct. 1990, IAEA. (+RIKEN)
7. 丸山：核医学診断のリスク. 医学のあゆみ, 155, 68, 1990
8. 山本幹男：画像認識の新潮流一特集にあたり. Med. Img. Tech., 8, 413, 1990.
9. 川島勝弘：診療放射線技師に期待するもの. 群馬福祉大同窓会誌, 23巻, 16-23, 1990
10. 川島勝弘：放射線治療と医学物理学者との係わり. 放射線科専門医会ニュース, 60, 6-8, 1991
11. 星野一雄：小児の全身照射における線量測定法. 小児放射線技術 第16号, 39-46, 1991
12. 村山秀雄：ECTにおける逐次近似型画像再構成法. Med. Imag. Tech., 第8巻, 5号, 557-562, 1990
13. 平岡武：RI遠隔大量照射装置. 放射線応用技術ハンドブック (石樽, 舘野, 富永, 中沢, 山口編), 445-448, 朝倉書店, 東京, 1990
14. 喜多尾憲助：放射線医学におけるカーマファクターの現状. KERMAファクターおよびDPA断面積データの現状と応用 (シグマ研究委員会PKAスペクトルワーキンググループ編), 日本原子力研究所報告JAE R I - M 91-043, 127-136 (1991. 3)
15. 山口寛：放射線生物物理研究に関する日米研究交流について. 放射線科学, Vol. 34, No. 3, 81-83, 1991

[薬理化学研究部]

1. 小沢俊彦：液相でのスーパーオキシドイオンのESRスペクトル. 化学と工業, 43, 1164-1165, 1990.
2. 小沢俊彦：酸素分子の活性化および活性酸素に対する生体防御機構に関する物理化学的研究. 薬事日報, 7739, 10, 1990.
3. 小沢俊彦：酸素分子の活性化及び活性酸素に対する生体防御機構に関する研究. 薬学雑誌, 110, 617-638, 1990.
4. 石原, 色田：実験講座：巨大DNAの超高速サザンブロット法-0.07~2000 Kbの核酸の定量的同時転写法-. 蛋白質核酸酵素, 35, 2037-2044 (1990)
5. 桐野豊*, 小沢俊彦 (著) : 化学と生物実験ライン11「エッセンスESR」, 廣川書店, 1991, (*九州大学)
6. Ozawa, T. : Chemical and Biological Significances of Sulfite Radical Anion, SO₃⁻. *Trends in Org. Chem.*, 1, 31-42, 1990.

7. 色田幹雄, 常岡和子: 無血清培養細胞が分泌するGM-CSF, 医学のあゆみ, **155**, 355-359, 1990

[生物研究部]

1. 三田, 市村, 座間: 遺伝子内におけるコドン選択の不均一性. 蛋白質核酸酵素 **35**, 2011-2021, 1990.
2. 田口泰子: 近交系とその特性, 江上, 山上, 嶋編 メダカの生物学 (東京大学出版会), PP. 130-142, 1990, 10.
3. 江藤久美: 固体・組織に対する放射線影響. 江上, 山上, 嶋編 メダカの生物学 (東京大学出版会), PP. 219-233, 1990, 10.

[遺伝研究部]

1. 堀: 染色体脆弱部位の特性. 染色体工学 (関谷, 松原, 瀬野, 池田編) pp 100-110, 講談社サイエンティフィック, 1990, 5.
2. 堀: 染色体脆弱部位マーカー. 「バイオサイエンス研究における新しい素材とマーカー・プローブ」 (瀬野他編), 131-136, 共立出版, 1990
3. 堀, 高橋: fragile site 「染色体診断マニュアル」 (武部編), 72-78, 講談社サイエンティフィック, 1990
4. 高橋, 松田, 堀: 核型の同定 (染色体標本の作成技術) 「新生化学実験講座」 第18巻「生化学領域における細胞培養技術」, 57-67, 東京化学同人, 1990
5. 堀, 高橋, 辻, 辻, 人見, 村田: ヒト・ゲノムの遺伝的変異性—染色体脆弱部位研究からの考察. 放射線科学, **33**, 301-308, 1990
6. 高橋永一, 堀雅明: 蛍光 in situ ハイブリダイゼーション. ラボマニュアル ヒトゲノムマッピング (堀雅明, 中村裕輔編), 99-149, 丸善 (株), 東京, 1991
7. 安田徳一: 分離比とその分析. 「人類遺伝学—基礎と応用—」 (柳瀬敏幸編), 91-99, 金原出版, 東京, 1991
8. 安田徳一: 連鎖とその検定. 「人類遺伝学—基礎と応用—」 (柳瀬敏幸編), 109-118, 金原出版, 東京, 1991
9. 安田徳一, 柳瀬敏幸: 集団単位の遺伝学, 「人類遺伝学—基礎と応用—」 (柳瀬敏幸編), 167-168, 金原出版, 東京, 1991

[生理病理研究部]

1. 相沢: ペプチド—MHC—TCR相互作用. 臨床免疫, **22**, 523-533, 1990.
2. 春日, 佐々木: 放射線障害. 現代病理学大系 (飯島宗一編), 10B, 101-114, 東京, 1990.
3. Ogiu, T.: T-Cell Lymphoma, Thymic Origin, Rat. Monographs on Pathology of Laboratory Animals, Hematopoietic System. 286-292, Springer - Verlag / Berlin, 1990
4. 森: 「トロトラス」晩発障害, 現代病理学大系 (飯島宗一編), 10B, 135-184, 東京, 1990.
5. 相沢: 抗原ペプチドとクラス I および II MHC 分子の結合を規制する要因. 臨床免疫, **23**, 338-349, 1991.

[障害基礎研究部]

1. 佐藤: 放射線感受性変異株. 臨床科学, **26**, 608-614, 1990.
2. 佐藤: 紫外線によって誘導されるRNAと蛋白質. 蛋白質核酸酵素, **35**, 1476-1477, 1990.
3. 佐藤: 哺乳類細胞の放射線感受性変異株. 京都大学原子炉実験所 Technical Report, **338**, 42-49, 1990.
4. 佐藤: DNA修復は核マトリックスで起こるか?. 蛋白質核酸酵素, **35**, 2153-2154, 1990.
5. 佐藤: Complementation test. 最新動物細胞実験マニュアル (小田鈞一郎, 大石道夫, 谷口克

- 編), 177-185, エル・アイ・シー, 東京, 1990.
6. 佐藤: DNA損傷と修復のマーカー. 「バイオサイエンス戦略マニュアル」(瀬野悍二編), 636-644, 共立出版, 東京, 1990.
 7. 山本, 早田: 染色体異常の自動解析. アイソトープニュース, 431, 10-14, 1990.
 8. 佐藤: アルキル化剤抵抗性機構には種々ある. 蛋白質核酸酵素, 35, 2926-2927, 1990.
 9. 早田, 山本, 山田*, 富田**, 岡部***: 放射線誘発染色体異常の高速自動システム開発, 第12回E C染色体自動解析ワークショップに参加して. 放射線科学, 33, 369-371, 1990. (*国立病院医療センター, **理化学研究所, ***ニコン研究所)

[内部被ばく研究部]

1. 福田俊, 飯田治三: ビーグル犬の成長に伴う骨代謝の変化. 骨の代謝と形態, 86-91, 西村書店, 1990.
2. 山田裕司: エアロゾルを捉える - 空気の濾過 -. 放射線科学, 33, 283-286, 1990.
3. 稲葉次郎: チェルノブイリ事故による公衆の放射線被曝. 高圧ガス, 27, 260-266, 1990.
4. 稲葉次郎: 年齢依存線量係数 (I). 原安協だより117号, pp 7-10, 1990.
5. 稲葉次郎: 粒子状物質の吸入とその生物作用の発現機構 (第21回放医研シンポジウム報告). 放射線科学, 33, 123-126, 1990.
6. 福田俊: 現状における除去剤の使用上の問題点と改善策の提案. 放射線科学, 33, 387-388, 1990.
7. 小木曾洋一: E U L E P 国際シンポジウム「吸入性粒子のクリアランスにおける肺胞マクロファージの役割」に出席して. 保健物理, 26, 62-65, 1991.
8. 山田裕司: エアロゾルを観る - 超微粒子計測 -. 放射線科学, 34, 91-95, 1991.

[環境衛生研究部]

1. 阿部(道): 大気中の⁷Be濃度の変動, RADIOISOTOPES, 39, 57, 1990.
2. 柴田, 渡利, 金子*: 活性炭の放射化学分析への利用 - 無機イオンの吸着挙動 -. RADIOISOTOPES, 39, 226-236, 1990. (*千葉大)
3. 柴田: 活性炭, 無機イオンの吸着体としての利用. 放射線科学, 33, 276-282, 1990
4. 渡利, 今井: 放射線セシウム¹³⁷の吸着剤 - フェロシアン化物と粒状樹脂の利用について -. 放射線科学, 33, 290-292, 1990
5. 井上, 岩倉: 環境中の¹⁴Cの濃度調査. 第32回環境放射能調査研究成果論文抄録集, 7-8, 1990
6. 井上, 宮本, 岩倉, 福島: 環境中のトリチウム濃度の調査. 第32回環境放射能調査研究成果論文抄録集, 15-16, 1990
7. 井上, 岩倉: 環境中の¹⁴Cの濃度調査. 放射能調査研究報告書 N I R S - R - 20, 6-8, 1990
8. 井上, 宮本, 岩倉, 福島: 環境中のトリチウム濃度の調査. 放射能調査研究報告書 N I R S - R - 20, 42-55, 1990
9. 渡利, 竹下: 汚染物質除去の研究 3. 放射性ルテニウムの除去剤. 放射線科学, 33 (12) 384-385 (1990)
10. 柴田: 汚染物質除去の研究 2. 大環状化合物を配位子とする金属錯体について. 放射線科学, 33 (12) 383-384 (1990)
11. 阿部道子: チェルノブイリは今! (上) ソ連原子力事情調査団に参加して, E P レポート (電力政策研究会), No. 1032, 1-3 (1991)
12. 阿部道子: チェルノブイリは今! (中), E P レポート (電力政策研究会), No. 1033, 4-5 (1991)
13. 阿部道子: チェルノブイリは今!! (下), E P レポート (電力政策研究会), No. 1034, 4-5 (1991)

[臨床研究部]

1. 福田, 館野: ポジトロン核医学: 最近の動向, 日本臨床, 48, 1337-1343, 1990.

2. 福田, 福田編著: PET & MRS. ポジトロン核医学と生体磁気共鳴スペクトル法—低侵襲代謝計測法の基礎と応用—. アイピーシー出版.
3. 館野: がん研究助成金と研究の方法, 国立がんセンターニュース, 53, 2-3, 1990.
4. 館野: CR から PACS への潮流. 先導的役割を果たす画像医学の未来. 新医療, 96-98, 1990.
5. 館野: 南山堂 医学大辞典, 1990.
6. 飯沼, 館野: 癌集団検診の定量的評価. 大和証券ヘルス財団の助成による研究業績集 14, 1990.
7. 井上, 館野: PET による脳のレセプタ測定. 神経研究の進歩, 34, 713-722, 1990.
8. 橋本: 脳外科領域における応用. PET & MRS ポジトロン核医学と生体核磁気共鳴スペクトル法—低侵襲代謝計測法の基礎と応用—, 178-209, 1990.
9. 古川, 中村: 放医研の陽子線治療用ボーラス. 放射線科学, 33, 107-110, 1990.
10. 飯沼: 医学物理士. 医学のあゆみ153, 693-696, 1990年6月
11. 飯沼, 館野: 第49回日本癌学会総会—癌集団検診の費用効果分析, モダンメディシン 1990年9月号, 116-118
12. 飯沼: 癌集団検診の効果と効率. Isotope News No. 435, 26-27, 1990年9月
13. 飯沼: 医用画像とテレビジョン技術. テレビジョン学会誌44, 418-419, 1990年4月
14. 飯沼: 乳癌集検の費用効果分析. 映像情報 (M) 22, 416-418, 1990年4月
15. 池平: 第4章 腫瘍治療のための診断技術としてのPETとNMRの集学的応用. PET & MRS ポジトロン核医学と生体核磁気共鳴スペクトル法—低侵襲代謝計測法の基礎と応用—, 259-272, 1990.
16. 池平, 館野: 臨床使用上の安全問題. MRI 診断学—基礎と臨床—, 438-446, 1990.
17. 山崎: PETによる生体脳受容体の測定. 放医研ニュース1-1, 2-3, 1990.
18. 山崎: PETによる生体脳 Neuro-Receptor の研究. 核医学セミナー症例集 (Tokai Seminar in Nuclear Medicine), 5-1, 26-28, 1990.
19. 飯沼武: JASTRO ーリエゾン委員会に期待する. JASTRO News Letter No. 12, p. 1-2, 1990
20. 矢仲*, 飯沼: テレビジョン画像情報工学ハンドブック第16編 画像技術の応用第5章医学応用, p. 1077-1092, テレビジョン学会編, コロナ社, 東京, 1990. *日立メディコ技術研究所
21. 中村譲: 位置決め装置. 放射線応用技術ハンドブック. 石樽黙吉他編, p 458-461, 朝倉書店, 東京, 1990.
22. 山崎: Receptor Imaging の現状と将来. RADIOISOTOPES, 39 (12), 587-596, 1990.
23. 市川平三郎*, 山田達哉*, 館野之男, 飯沼武編著: 最新がん画像診断—現状と展望, シュプリンガー・フェアラーク東京, 1991. *国立がんセンター
24. 飯沼武: 医用画像工学の将来. 最新がん画像診断 (市川, 山田, 館野, 飯沼編著), 265-274, シュプリンガー・フェアラーク東京, 1991.
25. 河内清光, 飯沼武: がん放射線治療機器の動向. 病院設備33, 75-78, 1991
26. 山崎統四郎: 神経受容体のイメージング. 神経精神薬理, 13, 45-48, 1991.
27. 入江五朗, 前田知穂, 佐久間貞行, 開原成允, 館野之男, 飯沼武: 医用画像情報システムの将来像…日本のPACSの現状をめぐって. 新医療, 2, 90-97, 1991.
28. 館野之男: 放射線治療の一里塚X線による癌治療…最初の成功例. 新医療, 2, 116-119, 1991.
29. 市川平三郎, 山田達哉, 館野之男, 飯沼武編: 最新がん画像診断…現状と展望… シュプリンガー・フェアラーク, 東京, 236-275, 1991.
30. 飯沼武: 入門シリーズ放射線診療の基礎—ポジトロンCT (PET). 臨床放射線, 36, 261-262, 1991
31. 細田裕, 松本徹, 野辺地篤郎: じん肺標準写真の歴史. 臨床放射線, 36, 195-203, 1991.
32. 飯沼武: 癌死亡を減らすために何をなすべきか—21世紀初頭における対癌戦略. 放射線科学, 34, 70-74, 1991
33. 松本徹: ガンマカメラとSPECT. 臨床放射線 36, 369-370, 1991
34. 橋本隆裕, 池平博夫: 脳腫瘍の31P-MRS. 日本臨床 特集「脳機能の画像診断」, 1991.

35. 佐久間貞行, 橋本省三, 金子昌弘, 入江五朗, 飯沼武, 前田知穂, 大山永昭, 齊藤哲男, 開原成允, 佐々木康人, 秋貞雅祥, 館野之男: 医用画像情報システムの将来像…医用機器の進歩とPACSの今後. 新医療, 148-156, 1991.
36. 館野之男: 画像診断に対する臨床からのニーズ. バイオとテクノ, 3, 52-52, 1991.
37. 飯沼武: 画像診断器の現状と展望. バイオとテクノ, 3, 47-48, 1991.

[障害臨床]

1. 鈴木元: Thy-1陽性細胞によるトレランスの誘導. GVH, HVG 反応制御へのアプローチ. 医学のあゆみ, 153: 295, 1990
2. 鈴木元: T細胞活性化とシグナル伝達. 代謝, 27: 123-129, 1990
3. 鈴木元: 胸腺内トレランス. 臨床免疫, 22: 952-959, 1990
4. 鈴木元: 移植免疫とクローン麻痺, 日本臨床, 48: 1929-1934, 1990
5. Akashi, M. and Koeffler, HP*. Control of Hematopoietic Growth Factors. The Biology of Hematopoiesis. 257-267 1990. 6 (* Univ. California Los Angeles)
6. Akashi, M., Yamato, K. *, Koeffler, HP. * Regulation of Induction of Hematopoietic Growth Factors. : Hematopoietic Growth Factors in Clinical Applications. 1990. (* Kouchi Medical School, and UCLA)
7. Akashi, M., Yamato, K*., and Koeffler, HP. ** Hematopoietic Growth Factors : Regulation of Production : in *Hematopoietic Growth Factors in Clinical Applications* (Metelsmann, R., and Hermmann, F. eds) , 41-62, MARCEL DEKKER, INC., New York and Basel, 1990. (* Kouchi medical school. ** UCLA)

[医用重粒子線研究部]

1. 遠藤真広: 第2章. ポジトロン核医学の基礎. 福田信男, 福田寛編 ポジトロン核医学と生体核磁気共鳴法, 29-83, アイピーシー, 東京, 1990年4月.
2. 遠藤真広: 放射線治療に役立つ三次元画像. Medical Imaging Technology 8: 73-76, 1990.
3. 遠藤真広: 重粒子線治療法. Innervision Vol.5, No.8, pp 20-23, 1990.
4. 遠藤真広, 飯沼武: 高速イメージング. 臨床成人病, 21, 21-30, 1990.
5. 河内清光: 重粒子線治療とHIMAC, 新医療, 17 (12) 78-82, 1990

[技 術 部]

1. 福久健二郎, 武田栄子, 松本徹, 館野之男, 飯沼武: 画像診断の客観的評価研究の方法論. 日本医学放射線学会物理部会誌, Vol. 10, No. 2: 53-61, 1990.
2. 福久健二郎, 武田栄子, 佐藤眞一郎: 医療情報システムと病歴管理—オフラインの現状とオンライン(発生源入力)への転換, INNERVISION, Vo 5, No. 8, 43-48, 1990
3. 松本恒弥, 安達二郎*: 毒性試験と実験動物の飼育管理. 毒性試験講座4—毒性試験に用いられる実験動物(藤原, 堀内編), 234, 241, 地人書館, 東京, 1990. (*中外製薬)
4. 松本恒弥: 各種動物の飼育管理—マウス. 毒性試験講座4—毒性試験に用いられる実験動物(藤原, 堀内編), 243-251, 地人書館, 東京, 1990.
5. 松本恒弥: 特殊な飼育管理—無菌動物, ノトバイオート. 毒性試験講座4—毒性試験に用いられる実験動物(藤原, 堀内編), 355-361, 地人書館, 東京, 1990.
6. 鈴木: ¹¹C標識高比放射能放射薬剤の自動生産. 特別研究「重粒子線等の医学利用に関する調査研究」(昭和59年度~63年度)最終報告書NIRS-R-19, 139-146, 1990.

[病 院 部]

1. 森田, 恒元: High LET と正常組織の耐容線量. 癌の臨床 36 (13), 2348-2352, 1990
2. 久保田進: 癌放射線治療の最前線. エネルギーレビュー, 11, 51, 1991, 1

3. 久保田進：癌放射線治療の最前線. エネルギーレビュー, 11, 45, 1991, 2
4. 久保田進：癌放射線治療の最前線. エネルギーレビュー, 11, 49, 1991, 3

[総括安全解析研究官]

1. 青山, 中井, 丹羽, 岩崎, 秋葉：B E I R V 報告書「電離放射線の低線量被曝による健康影響」の紹介. Isotope News, 1990年 6-7月号
2. 岩崎：宇宙環境における放射線とそのリスク. 放射線科学, 33巻 8号 245-248頁 (1990)
3. 内山：チェルノブイリ事故後の一般公衆の内部被曝線量評価, 保健物理, 25巻, 168-170頁 (1990)
4. 岩崎民子：B E I R V 報告書の紹介. 保健物理, 25, 257-267, 1990.
5. 岩崎民子：高レベル自然放射線国際会議に出席して. 放射線科学, 34, 84-90, 1991.

[環境放射生態学研究部]

1. Igarashi, Y., Kim, C. K. ^{*1}, Takaku, Y. ^{*2}, Shiraishi, K., Yamamoto, M^{*3} and Ikeda, N^{*1} : Application of Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry to the Measurement of Long-Lived Radionuclides in Environmental Samples - A Review. Anal. Sci., 6, 157-164, 1990. (^{*1} Univ. Tsukuba, Dpt. Chem., ^{*2} Marubun Co., ^{*3} Kanazawa Univ., LLRL)
2. 村松：大気化学—ヨウ素, 季刊化学総説 No. 10, p. 116-122, 日本化学会編, 1990.
3. 白石久仁雄：チェルノブイリ紀行 アンドレイとジェンシナ. 放射線科学, 34, 51-56, 1991.

[海洋放射生態学研究部]

1. 鈴木：海洋生物と放射性物質. 放射線科学, 33, 249-257, 1990.
2. 鈴木, 中村 (良), 中原, 松葉：海水からの移行実験. 海洋環境放射能総合評価事業成果報告書, 青森県, 9-12, 1990.
3. 鈴木, 中村 (良), 中原, 松葉：餌料からの移行実験. 海洋環境放射能総合評価事業成果報告書, 青森県, 13-28, 1990.
4. 石川, 石井：安定元素分析. 海洋環境放射能総合評価事業成果報告書, 青森県, 29-32, 1990.
5. 長屋, 中村 (清)：青森県沿岸海産生物の^{239,240}Pu および¹³⁷Cs 濃度. 海洋環境放射能総合評価事業成果報告書, 青森県, 33, 1990.
6. 鈴木：海洋生物によるR Iの特異的濃縮. RADIOISOTOPES., 40, 1, 1991.

1. 職員研究発表

D. 口 頭

[物理研究部]

1. 川島：第4回放射線治療分科会夏季セミナー，つくば，1990. 8.
2. 平岡，星野，福村，川島，竹下：電離箱による重粒子線の線量評価．第59回物理部会大会，神戸，1990. 4.
3. 早川*，稻田*，平岡：音響パルス発生利用のための直流ビームチョップ放式－短時間繰り返しパルス法（輪唱法）と階段関数微分法の理論－．第59回物理部会大会，神戸，1990. 4. (*筑波大)
4. Hiraoka, T., Hoshino, K., Fukumura, A., and Kawashima, K. : Study of two voltage methods for pulsed radiation beam. 32 nd Am. Assoc. Phys. Med., St. Louis, USA, 1990. 7.
5. Hiraoka, T., Kanai, T., Hoshino, K., Fukumura, A., and Kawashima, K. : Dosimetry of proton beams from a vertical treatment facility at NIRS. 32 nd Am. Assoc. Phys. Med., St. Louis, USA, 1990. 7.
6. 星野，平岡，福村，川島，竹下，斉藤*，藤生*，岡野*：放射線治療時の体動計測（3）－線量分布に及ぼす影響－，第59回物理部会大会 神戸，1990. 4. (*神奈川県立こども医療センター)
7. 富谷，野原，村山：不完全投影データからのCT画像再構成，日本医用画像工学会第9回大会，東京，1990. 7.
8. 喜多尾，村越，湯川：小昆虫のPIXE分析（その2）エンドウマメゾウムシとその寄主，第27回理工学における同位元素研究発表会，東京，1990. 7.
9. 橋爪*，天道*，大久保*，喜多尾：A = 55近辺における軽粒子惹起反応断面積の解析，日本物理学会第45回年会，豊中，1990. 4 (*理研)
10. 中島：貝殻を使ったESR線量計の放射線特性について，第51回応用物理学会学術講演会，盛岡，1990. 9.
11. 中島：蔗糖ESR線量計の大線量依存性と溶解の影響，第51回応用物理学会学術講演会，盛岡，1990. 9.
12. 丸山：広島・長崎の原爆線量再評価とリスク評価，第59回物理部会大会，神戸，1990. 4.
13. 西沢*，高山*，蜂屋*，古屋*，丸山，隈元：CT検査による被曝線量，第59回物理部会大会，神戸，1990. 4. (*杏林大)
14. Nurayama, H., Nohara, N. : A Computational Feasibility Study of Three-Dimensional Positron Emission Tomography in Nuclear Medicine., 1st Intern. Conf on Supercomputing in Nuclear Applications (SNA '90), Mito, 1990. 4.
15. 村山，野原，日口*：コーンビームSPECTにおける近似的3次元画像再構成法の検討，日本医用画像工学会第9回大会，東京，1990. 7. (*早大)
16. 村山，野原，日口*：近似的コーンビーム再構成画像の劣化度に関する考察，日医放第60回物理部会大会，沖縄，1990. 11. (*早大)
17. 村山，野原：ポリウムPET用画像構成法と計算機の性能に関する考察，第30回日本核医学会総会，東京，1990. 11.
18. 野原，村山：3次元ポジトロンCT装置のサンプリング，日医放第60回物理部会大会，東京，1990. 11.
19. 野原，村山：3次元投影に対するポリウムPET用画像再構成法の適用．第30回日本核医学会総会，東京，1990. 11.
20. Tomitani, T. : Fisher Scoring Approach to Maximum Likelihood Estimation in Positron Emission Tomography. IEEE 1990 Nuclear Science Symposium, Arlington, U. S. A., 1990, Oct.
21. 丸山隆司：医療被曝のリスク－患者と医療関係者の被曝と防護（教育講演），第26回日本医学放射

線学会秋季臨床大会, 秋田, 1990. 10.

22. T. Maruyama, Y. Kumamoto and Y. Noda : Radiation Dosimetry in Hiroshima and Nagasaki - its application to Chernobyl Accident, All Union Conference on Geochemical pathways of artificial radionuclides migration in biosphere, Gomel, Byelorussian, USSR, Oct., 1990
23. 丸山, 野田, 隈元, 西沢*, 岩井**, 馬瀬** : 日本における医療被曝および職業被曝によるリスクの推定, 第33回日本放射線影響学会大会, 仙台, 1990. 10
24. 白貝 : いわゆる「吸収線量の標準測定法」(物理部会編)を見直す(1). 日本医放学会第60回物理部会大会, 宜野湾市, 1990. 11
25. 山口 : 水中の陽子線からの二次電子の二重微分断面積について, 日本医放学会第60回物理部大会, 沖縄, 1990. 11
26. 福村, 平岡, 星野, 竹下, 川島, 伊藤*, 都丸*, 入船**, 齊藤** : EGS 4 モンテカルロコードによる⁶⁰C^o線量分布のシミュレーション, 日本医学放射線学会第60回物理部会大会, 宜野湾, 1990. 11 (*癌研, **都立医技短)
27. 福村, 喜多尾 : 光核反応生成核種評価のための制動放射スペクトル, 1990年核データ研究会, 東海村, 1990. 11
28. 平岡, 福村, 星野, 川島, 入船*, 齊藤* : 不均質組織の線量測定, 第60回物理部会大会, 沖縄, 1990. 11 (*都立医短大)
29. 山本幹男, 野原功全, 佐藤伸弘*, 清水啓司*, 山下貴司*, 田中栄一* : 対向検出器システムによるタイム・オブ・フライト情報を用いたポジトロン・イメージング. 日本医用画像工学会第9回大会, 東京国立がんセンター国際研究交流会館, 1990. 7. 5-7, (*浜松ホトニクス)
30. 山本幹男, 早田勇, 野原功全, 小野木健二*, 宮本亮*, 岡部信夫* : 高解像力顕微鏡テレビシステムによる0.1 μm サンプリグの効果, 日本医用画像工学会第9回大会, 東京国立がんセンター国際研究交流会館, 1990. 7. 5-7. (*ニコン)
31. 山本幹男, 早田勇, 野原功全, 中本富美, 蔵野美恵子, 岡野哲郎*, 西川慶一**, 小沢重博***, 畠山巨***, 古田伸一****, 宮本亮****, 岡部信夫**** : 高解像力染色体画像システム NIRS - 1000 : CHROMO MAKER の開発とデータベース化 日本医用画像工学会第9回大会, 東京国立がんセンター国際研究交流会館, 1990. 7. 5-7. (*北里大, **東京歯科大, ***サワ工業, ****ニコン)
32. 山本幹男, 早田勇, 野原功全 : 高解像力染色体画像装置 NIRS -1000 : CHROMO MAKER の開発. 放射線による染色体異常の自動解析シンポジウム, 東京, 1990. 2. 13
33. Yamamoto, M. and Hayata, I. : Development of High Resolution Image System for Making and Scoring Chromosome Aberrations, NIRS -1000 : Chromo Marker. X II European Workshop on Automated Cytogenetics, Segovia, Sep. 19-23, 1990.
34. 丸山 : 放射線従事者のリスク. 環境セミナー放医研, 1990. 11.
35. 早田勇, 山本幹男 : 放射線による染色体異常の自動解析の現状と展望. 放射線による染色体異常の自動解析シンポジウム, 東京, 1990. 2. 13.
36. Hayata, I., Kajima, J. *, Yamamoto, M., Okabe, N.* and Tomita, S. : New Method for Distinguishing Metaphases in the First Cell Cycle for Automated System in Radiation Dosimetry. X II European Workshop on Automated Cytogenetics, Segovia, Sep. 19-23, 1990. (* Nikon)
37. 加藤義彦*, 宇都宮俊二*, 井上雅子*, 山本幹男, 早田勇 : パターン認識技術を用いた赤血球小核細胞の自動検定の検討, 計測自動制御学会第10回パターン計測部会研究会, 静岡大, 1990. 2. 16, (*オムロンライフサイエンス研究所)
38. 加藤義彦*, 宇都宮俊二*, 井上雅子*, 山本幹男, 早田勇 : パターン認識法による赤血球小核細胞の自動分類の検討, 電子情報通信学会春期全国大会, 中央大, 1990. 3. 18-21. (*オムロンライフサイエンス研究所)

39. 丸山, 隈元, 野田, 岩井*, 馬瀬*, 西沢**, TRIRENTO DYAH LARASATI***, 三浦**** : 最近の医療被曝 - X線CTと核医学診断の実態, 第27回理工学における同位元素研究発表会, 東京, 1990.7, (*日大, **杏林大, ***インドネシア原研, ****東京電子)
40. NISIDAI, T*, and KAWASHIMA, K : ELECTRON DOSIMETRY FOR INTRAOPERATIVE RADIATION THERAPY IN JAPAN. INTRAOPERATIVE RAD. THERAPY 3RD INT. SYMP., KYOTO, NOV., 1990 (* KYOTO COL. OF MED. TECH.)
41. 川島勝弘 : イリジウム線の線量評価. 密封小線源治療グループ研究会, 福岡, 12月, 1990
42. Kawashima, Noda, Hiraoka, Hoshino, Hukumura, Nakamura and Kumamoto : Measurements of Relative Neutron Sensitivity of Non - hydrogenous Ionization Chambers. 3rd IAEA RCM Meeting on Nuclear Data Needed for Neutron Therapy, Brussels, Jan. 8-11, 1991
43. 野原 : PET から SPECT へ : 装置の現状と展望. 10回日本画像医学会, 千葉, 1991.2.
喜多尾 : Alice code による核反応率の計算例. 理研シンポジウム「核反応からみた原子核の状態の研究 - 前平衡状態から高励起状態へ - », 和光, 1991.3
44. Maruyama, T., Kumamoto, Y., Noda, Y., Iwai, K*., Mase, N*., Nishizawa, K** . and Furuya, Y. : Determinations of organ of tissue doses and collective effective dose equivalent from diagnostic X - ray examinations in Japan, Seminar on Dosimetry in Diagnostic Radiology, Luxembourg, 19-21 March 1991 (* Nihon University, ** Kyorin University)

[薬理化学研究部]

1. 花木昭 : ペプチドからチオール化合物へ銅イオン移動の分子機構, 第5回生体機能関連化学シンポジウム, 広島, 1990.6
2. 小沢俊彦, 花木昭, 小野寺佳代子*, 高沢文恵*, 松島美一* : 銅(II)錯体と過酸化水素の反応によるヒドロキシルラジカルの生成 : 核酸関連化合物との反応, 日本薬学会第110年会, 札幌, 1990.8, (*共立薬大)
3. 小沢俊彦 : 酸素分子の活性化および活性酸素に対する生体防御機構に関する物理化学的研究, 日本薬学会第110年会, 札幌, 1990.8.
4. 伊古田陽夫, 花木昭 : 光学活性なピログルタミン酸誘導体を用いる合成, 日本薬学会第110年会, 札幌, 1990.8.
5. 鈴木桂子, 石井洋子, 池田清美, 稲野宏志, 若林克己* : 妊娠中の γ 線照射とその後のDES投与により発生する乳腺腫瘍. 照射時期の影響, 第63回日本生化学会大会, 吹田, 1990.9. (*群馬大)
6. 武内恒成, 遠山恵美, 常岡和子, 石原弘, 色田幹雄 : バルビツレート類によるHL-60細胞分化誘導作用の解析, 第63回日本生化学会大会, 吹田, 1990.9.
7. 松本信二, 古瀬雅子, 土屋要*, 橋爪裕司**, 沢岷英正*** : 細胞の増殖と失活の境界温度における構造変化, 第45回日本物理学会年会, 豊中, 1990.4 (*YMCA, **静大. 理, ***琉球大. 理)
8. 沢岷英正*, 平田孝治*, 松本信二, 古瀬雅子 : イースト菌による大気オゾン層厚の測定. 極地研究所シンポジウム, 東京, 1990.7 (*琉球大. 理)
9. 野本康二*, 横倉輝男*, 常岡和子, 色田幹雄 : 乳酸桿菌製剤の投与による放射線防護とその投与時期. 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990.10. (*ヤクルト中研)
10. 武内恒成, 石原弘, 常岡和子, 色田幹雄 : バルビタールはプロテインキナーゼCを阻害しHL-60細胞の分化誘導を促進する. 第43回日本細胞生物学会大会, 東京, 1990.10
11. 石原弘, 常岡和子, 色田幹雄, 吉田和子, 根本久美恵, 武藤正弘 : マウス放射線誘発骨髄性白血病における腫瘍遺伝子発現. 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990.10
12. 武藤正弘, 久保あけい子, 石原弘, 佐渡俊彦 : X線誘発胸腺リンパ腫のT細胞のリセプターの解析(II). 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990.10
13. 松本信二, 古瀬雅子, 土屋要* : 日射紫外線による酵母細胞失活率とオゾン層の厚さの推定. 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990.10. (*YMCA)

14. 古瀬雅子, 松本信二, 土屋要*, 橋爪裕司** : 増殖と失活の境界温度における細胞の巨大化と放射線感受性. 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990. 10. (*Y M C A, **静岡大理)
15. 島津良枝, 浜(稲葉)浩子, 沢田文夫: ヒトメラノーマ細胞におけるX線照射により誘導合成される蛋白質の研究. 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990. 10.
16. 鈴木桂子, 石井洋子, 池田清美, 稲野宏志, 高橋正一*: 胎児期後期に γ 線の照射を受けたラットが成長後の精巣および副腎のステロイド合成能. 第15回日本比較内分泌学会大会, 山梨, 1990. 11. (*佐々木研)
17. 武藤正弘, 久保るい子, 石原弘, 佐渡俊彦: X線誘発T細胞リンパ腫細胞の特性と発生過程で見られる1 L 2 Rの異常発現. 平成2年度日本免疫学会総会, 東京, 1990. 11
18. 小沢俊彦: 活性酸素研究の強力な武器: E S R. 第5回生体機能関連化学講習会“活性酸素研究の実際”, 東京, 1990. 12
19. 小沢俊彦, 花木昭, 河西素子*, 松島美一*: 銅(II)錯体と過酸化水素の反応のE S R-スピントラッピングによる研究. 日本薬学会第111年会, 八王子, 1991. 3. (*共立薬大)
20. 伊古田暢夫, 花木昭: 光学活性なhydroxylated pyrrolidinone誘導体を用いる合成. 日本薬学会第111年会, 八王子, 1991. 3.
21. 池田清美, 稲野宏志, 鈴木桂子, 石井洋子, 若林克己*: ホルモン生合成能に対する胎生期放射線被曝の影響とゴナドトロピンに対する応答. 日本薬学会第111年会, 八王子, 1991. 3. (*群馬大)
22. 松本信二, 古瀬雅子, 曾我文宣: エネルギー損失量のゆらぎと細胞の失活. 日本物理学会1991年春の分科会, 東京, 1991. 3

[生物研究部]

1. Muraiso, C., Matsudaira, H., Strniste, G. F*., and Mudgett, J. S. *: Thirty - eighth annual meeting of the radiation research society., New Orleans, Louisiana, U. S. A. 1990. 4. (* Los Alamos National Laboratory.)
2. 村磯, 浅見*, 松平: 第49回日本癌学会, 札幌, 1990. 7. (*札幌医大)
3. 三田, 市村: 科研費重点領域研究「遺伝暗号の可変性」合同班会議, 筑波, 1990. 8
4. 三田, 市村: 第63回日本生化学会大会, 大阪, 1990. 9
5. 市村, 三田: 第63回日本生化学会大会, 大阪, 1990. 9
6. 市村, 三田: 第2回ヒトゲノム研究の現状と展望, 東京, 1990. 9
7. 湯川修身, 小沢俊彦, 村磯知探: 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990. 10
8. 栗原靖之, Mati Rienkijkarn*, 江藤久美: 魚類における放射線適応反応I. 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990. 10 (* S T A原子力研究交流研究員)
9. 江藤久美, Mati Rienkijkarn*, 栗原靖之: 魚類における放射線適応反応II. 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990. 10 (* S T A原子力研究交流研究員)
10. 田口泰子, 江藤久美: メダカ胚の眼胞分化に対するトリチウム水の β 線の影響. 第33回日本放射線影響学会, 仙台, 1990. 10
11. 東智康: マウスC 3 H10 T $\frac{1}{2}$ 細胞の放射線誘発トランスフォーマントにおけるがん遺伝子の活性化に関する研究. 第13回日本分子生物学会, 京都, 1990. 11
12. 広部知久: マウスの尾端白斑遺伝子の発現に対する毛色遺伝子の効果. 第61回日本動物学会, 新潟, 1990. 10
13. 栗原靖之, 酒泉満*, 田口泰子: メダカにおける遺伝子マップ作成の試み. 第61回日本動物学会, 新潟, 1990. 10 (*都臨床研)
14. Ishikawa, K*., Tamate, H. B**., Hirobe, T., Ito, S***. and Wakamatsu, K***. : Melanization in the skins of coat - color mutants of C57BL / 10J congenic mice : Effects of genic substitution at the agouti, brown, albino, dilute, and pink - eyed dilution. 14 th International Pigment Cell Conference, Kobe, 1990. 11. (* Yamagata Univ., ** Senshu Univ., *** Fujita - Gakuen Univ.)

15. Hirobe, T. : Selective growth and serial passage of mouse melanocytes from neonatal epidermis in a medium supplemented with bovine pituitary extract. 14th International Pigment Cell Conference, Kobe, 1990. 11.
16. 市村幸子, 三田和英: カイコゲノムのくり返しおよびモザイク構造. 第13回日本分子生物学会年会, 京都, 1990. 11
17. 三田和英, 市村幸子: カイコにおける反復配列 B m 1 の機能. 第13回日本分子生物学会年会, 京都, 1990. 11
18. 座間光雄: 第17回核酸化学シンポジウム, 名古屋, 1990. 11
19. Mita K., Ichimura S., and James T. C. * : Characterization and function of intron of silk fibroin gene. 30th Annual Meeting of the American Society for Cell Biology, San Diego, USA, 1990. 12. (* Wesleyan Univ.)
20. Ichimura S., Mita K., Neno M., James T. C*., and Bond U. ** : Developmental expression of ubiquitin genes in posterior silk gland of Bombyx mori. 30th Annual Meeting of the American Society for Cell Biology, San Diego, USA, 1990. 12. (* Wesleyan Univ. ** Yale Univ.)

[遺伝研究部]

1. Matsuda, Y., Chanmen V. M.* : 第10回五大湖ほ乳類発生生物学研究集会、トロント、カナダ、1990. 4. (*ロズウェルパーク癌研究所)
2. Matsuda, Y., Keitz B. T.,* Miller D.R*., Chapman V. M*., : 1990年度アメリカ合衆国、カナダ遺伝学会合同年会、サンフランシスコ、アメリカ合衆国、1990. 8. (*ロズウェルパーク癌研究所)
3. 平井*, 高橋, 堀: 第62回日本遺伝学会, 東京, 1990. 10. (*東大)
4. 塩見, 塩見: 第33回日本放射線影響学会, 仙台, 1990. 10.
5. 堀, 高橋, 瀬野*: 第35回人類遺伝学会, 福井, 1990. 8 (*遺伝研)
6. 堀, 高橋, 平井*, 中村**: 第62回日本遺伝学会, 東京, 1990. 10 (*東大, **癌研)
7. 堀: 第43回日本細胞生物学会 (ワークショップ), 東京, 1990. 10
8. Hori, T., Takahashi, E., Hirai, M*., and Nakamura, Y. **: 第2回公開ワークショップ「ヒト・ゲノム研究の現状と展望」, 東京, 1990. 9 (*東大, **癌研)
9. 辻, 網代*, 林, 堀: 第62回日本遺伝学会, 東京, 1990. 10. (*愛知がんセンター研)
10. 網代*, 西川*, 辻: 第43回日本細胞生物学会, 東京, 1990. 10 (*愛知がんセンター研)
11. 安田: 日本における遺伝病の発生について. 第90回環境問題懇談会, 東京, 1990. 10.
12. 安田: Increase of heritability when prevalence of a polygenic - threshold trait is double. Working Conference "Mutation Component and Selection in Human Disease." Budapest, Hungary, 1990. 6.
13. 安田: Use of allele frequency in genetic epidemiology. Inter. Assoc. Hum. Biol. Symp., Fukui, 1990. 7.
14. 佐伯, 町田: 第62回日本遺伝学会大会, 東京, 1990. 10
15. 町田, 森明, 佐伯: 第62回日本遺伝学会大会, 東京, 1990. 10
16. 森明, 町田, 本郷: 第62回日本遺伝学会大会, 東京, 1990. 10
17. 本郷, 森明, 浜 (稲葉) : 第62回日本遺伝学会大会, 東京, 1990. 10
18. Takahashi, E., Hori, T., Nakamura, Y. * and Seno, T. **: 第35回日本人類遺伝学会, 福井, 1990. 8. (*癌研, **遺伝研)
19. Takahashi, E., Yamakawa, K*., Sato, T*., Oshimura. M **., Hori, T. and Nakamura, Y *.: 第2回公開ワークショップ「ヒト・ゲノム研究の現状と展望」東京, 1990. 9. (*癌研, **鳥取大)

20. 高橋, 堀, 中村*, 瀬野, **: 第62回日本遺伝学会, 東京, 1990. 10. (*癌研, **遺伝研)
21. 村田*, 大塚*, 早川*, 高橋, 辻, 堀: 第35回日本人類遺伝学会, 福井, 1990. 8. (*千葉がんセ)
22. Yamakawa, K*., Sato, T*., Takahashi, E., Hori, T. and Nakamura, Y.*: 第2回ワークショップ「ヒト・ゲノム研究の現状と展望」東京, 1990. 9.
23. 高橋, 堀: 国立遺伝学研究所研究集会, 三島, 1990, 6.
24. 島津, 浜 (稲葉), 沢田: 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990. 10
25. 町田, 佐伯, 森明: 第33回日本放射線影響学会, 仙台, 1990. 10.
26. Matsuda, Y. Chapman V. M.*: 第4回マウスゲノムマッピング国際ワークショップ, アナポリス, アメリカ合衆国, 1990. 11 (*ロズウェルパーク癌研究所)
27. Lee K-H*., Matsuda Y., Chapman V. M.*: 第4回マウスゲノムマッピング国際ワークショップ, アナポリス, アメリカ合衆国, 1990. 11 (*ロズウェルパーク癌研究所)
28. 辻, 林, 安田*, 網代**, 三田, 市村, 根井, 堀: 第13回日本分子生物学会, 京都, 1990. 11 (*金沢大, **愛知がんセ研)
29. 中村*, 時野*, 谷上*, 藤森*, 森*, Jones**, 高橋, 堀: 第13回日本分子生物学会, 京都, 1990. 11 (*癌研, **E. R. Inst.)
30. Hori: Genzyme Focus Group Meeting 「Molecular Genetics - Genome Project and its Medical applications」, Tokyo, 1990. 11.
31. 堀: 第22回コムギ遺伝学シンポジウム, 奈良, 1990. 12.
32. 辻: 国立遺伝学研究所研究会, 三島, 1990. 12.
33. Shiomi: Isolation of Ultraviolet - Sensitive Mutants of Mouse L 5178 Y Cells and Molecular Cloning of A Human Repair Gene, ERCC 5. 1990 International Workshop "DNA Repair Mechanisms and Embryo Manipulation". Institute for Molecular and Cellular Biology. Osaka University, Osaka, 1991. 1.
34. 松田洋一: マウス生殖細胞の放射線感受性. 京大原子炉研究所研究集会「放射線のリスク評価に関する最近の話題」, 大阪, 1991. 2.

[生理病理研究部]

1. 大津, 古瀬, 野田, 小林, 大原: サイクロトロンからの速中性子線の照射によるマウスの腫瘍発生. 第49回日本癌学会, 札幌, 1990. 7.
2. 野田, 古瀬, 小林, 山田, 長沢, 大津: MOM系マウスの自然発生腫瘍について. 第37回日本実験動物学会総会, 京都, 1990. 5
3. 古瀬, 大津, 野田, 小林, 大原, 丸山: γ 線、速中性子線全身照射によるマウスの腫瘍発生. 第49回日本癌学会, 札幌, 1990. 7.
4. 荻生, 深見*, 西村: N-メチル-N-ニトロソ尿素 (MNU) によるラット胸腺リンパ腫の発生と胸腺細胞のDNA損傷. 第49回日本癌学会, 札幌, 1990. 7. (*愛知県がんセンター)
5. 石川*, 土屋*, 翁*, 北川*, 森, 神山**, 畠山**, 丸山***, 菅野*: トロトラスト被注入者に発生した肺癌7例の病理学的特徴と肺内 Th -232量の測定. 第79回日本病理学会総会, 福岡, 1990. 3. (*癌研病理, **東医歯大, ***神奈川県立短大)
6. 神山*, 石川**, 森, 丸山, 畠山*: トロトラスト被注入者における脾線維化像についての検討. 第79回日本病理学会総会, 福岡, 1990. 3. (*東医歯大, **癌研病理)
7. 石川*, 土屋*, 翁*, 北川*, 加藤, 森, 神山**, 畠山**, 菅野*: トロトラスト被注入者の肺内トリウム量の測定-肺の α 線線量評価のために. 第49回日本癌学会, 札幌, 1990. 7. (*癌研病理, **東医歯大)
8. 島田, 井藤*, 加治**: 第2回血管代謝機能シンポジウム, 東京, 1990. 6. (*老人医療センター, **老人総合研究所)
9. Sasaki, S.*: Age - dependence of susceptibility to carcinogenesis by ionizing radiation in mice. Symposium "The Relevance of animal Models of Radiation Carcinogenesis in the light

of Developments in Molecular Biology. Rijswijk, 1990. 10. (* presented by Sado, T.)

10. 神作, 佐渡: 低線量放射線の免疫系に対するホルミシス作用の再検討. 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990. 10.
11. 佐々木: 発癌の年齢依存性. 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990. 10.
12. 武藤, 久保, 石原, 佐渡: X線誘発胸腺リンパ腫の前リンパ腫細胞の特性とT L遺伝子の解析. 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990. 10.
13. 相沢, 加藤*, 佐渡, 根本, 赤木**: レトロウィルスベクターを用いた骨髄幹細胞への遺伝子導入法の検討. 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990. 10. (*阪大, **兵庫医大)
14. 久保, 武藤, 山岸*, 竹下*, 佐渡: X線誘発胸腺リンパ腫のT細胞リセプターの解析(II), 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990. 10. (*京大)
15. 古瀬, 大津, 野田, 小林, 大原, 丸山: γ 線, 速中性子線によるマウスの腫瘍発生. 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990. 10.
16. 根本, 吉田, 西村, 関: 放射線誘発骨髄性白血病の発症に及ぼす要因について. 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990. 10.
17. 武藤, 久保, 石原, 佐渡: X線誘発T細胞リンパ腫の前リンパ腫細胞の特性と発生過程で見られるIL-2Rの発現異常. 第20回日本免疫学会総会, 東京, 1990. 11.
18. 相沢, 佐渡: クラスIMHC拘束性T細胞によって認識されるminor H抗原の発現様式の解析. 第20回日本免疫学会総会, 東京, 1990. 11.
19. 佐渡, 神作: マウスにおける免疫記憶と老化. 第20回日本免疫学会総会, 東京, 1990, 11.
20. 山口, 崎山, 大海*, 松本**, 長沢***, 守屋****, 福山*****: 悪性ハムスター胎児線維芽細胞(Nil 2 C 2)が分泌するCIsについて. 第43回日本細胞生物学会大会, 東京, 1990. 10. (*東大医科研, **大阪成人病セ・免, ***北大・薬・衛生化学, ****千大・医・整*****千葉県がんセ・生化)
21. Muto, M. : Phenotypic Characterization of thymic prelymphoma cells developed during radiation - induced lymphomagenesis in B 10 mice. International Symposium "Radiation Carcinogenesis in the Whole Body System", The Japan Radiation Society, Tokyo, 1990. 12.
22. Sasaki, S. : Influence of age at radiation exposure on life - shortening and carcinogenesis in mice. International Symposium "Radiation Carcinogenesis in the Whole Body System", The Japan Radiation Research Society, Tokyo, 1990. 12.
23. Sado, T. : Bone marrow - thymus interactions during thymic lymphomagenesis induced by fractionated radiation exposure in B 10 mice : analysis using bone marrow transplantation between Thy 1 congenic mice. International Symposium "Radiation Carcinogenesis in the Whole Body System", The Japan Radiation Society, Tokyo, 1990. 12.
24. Mori, T. : Epidemiological, pathological, and dosimetric status of the Japanese Thorotrast studies. International Symposium "Radiation Carcinogenesis in the Whole Body System", The Japan Radiation Research Society, Tokyo, 1990. 12.
25. 佐渡, 神作, P. Pongpiachan, U. Maghanemi. : 低線量放射線の免疫系に対するホルミシス作用の再検討. 第2回放射線生物学ワークショップ「極低線量放射線の生物効果」, 横浜, 1991, 3.

[障害基礎研究部]

1. Sato, K., Furuno - Fukushi, I., Eguchi - Kasai, K. and Matsudaira, H. : Damage in cells. Summary of types and yields, and implications to repair. 15 th International Cancer Congress, Hamburg, Fed. Rep. Germany, 1990. 8.
2. Yamamoto, M. and Hayata, I. : Development of high resolution image system for marking and scoring chromosome aberrations, NIRS -1000 : CHROMO MARKER. XII European Workshop on Automated Cytogenetics, Segovia, Spain, 1990. 9.
3. Hayata, I., Kajima, J. *, Yamamoto, M., Okabe, N. * and Tomita, S. ** : New method for

distinguishing metaphases in the first cell cycle for automated system in radiation dosimetry. XII European Workshop on Automated Cytogenetics, Segovia, Spain, 1990. 9. (* Nikon, ** RIKEN)

4. 坪内*, 加納*, 福津, 五日市, 大原: 第29回日本医学放射線学会生物部会, 神戸, 1990. 4. (*福井医大)
5. 浅井*, 青墳*, 嶋*, 平澤*, 森尾*, 中村*, 王*, 吉田*, 角南**, 佐藤**, 南久松: 第32回日本臨床血液学会総会, 札幌, 1990. 9. (*千葉大・二内, **同・小児科)
6. 青墳*, 浅井*, 森尾*, 平澤*, 脇田*, 中村*, 王*, 高林*, 吉田*, 門澤, 南久松, 田辺**: 第32回日本臨床血液学会総会, 札幌, 1990. 9. (*千葉大・二内, **同・皮膚科)
7. 柏村*, 斉藤*, 染谷*, 南久松: 第32回日本臨床血液学会総会, 札幌, 1990. 9. (*松戸市立病院・内科)
8. 佐野*, 斉藤*, 柏村*, 染谷*, 小池**, 南久松: 第32回日本臨床血液学会総会, 札幌, 1990. 9. (*松戸市立病院・内科, **新潟大・一内)
9. 別所*, 伊藤*, 片海*, 川井*, 陣内*, 斉藤*, 平澤*, 南久松: 第32回日本臨床血液学会総会, 札幌, 1990. 9. (*埼玉医大・一内)
10. ポイダ, 青木, 田中, 坪井: 第33回日本放射線影響学会大会, 仙台, 1990. 10.
11. 青木, 能勢, 川瀬, 蜂谷, 鶴沢, 田中, 坪井: 第33回日本放射線影響学会大会, 仙台, 1990. 10.
12. 坪井, 田中: 第7回日本ハイパーサーミア学会大会, 岡山, 1990. 10.
13. 大原, 金井, 五日市, 福津, 江口, 佐藤, 徐*, 谷田貝**, 高橋**: 第33回日本放射線影響学会大会, 仙台, 1990. 10. (*中国・放射線防護研, **理研)
14. 江口, 大原, 金井, 五日市, 福津, 佐藤, 徐*: 第33回日本放射線影響学会大会, 仙台, 1990. 10. (*中国・放射線防護研)
15. 坪内*, 加納*, 福津, 五日市, 大原: 第33回日本放射線影響学会大会, 仙台, 1990. 10. (*福井医大)
16. 早田, 賀嶋*, 南久松, 山本, 岡部*: 染色体学会1990年度年会, 東広島, 1990. 10. (*ニコン研究所)
17. Hayata, I., Kajima, J. * and Okabe, N. *: International Symposium on Radiation Technology in Biomedical Materials. Takasaki, 1990. 10. (* Nikon)
18. 早田, 南久松, 青木, 中野: 第33回日本放射線影響学会大会, 仙台, 1990. 10.
19. 南久松, 石原*: 染色体学会1990年度(第41回)年会, 東広島, 1990. 10. (*文教大・国際)
20. Sato, K., Eguchi - Kasai, K., Shiomi, T., Hama - Inaba, H. : Studies on DNA Repair - Deficient Mutants of Mammalian Cells. Symposium on Environment and Genome. Calcutta, India, 1991. 1.
21. 大原, 金井, 曾我, 養原, 安藤: 重粒子線によるがん治療への基礎的研究. 理化学研究所シンポジウム, 和光, 1991. 2.

[内部被ばく研究部]

1. 小木曾, 山田裕, 柴田*, 吉田**: 第30回日本網内系学会, 山形, 1990. 6. (* East Carolina 大, **東京免疫薬理研究所)
2. Oghiso, Y. Yamada, Y. and Shibata, Y. *: EULEP Symposium 1990 on the Role of Alveolar Macrophage in the Clearance of Inhaled Particles. Oxford, UK. 1990. 9 (* East Carolina University, USA)
3. 山田裕, 小木曾: 第30回日本網内系学会, 山形, 1990. 6.
4. 福田, 飯田: 第109回日本獣医学会, 東京, 1990. 4.
5. 石井*, 陶山*, 織間*, 清水, 手塚, 友田, 福田: 第109回日本獣医学会, 東京, 1990. 4. (*日獣大)
6. 福田, 家森*: 第44回日本栄養・食糧学会シンポジウム, 仙台, 1990. 5. (*島根医科大学)

7. 福田, 土倉, 池田*, 奈良**, 堀江**, 家森** : 第25回日本保健物理学会, つくば, 1990. 5. (*難病研, **島根医大)
8. 福田, 飯田, 稲葉 : 第25回日本保健物理学会, つくば, 1990. 5.
9. 藤田, 織間, 清水, 本好, 福田, 山田, 小泉, 稲葉 : 第25回日本保健物理学会, つくば, 1990. 5.
10. 福田, 飯田 : 第10回日本形態計測学会, 大阪, 1990. 6.
11. 家森*, 堀江*, 奈良*, 池田**, 福田, 土倉, 飯田, 織間 : 第7回宇宙利用シンポジウム, 東京, 1990. 7. (*島根医大, **難病研)
12. 福田, 土倉, 池田*, 奈良**, 堀江**, 家森** : 第8回日本骨代謝学会, 東京, 1990. 7. (*難病研, **島根医科大学)
13. 福田 : 第4回骨形態計測実技講習会およびシンポジウム, 新潟, 1990. 8.
14. 福田, 土倉, 池田*, 奈良**, 堀江**, 家森** : 第6回ビタミンDワークショップ, 横浜, 1990. 9. (*難病研, **島根医大)
15. 福田, 土倉, 池田*, 奈良**, 堀江**, 家森** : 第26回高血圧自然発症ラット学会, 大阪, 1990. 9. (*難病研, **島根医大)
16. 土倉, 福田, 池田*, 奈良**, 堀江**, 家森** : 第26回高血圧自然発症ラット学会, 大阪, 1990. 9. (*難病研, **島根医大)
17. 石樽, 榎本, 仲野 : 日本保健物理学会第25回研究発表会, つくば, 1990. 5.
18. 石樽, 榎本, 仲野 : 第51回応用物理学学術講演会, 盛岡, 1990. 9.
19. Kubota, Y. Takahashi, S. and Sato, H. : EULEP Symposium 1990 on the Role of Alveolar Macrophages in the Clearance of Inhaled Particles. Oxford, UK., 1990. 9.
20. 澤井*, 高橋, 高須* : 第41回日本神経学会総会, 横浜, 1990. 5. (*日大医)
21. 高橋 : 第78回家畜繁殖学会, 新潟, 1990. 10.
22. Yamada, Y., Koizume, A., Cheng, Y. S. * and Yeh, H. C. * : Third International Aerosol Conference. Kyoto, Japan, 1990. 9. (* Lovelace ITRI, U. S. A.)
23. Cheng, Y. S. *, Yeh, H. C. * and Yamada, Y. : Third International Aerosol Conference. Kyoto, Japan, 1990. 9. (* Lovelace ITRI, U. S. A.)
24. 山田, 小泉, 福田, 稲葉 : 日本保健物理学会第25回研究発表会, つくば, 1990. 5.
25. 稲葉, 西村 : 日本保健物理学会第25回研究発表会, つくば, 1990. 5.
26. 稲葉 : 日本保健物理学会勉強会「公衆の被曝線量の考え方」, 熊取, 1990. 8.
27. 小泉彰, 山田裕司 : 日本保健物理学会第25回研究発表会, つくば, 1990. 5.
28. 佐藤, 久保田, 高橋 : 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990. 10.
29. 石樽, 榎本 : 日本原子力学会1990年秋の大会, 仙台, 1990. 10.
30. 石樽, 榎本 : 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990. 10.
31. 小木曾, 山田裕, 相沢* : 第33回日本放射線影響学会, 仙台, 1990. 10. (*生理病理)
32. 山田裕, 小木曾 : 第33回日本放射線影響学会, 仙台, 1990. 10.
33. 串田*, 吉村*, 藤田*, 清水*, 織間*, 本好*, 友田*, 福田, 山田, 小泉, 稲葉 : 第110回日本獣医学学会, 宮崎, 1990. 10. (*日本獣医畜産大学)
34. 福田, 飯田, 山田, 小泉, 佐藤, 津浦, 吉田* : 第33回日本放射線影響学会, 仙台, 1990. 10. (*東京ニュークレアサービス)
35. 福田, 飯田, 宮本, 田辺*, 高橋* : 第33回日本放射線影響学会, 仙台, 1990. 10. (*千葉大医. 小児科)
36. 小泉, 山田, 宮本, 福田, 飯田, 石樽, 佐藤, 稲葉 : 第33回日本放射線影響学会, 仙台, 1990. 10.
37. 高橋, 久保田, 佐藤 : 第33回日本放射線影響学会, 仙台, 1990. 10.
38. 高橋 : 第78回家畜繁殖学会, 新潟, 1990. 10.
39. 山田裕, 小木曾 : 第20回日本免疫学会, 東京, 1990. 11.
40. 小木曾, 山田裕, 武藤*, 柴田** : 第20回日本免疫学会, 東京, 1990. 11. (*生理病理, ** East Carolina 大学)

41. 福田, 飯田 : 第10回骨組鬆症研究会, 浜松, 1990. 11.
42. 高橋, 久保田, 佐藤 : 日本環境科学会1990年会, 東京, 1990. 11.
43. 飯田, 福田 : 妊娠, 哺育を2回繰り返した Wistar - Mishima (WM) ラットにおける骨強度、骨含有成分量について. 日本実験動物技術者協会関東支部第16回懇話会, 東京, 1991. 2.
44. Fukuda, S : System for Reproduction of Beagle Dogs and Techniques for the Quality Control in Response to Purpose of Experimental Use. The 3rd Workshop on Research and Development on Laboratory Animal Tsukuba, Japan. 1991. 3.

[環境衛生研究部]

1. Kojima*, Fujitaka, Abe and Abe** : 3rd International Aerosol Conference, kyoto, 1990. 9. (* Tokyo University of Science, ** Director of Special Research, NIRS)
2. 阿部 (道), 阿部 (史) : 環境放射能のキャラクタリゼーションと新技法—大気浮遊塵における放射性核種の粒度分布に関する新知見. 第27回理工学における同位元素研究発表会, 東京, 1990. 7
3. 湯川, 住谷 : P I X E分析法による糞中の微量元素分布. 第60回日本衛生学会総会, 福岡, 1990. 4.
4. Yukawa, M., Sumiya, M. and Furuse, T. ; Distribution of Trace Elements in Unhulled Rice Using Particle Induced X - ray Emission (PIXE) Analysis, 7th International Symposium of Trace Elements in Man and Animals, Yugoslavia, 1990, 5.
5. 木村 : 淡水魚による放射性コバルトの取り込みと体内残留. 日本水産学会, 東京, 1990. 4.
6. 西村, 稲葉 : ラットにおける^{110m}Agの体内動態に関する研究 (1) 年齢依存性について、(2) 胎児移行について. 日本保健物理学会第25回研究発表会, 筑波, 1990. 5.
7. 西村, 稲葉 : 幼若期・胎児期ラットにおける⁷⁵Seの代謝特性について. 第1回微量元素学会, 東京, 1990. 6.
8. 片山 (真)*, 片山 (洋)*, 檀原**, 西村, 稲葉 : ラットにおけるヒ素代謝について, 第1回微量元素学会, 東京, 1990. 6. (*大阪市立大, **信州大)
9. 檀原*, 稲葉, 西村, 戸村*, 今月* : 米・麦中のヒ素・セレンの吸収率. 第44回日本栄養食糧学会, 仙台, 1990. 4. (*信州大, **立教大)
10. Matsusaka, N* . and Nishimura, Y. : Zinc -65 absorption and its turnover in young and adult mice under supply of zinc deficient diet. 7th International Symposium of Trace Elements in Man and Animals, Yugoslavia, 1990. 5 (* Iwate Univ.)
11. 井上, 宮本, 岩倉 : トリチウム水蒸気がその放出源から遠く離れた町の食品に及ぼす影響. 日本保健物理学会第25回研究発表会, 筑波, 1990. 5.
12. Inoue, Miyamoto and Iwakura : Tritium analysis as criteria for food contamination and estimation of food production regions, The 4th International Seminar of Liquid Scintillation Analysis, Kasukabe, 1990. 6.
13. Miyamoto, K. T., Brown, R. M. * and Workman, W. J. * : 2nd EurAsia Conference on Chemistry in Seoul, 1990. 4. (* Atomic Energy of Canada Ltd.)
14. 竹下, 渡利, 今井, 西村 : ルテニウムの皮膚からの除染の検討—化学種の影響—. 日本保健物理学会第25回研究発表会, 筑波, 1990. 5.
15. 阿部, 藤高 : 主要都市におけるバックグラウンド空間放射線の測定. 第32回環境放射能調査研究成果発表会, 千葉, 1990. 11.
16. 阿部, 阿部, 藤高, 児島* : 屋内・外のラドン等による被曝線量調査. 第32回環境放射能調査研究成果発表会, 千葉, 1990. 11. (*東京理科大)
17. 阿部, 阿部, 藤高 : ラドン等による国民への被曝線量寄与に関する現況. 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990. 10.
18. 西村, 竹下, 今井, 渡利, 稲葉 : 放射性R u化合物の経皮吸収について. 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990. 10.

19. 佐藤, 松坂, 志村, 品川, 小林, 西村: 低マンガン飼料給与下のマウスにおける⁵⁴Mnの代謝. 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990. 10.
20. 湯川, 桜井*, 喜多尾: 生体試料中微量元素のPIXE分析(第2報). 第34回放射化学討論会, 東京, 1990. 10. (*岩手医科大学)
21. 宮本, 井上, 福島, 岩倉: 小河川流域での原子力施設起源のトリチウムの挙動解析. 1990年度日本地球化学会年会. 新潟, 1990. 10.
22. 武田, 呂, 岩倉: 各種条件下のトリチウム(³H)被曝に対するバイオアッセイ法の開発. 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990. 10.
23. 井上: 環境トリチウム研究の現状と将来. 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990. 10.
24. 今井, 渡利, 竹下, 森本*, 伊藤**: 水溶液中の高酸化状態ルテニウムの吸着挙動(その2). 第34回放射化学討論会, 東京, 1990. 10. (*日本分析センター, **原電)
25. 本郷, 竹下, 山口, 岩井*: 体内被曝線量計算システムのネットワーク化. 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990. 10. (*三菱原子力工業)
26. 竹下, 山口, 本郷, 岩井*: 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33回大会, 仙台, 1990. 10. (*三菱原子力工業)
27. Abe, M: Behavior of radionuclides in the atmosphere, Taiwan Radiation Monitoring Center Seminar, Kaoshiung, Republic of China, 1990, 11.
28. Abe, M: Radiation in the living environment, Taiwan Radiation Monitoring Center Seminar, Kaoshiung, Republic of China, 1990, 11.
29. 宮本: 環境中のトリチウム濃度の調査. 第32回環境放射能調査研究成果発表会, 千葉, 1990. 11.
30. Fujitaka, K., Abe, M. and Abe, S.: The Latest Map of the Distribution of Environmental Radiation in Japan. The third International Symposium on Advanced Nuclear Energy Research "Global Environment and Nuclear Energy", Mito, 1991. 3.
31. 柴田貞夫, 渡利一夫, 今井靖子, 宇野淳子: 無機陰イオンを配位子とする放射性核種の非イオン性高分子吸着体への吸着現象(3) 酸素酸陰イオン吸着挙動. 日本化学会第61春季年会, 横浜, 1991. 3.
32. 黒瀧克己, 河村正一: 金属錯イオンの部分モル体積. 日本化学会第61春季年会, 横浜, 1991. 3.

[臨床研究部]

1. 古林, 福田, 上野, 安藤, 平塚, 三島, 市橋: ほう素中性子捕獲両方による表在性腫瘍の最適治療照射条件と線量評価, 第7回日本医学物理学会研究発表会, 東京, 1990. 6.
2. 安藤, 小池: 腫瘍低酸素分画の検定法依存性, 第49回日本癌学会総会, 札幌, 1990. 7.
3. Matsumoto T: Reading trials using computed radiographs US-JAPAN Workshop on pneumocoviosis, Rosai Hospital of Silicosis, 1990, 10.
4. Jibu T., Ando K., Matsumoto T., Kobori O., Morioka Y., Kanegasaki S., : Ingibition of metastasis of fibrosarcoma by LPS 1st International Endotoxin Society Meetion, Anaheim, 1990, 5.
5. Ono K., Nagata Y., Akuta K., Fushiki M., Abe M., Ando K., : Micronucleus (MN) frequency in hepatocytes following irradiations An analysis by linear quadratic model 38th Annual Meeting of Radiation Research Society, New Orleans, 1990, 4.
6. 久保田, 佐藤, 中野, 森田, 恒元, 安藤, 関谷: DNA ヒストグラムによる放射線感受性の解析, 第49回日医放総会, 神戸, 1990. 4.
7. 中野, 岡, 久保田, 森田, 恒元, 安藤: 分割放射線照射に起きる子宮けい癌のKi 67染色性ならびにGrowth Fractionの変化について, 第49回日医放総会, 神戸, 1990. 4.
8. 福田, 安藤: 熱中性子補捉治療による吸収線量の評価上の問題点, 第29回日医放生物部会, 1990. 4.
9. 岩川, 安藤, 小池, 高橋: マウス転移モデルを用いた進行神経芽腫に対する集学的治療の基礎的検

- 討, 第27回日本小児外科学会総会, 松山, 1990. 4.
10. 岩川, 安藤, 小池, 高橋: マウス神経芽細胞腫細胞を用いた骨・骨髄転移モデルの確立, 第49回日本癌学会総会, 札幌, 1990. 7.
 11. 山田, 安藤, 小池, 磯野: Etoposide による放射線防護作用の解析, 第49回日本癌学会総会, 札幌, 1990. 7.
 12. 安藤: 高 LET 粒子線の放射線生物効果, 日本放射線腫瘍学会90年夏期大会, 福岡, 1990.
 13. 安藤: 放射線による治癒とは何かー基礎面よりー, 第20回放射線による制癌シンポジウム, 京都, 1990. 6.
 14. 松本, 飯沼, 館野, 福久, 鳥脇*, 長谷川**, 小畑***: 多分割計算機診断と医師診断ー医師の注視点解析を中心に, 第60回物理部会大会, 沖縄, 1990. 11.
 15. 中村, 飯沼, 古川, 福久, 望月*, 玉味*: 多分割照射法に関する randomized clinical trial - 1 次報告, 日本放射線腫瘍学会90年夏期大会, 福岡, 1990. 7.
 16. 入江: トレーサの分子設計と評価, 第22回放医研シンポジウム, 千葉, 1990. 9. (*慈恵医大)
 17. Yamasaki, T. : Behavior and Brain (2), Current studies of neuroreceptors The Third International Conference : Peace through Mind / Brain Science, Session 2 : Behavior and Brain (2) . Hamamatu, 1990, 8.
 18. Yamasaki, T., Iyo, M., Nishio, M. : Receptor study using PET in psychiatry The International Meeting of Neuroimaging in Psychiatry. Gotenba, 1990, 9.
 19. Yamasaki, T. : Fundamental Brain Imaging : PET & SPECT (Summary) 17 th Congress of Collegium International Neuro - Psychopharmacologium, Symposia 39. Fundamental Brain Imaging 1 : PET & SPECT. Kyoto, 1990, 9.
 20. Inoue, O., Yamasaki, T. : 17 th Congress of Collegium International Neuro - Psychopharmacologium, Symposia 26, Benzodiazepine Dependence Basic and Clinical Studies. Kyoto, 1990, 9.
 21. 館野: ポジトロン CT と神経情報伝達の観測, 第5回(平成元年度)放射線利用研究会報告会, 東京, 1990. 5.
 22. 飯沼, 館野, 松本, 福久: 画像診断の分類ー方法論の評価を目的として, 日本医学放射線学会第59回物理部会大会, 神戸, 1990. 4.
 23. 田伏*, 伊藤*, 砂倉*, 横山*, 佐藤*, 中村, 飯沼, 入船**, 荒居: 任意の2方向X線撮影による位置決定の検討, 日本医学放射線学会第59回物理部会大会, 神戸, 1990. 4. (*埼玉県がんセンター, **都立医療技術短大)
 24. 松本, 飯沼, 館野, 福久, 鳥脇*, 長谷川**, 小畑***: 計算機診断と医師診断ー医用画像読影時の注視点解析, 日本医学放射線学会第59回物理部会大会, 神戸, 1990. 4. (*名大, **中京大, ***東京農工大)
 25. 松本, 飯沼, 館野, 福久, 中西*, 鈴木*, 山崎**: 音声入力方式による胃集検のX線診断情報処理ー(その1)読影診断情報入力, 第49回日本放射線学会, 神戸, 1990. 4. (*大阪府立成人病センター)
 26. 中西*, 鈴木*, 山崎**, 松本, 飯沼, 館野, 福久: 音声入力方式による胃集検のX線情報処理ー(その2)間接X線写真の読影実験, 第49回日本放射線学会, 神戸, 1990. 4. (*大阪府立成人病センター, **大阪がん予防検診センター)
 27. 篠遠, 青墳, 平山, 福田, 伊豫, 井上, 鈴木, 山崎, 館野: パーキンソン病および線条体黒質変性症におけるドーパミンD、受容体ー Positron Emission Tomography による測定ー, 第31回日本神経学会総会, 横浜, 1990. 5.
 28. 難波, 入江, 福土, 山崎, 館野: 代謝変換型トリーサーを用いた in vivo 脳内アセチルコリン・エステラーゼ活性の測定, 第2報: モデル解析による定量評価の試み, 第31回日本神経学会総会, 横浜, 1990. 5.
 29. Ichihashi M., Funasaka Y., Yamamura K., Fukuda H., et al : Comparative radiobiological

- analysis of enganced melanoma killing effect of thermal nevtrons using melanoma – targeting ¹⁰R – compounds, 第49回日本癌学会, 札幌, 1990. 7.
30. Fukuda H., Tateno Y., Yamasaki T., Ishiwata K., Fujiwara T., Kubota K., Tada T., Matsuzawa T., : European Workshop on FDG in Oncology, Heidelberg, 1990. 6.
 31. Fukuda H., Hashimoto T., Ueshima Y., Ikehira H., : 9 th SMRM, New York, 1990. 8.
 32. Suhara T., Nakayama K., Inoue O., Fukuda H., Nishikawa Y., Yamasaki T., Tateno Y., Mori A., : D₁ – dopamine receptor binding in mood disorders, 17 th Congress of Collegium Internationale Neuro – Psychopharmacologicum, Kyoto, 1990. 9.
 33. Suhara T., Fukuda H., Inoue O., Itho T., Suzuki K., Yamasaki T., Tateno Y., : Agerelated changes in human D₁ dopamine receptors measured by positron emssion tomography 17 th Congress of Collegium Internationale Neuro – Psychopharmacologicum, Kyoto, 1990. 9.
 34. Inoue O., Tsukada H., Yonezawa H., Suhara T., Tateno Y., Kurozumi S. : 17 th Congress of Collegium Internationale Neuro – Psychopharmacologicum, Kyoto, 1990. 9.
 35. Hashimoto T., Ikehira H., Fukuda H., Ueshima Y., Maku T., Iinuma T., Tateno Y., : 9 th Annual Scientific Meeting and Exhibition, New York, 1990. 8.
 36. Ueshima Y., Yamai S., Ikehira H., Hashimoto T., Mori K., Maki T., Fukuda H., Tateno Y., : In vivo ¹³C imaging and Multi-voxel spectroscopy enhanced by polarization transfer 9 th Annual Scientific Meeting and Exhibition, New York, 1990. 8.
 37. Seto K., Ikehira., Hashimoto T., Fukuda H., Tateno Y., : Phosphorus⁻³¹ MRS study of transplanted kindey 9 th Annual Scientific Meeting and Exhibition, New York, 1990. 8.
 38. 亀井, 松村, 内山, 岸, 石津谷, 関谷, 隈井, 今関, 今井, 渡辺, 増田, 稲垣, 橋本, 池平, 福田, 館野 : Duchenne 型進行性筋ジストロフィー症の心筋³¹P – MRS, 第16回日本磁気共鳴医学会大会, 名古屋, 1990. 9.
 39. 西川, 池平, 橋本, 福田, 飯沼, 館野, 松村, 長谷川, 有水, 守屋 : Duchenne 型筋ジストロフィー症の骨格筋³¹P – MRS, 第16回日本磁気共鳴医学会大会, 名古屋, 1990. 9.
 40. 西川, 有水, 池平, 橋本, 福田, 飯沼, 館野, 守屋 : 両下腿三頭筋運動負荷により得られた³¹P – MRS の左右差の検討, 第16回日本磁気共鳴医学会大会, 名古屋, 1990. 9.
 41. 池平, 西川, 橋本, 福田, 飯沼, 館野, 上嶋, 牧 : ¹³C – MRS によるグルコース代謝測定, 第16回日本磁気共鳴医学会大会, 名古屋, 1990. 9.
 42. 西川, 池平, 橋本, 福田, 飯沼, 館野, 有水, 守屋 : ¹³C – MRS の人体用装置を用いた in vivo の測定, 第16回日本磁気共鳴医学会大会, 名古屋, 1990. 9.
 43. 福田, 橋本, 池平, 飯沼, 館野, 上嶋, 吉井, 能勢 : ²H – NMR による正常組織および腫瘍のシンピボ重水クメージング, 第16回日本磁気共鳴医学会大会, 名古屋, 1990. 9.
 44. 千尾, 池平, 橋本, 福田, 館野, 田中 : フィルムザブトラクション法による細胞内²³Na – MRI, 第49回日本医学放射線学会, 神戸, 1990. 4.
 45. 瀬戸, 椎名, 安西, 宇野, 有水, 池平, 橋本, 福田, 館野 : 移植腎の P – ³¹MRS, 第49回日本医学放射線学会, 神戸, 1990. 4.
 46. 貝沼, 浅野, 中郡, 榎本, 軍司, 堀, 島田, 有田, 久保田, 落合, 磯野, 池平, 橋本, 福田, 館野 : ³¹P – MRS による閉塞性黄疸肝の障害度の評価, 消化器外科学会, 東京, 1990. 7.
 47. 福田, 安藤, 市橋, 本田, 塩野, 古林, 神田, 三島 : 熱中性子捕捉治療の正常皮膚に与える障害の評価, 第49回日本癌学会, 札幌, 1990. 7.
 48. 藤原, 窪田, 佐藤, 多田, 阿部, 松澤, 福田, 伊藤, 岩田, 井戸 : 新しいボジトロン標識化合物である [¹⁸F] フルオアセタルグルコサミンの担癌動物での体内分布, 第49回日本癌学会, 札幌, 1990. 7.
 49. 福田, 窪田, 松澤 : ボジトロン CT によるがん治療のポテンシャル, 第20回放医研シンポジウム, 千葉, 1990. 9.
 50. 橋本, 池平, 安藤, 福田, 館野, 平岡, 吉井 : ラット脳における放射線壊死モデルの作成と MRI

- による評価, 第16回日本磁気共鳴医学会大会, 名古屋, 1990. 9.
51. 加藤, 江原, 杉浦, 吉川, 神谷, 渡辺, 大藤, 池平, 橋本, 福田, 館野: 肝硬変症における肝³¹P - MRS - 経静脈的コルクトース投与前後の経時的変化について, 第16回日本磁気共鳴医学会大会, 名古屋, 1990. 9.
 52. 千尾, 野本, 宮本, 恒元, 池平, 橋本, 福田, 館野, 青木: 肺小細胞癌脳転移巣検出に於ける造影MRIの有用性の検討, 第16回日本磁気共鳴医学会大会, 名古屋, 1990. 9.
 53. 今関, 岸, 隈井, 関谷, 内山, 石津谷, 小林, 今井, 渡辺, 増田, 稲垣, 橋本, 池平, 福田, 館野, 亀井, 松村: 領域選択法による心筋³¹P - MRSの臨床応用 - Pi, PCr, r - ATP相互間の比の意義について -, 第16回日本磁気共鳴医学会大会, 名古屋, 1990. 9.
 54. 石津谷, 岸, 関谷, 隈井, 矢崎, 内山, 今関, 今井, 渡辺, 増田, 稲垣, 橋本, 池平, 福田, 館野: ³¹P - Magnetic Resonance Spectroscopyにて異常を示した脚気心の一例, 第16回日本磁気共鳴医学会大会, 名古屋, 1990. 9.
 55. 橋本, 池平, 館野: MRスペクトロスコープと癌, 第49回日本癌学会総会, 札幌, 1990. 7.
 56. 橋本, 池平, 福田, 安藤, 館野: 脳腫瘍のNa - 23 MRI, 第49回日本癌学会総会, 札幌, 1990. 7.
 57. 内山, 岸, 石津谷, 隈井, 関谷, 今関, 今井, 渡辺, 増田, 稲垣, 橋本, 池平, 福田, 館野, 亀井, 松村: 拡張型心筋症、二次性心筋症の領域選択心筋³¹P - MRSの臨床応用, 第16回日本磁気共鳴医学会, 名古屋, 1990. 9.
 58. 柿栖, 天谷, 橋本, 池平: 視神経炎に対するMRIのSTIR法とSPIR法の比較, 第16回日本磁気共鳴医学会, 名古屋, 1990. 9.
 59. 人口, 坂本, 滝沢, 森下, 角, 西村, 坂本, 高橋: 小動物のSTEAMスペクトロスコープとその実施条件, 第16回日本磁気共鳴医学会, 名古屋, 1990. 9.
 60. 森尾, 遠藤, 王, 浅井, 吉田, 内田, 橋本, 池平, 福田, 館野: ITP患者における網内系MRI, 第16回日本磁気共鳴医学会, 名古屋, 1990. 9.
 61. 野本, 宮本, 恒元, 橋本, 池平, 福田: 第31回日本肺癌学会総会, 1990.
 62. 長谷川, 須原, 中山, 忽滑谷, 笠原, 森: 初老期に発症し一側半球優位の脳萎縮を呈した痴呆の一例, 第86回日本精神・神経学会総会, 鹿児島, 1990. 5.
 63. 須原, 中山, 井上, 福田, 西川, 山崎, 館野, 森: ポジトロンCTによる感情病の脳内パミンD₁レセプターの測定, 第20回日本神経・精神薬理学会年会. 山梨(甲府), 1990. 10.
 64. 飯沼: 癌治療への新しい挑戦 - 無侵襲外科手術を目指して. 医療機器センター5周年シンポジウム, 1990年6月21日, 日本都市センター
 65. 飯沼: 癌集団検診の数学モデル. 第9回日本医学物理部会, 1990年6月29日, 東京医科歯科大
 66. 飯沼: 第2次予防一癌集検の費用効果分析. 第49回日本癌学会総会シンポジウム, 1990年7月5日, 札幌S T Vホール
 67. 飯沼: Massとしての癌画像診断における最適意志決定. 第9回医用画像工学会, 1990年7月7日, 国立がんセンター研究交流会館
 68. 飯沼: 新しい画像診断技術. 第16回肺癌診断研究会, 1990年7月13日, 那須りんどう湖ロイヤルホテル
 69. 飯沼: パネル討論会 - 新しい画像診断. MRIの効果的活用に関する講習会, 厚生省国立病院課主催, 1990年7月26日, 福岡中央病院
 70. 飯沼, 館野: シンポジウム胃集検と対象年齢. 第29回日本消化器集検学会総会, 1990年4月27日, 大阪国際交流センター
 71. 飯沼: 特別講演「胃集検の客観的評価」胃集検従事者研究大会, 1990年4月29日, 大阪国際交流センター
 72. 中村, 久保田, 中野, 福久, 飯沼, 荒居他: 子宮頸癌ラルス最適化治療症例の病下登録システム. 第49回日本医学放射線学会学術発表会, 1990年4月7日, 神戸ポートピアホテル
 73. 井上: PETによる神経伝達物質受容体の測定, 第29回ME学会, 仙台, 1990. 5.
 74. 山崎: PETによるレセプター研究、PETによるレセプター研究の現状, 第22回放医研シンポジ

- ウム、パネルディスカッション、千葉、1990.9.
75. 山崎：PTEによる脳機能の測定－レセプター測定を中心として－、静岡県立大学薬学部月例セミナー、依頼講演、静岡、1990.9.
 76. 井上：レセプターのインビボ測定、第22回放医研シンポジウム、千葉、1990.9.
 77. 井上、塚田、米澤、須原、館野、黒住*：第17回国際神経精神薬理学会、京都、1990.9. (*帝国)
 78. 井上：PTEによる脳のレセプター測定：その現状と問題点、第20回日本神経・精神薬理学会、甲府、1990.10.
 79. 難波*、入江、福士、山崎、館野：代謝変換型トレーサーを用いた in vivo 脳内アセチルコリン・エステラーゼ活性測定、第31回日本神経学会、横浜、1990.5. (*千葉県がんセンター)
 80. 入江、福士、難波*：脳内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デザインと評価：酵素活性との相関依存性の検討、第110回日本薬学会、札幌、1990.9.
 81. 古関*、山崎、館野：PETを用いたドーパミンD₂、セロトニンS₂受容体の加齢変化の測定、第799回千葉医学会例会、第6回千葉精神科集談会、1989.3. (*木更津病院)
 82. 橋本、山浦、渡辺、池平、福田、館野：第49回日本脳神経外科学会総会、東京、1990.10.
 83. 橋本、池平、福田、安藤、館野、吉井、能勢、上嶋、牧：第49回日本脳神経外科学会総会、東京、1990.10.
 84. 山田、安藤、小池、岩川、大原、徐、長沢、柴田、稲山：分化誘導能を有する放射線増感剤の開発と作用機構の研究、第33回日本放射線影響学会、仙台、1990.10.
 85. 安藤：放射線生物学研究の放射線治療への貢献は期待できるか、第33回日本放射線影響学会、仙台、1990.10.
 86. 安藤、小池、福津、大原、五日市、白砂：ヒト由来唾液線腫瘍に対する速中性子線照射効果、第33回日本放射線影響学会、仙台、1990.10.
 87. 飯沼武：放射線治療の将来予測－患者の絶対数とマンパワー. 第3回日本放射線腫瘍学会総会、1990.10.24. 日本教育会館
 88. 入江、福士、難波*：脳内コリンエステラーゼ活性測定のトレーサーデザインと評価：前脳基底部（マイネルト核）破壊ラットでの評価、第30回日本核医学会総会、東京、1990.11. (*千葉県がんセンター脳神経外科)
 89. 玉上*、野崎、入江、福士：脳内コリンエステラーゼ活性測定のトレーサーデザインと評価：脂肪酸エステル構造と脳内分布相関の検討、第30回日本核医学会総会、東京、1990.11. (*北里大学)
 90. 福士、入江、玉上*、野崎*：脳内コリンエステラーゼ活性測定のトレーサーデザインと評価：N-¹⁴C methiyl piperidyl esters (MP 3 X) のマウス脳内分布－AchE活性相関のモデル解析、第30回日本核医学会総会、東京、1990.11. (*北里大学)
 91. 難波*、入江、福士、山崎、館野：in vivo 脳内アセチルコリン・エステラーゼ活性測定のためのトレーサーの開発：ラット前脳基底部破壊モデルによる評価、第2回日本脳循環代謝学会、1990.11. (*千葉県がんセンター脳神経外科)
 92. 遠藤、福田、須原、松本、飯沼、山崎、館野、野原、大串*、熊本*、井上*：全身用ポジトロンCT装置 PCT-3600W (15スライス型) の性能評価、第30回日本核医学会総会、東京、1990.11. (*日立メディコ)
 93. 須原、福田、井上、山崎、館野、中山*：PETによる感情病の脳内ドーパミンD₁、レセプターの測定、第30回日本核医学会総会、東京、1990.11. (*東京慈恵会医科大精神医学)
 94. 福田、須原、井上、山崎、鈴木、館野、伊藤*：¹¹C-XCH 23390を用いた脳内ドーパミンD₁、受容体のPETによる画像化と結合能の定量、第30回日本核医学会総会、東京、1990.11. (*日本医科大)
 95. 篠遠*、青墳*、平山*、福田、井上、鈴木、山崎、館野：パーキンソン病および線条体黒質変性症におけるドーパミンD₂受容体、第30回日本核医学会総会、東京、1990.11. (*千葉大神経内科)
 96. 氷見、志鎌、西堀、中川、庭山、加賀谷、吉田、増田、稲垣、遠藤、福田、飯沼、山崎、館野：¹³NH₃ PETによる局所心筋流量測定－因子解析による検討、第30回日本核医学会総会、東京、

1990. 11.

97. 飯沼, 館野, 松本, 山本*, 松本** : 肺癌検診用CT (L S C T) の構想とその事前評価. 第60回日医放物理部会大会, 沖縄コンベンションセンター, 1990. 11. 9. (*豊橋技術科学大, **群馬大学医学部)
- 飯沼, 宮本, 恒元 : 放射線治療の将来予測—21世紀の癌治療戦略. 第384回日医放関東地方会, 1990. 11. 17. 富士フィルム本社講堂
98. 飯沼武 : 画像診断機器の現状と展望. 第6回研究開発動向セミナー, 1990. 11. 21. 発明会館ホール
99. 飯沼, 館野 : 胃集検スクリーニング検査の精度. 第28回日本消化器集検学会秋季大会, 1990. 11. 23. 宇都宮市文化会館
100. 中村, 飯沼, 古川, 福久, 石居, 中野, 久保田, 田伏, 金子*, 神田*, 山田**, 齊藤** : 子宮頸癌R A L S最適化治療症例のMED I S放射線治療データベースシステム. 第60回日医放学会物理部会大会, 1990. 11. 9, 沖縄コンベンションセンター. (*兼松エレクトロニクス, **MED I S)
101. 中村, 古川, 久保田, 荒居 : 子宮頸癌腔内照射のT D F 計算法. 第60回日医放学会物理部会大会, 1990. 11. 9, 沖縄コンベンションセンター
102. Tabushi, Y*., Itoh, S*., Sakura, M*., Kutsutani - Nakamura, Y., Iinuma, T. A., Arai, T., Irifune, T** . : DFetermination of the point position for intracavitary radiotherapy from X-ray photographs using least squares method. Tenth International Conference on the Use of Computers in Radiation Therapy, Nov. 11-14, 1990., luckno, India. (* Saitama Cancer Center, ** Meteropolitan College of Allied Medical Sciences)
103. 池平, 橋本, 福田, 館野, 西川, 古川, 飯沼, 上嶋, 田中 : 安定同位体 (^{13}C) の in vivo 測定に関する基礎的検討, 第30回日本核医学会, 東京, 1990. 11.
104. 池平 : MRS による癌の診断 (多核種) 特に ^{31}P 、 ^{13}C について, 日本分光学会, 東京, 1990. 11.
105. 井上, 鈴木, 田中, 小林, 伊藤 : ^{11}C - N - メケルピペリジルベンジレート (NMPB) による mAch レセプタの測定 : ^3H - ONB との比較検討, 第30回日本核医学会, 東京, 1990. 11.
106. 橋本 : 平成二年度千葉脳神経外科連合研究会, 1990. 12.
107. Fukuda H., Ando K., Ichihashi M., Mishima Y., Kobayashi T., Kando K. : Tolerance limits of the normal tissue irradiated by a single treatment of BCNT 4 th International Symposium on Neutron Capture Therapy for Cancer, Sydney, 1990, 12.
108. Kobayashi T., Kanda K., Ueno Y., Fukuda H., Ando, K., Mishima Y., Ichihashi M., Hiratsuka J. : Relation between tolerance dose of skin and boron $^{-10}$ concentration in neutron capture therapy for cutaneous melanoma 4 th International Symposium on Neutron Capture Therapy for Cancer, Sydney, 1990, 12.
109. 難波*, 入江, 福江, 青江, 山崎, 館野 : 代謝変換型トレーサーによる脳内アセケルコリン・エステラーゼ活性の in vivo 測定の試み : 片側マイネルト核破壊ラットでの評価, 第14回神経科学学術集会, 1990. 12. (*千葉県がんセンター脳神経外科)
110. 小林薫, 井上修 : ^3H - S C H23390のインビゴ結合に及ぼすMK-801の影響. 日本薬学会第111年会, 東京, 1991. 3.
111. 井上修, 小林薫 : ^3H - R 015-1788のインビゴ結合に及ぼすドーパミン系の影響. 日本薬学会第111年会, 東京, 1991. 3.
112. 嵯山陽二郎, 井上修, 小林薫, 鈴木勉 : フルニトラゼパムによるドーパミンD I レセプタのインビゴ結合の変化. 日本薬学会第111年会, 東京, 1991. 3.
113. 石津谷義昭, 岸直弘, 関谷政夫, 隈井俊彦, 矢崎規子, 内山明江, 今関安雄, 今井均, 渡辺滋, 増田善昭, 稲垣義明, 橋本隆裕, 池平博夫, 福田寛, 館野之男 : ^{31}P - Magnetic Resonance Spectroscopy にて異常を示した脚気心の1例. 第3回千葉MR研究会, 千葉, 1991. 1.
114. 橋本隆裕, 吉井与志彦, 安藤興一, 平岡武, 柴山晃一, 池平博夫, 福田寛, 館野之男 : MR I によるラット実験脳腫瘍の成長解析および放射線治療効果の検討. 第14回日本脳神経CT研究会, 宇

- 都宮, 1991. 1.
115. 橋本隆裕, 安藤興一, 吉井与志彦, 平岡武, 柴山晃一, 池平博夫, 福田寛, 館野之男, 佐藤光弥, 武田憲夫, 森修一, 本道洋昭, 田中隆一: ラット正常脳の放射線照射、プロトン照射の特徴およびMR Iによる検討. 第14回日本脳神経CT研究会, 宇都宮, 1991. 1.
 116. 橋本隆裕, 山浦晶, 池平博夫, 福田寛, 館野之男, 田中良一, HE.Simon: 髄膜腫と神経膠腫の²³Na MR Iの比較検討—初期経験について—. 第14回日本脳神経CT研究会, 宇都宮, 1991. 1.
 117. 増田康治, 安藤興一: 中性子照射されたマウス下肢の反応. 文部省増田班班会議, 福岡, 1991. 1.
 118. 楮本智子, 仲本宗健, 須藤久男, 立山陽子, 加治原伸彦, 鈴木晴夫, 山崎統四郎: 甲状腺機能こう進症に対するI—131内服治療経験, 第6回群馬放射線腫瘍研究会, 伊勢崎, 1991. 1.
 119. 安藤興一, 中野隆史, 高橋健夫, 岡邦行: Ki—67抗体を用いた子宮頸癌の増殖分画と照射効果に関する検討. 文部省鈴木班班会議, 東京, 1991. 1.
 120. 橋本隆裕, 渡辺攻, 山浦晶: てんかんにて発症した成人テント上グリオーマの臨床およびMR Iの特徴. 第14回日本脳神経CT研究会, 宇都宮, 1991. 1.
 121. 安藤興一: ヒト由来唾液腺腫瘍の速中性子線感受性. 文部省増田班班会議, 福岡, 1991. 1.
 122. 阿部光幸, 小野公二, 増永慎一郎, 永田靖, 安藤興一, 小池幸子: Micronucleus Assagを用いた正常組織(肝)腫瘍内Q細胞の速中性子線感受性の検討. 文部省増田班班会議, 福岡, 1991. 1.
 123. 鈴木捷三, 安藤興一: マウス腫瘍に対するFTS(胸腺因子)およびインドメタシンの中性子併用効果. 文部省増田班班会議, 福岡, 1991. 1.
 124. 加藤博敏, 江原正明, 杉浦信之, 吉川正治, 神谷尚志, 渡辺栄, 大藤正雄, 池平博夫, 橋本隆裕, 福田寛, 館野之男: 慢性肝障害例における肝31P—MRSフルクトース投与前後の経時的変化について. 日本画像医学会, 千葉, 1991. 2.
 125. 小林史郎, 隈井俊彦, 今関安雄, 今井均, 諸岡信裕, 渡辺滋, 増田善昭, 稲垣義明, 橋本隆裕, 池平博夫, 福田寛, 館野之男, 谷嶋ツネ, 谷嶋俊雄: シネMR Iによる大動脈解離の検討. 日本画像医学会, 千葉, 1991. 2.
 126. 西川悟, 守屋秀繁, 有水昇, 脇元幸一, 池平博夫, 橋本隆裕, 山田一孝, 福田寛, 館野之男, 飯沼武: 骨格筋運動時におけるMR I, MRS(¹H, ³¹P, ¹³C)の経時的変化の検討. 日本画像医学会, 千葉, 1991. 2.
 127. 安藤興一, 山田滋, 福津久美子, 誠山誠一, 永沢秀子, 柴田徹一: 分化誘導能を有する低酸素増感剤の開発. 文部省高橋班班会議, 京都, 1991. 2.
 128. 安藤興一, 杉田公, 向井稔: C3Hマウス線維肉腫(NFSa)に対するBRM(SPG・ソニフィランL(9018))の局所投与と放射線の併用効果. 文部省高橋班班会議, 京都, 1991. 2.
 129. 安藤興一, 小池幸子, 勝見俊昭, 清水わか子: 分割照射と低酸素条件の解析—腫瘍内不均一性について—. 文部省高橋班班会議, 京都, 1991. 2.
 130. 飯沼武, 館野之男: 肺癌検診用CT(LSCT)の事前評価. 第10回日本画像医学会シンポジウム, 千葉, 1991. 2.
 131. 飯沼武: 医用画像工学の進歩. 中部原子力懇談会, 名古屋, 1991. 2.
 132. 飯沼武, 館野之男: 胃集検の費用効果分析—将来予測を含めて—. 第41回日本消化器集検学会関東地方会, 川崎市, 1991. 2.
 133. 山崎統四郎: 脳核医学最近の進歩(依頼講演). 第33回埼玉核医学研究会, 川越, 1991. 2.
 134. 館野之男: 胸部疾患の画像診断. 栃木県胸部疾患研究会, 宇都宮, 1991. 2.
 135. 館野之男: MRSの現況と将来展望. 第10回日本画像医学会, 千葉, 1991. 2.
 136. 須原哲也: PETによるパーバミンレセプターの測定. 日本生物学的精神医学会第13回大会, 群馬, 1991. 3.
 137. 井上修, 館野之男, 小林薫, 須原哲也, 鈴木勉: モリフィンの単回投与によるインビボレセプター結合の変化. ポジトロンCT等を用いる薬物依存メカニズム解明に関する研究班, 東京, 1991. 3.

138. 内山明江, 岸直弘, 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, 橋本隆裕, 池平博夫, 福田寛, 館野之男, 亀井真樹, 松村喜一郎: 拡張型心筋症, 二次性心筋疾患の³¹P-MRS. 第17回日本磁気共鳴医学会大会, 東京, 1991.3.
139. 石津谷義昭, 岸直弘, 山本司, 関谷政夫, 隈井俊彦, 内山明江, 小林史朗, 今関安雄, 今井均, 渡辺滋, 増田善昭, 稲垣義明, 橋本隆裕, 池平博夫, 福田寛, 館野之男: 肥大型心筋症における³¹P-MRSとMRIによるT2値との関係. 第17回日本磁気共鳴医学会大会, 東京, 1991.3.
140. 貝沼修, 浅野武秀, 中郡聡夫, 磯野可一, 小川絵里, 橋本隆裕, 池平博夫, 館野之男: ヒトおよびラットにおける閉平黄疸肝の³¹P-MRS…フルクトース代謝能の検討を中心に…第17回日本磁気共鳴医学会大会, 東京, 1991.3.
141. 山田一孝, 池平博夫, 橋本隆裕, 福田寛, 館野之男, 松本徹, 飯沼武, 西川悟, 有水昇, 古屋好美: Gd-HIDA (MRI用肝機能造影剤) の造影効果に関する基礎研究. 第17回日本磁気共鳴医学会大会, 東京, 1991.3.
142. 池平博夫, 橋本隆裕, 館野之男, 福田寛, 松本徹, 飯沼武, 西川悟, 有水昇, 山田一孝, 古屋好美: ¹³C-NMRによるグルコース代謝測定 (第2報). 第17回日本磁気共鳴医学会大会, 東京, 1991.3.
143. 橋本隆裕: MRIで脳神経はどこまで見えるか。(セミナー講演). 第5回微小脳神経外科解剖セミナー, 千葉, 1991.3.
144. 永沢秀子, 板東正博, 西連寺弓子, 山田滋, 安藤興一, 稲山誠一: 生物学的応答修飾能を有する放射線増減剤の開発に関する研究. 第111回日本薬学会, 東京, 1991.3.
145. 池平博夫: in vivo NMRスペクトロスコピーII (臨床応用) …生体組織内代謝の無侵襲診断技術の出現 (現状そして将来予測). シンポジウム '91「明日をめざす科学技術」…科学技術振興調整費創設10周年を記念して. 東京, 1991.3.
146. 飯沼武: 最近の医用画像工学の進歩. 日本非破壊検査協会平成3年度春季大会, 東京, 1991.3.
147. 福士, 鈴木, 入江, 福田: [¹¹C]-6-Methylmercaptapurine ribose の標識合成およびマウスを用いた有効性評価. 日本薬学会第111年会, 東京, 1991.3.
148. 館野之男: PETを用いた脳機能計測. 第38回応用物理学関係連合講演会, 神奈川, 1991.3.
149. 安藤, 小池, 木元: マウス実験腫瘍に対する重粒子線の照射効果, 理研シンポジウム, 和光, 1991, 2.

[障害臨床研究部]

1. Akashi, M., Shaw, G*., Koeffler, HP*.: Stabilization of GM-CSF RNA by tumor necrosis factor is regulated independently from AU-rich region. Symposium: Molecular factors of hematopoiesis and stem cells, Moscow, USSR, 1990.6 (*Genetics Inst. and UCLA)
2. Akashi, M., Aoki, Y., Saito, M*., Koeffler, HP*.: Diparate action of lymphotoxin and tumor necrosis factor on expression of IL-6 in macrophages. Symposium: Molecular factors of hematopoiesis and stem cells. Moscow, USSR, 1990.6 (*Jichi medical school and UCLA)
3. Koeffler, HP*., Yamato, K*., Shaw, G*., Akashi, M.: Regulation of cytokine RNA expression. International symposium on MDS and Cytokine. Sapporo, 1990.9 (*Kouchi medical school, Genetics Inst., Jichi medical school, and UCLA)
4. 杉山始: 高齢者における末梢血リンパ球数と生存率 (8年間の追跡調査による成績). 第18回日本臨床免疫学会総会, 東京, 1990.6.
5. 川内喜代隆*, 川原健資*, 安山雅子*, 森治樹*, 杉山始: 随伴せる乳糜胸水に対しOK-432胸腔内投与が著効したB-CLLの一例. 第4回高齢者造血器疾患研究会, 東京, 1990.7. (*東京女子医大)
6. 川内喜代隆*, 安山雅子*, 森治樹*, 杉山始, 浦部晶夫*², 高久史磨*³, 河野嘉文*⁴: 再生不良性貧血および関連疾患におけるALG/ATGの効果. 第32回日本臨床血液学会総会, 札幌, 1990.9. (*東京女子医大, *²帝京大学医学部, *³東京大学医学部, *⁴徳島大学医学部)

7. 榎本康弘*, 渡邊陽之輔*, 安山雅子*², 川内喜代隆*², 渡邊晴雄*², 杉山始: 長期間の interferon 療養中 tubular confronting cisternae が血液単核細胞に出現を見た欧米型 hairy cell leukemia の一例. 第32回日本臨床血液学会総会, 札幌, 1990. 9. (*慶應大学医学部, *²東京女子医大)
8. 安山雅子*, 川内喜代隆*, 森治樹*, 杉山始: 抗リンパ球グロブリン (ALG) が奏効した再生不良性貧血の一例. 第5回老年者造血器疾患研究会, 草津, 1990. 10. (*東京女子医大)
9. 青木芳朗, 能勢正子, 川瀬淑子, 蜂谷みさを, 鶴沢玲子, 田中薫, 坪井篤: OK-432の放射線防護作用, 特に照射3時間後投与の効果. 日本放射線影響学会第33回大会, 1990. 10, 仙台市
10. 大山ハルミ, 山田武: 胸腺細胞放射線間期死の修飾因子の検討. 日本放射線影響学会第33回大会, 1990. 10, 仙台市
11. 能勢正子, 川瀬淑子, 鈴木元, 青木芳朗: マウスの急性放射線造血器障害に対する G-C S F の効果の検討. 日本放射線影響学会第33回大会, 1990. 10, 仙台市
12. 杉山始, 篠原恒樹*: 老年者の血清蛋白並びに免疫反応 (第17報) - 末梢血リンパ球数と生存率との相関-. 第32回日本老年医学会総会, 高知, 1990. 11. (*浴風会病院)
13. 鈴木, 稲盛*, 川瀬, 明石: 第20回日本免疫学会総会, 東京, 1990. 12. (*N I H)
14. 松橋*, 川瀬, 鈴木: 第20回日本免疫学会総会, 東京, 1990. 12. (*東大)
15. 明石, 鈴木, 青木, 斎藤*, koefler** : 第20回日本免疫学会総会, 東京, 1990. 12. (*自治医大, **U C L A)
16. 鈴木: 厚生省特定疾患調査研究班. 自己免疫疾患調査研究班総会, 東京, 1990. 12.
17. Gen Suzuki, Nobuyuki Matsushashi and Makoto Akashi : "Induction of class I tolerance in vitro by thymocyte", Workshop on Thymus, Clonal Deletion and Suppressor Systems in Demyelinating Disease, 1991, 3, Santa Fe, NM, USA
18. 大山ハルミ, 玉本博之, 耿勇志, 山田武: 細胞自爆死に伴うクロマチン断片化. 日本組織培養学会第64回大会, 相模原市, 1991. 3.
19. 太田一正, 杉山考範, 大山ハルミ, 山田武: 新しい胚性癌腫細胞 O H T A について. 日本組織培養学会第64回大会, 1991. 3. 相模原市

[医用重粒子線研究部]

1. Yamada S., Hattori T., Itano A., Kanazawa M., Kitagawa A., Kohno T., Miyazawa Y.*. Morishita O.*, Noda K.*, Ogawa H., Sato K., Sato Y., Sawada K., Sudou M., Takada E., Yamada T. and Hirao Injector system of HIMAC. : 1990 Linac Conference, Albuquerque, New Mexico, USA, 1990.
2. 野田耕司, 佐藤健次, 松本啓*¹, 古関左一郎*², 久保宏*², 小川真一*²: 重粒子線がん治療装置主加速器電源システム. 平成2年電気学会産業応用部門全国大会 (*¹K E K, *²日立製作所)
3. Tanabe T.*¹, Ando.A*², Chida K.*¹, Honma T.*¹, Hattori T.*³, Kanazawa M., Katayama T.*¹, Mizobuchi A.*¹, Nakai N.*⁴, Noda A.*¹, Sekiguchi M.*¹, Soga F., Ueda N.*⁵, Watanabe S.*¹, and Yoshizawa M.*¹, : Electron cooling experiments at TARN II. 2nd European Particle Accelerator Conference, Nice, 1990. (*¹東大核研, *²大阪大学, *³東工大, *⁴日本鋼管, *⁵一橋大学)
4. Katayama T.*¹, Ando.A*², Chida K.*¹, Hattori T.*³, Honma T.*¹, Kanazawa M., Mizobuchi A.*¹, Mutou H.*³, Nakai N.*⁴, Ninomiya S.*⁵, Noda A., Kiguchi M.*¹, Soga F., Tanabe T.*¹, Ueda N.*⁶, Watanabe S.*¹, Watanabe T.*¹, Yoshizawa M.*¹, : Present status of cooler synchrotron TRAN II. 2nd European Particle Accelerator Conference, Nice, 1990. (*¹東大核研, *²阪大, *³東工大, *⁴日本鋼管, *⁵K E K, *⁶一橋大学)
5. 遠藤真広, 金井達明, 河内清光: X線テレビを用いた重粒子線照射位置決めのための基礎的研究. 第49回日本医学放射線学会, 神戸, 1990年4月
6. 遠藤真広, 河内清光, 養原伸一: デジタルX線テレビを用いた重粒子線照射位置決めのための基礎的検討. 第29回日本ME学会, 仙台, 1990年5月

7. 遠藤真広, 河内清光, 金井達明, 蓑原伸一, 上田和宏*: X線テレビを用いた重粒子線照射位置決めのための基礎的検討Ⅲ, ファントム実験. 日本医学物理学会第7回研究発表会, 東京, 1990年6月 (*三菱電機)
8. 遠藤真広, 金井達明, 中野隆史*: CT画像と眼球モデルを用いた眼球内腫瘍の陽子線治療計画システム. 日本医用画像工学会第9回大会, 東京, 1990年7月 (*病院部)
9. 蓑原伸一, 斎藤正男*: 生体膜の電気的な膜破壊機構のモデル. 第29回日本ME学会, 仙台, 1990年5月 (*東大・医)
10. 金井達明, 大原弘, 五日市ひろみ, 福津久美子: 混合照射による生物効果の解析と重イオン治療用リッジフィルターの設計. 第33回日本放射線影響学会, 平成2年10月24, 25日, 仙台
11. 金沢光隆, 須藤美智雄, 板野明史, 佐藤健次, 野田耕司, 高田栄一, 山田聰, 小川博嗣, 佐藤幸夫, 河野俊之, 平尾泰男, 森井保次, 香月健治, 山崎長治: HIMACシンクロトロンRFキャビティ. 日本物理学会, 平成2年9.30~10.3, 奈良
12. 遠藤真広, 金井達明, 中野隆史, 石居隆義: CT画像と眼球モデルを用いた眼球内腫瘍の陽子線治療計画システム. 第60回日医放物理部会, 平成2年11月, 沖縄
13. 遠藤真広, 福田寛, 須原哲也, 松本徹, 飯沼武, 山崎統四郎, 館野之男, 野原功全, 大串明*, 熊本三矢戒*, 井上慎一*: 全身用ポジトロンCT装置PCT-3600W (15スライス型) の性能評価, 第30回日本核医学会, 平成2年11月, 東京 (*日立メディコ)
14. 佐藤健次: 医用重イオンシンクロトロン (Heavy ion synchrotron for medical use). 第4回日中加速器会議, 平成2年10月, 北京, 中国
15. 遠藤真広, 河内清光, 金井達明, 平尾泰男: デジタルX線テレビを用いた重粒子線照射位置決めのための基礎的検討. 第3回日本放射線腫瘍学会, 平成2年10月, 東京
16. Noda, K. Noda, A*. Sakamoto, N**, Katayama, I.*: A use of a thin foil target in cooler ring experiment. 19th INS International Symposium on "Cooler Rings and their Applications" 1990, Tokyo. (*Tokyo Univ., **Nara Women Univ.)
17. 高田栄一: 放医研重イオン加速器の現状. 理化学研究所シンポジウム, 和光, 1991.2.
18. 金沢光隆, 佐藤健次, 板野明史, 河野俊之, 野田耕司, 小川博嗣, 佐藤幸夫, 須藤美智雄, 高田栄一, 山田聰, 山田孝信, 平尾泰男, 山岸俊雄*, 森井保次*, 豊田栄次*, 山崎長治*: HIMACシンクロトロンのRFコントロール. 日本物理学会分科会, 東京, 1991.3. (*東芝)
19. 武藤英*, 野田章*, 富澤正人*, 澤盛男*, 吉澤潤*, 千田勝久*, 溝淵明*, 金沢光隆, 野田耕司: TAR NIIにおける遅いビームの取り出し. 日本物理学会分科会, 東京, 1991.3. (*東大核研)

[技術部]

1. 福久健二郎, 武田栄子, 松本徹, 飯沼武, 館野之男: 画像診断の客観的評価における実験方法の相互比較. 日本医学放射線学会第60回物理部会大会, 沖縄, 1990.11.
2. 福久健二郎, 武田栄子, 松本徹, 飯沼武, 館野之男, 北村次男¹⁾, 田中幸子¹⁾, 福田守道²⁾, 佐久間貞行³⁾: 胆のう疾患のCTおよび超音波断層法による診断能の客観的評価. 日本医学放射線学会第60回物理部会大会, 沖縄, 1990.11. (¹⁾大阪成人病センター, ²⁾札幌医大, ³⁾名古屋大)
3. Matsushita, S. : UK Radiation Biology Course, Lexington, USA, 1989.12.
4. Matsushita, S. and Urano, M. : 38th Annual Meeting of The Radiation Research Society, New Orleans, USA, 1990.4.
5. Matsushita, S. : Radiation Oncology Work - in - progress, Lexington, USA, 1990.4.
6. Matsushita, S. : Radiation Oncology Work - in - progress, Lexington, USA, 1990.7.
7. 岡本正則, 松下悟, 松本恒弥, 鈴木映子*: 第37回日本実験動物学会総会, 京都, 1990.5. (*国立予研獣疫)
8. 山極順二: 実験動物における加齢と病理学的変化—主として循環器系を中心として—. 第17回比較心電図研究会シンポジウム「老齢期における心電図と心臓病理」, 東京, 1990.9.
9. 山極順二, 新井統*, 成毛千鶴子, 成田麻子*, 内藤ゆき子: 老化に関する実験病理学的研究Ⅳ. 高

- 血圧症・心電図異常と病理. 第110回日本獣医学会 (病理), 宮崎, 1990. 10. (*; Sci. Serv.)
10. 松本恒弥, 安藤興一, 小池幸子: マウスにおける線維肉腫の肺転移に及ぼす腸内フローラの影響. 第24回日本無菌生物ノートバイオロジー学会総会, 大阪, 1991. 1.
 11. Matsushita, S : CAR Bacillus Infection in Small Laboratory Animals. The 3rd Workshop on Research and Development on Laboratory Animal under The Japan - China Agreement on Cooperation in The Field of Science and Technology, Tsukuba, 1991, 3.
 12. 鈴木: 第22回放医研シンポジウム「ポジトロン核医学の将来展望」, 千葉, 1990. 9.

[養成訓練部]

1. 上島, 福津, 大原, 青木: 第33回日本放射線影響学会, 仙台, 1990. 10.
2. 玉野井*, 上島: 第33回日本放射線影響学会, 仙台, 1990. 10. (*千葉大)
3. 根井, 三田, 市村: 第33回日本放射線影響学会, 仙台, 1990. 10.
4. 越島, 大内: 第25回日本保健理学会, つくば市, 1990, 5.
5. 青木, 松平: 第49回日本癌学会, 札幌, 1990, 7.
6. 田沢, 小村, 青木, 松隈, 正仁親王, 石川: 第49回日本癌学会, 札幌, 1990, 7.

[病院部]

1. 向井, 森田, 恒元: 高齢者 (80才以上) 食道癌に対する悲観血的治療—放射線とOK-432の局所投与の併用療法—. 第28回日本癌治療学会, 10/3. 4. 5, 1990, 東京
2. 向井, 森田, 宮本, 久保田, 中野, 佐藤, 野本, 恒元: 再発食道癌による気管支閉塞例の治療経験. 第3回日本放射線腫瘍学会, 10. 25. 1990, 東京
3. 中野, 岡, 荒居, 久保田, 佐藤, 向井, 宮本, 青木, 森田, 恒元: 子宮頸癌の放射線治療における間質の組織所見ならびに間質浸潤細胞と予後との関係. 第28回日本癌治療学会, 10/3. 4. 5, 1990, 東京
4. 中野, 森田, 久保田, 佐藤, 宮本, 向井, 恒元, 荒居, 福久: 子宮体癌の放射線治療成績. 第3回日本放射線腫瘍学会, 10. 25. 1990, 東京
5. 野本, 宮本, 恒元, 橋本, 池平, 福田 (寛): 肺小細胞癌脳転移に対するGd・DTPA造影MRI診断能の有用性に関する検討. 第31回日本肺癌学会, 1990, 東京
6. 清水 (わ), 中野, 宮本, 向井, 恒元: 早期乳癌における放射線治療. 第3回日本放射線腫瘍学会, 10. 25. 1990, 東京
7. 宮本, 佐藤, 久保田, 中野, 向井, 森田, 恒元, 青木: ノードマウス樹立肺癌株を用いた放射線感受性の予測. 第3回日本放射線腫瘍学会, 10. 25. 1990, 東京
8. 宮本, 野本, 川野*, 青木, 恒元: 肺小細胞癌の脳転移に対する放射線治療. 第31回日本肺癌学会, 1990, 東京 (*千葉大)
9. 森田, 恒元: 速中性子線治療の現況と将来. 第28回日本癌治療学会, 10/3. 4. 5, 1990, 東京
10. 柴山, 坂下, 千尾: CTシュミレータを用いた放射線治療. 第37回関東・東京部会合同研究発表会 (日本放射線技術学会), 10/6. 7, 1990, 千葉
11. 堀内*, 宮本: 免疫賦活剤ベスタチンのBALB/Cマウスの放射線防護効果と作用機序の検討. 第33回日本放射線影響学会, 1990, 仙台 (*日本化薬)
12. 千尾: ホールドオーバーサプレッションの臨床経験について. 第18回秋季学術大会 (日本放射線技術学会), 11. 9~11, 1990, 富山
13. 清水一範, 遠藤伸行*: 放射線単独療法の悪性リンパ腫における第VIII因子の変化. 第12回千葉県臨床衛生検査学会. 1991, 2, 千葉 (*千葉大第二内科)

[総括安全解析研究官]

1. 岩崎: 職業上のがん原性因子暴露に起因するがんの統計. 日本保健物理学会第25回研究発表会, つくば, 1990年5月

2. 土居, 藤元, 小林: パッシブ法によるラドン及びトロン弁別測定に関する検討. 日本保健物理学会第25回研究発表会, つくば, 1990年5月
3. 小林, 藤元, 岩崎, 内山, 完倉, 中村, 土居: 屋内ラドン濃度全国調査の中間報告. 日本保健物理学会第25回研究発表会, つくば, 1990年5月
4. 藤元, 土居, 小林, 岩崎, 内山, 完倉, 中村: 6ヶ月間の屋内平均ラドン濃度の2回にわたる測定結果の相関. 日本保健物理学会第25回研究発表会, つくば, 1990年5月
5. Kobayashi, S., Fujimoto, K., Uchiyama, M., Iwasaki, T., Nakamura, Y., Doi, M. : Health Effects Models for Risk Assessment of the Japanese Population. Seminar on Methods and Codes for Assessing the Off-site Consequences of Nuclear Accidents, Athens, May 7-11, 1990.
6. 内山, 中村, 小林: ソ連よりの帰国日本人につき観察したセシウムの生物学的半減期. 第33回日本放射線影響学会, 仙台, 1990. 10.
7. 岩崎, 養輪*, 橋本*, 林*, 村田**: 自然放射線レベル別にみた各種悪性新生物死亡. 第33回日本放射線影響学会, 仙台, 1990. 10. (*国立公衆衛生院, **千葉県がんセンター)
8. Iwasaki, T., Minowa*, M., Hashimoto*, S., Hayashi*, N. and Murata**, M. : Cancer mortality rates in different geographic distribution by levels of natural radiation dose in Japan. Int. Conf. High Levels of Natural Radiation, Ramsar, Iran, 3-7 Nov. 1990
9. 内山: 環境汚染の人為的低減方法と内部被ばく線量の軽減効果の評価. 第18回放射医研環境セミナー, 千葉, 1990. 12.

[支 所 長]

1. 中村 (清), 長屋: 瀬戸内海堆積物中の ^{137}Cs および $^{239,240}\text{Pu}$ (II). 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990. 10.
2. 長屋, 中村 (清): アラビア海~南シナ海における ^{137}Cs および $^{239,240}\text{Pu}$ 量について. 1990年度日本海洋学会秋季大会, 神戸, 1990, 11.

[環境放射生態学研究部]

1. 五十嵐, 石川*¹, 高久*², 増田*³, 白石, 関*³: 第27回理工学における同位元素研究発表会, 東京, 1990. 7. (*¹ガン研, *²(株)丸文, *³筑波大)
2. Igarashi, Y., Shiraishi, K., Takaku, Y. *¹, Masuda, K. *¹, Seki, R. *², and Yamamoto, M. *³: 2nd International Conference on Plasma Mass Spectrometry, Durham, U. K., 1990. 9. (*¹ Marubun Co., *² Univ. Tsukuba, Dpt. Chem., *³ Kanazawa Univ., LLRL)
3. Shiraishi, K., Takaku, Y*¹, Yoshimizu, Y. **², Igarashi, Y., Masuda, K. *¹, and Tanaka, G. : Determination of thorium and uranium in total diet samples by inductively coupled plasma mass spectrometry. Int. Trace Anal. Symp. '90, Sendai, 1990. 7. (* Marubun Co., ** Japan Chemical Analysis Center)
4. Muramatsu, Y. and Yoshida, S. : Simple separation method for the determination of iodine in environmental samples by neutron activation analysis. International Trace Analysis Symposium '90, Sendai, 1990. 7.
5. Muramatsu, Y., Uchida, S., Sumiya, M., Yanagisawa, K. and Ohmomo, Y. : Behaviour of radioiodine in the soil - plants - atmosphere system. 5th Int. Cong. Ecology, Yokohama, 1990. 8.
6. Yashida, S., Muramatsu, Y. and Uchida, S. : Studies on the role of allophane in the sorption of iodide and iodate onto Andosol. 14th Int. Cong. Soil Science, Kyoto, 1990. 8.
7. 湯川, 住谷: 第60回日本衛生学会, 福岡, 1990. 4.
8. Yukawa, M., Sumiya, M. and Furuse, T. : Seventh International Symposium on Trace Elements in Man and Animals, Dobrovnice, 1990. 5.
9. 平野, 松葉, 鎌田: 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990. 10.

10. 村松, 吉田: ヨウ素の水田からの揮散. 1990年度日本地球化学会年会, 新潟, 1990. 10.
11. 吉田, 村松, 内田: 土壌へのヨウ素 (I-とI O 3-) の吸着. 1990年度日本地球化学会年会, 新潟, 1990. 10.
12. 村松, 吉田, 住谷: キノコ (担子菌類) 中の放射性セシウム及びカリウム. 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990. 10.
13. 村松: 陸圏における放射性核種の挙動に関する研究. 日本放射線影響学会第33回大会 (ワークショップ), 仙台, 1990. 10.
14. 五十嵐, 白石, 高久*¹, 増田*¹, 関*², 山本*³: 生物試料中のThの同位体希釈ICP質量分析法による定量の試み. 第34回放射化学討論会, 東京, 1990. 10.
15. 中島, 大槻, 大脇*: 各国産蔗糖の特性と高線量特性: 応用物理学会, 盛岡, 1990. 10. (*阪大)
16. 中島: 緊急時被曝線量評価法に関する研究. 第32回環境放射能調査研究成果発表会, 千葉, 1990. 11.
17. 住谷: 茨城県沿岸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. 第32回環境放射能調査研究成果発表会, 千葉, 1990. 11.
18. 鎌田: 緊急時被曝・医療救護活動について. 緊急被ばく救護講習会, 青森, 1991. 3.

[海洋放射生態学研究部]

1. 平野, 鎌田, 松葉: 海水中の⁹⁹Tcの定量. 第27回理工学における同位元素研究発表会, 東京, 1990, 7.
2. 石井: 海洋生物における元素のトレースキャラクタリゼーション. 第7回無機・分析化学コロキウム. 米沢, 1990, 8.
3. 中村 (清), 長屋: 瀬戸内海堆積物中の¹³⁷Csおよび^{239,240}Pu (II). 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990. 10.
4. 中村 (良), 中原, 鈴木: イセエビによる放射性物質の蓄積. 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990, 10.
5. 上原子*, 中原, 中村 (良), 鈴木: 海水中放射性物質の漁網への移行に関する実験的検討. 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990, 10. (*原燃サービス)
6. 中村 (清), 長屋: アラビア海~南シナ海における¹³⁷Csおよび^{239,240}Pu量について. 1990年度日本海洋学会秋季大会, 神戸, 1990, 11.
7. 鈴木, 中村 (良), 中原: 放射性物質の植物プランクトンから二枚貝への移行. 平成2年度日本水産学会秋季大会, 奈良, 1990, 11.
8. 鈴木, 中村 (良), 中原, 松葉, 上原子*: 沿岸海域試料の解析調査(2)-放射性物質の漁網への移行-. 第32回環境放射能調査研究成果発表会, 千葉, 1990, 11. (*原燃サービス)
9. 石井: 軟体類による微量元素の高濃度蓄積. 水産無脊椎動物講演会, 東京, 1990, 10.
10. 中原, 中村 (良), 鈴木: 草食性および肉食性腹足類による放射性物質の濃縮. 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990, 10.
11. 平野, 松葉, 鎌田: 海水および海藻中の⁹⁹Tc濃度. 日本放射線影響学会第33回大会, 仙台, 1990, 10.

2. 職員海外出張および留学

(平成3年3月31日現在)

氏名	所属	出張先	期間	用務
松平寛通	所長	アメリカ・ベセスダ	2.4.21～2.4.28	ICRP Comitte 1出席
小林定喜	安全解析	西ドイツ・ミュンヘン、オーストリア・ウィーン	2.5.5～2.5.18	IAEAシンポジウム「放射線防護インフラストラクチャー」出席(西ドイツ)、IAEAコンサルタント会議出席(オーストリア)
松平寛通	所長	オーストリア・ウィーン	2.5.12～2.5.20	第39回国連科学委員会出席
湯川雅枝	環境衛生	ユーゴスラビア・ドブロボニーク	2.5.14～2.5.27	第7回人間及び動物における微量元素に関する国際シンポジウム出席
内田滋夫	環放生	オーストリア・ウィーン	2.5.21～2.5.28	「熱帯及び亜熱帯地域における放射能(線)データの収集」に関するアドバイザー・グループ・ミーティング出席
安田徳一	遺伝	オランダ、ハンガリー	2.5.28～2.6.9	「不規則性遺伝病の放射線に対する遺伝リスクの研究」に関する共同研究
平尾泰男	医用重粒子線	フランス・ニース、パリ	2.6.10～2.6.21	第2回欧州加速器会議出席(ニース)、サクレ国立サチュレン研究所訪問(パリ)
戸張巖夫	科学研究所	ソ連・キエフ	2.7.21～2.7.29	チェルノブイル国際研究センターに関する準備会合出席
橋本隆裕	臨床	アメリカ・ニューヨーク	2.8.16～2.8.26	第9回医学磁気共鳴学会出席
久保田善久	内部被ばく	イギリス・デイドコット	2.9.4～3.9.3	呼吸器に沈着した放射性粒子状物質の挙動代謝(原子力留学)
山田聰	医用重粒子線	アメリカ・ロスアンゼルス、アルバカーキ、サンフランシスコ	2.9.6～2.9.19	重粒子線がん治療装置開発等に関する調査
板野明史	医用重粒子線	西ドイツ・フランクフルト、フランス・パリ、リヨン	2.9.12～2.9.27	重粒子線がん治療装置開発等に関する調査等
山本幹男	物理	スペイン・セビリア、デンマーク・コペンハーゲン、西ドイツ・ミュンヘン、イギリス・ロンドン、エジンバラ	2.9.18～2.9.30	「第12回ヨーロッパ染色体自動解析ワークショップ」参加等
早田勇	障害基礎	スペイン・セビリア、デンマーク・コペンハーゲン、西ドイツ・ミュンヘン、イギリス・ロンドン、エジンバラ	2.9.18～2.9.30	「第12回ヨーロッパ染色体自動解析ワークショップ」参加等
中山隆	技術部 技術課	フランス・パリ、リヨン	2.9.19～2.10.1	重粒子線加速器に関する調査等
内山正史	安全解析	ソ連・キエフ、ゴメル、ミンスク	2.9.22～2.10.8	日ソ共同研究
白石久二雄	環放生	ソ連・キエフ、ゴメル、ミンスク	2.9.22～2.10.8	日ソ共同研究
内田滋夫	環放生	カナダ・オタワ	2.9.28～2.12.27	長半減期各種の浅地層中における挙動(原子力留学)
青木芳朗	障害臨床	ソ連・白ロシア共和国等	2.9.29～2.10.14	チェルノブイル原発事故汚染地域(白ロシア共和国)への医療調査
丸山隆司	物理	ソ連・キエフ、ゴメル、モスクワ	2.10.6～2.10.23	日ソ共同研究及び全ソ医学会出席
松平寛通	所長	中国・北京、太原	2.10.6～2.10.14	中国の放射線リスク推定及び防護に関する現状調査

氏名	所属	出張先	期間	用務
平尾泰男	医用重粒子線	中国・北京、上海	2.10.14～2.10.24	粒子線加速器開発研究の技術指導等の実施等
富谷武浩	物理	アメリカ・クリスタル	2.10.21～2.10.29	1990年度原子科学シンポジウム出席
中村清	海放生	西太平洋(アメリカ、パプアニューギニア)	2.10.27～2.12.14	海洋環境試料の採取と分析
平野茂樹	海放生	西太平洋(アメリカ、パプアニューギニア)	2.10.27～2.11.23	海洋環境試料の採取と分析
成田尚史	海放生	西太平洋(アメリカ、パプアニューギニア)	2.10.27～2.12.14	海洋環境試料の採取と分析
平尾泰男	医用重粒子線	アメリカ・サンフランシスコ	2.10.31～2.11.5	「第13回陽子線治療協力グループ会議」出席
岩崎民子	安全解析	イラン・ラムサー	2.11.1～2.11.12	高レベル自然放射線に関する国際会議出席
沼田幸子	生物	アメリカ・サンディエゴ	2.12.8～2.12.15	第30回米国細胞生物学会出席
福田寛	臨床	オーストラリア・シドニー	2.12.2～2.12.8	第4回がんの中性子捕捉治療に関する国際学会出席
川島勝弘	物理	ベルギー・ブリュッセル	3.1.6～3.1.13	第3回「中性子治療に必要な核データ」研究共同会議出席
舘野之男	臨床	インドネシア・バンドン	3.2.16～3.2.22	「肝臓疾患の診断に関する画像評価」第1回研究調整会合出席
戸張巖夫	科学研究所	アメリカ・サンフランシスコ、ロスアンゼルス、ロスアラモス、ボストン、ワシントン	3.2.16～3.3.1	米国の放射線医学・生物学的研究の現状調査
宮本忠昭	病院	アメリカ・サンフランシスコ、ロスアンゼルス	3.2.24～3.3.7	重粒子線がん治療に関する国際研究協力等
坂下邦雄	病院	アメリカ・サンフランシスコ、ロスアンゼルス	3.2.24～3.3.7	重粒子線がん治療に関する国際研究協力等
小林定喜	安全解析	ベトナム・ホーチミン、ハノイ	3.3.2～3.3.10	RCA第13回政府専門家会合出席等
松平寛通	所長	ソ連・モスクワ	3.3.3～3.3.9	日ソ専門家会議出席
遠藤真広	医用重粒子線	アメリカ・ボストン、サンフランシスコ、ロスアンゼルス	3.3.3～3.3.15	重粒子線がん治療装置開発等に関する調査
村松康行	環放生	ソ連・モスクワ、キエフ	3.3.3～3.3.16	日ソ専門家会議出席及びチェルノブイル国際研究センターの現状調査等
阿部道子	環境衛生	ソ連・モスクワ、ミンスク、キエフ、チェルノブイル	3.3.5～3.3.19	ソ連原子力事情調査
中村裕二	安全解析	フランス	3.3.16～3.7.31	放射線健康影響評価モデルに関する研究(原子力留学)
高橋千太郎	内部被ばく	イギリス・デイドコット	3.3.17～3.3.30	マイクロインジェクション法を用いた放射性粒子の気道内代謝に関する研究等
丸山隆司	物理	ルクセンブルグ	3.3.18～3.3.22	診断用X線の線量計測に関するセミナー出席
大野茂	臨床	オーストリア・ウィーン	3.3.20～3.3.27	原子力環境安全評価のためのモニタリングの手法に関する会合出席等

3. 平成2年度 来所外国人科学者

氏 名	所 属 機 関	内 容	来 所 年 月 日
G.D.Zasukhina	ソ連・ヴァヴィロフ一般遺伝学研究所	施設見学及び意見交換	2年4月3日
Lester J. Peters	アメリカ・テキサス大学M. D. アンダーソンがんセンター	意見交換等	2年4月3日
Krutov Aleksandor Nikolaevich他7名	ソ連邦人民代議委員会議代議員	意見交換等	2年4月5日
Xiao Hui-Juan	中国・工業衛生研究所	照射ラットの肺胞におけるマクロファージとインターロイキン1の産生と増加、免疫性の研究(科学技術庁フェロシップ)	2年4月19日～3年4月18日
Jose Alonso	アメリカ・カリフォルニア大学ローレンスバークレイ研究所Bevalac部長(所長補佐)	NIRS-LBL国際協力についての打合せ及び意見交換	2年4月25日～2年4月26日
Linda Willis, Jeff Willis夫妻	アメリカ・ロスアラモス研究所	意見交換等(那珂湊支所)	2年5月1日
G. Partrick	イギリス・医学研究協議会放射線生物部門	放射線の晩発障害に関する共同研究	2年5月14日～2年5月27日
Leonard M. Hmlton	アメリカ・ブルックヘブン国立研究所生物・環境アセスメント部長	意見交換等	2年5月17日
Seog Guen Kwon	韓国・原子力安全技術院 同位元素規制室長	意見交換等	2年6月1日
金 治權、金 一煥	韓国・原子力研究所附設原子力病院	意見交換等	2年6月12日
Utumma Maghanemi	タイ・チェンマイ大学	放射線医学技術、放射線障害評価に関する研究(科学技術庁原子力研究交流制度)	2年7月2日～3年3月29日
Y. Bizais 他2名	フランス・ナント地区総合病院総合画像診断部長	意見交換等	2年7月3日
Likhtariov Ilya A.他4名	全ソ放射線医学・科学センター線量測定放射線衛生部長	日ソ共同研究	2年7月3日～2年7月4日
李 明哲	韓国・ソウル大学校医科大学副教授	意見交換	2年7月10日
Olivia Kimiko Kikuchi	ブラジル・原子力研究所	マウスの胚における放射線の影響(JICA個別研修)	2年7月12日～3年7月4日
D. W. van Bekkum	オランダ・国立放射線生物学研究所	意見交換等	2年7月26日
Mohammad Darussalam	インドネシア原子力庁(バンドン)	放射線生物学に関する研究(科学技術庁原子力研究交流制度)	2年7月31日～2年10月30日
Bunawas Satimin	インドネシア原子力庁(バサジュマ)	屋内ラドン測定、環境モニタリングに関する研究(科学技術庁原子力研究交流制度)	2年7月31日～3年1月30日
王 育英、張 静	中国・全国婦人連合会	施設見学	2年8月6日
Y. Iongen	ベルギー・ルーバン大学	意見交換等	2年8月6日
Md Iskandar Ali Khan Chowdhury	バングラデシュ原子力委員会核医学研究所	医療被曝者のリンパ球の細胞遺伝学的研究(科学技術庁原子力研究交流制度)	2年8月6日～3年3月29日
Kyung Hee Lee, Seong Yul Yoo	韓国原子力研究所附設原子力病院研究部長、放射線治療科長	意見交換等	2年8月6日～2年8月10日
M. Gerzabeck, E. Gasehler	オーストリア・サイバースドルフ研究センター	意見交換等(那珂湊支所)	2年8月20日～2年8月21日
Nguyen Hao Quang	ベトナム原子力研究所	環境モニタリングに関する研究(IAEAフェロー)	2年8月27日～2年12月21日
JICA集団研修「アイトープ・放射線の医学・生物学利用」コース	ASEAN諸国等10ヵ国、12名	放射線治療スタディ・ミーティング研修	2年8月28日～2年9月21日
Banbang Widjanarko	インドネシア・ストモ病院	施設見学	2年9月11日
Djoko Sriyono	インドネシア・東ジャワ州保健センター	施設見学	2年9月11日
E. O. knutson	アメリカ・環境測定研究所エアロゾル研究部長	意見交換等	2年9月19日
Philip K. Hopke	アメリカ・クラークソン大学教授	意見交換等	2年9月21日

氏 名	所 属 機 関	内 容	来 所 年 月 日
Anan Yuthamanop	タイ・原子力庁保健物理部長	施設見学等	2年9月21日
Michel Pourprix	フランス・原子力安全防護研究所	意見交換等	2年10月1日
耿 勇志	中国・蘇州医学院放射線医学系	放射線に対する細胞の反応に関する研究	2年10月1日～3年9月30日
Poonsuk Pongpat	タイ・原子力庁保健物理研究部	施設見学	2年10月4日
Patipan Wattana	タイ・科学技術エネルギー省人事部長	施設見学	2年10月4日
平成2年度がん対策集団コース 研修員	A S E A N 及び南米諸国15ヵ国、15 名(がんセンター)	施設見学	2年10月11日
第4回「原子力関係管理者研修セ ミナー」	近隣アジア地域8ヵ国、10名(原産会議)	施設見学	2年10月12日
Yung Sung Cheng	アメリカ・ラベレス吸入毒性研究所	意見交換等	2年10月12日
D. V. L. N. Sastry	インド・マドラスがん病院	リニアック及び周辺機器を用いたがん治療に関する研修	2年10月15日～2年11月2日
R. Jayaraman	インド・マドラスがん病院	リニアック及び周辺機器を用いたがん治療に関する研修	2年10月15日～2年10月31日
I. Riaboukhine	WHO・放射線科学官	意見交換等	2年10月18日～2年10月19日
Anan Yuthamanop	タイ・原子力庁保健物理研究部長	施設見学(那珂湊支所)	2年10月22日
Georg Gerber	EC・科学技術開発部総長	意見交換等	2年10月22日
Constant Myttenaere	ベルギー・ルーバンカトリック大学教授	放射性核種の農畜産物への移行モデルと移行パラメータ に関する研究(科学技術庁外国人研究者招へい)	2年10月22日～2年11月14日
F. Luykx	EC・原子力安全環境防護部長	意見交換及び施設見学	2年10月22日～2年11月14日
T. D. Luckey	アメリカ・ミズーリ大学名誉教授	施設見学	2年10月23日
T. Makinodan	アメリカ・カリフォルニア大学医 学部教授	施設見学	2年10月23日
Wu De-chang	中国・北京放射線医学研究所教授、 I C R P ・コミッティ1委員	意見交換等	2年10月31日～2年11月1日
Manfrad Schartl	ドイツ・マックスプランク研究所	発生過程における細胞分化及び形態形式の遺伝子制御に 関する研究(科学技術庁重点基礎研究による招へい)	2年10月31日～2年11月14日
Glen D. Dobben	アメリカ・イリノイ大学医療セン ター教授	意見交換等	2年11月5日～2年11月6日
Saul Carb	アメリカ・陽子線開発協会	意見交換等	2年11月5日～2年11月6日
Lee Jae-seong	韓国・Hanyang大学	施設見学等	2年11月8日～2年11月17日
第4回「原子力安全規制行政セミナー」	近隣アジア地域7ヵ国、7名(原産会議)	施設見学	2年11月8日
Froncoise Gerard	フランス・バスツール研究所病理部長	意見交換等	2年11月15日
Jean Pierre Gerard	フランス・リヨン南病院放射線治療部長	意見交換等	2年11月15日
Irenee Sentenae	フランス・リヨン南病院放射線治療部物理室長	意見交換等	2年11月15日
C. Streffer	ドイツ・エッセン大学教授	意見交換等	2年11月15日～2年11月16日
「生物科学におけるラジオアイソトープ 及び放射線の利用」国際教育訓練コース	A S E A N 諸国11ヵ国、18名 (日本原子力研究所)	施設見学	2年11月17日
Paul Talalay	アメリカ、ジョンズホプキンス大学 医学部教授	意見交換等	2年11月19日
Jhon Wong	アメリカ・ワシントン大学マリ ンクロッド研究所物理部長	意見交換等	2年11月26日
JICA 集団研修「環境放射能分析」コース	アジア5ヵ国、7名(分析センター)	施設見学	2年11月28日
P. Nettesheim	アメリカ・環境衛生研究所	意見交換等	2年11月30日～2年12月1日

氏 名	所 属 機 関	内 容	来 所 年 月 日
J. F. Easey	I A E A - R C A ・ コーディネーター	意見交換	2年12月3日
R. J. M. Fry	アメリカ・オークリッジ国立研究所、I C R P 委員	意見交換等	2年12月7日
Gerhard Van Kaick	ドイツ・がんセンター	施設見学	2年12月7日
Mar Iyengar	インド・カラバッカム環境測定研究所	意見交換等(那珂湊支所)	2年12月10日～2年12月11日
Pan Zi Qiang	中国・核工業総公司安防環保衛生局長	施設見学及び意見交換	2年12月12日～2年12月14日
Devyatov Valerii Prokopjevich 他8名	チェルノブイリ事故後の協力問題に関する日ソ協議のためのソ連側調査団	施設見学及び意見交換	2年12月13日
Sergei V. Mikhalovski	ソ連・有機化学研究所	意見交換等	2年12月14日
Alexander Borissov Dimuchev	ブルガリア科学アカデミー一般比較病理学研究所	腫瘍原遺伝子の放射線誘発変異(科学技術庁フェローシップ)	3年1月22日～4年1月21日
金正雄、黄鍾先	韓国・高麗大学校医学院九老病院、中央大学校医科大学附属病院	放射線診断部門の被曝線量軽減に関する研究	3年1月22日～3年2月28日
魏木水	中国・労働衛生職業病研究所所長	意見交換(那珂湊支所)	3年2月14日
JICA 集団研修「放射線安全管理実務者」コース	近隣アジア地域3カ国、5名(動燃)	施設見学	3年2月26日
JICA 集団研修「原子力基礎実験研究」コース	近隣アジア地域7カ国、9名(原研)	施設見学(那珂湊支所)	3年3月4日
JICA 集団研修「原子力基礎実験研究」コース	近隣アジア地域7カ国、8名(原研)	施設見学	3年3月8日
Hans Bichsel	アメリカ・ロスアラモス研究所	重粒子線等の生体内組織中でのエネルギー吸収に関する研究(科学技術庁外国人研究者招へい)	3年3月15日～3年3月31日
Peter A. Herrlich	ドイツ・カールスルーエ核研究センター	ヒト黒色腫細胞における放射線誘導性タンパク質の同定に関する共同研究(科学技術庁重点基礎研究による招へい)	3年3月22日～3年3月30日
Y. B. Law Hieng Ding	マレーシア・科学技術環境大臣	施設見学	3年3月25日
Paulo Barretto	I A E A 技術協力局技術協力実施部長	施設見学	3年3月25日

4. 外来研究員・客員研究官・特別研究員・レジデント

(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
物理研究部	早川吉則	筑波大学 基礎医学系 講師	音響パルス法による重粒子 線線量分布の確認に関する 研究	2.4.1～3.3.31
薬理化学研究部	筏井 洋	財団法人動物繁殖研究所 第1研究部 次長	放射線による乳腺腫瘍の誘 発に対する内分泌的要因	2.4.1～3.3.31
生物研究部	浜名康栄	群馬大学 医療技術短期大学部 教授	ストレスに対する生体の防 御機構に関する研究	2.4.1～3.3.31
生理病理研究部	井上 達	横浜市立大学 医学部病理学教室 助教授	放射線発癌に及ぼす食餌制 限の効果についての病理学 的研究	2.4.1～3.3.31
内部被ばく研究部	後藤直彰	東京大学 農学部獣医学科 教授	組織マクロファージの不均 一性に関する研究	2.4.1～3.3.31
環境衛生研究部	桜井四郎	岩手医科大学医学部 衛生学公衆衛生学講座 講師	人体組織における放射性核 種の安定同位体の分布と挙 動に関する研究	2.4.1～3.3.31
	二木安之	信州大学 医学部衛生学教室 助教授		2.4.1～3.3.31
臨床研究部	小野公二	京都大学 医学部放射線医学 講師	微小核形成法による肝細胞 の放射線感受性解析	2.4.1～3.3.31
病院部	関谷剛男	国立がんセンター研究所 腫瘍遺伝子研究部 部長	可逆的肺転移を獲得したNIH-3T3のト ランスフォーマントに導入されたヒト大腸 癌由来K-rasオンコジーンの点突然変異 と塩基配列の決定	2.4.1～3.3.31
総括安全解析研究官	村田 紀	千葉県がんセンター 疫学研究部 部長	日本人の一般公衆における 放射線発がんにかかわる疫 学研究の基礎的データベ ースの構築	2.4.1～3.3.31
環境放射生態学研究部	長谷部亮	農業環境技術研究所 環境生物部微生物管理科 土壤微生物生態研究室 主任研究官	放射性核種の土壌から植物 への移行に及ぼす変動要因 に関する研究	2.4.1～3.3.31

(2) 客員研究官

所 属	氏 名	受 入 研 究 所	研 究 課 題	期 間
高エネルギー物理学 研 究 所 (教授)	遠藤有聲	医用重粒子線研究部	重粒子線がん治療装置製作に係る 調査研究	2.4.1～ 3.3.31
獨協医科大学 (教授)	松本 啓	医用重粒子線研究部	重粒子線がん治療装置建設に係る 調査研究	2.4.1～ 3.3.31
東京大学原子核 研 究 所 (助教授)	曾我文宣	医用重粒子線研究部	シンクロトロンビーム引き出し 法の調査研究	2.4.1～ 2.7.31
東京大学原子核 研 究 所 (助手)	渡辺伸一	医用重粒子線研究部	シンクロトロン加速技術の調査研 究	2.4.1～ 3.3.31
	養原伸一	医用重粒子線研究部	医用重粒子線の照射・制御及び利 用に関する研究	2.4.1～ 3.3.31
高エネルギー物理学 研 究 所 (助手)	熊田雅之	医用重粒子線研究部	重粒子線がん治療装置主加速器系 に関する研究	2.4.1～ 3.3.31
東京大学理学部素粒 子物理国際センター (助手)	高田栄一	医用重粒子線研究部	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	2.4.1～ 3.3.31
大阪大学理学部 (教授)	南園忠則	医用重粒子線研究部	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	2.4.1～ 3.3.31
	北川敦志	医用重粒子線研究部	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	2.4.1～ 3.3.31
	須藤美智雄	医用重粒子線研究部	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	2.4.1～ 3.3.31
東京医科歯科大学 医 学 部 (教授)	春日 孟	生理病理研究部	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	2.4.1～ 3.3.31

(3) 特別研究員

氏名	所属機関	研究課題	期間
石原隆昭	文教大学 国際学部・教授	公衆被曝のリスク評価に関する生物学的調査研究	2.5.1～3.3.31
松岡理	(財)電力中央研究所 我孫子研究所・研究顧問		2.5.1～3.3.31
田中義一郎	明治薬科大学 非常勤講師	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	2.5.1～3.3.31
市川龍資	(財)原子力安全研究協会 理事		2.5.1～3.3.31
上田泰司	海洋生物環境研究所 参事		2.5.1～3.3.31
梅垣洋一郎		重粒子線によるがん治療法に関する調査研究	2.5.1～3.3.31
榎田義彦			2.5.1～3.3.31
田中栄一	浜松ホトニクス(株) 東京営業所		2.5.1～3.3.31
藤田正一郎	(財)放射線影響研究所 統計部・主任研究員	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	2.8.1～3.3.31
福田信男	東邦大学 理学部・教授	重粒子線によるがん治療法に関する調査研究および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	2.5.1～3.3.31
中尾 憲	六高台病院 院長	ビキニ被災者の定期的追跡調査および緊急被曝医療対策に関する研究等	2.5.1～3.3.31

(4) レジデント

所属部	氏名	研究課題	期間
病院部	清水わか子	部位別腫瘍に対する放射線腫瘍等に関する研修	2.4.1～3.3.31
〃	杉田 公	消化器癌に対するBRMの局所投与と放射線の併用療法	2.5.1～3.3.31
〃	高橋 健夫	子宮頸癌の放射線治療の最適化に関する臨床的研究	2.6.1～3.3.31

5. 研究生・実習生

(1) 研究生

所属研究部	氏 名	所 属 機 関	研 究 テ ー マ	期 間
物 理	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	2.4.1～3.3.31
"	岩 井 一 男	日本大学歯科病院 放射線科	放射線防護に関する基礎的研究、医療被曝の線量評価に関する研究	2.4.1～3.3.31
"	西 沢 かな枝	杏林大学医学部 放射線医学教室	医療上の放射線被曝に関する実験及びその防護	2.4.1～3.3.31
"	外 山 比南子	東京都老人総合研究所	ポジトロンCTの画像再構成に関する研究	2.4.1～3.3.31
"	佐 方 周 防	千葉県がんセンター 放射線治療部物理室	放射線の吸収線量および線質に関する研究	2.4.1～3.3.31
"	馬 瀬 直 通	日本大学歯学部 放射線学教室	医療及び職業上の被曝による国民線量推定のための実態調査、放射線防護に関する基礎的研究	2.4.1～3.3.31
"	西 川 慶 一	東京歯科大学 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	2.4.1～3.3.31
薬理化学	小 林 昶	三井製薬工業(株) 生物科学研究所	胸腺因子の放射線防護効果に関する研究	2.4.1～3.3.31
"	井 口 法 男	日本大学理工学部	フィザルムのリボヌクレアーゼの単離	2.4.1～3.3.31
"	内 田 真 嗣	裕徳薬品工業(株)開発部	薬物の放射線障害防護作用について	2.4.1～3.3.31
"	鳥 居 義 史	東京大学薬学部 薬品作用学教室	食虫目動物スunksを用いて放射線に対する感受性に関する研究	2.9.1～2.11.30
生 物	押 尾 茂	東邦大学医学部 薬理学教室	放射線照射の精巣機能に及ぼす影響に関する研究	2.4.1～3.3.31
"	浅 見 行 一	札幌医科大学	再生肝におけるプロトオンコジーン発現の調節	2.4.1～3.3.31
"	太 田 一 正	東邦大学大学院 理学研究科	ウニ胚アセチルコリンエステラーゼ遺伝子のクローニング	3.1.7～3.3.31
"	宮 地 幸 久	(財)電力中央研究所 狛江研究所	低線量放射線照射が生体情報伝達系に及ぼす影響の検討	3.1.16～3.3.31
"	坂 口 文 秋	公立長生病院	バレット食道の核DNA量に関する研究	3.3.1～3.3.31
生理病理	山 口 喜一郎	千葉大学医学部 整形外科学教室	軟骨細胞原性蛋白分解酵素の研究	2.4.1～3.3.31

所属研究部	氏名	所属機関	研究テーマ	期間
生理病理	木下弘寿	千葉大学医学部第2外科	悪性ハムスター線維芽細胞分泌蛋白分解酵素の性状解析	2.7.9～3.3.31
"	北川昌伸	東京医科歯科大学医学部病理学第2講座	骨髄キメラマウスにおけるフレンドウイルスに対する抵抗性機構の解析	2.8.24～3.3.31
"	和田栄子	東京大学医科学研究所	細胞の癌化に至る情報伝達機構の解析	2.10.24～3.3.31
障害基礎	陳玉豊	今井町診療所	サイトカインによる造血器の放射線障害の回復に関する研究	2.4.24～3.3.31
内部被ばく	土倉覚	(株)船橋農場	ラットの骨代謝に関する骨組織動態学的研究	2.4.1～3.3.31
"	鷓沢豊暢	東洋醸造(株)リサーチセンター医薬品研究所	hPTH(1-34)のビーグル犬の骨代謝に関する基礎研究	2.4.1～3.3.31
"	森直幹	日本大学医学部神経学教室	栄養物質の全身代謝および分布に及ぼす慢性アルコール摂取の影響	2.4.1～3.3.31
"	原元彦	日本大学医学部神経学教室	栄養物質の全身代謝および分布に及ぼす慢性アルコール摂取の影響	2.4.1～3.3.31
環境衛生	大木善之	(財)日本分析センター分析部試験研究課	放射性核種の分析法の開発	2.4.1～3.3.31
"	北村清司	(財)日本分析センター分析部試験研究課	放射性核種の分析法の開発	2.4.1～3.3.31
"	森本隆夫	(財)日本分析センター分析部試験研究課	放射性核種の分析法の開発	2.4.1～3.3.31
"	出沢孝之	(財)日本分析センター分析部試験研究課	放射性核種の分析法の開発	2.4.1～3.3.31
"	川上欽也	(財)日本分析センター分析部試験研究課	放射性核種の分析法の開発に関する研究	2.7.1～3.3.31
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	2.4.1～3.3.31
"	橋本謙二	福山大学薬学部	新しいポジトロントレーサの開発と応用	2.4.1～3.3.31
"	塚田秀夫	浜松ホトニクス(株)研究部	PETによる脳機能研究	2.4.1～3.3.31
"	岩川真由美	国立習志野病院小児外科	小児悪性腫瘍の基礎的研究	2.4.1～3.3.31
"	小林薫	日本医科大学附属第一病院第2外科	放射性リガンドによる中枢神経系レセプターの定量解析について	2.4.1～3.3.31
"	米澤久司	岩手医科大学大学院神経内科学大学院	ポジトロンCTを用いた脳研究および各種RIを用いた動物による脳研究	2.4.1～3.3.31

所属研究部	氏 名	所 属 機 関	研 究 テ ー マ	期 間
臨 床	古 関 安 里	木 更 津 病 院	ポジトロンCTによる精神神経疾患の研究	2.4.1～3.3.31
"	清 水 耕	千葉大学医学部 附属病院整形外科	MRIを用いた大腿骨頭壊死の研究	2.4.1～3.3.31
"	加 賀 谷 秋 彦	千葉大学医学部 第三内科	ポジトロンCTの心血管系への応用	2.4.1～3.3.31
"	渡 辺 恭 良	大阪バイオサイエンス 研究所第3研究部	標識合成における酵素反応の利用、 短半減期核種の生化学領域への 応用技術の開発	2.4.1～3.3.31
"	尾 上 浩 隆	大阪バイオサイエンス 研究所第3研究部	標識合成における酵素反応の利用、 短半減期核種の生化学領域への 応用技術の開発	2.4.1～3.3.31
"	玉 上 浩	北里大学大学院 衛生学研究科	放射性医薬品の開発について	2.4.1～3.3.31
"	青 墳 章 代	国立療養所千葉東病院 神経内科	ポジトロンCT、MRIによる臨床 研究	2.4.1～3.3.31
"	難 波 広 樹	千葉県がんセンター 脳神経外科	ポジトロンCTを用いた脳循環代 謝その他の研究	2.4.1～3.3.31
"	加 藤 博 敏	国立習志野病院	肝臓疾患(主として肝硬変症)にお ける ³¹ P-MRS	2.4.1～3.3.31
"	中 川 敬 一	千葉大学医学部 第三内科	ポジトロンCTの循環器学への臨 床応用、オートラジオグラフィ	2.4.1～3.3.31
"	木 元 正 史	千葉大学大学院 医学研究科	骨軟部腫瘍放射線治療の研究	2.4.1～3.3.31
"	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の循環器領域にお ける臨床応用について	2.4.1～3.3.31
"	山 田 滋	千葉大学医学部 第2外科	放射線治療と増感剤に関する研究	2.4.1～3.3.31
"	赤 沼 篤 夫	東京大学医学部	陽子線治療技術の研究	2.4.1～3.3.31
"	小 村 敦 子	神戸大学大学院 医学研究科	標識モノクローナル抗体による腫 瘍イメージングの基礎的研究	2.4.1～3.3.31
"	西 川 悟	千葉大学医学部 附属病院放射線科	MRSを用いた筋肉におけるエネ ルギー代謝の研究	2.4.1～3.3.31
"	伊 藤 高 司	日本医科大学数学教室	in vivoにおける中枢神経活動の定 量解析法の開発	2.4.1～3.3.31
"	青 江 知 彦	千葉大学医学部 麻酔学教室	ポジトロンCTを用いた脳循環代 謝その他の研究	2.4.10～3.3.31
"	寄 山 陽 二郎	東京大学医学部 医用電子研究施設 基礎工学研究室	トレーサー法による生体機能の測 定と解析	2.4.16～3.3.31

所属研究部	氏 名	所 属 機 関	研 究 テ ー マ	期 間
臨 床	篠 遠 仁	千葉大学医学部 附属病院神経内科	神経疾患の画像診断に関する研究	2.4.20～3.3.31
"	庭 山 博 行	千葉大学医学部 第 3 内 科	ポジトロンCTの心臓への応用	2.5.10～3.3.31
"	田 伏 勝 義	埼玉県がんセンター	放射線治療の線量分布の最適化	2.7.2～3.3.31
"	西 堀 知 行	千葉大学医学部 第 3 内 科	ポジトロンCTの循環器疾患への 応用	2.9.25～3.3.31
"	窪 田 宣 夫	横浜市立大学医学部	中性子線の放射線治療の基礎研究	2.10.8～3.3.31
"	朝 比 奈 正 人	国立療養所千葉東病院 神 経 内 科	神経疾患におけるPET、MRIに よる研究	2.10.24～3.3.31
"	志 鎌 伸 昭	千葉大学医学部 第 3 内 科	ポジトロンCTの心疾患への応用	2.11.17～3.3.31
障害臨床	松 橋 信 行	東京大学医学部 第 3 内 科	胸腺内におけるT細胞の自己寛容 導入についての研究	2.4.1～3.3.31
医 用 重粒子線	青 木 幸 昌	東京大学医学部 附属病院分院 放 射 線 科	重粒子線がん治療装置に設置され る患者位置決め装置及び治療計画 に関する調査研究	2.4.1～3.3.31
"	山 下 昌 次	国立埼玉病院放射線科	重粒子線の医学・生物学的効果	2.4.10～3.3.31
安全解析	高 原 明	(社)石膏ボード工業会	建材中Rn放射能測定基準値設置 及びRn放射能簡易測定器の開発に かかわる調査研究	2.5.7～3.3.31
"	石 井 覚	(社)石膏ボード工業会	建材中Rn放射能測定基準値設置 及びRn放射能簡易測定器の開発に かかわる調査研究	2.5.7～3.3.31
病 院	五十嵐 忠彦	国 立 柏 病 院	悪性リンパ腫樹立株の放射線感受 性の検討	2.4.1～3.3.31
"	遠 藤 伸 行	恩賜財団済生会 船 橋 済 生 病 院	悪性リンパ腫培養細胞における細 胞化学的検討等	2.4.1～3.3.31
"	滝 口 裕 一	千葉大学医学部 肺 癌 研 究 施 設 内 科	肺小細胞癌の放射線及び薬剤耐性 に関する細胞生物学的研究	2.4.1～3.3.31
"	高 橋 義 彦	千葉大学医学部 呼 吸 器 内 科	肺癌の転移機構の分子生物学的研 究	2.4.1～3.3.31
"	堀 内 和 之	日本化薬(株)医薬 事業本部総合研究所	スパガリンによる放射線防禦作用 に関する研究	2.4.1～3.3.31
"	五 味 弘 道	東京慈恵会医科大学 放 射 線 医 学 教 室	子宮頸癌の放射線治療	2.4.1～3.3.31
"	川 野 裕	千葉大学医学部肺外科	ヌードマウスを用いた制癌剤感受 性試験の基礎的実験	2.4.1～3.3.31

所属研究部	氏 名	所 属 機 関	研 究 テ ー マ	期 間
病 院	鈴 木 裕	国立千葉病院皮膚科	メラノーマ細胞の増殖動態と放射線感受性	2.11.1～3.3.31
海 放 生	上原子 淳 一	(株)日本原燃サービス設計部環境管理課	海洋生態環境における放射性核種の分配係数に関する研究	2.7.2～2.9.28
"	上原子 淳 一	(株)日本原燃サービス設計部環境管理課	各種漁網へのR Iの移行に関するトレーサー実験	2.10.1～2.10.31
"	桐 原 慎 二	青森県水産増殖センター	海産生物放射能影響評価調査	2.11.13～2.11.22
"	木 村 大	青森県水産増殖センター	海産生物放射能影響評価調査	2.11.26～2.12.7
			合 計 79名	

(2) 実習生

所属研究部	氏 名	所 属 機 関	研 究 テ ー マ	期 間
物 理	益 田 明 子	東 邦 大 学 理 学 部 物 理 学 科	医用画像処理に関する研究	2.4.17～3.3.31
"	福 岡 秀 也	慶應義塾大学理工学部管理工学科	放射線による染色体異常の画像解析に関する研究	2.6.1～3.3.31
薬理化学	有 賀 文 昭	東 邦 大 学 理 学 部 生 物 学 科	血球分化増殖関連遺伝子のクローニング及び配列決定	2.4.1～3.3.31
"	矢 野 裕 子	東京理科大学薬学部放射化学研究室	ラジオレセプターアッセイによるC S F定量法の確立に関する研究	2.4.19～3.3.31
"	細 谷 由 紀 子	共立薬科大学薬学部薬学 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	2.7.5～3.1.11
"	河 西 素 子	共立薬科大学薬学部生 物 薬 学 科	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	2.7.5～3.1.11
生 物	狩 野 美 智 代	千 葉 大 学 理 学 部 化 学 学 科	マウスの受精、初期発生の生化学的研究	2.4.1～3.3.31
"	中 田 理 美	千 葉 大 学 理 学 部 化 学 学 科	マウスの受精、発生分化の生化学的研究	2.4.1～3.3.31
"	杉 山 孝 範	東 邦 大 学 理 学 部 生 物 学 科	マウスの初期発生における遺伝子制御	2.4.1～3.3.31
遺 伝	川 崎 武 人	東 邦 大 学 理 学 部 生 物 学 科	ヒト遺伝子の染色体マッピング	2.4.1～3.3.31

所属研究部	氏 名	所 属 機 関	研 究 テ ー マ	期 間
生理病理	高 野 洋	東 邦 大 学 理 学 部 科 東 生 物 学 学 部 科	同種骨髄移植における残存T細胞による拒絶反応のモノクローナル抗体投与による制御	2.4.1～3.3.31
内部被ばく	平 澤 健 介	東 京 大 学 農 学 部 科 東 獣 医 学 学 部 科	網内系細胞の分離と機能検査法	2.4.10～3.3.31
〃	武 田 眞記夫	東 京 大 学 農 学 部 科 東 獣 医 学 学 部 科	マイコトキシンによる網内系細胞の形態・機能変化	2.4.10～3.3.31
環境衛生	吉 川 文 夫	東 邦 大 学 理 学 部 科 東 化 学 学 部 科	トリウム貯留槽としての環境中の有機物が果たす役割に関する調査研究	2.4.1～3.3.31
〃	宇 野 淳 子	東 邦 大 学 理 学 部 科 東 化 学 学 部 科	放射線核種の分析法に関する研究	2.4.1～3.3.31
臨 床	佐 藤 俊 之	東 京 理 科 大 学 部 東 薬 学 学 部	トレーサーによる生体機能の測定	2.4.1～3.3.31
〃	堀 川 英 治	東 京 理 科 大 学 部 東 薬 学 学 部	トレーサーによる生体機能の測定	2.4.1～3.3.31
〃	中 田 秀 明	東 邦 大 学 理 学 部 科 東 生 物 学 学 部 科	実験放射線治療におけるマウス及び細胞の取扱いに関する実習	2.4.1～3.3.31
〃	田 中 雅 康	東 京 理 科 大 学 部 東 薬 学 学 部	放射性医薬品の開発及び評価に関する研究	2.11.1～3.3.31
病 院	根 津 誠	東 京 電 子 専 門 学 校 診 療 放 射 線 学 科	放射線治療技術学、放射性同意元素検査技術学実習	2.9.3～2.10.19
〃	三 戸 正 敏	東 京 電 子 専 門 学 校 診 療 放 射 線 学 科	放射線治療技術学、放射性同意元素検査技術学実習	2.9.3～2.10.19
〃	三 浦 勝	東 京 電 子 専 門 学 校 診 療 放 射 線 学 科	放射線治療技術学、放射性同意元素検査技術学実習	2.9.3～2.10.19
海 放 生	大 内 朝 次 郎	青 森 県 漁 政 課 (労務作業委託者：(株)原子力代行大洗事業所)	海産生物の水槽飼育によるR I トレーサー実験	2.6.19～2.8.17 2.9.11～2.11.2
			合 計 23名	

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
久世 逸郎	日本アイソトープ協会	河田 燕	成蹊大学
今村 昌	東京情報大学	樋口 英雄	日本分析センタ
上養 義朋	東京大学	石居 進	早稲田大学
宮原 諄二	富士写真フィルム	野崎 正	北里大学
小野 耕治	コニカ	和田 勝	東京医科歯科大学
伊東 範行	千葉県救急医療センタ	若林 克己	群馬大学
衣笠 達也	三菱重工業	南保 俊雄	第一化学薬品
河村 正一	神奈川大学	阿部 駿介	日本電気
小泉 勝三	動力炉核燃料開発事業団	桜井 喜一	ダイナボット・松戸第二工場
時田 幸	千葉市消防局	服部 淳彦	聖マリアンナ医科大学
斉藤 勝一	千葉市消防局	西川 潤一	東京大学
中尾 憲	六高台病院	小山田日吉丸	癌研究所
山野 知寛	科学技術庁		

2. 所内講師

物理研究部	環境衛生研究部	芳田典幸
川島勝弘	岩倉哲男	斉藤和浩
丸山隆司	阿部史朗	伊藤幸久
山口寛	藤高和信	佐々木昭徳
喜多尾憲助	阿部道子	津浦伸次
薬理化学研究部	湯川雅江	朽木満弘
石原弘	井上義和	病院部
稲野宏志	武田洋	恒元博
生物研究部	宮本霧子	総括安全解析研究官
江藤久美	渡利一夫	内山正史
山田武	今井靖子	中村裕二
田口泰子	柴田貞夫	那珂湊支所
廣部知久	臨床研究部	渡部輝久
福士育子	入江俊章	鈴木讓
座間光雄	松本徹	養成訓練部
沼田幸子	池平博夫	加藤義雄
三田和英	安藤興一	越島得三郎
遺伝研究部	障害臨床研究部	青木一子
堀雅明	青木芳朗	上島久正
佐伯哲哉	鈴木元	根井充
塩見忠博	医用重粒子線研究部	
安田徳一	平尾泰男	
生理病理研究部	技術部(技術課)	
佐渡敏彦	今関等	
大津裕司	鷓沢勝己	
内部被ばく研究部	技術部(放射線安全課)	
稲葉次郎	田代克人	
石樽信人	川上利彦	
	三門富士夫	

7. 職 員 名 簿

(平成3年3月31日現在)

<p>所 長 松 平 寛 通</p> <p>科学 研究官 戸 張 巖 夫</p> <p>管 理 部 長 田 口 善 一</p> <p>庶 務 課 長 山 崎 茂 雄</p> <p>課 長 補 佐 大 谷 邦 博</p> <p>専 門 職 広 瀬 昇 吉</p> <p>庶 務 係 長 山 崎 友 吉</p> <p>主 任 金 山 貴 子</p> <p>主 任 松 本 登 美 子</p> <p>岡 田 和 夫</p> <p>人 事 係 長 池 田 睦 睦</p> <p>佐 々 木 昭 吉 士</p> <p>杉 山 祐 士 子</p> <p>給 与 係 長 近 藤 和 子</p> <p>石 澤 昭 子</p> <p>鶴 田 善 文</p> <p>池 田 保 子</p> <p>松 本 清 子</p> <p>川 部 時 男</p> <p>有 澤 精</p> <p>井 上 和 俊</p> <p>阿 部 正 男</p> <p>長 谷 川 芳 夫</p> <p>海 老 原 正 男</p> <p>矢 野 敏 男</p> <p>池 田 浩 二 男</p> <p>阿 部 正 男 弘</p> <p>黒 澤 正 裕 一</p> <p>木 村 倉 友 一 昭 郎</p> <p>米 倉 子 哲 也</p> <p>片 山 義 男</p> <p>土 屋 輝 雄</p> <p>藤 野 仁 勇</p> <p>足 立 昇 一 子</p> <p>榎 本 節 子</p> <p>山 本 沼 育 広</p> <p>貝 沼 山 田 欣 成</p> <p>春 中 登 志 雄</p> <p>橋 義 彦</p> <p>折 田 義 彦</p> <p>皆 川 勝 浩</p> <p>淵 上 辰 雄</p>	<p>企 画 係 長 鎌 倉 幸 雄</p> <p>桜 井 康 明</p> <p>丑 山 英 樹 久</p> <p>調 査 係 長 石 澤 義 久</p> <p>小 島 謙 次 郎</p> <p>統 計 係 長 竹 内 茂 男</p> <p>河 内 修 子</p> <p>凶 書 係 長 森 田 恭 子</p> <p>尾 留 川 祐 規</p> <p>放射能資料係長 桜 井 清 一 喜</p> <p>菅 原 幸 喜</p> <p>物 理 研 究 部 長 川 島 勝 弘</p> <p>物 理 第 1 研 究 室 長 野 原 功 全</p> <p>主 任 研 究 官 富 谷 武 浩</p> <p>主 任 研 究 官 山 本 幹 男</p> <p>主 任 研 究 官 村 山 秀 雄</p> <p>物 理 第 2 研 究 室 長 平 岡 武</p> <p>主 任 研 究 官 星 野 一 雄</p> <p>福 村 明 史</p> <p>竹 下 美 津 恵</p> <p>物 理 第 3 研 究 室 長 丸 山 隆 司</p> <p>主 任 研 究 官 白 貝 彰 宏</p> <p>主 任 研 究 官 野 田 豊</p> <p>物 理 第 4 研 究 室 長 喜 多 尾 憲 助</p> <p>薬 理 化 学 研 究 部 長 色 田 幹 雄</p> <p>薬 理 化 学 第 1 研 究 室 長 沢 田 文 夫</p> <p>主 任 研 究 官 松 本 信 二</p> <p>主 任 研 究 官 島 津 良 枝</p> <p>古 瀬 雅 子</p> <p>薬 理 化 学 第 2 研 究 室 長 花 木 昭</p> <p>主 任 研 究 官 小 澤 俊 彦</p> <p>主 任 研 究 官 伊 古 田 暢 夫</p> <p>主 任 研 究 官 上 田 順 市</p> <p>薬 理 化 学 第 3 研 究 室 長 併 色 田 幹 雄</p> <p>主 任 研 究 官 常 岡 和 子</p> <p>石 原 弘</p> <p>薬 理 化 学 第 4 研 究 室 長 稻 野 宏 志</p> <p>主 任 研 究 官 鈴 木 桂 子</p> <p>主 任 研 究 官 池 田 清 美</p> <p>藤 久 美</p> <p>生 物 研 究 部 長 江 藤 久 美</p> <p>生 物 第 1 研 究 室 長 山 田 武</p> <p>主 任 研 究 官 田 口 泰 子</p> <p>主 任 研 究 官 廣 部 知 久</p>
--	---

		栗原靖之	主任研究官	南久松真子
		藤井由布		小高武子
生物第2研究室長		湯川修身	障害基礎第3研究室長	大原弘
主任研究官		福士育子		五日市ひろみ
		東智康		笠井清美
		村磯知採		福津久美子
生物第3研究室長		座間光雄	内部被ばく研究部長	稲葉次郎
主任研究官		沼田幸子	内部被ばく第1研究室長(併)	稲葉次郎
主任研究官		三田和英	主任研究官	高橋千太郎
遺伝研究部長	堀	雅明	主任研究官	佐藤宏
遺伝第1研究室長		佐伯哲哉	主任研究官	久保田善久
主任研究官		稲葉浩子	内部被ばく第2研究室長	石博信人
主任研究官		町田勇		仲野高志
主任研究官		森明充興		榎本宏子
		本郷悦子	内部被ばく第3研究室長	小木曾洋一
遺伝第2研究室長(併)		堀雅明	主任研究官	福田俊
主任研究官		高橋永一		山田裕
主任研究官		辻秀雄		飯田治三
		辻さつき	内部被ばく第4研究室長	小泉彰
遺伝第3研究室長		塩見忠博	主任研究官	山田裕司
主任研究官		松田洋一		宮本勝宏
		原田良信	環境衛生研究部長	岩倉哲男
遺伝第4研究室長		安田徳一	環境衛生第1研究室長	藤高和信
		伊藤綽子	主任研究官	阿部道子
生理病理研究部長	佐	渡敏彦	環境衛生第2研究室長(併)	岩倉哲男
生理病理第1研究室長		武藤正弘	主任研究官	木村健一
主任研究官		相澤志郎	主任研究官	本郷昭三
		久保忍い子	主任研究官	湯川雅枝
		神作仁子	主任研究官	西村義一
生理病理第2研究室長		大津裕司		小平和子
主任研究官		崎山比早子	環境衛生第3研究室長	井上義和
主任研究官		小林森	主任研究官	武田洋
主任研究官		古瀬健		宮本霧子
		野田攸子	環境衛生第4研究室長	渡利一夫
生理病理第3研究室長	佐々木	俊作	主任研究官	黒滝克巳
		島田義也	主任研究官	今井靖子
		木村正子	主任研究官	柴田貞夫
生理病理第4研究室長		荻生俊昭		竹下洋
主任研究官		森武三郎	臨床研究部長	館野之男
主任研究官		吉田和子	臨床第1研究室長	山崎統四郎
		西村まゆみ	主任研究官	大野茂
		根本久美恵	主任研究官	福士清
障害基礎研究部長	佐	藤本毅	主任研究官	入江俊章
障害基礎第1研究室長		坪井篤	主任研究官	井上修
主任研究官		小島栄一	臨床第2研究室長	飯沼武
		田中薫	主任研究官	中村讓
障害基礎第2研究室長		早田勇	主任研究官	松本徹

臨床第3研究室長(併) 館野之男
主任研究官 池平博夫
須原哲也
臨床第4研究室長 安藤興一
主任研究官 小池幸子
主任研究官 古川重夫
橋本隆裕
障害臨床研究部長(併) 戸張嚴夫
障害臨床第1研究室長 杉山始
明石真言
蜂谷みさを
鵜澤玲子
障害臨床第2研究室長 鈴木元
主任研究官 大山ハルミ
主任研究官 川瀬淑子
主任研究官 能勢正子
医用重粒子線研究部長 平尾泰男
医用重粒子線第1研究室長 小川博 嗣
主任研究官 山田聰
主任研究官 山田孝信
主任研究官 佐藤幸夫
医用重粒子線第2研究室長 佐藤健 次
主任研究官 板野明史
主任研究官 金澤光隆
主任研究官 高野田栄一
医用重粒子線第3研究室長 河内清 光
主任研究官 金井達明
主任研究官 遠藤真広
主任研究官 曾我文宣
技術部長 吉河野之
技術課長 山田隆
課長補佐 長谷川芳夫
専門職 川嶋和雄
専門職 深谷衛三
施設係長 深村越善
主任 鈴木直方
元吉貞子
高石重義
川島利雄
大黒竹孝
榎本昭雄
館林幹男
立石実男
宮原文男

技術第1係長 内田晴康
今関等
鶴澤勝己
斉藤和典
技術第2係長 長沢志保子
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 中山隆
中型動物管理係長 早尾辰雄
川島直行
汚染動物管理係長 田澤実
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 増澤武男
(併) 佐藤孝司
健康管理係長 田代克人
主任 高森弘子
安全係長 高橋利彦
川上利夫
三門富士
増澤武男
伊藤幸久
佐々木昭徳
アルファ線管理係長 津浦伸次
中性子線管理係長 朽木満弘
動植物管理課長 佐藤俊介
専門職 細谷公蔵
生産係長 富田静男
山田能政
管理第一係長 桜田雅一
種田信司
前田栄雄
管理第二係長 早尾辰蔵
動物衛生係長(併) 細谷公恒
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
サイクロtron管理課長 近藤龍雄
課長補佐 三輪実
技術係長 長澤文男
主任研究官 隈元芳一

	黒 沢 勝 治	
会 計 係 長	川 又 昭 男	
	佐 藤 泰 司	
放射線安全係長	玉 手 和 彦	
	菅 原 幸 喜	
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	鎌 田 博	
主任 研究 官	渡 部 輝 久	
主任 研究 官	内 田 滋 夫	
	横 須 賀 節 子	
環境放射生態学第2研究室長	村 松 康 行	
主任 研究 官	住 谷 み さ 子	
主任 研究 官	柳 澤 啓	
	吉 田 聡	
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	
	五 十 嵐 康 人	
海洋放射生態学研究部長	鈴 木 讓	
海洋放射生態学第1研究室長	中 村 清	
主任 研究 官	石 川 昌 史	
海洋放射生態学第2研究室長	中 村 良 一	
主任 研究 官	平 野 茂 樹	
主任 研究 官	中 原 元 和	
主任 研究 官	石 井 紀 明	
	松 葉 満 江	

研究員等出身専門分野別内訳

平成3年3月31日

専門別 所 属	物 理	化 学	自 然 科 学	原 子 力 工 学	原 子 核 工 学	工 分 子 化 学	電 子 工 学	電 気 工 学	応 用 物 理	生 物
所 長										
科 学 研 究 官										(1) 1
物 理 研 究 部	(4) 7		(1) 1	(1) 1	1		1	(1) 1		
薬 理 化 学 研 究 部	(1) 1	(1) 1								(1) 2
生 物 研 究 部		(1) 1				(1) 1				(5) 6
遺 伝 研 究 部		(1) 1								(2) 2
生 理 病 理 研 究 部		(2) 2								(2) 2
障 害 基 礎 研 究 部	(1) 1									(3) 4
内 部 被 ば く 研 究 部	(1) 1	1			(2) 2					
環 境 衛 生 研 究 部	(1) 1	(5) 7	1					1	1	
臨 床 研 究 部	(1) 1	1		(1) 1					(1) 1	
障 害 臨 床 研 究 部		1								
医 用 重 粒 子 線 研 究 部	(7) 8			(2) 2	1			1	(1) 1	
技 術 部	(1) 1	(1) 1								
養 成 訓 練 部	(1) 2									(1) 1
病 院 部										
総 括 安 全 解 析 研 究 官				(1) 1	1					
特 別 研 究 官	(1) 1									
那 珂 湊 支 所 長										
環 境 放 射 生 態 学 研 究 部		(2) 2	(1) 1							
海 洋 放 射 生 態 学 研 究 部		(1) 1								
計	(19) 24	(14) 19	(2) 3	(5) 5	(2) 5	(1) 1	1	(1) 3	(2) 3	(15) 18

生 物 化 学	動 物	数 学	農 学	畜 産	獸 医	水 産	農 芸 化 学	薬 学	医 学	そ の 他	
									(1) 1		(1) 1
											(1) 1
										(1) 2	(8) 14
								(9) 9		1	(12) 14
						(1) 1		(1) 2		(1) 2	(10) 13
(1) 1		(1) 1	(2) 2	(3) 3						4	(10) 14
			(1) 1	(1) 1					(4) 4	(2) 8	(12) 18
			(1) 1						(1) 1	3	(6) 10
			(2) 2		(3) 4			(1) 1		2	(9) 13
					(1) 1					(1) 3	(8) 15
							(1) 1	(2) 2	(5) 5	(1) 3	(12) 15
									(4) 4	(1) 2	(4) 7
										(1) 2	(11) 15
		1		2	(1) 3					3	(3) 11
					(1) 1					1	(3) 5
									(7) 10		(7) 10
	(1) 1					(2) 2					(4) 5
											(1) 1
						(1) 1					(1) 1
						1	(1) 2	1		(3) 4	(7) 11
						(1) 5	(1) 1			1	(3) 8
(1) 1	(1) 1	(1) 2	(6) 6	(4) 6	(6) 9	(5) 10	(3) 4	(13) 15	(22) 25	(10) 41	(133) 202

※指定職・研究職2G以上・医療職(-)
()内は博士学位取得者を内数で示す。

8. 人 事 異 動

採用・転入者

所 属 ・ 職 名	氏 名	日 付	前 任 官 署 等
管理部企画課長	個人情報保護 の為、非公開	2.4.1	科学技術庁
遺伝研究部		"	名古屋大学
技術部放射線安全課長		"	科学技術庁
病院部事務課長		"	厚生省
病院部検査課検査係長		"	科学技術庁
管理部会計課		"	採 用
管理部企画課		"	"
生物研究部		"	"
障害基礎研究部		"	"
障害臨床研究部		"	"
技術部技術課		"	"
病院部医務課医師		"	"
管理部庶務課長		2.5.1	国立防災科学技術センター
病院部総看護婦長付看護婦		"	採 用
医用重粒子線研究部 主任研究官		2.8.1	東京大学原子核研究所
医用重粒子線研究部 主任研究官		2.10.1	東京大学理学部附属素粒子 物理国際センター
病院部総看護婦長付看護婦		"	採 用
管理部会計課専門職		2.10.2	科学技術庁
管理部庶務課長	3.3.1	"	

転出・退職者

所 属 ・ 職 名	氏 名	日 付	転 出 先 等
管理部庶務課長	個人情報保護 の為、非公開	2.4.1	辞 職
病院部事務課専門職		〃	〃
管理部企画課長		〃	科学技術庁
管理部庶務課		〃	〃
病院部事務課長		〃	厚生省
技術部動植物管理課		2.6.30	辞 職
病院部総看護婦長付看護婦		2.9.30	〃
管理部会計課契約係長		2.10.1	科学技術庁
薬理化学研究部		2.10.15	辞 職
管理部庶務課長		2.12.1	〃
技術部動植物管理課長		〃	無機材質研究所
那珂湊支所長		2.12.2	辞 職
那珂湊支所環境放射生態学研究部長		〃	〃
臨床研究部臨床第3研究室長		2.12.16	東北大学抗酸菌病研究所
病院部総看護婦長付		2.12.31	辞 職
障害臨床研究部長		3.3.16	東京大学
技術部放射線安全課汚染処理係長		〃	科学技術庁
生物研究部長		3.3.31	定年退職
養成訓練部長		〃	〃
特別研究官		〃	〃
薬理化学研究部薬理化学第1研究室長		〃	〃
障害臨床研究部障害臨床第1研究室長		3.3.31	定年退職
生理病理研究部主任研究官		〃	〃
臨床研究部主任研究官		〃	〃
技術部放射線安全課主任		〃	〃
管理部会計課予算係長		〃	新技術事業団
病院部事務課		〃	日本原子力研究所
病院部医務課医師		〃	辞 職
病院部総看護婦長付看護婦		〃	〃

9. 栄 誉

年月日	受賞名	氏名	受賞内容
2.4.17	研究功績者表彰	阿部 史朗	自然放射線の国内分布に関する研究
2.5.19	業績表彰	喜多尾 憲助	走査マイクロビクシー法による微量元素分析研究
2.5.19	業績表彰	内山 正史	ホールボディカウンターによる内部被ばく線量評価の研究
2.5.19	業績表彰	南久松 真子	放射線被ばく者等による高精度染色体解析法の開発研究
2.5.19	業績表彰	野原 功全	高性能エミッションコンピュータ断層装置の開発研究
2.5.19	業績表彰	大山 ハルミ	放射線による細胞自爆死の発現機構に関する研究
2.5.19	業績表彰	村越 善次	バンデグラフ装置におけるマイクロビーム照射システム等の開発改良
2.10.26	原子力安全功労者表彰	加藤 義雄	放射線関係技術者等の養成訓練業務に多年にわたり尽力
2.11.8	放射線安全管理功労者表彰	坂下 邦雄	放射線治療業務における診療用放射性同意元素等の取扱いの安全確保に多年にわたり尽力

10. 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. 画像処理装置のリサージェ式走査方法	田中栄一 野原功全 富谷武浩	S 47. 2. 2 47-011419	S 53.11.30 第933586号	
2. 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	S 49. 6. 18 49-069414	S 53.11.30 第933675号	新技術事業団のあっせんによりアロカ(株)にて実施
3. 放射線測定装置	田中栄一 野原功全 富谷武浩 他 2 名(東芝)	S 51. 8. 31 51-104025	S 56. 1. 22 第1030342号	
4. 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)	S 53.12.28 53-161165	S 61.11.13 第1347961号	
5. 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)	S 54. 1. 12 54-1228	S 62.12.10 第1415837号	
6. 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)	S 54. 3. 30 54-36859	S 63. 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(株)にて実施
7. 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)	S 54. 3. 30 54-36860	S 62.12.10 第1415841号	
8. 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)	S 54. 9. 29 54-124742	出願中	
9. C S F 産生腫瘍移植法を用いた C S F 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)	S 56.10.3 56-156954	S 61. 3. 31 第1305935号	
10. 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)	S 57. 9. 30 57-172235	H 2. 7. 10 第1569233号	

発明の名称	発明者	出願日 出願番号	登録日 登録番号	備考
11. C S F 制御物質	平嶋邦猛 別所正美 他 3 名(中外製薬)	S 58. 3 . 11 58-39146	出願中	
12. C S F 製造法	色田幹雄 常岡和子 他 1 名(電気化学工業)	S 58. 5 . 14 58-83507	出願中	
13.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)	S 58. 7 . 13 58-127190	出願中	新技術事業団の委託開発実施 (浜松ホトニクス)
14.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)	S 59. 5 . 30 59-110377	出願中	
15.濾過装置	鈴木和年 山田孝信 玉手和彦	S 59. 6 . 7 59-115558	出願中	
16.限外濾過装置	鈴木和年 山田孝信 玉手和彦	S 59. 6 . 7 59-83625	出願中	実用新案
17.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)	S 60. 6 . 25 60-138410	出願中	
18.放射線線量分布測定法	福田信男 平岡 武 他 2 名(旭化成)	S 60.10. 9 60-225494	出願中	
19.霧滴付着実験方法及び装置	鎌田 博 柳沢 啓	S 60.10.15 60-227892	出願中	
20.放射線検出装置	山本幹男 他 1 名(浜松ホトニクス)	S 60.12.17 60-283905	出願中	
21.放射線発光検出装置	山本幹男 他 1 名(浜松ホトニクス)	S 60.12.17 60-283906	出願中	
22.肝機能診断用金属錯塩	池平博夫 山根昭子 他 2 名(旭化成)	S 61. 1 . 30 61-16686	出願中	
23.ポジトロン C T 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)	S 61. 3 . 7 61-49883	出願中	
24.シングルフォトン E C T	野原功全 村山秀雄 田中栄一	S 61. 4 . 14 61-84389	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
25.放射線三次元位置検出装置	村山秀雄 野原功全	S 61. 8. 15 61-190549	出願中	
26.放射線治療用ポラス	古川重夫 他3名(ヘキスト合成)	S 61. 3. 3 61-47124	出願中	
27.超音波診断用ポラス	古川重夫 中村 譲 池平博夫 他2名(ヘキスト合成)	S 62. 2. 4 62-24369	出願中	
28.電磁波温熱治療用ポラス	古川重夫 中村 譲 他2名(ヘキスト合成)	S 62. 4. 23 62-100338	出願中	
29.荷電粒子装置	河内清光 他5名(三菱電気)	S 62. 6. 10 62-145859	出願中	
30.荷電粒子装置	河内清光 他5名(三菱電気)	S 62. 6. 10 62-145860	出願中	
31.荷電粒子装置	河内清光 他5名(三菱電気)	S 62. 6. 10 62-145861	出願中	
32.可搬型ダストモニタ	小泉勝三 他1名(応用光研)	S 62.11.20 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(株)にて実施
33.人体軟組織等価材	平岡 武 他1名(京都科学)	S 63. 2. 8 63-26971	出願中	新技術事業団のあっせんにより (株)京都科学により実施
34.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	S 63. 4. 1 63-81699	出願中	
35.電子スピン共鳴吸収放射線量計用測定体	中島敏行	S 63. 4. 1 63-81700	出願中	
36.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)	S 63. 4. 19 63-96599	出願中	
37.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	S 63. 8. 18 63-205250	出願中	
38.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	H 1. 3. 8 1-55750	出願中	
39.放射線治療用ポラス整形用型の形成装置並びにポラス製造法	古川重夫 中村 譲 金井達明 他3名(ワイエル工業)	H 1. 9. 29 1-254098	出願中	
40.イオン源	佐藤幸夫 他1名(住友重機)	H 2. 8. 24 2-221229	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
41. 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	H 2 . 11 . 30 2 - 337850	出願中	新技術事業団のあっせんにより(株)住友重機械工業により実施
42. 組合せ式汎用筐体	鈴木和年	H 2 . 11 . 30 2 - 337849	出願中	新技術事業団のあっせんにより(有)中沢製作所により実施
43. 放射線被曝による染色体異常の検出方法	早田勇 他 1 名(株)ニコン)	H 2 . 9 . 19 2 - 247336	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	

11. 放 医 研 日 誌

(1) 本所 平成2年

- | | | | |
|------|--|-------|---|
| 4月9日 | Science Now '90 (⇒12; 東京 晴海) | 4日 | (タイ・チェンマイ大学) 来所
I.A.Lichtarjov氏、L.N.Kovganさん(ソ連・放射線医学センター) 講演会 |
| 10日 | 第7回所議 | 11日 | 大島科学技術庁長官来所 |
| 19日 | 所内一般公開 | 12日 | O.K.Kikuchiさん(ブラジル原子力研究所) 来所 |
| | Xiao Huijiuanさん(中国公衆衛生省) 来所 | 18日 | 「汚染物除去研究」ミニシンポジウム |
| 21日 | 松平所長 ICRP committee I に出席のため渡米 (⇒28) | 24日 | 第14回所議 |
| 24日 | 第8回所議 | 26日 | D.W.van Bekkum氏(オランダ放射線研究所)、福本貞義氏(筑波大学) 研究会講演 |
| 25日 | アロンソ博士(ローレンス・バークレー研究所) 講演会 | 31日 | M.Darussalam氏、B.Satimin氏(インドネシア BATAN) 来所 |
| 5月7日 | 第80回放射線防護課程開講 (⇒6/2) 第1回放射線リスク評価研究委員会 | 8月3日 | 第1回粒子線治療研究委員会 |
| 8日 | 第9回所議 | 6日 | I. A. K. Choedhury氏(バングラディッシュ AEC) 来所 |
| 10日 | 尾形健明氏(山形大学) 研究会講演 | 28日 | 第15回所議 |
| 14日 | 会計検査 (⇒17) | 9月1日 | 原子力防災訓練 |
| | 松平所長 第39回 UNSCEAR に出席 (⇒19)(ウィーン) | 6日 | 第22回放医研シンポジウム (⇒7) |
| 15日 | Dr. G. Patrick (英国・医学研究協議会) 研究会講演 | 11日 | 第16回所議
合同会議 |
| 17日 | Dr. L. M. Hamilton (米国・ブルックヘブン研究所) 研究会講演 | 19日 | Dr. E. O. Knutson氏(米国・EML) 研究会講演 |
| 22日 | 第10回所議 | 21日 | P. K. Hopke氏(クラークソン大学) 研究会講演 |
| 29日 | 伏見康治元日本学術会議会長視察 | 25日 | 第17回所議 |
| 6月2日 | 放医研会総会 | 27日 | 衆議院科学技術委員会 近江理事、藤原委員視察 |
| 11日 | 第11回放射線防護過程開始 (⇒7/7) | 10月2日 | 第1回放射線医学総合研究所顧問会議 |
| 12日 | 阿部史朗氏(放医研) 研究会講演 | 9日 | 第18回所議 |
| | 第11回所議 | 11日 | 国立がんセンター “Group training course of clinical oncology in 1990” 見学 |
| 15日 | オーストリア Ettl 厚生公務大臣来所 | 12日 | Dr. Yung-sung Cheng氏(米国・ラベレス吸入毒性研究所) 研究会講演 |
| 19日 | 特別研究員審査会 | 19日 | 講演会 (Dr. I. Riaboukhine : WHO Radiation Scientist) |
| | 岩崎民子氏、丸山隆司氏(放医研) 研究会講演 | 20日 | 第6回合同慰霊祭 |
| 25日 | 放射線影響研究に係る日ソ共同セミナー (⇒26; 都勤労福祉会館) | 22日 | 第19回所議 |
| 27日 | 放射線影響研究に係る日ソ共同セミナー 専門家会議 (⇒29; 原研) | | Prof. C. Myttenaere氏 (Catholic Louvain 大学) 講演会 |
| | 第12回所議 | | |
| 29日 | 礼宮さま、紀子さま結婚の儀、秋篠宮殿下に
三田和英氏(放医研) 研究会講演 | | |
| 7月2日 | Utuma Maghameniさん | | |

- 23日 T.D.Luckey氏(ミズーリ大学)、T. Makinodan氏(カリフォルニア大学) 訪所
- 24日 第33回日本放射線影響学会(⇒26; 仙台)
- 29日 衆議院 岡島議員視察、原子力の日関連行事「電話による放射線何でも質問コーナー」
- 11月1日 Dr. I. Riaboukhine氏(WHO Radiation Scientist) 講演会
- 12日 即位礼正殿の儀の日
- 13日 第20回所議
- 14日 小林俊雄(高エネルギー物理学研究所) 講演会
- 15日 原子力安全・放射線安全功労者表彰祝賀会
- 19日 Dr. P. Talalay氏(John Hopkins 大学) 講演会
- 22日 大嘗宮の儀(⇒23)
- 26日 第21回所議(場所: 那珂湊支所) 放医研研究会(海外留学、IAEA 勤務より戻って)
- 28日 第32回放射能調査研究成果発表会
- 29日 第18回放医研環境セミナー(⇒30)
- 12月1日 市医師会視察
Dr. P. Nettesheim氏(National Institute of Environmental Health Sciences) 講演会
- 7日 兵庫県陽子線治療施設の調査団御視察(Dr. R. J. M. Fry 博士: アルゴンヌ国立研究所) 講演会
- 10日 第22回所議
- 28日 御用納め
- 平成3年**
- 1月4日 御用始め
- 8日 第1回所議
- 19日 山東科学技術庁長官御視察
- 23日 第2回所議
ERENS 概要発表
関口雅行氏(核研) 研究会
- 2月6日 浦野宗保氏(ケンタッキー大学) 研究会
- 12日 第3回所議
内野権次氏(筑波短期医療大学) 講演会
- 20日 田中隆一氏(原研高崎研究所) 講演会
- 26日 第4回所議
- 3月4日 第5回所議
- 5日 重粒子線がん治療装置建設部会加速器システム部会(住友重機械工業新居浜製作所にて)
藤木元也氏(東海大学) 講演会
- 7日 神谷研二氏(原医研)、豊島征彦氏(NHK) 講演会
- 8日 瀬戸加大(愛知がんセンター) 講演会
- 13日 放射線医学総合研究所重粒子線治療ネットワーク会議
森義治氏(高エネルギー物理学研究所) 講演会
- 16日 生島隆治氏(京都大学原子炉実験所) 講演会
- 18日 西尾正道氏(国立札幌病院) 講演会
- 19日 PIXE ワークショップ
- 25日 斎藤日本分析センター理事長視察 松本満臣(群馬大学) 講演会
- 26日 第6回所議
- 29日 退官記念講演会、送別会
- 放医研日誌(那珂湊支所)**
- 平成2年**
- 4月18日 所内一般公開
- 5月1日 ロス・アラモス国立研究所 Linda Wills 氏来所
- 6月21日 動力炉・核燃料開発事業団 海老原展示館長来所
- 7月17日 日本原燃サービス(株) 山本常務取締役来所
- 9月1日 放医研原子力防災訓練実施
- 9月26日 関西電力(株) 青木顧問来所
- 10月17日 関東地方建設局宇都宮営繕工事事務所 田中工務課長来所
- 10月22日 タイ科学技術エネルギー省原子力平和利用局 Anan Yuthamanop 保険物理部長来所
- 平成3年**
- 1月24日 原子力安全局 吉田放射線安全課長来所
- 3月4日 日本原子力研究所原子力基礎実験研修で近隣アジア7ヶ国9名来所
- 3月6日 安全管理者安全点検実施
- 3月15日 島根県岸井環境保全課長来所
- 3月15日 環境放射生態学セミナー
- 3月25日 海洋放射生態学セミナー