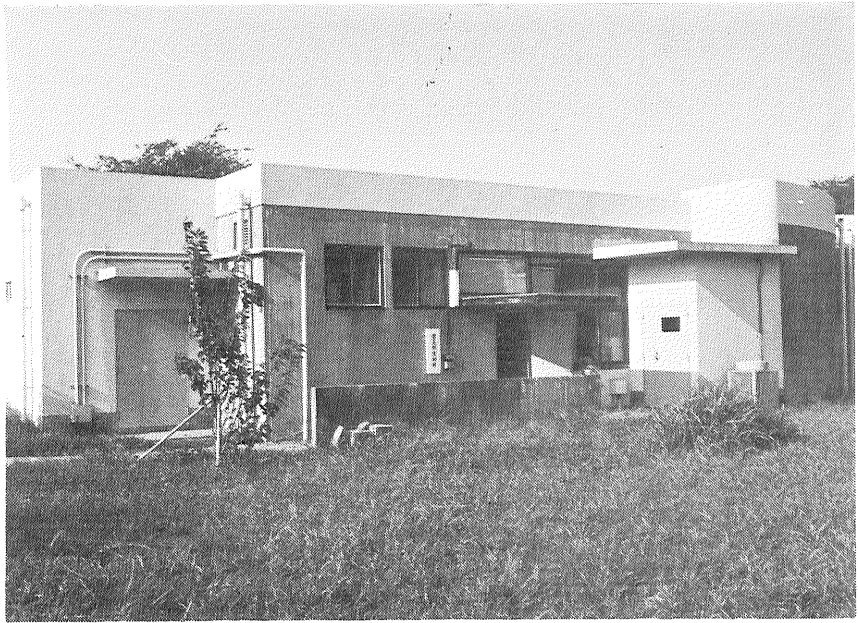
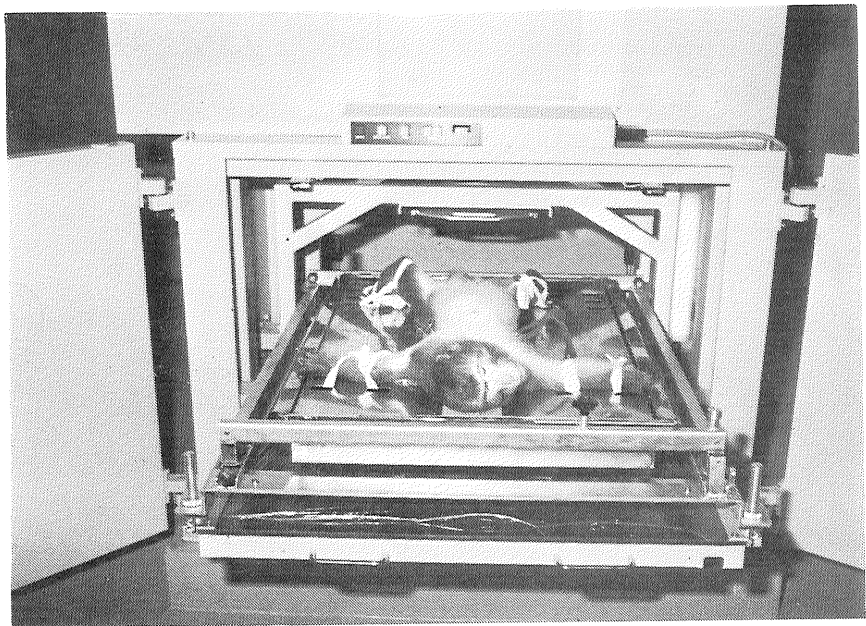


# 放射線医学総合研究所年報

昭和 54 年度



靈長類実験棟



靈長類照射実験装置

## 霊長類実験棟

本実験棟は、霊長類主としてカニクイザルを用いて放射線の遺伝的影響に関する研究を進めるため設けた施設で、カニクイザル50頭収容可能な飼育室、セシウム-137線源装置を備えた照射室、飼育器具類の洗浄滅菌設備等が整備されている。

## 霊長類照射実験装置

本装置はセシウム-137 $\gamma$ 線を利用してカニクイザルの精巣への局部照射及び全身長期微量照射の実験が可能である。写真は局部照射実験を行うためにカニクイザルを麻酔後、照射装置に固定し、精巣への照射を行うものである。

## 序

昭和54年度の放医研の活動は総額38億3496万円の予算と419名の定員を基礎として行われた。各部の活動状況は本文中に記載されているが、それぞれ本来の業務を遂行し、研究、管理、技術支援、養成訓練および診療の面で相当の成果をあげたことは喜ばしいことである。

特別研究「低レベル放射線の人体に対する危険度の推定に関する調査研究」の一翼を担う「内部被曝の障害評価に関する調査研究」を推進発展させるため、かねてから要求中であった新研究棟の設置が本年度から4ヶ年計画で認められ、予算措置が講じられることになった。予算額は全体として59億1,600万円という本研究所としては初めての金額であるが、我々としてはその無事な完成のために全力を尽すと共に、完成後、多大の研究成果があがるよう関係者の努力と研究所全体の援助を今から希望する次第である。また、同じ特別研究を分担する「放射線による遺伝障害の危険度の推定に関する調査研究」を行うのに必要な「霊長類実験棟」も使用可能となり、この方面での大きな寄与が期待される。

昨年度から発足した特別研究「原子力施設等に起因する環境放射線被曝に関する調査研究」は順調な進展を見せている。

特別研究「サイクロトロン<sup>1</sup>の医学利用に関する調査研究」は昨年度を以て終了した。引き続き今後の進展を目指して「粒子加速器の医学利用に関する調査研究」が特別研究として本年度から始まったが、速中性子線治療患者数も昭和54年度末で略々550名に達している。また、頭部ポジトロンCTも完成し、従来の成果を踏まえた上での発展が予想されている。

研究所からの国内、国外への研究成果の発表も多数行われ、それぞれの分野で相当な評価を受けるようになったと思われる。近年、国際交流の重要性が強調されているが、本年度も国外での学会や国連科学委員会、国際原子力機関関係の会議等に所員が積局的に参加した。また、研究所への外国学者の訪問も多く、所員との討論あるいは講演会等を行って成果があったものと思われる。今後もさらに有効な国際交流の道を考えて行かねばならない。

毎年の序文に書くことであるが、我々は本研究所設置の目的に沿って、時代の進展に対応しつつ、研究成果の社会還元を計り、以て人類の繁栄に資するよう常に心懸けねばならないと思う。

昭和54年度の年報を刊行するに当たって、関係各位に対し、私共に対する尚一層の御指導、御鞭達をお願いする次第である。

昭和55年10月1日

放射線医学総合研究所長

熊 取 敏 之

# I 概 要

本研究所は、昭和54年度をもって設立以来22年を迎えた、この間、放射線による人体の障害及び放射線の医学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大の成果を挙げてきたところであるが、今次の世界をおおったエネルギー危機の反映から、原子力平和利用の進展とこれに伴う環境放射線の安全研究は今やわが国にとっては切実な課題となっている。

このような趨勢の中で、本研究所としては各界の期待に応えるとともに、本来の使命をも達成するため、これまでの実績をもとに調査研究活動の一層の推進を図ることとし、新たな観点から展望した第3次長期業務計画の針及び原子力開発利用長期計画をはじめとする原子力委員会の諸計画を基に策定した昭和54年度業務計画の推進と成果の向上に努力した。

昭和53年度に実施した第10回放射線シンポジウム「医療被曝とその対策」については、その成果を報文集「NIRS-M-30」にまとめ刊行した。また第6回放射線環境セミナー「放射性物質による陸圏の汚染と線量推定の諸問題」についても報文集「NIRS-M-31」にまとめ刊行した。

特別研究「サイクロトロンによる医学利用に関する調査研究」は昭和51年度から3カ年の計画をもって実施したが、53年度に予期した成果を得て終了したので、最終報告書「NIRS-M-31」にまとめて刊行した。

人事面では、飯田博美養成訓練部長が4月15日退官され、安本正義養成訓練部主任研究官が昇任した。

## 研究業務

### 1. 特別研究

特別研究としては、関係各々が特色を活かし総合性を発揮して次の3課題を実施した。

1) 低レベル放射線の人体に対する危険度の推定に関する調査研究

本調査研究は昭和48年度を初年度として、ほぼ10カ年の長期計画で着手したもので、前年度に引き続き環境放射線による低線量及び低線量率被曝の人体に対する身体的、遺伝的危険度を推定し、一般公衆の放射線防護のた

めの総合評価に資することを目的とし実施しているものである。

当面、低線量及び低線量率被曝の人に対する放射線障害の危険度を推定するうえで重要な晩発性の身体的影響及び遺伝的影響ならびに被曝様式の特異性からみて、とくに内部被曝の障害評価の三つの研究分野に分けて以下の研究課題を設定し、それぞれグループを編成して実施した。

- (1) 放射線による晩発障害の危険度の推定に関する調査研究
- (2) 放射線による遺伝障害の危険度の推定に関する調査研究
- (3) 内部被曝の障害評価に関する調査研究
- 2) 原子力施設等に起因する環境放射線被曝に関する調査研究

本調査研究は、昭和48年度から昭和52年度までの特別研究「環境放射線による被曝線量の推定に関する調査研究」の研究成果を基礎として昭和53年度から5カ年計画で着手したもので、原子力施設等から環境中に放出された放射性物質が人体にいたるまでの一連の挙動と体内での代謝機構を総合的に把握するとともに、人体の環境放射線による被曝線量の測定、解析等の調査研究を推進し、一般公衆に対する環境放射線の影響評価と環境放射線被曝の低減に資するため実施しているものである。

本年度は、従来の研究成果をふまえて前年度に引き続き放射性物質の環境中における挙動、モニタリング、体内代謝及び被曝線量の測定に関する調査研究により、原子力施設等から環境中に放出された放射性物質による人体の被曝の機構等を究明するため、以下の研究グループに分けて実施した。

- (1) 放射性物質の環境中における挙動に関する調査研究グループ
- (2) 放射性物質の体内代謝に関する調査研究グループ
- (3) 環境放射線による臓器吸収線量の測定並びに評価に関する調査研究グループ
- (4) 低レベル環境放射線モニタリングに関する調査研究グループ

### 3) 粒子加速器の医学利用に関する調査研究

本調査研究は、昭和51年度から昭和53年度までの特別研究「サイクロトロン」の医学利用に関する調査研究」の研究成果を基盤として、長期的展望のもとに本年度から5カ年計画で着手したもので、これは引き続きサイクロトロンによる速中性子線治療の改善、陽子線治療の本格化、短寿命 RI 診断の利用等の一層の推進を図るとともに、さらに新たな粒子線治療について基礎的、臨床的研究を所内外の研究者等の協力により総合的かつ効果的に推進し、悪性腫瘍等の診療研究の発展に寄与することを目的としている。

本年度は、本調査研究の初年度に当たり従来の研究成果をふまえて、速中性子線による診断、治療の基礎的研究並びにサイクロトロンによる生産核種の診断利用及び診断機器の開発を強力に推進するため、以下の研究グループを編成し実施した。

- (1) 粒子線治療に関する基礎的、臨床的研究グループ
- (2) 粒子加速器による RI の生産及びその医学利用に関する研究グループ

## 2. 指定研究

指定研究は、経常研究において実績を有し将来の発展が予想される課題、または緊急に着手、推進すべき課題を選定し、本研究所における調査研究の充実に資する目的で実施するもので、本年度は次の課題を実施した。

- (1) トリチウム生物効果解析のための基礎的研究
- (2) 白血球幹細胞増殖因子の精製
- (3) 人癌の成長動態と放射線、抗癌剤の抗腫瘍効果の研究

## 3. 経常研究

経常研究は、本研究所の研究活動の源泉であるとともに基盤をなすもので、高度の学問的水準の維持向上を目的とし実施しているものである。

本年度は後述するような広汎な研究活動を展開して、12研究部において66課題、技術部、病院部において10課題を実施した。

## 4. 放射能調査

本研究所においては、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爆発実験等に伴う放射性降下物による環境放射能レベルの調査及び解析研究、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を実施した。その他

委託業務として、放射能調査結果の評価に関する基礎調査を実施した。

## 5) 実態調査

本研究所における実態調査は、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行うもので、その成果を活用して調査研究の促進を図っている。

前年度に引続き、1)ビキニ被災者の定期的追跡調査、2)国民線量の推定調査、3)トロトラスト被投与者の被曝線量の推定調査の3課題を実施した。

## 6. 外来研究員

本研究所においては、所外の関連専門研究者を招き、その協力を得て相互知見の交流と研究成果の一層の向上を図るため外来研究員の参加を得ることとしている。

本年度は以下に掲げる8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、これを実施した。

- (1) クレオソームの構造に関する研究
- (2) ゲッ歯類胚の初期発生に対する放射線の影響に関する研究
- (3) 有害金属の排泄除去に関する錯体化学的研究
- (4) 居住環境におけるラドン並びにその娘核種濃度測定法の研究
- (5) 骨髄の全分化能幹細胞の本態とその白血病との関連性に関する研究
- (6) 霊長類の病原腸内細菌叢の検索に関する研究
- (7) サイクロトロン製造放射性薬剤の臨床応用研究
- (8) 微量金属元素の魚類への濃縮性に関する研究

## 7. 受託研究

受託研究については、本研究所の所掌業務の範囲内において、所外の機関から調査研究を委託された場合に、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で受託実施するもので、本年度は次の2課題について実施した。

- (1) 魚卵発生に対する放射性核種の影響（原子力安全研究協会）
- (2) 放射能クリティカル経路に関する調査研究（動力炉・核燃料開発事業団）

## 技 術 支 援

技術部門では特に変電、ボイラー、空調等基本施設の円滑な保守・管理、老朽化の進んでいる施設の設備の補強に努め一方、内部被曝実験棟建設に伴う関連業務にあたった。共同実験施設においては機器に関しては、各研

究部門の要望に応え各種機器、装置の計画的な導入を行うとともに、更新、整備等の効率的な運用を行った。

データ処理業務では、電算機の円滑な運用に留意しつつ、研究者への技術支援と指導を行った。研究面では、病歴管理及び医用画像処理に関する研究を続行した。また次期電算機導入に関する調査及び診療情報システムの一層の推進を図った。

放射線安全管理部門では、関係法規に基づく各種申請事務、個人被曝管理、放射線作業者の健康管理、放射線安全管理、放射性廃棄物処理等の経常業務の推進を図ったほか、RIを含む有機溶媒、動物死体及び固体廃棄物等、低レベル液体を除く廃棄物の所内処理の可能性とその装置について技術的検討を行った。

なお、新廃棄物処理棟の完成に伴って、旧廃棄物処理棟の効率的な運用を図った。

動植物管理部門では、各種の研究に必要な系統の実験動植物の生産、管理に努めるとともに、動物衛生、検疫業務を促進した、また本研究所独自のウイルス検査を実施した。一方既存施設の老朽化対策に万全を期するとともに、晩発障害実験棟並びに霊長類実験棟の管理・運用に万全を期するための微生物学並びに病理学的観点からの実験動物に関する研究も推進させた。

霊長類実験棟の<sup>137</sup>CS照射装置の整備が完了し、本格的稼働に伴う実験動物取扱作業従事者の健康、安全衛生管理を円滑に行うための規程も定めた。

サイクロトロン管理部門の運転技術関係としては、効率的な運転保守に努めた。また70MeVの陽電子利用のための電源関係、高周波系の故障を未然に防ぐための保守体制の強化を図った。

研究業務関係では、位相安定化装置の高度化、内部ビーム位相の同時多重測定法の研究を行う一方、すでに実用化されている重イオン源の改良を重ね、長寿命化、大電流化をめざす等基礎的調査研究の推進を図った。

短寿命RI関係業務に関しては、特別研究班の協力のもとにルーチン生産並びに試験開発生産を行う一方、RI生産の効率を向上させるため、<sup>13</sup>N-アミノ酸自動合成装置を整備した。

## 養成訓練業務

原子力研究開発の進展に伴って、多くの分野において関係技術者にそれぞれ高度の専門的知識と技術を要求している。本研究所の養成訓練業務部門では、これら社会情勢の変遷に対応し、多数の優秀な人材を計画的に養成するため、本年度も数次に亘る教科課程の見直しを行うとともに研修用機器についても整備充実を図った。

なお、本年度は、放射線防護課程4回、核医学課程、RI生物学基礎医学課程、環境モニタリング技術課程、放射線緊急被ばく看護課程を各1回ずつ計8回を実施し、受講者総数は197名であった。

## 診療業務

病院部では、ビキニ被曝者、トロトラス被曝者、イリジウム事故被曝者等、放射線障害に係る患者の診療、核医学診断を必要とする各種臓器疾患患者の診療並びに放射線特に高エネルギー放射線治療の適応をもつ悪性腫瘍患者の診療を行っている。

実際の診療にあたっては、特に粒子加速器の医学利用に関する特別研究の推進に協力するとともに。施設設備の改善についても地域医療の中核病院として地域の要請に応えるため医療機器の整備充実を図るとともに施設改善工事についても努力した。

なお、緊急被曝医療についても、社会的要請に対応するため、逐次供給体制の整備するための検討を行っている。また、診療業務の円滑な遂行と効率化を図るため、前年度に引き続いて、診療特別研究として診療業務のシステム化を推進した。

## 第11回放医研シンポジウム

本年度は、昭和54年12月13日(木)、14日(金)の両日、本研究所講堂において「癌の集学的治療」をテーマに開催した。先ず第一に癌対策の現状と問題点を明らかにし、癌の発生に寄与する環境、食物、遺伝学上の要因を分析する予防に関する課題からスタートした。これは現在あらゆる機会をとらえて発癌因子に関係する報道が行われ、混乱と過度の恐怖が蔓延している状況を整理することも癌対策にとって重要と考えたからである。

現在の癌対策にとって最も大きな課題は肺癌である。日本で癌による最大の死因は胃癌であり、年間に約5万人が死亡している、死亡率も人口10万人につき約45人となっている。しかし死亡率は近年横ばいとなり死亡数も僅かではあるが減少の気配もうかがえる、これはおそらく胃癌の早期診断技術の進歩が普及し、その効果が実績として現れたものであろう。一方肺癌は、あらゆる医療技術をつくしても、その発生頻度の上昇と死亡数の急増は抑制されていない、肺癌の集学的治療こそ癌治療における最重要課題と考えて、本シンポジウムでは大きく取り上げた。ここでは、肺癌の診断治療の進歩と問題点を掘り下げ、治療に関する技術上の、また社会的システム化についても討論した。

ところで手術と放射線治療の両者がうまくかみ合って、

それが治療成績の向上に反映されている疾患に子宮頸癌がある。この傾向は厚生省の癌死亡動態上にもよく観察される、しかし乍らまだ多くの問題も残されている。例えば3期子宮頸癌の5年生存率は50数%に達しているが、更に生存成績を改善しようとすれば、解決されな

ればならない問題は多い。この種の臓器癌の治療には、よりきめの細い対応の仕方が必要と考え課題として採用了し討論を行った。

プログラムの内容は次のとおりであった。

第1日 12月13日(木)

午前

I 癌対策の現況と問題点

福 間 誠 吾 (千葉県がんセンター)

II 癌の予防

1. 環境因子の面から
2. 食物の面から
3. 遺伝学の立場から

平 山 雄 (国立がんセンター)  
 広 野 巖 (東大医科研)  
 村 田 紀 (放医研)

午後

III 肺癌の集学的治療

1. 肺癌のX線診断
2. 肺癌の内視鏡診断
3. 肺癌の病理診断
4. 肺癌治療の現況と問題点

鈴 木 明 (札幌医大)  
 池 田 茂 人 (国立がんセンター)  
 林 豊 (千大医肺癌研)

- イ 手術療法
- ロ 放射線療法
- ハ 化学療法
- ニ 免疫療法

末 舛 惠 一 (国立がんセンター)  
 網 野 三 郎 (東京医大)  
 池 上 晴 通 (大阪成人病センター)  
 小 倉 剛 (阪大医)

5. 総合討論

指定発言者

山 口 昌 (千大医肺癌研)  
 宮 本 忠 昭 (放医研)  
 吉 村 克 俊 (関東通信病院)  
 松 山 智 治 (国療松戸病院)

”  
 ”  
 ”

第2日 12月14日(金)

午前

IV 子宮頸癌の集学的治療

1. 子宮癌のスクリーニング
2. (1) 子宮頸癌治療の病理学的問題  
 (2) ” ”
3. 子宮頸癌新鮮症例治療の現況

増 淵 誠 夫 (癌研病院)  
 武 田 敏 (千大医)  
 近 江 和 夫 (国立がんセンター)

- イ 放射線療法
- ロ 手術療法

荒 居 龍 雄 (放医研)  
 笠 松 達 弘 (国立がんセンター)

4. 子宮頸癌再発、転移例の治療

- イ 放射線療法
- ロ 化学療法

河 原 よし子 (東女医大)  
 宮 本 忠 昭 (放医研)

5. 総合討論

指定発言者

新 部 英 男 (群大医)  
 平 林 光 司 (国立福山病院)

”

午後

V 癌の免疫療法

藤 本 重 義 (千大医免疫研)

VI 癌治療の新しい方法

1. 物理学的アプローチ



- イ 粒子線治療
- ロ 低速中性子捕捉療法
- ハ Cryosurgery
- 2. 生物学的アプローチ
  - イ 細胞同調
  - ロ hypoxic cell Sensitizer
  - ハ hyperthermia
  - ニ インターフェロン
- VII 癌治療の将来と社会

- 恒 元 博 (放医研)
- 嶋 中 坦 (帝京大医)
- 田 中 茂 男 (北信総合病院)
- 高 倉 公 朋 (東大医)
- 小野山 靖 人 (大阪市大医)
- 中 村 弥 (愛知県がんセンター)
- 岸 田 綱太郎 (京都府立医大)
- 梅 垣 洋一郎 (癌研病院)

## 第7回放医研環境セミナー

本年度は、昭和54年11月29日(木)、30日(金)の両日、本研究所講堂において「最近の環境における放射性ヨウ素の諸問題」をテーマに開催した。環境安全管理の立場から、放射性ヨウ素に関する研究は、原子力施設の廃棄物や事故時の飛散物による影響評価、核爆発実験に由来する放射性降下物の影響評価に役立つものとして認識されている。このことは1977年3月米国スリーマイル島原子力発電所2号炉事故に際して、ヨウ素による住民の放射線被曝線量の究明と被曝軽減化対策とが速やかに実施された事実をもっても理解されよう。

このセミナーは、環境における放射性ヨウ素による人間の被曝線量評価に必要な諸要因について、各分野の専

門家の最近の知識が紹介され、これらをもとに線量評価法の改善と今後一層推進して行く研究の重点について討議が行われた。プログラムは、ヨウ素の大気への拡散から始まり、そして土や植物への収着、動物への移行と進み、人間による摂取と体内代謝の検討を行った。モニタリングと被曝評価との関連も論じられ、対象する放射性核種はヨウ素-131ばかりでなく、核爆発実験の折に検出されるヨウ素-132、133等も含め、長期間にわたる蓄積の影響評価の見地からヨウ素-129も採り上げられた。

なお、今回は新たな試みとして海外の権威者からの寄稿による最新情報も紹介され、また、寄稿者自身の参加も得て直接の質疑討論もあった。

プログラムの内容は次のとおりであった。

第1日 11月29日(木)

午前

### I 放射性ヨウ素の環境への放出と拡散

1. 環境への放出とインベントリ
2. 大気中における拡散

- 村 田 寿 典 (日本核燃料開発)
- 坂 上 治 郎 (お茶大)

### II 放射性ヨウ素の化学形

1. 炉内で生成される化学形
2. 環境へ放出されてからの化学形

- 立 川 円 造 (原 研)
- 成 富 満 夫 (原 研)

午後

### III 放射性ヨウ素の環境から生物への移行 (1)

1. 大気から植物へ
2. 牧草から牛乳へ

- 大 桃 洋一郎 (放医研)
- 宮 本 進 (畜 試)

### IV 放射性ヨウ素の環境から生物への移行 (2)

1. 土壌から植物へ
2. (イ) 海水中における  $^{131}\text{I}$  の物理化学的形態
- (ロ) 海水から海産物へ

- 結 田 康 一 (農技研)
- 池 田 長 生 (筑波大)
- 小 柳 卓 (放医研)

### V ヨウ素の問題点と研究の重点 (海外よりのコメント)

1. 環境中におけるヨウ素について
2. モニタリングについて
3. 牛の甲状腺中の  $^{129}\text{I}$  に関する調査、及びヨウ素の再開発について

- A. Grauby (仏)
- 解説者 本 間 美 文 (放医研)
- J. H. Harley (米)
- 解説者 河 村 日 佐 男 (放医研)
- H. Glubrecht (西 独)
- 解説者 村 松 康 行 (放医研)

第2日 11月30日(金)

午前

Ⅵ 放射性ヨウ素の体内分布と代謝

- |            |               |
|------------|---------------|
| 1. 体内代謝    | 福田 信 男 (放医研)  |
| 2. 摂取と排泄   | 内 山 正 史 (放医研) |
| 3. 甲状腺への蓄積 | 田 中 義一郎 (放医研) |

Ⅶ 放射性ヨウ素による被曝評価の問題点

- |                    |               |
|--------------------|---------------|
| 1. 東海村乳幼児の食品消費実態調査 | 住 谷 みさ子 (放医研) |
| 2. 甲状腺のリスク係数       | 草 間 朋 子 (東 大) |
| 3. 線量評価の実例         | 吉 田 芳 和 (原 研) |

午後

Ⅷ 放射性ヨウ素のモニタリングと迅速測定法

- |                       |               |
|-----------------------|---------------|
| 1. モニタリングの目的, 手段      | 桂 山 幸 典 (京 大) |
| 2. ミルクマトリックス法による迅速測定法 | 鎌 田 博 (放医研)   |

Ⅸ <sup>129</sup>I について

- |                          |               |
|--------------------------|---------------|
| <sup>129</sup> I をめぐる諸問題 | 福 田 整 司 (動 燃) |
|--------------------------|---------------|

X トピックス及び総合討論

- |                              |                    |
|------------------------------|--------------------|
| トピックス 1 原子炉建屋内のヨウ素の挙動        | 安 本 正 (放医研)        |
| "          2 蛍光線による甲状腺中の生体測定 | 今 村 恵 子 (聖マリアンナ医大) |
| 話題提供者                        | 藤 田 稔 (東北大)        |
| "                            | 飯 嶋 敏 哲 (原 研)      |
| "                            | 笠 井 篤 (原 研)        |
| "                            | 河 村 正 一 (放医研)      |

海外との交流

昭和54年度も国連科学委員を始め多くの国際会議や学会, シンポジウム等への参加, 研究発表が盛んに行われ, そのための所員の派遣も数多くあった。

一方, 海外からも多数の科学者の訪問があり, 講演会

あるいは研究討論会によって相互の知見交換が行われた。特に第6回国際放射線研究会議が東京で開催され, この会議に出席した海外の科学者が多数本研究所を訪問した。所員の海外出張および来所外国人科学者の詳細については, 付録2および3表に掲載した。

## Ⅱ 調査研究業務

### 1. 特別研究

#### 1. 低レベル放射線の人体に及ぼす危険度の推定に関する調査研究

##### 概況

1. 晩発障害の研究グループの内、放射線発癌の線量効果に関する研究は C57BL, C3H, B6WF1 等の系統を用いてすすめられ、とくに白貝（物理）の協力をえて連続照射の実験が緒についた。年齢依存性の研究、とくに新生期マウスのレスポンスが詳細にしらべられた。他方、腫瘍発生の病理形態学的研究も進められている。

白血病の発症機構に関する研究は RFM, C3H 系マウスを用いて進展した。その結果、トランスホメーションと増殖の二段階に分けて研究を進めることが可能となった。白血病細胞の増殖に対する被曝個体の影響については依然として明瞭ではないが、一つの因子として副腎皮質ホルモンの関与の可能性が高い。マウスの放射線誘発白血病細胞には共通して第 2 番染色体の D 部位の欠失があることが明瞭になった。

これまで研究の続けられてきた胸腺腫の発生と H<sub>2</sub> 抗原のハプロタイプとの関連は明確な結果をうるに至らなかった。他方、細胞免疫機能の測定によって正常細胞に対する胸腺細胞の自己免疫性の獲得が知られ、そのプロモーターとしての役割が期待される。

トランスフォーム細胞の成立には損傷の固定と集落間の接触という血清依存的な二段階のあることが明らかになった。この培養細胞での研究は最近の牛胎児血清の供給不足でやむ困難な状況を迎えている。

2. 遺伝障害の研究においては、本年度 9 月霊長類照射実験棟が完成し、その後カニクイザルの移送が行われた。衛生管理、取扱者の健康安全面も充実しつつある。開発室では飼育動物の生理学的諸性状の調査を完了し、さらに照射用アイソレーターケージの試作を行った。

また染色体異常を指標とする低線量域遺伝効果の研究

も進捗し、サル、ヒトのリンパ球のガラス器内急照射では 30 ラド～5 ラドの効果までしらべられた。線量効果関係の微細構造は徐々に明らかになると同時に、バックグラウンドの染色体異常頻度の研究もその必要性を増すであろう。

他方、培養哺乳類細胞の紫外線、X線感受性株の分離が成功し、その突然変異誘発のカイネティクスが明らかになりつつある。

3. 内部被曝研究グループでは放射性元素の代謝の研究の基礎として(1)骨成長の比較動物学的研究、(2)粒子症物質 (<sup>198</sup>Au コロイド) の血中クリアランスの年齢、性依性、(3)コロイドカーボンを用いたマウスのリンパ節の形態学的観察、等が行われた。

他方、α 放射体の被曝線量評価のため、TLD 素子の体内埋め込み法による測定がなされた。また、放射性エアロゾルの吸入法の研究が進められ、レラテックス粒子のサイジング装置の開発がなされた。

内部被曝実験棟の建設に先立って解決を俟たれている放射性廃棄物の処理の基礎的研究が種々の核種 (<sup>60</sup>Co, <sup>137</sup>Cs, <sup>144</sup>Ce, <sup>85</sup>Sr) を用いて行われた。

本年度は実験棟の建設が予算化され、55年度の着工をめぐして廃棄物処理プラントの基本設計が行われた。一方、実験棟の設計の安全審査、および核燃料物質の使用施設の設計変更が承認され、棟建設の第 1 歩が踏み出された。

本年度は本生物効果特別研究の第 7 年に当るが、実験施設の整備の遅延にも拘らず研究成果は活発に諸学会に発表された。5 月、東京で開催された国際放射線研究会議では、中井、松岡はそれぞれ低線量放射線に関するシンポジウムを組織し、石原、佐渡は染色体損傷および晩発効果のシンポジウムで発表を行った。その他各メンバーによる 7 題が報告された。4 月には岡田（生理病理）はビールス学研究のため米国立癌研究所に出張した。オランダのライデン大学 (Scelens 教授) に出張していた平

井(遺伝)は霊長類の染色体異常について1年3ヶ月の研究のち帰国した。佐藤(遺伝)は細胞の修復機構の研究のため55年3月ブルックヘブン国立研究所(Setlow博士)に出張した。また中井は12月にウインで行われた「低線量放射線による染色体異常誘発効果」の協同研究(IAEA)で成果を報告した。9月、小泉(障害基礎)はハーヴェル(英)の「保健物理実務に関する高級コース」に出席、帰路独、仏、米各国のプルトニウム研究施設を視察した。

(寺島東洋三)

## (1) 放射線による晩発障害の危険度の推定に関する調査研究

### 1. 放射線発癌の機構の研究—放射線発癌に及ぼす線量効果の検討及び腫瘍の病理組織学的同定

生理病理研究部 大津裕司, 小林森, 古瀬健, 野田攸子

【目的】放射線照射によって惹起される実験動物腫瘍は、その照射線量により腫瘍発生部位、腫瘍種類、その発生頻度と時期が異なることが知られている。そこで線量と腫瘍の組織発生の時間的關係を解明するために、以下各種の線量と経時的検索とを組み合わせて実験をすすめる。

【経過】本実験は53年7月より開始され、目下継続進行中で、これまでに胸腺腫の発生が観察され、線量との相関性を有することが再確認されている。

【方法】実験には本所生産のSPF C57BL/6Jマウスを使用し、<sup>137</sup>Cs  $\gamma$ 線照射装置により50, 100, 300, 500, および700R 1回の全身照射を行い、以後無処置にて、最高25ヶ月飼育、屠殺検索する。25ヶ月までの間は12, 15, 20ヶ月屠殺群をもうけて経時的に観察する。またそれまでに死亡したマウスは可及的速やかに解剖して病理組織学的に死因の検討を行う。

【結果】これまでは700R, 500R, 300R照射群において死亡マウスが得られているが、目立つことは胸腺腫の発生である。

発生率は700R照射群では雄雌ほぼ同率の20.4%と21.3%, 500R照射群では雄9.1%, 雌10.0%, 300R照射群は雄4.8%, 雌2.6%と各群いづれも雌雄差はなく、発生頻度は線量とともに増加がみられている。また胸腺腫死亡開始時期に関しては各群とも3~4ヶ月より起っており大きな差はみられない。組織学的には各群とも大きな相異はなく、各腫瘍とも胸腺リンパ球よりやや大きく、それぞれ異型性を示した腫瘍細胞からなり、胸腺構造を破壊し、胸腺周囲脂肪組織から肺動脈外膜を通

じて肺組織内に浸潤している。一方では心のうおよび心外膜、さらに両心房筋層にも浸潤している像を示している。多くの症例では腫瘍性の胸膜症が惹起され胸水の貯溜がみられる。

その他の症例では肺炎等の感染症でたおれる個体が少数ある。今後症例を重ねて死亡例と屠殺例との所見を照合して胸腺腫の進展状態を解析していきたい。

なお現在までの死亡例および屠殺例にもその他の腫瘍発生を見い出していない。

【発表】小林, 野田, 佐藤(文), 川島, 白貝, 大津, 関, 第22回放射線影響学会, 大阪(1979.11)。

### 2. 近交系マウスの加齢性変化(Aging alteration)に関する病理学的研究 VII 低レベル放射線の加齢に及ぼす影響

技術部 山極順二, 椎名悦子

低レベル放射線の生体に対する慢性影響(晩発効果)を明らかにする為には、その生体の加齢過程(一定条件下)が明確にされなければならない。1975年以来近交系マウス(C57BL/6J, C<sub>3</sub>H/He及びCF#1/Nrs)の加齢過程を病理形態学的に捉えつつ、微生物学的背景、飼料の影響その他について種々の角度から検討を加えて来た。これらの基礎的データをえた1979年から照射実験を開始した。

【実験方法】A群(長期実験群):C<sub>3</sub>H/Heマウス(雌・雄)を生後7~8週齢時に晩発障害実験棟SPF動物室に導入し、環境への馴化を行い、生後10~11週齢時に照射(0R, 10R, 50Rならびに300R各1回)のガンマ線照射を行った。これらは斃死~頻死期まで飼育観察し、病理学的検索に供する群である。B群(経時解析実験群):C<sub>3</sub>H/Heマウス(雄)を生後7~8週齢時に晩発障害実験棟SPF動物室に導入し、環境への馴化を行い、生後10~11週齢時に照射(0R, 10R, 50Rならびに300R各1回のガンマ線照射)を行った。これらは照射後月齢(生後月齢)6(8), 10(12), 12(14), 18(20), 及び24(26)ヶ月まで各々飼育観察し、病理学的検索に供する為に安楽死される群である。即ち、B群は4亜群、5期、20ポイントとし、各線量間、日齢における比較病理学的検討に供し、老化に対する放射線影響の解析を行うのである。

【結果】54年度は上記A及びB群の内、A群については極めて部分的データの蓄積しかない。従って、B群の一部について要約する。それは、照射後6ヶ月並びに10ヶ月齢に安楽死された症例である。

照射後6ヶ月齢(生後8ヶ月齢)1.体重:各線量間に有意の差は観察されなかったが、若干300Rで軽い傾向

が見られた ( $41.8 \pm 2.4g$ )。2. ヘマトクリット値 (%) : 0R 例に比較し 50R ならびに 300R 例で 1% 前後低い値が記録された。3. 肝腫瘍 : 0R 及び 50R で 20%, 10R 及び 300R で 6.6% の発生率で観察された。4. S-GOT : 0R 例に比較して明らかに照射例 (10R, 50R, 及び 300R) で高値を示し, 50R 例で最も高かった ( $426 \pm 646$  カルメン単位)。5. 血清総タンパク : 300R 例で最も低い値が観察された ( $5.75 \pm 0.15g/dl$ )。6. A/G 比 : 300R 例で最も高く  $0.91 \pm 0.36$ , 0R 例で  $0.75 \pm 0.26$  であった。7. 精巣萎縮 : 線量依存関係が認められた。0% (0R), 26.6% (10R), 46.6% (50R) 及び 60% (300R) の発症率であった。

照射後 10ヶ月齢 (生後 12ヶ月齢) 1. 体重 : 各線量間に有意差は認められなかったが, 300R 例で若干軽く ( $39.1 \pm 4.8g$ ), 10R 例で  $42.3 \pm 2.9g$  であった。又ヘマトクリット値 (%) : 300R 例は 0R, 10R, 及び 50R に比較して 1% 前後の値 ( $37.2 \pm 1.1\%$ ) を示していた。3. 肝腫瘍 : 50R 例で最も高い発生率 (73.3%) であった。4. S-GOT : 50R 例で最も低く ( $141 \pm 103$  カルメン単位), 0R 及び 10R 例で 300単位以上を示した。5. A/G 比 : 300R 例で最も低かった ( $0.70 \pm 0.22$ )。6. 血清グルコース : 300R 例で最も高く ( $167 \pm 28mg/dl$ ), 0R 例で最も低かった ( $144 \pm 27mg/dl$ )。7. 精巣萎縮 : 300R 例で最も強く (80%), 60% (0R), 53.3% (10R) 及び 40% (50R) であった。8. 貧血 : 300R 例で最も強く (66%), 10R 例で最も弱かった (20%)。

〔考 按〕 初めに述べた如く, 今回の報告は実験の極く一部に限ってあることから, これらについて考察を加える事は困難でもあり, 差控えるべきであるが, 極く一部のデータについて若干の考察を加えると, 精巣の萎縮は照射後 6ヶ月齢においては各照射線量に依存しているごとくに見受けられた。しかしながら, 10ヶ月齢に至って 50R 例では 6ヶ月時の発症率とほとんど変りない。この事は他線量の経時的変化と比較する時, 照射 (50R) によって精子形成過程の変性と再生の量ならび質及びその速度が加齢過程とは独立して進行する様な状態が照射によってもたらされたと理解されるのかもしれない。一方 10R 例では 0R 例と同様, 当該臓器にみられる障害は極めて軽微だった。かゝる視点に立脚し最終的には加齢過程に及ぼす放射線の影響について, その病理発生を論ずることとしたい。

### 3. 各種照射様式による放射線発癌に関する研究

#### (1) 連続照射による寿命短縮に死因分析

障害基礎研究部 佐藤文昭, 川島直行, 福津久美子

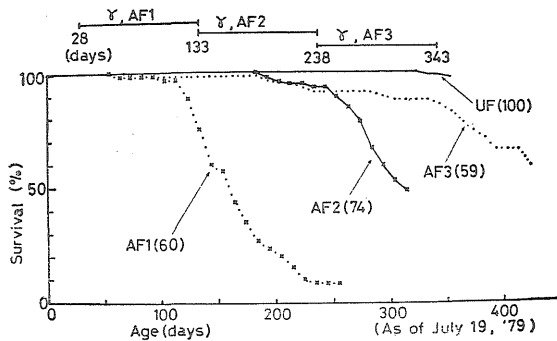
生理病理研究部 関正利, 大津裕司, 小林森, 野田攸子

物理研究部 (白貝彰宏)

〔目 的〕 障害の評価は広範な疫学的調査に基づいて行われており, 動物実験はそれに対し補完的な役割を果たしている。本研究は, 哺乳類を用いて放射線発癌の機構を明らかにすることにより, 障害の評価の基礎に寄与することを目的とする。この目的のため, マウスを用いた連続照射の実験を行う。連続照射の実験は 1 回照射の実験に比べ結果の解釈が困難であるが, 職業被曝あるいは一般公衆の被曝のモデルとして重要と考えられる。そこで, 胸腺リンパ腫が誘発されやすい幼若期を含む連続照射や, 晩発障害誘発という点では waste されるかも知れない寿命後期の連続照射などを行って, 晩発障害の発生機構解明の一助とする。

〔経 過〕 本実験は昭和 52 年度に開始された実験で昭和 53 年度に線量測定を終了し動物の飼育が開始された。

〔成 果〕 (イ) 連続照射によるマウスの寿命短縮 : マウスは 4 週齢の雌雄の C57BL/6 で, CV 条件下で飼育している。線源は 10Ci の  $^{137}Cs$  で 1 日に 22 時間照射を行っている。比較のために 1 回照射群も設けたが, この群のみ, 300Ci の  $^{60}Co$  線源を用いた。線量率は,  $37.4r$  ad/日 (高線量率),  $8.3$  rad/日 (中線量率), および  $3.0$  rad/日 (低線量率) の 3 種類である。高線量率の位置では, 4 週齢から 7.5 週間の照射をうける群 (雌 A FO 群, 雄 AMO 群), 4 週齢から 15 週間の照射をうける群 (雌 AF 1 群, 雄 AM 1 群), 19 週齢から 15 週間 (雌 AF 2 群, 雄 AM 2 群), 34 週齢から 15 週間 (雌 AF 3 群, 雄 AM 3 群), および 49 週齢から 15 週間の照射をうける群 (雌 AF 4 群, 雄 AM 4 群) を設けた。中線量率の位置には, 4 週齢から 475 日間の照射群のみが置かれており, その蓄積線量 ( $3914$  rad) は高線量率の 15 週間照射群の蓄積線量と同じにした。低線量率の位置には 4 週齢から 674 日間の照射群のみで, 蓄積線量は上記の半分の  $1979$  rad となっている。1 回照射群は, 4 週齢で  $390$  rad をうけた。この外に非照射群を設け, 雌雄については同じ実験計画とした。1 群 150~200 匹で総計約 3000 匹である。本実験に入る前に, 予備的に非照射の C57BL/6 の雌 138 匹を終生飼育した所, 平均寿命と標準誤差は  $765.2 \pm 13.5$  日であることが知られた。第 1 図に高線量率の照射をうけた雌マウスの生存曲線を示した。AF 1 と AF 2 の照射終了時の余命短縮率は, ほぼ 95% と 88% となっている。中線量率, 低線量率群の 230 日齢までの観察による中間集計では, 生存率は対照群と殆ど変らない。



第1図 雌マウスの生存曲線（高線量率群）

(ロ) 連続照射によるマウスの死因分析：AF1群，AM1群，AF2，AM2群及びAF3群，AM3群の結果を中心に記す。胸腺リンパ腫，気管支肺炎，及び脳出血の3つの病変が実験群マウスの死因の半数を占めることを認められたが，その病像は各々の実験群で大きな相異な認められなかった。そこで，これらの病変について各群の死亡数に対する頻度をみた。その結果，AF1及びAM1群では照射後約100日間90%以上が死亡し，そのうち30～40%が胸腺リンパ腫により，また10～20%が化膿性巣状気管支肺炎で，更に10～15%が脳出血によって死亡したことが判った。胸腺リンパ腫では腫瘍は100～1200mgとなり，縦隔洞組織に浸潤していた。同時に胸水を伴い，胸水中には腫瘍細胞が認められた。肺は圧迫され無気肺状態になっていた。気管支肺炎症例では，主気管支から肺胞にまで好中球を主体とした滲出物が充満し，更に気管支周囲組織や肺胞壁に著しい炎症性細胞浸潤を認めた。脳出血症例では大脳や小脳に多発性に出血巣がみられ，そこには細菌塊が認められることが多く，その他，肝，心，腎の諸臓器にも細菌塊が認められ，敗血症の状態であることが確かめられた。AF2及びAM2群では照射後80日間までに約70%が死亡した。そのうち約半数例が胸腺リンパ腫で，また20～30%が気管支肺炎で死亡していた。しかし，脳出血死亡例はAF2群に2%の少数例のみであった。次に，AF3及びAM3群では，照射後90日までの間に30～40%が死亡した。そのうち胸腺リンパ腫の発生は10～20%であるが，気管支肺炎は20～30%にみられ，脳出血はAF3群のみに4%認められた。以上の結果のまとめとしては，胸腺リンパ腫は19週齢より照射した実験群の死因の約半数を占め，かつ実験群中最も高い頻度を示した。気管支肺炎での死亡例は，各々の実験群間で大きな相異は認められなかった。脳出血症例は，4週齢より照射した実験群に発生し，他の実験群では少数の雌マウスにのみその発生を認めた。以上，連続照射実験マウスの死因は照射を受けた時期に

より差異のあることを確かめた。

〔研究発表〕

- 1) 白貝，佐藤，川島，小林，大津，関，丸山：J. Radiat. Res. 21. 118 (1980)
- 2) 茅野，佐藤，佐々木：第6回国際放射線研究会議，東京 (1975. 5)
- 3) 小林，野田，佐藤，川島，白貝，大津，関：日本放射線影響学会第22回大会，大阪 (1979. 11)
- 4) 佐藤，川島，関，大津，小林，野田，丸山，白貝：日本放射線影響学会 第22回大会，大阪 (1979. 11)
- 5) 佐藤，樋口：J. Radiat. Res. 20. 284 (1979)
- 6) 佐藤，樋口：第6回国際放射線研究会議，東京 (1979. 5)
- 7) 樋口，佐藤：応用統計シンポジウム，東京 (1979. 11)

(2) 発育期の放射線照射による発癌

障害基礎研究部 佐々木俊作，佐藤文昭，川島直行，福津久美子

〔目的〕本研究はマウスを用いる動物実験により，放射線発癌に関する感受性の age-dependency を明らかにすること，ならびに発育期（胎生期から幼若期まで）の照射による発癌の特徴を明らかにすることを目的とする。

〔経過〕上記の目的を達成するために，前年度にひき続き，照射時の齢と線量による腫瘍発生スペクトル（種類，頻度，発生時期）の変化について検討している。54年度は，B6WF<sub>1</sub> マウスの新生期（出生当日）に照射した群の疾病分析が完了し，線量と発生率との間の関係についてのデータが得られた。

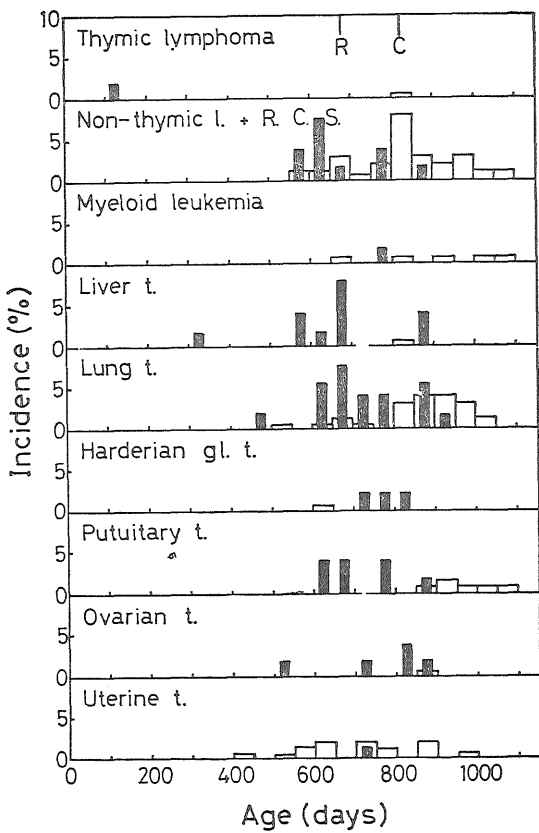
〔経過と考察〕雌雄の B6WF<sub>1</sub> マウスの新生期に X 線を 200，400，または 600 R 照射し全個体の死亡まで飼育して，各群の腫瘍発生スペクトルを得た。雌における腫瘍発生スペクトルを第1図～第3図に示す。これらの図には高頻度に発生した腫瘍の齢別発生率（50日間隔）を，照射群と対照群を対比して示した。最上段の C と R の記号は，それぞれ対照群と照射群の平均寿命を表わす。累積発生率と線量の関係については，線量に比例する関係（以下線量直比例型という）および線量の二乗に比例する関係（線量二乗型）に適合するかどうかを検定された。第1表にその結果をまとめた。

結果の要点を腫瘍ごとに述べる。(1)胸腺性リンパ腫：発生時期は他の腫瘍に比べて著しく早い。線量直比例型線量効果関係は雌雄共に棄却された。線量二乗型線量効果関係に適合することが明らかとなった。但し雌の場合は，線量の三乗に比例するというモデルに非常によく合

第1表 新生期の B6WF<sub>1</sub> マウスへの X線照射による胸腺性リンパ腫, 肝腫瘍, 下垂体腫瘍の誘発に関する線量効果関係。

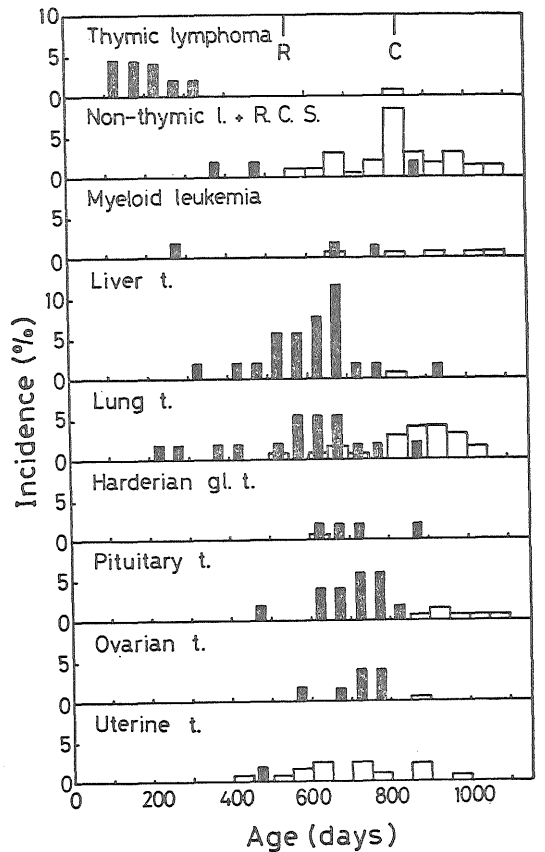
腫瘍	性	線量範囲	関係式	χ <sup>2</sup> 検定
胸腺性リンパ腫	雌	0~600 R	$y=0.8+(5.99 \times 10^{-2}) \cdot X$	P<0.01
			$y=0.8+(1.21 \times 10^{-4}) \cdot X^2$	P>0.10
			$y=0.8+(2.20 \times 10^{-7}) \cdot X^3$	P>0.90
胸腺性リンパ腫	雄	0~600 R	$y=(5.77 \times 10^{-2}) \cdot X$	P<0.02
			$y=(1.14 \times 10^{-4}) \cdot X^2$	P>0.50
肝腫瘍	雌	0~400 R	$y=0.8+(1.23 \times 10^{-1}) \cdot X$	P>0.30
			$y=0.8+(3.32 \times 10^{-4}) \cdot X^2$	P>0.20
肝腫瘍	雄	0~400 R	$y=7.1+(1.86 \times 10^{-1}) \cdot X$	P>0.30
			$y=7.1+(5.03 \times 10^{-4}) \cdot X^2$	P>0.20
下垂体腫瘍	雌	0~400 R	$y=4.7+(5.74 \times 10^{-2}) \cdot X$	P>0.70
			$y=4.7+(1.55 \times 10^{-4}) \cdot X^2$	P>0.30

y: 発生率 (%) X: 線量 (R)



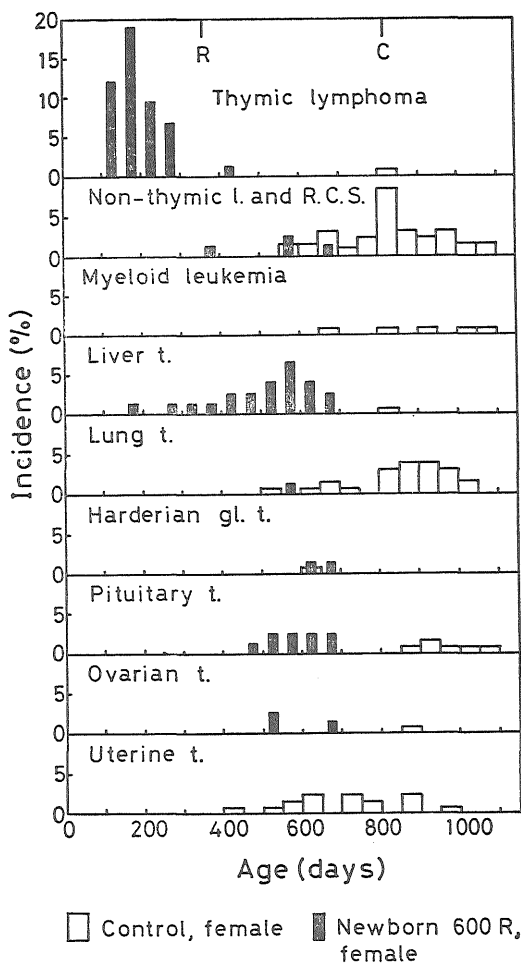
□ Control, female ■ Newborn 200R female

第1図 新生期に X線を 200 R照射された B6WF<sub>1</sub> 雌マウスにおける腫瘍発生スペクトル。



□ Control, female ■ Newborn 400R female

第2図 新生期に X線をを 400 R照射された B6WF<sub>1</sub> 雌マウスにおける腫瘍発生スペクトル。



第3図 新生期にX線を600R照射されたB6WF<sub>1</sub>雌マウスにおける腫瘍発生スペクトル。

ら。(2)非胸腺型リンパと細網肉腫：発生率は線量の増加につれて減少した。この減少は、照射による新たな誘発が起らず、かつ潜伏期が短縮しないと仮定すれば十分に説明できることが証明された。照射群においては、自然発生する潜在的腫瘍は存在するが、寿命短縮のためにこれが発現されずに終るということになる。(3)骨髄性白血病：新生期の照射によっては発生率は増加しなかった。(4)肝腫瘍：新生期のマウスは肝腫瘍の誘発に関して高感受性であることが明らかとなった。齢別発生率のデータは、発生時期は線量に依存して早期に移行することを強く示唆している。発生率は400R照射群において最高値となり、600照射群ではこれを下回った。0~400Rの範囲において、線量直比例型および線量二乗型の線量効果関係のいずれも棄却できず、両者の適合度はほぼ等しかった。一方、個体当りの肝腫瘍数についての線量効果関

係は線量二乗型によく適合した。(5)肺腫瘍：200Rおよび400Rでの発生率は不変またはやや増加の傾向を示し、雌の400R照射群では有意の増加が認められた。ところが、600Rに線量が増加すると発生率は顕著に減少した。この減少も、潜在的腫瘍の発現のためには寿命が短かすぎるのが主因と考えられる。(6)Harderian腺腫瘍：一部のグループにおいて有意差のある増加が認められたが、その増加は僅かであった。(7)下垂体腫瘍：雌のみにおいて照射による発生率増加が認められた。発生率のピークは400R照射群にあり、24%に達した。0~400Rの範囲の線量効果関係は線量直比例型によく合ったが、線量二乗型も棄却できなかった。この腫瘍は対照群において最も遅く発生する腫瘍である。この他の腫瘍については割愛する。照射によりひき起された潜在的腫瘍が全面的に発現されるのは胸腺性リンパ腫の場合のみと考えられ、線量効果関係は線量二乗型であった。その他の場合には発現されずに終るものが、高線量側において多いであろう。もし潜在的腫瘍の全てが発現される条件が与えられるならば、肝腫瘍や下垂体腫瘍についての線量効果関係も線量二乗型によく合うようになるであろうと予想される。この点は将来実証する必要がある。

#### 〔研究発表〕

- (1) 佐々木, 春日, 佐藤, 川島：日本一スエーデン放射線発癌セミナー, 京都 (1980. 1)
- (2) 佐々木, 春日, 佐藤, 川島：日本放射線影響学会第22回大会, 大阪 (1979. 11)

#### 4. X線によって誘発される細胞トランスフォーメーションの線量効果率と血清の影響

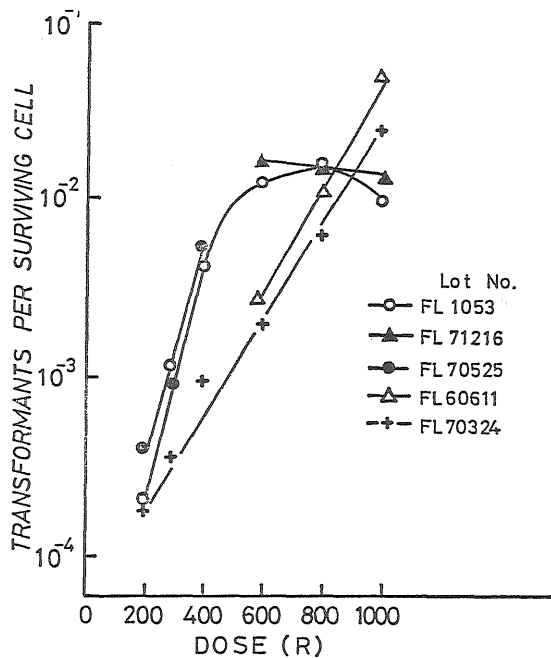
生理病理研究部 岡田安弘, 渡部都雄

C3H マウス胎児由来の10T<sub>1/2</sub>細胞にX線照射を行うと線量に対応した頻度でトランスフォーメーションのフォーカスが発現することはよく知られている。このトランスフォーメーションの線量効果率曲線は、TerzaghiとLittle (1976) およびHanとElkind (1979) によって報告されたように数百ラドまで線量の増加と共に直線的に増加しその後プラトーに達するものの他に、使用した血清によっては1000ラド近くまで低率ながら増加し続ける場合もあることが最近の我われの研究によって明らかになった。また前者の型の場合、フォーカスはコロニーとコロニーの接触部位から発達し始め (Type J), 後者の場合にはコロニーとコロニーが接触するとまもなく一方のコロニーの全域がフォーカスになるもの (Type T) と Type J との混合であることもわかった。これらの知見は昨年度の年報において予備的に報告したが、その後確定的な集計を終えたので改めて報告することにし



Table 1. Frequency of two modes of appearance of transformed foci

Serum Lot No.	Dose (R)	No. of colonies observed	No. of foci		A A+B
			Type J (A)	Type T (B)	
FL-70525	600	217	11	0	1.00
	1000	205	6	0	1.00
FL-60611	600	315	10	8	0.56
	1000	148	6	8	0.43
FL-70324	600	414	17	10	0.63

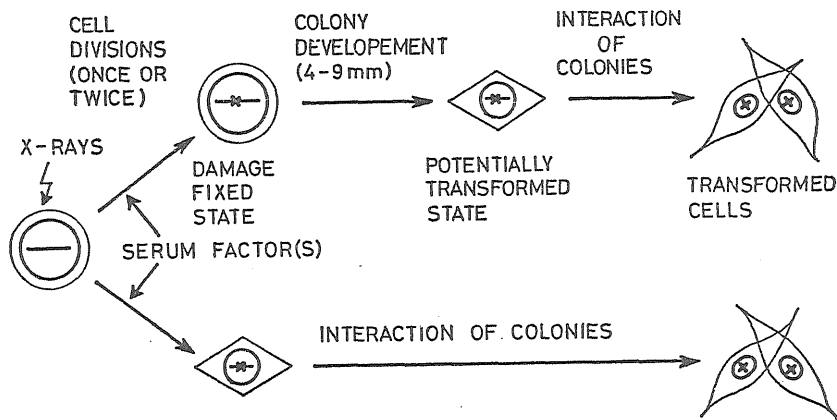


第1図

た。

増殖のプラトー期にある  $10T/1/2$ 細胞を 200 kVp X 線 (103 R/分) で照射した後トリプシン処理を行い単離した細胞を新しいディッシュに移植し (200~400生存細胞/100mm ディッシュ) Eagle's Basal Medium で培養した。使用した血清はフローラボラトリーの牛胎児血清 (非働化) でロット番号は 1053, 70525, 71216, 60611, および 70324 であった。

第1図にこれら血清毎にえられたトランスフォーメーションの線量効果率曲線を示す。昨年度報告したようにロット番号 1053, 70525 および 71216 の血清を使用した場合の線量効果率曲線は二相性で Terzaghi と Little のそれとほぼ一致している。これに対し、ロット番号 60611 および 70324 を使用した場合は 1000 R 近くまで直線的に増加した。次に二相性曲線を生じる血清としてロット番号 70525 を、単相性曲線を生じる血清としてロット番号 60611 および 70324 を使用してフォーカス出現状態の違いを調べた。結果を第一表に示す。この表から明らかなように、ロット番号 70525 では Type J のフォーカスしかみられなかったのに対しロット番号 60611 および 70324 では Type J と Type T がほぼ同



第2図

じ割合でみられた。しかし我われの使用した範囲内では Type T しか生じない血清はみられなかった。

以上の事実からフォーカスの出現の仕方には少なくとも二種類あり、その何れが出現するかは血清に依存することが明らかである。またフォーカス出現の仕方の違いは同時に線量効果率の違いと相関していることも明らかである。

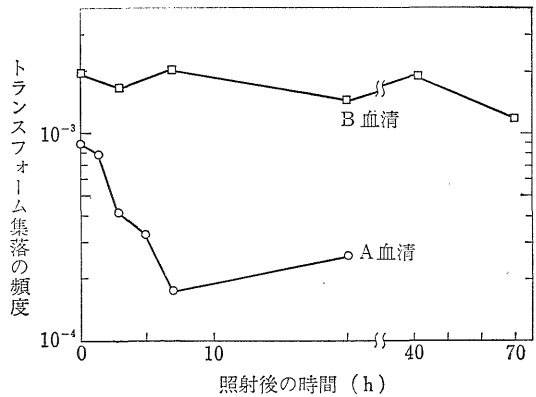
これまでに得た我われの知見を中心としてトランスフォーメーション生成機構を考察してみると第2図の模式図のようになる。すなわちX線照射を受けた細胞には多種類の傷害が生じるが、そのあるものはそのまま固定されるものは完全に修復され、またあるものは誤修復される。これらの過程は少なくとも1ないし2回の細胞分裂時間以内に起こり、この間に将来トランスフォーマントになるような障害を固定した細胞は血清によって異なったトランスフォーメーション発現過程をたどる。すなわちロット番号70525のような場合には傷害を固定したままの状態でも何回かの分裂増殖を行った後潜在性トランスフォーマントになり、他のコロニーと接触するとトランスフォーマントに転換して異常増殖を開始する。一方ロット番号60611および70324のような場合には前述の過程の他に傷害が固定された時に潜在性トランスフォーマントになりそのまま増殖を続け他のコロニーと接触するとそのコロニー全体がトランスフォーマントになると考えられる過程の両方が生じる。そして血清内に含まれる何らかの因子がこの傷害の固定および出現の仕方に強く関与していると推定される。

### 5. X線による正常細胞のトランスフォーメーションに関する研究

生理病理研究部 安川美恵子, 崎山比早子  
科学研究官 寺島東洋三

C3H マウス由来の 10T1/2 細胞はその密度が飽和すると増殖を停止する。このプラトー期に 372rad を照射し、経時的にトリプシン分散を行い、低い密度で細胞を移植し、8週間の培養の後に出現するフォーカスをトランスフォーメーション細胞の集落として計数を行った。

第1図に示すように、トランスフォーム (Tf) 損傷は血清によって二つの異なる経過となる。血清 A (Lot 70324) では Tf 頻度からみた Tf 損傷は照射後7時間あたり20%まで減少し、以後おおむね定常状態に達する。これに対し、血清 B (Lot 71216) では Tf 頻度は全く減少せず、Tf 損傷は70時間にかたって維持される。これから次のことが推論される。(1)使用した血清に Tf 損傷を維持する因子、あるいは不活化する因子がある。(2) Tf 損傷は7時間以内で固定される。



第1図

照射後6時間B血清でインキュベートすると、その後15時間にわたりA血清で培養してもTf頻度はB血清に20時間インキュベートした場合と同じであった。これは損傷が6時間ですでに固定されていたことを示唆する。細胞はプラトー期であり、照射後も増殖することはないので、この損傷固定は修復過程と関連しているかもしれない。つまり、修復され残されたもの、あるいは/および誤り修復されたものがトランスフォーメーションの初発となると考えられる。

### 6. 放射線発がん要因の免疫学的並びに遺伝学的解析 生理病理研究部 佐渡敏彦, 武藤正弘, 神作仁子, 久保えい子, 相沢志郎, 広川勝彦\*

\* 東京医科歯科大学難治疾患研究所

本研究グループでは、“生物効果”特研開始以来一貫して、発がんの内的要因の1つと考えられる免疫系に及ぼす放射線の晩発効果について精力的に研究を進めてきた。しかし、これまでの研究でこの問題にも一応の結論が得られるまでになったので、本年度からはこの研究と並行してもう1つの研究課題を加えて新しい研究の展開を期待した。これは古くから放射線発がんのモデルの1つと考えられている放射線誘発胸腺腫の発生過程における宿主の免疫学的並びに遺伝学的要因の解析を旨としたものである。本年度に得られた結果の概要は次の通りである。

#### (1) 免疫系に及ぼす放射線の晩発効果に関する基礎的研究

すでに昨年度の報告で詳しく述べたように、10~11週齢のマウスに153~612Rのγ線を全身照射した場合には、照射後短期間に線量に依存した形で免疫機能の低下が認められるが、3~6ヶ月ではほぼ完全に対照群のレベルに回復し、それ以後は免疫系の加齢がかなり進行し

た18~19ヶ月後になっても、照射群の免疫機能が対照群のそれよりも有意に低下することはないことが明らかになった。本年度は153R及び306R照射群のC3Hfマウスの50%が死亡する時期にあたる照射後21ヶ月目に各種免疫機能の検索を行ったが、これまでの結論を変えなければならないような結果は得られなかった。これらの結果は、少なくとも若年期に亜致死量の放射線に被曝したマウスについては、被曝後長期間経ってから発生する腫瘍が宿主の免疫系の機能低下によるものとする考え方を支持するものではない。

なお、本研究課題に関連しては、放射線被曝後における免疫系の回復と晩発効果の発現に及ぼす被曝時年齢の影響の問題が残されており、この問題について現在実験を継続中である。この種の実験については、すでに方法論も確立しているため、これら一連の実験が終了する昭和56年度末までには、本研究課題に関連した研究計画は完結する予定である。

(2) 放射線による胸腺腫誘発における遺伝要因の解析  
発がんの内的要因として重要なもう1つの因子として個体のもつ遺伝的背景のちがいが考えられる。特にマウスのリンパ性白血病の場合には、その発生にウイルスが関与するケースが多いことが知られており、かつウイルスに対する感受性は宿主の遺伝的背景特にH-2複合座位に含まれる免疫応答遺伝子の支配を受けていることが多いことが知られている。放射線によって誘発されるリンパ腫(特に胸腺腫)の頻度がマウスの系統によって大きく異なることはなすで春日グループの研究によって明らかで、特に同グループと協同で行ったB10系マウスを使った予備実験では、それがH-2ハプロタイプのちがいによることが強く示唆されたい(Kasuga et al, 1978a, b)。そこで、本研究グループでは、本特別研究プロジェクトの第2の研究課題として、B10系のH-2複合座位に関するcongenic系統のマウスを使って、放射線による胸腺腫誘発に及ぼす宿主のH-2ハプロタイプの寄与について本格的な実験を開始した。

まず、B10(H-2<sup>b</sup>)及びB10BR(H-2<sup>k</sup>)系の雌雄のマウスを用いて、Kaplanの方法(Kaplan, J. Nat. cancer Inst. 13, 185, 1952)にしたがって、4週齢から7週齢にかけて8日目毎に170RのX線を全身照射(合計線量は680R)後、清浄な飼育環境のもとで飼育し、毎日1回生死をチェックして、死亡個体はすべて剖検し、各種臓器の組織標本について病理学的検索を行った。その結果、用いられた照射条件では、いずれの系統のマウスでも照射終了後4ヶ月目から胸腺腫で死亡する個体が現われ始め、6ヶ月目までに50%以上の個体が死

亡し、10ヶ月目までにほとんどすべての個体が死亡することがわかった。また、これらの死亡個体の大部分(>90%)が胸腺腫によるものと診断された。現在B10A(H-2<sup>a</sup>)及びB10D2(H-2<sup>d</sup>)マウスについて同様の実験が進められている。

いずれにしても、これまで得られた結果から、用いられた実験条件のもとでは、少なくともH-2<sup>b</sup>マウスとH-2<sup>k</sup>マウスの間で放射線による胸腺腫の発生頻度に差がないことが明らかになった。これに対して、先に述べた春日グループとの協同研究では、照射様式が少し異なっていて、9週齢から12週齢にかけて上と同様の分割照射が行われており、この場合にはH-2<sup>k</sup>ハプロタイプのマウス(C3H/He, B10BR)がH-2<sup>b</sup>ハプロタイプ(C57BL/6, B10)あるいはH-2<sup>d</sup>ハプロタイプ(DBA/2, B10D2)のマウスに比してリンパ腫(主として胸腺腫)の発生頻度は有意に低いという結果が得られている。したがって、現在この点を再確認するための実験が進行中である。もし、この結果が再確認されれば、放射線誘発胸腺腫の発生におけるH-2複合座位の関与は宿主の年齢に依存したある機構を介して現われていることになり、この実験系が放射線胸腺腫の発生における宿主要因を解明するために有用なものになると考えられる。

(3) 放射線誘発胸腺腫の発生過程における宿主の免疫機能の変動及び自己反応性胸腺細胞の検索

放射線による胸腺腫の発生過程に宿主の免疫機構が如何にかかわっているかを明らかにするために、B10BR(H-2<sup>k</sup>)マウスを用いて33±3日齢から38日ごとに4回170RのX線を全身照射した後、経時的にアロ抗原に対する細胞障害性T細胞活性の変動及び正常胎児細胞に対する胸腺細胞の自己反応性を調べた。

まず、H-2抗原及びnonH-2抗原に対する細胞障害性T細胞活性についてみると、照射終了後1ヶ月ではそれぞれ対照群の20%及び6%程度であったが、2ヶ月目では35%と23%、3ヶ月目では46%と42%程度に回復した。4ヶ月目には胸腺腫による死亡個体が現われ始めた。

胸腺細胞の自己反応性を調べる実験では、<sup>3</sup>H-ウリジンで標識したB10BRマウスの胎児由来の標的細胞を96穴のフアルコン平底プレートに播き、それに照射群及び対照群の胸腺細胞を5000:1あるいは1000:1の割合で重層し、37°C、5%CO<sub>2</sub>、95%空気の条件で2日間孵置した後、胸腺細胞をおだやかに除き、残っている胎児細胞をトリプシン処理して集め、液体シンチレーションカウンターで計測して放射活性の減少により胸腺細胞による自己反応性の指標とした。このような実験によ

り、照射後1ヶ月では胸腺細胞の自己反応性はほとんど認められなかったが、2ヶ月では照射群の全個体(6/6)の胸腺細胞に高い自己反応性(胎児細胞破壊率平均70%)が認められることがわかった。3ヶ月になるとテスト個体の約半数(3/6)の胸腺細胞が自己反応性を示した。また対照群の胸腺細胞には全期間を通して非常に弱い自己反応性が認められただけである。一方、X線で誘発された胸腺腫を *in vitro* で株化して得られた B10BR 系2株及び B10系2株の胸腺腫細胞についても上と同様の方法で自己反応性を調べたが、いずれの場合にも活性は認められなかった。この結果は、放射線誘発胸腺腫の発生過程で、胸腺細胞の自己反応性が腫瘍化へのプロモーターとして働いている可能性を示唆するものと考えられる。従って、この実験系は、佐渡(1979)が第6回国際放射線研究会議の晩発効果に関するシンポジウムで提唱した、放射線発がんのプロモーターとしての自己免疫仮説を検討するための恰好の実験モデルとして、今後の研究の展開が期待される。

〔研究発表〕

- 1) 口頭発表
  - (1) 久保, 佐渡: 日本放射線影響学会第22回大会, 大阪 (1979, 11, 23~25)
  - (2) Muto, M., T. Sado, H. Kamisaku, and E. Kubo: 6th Int. Cong. Radiat. Res., Tokyo (May 13-19, 1979)
  - (3) 野呂, 佐渡, 武藤: 日本放射線影響学会第22回大会, 大阪 (1979, 11, 23~25)
  - (4) Sado, T.: Symposium on "Non-Carcinogenic Late Effects of Radiation," 6th Int. Cong. Radiat. Res., Tokyo (May 13-19, 1979)
  - (5) 佐渡: 日本基礎老化研究会第3回大会, 特別講演, 東京 (1979, 7, 20~21)
- 2) 論文
  - (1) Sado, T.: In, Radiation Research, Proc. 6th Int. Cong. Radiat. Res., (eds.) Okada, S., M. Ima-mura, T. Terasima, and H. Yamaguchi, pp. 68 8-697, Toppan Printing Co., Tokyo (1979)
  - (2) Sado, T., H. Hoshino\*, H. Kamisaku, and H. Tanooka\*: Gann 70, 755-762 (1979).

(\*国立がんセンター研究所放射線部)

7 血液幹細胞動態よりみた放射線誘発白血病発症機序の研究

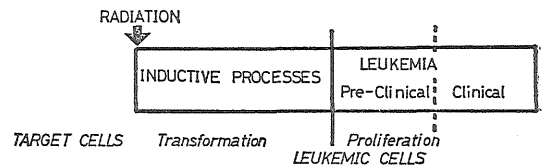
障害臨床研究部 平嶋邦猛, 別所正美, 川瀬淑子, 大谷正子  
 障害基礎研究部 早田勇

放射線被曝の晩発性効果の中、特に骨髄性白血病発症頻度の上昇が、ヒトの場合、際立っている。その実験動物の用いたモデル実験としては、1960年代の Upton らの RFM 系マウスが、現在までの所、もっとも信頼できる成績である。その後、実験血液学の進歩に伴い、血液幹細胞の定量的測定法が確立され、放射線誘発骨髄性白血病の発症機序を、幹細胞動態面より詳細に解析出来る可能性ができた。

しかしながら、この分野の研究の隘路は、放射線誘発骨髄性白血病の好発系動物である RFM 系マウスが、その繁殖率の低い事から、世界的に入手維持が、困難な点にある。

幸い、放医研においては、1959年以來、Freiburg 大学、遺伝研を経て、RFM 系マウスの系統維持が行われてきた。そこで、数年以前より、われわれは、動植課の長沢文男らの協力により、RFM 系マウスの供給をうけると共に、Upton らの成績を基礎として、新しい観点から、血液幹細胞動態を中心に、放射線誘発骨髄性白血病の発症機序を解明しようと試みている。

放射線誘発白血病の発症機序は、大別して二段階にわけて考える事が出来る。(第1図)



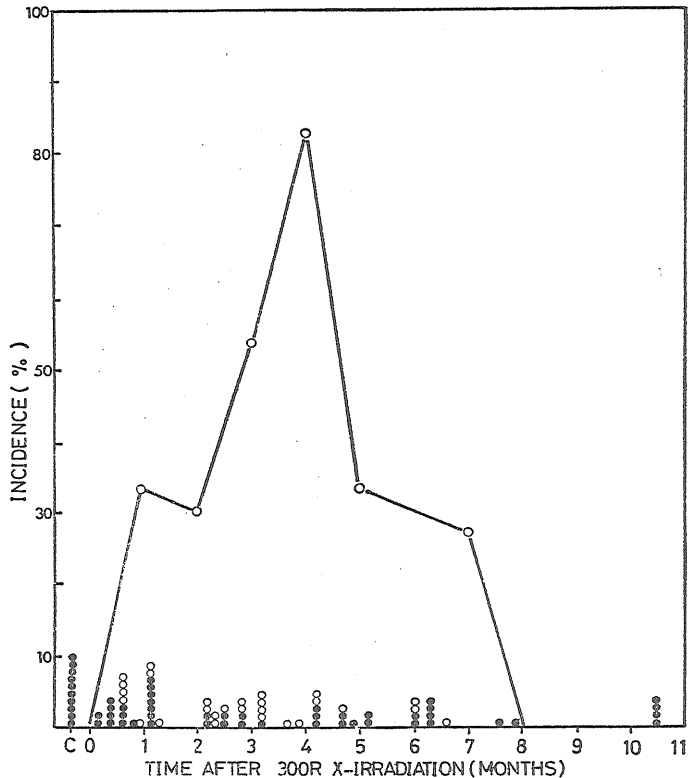
第1図 放射線誘発骨髄性白血病の発症機序(モデル図)

その第1段階は、放射線被曝により、血液幹細胞の白血病細胞化がひきおこされるステップである (leukemic transformation) 第2段階は、白血病細胞が増殖して、白血病の症状をひきおこし、遂には死に至るステップである (proliferation)

この二段階について、放射線被曝の効果がどのような影響を及ぼすかについて、解析的な研究を行ってゆく必要がある。

1) 血液幹細胞の白血病細胞化に関する研究:

前年度までの年報にも記載した通り、RFM/MsNrs 系マウス雄、生後2ヶ月の時点で全身X線一回 300R 照射によって、照射後4ヶ月より11ヶ月までの間に、24.5%の累積発症率をもって骨髄性白血病が発症した。更に、被曝後の血液幹細胞動態を検索した成績から、多分化能幹細胞 (CFUs) は、300R 照射直後の低下から30日後には、完全に照射前値に復するが、顆粒球系幹細胞 (CFUc) は、照射後の低下から、照射前値にまで回復するの



第2図 放射線被曝後(300R)白血病細胞の出現時期とその頻度  
 ○移植アッセイ法により白血病細胞の証明された個体  
 ●証明されなかった個体

に、220日を要する事が明らかになった。丁度この照射後、約8ヶ月の間に、全白血病発症マウスの83.3%が、発症する事実から、白血病発症と、顆粒球系幹細胞の被曝後の回復遅延が、密接な関連を持つ事が推定された。

そこで、次に述べる移植アッセイ法を用いて、白血病細胞化の成立時期を、さらに詳細に検討する実験を行った。

300R照射後、経時的に殺し、白血病発症の明確でなかった雄マウスの脾臓細胞  $1 \times 10^7$  ケを、300~600R全身照射をおこなった雌マウスに移植し、2~3ヶ月後に殺し、白血病発症の有無を調べた。白血病発症があれば、性染色体分析により白血病細胞の由来を検討した。その結果、明確な白血病(overt leukemia)発症のなかった個体でも、その脾細胞移植により、白血病発症をみる場合があり、その白血病細胞は、ほとんど donor 由来であった。この方法により、300R照射後、個体内に発生する白血病細胞の出現時期とその頻度を知り得るが、その成績は、まとめて、第2図に示した。

白血病細胞の被曝後の出現は、18日目以降に起こり、

7ヶ月までに終焉する。発症頻度を、照射後の月毎に表現すると、照射後1ヶ月内に33.3%、1~2ヶ月30.0%、2~3ヶ月53.8%、3~4ヶ月83.3%、4~5ヶ月33.3%、5~7月27.2%、7ヶ月以降0%となる。

特に、被曝後3~4ヶ月目では、被曝個体の83.3%の高率に、白血病細胞が証明される点と、7ヶ月以降に白血病細胞が証明されしなくなる点は、特筆に価する。

既述の顆粒球系幹細胞の被曝後の回復遅延が220日間持続する実験成績と併せ考えると、白血病細胞の発生時期(被曝後7ヶ月まで、すなわち210日間)が、幹細胞の回復遅延の時期と良く一致する事が、証明された。

幹細胞の白血病細胞化が、幹細胞の照射後の減少と、その後の再生回復過程と密接な関係にある事実を、今後の実験によって、更に詳細に検討してゆく予定である。

#### 2) 白血病細胞の増殖過程に関する研究:

幹細胞の白血病細胞化に関する放射線照射の影響は、前項に述べた通りであるが、発生した白血病細胞の増殖に関して、被曝個体内の内部環境は、正常動物よりも、増殖に好適な条件を提供するのであろうか。この点に関

しては、被曝による個体の細胞性免疫能の低下が、先づ考えられる。既報のように、われわれは、GVH mortality 実験法を用いて、300R照射後の個体の細胞性免疫能は、3ヶ月後には、完全に照射前値に回復する事を示した。この成績によると、3ヶ月以降の、白血病発症の機序を説明する事は困難となる。そこで、今回は、新たな実験法を用いて検討した。RFM系マウスに放射線照射によって発症した骨髄性白血病の白血病細胞を、継代移植しマーカー染色体を有する事を確認した後  $1 \times 10^5$  ケの白血病細胞を、300R照射後117日と257日のRFM系マウス及び対照として非照射正常マウスの尾静脈より移植し、7日後に殺して、脾臓重量を測定する事により、白血病細胞の増殖度を比較した。その結果、117日後の動物の脾重量は、 $388.5 \pm 18.4 \text{ mg}$ 、257日目では、 $381.8 \pm 37.0 \text{ mg}$ であり、何れも非照射対照マウスの  $349.3 \pm 23.6 \text{ mg}$  と有意差を見出す事は出来なかった。放射線被曝後、白血病発症頻度の高い時期（照射後117日目）、発症頻度の低下してくる時期（照射後257日目）においても、対照正常動物と比較して、被曝動物の体内環境が、白血病細胞の増殖に好適な条件を示す事実は、証明されなかったことになる。今後、古典的なUptonらの発症実験の示唆するホルモン、腸内細菌等の促進因子の関与等につき検討を重ねてゆく必要がある。

#### 〔研究発表〕

- (1) Hirashima, K., Kawase, Y., Ohtani, M. and Hayata, I.: VIth International Congress of Radiation Research. Tokyo, (1979, 5).
- (2) 平嶋, 早田: 第41回日本血液学会, 東京 (1979. 4)
- (3) 平嶋, 奈良, 別所, 早田: 第42回日本血液学会, 東京, (1980. 4)
- (4) 別所, 奈良, 平嶋, 早田, 関: 第42回日本血液学会, 東京, (1980. 4)
- (5) 大谷, 川瀬, 早田, 平嶋: 第22回日本放射線影響学会, 大阪 (1979. 11)
- (6) 平嶋: 第3回京大放生研セミナー, 京都 (1980. 1)
- (7) 平嶋: 最新医学, 34: 988~994 (1979)

#### 8. 副腎機能不全が放射線による白血病の発症に及ぼす影響

生理病理研究部 関正利, 吉田和子, 安達志津子, 西村まゆみ

#### 〔目的〕

放射線による白血病の誘発には、複雑な生体統御機構が関与しているが、その中でも特に副腎皮質ホルモンは造血系に強い影響力を持つと考えられる処から、副腎機能の状態が放射線誘発白血病にどの様に影響するかを検

索する目的で実験を継続中である。或る特定の実験条件下で白血病の発症頻度が増加することが確実となれば、これは低線量効果を推定する上で重要な知見となり得るし、又白血病を起し易い体質というものの解明に資する事大であると考えられる。

#### 〔経過〕

予備実験として、生後10週の C3H/He 系 CV 雄マウスを、メチラポンを加えを飲料水 ( $2.5 \text{ mg/ml}$ ) で12日間飼育した。6日目に32匹を300R, 10匹を500R全身照射し、その後の経過を観察した。死亡マウスは病理解剖により診断を確定した。一部のマウスは衰弱が高度となった時点で屠殺し、その脾細胞を同系マウスに移植して、診断の一助とした。

予備実験の結果、この実験系は有望と考えられたので、本格的な実験を次の様なデザインで開始した。動物は C3H/He の CV 及び SPF 雄マウスである。予備実験と同様、メチラポンを含む飼料水で飼育し、種々の線量で照射後、経過を観察中である。実験群としては、次の12群を設定した。1. 無処置対照 2. メチラポン投与のみ 3. 50R照射 4. メチラポン+50R, 5. 150R照射, 6. メチラポン+150R 7. 300R照射 8. 300R+プレドニン投与 ( $1 \text{ mg}$ , 照射直後皮下注射1回) 9. メチラポン+300R 10. メチラポン+300R+プレドニン投与 11. 500R照射 12. メチラポン+500R

各実験群はそれぞれ100匹の CV 及び SPF マウスで構成することとし、総数2400匹とした。照射は CV マウスはX線, SPF マウスはセシウム線源による $\gamma$ 線で行った。なお動物供給の関係で、各群共10~11匹のマウスより成る実験を月1回行ない、約1ケ年で全実験群の処置を完了した。現在最長の群では700日、最短の群で240日を経過している。

#### 〔成果〕

予備実験は全動物が死亡した1979年11月5日時点で終了した。最長観察期間は840日である。その間の白血病を含む腫瘍の発生頻度を第1表に示す。白血病の発症は、照射後5ヶ月より21月の間に集中し、その前後には見

第1表 予備実験における腫瘍発現頻度

疾患名	メチラポン+300R (32例)	メチラポン+500R (10例)
骨髄性白血病	10例 (31%)	2例 (20%)
リンパ腫	0	1例 (10%)
肝腫瘍	6例 (19%)	1例 (10%)
副腎皮質癌	0	1例 (10%)
乳癌	1例 (3%)	0

られなかった。骨髄性白血病は大部分が顆粒球性又は単球性であったが、赤白血病も2例認められ、中1例は経代移植可能であった。その他の腫瘍としては副腎皮質癌1例が発生した事は、メチラポン投与との関係で注目された。

本実験は現在進行中であり、現在迄の時点で総数170例の白血病の発生を見て居る。その大部分は赤白血病を含む骨髄性白血病であるが、胸腺型及び非胸腺型リンパ腫も少数発生した。たゞしブレドニン投与群では、胸腺リンパ腫の発生を見ない。

骨髄性白血病を発症したマウスは次の様な臨床症状を呈する。1. 顔がやゝ丸みを帯でる。2. 手指の色が蒼白となる(貧血)。ヘマトクリット値は20以下となる。3. 触知し得る脾腫がある。4. 体毛が逆立ち、荒い呼吸をする様になり、不活発となる。5. 体重減少は殆んど起らない。この様な症状を呈したマウスが死亡する迄の期間は、2日から1ヶ月に達するが、平均すると約2週間である。なお診断の適中率は90%以上であり、上記の症状の一部は、肺静脈血栓症の多発による肺循環不全に基づく事が、組織検査の結果明らかとなった。一部の動物は死亡前に屠殺し、脾細胞  $1 \times 10^6$  を同系雌マウスに移植したが、現在迄の処可移植率は90%以上であった。

[未発表]

9. 放射線による白血病発現機構の細胞遺伝学的研究  
—マウス骨髄性白血病にみられる第2番染色体異常における共通欠失部位について—

障害基礎研究部 早田勇, 石原隆昭, 南久松真子, 近藤真理子\* (\*研究生)

生理病理研究部 関正利, 佐渡敏彦, 吉田和子  
障害臨床研究部 平嶋邦猛, 別所正美

技術部 山極順二

本研究は、染色体異常が白血病発生に如何なる関わりを持つかを明らかにすることを窮極の目的としている。52および53年度年報において、放射線誘発マウス骨髄性白血病において第2番染色体(No. 2)の部分的欠失が高頻度の出現することを報告した。本年度は引続き放射線誘発骨髄性白血病における染色体特徴を明らかにするとともに、特にNo. 2における異常の詳細な生成機構と各例に共通している欠失部分の位置決定に主眼をおいて解析した。

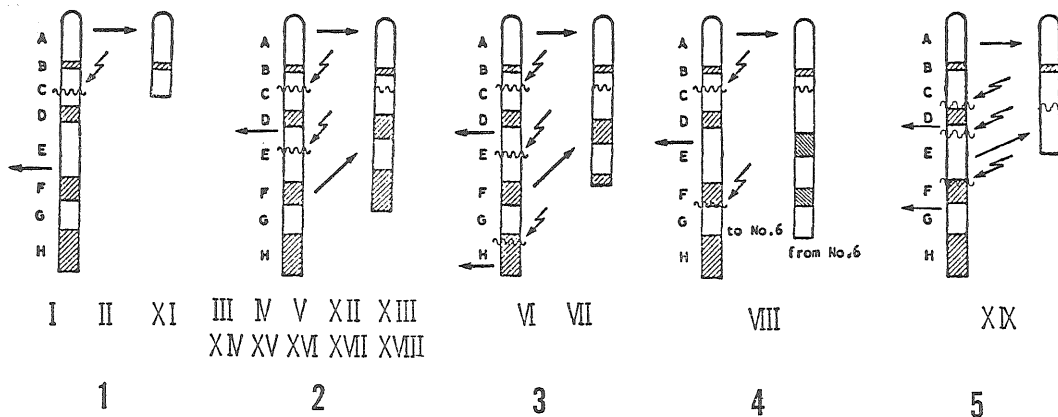
本年度までに合計40例の放射線誘発骨髄性白血病の染色体特徴が骨髄または脾臓由来の白血病細胞を用いてGおよびQバンド法により検討された。その結果、3例を除く37例(92.5%)にNo. 2の部分的欠失が認められ、前年度までの観察結果をさらに確かなものとした。表1は現在までに詳細な分析の完了している20例における異常染色体の起源についての分析結果である。第1表に明らかな如く、17例においてNo. 2における異常が認められているが、それ以外には高頻度に共通する染色体異常は存在していない。

上述の17例に認められたNo. 2の異常は分染解析による形態的特徴から第1図の模式図に示すような5タイプ

第1表 20例のマウス骨髄性白血病に見られた異常染色体の起源

CASE NO.	CHROMOSOMES																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	X	Y
I		+				++			+								+				
II		+		+																	
III		+	+						+		+			+		+	++				
IV		+	+											+			+				
V		+																			
VI		+					+			+									+		
VII		+																			
VIII		+				+															
IX			+	+						+	+	+				+					+
X													+								+
XI		+	+																		
XII		+																			
XIII		+				+										+					
XIV		+				+										+					
XV		+																			
XVI		+	+														+				+
XVII		+				+	+			+											+
XVIII		+	+		+		+		+	+	+					+					
XIX		+		+		+	+														
XX	+			+					+		+										

+ ONE HOMOLOGUE ++ BOTH HOMOLOGUES



第1図 第2番染色体部分欠失の生成機構（詳細は本文参照）

に分類することができる。最初のタイプはリジョンCの1個所で切断が生じ2分されたNo.2の端部側が単純に欠失しているもので例I, II, XIがこれに属している。第2のタイプは、例III, IV, V, XII, XIII, XIV, XV, XVI, XVII, およびXVIIIの10例と分析した過半数がこれに属しているが、このタイプはリジョンCとEの2ヶ所で切断が生じ、3分されたNo.2の中間部分が失なわれ、残った2部分が切断個所で接続しているものである。第3はVIとVIIに認められているタイプで、リジョンC, E, Hの3ヶ所に切断が起り4分割されたNo.2のうちリジョンEとHではさまれた部分が、セントロメアを持つ基部分と接続している。第4のタイプは、リジョンCとGの2ヶ所で切断が生じ、3分割されたNo.2の中間部分が失なわれ、端部分がNo.6に転座し、基部にはNo.6からの転座が認められるもので、VIIIがこれに属する。最後はIXに見出されたもので、リジョンC, E, Fの3ヶ所で切断が生じ、4分割されたNo.2のうち図の如くリジョンEのほぼ全部を含む部分が基部分に転座し、残りの部分は失なわれている。

以上の5タイプのNo.2の部分欠失は、第1のタイプのように単純欠失を示すものから第3や第5タイプのように非常に複雑な生成過程を示すものまでである。しかしこれら5タイプには共通した部分欠失があり、それは第1図で明らかなように、リジョンDとその近接した部分である。このように17例のすべてに共通した特定な欠失部分が認められることは、その部分に骨髄性白血病発現に関与する遺伝的背景の存在を予想させる。

他方、No.2の部分欠失が骨髄性白血病に特有なものであるかどうかについて、赤血白血病8例、リンパ性腫瘍23

例と比較検討したが、No.2の特定部分を含む欠失は1例も認められなかった。また、これらが放射線誘発骨髄性白血病に特有なものであるかどうかについては、放射線誘発以外の症例が得られていないので現在まだ明確にできない。

【研究発表】

- (1) Hayata, Ishihara, Hirashima, Sado, Yamagiwa: JNCI 63, 843 (1979)
- (2) Hayata, Ishihara, Hirashima, Yamagiwa: 6th Int. Cong. Rad. Res. Tokyo (1979.5)
- (3) 早田, 平嶋, 石原, 山極, 佐渡: 1979年度染色体学会年会, 広島 (1979.10)
- (4) Hayata: Japan-Sweden Seminar. Kyoto (1980.1)

(2) 放射線による遺伝障害の危険度の推定に関する調査研究

1. ヒト及びバニクイザル Go 期リンパ球における染色体異常: 低線量域における線量-効果関係

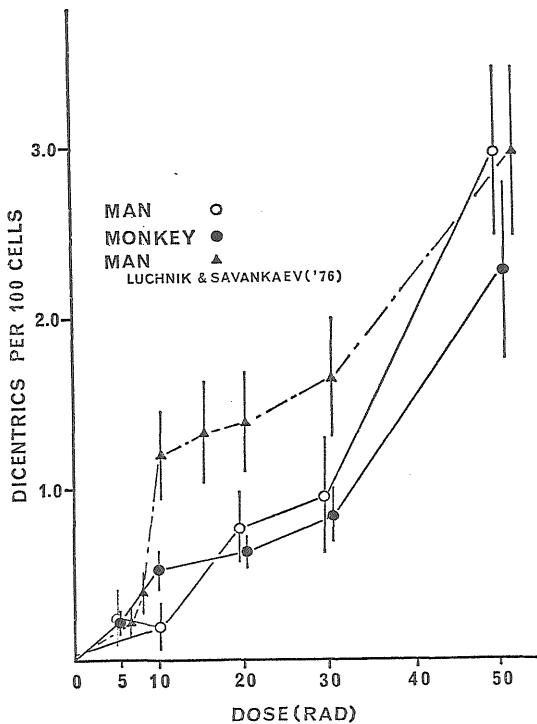
遺伝研究部 戸張巖夫, 高橋永一, 平井百樹,  
宇津木豊子, 中井斌  
技術部開発室 岡本正則

放射線のヒトに対する遺伝的リスクの推定の最も重要な問題は、低レベル放射線の遺伝的効果である。低線量域での染色体異常の出現頻度は、linear-quadratic model ( $Y = \alpha D + \beta D^2$ ) 中の単一イオン飛跡の効果、即ち  $\alpha D$  によって主に起ることが予想され、従って極めて低い線量での遺伝的リスクは  $Y = \alpha D$  から外挿される理論的予測値として考えられる。本研究は 50rad 以下の低線量域での染色体異常出現頻度が上の理論に当てはまるか否かを



第1表 Yields of chromosome aberrations in lymphocytes of man and crab-eating monkey after acute irradiation (49.6rad/min)

Species	Dose (rad)	No. of cells scored	No. of dicentrics	No. of centric rings	No. of acentrics	Dicentrics per 100 cells	Dicentrics plus centric rings per 100 cells	Acentrics per 100 cells
Man	5	908	2	0	11	0.228±0.156	0.228±0.156	1.212±0.365
	10	1012	2	0	5	0.198±0.140	0.198±0.140	0.494±0.221
	20	1571	12	1	21	0.764±0.221	0.827±0.230	1.337±0.292
	30	1432	14	3	31	0.978±0.261	1.187±0.288	2.165±0.389
	50	1317	39	3	59	2.973±0.474	3.189±0.492	4.480±0.583
Crab-eating Monkey	5	5664	12	3	43	0.212±0.091	0.265±0.068	0.759±0.116
	10	6221	33	9	67	0.531±0.092	0.675±0.104	1.077±0.132
	20	5243	32	6	87	0.610±0.108	0.725±0.118	1.659±0.178
	30	3585	30	6	82	0.837±0.153	1.004±0.167	2.287±0.253
	50	879	20	5	41	2.275±0.509	2.844±0.569	4.664±0.728



第1図

検討する目的で行った。尚本研究の結果の一部は 前年度 (NIRS-AR-21) に報告したが、その後観察細胞数も倍以上、約28000細胞に達し、より正確な結果が得られたのでここに報告する。

ヒトおよびカキイザルの末梢血を採取した後、 $\gamma$ 線の照射 (49.6rad/min) を行った。用いた線量は 5, 10, 20, 30, 50rads であった、照射血は培養混合液 (NCTC

109+血清+PHA) に分注し、37°C で48時間培養を行った。培養後、通常の方法を用いて低張処理し、固定を行い、空気乾燥法によって標本を作成した。

各線量における二動原体染色体 (Dicentrics) の出現頻度及び線量-効果関係を第1表および第1図に示す。linear-quadratic model の理論から、低線量域では直線関係、 $Y=\alpha D$  が成り立つと考えられる。高線量域での実験結果から  $\alpha/\beta$  の値はヒト及びサルで約 50~100rad の間と推定されるので、5~30rad で得られた結果から直線回帰を求めたところ、ヒトでは  $Y=-0.009+0.034D$ 、サルでは  $Y=0.199+0.022D$  が得られた。実測値が直線式に適合するか否かを t 検定を用いて調べた結果、ヒトでは良く一致する ( $t=5.22, P>0.05$ ) が、サルでは一致せず ( $t=3.77, P<0.05$ )、特に 10rad において期待値よりも有意に高い観察値が得られた。近年 Luchnik and Sevankaev (1976) はヒトリンパ球を用いて 50rad 以下の  $\gamma$  線照射実験を行い、染色体異常出現頻度と線量との関係について 10rad~30rad の間にプラトーが存在することを報告している (第1図参照)。サルに関して我々が得た結果に基づいて 10~30rad の間の回帰係数を求めたところ  $0.015\pm 0.004$  となりこの値は 0 と有意差はないことが明らかとなった。このことは少くとサルリンパ球においては Dicentrics の出現頻度と線量との間にプラトーが存在し得ることを示している。一方ヒトにおいては 20~30rad の間に同様のプラトーが存在している様であるが、観察細胞数が十分でないため、決論を出すには到らないが、細胞数を増やすことによってより正確な線量-効果関係を得ることが出来るであろう。更に低線量域における放射線誘発染色体異常の正確な頻度を推定するためには染色体異常の自然誘発率を知ること

が必要であり、今後はこの調査を行う予定である。

〔研究発表〕

(1) Tobari, E. Takahashi, M. Hirai and S. Nakai:  
6th Intl. Congr. Rad. Res. Tokyo (1979).

2. 霊長類の実験システムの開発に関する研究

技術部 岡本正則, 武田幸子

遺伝研究部 中井 斌

昭和51年度以来進められてきた霊長類実験棟の改造工事が完了し、11月よりカニクイザルの飼育管理が開始された。本年度は、急照射、長期微量照射実験を行うための準備として実験動物学的な面から基礎資料の集積、長期微量照射用のサルアイソレーターケージの試作開発および<sup>137</sup>Cs 1300 Ci 照射装置の導入を行った。

〈腸内細菌・血液検査結果〉

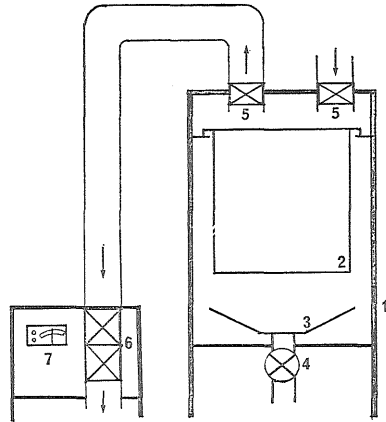
本棟飼育のカニクイザル(12頭)から分離・同定された腸内細菌は、*Klebsiella*, *Enterobacter*, *E. coli*, *Proteus*であり、サルおよびヒトに下痢を起こすと考えられる*Shigella*, *Salmonella*, 病原性大腸菌は全く分離されなかった。血液検査における諸性状値を第1表に示した。その他の検査については、全飼育ザルについてツベルクリン反応検査および寄生虫卵検査の結果は全頭陰性であった。

第1表 カニクイザル血液諸性状値

項目	測定値 (Mean ± S.E.)
R. B. C. ( $\times 10^4/\text{mm}^3$ )	656 ± 19
W. B. C ( $\times 10^2/\text{mm}^3$ )	86 ± 16
H. T. (%)	40.7 ± 0.9
GOT (KU)	63.6 ± 3.34
GPT (KU)	53.2 ± 3.65
BUN (mg/dl)	20.2 ± 1.82
Glucose (mg/dl)	47.2 ± 5.96
T. P. (g/dl)	7.14 ± 0.19
Albumin (g/dl)	3.42 ± 0.11
Globulin (g/dl)	3.70 ± 0.12

〈長期微量照射用ケージの試作開発〉

長期微量照射実験中のサルの飼育を目的としたケージは、多くの点で一般飼育用とは異なった問題がある。このために製作の際には次のような点に注意する必要がある。(1)長期間少数のサルをコロニーから隔離しケージ内で実験することに伴うサルへの健康上の問題。(2)サルとヒトとの接触(試料の採取, 飼育作業)する場合, 放射線照射に基づく不顕性の疾病発現に対し, 安全であること。(3)長期間の実験に対応し, ケージの洗浄消毒が容易にできること。これらの点を考慮し, 第1図に示した二



1 アイソレーター 3 汚物受皿 5 プレフィルタ(給排気用)  
2 ケージ 4 排水口バルブ 6 ヘパフィルタ  
7 フィルターチャンバー

第1図 長期微量照射用アイソレーターケージ略図

重構造を持った陰圧方式のアイソレーターケージを試作した。飼育管理作業は、アイソレーター内で給水(自動), 給餌, 汚物洗浄(洗浄散水管付)を行い, サルへの吸気はプレフィルタにより, また汚染された排気は全て, プレおよびヘパフィルタにより滅菌後排出される。この種の従来の型は動物用細菌感染実験に使用する目的で製作されたもので, 給気排気の滅菌方法に難点があり, アイソレーターの構造も複雑なために本実験には使用できない。今後はケージ内の散乱性の放射線の測定問題, 本装置を用いたサル飼育の予備実験, 特に動物への本条件下でのうめ込み実験による吸収線量の測定およびケージの前面の給餌器等, 付属物の材質をステンレス製から塩ビ製への転換等の問題を検討してゆく必要がある。

3. 培養細胞における放射線突然変異の線量効果関係の研究

遺伝研究部 佐藤弘毅, 塩見忠博, 塩見(稗田)尚子

放射線による遺伝障害の危険度の推定に寄与するために, 培養哺乳類細胞を用いた遺伝子突然変異の鋭敏な検出系の確立と, その系を利用した線量効果関係の解明とを目標として研究を行っている。突然変異の検出を鋭敏にするために培養細胞から放射線に高感受性になった変異株の分離を試みた。宿主細胞回復法およびレプリカ法を用いてヒトおよびマウス細胞から高感受性変異株の分

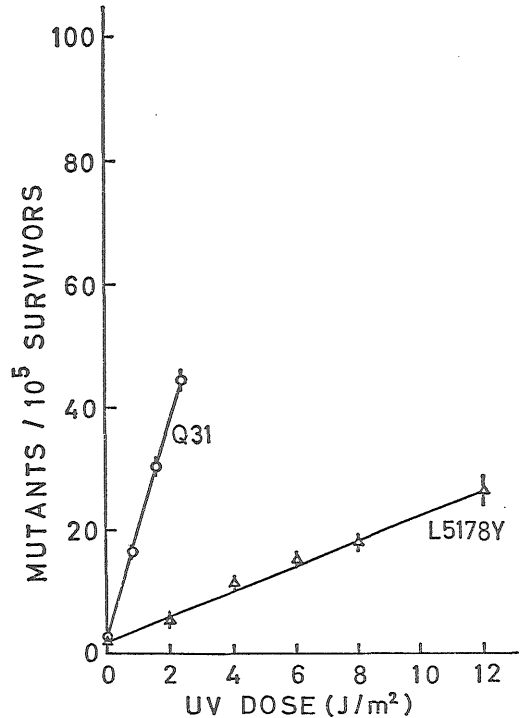
離に成功した。これらの放射線高感受性変異株ならびに野生株を利用して放射線誘発突然変異の線量効果関係を明らかにする計画であり、本年度は正確な誘発突然変異頻度の測定を可能にする条件を検討して以下の成績を得た。

(a) マウス L5178Y 細胞から紫外線高感受性変異株 Q31 を分離した。Q31 株および親株の  $D_0$  値はそれぞれ 0.7 および 3.0 J/m<sup>2</sup> であり、37% 線量はそれぞれ 0.7 および 4.8 J/m<sup>2</sup> であった。すなわち Q31 株の紫外線生存曲線は肩がほとんどなく、また親株にくらべて 4 倍強感受性が高くなっている。他方、電離放射線に対する感受性については Q31 株と親株とで差がなかった。

この変異株および親株を使用して放射線誘発突然変異の予備実験を行った。突然変異形質として 6-チオグアニン抵抗性を採用した。この形質はこれまでの研究によって非常に詳しく調べられていて、X 染色体上に位置するヒポキサンチン・グアニン・ホスホリボシル転移酵素 (HGPRT) 遺伝子の欠損と抵抗性が対応することが証明されている。HGPRT 活性を測定することによって、この遺伝子にどのような変異が生じたかを同定することができる。さらに 6-チオグアニン抵抗性を検出する場合に、繊維芽細胞では代謝協同 (薬剤感受性細胞と抵抗性細胞とが接触すると、ヌクレオチドが感受性細胞から抵抗性細胞へ移送されて抵抗性細胞が表現型としては薬剤感受性となる現象) が起こるが、リンパ系の L5178Y 細胞では起こらないことが報告されている。われわれもこの事実を親株ならびに Q31 細胞について確認した。

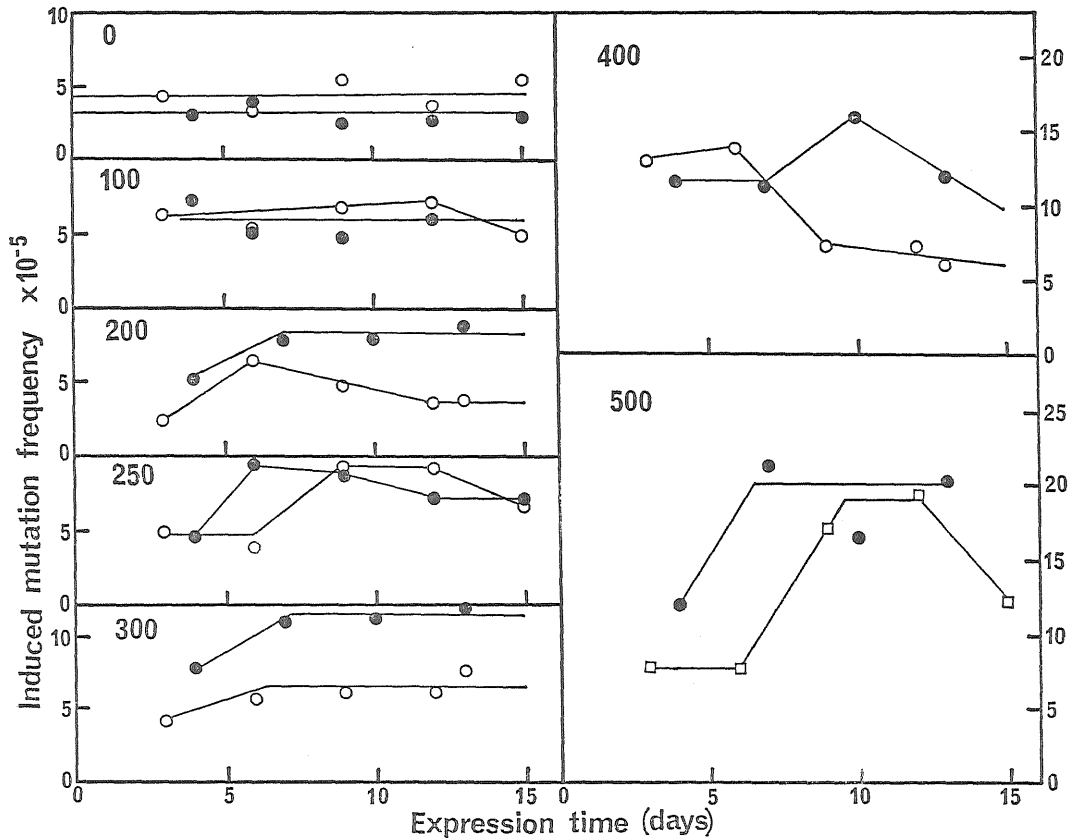
L5178Y 細胞における 6-チオグアニン抵抗性突然変異の最適形質発現時間は誘発処理後日 6-8 であるという報告があるので、Q31 細胞についても形質誘発時間を暫定的に 7 日として実験を行った。紫外線誘発突然変異について図 1 に示す成績を得た。第 1 図から明らかなように、親株 (L5178Y) に比べて Q31 細胞では同じ紫外線量によって数倍高く突然変異が誘発される。また親株では 12 J/m<sup>2</sup> まで、Q31 株では 2.4 J/m<sup>2</sup> までの範囲では線量が増すと突然変異頻度がほぼ直線的に上昇する。このことは突然変異誘発の 1 段階説と 2 段階説とに関連して非常に興味深い。ただ Q31 細胞では 2.4 J/m<sup>2</sup> 以上の線量については細胞の損傷回復に問題があると考えられるので、今後検討する。

(b) マウス L5178Y 細胞から電離放射線高感受性変異株 M10 を分離した。電離放射線に対する M10 株および親株の  $D_0$  値はそれぞれ 30 R および 100 R であり、M10 株は親株に比べ 3 倍高感受性になっていた。しかし、紫外線に対する感受性は両株の間に差が認められない。

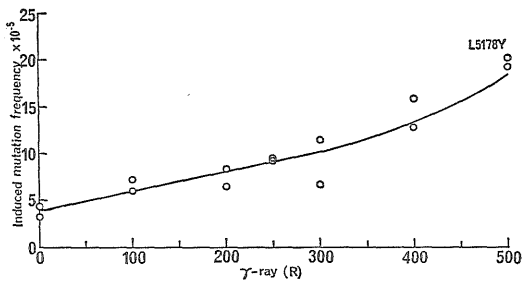


第 1 図 紫外線照射による突然変異誘発。  
Q31 細胞および L5178Y 細胞に紫外線 (0.4 J/m<sup>2</sup>/sec) を照射した後、7 日間形質発現を行わせて 6-チオグアニン (5 μg/ml) 抵抗性突然変異頻度を測定した。

この両株での電離放射線誘発突然変異頻度をより正確に測定するため培養皿当りの播種細胞数に対する突然変異収率に関する予備実験を行い結果を得た。6-チオグアニン抵抗性を突然変異形質として用いている。培養皿当たり少なくとも  $5 \times 10^5$  細胞までは突然変異体の収率に影響がなく、従来行われていた方法に比べ約 5 倍の細胞数を同一条件下で取り扱えることがわかった。したがって、標本数を増やすことも容易にでき、より精度の高い結果を得ることができる。ついで親株の L5178Y 細胞での電離放射線誘発突然変異頻度を高線量域 (100R-500R) で求めた。形質発現時間は線量により異なっているが、突然変異を最大に誘発した時間をその線量での形質発現時間とした結果を第 2, 3 図に示してある。第 3 図の線量効果曲線は、これまでに報告されている L5178Y での電離放射線誘発突然変異の線量効果曲線とほぼ一致しており、われわれの用いた方法が妥当なものであるといえる。さらにわれわれの実験系ではより多くの細胞をとり扱えるため、低線量域での親株ならびに M10 株の誘発突



第2図 突然変異誘発に及ぼす形質発現時間の影響。  
L5178Y細胞に $\gamma$ 線(62R/min)を照射し、形質発現時間を変えて6-チオグアニン(5 $\mu$ g/ml)抵抗性突然変異頻度を測定した。異なったシンボルは独立に行った実験結果を、図中の数字は線量(R)を示している。



第3図  $\gamma$ 線による突然変異誘発。  
各線量の最適形質発現時間での誘発突然変異頻度を示している。独立に行った5回の実験結果をこの図にまとめた。

突然変異頻度をより正確に推定できるであろう。

(c) ヒト羊膜由来のFL細胞から紫外線に感受性にな

った変異株を新たに二株(UVSI, UVS2)分離した。これらの変異株は親株に比べ約2~3倍紫外線に対して高感受性になっており、電離放射線に対しては、親株とほとんど差はなかった。これらの変異株と親株での誘発突然変異頻度を知るために6-チオグアニン抵抗性を指標とし突然変異についての予備実験を行った。6-チオグアニン抵抗性自然突然変異は総数 $10^8$ 個以上の細胞中一つも見出していない。この理由として親株のFL細胞では二つ以上の活性X染色体が存在するためであることが推定される。したがって、6-チオグアニン抵抗性を突然変異形質とすることは不適當であると考えられ、現在適当な指標となる突然変異形質を探索中である。

【研究発表】

- (1) Shiomi, T., and K. Sato: Somat. Cell Genet. 5, 193 (1979).
- (2) Sato, K., and N. Hieda: Int. J. Radiat. Biol.

35, 83 (1979).

- (3) Sato, K., and N. Hieda: Radiat. Res. 78, 167 (1979).

(口頭)

- (1) K. Sato and N. Hieda 6th ICRR Tokyo (1979.5)  
(2) T. Shiommi and K. Sato 6th ICRR Tokyo (1979.5)  
(3) 塩見・佐藤 第22回日本放射線影響学会, 大阪 (1979.11)

### (3) 内部被曝の障害評価に関する研究

本研究はプルトニウム (Pu) 等の超ウラン元素による内部被曝の障害評価にあたって要求される実験動物で得られたデータから人体の危険度を予測するための比較実験動物学的検討と, 体内摂取事故に対する治療的除去の基礎研究をめざすものであり, このための本格的実験棟の建設をめざしてきたが, 本年度より建設の着手が認められ, 実施設計が行われた。また, 本実験棟建設に関する核燃料等規制法に基づく変更申請も審査が今年度完了し, 更に建設通知書も提出され, 建設の法的準備もとのつた。

#### 1. 内部被曝実験研究用中型動物の整備

障害基礎研究部 松岡理, 福田俊, 飯田治三

##### a) ビーグルコロニー

生産に見合う数を実験に供給しながら, 総数は昨年度と同数を保持し, 前年度に引き続き安定した量および質的供給を目標とした種々の検討を実施した。また, ビーグル犬の質的向上および衛生管理の充実のために, 臨床検査システムの導入の検討を進めた。従来から, 繁殖・育成を行うにあたって, 生後10日齢までの死亡率が高く, 生産率低下の大きな原因となってきた。早期死亡の原因追求または予防対策を目的として, 前年度までに羊水の性状, 成分等, 血液性状の測定および出生直後の保温々度等の検討を進めてきた。これらの検討から, 適正な保温々度が出生直後  $32 \pm 2^\circ\text{C}$  であること, 低温 ( $8 \sim 10^\circ\text{C}$ ) の曝露実験から新生子が非常に低温に対して感受性が高く, 体温の制御が未発達であることが確かめられた。この結果にもとづいて, 帝王切開例を含む5産について保温器内での全くのまたは部分的な人工哺育を試み, 前年度よりもより安定した結果を得た。しかしながら, 栄養管理面における検討が未だ不足しており, 総合的な検討結果は得られていない。質的管理の向上を目標として臨床検査システムの充実を計っているが, 年度末にオートアナライザーが導入され, 現在臨床酵素を中心に測定が開始されている。本装置は小動物の基礎データ, 実験にも十分に用いられ, 成果を得ている。55年度にはさらに

臨床検査の項目が増える予定であることから, より一層の充実が期待される。

##### b) サルコロニー

前年度にひきつづき衛生管理の検査下でケージ内繁殖が行われている。本年度は本施設で生産されたアカゲザルとカニクイザルとの雑種1代の性成熟を待つ期間にあてられた。雌の初発情はすでに認められているが, 雄の性成熟が十分に達してから, 次世代の繁殖を進める予定である。衛生管理上, 問題とすべき事は全くなかった。

#### [研究発表]

- (1) 福田俊, 渡辺峰久: 第27回実験動物学, 1980. 2  
(2) Fukuda, S. and Matsuoka, O. Jpn. J. vet. Sci., 41, 413~415 (1979)

#### 2. 放射性核種の代謝に関する比較動物学的研究

##### a) 骨の成長に関する比較実験動物学的研究

障害基礎研究部 松岡理, 福田俊

#### [研究目的]

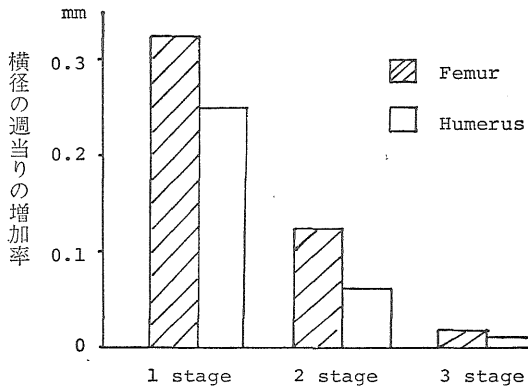
放射性核種とくに骨親和性核種による人体の障害評価のために, 動物実験の結果をヒトへ外挿することが必要であるが, 従来の実験結果はかなりのばらつきがみられる。その原因究明の手段として, あらゆる角度から慎重な検討が必要である。とくに多種の実験動物を使用することによって人体での評価を外挿するためには, それら実験動物の骨の成長に関する比較が前提として必要である。前年度まで, 四肢の各長骨の長さおよび骨端核の骨化過程の観点から, 成長パターンは各動物に共通していることおよびそれらのパターンは3つの生物学的なステージからなることを明らかにした。しかしながら, マウス, ラット, とくにラットにおいて骨の成長はイヌサル等とことなり, 長期間にわたって極めて緩徐であるが成長が認められた。そこで, ラットの骨に関する modeling および remodeling に関する検討を開始した。更に, 前年度の動物種に加えてウサギの骨成長についても検討した。

#### [実験材料および方法]

対象とした動物は Wister rat 270頭, およびウサギ49頭である。ラットに関しては成長に伴う大腿骨および上腕骨の縦断面における中心の横径の変化を計測した。ウサギに関しては, 四肢骨をX線撮影し, すでに報告した他の動物の場合と全く同様に骨化過程を大和田, Sutow の評価基準に従って評価し, 今迄の検討結果と比較した。

#### [結果および考察]

ラットにおける上腕骨, 大腿骨の横径は第1図に示すように, 前年度に分類した3つのステージごとに, それ



第1図 ラットの骨の各ステージにおける横径の増加率

それぞれのステージにおける一週当りの増加率を検討した。第1図に示す如く第1ステージ(0-4週令)では雌雄ともに大腿骨で0.325mm/week, 上腕骨で0.250mm/weekの割合で増加がみられた。第2ステージ(5-13週令)ではそれぞれ0.125, 0.062mm/weekであった。第3ステージ(13週令以上)では0.017, 0.013mm/weekで、第2ステージで雌雄差がみられ、雄の増加率の方が大きかった。

上記の測定結果から、第1ステージでは modeling の速度を、第2ステージでは modeling および remodeling の両者が、第3ステージでは remodeling の結果が表わされているものと推察された。このことから、ラットにおいては縦方向だけでなく横方向においても長期間にわたって増加がみられること、そしてこのことはラットの大きな特徴であり、骨親和性核種の代謝に関するラットの特異な態度に関連するものとして、さらに今後検討していく予定である。

ウサギの四肢長骨の成長に関しては、1日令においてすでに13部位のうち5部位に骨端核の出現がみられた。一方、骨端核の融合時期は完全ではないが1~1.5歳令であった。

ウサギの骨成長に関しては生後1日令で出現が認められたことはマウス、ラット等と大きくことなり、一方、融合に関しては、1.5才においても不完全融合が認められ、マウス、ラットに類似していた。したがって、ウサギはマウス、ラットの特徴とイス、サル、ヒトの特徴の両方を有し興味深い。

#### 〔研究発表〕

- (1) 福田俊, 松岡理: 第87回日本獣医学会, 1979. 4 東京。
- (2) 福田俊, 松岡理: 第6回毒作用研究会, 1979. 6 大阪。

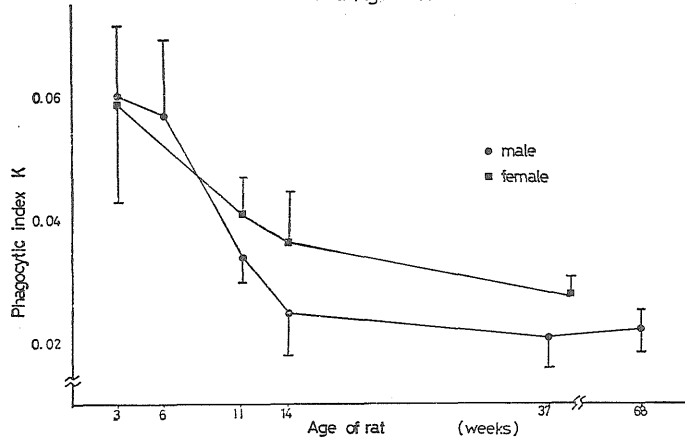
b) 粒子状物質の代謝に関する比較動物学的研究  
障害基礎研究部 松岡理, 高橋千太郎

〔目的〕 重合体プルトニウムの如き粒子状超ウラン元素, あるいは, 重金属のヒュームやダストといった, 粒子状の有害物質の毒性評価のために, これらの粒子の生体内での挙動を知ることが必要である。しかし, これらの粒子状有害物質の生体内での動きは, 粒子の大きさ, 化学形態, 表面荷電といった粒子の物理化学的性状によって影響されるのみならず, 粒子自身の毒性という修飾が加わるが故に, 非常に複雑で, 容易に解析しがたい。さらに, これらの毒性の評価は, 最終的に人を対象としてなされるものであり, 各種の実験動物での知見は, つねに動物種差について配慮されたものでなければならない。本研究の目的は, 2, 3 の標準的な粒子を用い, 粒子状物質の生体内での挙動に関する基礎的知見を, 各種の実験動物において明らかにすること, さらに, これらと比較検討することによって, 動物種差とその支配要因を明らかにすることである。

〔経過〕 静注したコロイドカーボンのラット末梢血中からの消失速度に, 年令差, 性差の存在することを, すでに示した。本年度は, この年令差, 性差に関わる生理的要因について検討した。3~68週令ウィスター系ラットにおいて, コロイドカーボンの末梢血中からの消失速度は, 若令期に大きく, 14週令をすぎると, 大きな変動を示さない(第1図)。一般に, コロイドカーボンの如き粒子が, 肝によってのみ貪食されるものと仮定すると,  $HBF = ER \times \frac{K}{BV}$  なる式が成り立つ。ここに, HBF は肝血流量, ER は肝による除去効率, BV は全循環血流量, Kは消失速度である。それ故, 消失速度(K値)の性差, 年令差に関与する要因は, 肝血流量, 肝による除去率, 全循環血流量であると推定されえた。生後8週令と17週令のラットにおける肝血流量を,  $^{198}\text{Au}$  コロイドを用いて測定した(第1表)。また, 肝静脈および門脈へのカニューレーションによって, 肝でのコロイドカーボンの除去率を直接に測定した。さらに, コロイドカーボンの末梢血中からの消失曲線を時間0分へ外挿することによってBVを求めた。これらの測定結果は, いずれの生理的要因にも, 年令差の存在することを示した(第2表)。

〔考察〕 比較的粒子径が均一であり, 粒子それ自

Relationship between K-value  
and Age of Rat



第1図 Relationship between K-value and Age of Rat

第1表 Clearance of  $^{198}\text{Au}$ -colloid from the Blood of the Male Rats

Age (weeks)	No. of rats	dose*	K-value mean $\pm$ s. d.
8	5	0.005	0.267 $\pm$ 0.038
	4	0.010	0.241 $\pm$ 0.021**
	4	0.015	0.260 $\pm$ 0.033
17	7	0.010	0.169 $\pm$ 0.041**

\* dose: mg gold per 100g body weight

\*\* Significant age difference was observed between the rats of 8 weeks old injected 0.010mg gold and that of 17 weeks old injected 0.010mg gold. ( $p < 0.05$ )

第2表 Age and Sex Difference of Extraction Rate (ER) of Colloidal Carbon by the Liver

Age (weeks)	dose (mg)	No. of rats	K-value mean $\pm$ s. d.	ER (%) mean $\pm$ s. d.
8	5	6	0.073 $\pm$ 0.010	46 $\pm$ 15.0 <sup>a*</sup>
	10	6	0.053 $\pm$ 0.008	27 $\pm$ 8.4 <sup>b</sup>
	15	6	0.045 $\pm$ 0.011	23 $\pm$ 6.5 <sup>b</sup>
17	13	7	0.023 $\pm$ 0.005	11 $\pm$ 5.4 <sup>c</sup>

\* Significant difference were observed between a-b, b-c and c-a. ( $p < 0.05$ )

身の毒性の少ないコロイドカーボンのラット末梢血中での挙動においてでさえ、明らかな年齢差、性差が認められ、肝血流量、肝による粒子除去能、全循環血液量といった生理的要因が支配要因として呈示された。本事実、粒子状プルトニウムの生体内での挙動について考察する

場合、使用した動物の年齢や性別に十分な配慮がなされる必要があることを示している。現在、動物差についても検討を進めており、比較的大きな種差の存在することが、確認されつつある。

〔研究発表〕

- (1) 高橋, 松岡: 第7回毒作用研究会 (大阪) 1979.6
- (2) S. Takahashi and O. Matsuoka, J. Toxi. Sci., 5, 1-9, (1980)

### 3. 内部被曝実験施設の設計に関する研究

障害基礎研究部 松岡理, 小泉彰, 福田俊, 小木曾洋一, 石樽信人, 高橋千太郎, 山田裕司 宮本勝宏, 飯田治三

#### (a) 内部被曝研究施設の設計

〔目的〕 内部被曝研究施設は、各種実験動物にPuその他の放射性核種を種々の方法で投与し、その放射線危険度の評価に関する実験・研究を行う施設である。したがって、動物実験施設であるとともに、核燃料使用施設としての機能をも満足しなければならない。このような実験施設は我国には建設例がなく、その設計には多くの技術的課題があった。そのため、内部被曝研究施設の建設計画には第1次、第2次の概念設計および調整設計の、3段階の設計期間が設定され、実施された。本年度はこれらの予備的設計の成果を基礎とし、内部被曝実験棟の実施設設計と、特殊プラント（廃棄物処理設備、放射線管理設備）の基本設計を実施した。

〔経過〕 第1次概念設計 (51年度) では、この種の研究施設の成立に不可欠な3つのプラント、すなわち、①空調・換気システム、②排水浄化プラント、③放射性

動物死体処理プラント、の概念を明らかにした。第2次概念設計では、内部被曝研究施設の性格に基づく施設、設備の特異性に重点を置き、①動物飼育室、吸入実験室などの特殊実験室の仕様、②配置計画、構造計画、動線計画などの総合的な建築計画、③放射線、火災その他に関する防災計画、を中心課題としてその概念を明らかにした。調整設計では、①第1次、第2次概念設計の基本思想を引継ぎ、総合的に調整するとともに、建築規模およびサイトを設定し、建物配置計画、建築仕様、設備仕様を明らかにした。

〔内部被曝実験棟実施設計〕

(イ) 実施設計の進め方

内部被曝実験棟の設計・建設は建設省関東地方建設局に委嘱され、その設計は設計専門業者に委託された。実施設計は放医研、関東地方建設局および設計業者の3者間で緊密な連絡を保ちながら実施された。

実施設計は、建設予定地の最終決定、建設予算の決定ののち基本設計を行い、基本設計に基づいて詳細設計が実施された。

(ロ) 内部被曝実験棟の概要

設計が完了した内部被曝実験棟の概要は次の通りである。

- (i) 建物：地下1階、地上7階の鉄骨鉄筋コンクリート造。延べ面積約 13000m<sup>2</sup>。3、5、7階はメカニカルフロア。
- (ii) 設備：スクリーヒートポンプ熱源と20系統の空調システム。差圧制御による負圧管理システム。2段以上の HEPA フィルターによる排気浄化システム（総排気量 250,000m<sup>3</sup>/時）  
電源は2系統商用電源と、非常用自家発電設備（2000KVA）、特殊非常用電源（150KVA）の自家発電、および無停電源設備。

(ハ) 建築計画通知書

内部被曝実験棟の建築設計終了とともに千葉市に対し建築計画通知書が提出され、建築基準法に照した審査が行われた。（昭和55年5月に確認通知書を受理）

〔安全審査〕

内部被曝実験棟での Pu 使用に基づき、核燃料物質使用変更承認申請書が提出され、原子力安全技術顧問会において施設の安全性に関し種々の面から審査を受けた。審査は4回（約5ヵ月間）にわたり、昭和55年1月に変更承認を得た。

〔特殊プラント基本設計〕

内部被曝実験棟内に設ける放射性廃棄物処理設備の設計は56年度に予定されている。そのため、実験棟の設計

の進展に合わせて特殊プラントの基本設計をプラント設計業者とともに実施し、プラントと建屋との取合い部分の明確化を図った。

〔発表〕

1) 松岡 日本原子力学会誌 Vol. 20, No. 10 p768 (1979)

(b) 放射性廃棄物の処理に関する基礎的研究

〔目的〕 内部被曝実験棟から排出される放射性廃棄物の内、実験動物に由来する各種廃棄物の処理方法を検討し、処理プラントの設計に必要な基礎データ、知見の収集を目的としている。本研究の成果はプラント設計のみならず、施設完成後の施設の安全管理方針に反映される。

〔経過〕 昭和51年度より放射性動物死体の処理について検討し、Pu を含む死体の新しい処理方式として多段階処理法を立案した。そのひとつのプロセスであるマイクロ波脱水処理を検討し、53年度に技術的確立を見た。一方、52年度より、放射性し尿を含む排水の処理の研究に着手し、そのための実験装置としてアイソトープ実験が可能な超小型生物学的汚水浄化実験装置を設計・試作してアイソトープ実験を行なった。前年度はこの装置によって <sup>60</sup>Co の挙動を調べ、生物学的浄化処理を経た排水の中の <sup>60</sup>Co はある種の有機化合物となっていると推測し得る結果を得て、凝集沈殿、イオン交換などの化学的除去を行う場合考慮を要することがわかった。

〔成果〕 浄化装置に供給する汚水に <sup>60</sup>Co, <sup>137</sup>Cs, <sup>144</sup>Ce および <sup>85</sup>Sr の溶液を加え、それぞれの核種について生物学的浄化プロセス、凝集沈殿処理、活性炭処理の除染係数 (DF) を調べ、また汚泥への濃縮度を測定した。その結果、種々の性質が Pu に類似している <sup>144</sup>Ce にのみ高い DF が観察された (第1表)。また、浄化槽内の汚泥へのアイソトープの濃縮は、DF がほとんど1に近い、<sup>137</sup>Cs の場合でも顕著に見られ、さらに槽内汚泥と円板表面汚泥 (微生物集団) とでは核種により濃縮度に差のあることが見られた (第2表)。これらの結果から、生物学的浄化プロセスの持つアイソトープ除去能力

第1表 各種処理プロセスの核種別除染係数 (DF)

添加核種	生物学的浄化	凝集沈殿 (処理水)	凝集沈殿 (原水)	活性炭
<sup>60</sup> Co	1~2	1.7	1.5	+
<sup>137</sup> Cs	1	1.1	1	+
<sup>144</sup> Ce	>40		48	
<sup>85</sup> Sr	1.1	2.4	3.5	-



第2表 汚泥へのアイソトープ濃縮  
汚泥による  $^{137}\text{Cs}$  の濃縮係数\*

槽 汚泥	1槽	2槽	3槽
槽内汚泥	7.3	4.6	7.4
円板付着汚泥	26.6	43.3	33.4

汚泥による  $^{144}\text{Ce}$  の濃縮係数\*

槽 汚泥	1槽	2槽	3槽
槽内汚泥	288	254	97
円板付着汚泥	386	345	104

\* 濃縮係数：汚泥の比放射能 ÷ 槽内水の比放射能

には、生物学的取込みと物理的な表面吸着の2つの機構があることを示唆していると思われる。

〔研究発表〕

- (1) 小泉, 福田, 松岡 保健物理 Vol. 15, No. 1 p25 (1980)
- (2) 小泉, 宮本 第15回日本保健物理学会, 千葉(1980.5)
4. 内部被曝の影響に関する比較実験動物学的研究  
障害基礎研究部 松岡理, 小木曾洋一
- (1) リンパ節の形態・機能に関する基礎的研究

〔目的〕 内部被曝障害評価において、粒子状放射性核種の体内挙動は重要な一要因であり、創傷侵入や吸入では、肝・脾・肺・骨格のほかリンパ節にも有意の分布を示すことが知られているが、その影響発現過程における意義については余り明らかでない。また一般に粒子の分布は、網内系臓器の異物処理能に左右され、粒子の侵入経路、粒径、量あるいは物理化学的性状などによって異なるが、リンパ節に関する情報は少ない。前回、各種投与経路による血液あるいはリンパ液を介してのコロイド・カーボンのリンパ節内分布様式の差について検討したが、そのなかで血中投与粒子が後毛細管静脈に好んで沈着し、ここからリンパ節実質内に移行すること、および一部のリンパ節では他臓器からリンパ系を介してのリンパ節への再沈着経路も同時に存在することが明らかにされた。今回は、この粒子挙動のダイナミズムと経時的変化について検討を加えた。

〔成果および考察〕 コロイド・カーボン (C11/1431a) を4週令雌 C3H/He マウスの尾静脈内に注射後、1, 3, 5, 10, 15, 30分, 1, 3, 6, 12時間, 1, 3, 5, 7, 10, 14, 21, 28日の各時点で漸次剖検し、全身のリンパ節の光顕および電顕的観察により粒子の挙動を検索した(第1図参照)。粒子は投与後1分後毛細管静脈内にみとめられ、白血球に貪食され、あるいは内皮細胞表面に付着していた。

沈着部位	投与後経過時間																	
	分					時			日									
	1	3	5	10	15	30	1	3	6	12	1	3	5	7	10	14	21	28
後毛細管静脈 内腔・食細胞	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
" 内皮細胞表面	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
" 内皮細胞間げき	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
" 内皮細胞内	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
" 基底膜	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
" 外膜細胞 マクロファージ	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
副皮質・髄索 マクロファージ	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
髄洞 内皮細胞・マクロファージ*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

■ 75-100%の症例にみられる  
 ■ 30-75%の症例にみられる  
 ■ 0-30%の症例にみられる  
 □ すべての症例にみられない

\* 上段は胸部および肝門部リンパ節での沈着、下段はその他のリンパ節での沈着をそれぞれ示す。

第1図 マウスリンパ節におけるコロイド・カーボンの沈着様式の時間的変動について

数分後には内皮細胞間隙に入り、一部はすでに基底膜に到達していた。また内皮細胞による粒子のとりこみは15分～30分で明らかにみとめられた。基底膜に到達した粒子は、時間を経過するに従って増加し、数時間後には血管外へ移行し、外膜細胞やマクロファージにとりこまれていた。1日～3日後には、次第に副皮質・髄索のマクロファージ内に粒子が拡散してみとめられ、とくに髄索では7～10日後には髄洞周囲にも到達するようになり、最終的(14～28日後)には、髄洞内皮細胞およびマクロファージにもとりこまれているのがみとめられ、リンパ系に入って他臓器に移行するであろうことが示唆された。

一方、胸部および肝門部リンパ節では、さらに投与後5分から辺縁洞の内皮細胞やマクロファージにも粒子が出現し、次第に中間洞および髄洞にまで移行して、副皮質・髄索内に拡散してゆくのがみとめられた。これはおそらく肺あるいは肝臓などからの粒子の再沈着経路を示唆するものと考えられ、かなり早期におこることが示されたが、このような経路で入ってきたコロイド・カーボン粒子が後毛細管静脈の内に入って血液系に移行するような像はみとめられず、実験観察期間中ではリンパ節実質内で、後毛細管静脈より移行してきた粒子と混在して滞留していた。またこのような再沈着は21～28日後になるとその他のリンパ節の一部でもみとめられるように

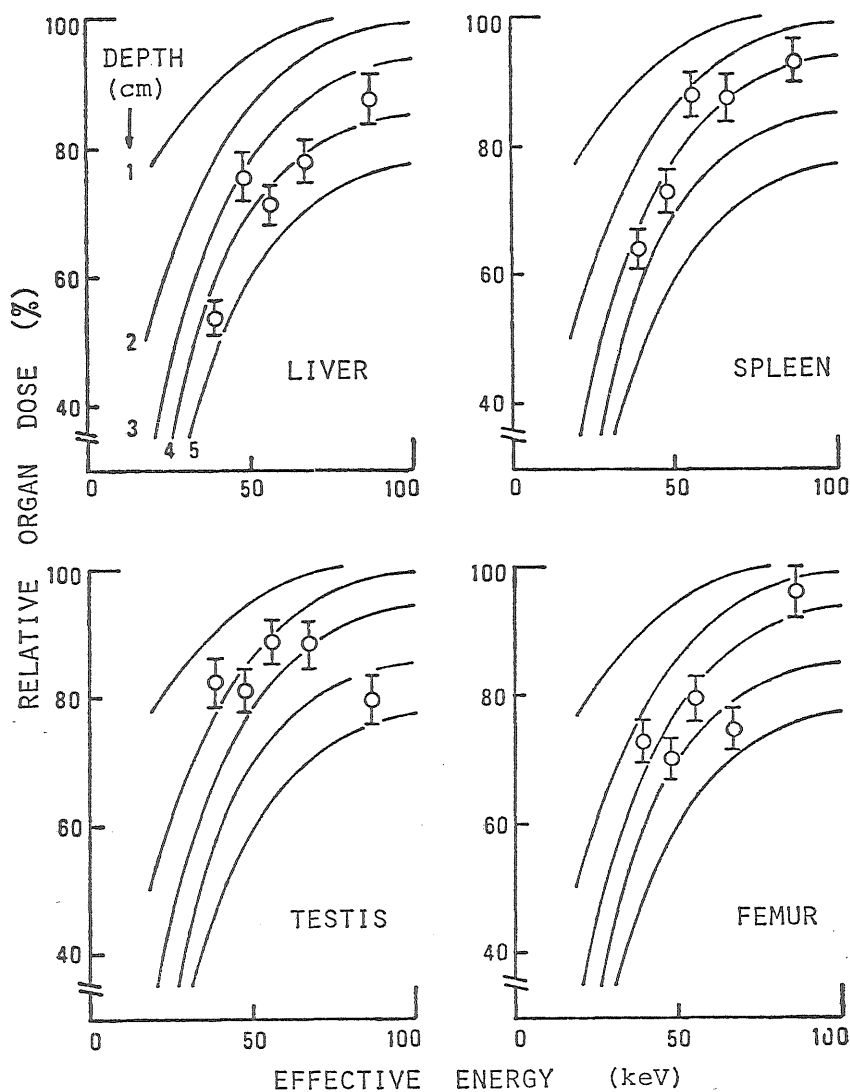


Fig. 1 Relative organ dose of rat estimated by the TLD implantation method.

なった。

以上の結果から、コロイド・カーボンの血中からのリンパ節への分布は、後毛細管静脈を通じておこなわれ、内皮細胞の間隙から、あるいは内皮細胞によるとりこみを経て、血管外、さらには副皮質・髄索などのリンパ節実質内に浸透し、最終的にはリンパ洞からリンパ系に他臓器へ移行してゆくものと考えられた。また肺、肝臓などからのリンパ系を介してのリンパ節への粒子の再沈着も同時にみとめられ、あるリンパ節ではきわめて早期におこることが示された。このような経路で入ってきた粒子はリンパ節実質内に拡散・滞留するが、後毛細管静脈内から血液系に入るような像は示されなかった。これらの所見は粒子挙動の過程、とくに免疫原性発現過程におけるリンパ節後毛細管静脈やリンパ洞の重要性を示唆するものである。

#### 5. アルファ放射体の体内被曝線量評価に関する比較実験動物学的研究

障害基礎研究部 松岡理, 石樽信人

〔目的〕 体内被曝線量を実測する手段として、線量計の動物体内埋め込み法を検討している。臓器内放射能の測定—線量計算という一般的な方法と比べ、こうした実測法は精度の点では一歩譲るが、迅速であること、個々の動物個体の被曝線量を連続的に追跡できることなどの長所を持ち、応用価値が高いものと思われる。本研究では、埋め込みに伴う問題点を明かにすべくまず第一歩として、TLDをラットの種々臓器へ埋め込み、X線を照射した際の臓器線量の推定を試みた。

〔方法〕 臓器に埋め込んだ TLD 素子の熱蛍光強度を、ラットの背側 (X線の入射側) の皮ふ表面にとり付けた素子の熱蛍光強度と比較し、臓器線量の表面線量に対する割合を推定した。使用した素子は TLD-100 リボン (LiF, 1/8×1/8×1/28インチ) である。この素子は、サイズが小さいこと、特性がよく調べられていること、線量対熱蛍光強度応答特性のエネルギー依存性が小さいことなどを理由として選ばれた。肝臓、脾臓、こう丸、大たい骨に素子を埋め込んだ。このうち脾臓と大たい骨はサイズが素子に比し小さいので臓器内へ挿入することは不可能につき、糸で臓器に固定した。X線照射には治療用 X線照射装置 (信愛, 250kVp, 20mA) を用い、X線管—ラット間の距離を 413cm と大きく離れた。線量が距離の 2 乗で減衰する効果を小さくし、動物組織による吸収の効果をより強調するためである。X線の実効エネルギーは、36, 45, 54, 64, 81keV を選んだ。

〔結果〕 Fig. 1 に本方法による臓器線量の推定結果を示す。図中実線のカーブは、X線治療目的に使用さ

れる深部線量の文献値を表す。(Brit. J. Radiol. Suppl. 11)

肝臓: 相対臓器線量 (空間線量に対する比) は、実効エネルギーの減少に伴って減少した。この結果は、放射線生物学の実験で吸収の影響を免れるためには、高エネルギーの X線を用いる必要のあること、また低い実効エネルギーの X線を用いた時には、臓器線量を評価する必要があることを示している。臓器線量のエネルギー依存性は、4 cm の深さの文献値とよく似ている。この一致は素子の埋め込まれた位置から理解し得る。また、この事実は、文献値が実験動物の臓器線量の評価に利用し得る場合のあることを示しているが、記載されている照射条件には限りがあり、実際の照射条件に適するデータの無い場合が多いので実測することが望ましいと言える。

脾臓: 肝臓の場合と同じく実効エネルギーの減少に伴い相対臓器線量が減少し、エネルギー依存性は 3 cm の深さの文献値とはほぼ一致した。

こう丸: 測定値のばらつきが大きく、前二者のような一定の傾向は見出されなかった。こう丸は、体内の臓器というより体の外側に付随する臓器と言い得、照射時の姿勢のわずかの違いがばらつきの原因となったものと推察され、この臓器の場合には、ラットの姿勢を一定に保つ必要があると思われる。

大たい骨: ばらつきが大きく、こう丸と同様の注意が必要と思われる。

その他、誤差の評価として、素子固有の感度の一様性、照射角依存性、エネルギー依存性が実験的、理論的に検討された。

#### 6. 放射性エアロゾルの動物吸入法に関する研究

障害基礎研究部 松岡理, 山田裕司

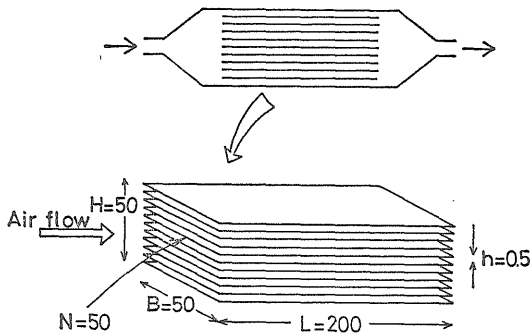
##### 〔研究目的〕

内部被曝影響研究に当って、その基礎実験技術として実験動物へ放射性エアロゾルを安全・確実に吸入投与する方法を確立しなければならない。

動物に吸入されたエアロゾル粒子の中で、一般的に大きな粒子ほど鼻咽頭部、気管・気管支部などの上部呼吸気道に沈着し易く、肺深部に到達し難い。従って、放射線安全上の見地から、肺深部へ効率的に吸入投与するためには、吸入前に大粒子成分を取り除いておくことが望ましい。このため大粒子を選択的に除去する装置の開発を試みた。

##### 〔研究経過及び成果〕

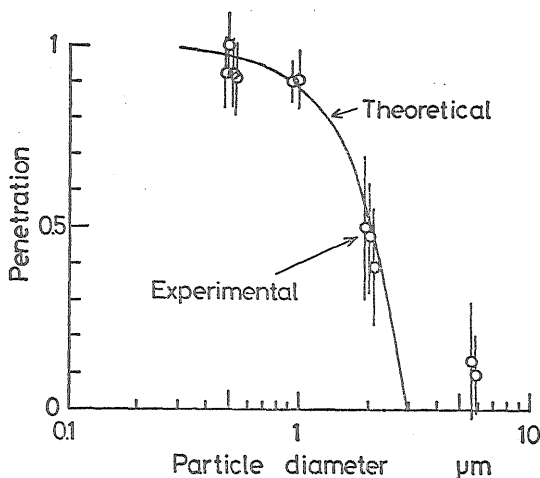
大粒子を除去する方法としては、遠心力・慣性衝突・重力沈降を利用するなど幾つかの方法が考えられるが、放射性的粒子、特にプルトニウムも使用するというこ



第1図 大粒子除去装置の概略

から、装置はより安全性が高く、取り扱いが容易でなければならない。これらを考慮に入れ、重力沈降分離方式の多段平行平板型大粒子除去装置の試作を行った。装置の概略を第1図に示す。

本装置の大粒子除去性能を調べるために、粒子径が均一で球形である Latex 粒子 (Dow Chemical 社製) を噴霧型ネブライザーを用いて、数種類 ( $0.500\mu\text{m}$ ,  $0.945\mu\text{m}$ ,  $2.02\mu\text{m}$ ,  $5.7\mu\text{m}$ ) の粒子を発生させ、装置を透過する粒子の割合を光散乱式粒子計測器 (ダン産業製) で測定した。実験結果は第2図に示すように、理論式から計算された値とも一致し、その大粒子除去性能が確かめられた。



第2図 Latex 粒子の装置透過率曲線

第1表  $3\mu\text{m}$  以上の大粒子を除去したときの効果

AMAD ( $\mu\text{m}$ )*	1	2	5			
$\sigma_g$	2	2	2			
Selective Elutriator**	-	+	-	+	-	+
$\epsilon_1$	0.260	0.203	0.241	0.137	0.121	0.033
$\epsilon_2$	0.260	0.261	0.241	0.287	0.121	0.304
$\epsilon_3$	1.42	1.14	2.51	1.53	7.06	1.82

\*assuming log-normal size distribution

\*\* - : in the case of no use of the selective elutriator

+ : in the case of use of the selective elutriator

$\epsilon_1$  : the ratio of the deposited activity at the pulmonary region to the generated aerosol activity

$\epsilon_2$  : the ratio of the deposited activity at the pulmonary region to the inhaled aerosol activity

$\epsilon_3$  : the ratio of the deposited activity at the upper respiratory tract to the deposited activity at the pulmonary region

この結果を基に、本装置による大粒子除去の効果を計算により推測すると第1表のようになる。

例えば、AMAD= $2\mu\text{m}$ ,  $\sigma_g=2$  の対数正規の粒度分布をもつエアロゾル粒子の場合、吸入した粒子の中で、肺部に沈着する割合が0.241から0.287へと効率が約20%高められる。また、肺部沈着量と上部呼吸気道沈着量との比においては、2.51から1.53というように、同一肺部沈着量に対して、上部呼吸気道沈着量が約40%も減少する。上部呼吸気道に沈着した粒子は比較的短期間に動物体外へ排出されるので、この上部呼吸気道沈着量の減少は、放射性エアロゾル吸入投与後動物の飼育管理・排泄物処理の負担の軽減にも役立つと思われる。

〔研究発表〕

山田, 松岡: 第15回 日本保健物理学会, 千葉(1980. 5)

## 2. 原子力施設等に起因する環境放射線被曝に関する調査研究

### 概況

本特別研究は、原子力発電、核燃料再処理、放射性廃棄物処分などが国において現在から将来にかけて着実に進められるであろう原子力利用事業に関し、環境にもたらされる放射性物質による人体の放射線被曝の様相、機構およびそれらに影響を及ぼす諸要因を解明し、被曝線量の評価、放射線被曝の低減、原子力施設の立地条件と防護の向上ならびに放射性廃棄物処分方法の改良等に資するものである。

放射性物質の環境中挙動に関する研究は、海洋環境に

おける挙動と陸地環境における挙動に2大別される。海洋生物への放射性核種のとりこみ経路は餌料生物と環境水の両者ありその寄与の相対的大小関係を多くの核種について実験的に検討し或程度の傾向を把握することができた。中深層魚および頭足類に関して原子力施設由来の主要放射性核種の安定同位体濃度の情報が不十分であったが、今年度は原子吸光法によりかなりの定量値を得た。土壌中から飲料水への放射性核種の移行に関し、カラム実験、シミュレーションモデルの考察を行ない、土壌から植物への移行に関しては、土壌に $^{65}\text{Zn}$ を添加し長期間を経た後、種々の抽出方法にて植物可給態のフラクションを抽出し、specific activityを比較して、添加された放射性核種の存在状態の時間的変化を追及することを試みた。

放射性物質の体内代謝に関する研究は、いくつかの分野から成り、標準日本人の設定の研究とは、放射性核種の摂取による体内被曝線量算定に必要な臓器重量や各臓器の元素組成などの定量値を日本人体組織にて求めようとするものである。Ca, P, Mn, Mg, Zn, Cu, Cr, Fe, Cd, Pb, Coについて多種類の臓器の濃度定量値が得られた。幼若期-胎児期における放射性物質代謝の研究は、従来もつとも情報の不足している分野で代謝の異なる若年者の体内被曝線量算定の弱点となっている点を解明することを目的とし、本年は $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{110m}\text{Ag}$ ,  $^{203}\text{Hg}$ ,  $^{115m}\text{Cd}$ にて動物実験を行い、哺乳期と成体との代謝の相違を観察した。放射性物質の存在状態が代謝に及ぼす影響は、環境中放射性核種が人体にとり入れられる経路として食物が主要であり、これに含まれる核種は種々の化学形態で存在するから、体内摂取された場合の代謝が変動する可能性があることから、その実験的解明が進められている。 $^{60}\text{Co}$ が無機物の形で摂取された時に比し、食品中に存在するシアノコバラミンの形で摂取された時の代謝は大きく異なることが見出されている。トリチウムの代謝は同様な見地から植物、動物体内で水の形のみならず体構成成分の有機化合物にとり入れられるフラクションに着目してその体内挙動の追跡を進めている。

環境放射線による臓器吸収線量の測定、評価の研究では、ファントム照射測定装置を用いて甲状腺、肺、胃について実効エネルギー別に、臓器線量/照射線量(rad/R)を測定し、入射方向の違いによる比の変動を観察した。また、環境放射線源として重要な核種について精度の良い核データの集積に努力している。

低レベル環境放射線モニタリングの研究は、空間放射線については環境における散乱ガンマ線の計算方法の検討と、宇宙線による屋内被曝の計算を行った。また、気

体状放射性核種のモニタリング法の研究として、今年は大気中HTO, HT,  $\text{CH}_3\text{T}$ を区別して採取する装置を試作し、これによってこれら3形のトリチウムを別別に定量する方法を確立した。

(市川龍資)

## (1) 放射性物質の環境中における挙動に関する調査研究

### 1. 海産生物による放射性核種の取り込み、蓄積、排出の調査研究

海洋放射生態学研究部(上田泰司, 鈴木謙, 中村良一, 小柳卓, 中原元和, 石井紀明)

〔目的〕 海洋に加えられた放射性核種に起因する人体の放射線被曝線量を推定するに当って、海産生物の放射能汚染の情報は、生物を摂取することにより人体に取り込まれる放射能を求めるのに重要である。本研究は海産生物の放射能汚染に影響を与える外的要因(水中の放射能レベル, 核種の物理化学的形態等), 生物学的要因(回遊性か底性か等)および内的要因(生物体中での放射性核種の代謝)について検討し、天然における海産生物の放射能汚染の機構解明と、水産食品摂取による人体の放射線被曝線量の推定に資する。

〔経過〕 ①マダコが $^{65}\text{Zn}$ を摂取する際の、水または餌の経路の差の影響について検討した。②魚類の放射性核種摂取に及ぼす水と餌の影響を比較した。③300~800米に棲息する中深層魚と表層魚中の $^{90}\text{Sr}$ および $^{137}\text{Cs}$ 量を比較した。

〔成果〕 ① $^{65}\text{Zn}$ を添加した海水中で、非汚染の餌(コタマ貝)を与えた場合と、予め $^{65}\text{Zn}$ をとりこませた汚染餌を与え乍ら非汚染海水中で飼育した場合のマダコの $^{65}\text{Zn}$ の汚染を観察した。引き続きこの汚染したタコを清浄海水に返して汚染の餌を与え乍ら、 $^{65}\text{Zn}$ の排出状況をも観察した。その結果水から $^{65}\text{Zn}$ を摂取した場合の濃縮係数520に対し、餌からでは4600になると推定され、タコの $^{65}\text{Zn}$ 摂取に対しては水よりも餌の方が大きい影響をもつ事が分った。また経路別に取り込まれた $^{65}\text{Zn}$ はタコの体内では同様な挙動を示す事を見出したが、これは前年度の $^{60}\text{Co}$ の場合とは異なっていた。生物学的半減期は60~70日であり経路による差は殆んど認められなかった。②魚の放射性物質の取り込みに及ぼす水と餌の影響については、水の方が大きい影響をもつ核種は $^{106}\text{Ru}$ - $^{106}\text{Rh}$ と $^{85}\text{Sr}$ であったが、逆に餌からの取り込みの方が大きい核種は $^{54}\text{Mn}$ と $^{65}\text{Zn}$ であり、水と餌の両方が同じ程度に影響を与える核種は $^{144}\text{Ce}$ - $^{144}\text{Pr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ および $^{60}\text{Co}$ であった。③中深層魚中の $^{90}\text{Sr}$ (骨),

と  $^{137}\text{Cs}$  (筋肉) は表層魚と同程度の値を示した。

#### 論文

- (1) 鈴木, 中原, 中村, 上田: Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 45, 1409 (1979)

#### 口頭

- (1) 中原, 上田, 鈴木, 石井, 鈴木 Marine Radioecology OECD-NEA 323 (1979)  
(2) 鈴木, 中原, 上田: 第22回 日本放射線影響学会, 大阪 (1979. 11)  
(3) 上田, 鈴木, 石井, 中原, 鈴木: (同上)  
(4) 中原, 小柳, 上田, 清水: (同上)  
(5) 鈴木, 上田, 清水: (同上)  
(6) 上田, 鈴木, 中村, 中原: 昭和55年度日本水産学会春季大会, 東京 (1980. 4)  
(7) 中原, 小柳, 上田, 清水: (同上)  
(8) 鈴木, 上田, 清水: (同上)

### 2. 超ウラン元素などの海洋中における移行と分布に関する研究

海洋放射生態学研究部 (長屋裕, 中村清)

〔目的〕 超ウラン元素などの放射性核種の沿岸海水, 海底堆積物, 海水懸濁物, 生物への分布蓄積とその機構を検討してこれらの間の相関々係を明らかにする。

〔経過〕 茨城県沿岸, 福井県敦賀湾などの沿岸海洋試料を採取し, 放射化学分析, ガンマ線スペクトル解析をおこなうとともに,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$  の分析を開始し, データの集積をはかっている。

〔成果〕 現在までに得られた沿岸海域における海水, 海水懸濁物, 海底堆積物の分析結果を検討中である。

#### 〔研究発表〕

長屋, 中村: 「沿岸域における汚染物質の挙動」研究会。箱根町 (1979. 11)

### 3. 海洋試料中の安定同位元素に関する調査研究

海洋放射生態学研究部 (鈴木讓, 中村良一, 小柳卓, 中原元和, 石井紀明, 松葉満枝, 上田泰司)

〔目的〕 海洋へ放出された放射性物質は, 天然安定同位元素の存在量や存在形態によって影響を受け複雑な挙動をとることが考えられている。したがって放射性物質の海洋における挙動の解明には安定同位元素の挙動を把握する必要がある。本研究は, 安定同位元素を通して海洋の放射能汚染機構の解明に寄与することを目的とする。

〔経過〕 沿岸海洋試料の他に本年度は, 特に最近水産資源として注目され, 年に漁獲量も増加している中深層魚 (300~800米) の安定同位元素を, 原子吸光法,

放射化分析法などによって測定した。

〔成果〕 中深層魚の筋肉における各元素の濃度は Mn: 0.06 ppm, Fe: 2.9ppm, Cu: 0.21ppm, Zn: 3.9ppm, Co: 3.4ppb, Cs: 28.9ppb であった。したがって濃縮係数\*は, Mn: 60, Fe: 290, Cu: 70, Zn: 390, Co: 30, Cs: 60 であり沿岸魚のそれらと大きな相違は見られなかった。又, 1978年10月採集魚に比べ1979年6月採集魚では, Zn でわずかに低い他は, ほぼ同値であり Zn 以外では季節的な変動を認めることはできなかった。

一方, 頭足類の可食部の濃縮係数\*は, Mn: 200, Fe: 100, Cu: 1300, Zn: 1000, Co: 20, Cs: 10 であり, 特に Cu と Zn では魚類より高い傾向を示した。

海藻, 特に褐藻における Fe の偏在について, X線マイクロアナライザーによる葉面分析の結果, 例えばアラメでは, 表層に著しく偏在していることが明らかになった。

\*濃縮係数の計算には Thompson et al. (1972) の海水濃度を使用した。

#### 〔研究発表〕

- 1) 中原, 上田, 鈴木, 石井: Marine Radioecology OECD-NEA 323 (1979)  
2) 上田, 中原, 鈴木, 石井: J. Radiat Res. 20, 338 (1979)  
3) 石井, 鈴木, 松葉, 小柳: Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 46, 185 (1980)  
4. 「海水中の放射性核種の物理化学的形態とその変化に関する研究」

海洋放射生態学研究部 小柳卓, 平野茂樹, 鈴木讓, 堀匡四郎\*  
(\*外来研究員)

〔目的〕 海洋に導入された放射性核種の海水中における物理化学的存在形態と, 対応する海洋環境中の安定元素との間で平衡が遂げられるまでの過程を明らかにすると共に, 生物汚染との関係を究明して海洋汚染に由来する放射線被曝の評価ならびに予測に資する事を目的とする。

〔経過〕 沿岸海水中では多くの金属元素が有機錯体の形で存在するとされているが, 放射性廃棄物として海洋に放出される放射性核種は大部分無機態と推定され両形態間で海洋における物理化学的又は生物学的挙動に差のある事が屢々重要視されている。そこで有機態としてシアノコバロミンの形の  $^{57}\text{Co}$  および無機態として塩化コバルトの形の  $^{60}\text{Co}$  をトレーサーとして, 海産底生魚への移行を汚染海水中での飼育, 及び汚染底質, 汚染餌料又は RI 溶液そのままの径口投与実験によって観察

第1表 Concentration and distribution of radiocobalt in right-eye flounder, *Kareius bicoloratus*, reared in labeled seawater for ten days.

Organ or tissue	<sup>60</sup> Co-chloride			<sup>57</sup> Co-Cyanocobalamin		
	Concentration factor	Concentration*	Distribution rate (%)	Concentration factor	Concentration*	Distribution rate (%)
Blood	2.42±0.56	1.00	17.6 ±1.4	0.21±0.09	1.00	2.3 ± 0.3
Liver	0.82±0.21	0.35±0.07	4.4 ±0.8	3.4 ±2.4	21.0 ±12.0	34.2 ±16.5
Intestine	3.44±0.62	1.45±0.16	15.1 ±0.6	2.2 ±0.7	11.1 ± 1.1	14.4 ± 0.7
Kidney	1.50±0.53	0.60±0.08	1.5 ±0.2	1.4 ±0.1	7.0 ± 1.9	2.2 ± 0.6
Gall-bladder	0.21±0.08	0.09±0.03	0.11±0.03	0.37±0.12	1.9 ± 1.2	0.29± 0.18
Spleen	0.89±0.38	0.36±0.11	0.20±0.06	0.68±0.04	4.1 ± 1.4	0.29± 0.09
Gonad	0.29±0.21	0.12±0.05	0.13±0.06	0.03±0.02	0.26± 0.19	0.03± 0.02
Gill	1.79±0.37	0.77±0.17	10.2 ±1.8	3.79±0.18	17.7 ± 6.6	31.6 ±12.0
Skin	0.78±0.17	0.33±0.04	12.6 ±1.2	0.11±0.01	0.62± 0.16	6.0 ± 2.1
Muscle	0.06±0.01	0.03±0.01	7.6 ±1.3	0.01±0.01	0.05± 0.02	2.2 ± 0.8
Bone	0.23±0.08	0.09±0.02	7.7 ±1.4	0.06±0.02	0.31± 0.20	3.4 ± 2.2
Head	0.62±0.14	0.26±0.02	22.9 ±0.5	0.12±0.06	0.52± 0.17	3.1 ± 0.6

\*normalized to concentration in the blood

し、排出状況、体内での組織、臓器分布などを比較検討した。

〔成 果〕 <sup>57</sup>Co-シアノコバラミン、<sup>60</sup>Co-塩化物をそれぞれ添加した海水中で飼育したイシガレイ(*Kareius bicoloratus*) 体内の10日目の放射能分布を第1表に示した。無機態の<sup>60</sup>Coの濃縮が腸管や鰓で著しく、重量比の占める割合から皮や頭への分布が大きいのにくらべ、有機態の<sup>57</sup>Coの方は肝臓、腎臓などへの蓄積が大きく又鰓への分布も大きい結果を示している。特に血液中の濃度は有機態 Co の方が低く体内での移行吸収の速やかな事を示唆している。一方両形態の Co を直接経口投与した実験でも、投与2日後には無機態の Co の90%が排出されるのに対し、有機態の Co は約30%が体内に残留し、又残留放射能の約70%は肝臓に分布している事がわかった。又、それぞれのアイソトープで汚染させた海底堆積物を経口投与した場合にも、無機態の<sup>60</sup>Coは投与量の85%前後が0.7乃至1.2日位の短い生物学的半減期で失われ残り15~20%の放射能が32日程度の生物学的半減期で排出されるのにくらべ、有機態の<sup>57</sup>Coでは、投与の繰返しによって体内残留率は増え、無機態の Co の3倍近い56%の放射能が53日と言う半減期で消失する事がわかった。更に両形態の Co でラベルしたシラスをマハゼ (*Acanthogobius flavimanus*) に経口投与した結果では、いづれも繰返し投与によって放射能の保持率は増加し、ロングコンポーネントとして排出される放射能の割合は約60%、生物学的半減期も20~70日とほぼ似た傾向を示した。

〔研究発表〕

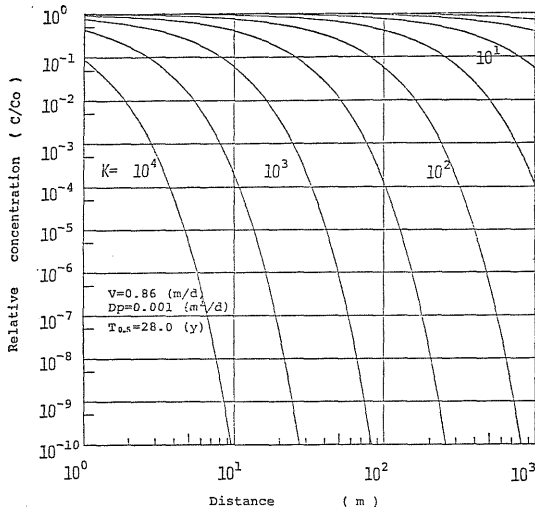
- (1) 小柳, 石井, 松葉, 堀: 第22回日本放射線影響学会, 大阪 (1977.11)
- (2) 小柳, 中原, 松葉: Marine Radioecology OECD-NEA 313 (1979)

#### 5. 深海投棄された放射性物質の挙動におよぼす海水懸濁物および生物起源物質の効果の調査研究 海洋放射生態学研究部 (長屋裕, 中村清)

〔目 的〕 深海投棄された放射性物質が海水中で溶出した場合に、その挙動に影響する要因の中で、特に深層の懸濁物による吸着・沈積、および生物ならびに生物起源物質による除去・移動の機構とその効果の程度について検討し、放射性物質が深海から人間へ還元する過程の予測に有用な基礎資料を得ることを目的とする。

〔経 過〕 東大海洋研の白鳳丸の共同利用により、日本海、四国南方および低レベル放射性固体廃棄物の試験的投棄予定海域 (B海域) の11地点で表面から海底直上までの深度別に100~200lの海水41試料を採取し、放射性降下物起源の<sup>90</sup>Sr, <sup>137</sup>Cs, <sup>144</sup>Ce量を測定した。また「粒子状」の<sup>137</sup>Cs, <sup>144</sup>Ce および<sup>238, 239</sup>Puについても分析中である。さらに懸濁物粒子の量と粒度分布を測定した。

〔成 果〕 低レベル放射性廃棄物の試験的投棄予定海域 (B海域) における<sup>90</sup>Sr および<sup>137</sup>Csの鉛直分布を第1図に示す。濃度勾配は500~700m深および1700~2000m深で変化しているが、表層・深層の境界は1700~2000m深にあると考えられる。この深さはフィリップ



第1図 Calculated concentration profile of  $^{90}\text{Sr}$  in a aquifer.

ミレートしたものである。

東海施設内における土壌ポーリングの結果、表層の粘性土のみでなく、16m深度付近と21m深度付近に粘土層がみられ、これは水の垂直移動を考えると速度を落す要因として注目し値する。更に、深度4.05~4.60mの層は有機物に富んだ含水性の暗黒褐色の砂混りの粘土層で $^{90}\text{Sr}$ 等の吸着性が強いものと思われる。

なお、地不水位は3月末現在で、地表より10.6mであるが漸次水位が上昇の傾向がみられている。

〔研究発表〕

内田、福井\*、桂山\*：昭和54年度農業土木学会大会、東京（1979.5）

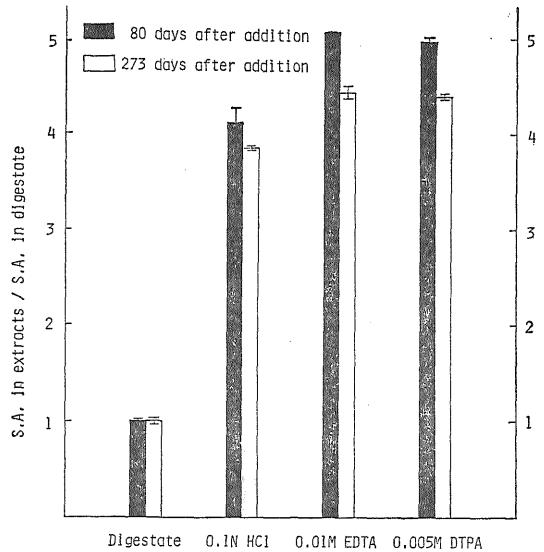
佐伯、鎌田：環境放射能安全研究成果発表会、東京（1979.10）

(\*京都大学原子炉実験所)

7. 放射性物質および安定元素の土壌から植物への移行に関する調査研究

環境放射性生態学研究部（本間美文、大桃洋一郎）

〔目的〕 食物連鎖を経て人間に至る放射性物質による被曝線量の推定に資するため、放射性物質および安定元素の、土壌から植物への移行機構を究明し、土壌-植物系における移行のパラメータを求めることを目的とする。なかんずく土壌中に漏出した放射性物質は、そのすべてが植物に移行する状態としては存在しないことに着目し、土壌中に漏出した放射性核種の「植物へ移行し



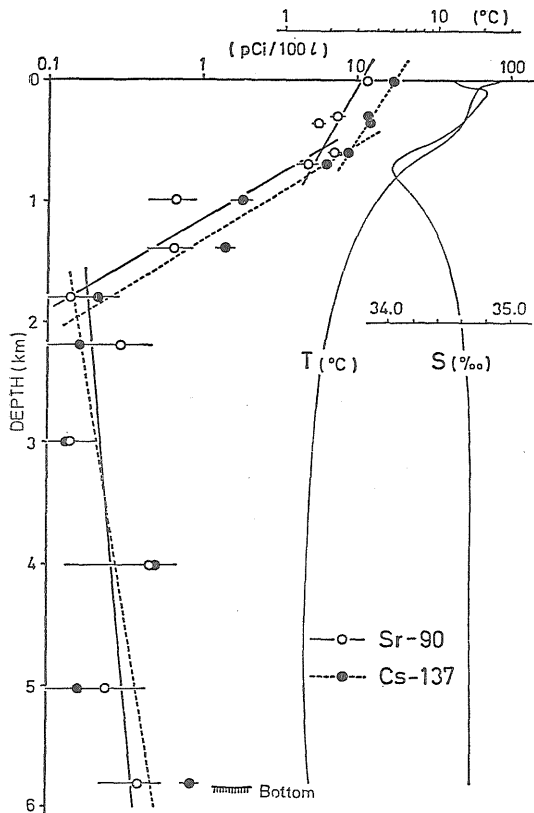
第1図 Comparison of specific activity in various extracts on Tanoshi soils at 80 and 273 days after  $^{65}\text{Zn}$  addition.

得る可給態」としての存在比率の把握を当初の目的とする。

〔経過および成果〕 放射性物質 (RI) が農耕地に漏出した場合、その化学挙動は土壌の物理化学的性状とか、土壌に存在する安定同位元素や、安定類似元素の影響を受けると考えられる。本研究では既存する安定元素の影響を知るために、 $^{65}\text{ZnCl}_2$  を土壌に添加して、その化学挙動を土壌に既存する安定亜鉛との関連で調べているが、土壌中には  $^{65}\text{Zn}$  との交換性の難易の度合いの異なったいくつかの亜鉛フラクションが存在することを認めている。

第1図に、 $^{65}\text{Zn}$  添加後80日目と273日目において、従来可給態亜鉛の定量のために用いられて来た各種抽出剤で土壌を抽出したときの、抽出液中の比放射能 ( $^{65}\text{Zn}/\text{Zn}$ ) を示す。土壌の硝酸、過塩素酸、硫酸混合液による分解液中の比放射能を1とした相対値で表示した。いずれの抽出剤を使った場合においても、273日経過した土壌のほうが、比放射能は低かった。これは80日目から273日目までの間に、きわめて遅い速度で  $^{65}\text{Zn}$  と交換する土壌中の亜鉛（難交換態の亜鉛）が存在することを示している。さらに273日を経過しても、各抽出液中の比放射能は、分解液中の比放射能より顕著に高いので、非交換態の亜鉛もかなり存在するようである。 $^{65}\text{Zn}$  添加





第1図 Vertical profiles of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  content in the area around  $30^\circ\text{N}$ ,  $146^\circ\text{E}$ . (B area).

ン海、四国海盆に比べてかなり深く、日本海のそれに近い。このことはB海域における鉛直混合速度はフィリッピン海、四国海盆より大きことを示唆している。また深層における鉛直分布が深度と共に増加する傾向を示すことは、深層における水平方向の水塊移動の可能性を示すもので、この点に関しては、B海域周辺の北西太平洋におけるこれらの核種の鉛直分布を更に詳細に検討する必要がある。

〔研究発言〕

長屋, 中村: 1979年度日本海洋学会春季大会, 東京 (1979. 4)

#### 6. 土壤汚染から飲料水等を通じての被曝線量の推定に関する調査研究

環境放射生態学研究所 (鎌田博, 渡部輝久, 内田滋夫)

〔目的〕 陸上環境における放射性物質の挙動, 特に, 土壤-水系における挙動について解明し, 放射性廃棄物の土中への処分等に伴っての飲料水等を通じての人

体内被曝線量を算定するパラメータを得ることを目的としている。

〔経過〕 帯水層中における放射性物質の挙動をカラム実験で検討した。吸着媒体は豊浦標準砂(石英細砂)を用い, 対照として陽イオン交換樹脂 (Dowex 50W-X 8; 粒径 50-100Mesh) を採用した。また, 帯水層中における放射性核種の挙動をシュミレートするモデルを開発するため, 2, 3 の吸着モデルと放物型 2 階偏微分方程式との連立式の解析解および数値解析を求めた。数値解析では, 種々のパラメータを変えて差分法の安定性の検討を行って, プログラミングを完成した。今後は実験データを用いて, 吸着モデルの適合性の検討に着手してゆきたい。

通気層-帯水層における放射性核種の挙動を解明するため, 東海施設内でボーリングを行い, 帯水層までの各土層毎の土壌を採取した。そして, 水の浸透移動を知るための HTO の深度分布と放射性核種のうち着目されるものとして  $^{90}\text{Sr}$  の深度分布の測定, 土壌を通して流出された地下水中の HTO と  $^{90}\text{Sr}$  の測定に着手した。このデータの解析に資するために, 当該地域における降水中の HTO と  $^{90}\text{Sr}$  の測定を開始した。併せて, 地下水位の高低変動による土壌水の移動の様相との関連を検討するための基礎データを得るため, 地下水用自記水位計を設置した。

〔成果〕 帯水層を模したカラム実験により, 各種放射性物質 ( $^{85}\text{SrCl}_2$ ,  $^{137}\text{CsCl}$ ,  $^{60}\text{CoCl}_2$ ,  $^{65}\text{ZnCl}_2$ 等) の土壌中での挙動および土壌と陽イオン交換樹脂との収着特性の相違を検討した。その結果, 土壌中では  $^{137}\text{Cs}$  が最も移動し難い核種であるが, 陽イオン交換樹脂では  $^{85}\text{Sr}$  が最も移動しにくく,  $^{137}\text{Cs}$  は  $^{60}\text{Co}$  などと良く似た挙動を示すことが分った。また, 放射性ヨウ素 ( $\text{Na}^{125}\text{I}$ ) は水溶液中に存在する全量の 60~80% は土壌に殆んど収着されず水と一緒に土壌間隙中を移動するが, 残りの 40~20% は R. I. 流入部の土壌に強く収着し, 容易に脱離しないことが分った。このような収着特性は, 水溶液中のヨウ素の存在形態によるものと考えられるので, 更に研究を進めたい。

土壌中における放射性核種の挙動をシュミレートするモデルの開発に関しては, 非線型吸着モデルに対しては Crank-Nicolson法により安定な差分解を得た。また, 線型吸着モデルに対しては, 簡単な境界条件下で解析解を求めた。第1図は Henry 型吸着モデルによる定常流入条件下での解析解の計算結果の1例である。流速  $v$  ( $m/d$ ) および分散係数  $D_p$  ( $m^2/d$ ) を一定と仮定し, 分配係数  $K$  ( $ml/g$ ) をパラメータにして  $^{90}\text{Sr}$  の移動をシ

後、最高420日経過した土壌の抽出実験を行っているが、若干の遅い交換反応が起るのみで、かなりの亜鉛は非交換態で存在していた。

第1図の結果について、各抽出剤間で比較すると、比放射能は DTPA 抽出と EDTA 抽出とではほぼ等しい。希塩酸抽出の場合には、DTPA と EDTA 抽出の場合よりも明らかに低い値が得られた。しかしながら80日目から273日目に至るまでの間の比放射能の低下が、希塩酸抽出においては、他の2抽出剤の場合に較べてさほど顕著ではないので、希塩酸は難交換性の亜鉛のみならず、非交換性の亜鉛をもかなり抽出していると考えられる。

土壌から植物への亜鉛の吸収に関する既知の知見をみると、DTPA と EDTA とによる抽出亜鉛量は、植物による吸収亜鉛量ときわめて高い相関関係にあるとされている。従って、この実験で得たデータを既存知識をもとにして考察すると、植物が吸収する土壌の亜鉛フラクションは、比放射能の高い交換しやすいフラクションをさすものと考えられる。ただしこの可給態フラクションは単一のフラクションではなく、複数のフラクションから成ると考えられる。たとえば、別途に実験した IM 塩化マグネシウムや、上記の EDTA と DTPA、および従来から使われている IM 酢酸アンモニウムなどで抽出されるフラクションである。現在までに得られた実験結果からみると、EDTA および DTPA 抽出は、IM 酢酸アンモニウム、および IM 塩化マグネシウム抽出フラクションのように、土壌溶液や陽イオン交換フラクションの亜鉛を抽出するのみでなく、さらに難交換性フラクションの亜鉛の一部をも抽出しているものと推定される。

〔研究発表〕

- (1) 本間、大桃：1979年度日本土壌肥料学会，北海道大学（1978）
- (2) 本間、大桃：文部省科研費，井上班報告書（1980.2）

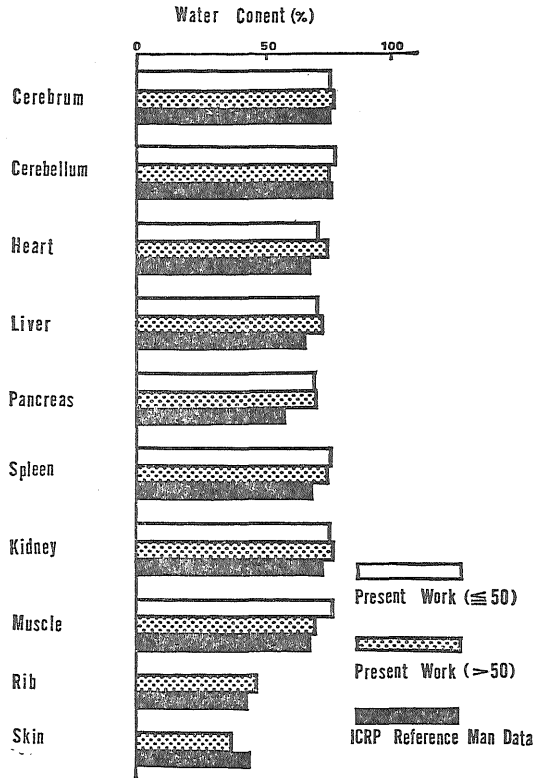
(2) 放射性物質の体内代謝に関する調査研究

1. 標準日本人の設定に関する調査研究

環境放射生態学研究所 田中義一郎，河村日佐男，野村悦子，\*中原義行  
 (\*東京都監察医務院)

〔目的〕 放射性物質による人体被曝線量の推定を行うに必要な人体関係のデータを得て、線量評価の精度を高めるために“標準日本人”(Reference Japanese Man)を設定することを目的とする。

〔経過〕 1. 日本人の人体器官の質量・大きさに関して、放医研・田中と東京都監察医務院（中原義行



Water Content of Tissues

Fig 1. A Comparison between Present Data and ICRP Reference Man Data

医長)と、の共同研究であって、1971~1976年(6年間)の解剖資料 10,598件より、選定した約4,000件につき、野村、河村の協力により、CDC-6600電算機による処理を行ない、成人(20~50歳)についてのデータを抽出し、正常器官についてのみ、各年令別、性別、身長・体重別分類により肺、肝臓、脾臓、腎臓、副腎、甲状腺、脳下垂体、胸腺および脳について集計解析し、既にその一部を発表した<sup>1,2)</sup>。

2. 器官の化学組織に関しては、放射性核種の人体代謝、線量評価の観点から、16種類の器官・組織を対象に、正常人10数例の主成分および微量成分につき分析測定を行なった。

2-1. 器官・組織の水分量：各試料をクリーンルーム中で真空乾燥器又は真空加熱乾燥器により、65°Cで恒量になるまで乾燥し、水分含有率を求めた。各器官別平均水分含有率)を図1に示す。

2-2. 器官・組織の主成分元素および微量成分元素：上記乾燥試料を、化学的に清浄に近い条件下において、

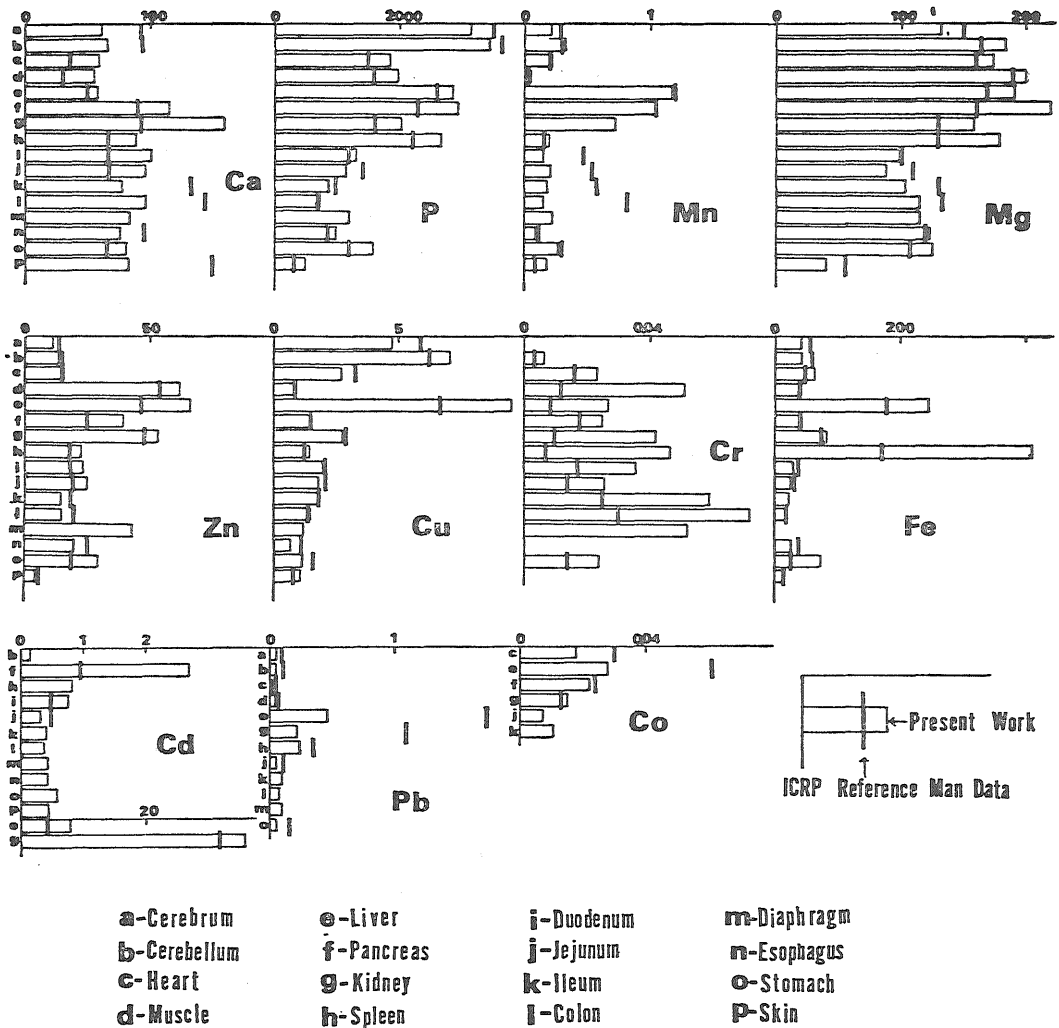


Fig 2. Concentration of Elements in Human Tissues ( $\mu\text{g/g}$  fresh weight)

化学分析を行った。測定方法は、フレームおよび黒鉛炉を原子化セルとする原子吸光分析装置および誘導結合アルゴンプラズマ (ICP) を分光光源とする発光分光分析を用いた。測定元素は、P, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn, Co, Cr, Pb, Cd とし、平均濃度 (生組織 1 g 当りの元素の  $\mu\text{g}$  数) とし、図 2 に示す。

このほか、Na, K, Rb, Sr, Ba, Li, Be, Ni, Mo などについても、現在分析を検討中である。

しかし、分析件数は未だ充分とは言えないので、中間報告として図示したが、その評価は今後の研究にまかしたい。

なお、本研究の実施にあたり、器官重量に関する放医研データ処理に加えて、器官の大きさについての電算機処理は医学放射線学会研究費により行われた。なお、ICP による分析は、島津製作所研究部との協同研究によ

ったものである。

〔今後の問題点〕 人体器官中の元素濃度に関する測定値を、今後さらに件数を増し、日本人の標準値としうる信頼度高いものとしたい。

〔研究発表〕

- (1) G. Tanaka, H. Kawamura and Y. Nakahara: "Reference Japanese Man-1, Mass of Organs and Other Characteristics of Normal Japanese", Health Phys. 36, 333, (1979)
- (2) 田中, 河村, 野村, 中原: 「ICRP 勧告の日本人への適用に関する調査報告書」日本医学放射線学会 p9 ~130 (昭和55年3月)
- (3) 田中, 河村, 野村: 日本放射線影響学会, 第22回大会, 大阪 (1979年11月)
- (4) 田中, 河村, 野村: 日本衛生学会 第50回総会, 大

版 (1980年4月)

- (5) Tanaka, Kawamura, Nomura (and Nakahara): 6th ICRR, Tokyo (May, 1979)
- (6) Tanaka, Kawamura and Nomura: 5th International Conference of IRPA, Jerusalem (Mar., 1980)

## 2. 超ウラン元素の食品人体系における移行の研究

環境放射生態学研究部 河村日佐男, 田中義一郎

【目的】 組織中の  $^{239}\text{Pu}$  等の濃度を測定して体内分布を明らかにするとともに, 環境から人体への移行経路および地域差を検討することを目的とする。

【経過】 前年度に引き続いて人体各組織中の  $^{239}$ ,  $^{240}\text{Pu}$  濃度の体内分布および地域差の検討を引き続いて行なうとともに, 試料の前処理, 分離法, 電着装置の改良をすすめ, スパイク用トレーサーの検討を行い, 実験条件の整備を行っている。なお, 今年度は  $^{239}$ ,  $^{240}\text{Pu}$  の移行径路の検討を開始した。

【成果】 実際の骨試料の分析例におけるアルファスペクトルを Fig1 に示す。  $^{239}$ ,  $^{240}\text{Pu}$  の一般人への主な移行径路として, 吸入および経口摂取があげられるが, 職業衛生上の問題が重視されたためもあり従来は吸入径路に研究の重点が置かれていた。本研究では, 一般人の内部被曝を考え, 環境条件の変化に対応しての経口摂取と吸入摂取の相対的寄与率を評価するため, 人体の  $^{239}$ ,  $^{240}\text{Pu}/^{90}\text{Sr}$  全身負荷量比を求め, 前駆物質のそれと関連させて検討する方法をとった。すなわち,  $^{239}$ ,  $^{240}\text{Pu}$  および  $^{90}\text{Sr}$  の組織中濃度の実測値をもとにして, 標準日本人 (Reference Japanese Man) の器官・組織の質量値を使用して, それぞれ全身負荷量を計算し, 最終的に  $^{239}$ ,  $^{240}\text{Pu}/^{90}\text{Sr}$  全身負荷量比を推定することができた。この値は,  $10^{-3}$  のオーダーとなり, 報告されている積算降下量における  $^{239}$ ,  $^{240}\text{Pu}/^{90}\text{Sr}$ , および食餌中の  $^{239}$ ,  $^{240}\text{Pu}/^{90}\text{Sr}$  との対応関係の検討をすすめている。今回の  $^{239}$ ,  $^{240}\text{Pu}/^{90}\text{Sr}$  の全身負荷量比は1970年について得られたものであり, 今後データを増やして解析を容易にする予定である。

### 【研究発表】

- (1) 河村, 野村, 田中, (McInroy): 日本放射線影響学会第22回大会, 大阪 (1979. 11).

## 3. 幼若期-胎児期における放射性物質代謝の特殊性に関する研究

### 3.1 幼若期ラットに経口投与した $^{51}\text{Cr}$ , $^{110m}\text{Ag}$ , $^{115m}\text{Cd}$ および $^{203}\text{Hg}$ の全身残留

環境衛生研究部 (稲葉次郎, 西村義一, 市川龍資)

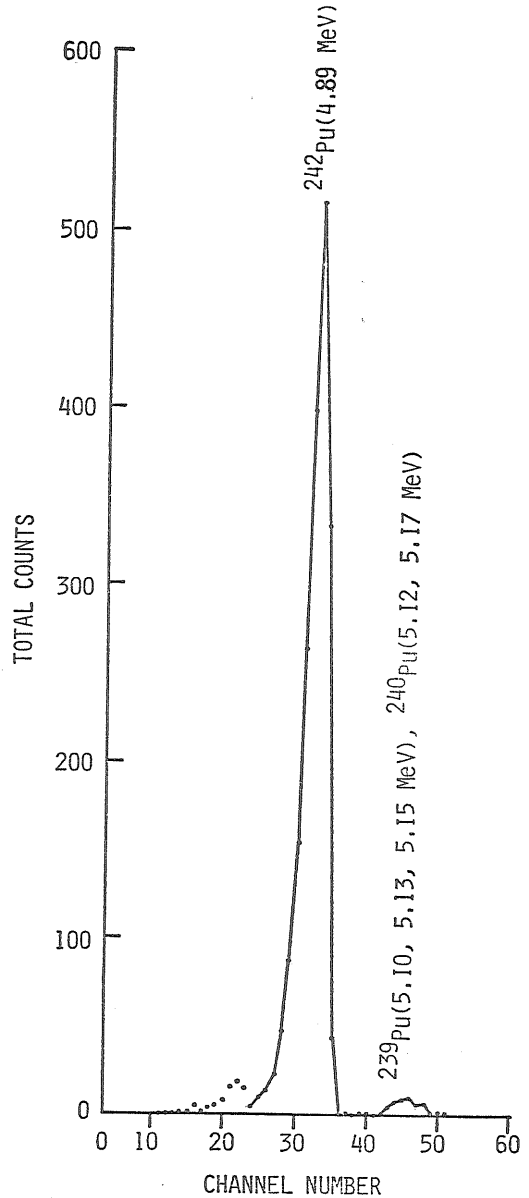
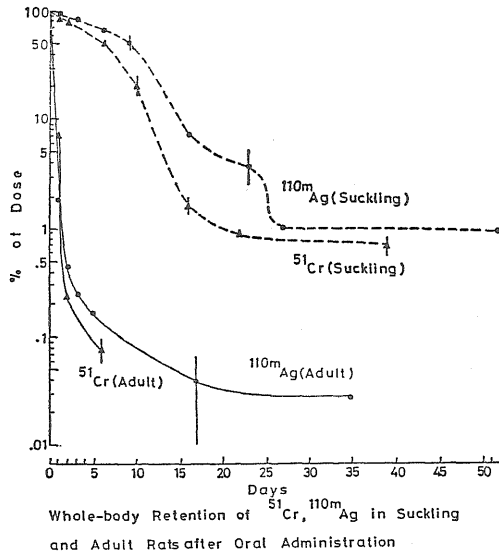


Fig. 1. A typical alpha spectra obtained for vertebral bone samples spiked for vertebral bone samples spiked with  $^{242}\text{Pu}$  tracer.

【目的】 環境中の放射性物質による一般公衆の被曝を考えると, そこには新生児から老人にいたる広範にわたる年齢分布があることには注意を払う必要がある。これまでに環境放射性物質による体内被曝に関する研究の一環として, 各種放射性物質の体内代謝の年齢依存性特に幼若期-胎児期での特殊性に関し, 実験動物を用いて研究を行ってきた。ここでは, クロム, 銀, カドミウム, 水銀の放射性核種の消化管吸収と全身残留にお

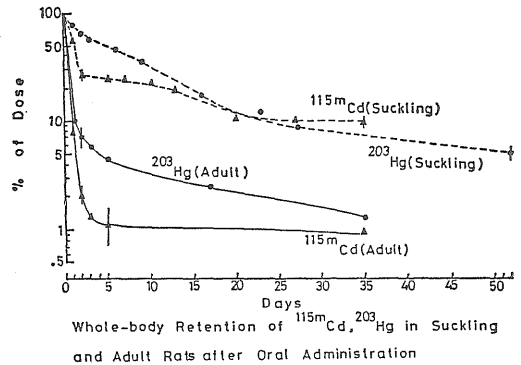


第1図 Whole-body Retention of  $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{110\text{m}}\text{Ag}$  in Suckling and Adult Rats after Oral Administration

よばず動物の年齢の影響に関する情報を得ることを目的とし、ラットによる実験を行った。

〔経過および成果〕 実験動物として放医研動植物管理課の生産しているウイスター系のラット（飼料：船橋農場製ラット繁殖用飼料）を用いた。生後数日の哺乳期ラットおよび約200日令の成熟雄ラットに  $^{51}\text{Cr}(\text{Na}_2\text{CrO}_4)$ 、 $^{110\text{m}}\text{AgNO}_3$ 、 $^{115\text{m}}\text{CdCl}_2$  あるいは  $^{203}\text{HgCl}_2$  を含む水溶液を胃カテーテルを用いて一回投与し、投与直後およびその後経日的にラットを小型動物測定用のアーマックカウンターを用いて、全身計測し全身残留を観察した。尚、哺乳期ラットは1腹を9~10頭に調整し、雌雄を区別せずに5~6頭に放射性核種を投与、残りは母親の哺育に伴うクロスコンタミネーションのチェック用とした。

哺乳期および成熟ラットに経口投与した4種の放射性核種の全身残留を第1図と第2図に示した。 $^{51}\text{Cr}$  と  $^{110\text{m}}\text{Ag}$  は成熟ラットで全身残留がきわめて低く、消化管吸収率の低いことが示されている。哺乳期ラットでは片対数方眼紙上で上に凸の残留曲線が得られ、哺乳期ラットに経口投与した  $^{144}\text{Ce}$  の全身残留曲線ときわめて類似している。このことから  $^{51}\text{Cr}$  や  $^{110\text{m}}\text{Ag}$  も哺乳期ラットに経口摂取された場合は、 $^{144}\text{Ce}$  の場合と同様に、腸上皮細胞中に吸収保持され、上皮細胞から血流中への移行は比較的少ないと言えることができる。もっとも、少ないとは言っても成熟ラットの場合に比較すれば10倍以上であることには注意する必要がある。 $^{115\text{m}}\text{Cd}$  および  $^{203}\text{Hg}$  の場合には成熟ラット哺乳期ラット共に片対数方眼紙上で下に凸の全身残留曲線であり、哺乳期ラットでも腸上皮



第2図 Whole-body Retention of  $^{115\text{m}}\text{Cd}$ ,  $^{203}\text{Hg}$  in Suckling and Adult Rats after Oral Administration

細胞中への保持は無いものと考えられ、 $^{51}\text{Cr}$  や  $^{110\text{m}}\text{Ag}$  の場合とは対照的である。ただし、ここでも哺乳期ラットでの全身残留は成熟ラットに比し約10倍大きいことには注意を要する。

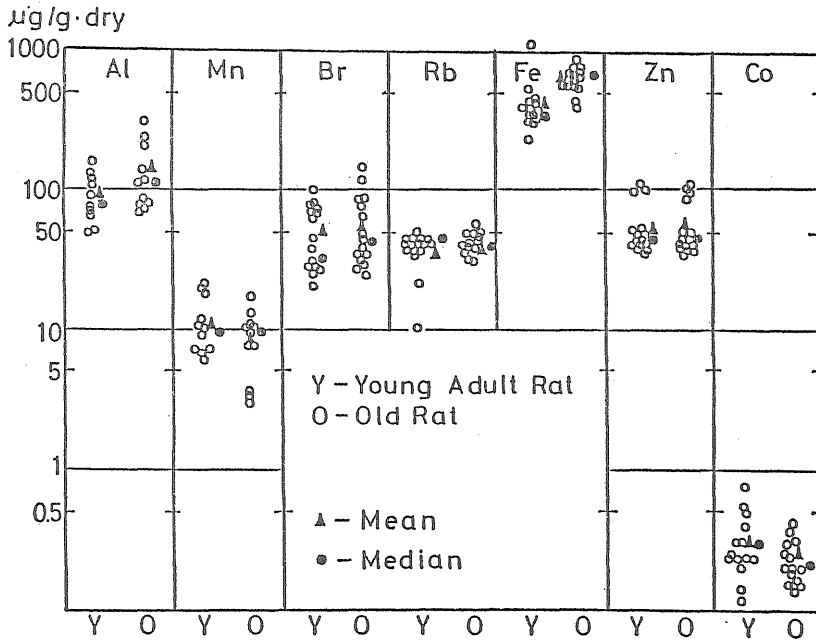
〔研究発表〕

- (1) 稲葉・西村・市川：国際放射線防護学会アジア地区会議，マニラ（1979.11）
- (2) 稲葉・西村・市川：第22回放射線影響学会，大阪（1979.11）

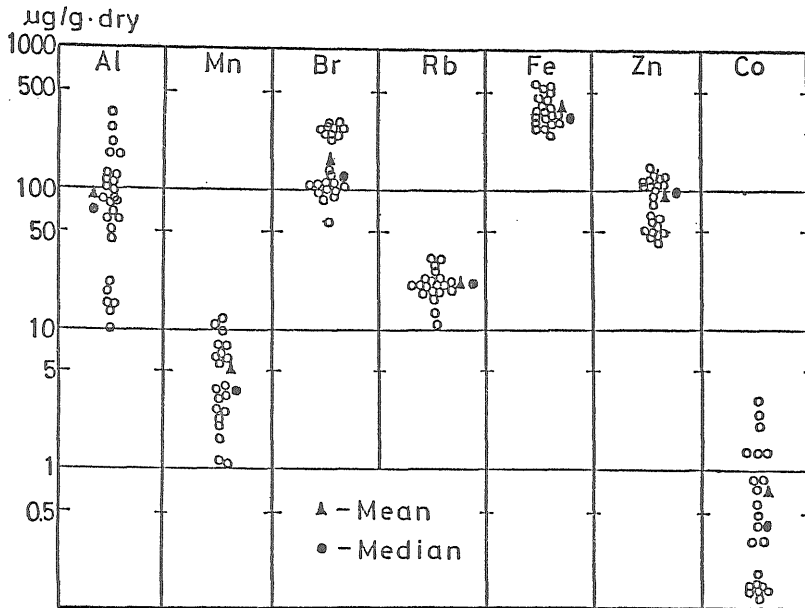
### 3.2 ラット臓器中に含まれる微量元素の放射化分析 環境衛生研究部（西村義一，稲葉次郎，湯川雅枝，市川龍資）

〔目的〕 放射性核種の動物体内での挙動を解明する上で、安定元素の体内量あるいは臓器含有量を知ることが極めて重要な意味をもつ。このような観点から、昨年ひき続き、非破壊多元素同時分析が可能である中性子放射化分析法により、ラットの微量安定元素の体内量あるいは臓器含有量を定量した。本年度は年齢による体内元素含有量のちがいが、および臓器別の元素含有量のちがいを明らかにすることを目的とした。

〔経過および成果〕 放医研動植物管理課において生産、供給されているウイスター系ラットを実験に用いた。妊娠15~19日目のラットから摘出した胎児および哺乳する前の新生児ラットはエーテルでト殺した。60日令の若成熟ラットと約600日令の老令ラットは放血ト殺したのち、主要臓器（肝、腎、脾、膵、心、肺）を摘出した。これらを凍結乾燥し、乳鉢を用いて粉末化したのちにポリ袋



第1図 Concentration of Elements in Liver



第2図 Concentration of Elements in O-day-old-rat

に封入して試料とした。中性子照射は立教大学の原子炉で行なった。短時間照射においては試料(約50mg)を照射孔Fに入れ3分間の照射を行い、3分間冷却したの

ちに Ge (Li) 半導体検出器によってγ線計測を行った。長時間照射では試料(約200mg)を回転試料棚におき、18時間の照射を行い、7日間冷却した後、放医研に移

送りGe (Li) 半導体検出器により 3000~5000 秒のγ線計測を行った。

結果として, Sr, I, Mg, Cu, K, Al, Mn, Cl, Na, Ca, S, Hg, Cr, Br, Rb, Fe, Zn, Co の元素を検出定量することができ, 臓器のおおよその元素濃度を知ることができた。その結果の一部を第1図および第2図に示した。脾臓において Fe が若成熟ラットに比べ老令ラットの方が高い値を示したのを除けば, とくに年齢による元素濃度のちがいは観察されなかった。臓器間での元素濃度を比べてみると, 血液, 脾臓で Fe が著しく高い値を示したがその他の元素では顕著な臓器間での差は観察されなかった。

胎児と新生児ラットを比較すると, Al, Fe, Zn, Co などの元素は新生児ラットの方が高い値を示す傾向にあった。ラット胎児の体重は妊娠後期から末期にかけて急激に増加してゆくと, どの時期にいろいろな元素が胎児へ取り込まれてゆくのか, また哺乳の段階でのミルクおよび, その後の飼料からの各種元素摂取率と体内量との関係など非定常状態における問題を今後も継続して調べ, 放射性核種の正確な代謝情報を得るための一つの資料としてゆく。

1) 西村, 稲葉, 湯川, 市川, 戸村: 日本保健物理学会第15回研究発表会, 千葉 (1980.5)

#### 4. 放射性物質の存在状態の体内代謝に及ぼす影響に関する研究

##### 4.1 放射性ヨウ素の存在型と消化管吸収率ならびに甲状腺到達率

環境衛生研究部 内山正史, 白石義行, 岡林弘之, 市川龍資

〔目的〕 海産物摂取による甲状腺内部被曝線量を推定する上で, 甲状腺到達率は重要なパラメータである。日本人の嗜好的食品である海藻に存在するヨウ素および牛乳に添加された形態のヨウ素について甲状腺到達率を求め, 甲状腺被曝線量を的確に推定することに資する。

##### 〔経過および成果〕

那珂湊支所海洋放射生態研究部により, 海水に放射性ヨウ素を添加, その中で飼育した放射性ヨウ素を取り込んだ海藻の0.9% NaCl 水溶液を加えて調製したホモジネートおよび生乳相当乳成分濃度に調製し放射性ヨウ素

を添加した粉乳水溶液を投与試料とした。

24時間絶食させた雄性成熟ラットの胃内に試料を 1ml 強制投与。30時間後に摘出した甲状腺およびこの間に採取した排泄物ならびに腸内遺留糞について放射能を投与量と比較した。糞と腸内遺留糞の和を未吸収区分とみなした。

<sup>125</sup>I を NaI の 0.1N カセイソーダ水溶液として胃内強制投与で得られた甲状腺到達率, 尿および消化管吸収率は次の如くである: 17.7±4.2, 18.6±16.5, 96.4±2.9。

<sup>125</sup>I の胃内投与で得られた数値の相対値として, 海藻投与群およびミルク投与群に関するデータを第1表に示した。各投与群の安定ヨウ素摂取量の相違を考慮に入れる必要があるため, その定量を進行中である。

第1表 ラットに投与された放射性ヨウ素の消化管吸収率, 甲状腺到達率および尿中排泄率

存在状態	消化管吸収率	甲状腺到達率	尿中排泄率
<sup>125</sup> I (アルカリ水溶液)	100±3	100±24	100
<sup>125</sup> I (粉乳水溶液)	99±4	75±33	116
ハリガネ (紅藻)	33±11	9±5	77
アオサ (緑藻)	73±6	19±7	218
ヒジキ (褐藻)	73±4	23±8	209
ツノマタ (褐藻)	32±8	11±4	89

海藻投与群におけるヨウ素の消化管吸収率が低い機構を解明するために, アオサ・ホモジネートを24時間ペプシンで分解, さらに α-アミラーゼで24時間消化させて得た標品をラットに投与。分解過程を経ない場合の約2倍の消化管吸収率と甲状腺到達率を得た。

ヨウ素を附着ないし取り込んでいる海藻の物理的性状が, <sup>125</sup>I に比して低い消化管吸収率を示す一因と考えられる。200倍量の生理的食塩水に試料を透析することで, 第2表の結果が得られた。海藻試料はいずれもホモジネートである。

消化管吸収率はヨウ素と海藻構成成分との結合強度の影響も受けていることが推測されたので, 上設の消化酵素による分解処理をおこない, 得られた標品の半透膜に対する挙動に関して, 第3表の結果を得た。

放射性ヨウ素の経口摂取による甲状腺到達率が, 食品

第2表 放射性ヨウ素の半透膜通過率 (%)

存在状態	アルカリ水溶液 (-I)	粉乳水溶液 (-I)	ハリガネ	アオサ	ヒジキ	ツノマタ
通過率	99.1±0.09	98.8±0.0	3.9±1.5	29.2±1.1	24.9±2.0	87.4±0.6

第3表 消化酵素処理による放射性ヨウ素の半透膜通過率(%)

消化酵素	ハリガネ	アオサ	ヒジキ	ツノマタ
ペプシン	4.8±0.8	33.7±2.0	43.1±2.3	19.0±1.1
α-アミラーゼ	13.3±2.3	36.8±3.6	56.7±1.2	0.0
総通過率*	29.4±1.6	70.3	81.6±0.9	89.8

\*生理的食塩水に無処理で透析した場合の通過率を含む。

中の存在状態に強く依存することが示された。

〔研究発表〕

(1) 内山, 白石: 第22回日本放射線影響学会, 大阪 (1979.11)

(2) 内山: 第7回放医研環境セミナー, 千葉 (1979.11)

#### 4.2 金属製ケージ飼育の実験用ラットにおける主な安定金属元素の体内汚染について

環境衛生研究部 (白石義行, 内山正史, 岡林弘之, 市川龍資)

〔目的〕 放射性物質の存在状態の体内代謝に及ぼす影響に関する研究の一環として, 来年度, 放射性 Mn, Co, Zn の物理化学型, ならびにこれらの安定元素, 主な共存類縁元素, たとえば Fe の量が, 実験動物 (ラット) の消化管吸収に及ぼす影響を定量的に解明する予定であるが, この実験を進める上で, 供試動物に対し, 実験環境起源のこれら安定元素による体内汚染があってはならない。とくに, 従来から使用されている金属製ケージ (金網型) の使用によって, 飼育ラットが, どのように体内汚染されるかを明らかにし, 対策を講じた。

〔経過および成果〕

従来から使用されているラット5匹飼い金属製ケージ (金網型) に見合う非金属製ケージを, 次のようにして考案試作した: 不透明塩ビ材の円筒状容器 (直径 32cm, 高さ 20cm, 厚み 1cm) の上, 下端部に穴を明け, 間隔 1.5cm でガラス棒 (直径 1cm) を通し固定, この下端部のガラス棒が床となる。なお, 円筒容器下部の一部に穴を明け小さなガラス製給餌容器を取り付け, また容器の側面にラットの搬出入口を設けた。この容器の下に, 同じく塩ビ製の漏斗 (直径 36cm, 長さ 25cm) を置き, 糞, 尿の分離採取ができるようにした。一方, 円筒容器の上は, 透明塩ビ製の薄い円板状の蓋で覆うことによって, 吸気中の粉塵が円筒容器に侵入することを防止した。この円板に小さな穴を明け, 短いガラス管の吸い差しを付けたポリエチレン製給水瓶を差し込み固定した。

ラットにおける Co, Mn, Zn, Fe の各安定元素の体内汚染は, 尿中に排泄されたこれら元素の濃度により表わした。すなわち, 24時間の尿を採取し, 遠心分離後,

上澄み液を4倍に希釈し, これをゼーマン原子吸光分光光度計により, 標準添加法で各元素の定量分析を行った。なお, Zn については, 現在分析中である。

金属製ケージにおいて低金属含有飼料で長期間飼育したラットを非金属製ケージに移し変え, 最初の1日間で Fe, Co, Mn の尿中排泄濃度は, いずれも約 1ppm を示し, その後漸次減少し, 移し変え後約5日目に 0.3~0.4ppm となり, 以後このレベルが保たれることが観察された。このレベルは, 約3カ月間, 同じ動物室において非金属製ケージで飼育しているラットの尿中濃度 (0.3~0.4ppm) と極めてよく一致する。これらのことから, 金属製ケージ飼育ラットは, 金属材, とくに金網をかじることによって, その成分元素 Fe, Co, Mn をせり取りし, 非金属製ケージ飼育ラットに比して約3倍高い尿中濃度を示したものと考えられる。

動物室に対する空調機構が数時間停止した後, 運転始動時の送風によって, あるいはまた飼育ケージを支えるアングル架台面 (ペンキ塗装) の簡単な清掃によって, 無蓋の非金属製ケージ飼育ラットの尿中濃度は, いずれの場合も, 最初の24時間後, Fe, Co の各元素とも約 2ppm に増加し, その後前述と同様な減少傾向を示した。この増加は, 送風時における気送管内のわずかな粉塵を室内に放出し, またアングル面に極くわずかに堆積していた粉塵の再浮游によって, 飼育ラットが, これらの粉塵を経気道, 経口でとり込んだことに起因するものと推察される。

このような放射性金属元素の消化管吸収に及ぼすこれら安定元素および類縁元素の量の影響に関する実験を進める上で, 供試ラットの飼育には, 非金属製ケージの使用が適切であり, 前述の考案試作したものは有効である。

#### 4.3 生物体内における超ウラン元素濃度

環境衛生研究部 (岡林弘之, 白石義行, 内山正史, 市川龍資)

〔目的〕 環境中に存在する状態の超ウラン元素の体内挙動に関する研究の一環として, 本年度は, 昨年度と飼育状況の異ったラット体内の<sup>239,240</sup>Pu濃度を測定し, あわせて<sup>241</sup>Am濃度の測定を行った。

〔経過および結果〕 生後6~7カ月間, 通常の固型飼料 (船橋農場製) で飼育した後, 低ヨウ素含有飼料 (α, β濃粉と脱脂粉乳) で10~60日間飼育した Wistar 系ラットの臓器中<sup>239,240</sup>Pu濃度を測定した。また, Puを分離した残液から, 陽陰両イオン交換樹脂を用いて, <sup>241</sup>Amのみを分離し, ステンレススチール板に電着し, α線スペクトロメトリーにより<sup>241</sup>Amを定量した。



第1表 ラット臓器中<sup>239,240</sup>Pu, <sup>241</sup>Am濃度

臓器	<sup>239,240</sup> Pu (fCi/g)		<sup>241</sup> Am (fCi/g)
	本年度測定値	昨年度測定値	
肝臓	0.7±0.2	4.2±0.5	0.05±0.02
脾臓	4.9±2.0	49.4±5.2	0.8±0.4
腎臓	1.1±0.3	10.2±1.6	
生殖器(雄)	0.8±0.3	3.2±0.5	
胃	2.7±0.9	3.7±0.5*	
骨	2.5±0.8	5.9±0.9	
筋肉	0.3±0.2	1.1±0.2	
膀胱	4.9±1.7		

\*消化管

現在までに得られた結果は、第1表のとおりである。<sup>239,240</sup>Puの濃度は、昨年度の測定値に比して著しく低い。これは、昨年度の供試ラットが、固型飼料で長期間飼育されたものであることから、飼料の違いによるものと推察される。なお、<sup>241</sup>Amに関して、肝臓、脾臓以外の臓器は、現在分析中である。今後、さらに例数を増して、ラット体内のPu, Amレベルを的確に把握し、これら核種の体内挙動を追究してゆく予定である。

#### 4.4 <sup>57</sup>Co-シアノコバラミン代謝に及ぼすキャリアーの影響について

環境衛生研究部 (西村義一, 稲葉次郎, 市川龍資)

〔目的〕 海産生物などにおいて、コバルトの一部は有機化学形、とくにシアノコバラミンとして存在することが知られている。シアノコバラミンの形のコバルトは動物体において、無機コバルトとは著しく異なった挙動をとり、このため体内被曝線量も大きく異なることが考えられる。これまでに塩化コバルトよりもシアノコバラミンの形のコバルトの方が動物体内での吸収率ははるかに高く、胎盤あるいは母乳を介して比較的容易にラット胎児、新生児へ移行することなどを明らかにしてきた。今回はシアノコバラミン含有量の大きい食物を摂取した場合、代謝がどのように変わるか、すなわちシアノコバラミン代謝に及ぼすキャリアーの影響について調べてみた。

〔経過および成果〕 放医研生産のウィスター系ラットに<sup>57</sup>Coで標識したシアノコバラミンと1, 10, 50, 100 $\mu$ gのキャリアーとの混合液を経口あるいは静脈内投与すると、投与方法にはかわかわらずキャリアーの量が増えるにしたがって体内残留率が明らかに減少した。キャリアーの量とラット体内に吸収されたと推定されるシアノコバラミンの量との間には相関がみられ、キャリアーの量が

少ない場合には、ほぼ直線的に吸収量が増加してゆくが以後はプラトーに達する傾向が観察された。一方、非生理的大量のキャリアーと<sup>57</sup>Co-シアノコバラミンとの混合液を投与すると、経口・静脈内投与ともに絶対吸収量が増加した。シアノコバラミンは消化管内では内因子が血液の中ではトランスコバラミン-I, -IIがその吸収に重要な役割をはたしており、これらの結合能、回復速度、あるいは臓器におけるcapacityなどの問題もあって非生理的な量では複雑な体内挙動を示すようである。

次に、はじめにキャリアーを投与し、その後、種々の時間経過後に<sup>57</sup>Co-シアノコバラミンを投与してその体内残留を観察したところ、経口投与群ではキャリアー投与後3時間ほどたてばキャリアーの影響が認められなくなるが、静脈内投与群では24時間後でもキャリアーの影響がみられた。このことから内因子の回復速度は比較的早いものと思われる。

(1) 西村・稲葉・市川：第22回放射線影響学会、大阪 (1979.11)

#### 5. トリチウムの代謝

環境衛生研究部 新井清彦, 武田洋, 樫田義彦

##### (1) 植物系

##### 〔目的〕

原子力施設などからの放出トリチウムによる環境汚染や、それに伴う被ばくが、近來問題視されるにいたった。トリチウムは主として水の形で環境に拡散し、植物に摂取されて、食物連鎖を通じて人体にとりこまれる。それ故に、トリチウムの代謝を中心に、その動向を解明し、一般人の被曝線量を推定することを目的としている。そのために、今年度は、小麦を用いて研究をおこなった。小麦におけるトリチウムの動向は、水として植物体内を通過するものと、光合成同化産物の一部として、有機物の形で、組織を構成するものとに分れることが、前年度までの研究で判明している。これら両者の量的関係を知ることは、トリチウムの食物連鎖中挙動の解明に当り重要な知見となる。この点の解決を主な目的として、<sup>3</sup>Hと<sup>14</sup>Cの二重標識化をおこない、光合成同化産物の量的解析をおこなった。

##### 〔経過〕

前年11月に1/5000アールのワグネルポットに播種し、以後屋外で培養した小麦苗を実験に使用した。

小麦種子に最も摂取率の高い、登熟期(5月中旬)をえらび当所に記置された、植物栽培チエンバー(内容積2500l)内に小麦を設置し、1日順化した後、400m Ci/5 potのトリチウム水と、25m Ci/2500lの<sup>14</sup>CO<sub>2</sub>を投与し、吸収同化させた。

投与時の栽培条件は、ガラス越の自然光線下で、昼温を外気の平均値に記定し、夜温はそれより 10°C 低くした。

試料小麦は、完熟後採取し、凍結捕集法で水分を分離し、自動燃焼法を用い、液体シンチレーション法で  $^3\text{H}$ 、 $^{14}\text{C}$  濃度を測定した。

〔成 果〕

同化されるトリチウムの量は、組織の種類と時期により値を異にする。これらの相互関係は複雑であるが、トリチウム水と同時に  $^{14}\text{CO}_2$  を投与して、両者の濃度分布を測定することにより、その一端を知ることができた。すなわち登熟期の小麦に HTO 400 mCi と  $^{14}\text{CO}_2$  15 mCi を同時に投与し、収穫された小麦 250 g より、平均濃度

$$T = 4 \times 10^{-4} \text{ mCi/g} \quad ^{14}\text{C} \times 1 = 10^{2-} \text{ mCi/g}$$

の値を得た。

$$^{14}\text{C}, T \text{ の利用率の比 } U = \frac{c_u}{C_U} \cdot \frac{t_u}{T_U}$$

$c_u, t_u$ : 小麦 250 g 中の  $^{14}\text{C}, T$  の総量

$C_U$  : 投与した  $^{14}\text{C}$  15 mCi, 吸収率 90% における  $^{14}\text{C}$  の吸収量

$T_U$  : 投与した T 400 mCi, 吸収率 50% における T の吸収量。

をあてはめると、

$$U = \frac{1 \times 10^{-2} \times 250 / 15 \times 0.9}{4 \times 10^{-4} \times 250 / 400 \times 0.5} = \frac{2.5 \times 200}{13.5} = 370$$

となり、蒸散係数が 300~600 という Bierhugen らの報告 (1965) と近似した値を得た、これは同化生産物に残留するトリチウムより、葉から蒸散するトリチウムが、非常に多量であることを示している。(第 1 表・第 2 表)

得られた高濃度標識小麦は、小動物用の飼料としてトリチウムの食物連鎖解明に使用する予定である。

〔研究発表〕

第 1 表 試料小麦の性質

収穫期	1979年 6 月下旬	
1 粒重量	45~50g	
水分含量	12~15%	
穎重量	3~5 mg	
T 濃度	$4 \times 10^2$ pCi/mg dw	
$^{14}\text{C}$ 濃度	$1 \times 10^4$ pCi/mg dw	

第 2 表 小麦 T- $^{14}\text{C}$  濃度分布

部 位	TpCi/mg	$^{14}\text{C}$ pCi/mg
種 子	400 (100%)	10000 (100%)
穎	160 ( 40%)	2800 ( 28%)
茎	24 ( 6%)	1600 ( 7%)

(1) 新井・武田・樫田：第 22 回日本放射線影響学会、大阪 (1979. 11)

(2) 動物系

〔目的および経過〕

トリチウム(T)による被曝線量の評価の目的で、これまで、トリチウム水 (HTO) および、T-ロイシン、T-グルコース等の T 標識有機化合物をラットに投与し、体内での T の分布、排泄について調べてきた。その結果、T の体内挙動は、摂取する T の化学形によってかなり異なることが明らかになった。本年度は、生物学的に重要な意味をもつ DNA の前駆体であるサイミジンの T 標識化合物を動物へ投与し、その体内挙動を調べ、HTO の場合と比較検討した。

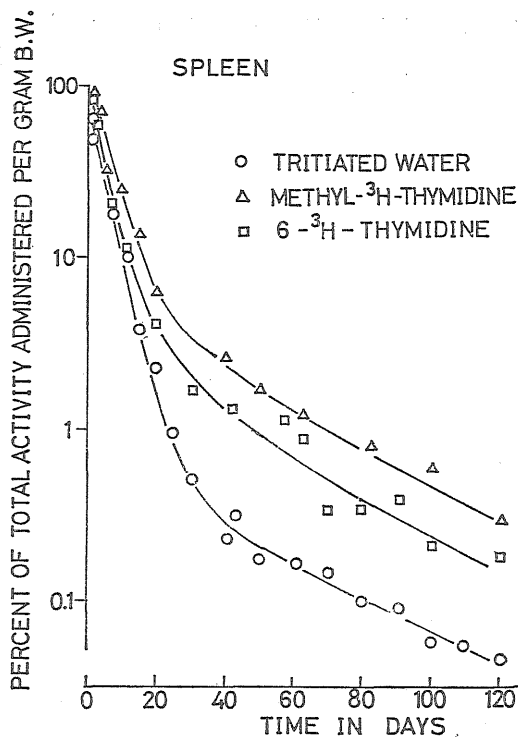
〔成 果〕

これまでの一連の実験と同様、Wistar 系ラット (雄 2.5~3.0 ケ月令) に、単位体重当り一定量の T 標識サイミジンを経口投与し、その後約 100 日間経時的に屠殺し、各組織中の全 T 濃度および乾燥組織中の組織結合性 T 濃度を測定した。なお、T-サイミジンとしては、6 位ラベルとメチル基ラベルの標識部位の異なる 2 つの T 標識化合物を使用し、また、T の代謝とサイミジン自身の代謝を比較する目的で、 $^{14}\text{C}$  標識サイミジンを同時投与し実験を行った。

T-サイミジン投与 24 時間後、各組織中の全 T 濃度を、HTO の場合と比較すると、T-サイミジン投与の場合の方が、相対的に高い値がみられた。しかし、各組織中全 T で、組織結合性 T の占める割合は、脾臓と小腸を除けば、ほとんど差異が認められなかった。この結果は、T-サイミジンが吸収される過程 (たぶん、消化管内) で、かなりの部分が分解されていることを示唆するものである。

また、脾臓と小腸では、HTO の場合の約 10 倍程度高い組織結合性 T 濃度がみられたが、これは、分解されずに残った T-サイミジンに対して、これらの組織が強い親和性をもつためだと考えられる。以上のような考察は、 $^{14}\text{C}$ -サイミジンを使った実験結果によっても支持された。標識部位の異なる 2 つの T-サイミジン投与後、各組織へ取り込まれた T 濃度を比較すると、いずれの組織でも、メチル-T-サイミジンの方が相対的に、高い値を示した。これは、6-T-サイミジンの場合、それが吸収過程で分解されるだけでなく、一部 T が、その化合物から、解離するためだと推測される。

次に、2 つの T 標識サイミジンと HTO 投与後の各組織からの T の排泄速度を比較すると、第 1 図に脾臓の例で示すように、T-サイミジン投与の場合の方が相対的に T の排泄は遅く、2 つの標識部位の異なる T-サイミ



第1図 Variations in the concentration of total tritium in spleen following a single administration of tritiated water, methyl-<sup>3</sup>H-thymidine and 6-<sup>3</sup>H-thymidine.

第1表 Doses (rad) to Various Tissues of Rat after Ingestion of Tritiated Water and Tritiated Thymidine for 100 Days.

Tissues	Doses from Ingestion of 1.0 $\mu$ Ci/g. B. W.		
	Tritiated Water	[6- <sup>3</sup> H]-Thymidine	[Methyl- <sup>3</sup> H]-Thymidine
Blood	1.6	1.6	2.4
Liver	1.2	1.5	2.1
Kidney	1.2	1.7	2.0
Testis	1.3	1.6	2.4
Spleen	1.2	1.8	2.4
Brain	1.2	1.5	1.7
Fat Tissue	0.3	0.7	0.8
Muscle	1.2	1.5	1.6
Intestine	1.2	1.6	2.0
Lung	1.1	1.3	1.5
Heart	1.1	1.6	1.7

ジンの間でも、その排泄速度に幾分かの差が認められた。第1表には、HTOおよびT-サイミジン(6-T, メチル-T)投与後100日間の各組織における被曝線量値を示した。

### (3) 環境放射線による臓器吸収線量の測定ならびに評価に関する調査研究

#### 1. 人体臓器組織の吸収線量に関する研究

物理研究部(丸山隆司, 白貝彰宏, 野田豊, 山口寛, \*寿藤紀道, \*米山高彦, 橋詰雅) (\*研究生)

〔目的〕 原子力施設周辺での環境放射線および放射能によるリスクの推定に必要な基礎資料とするため、確率の影響に関連する臓器・組織の吸収線量を推定する。環境放射線モニタリングにより、空間での組織カーマ(tissue kerma in air)の測定は可能であるが、リスクの推定に直接カーマを用いるわけにはいかない。遺伝的影響、発癌(白血病を含む)などの身体的影響に関連した臓器・組織の吸収線量にそれぞれのリスク係数で荷重した実効線量当量または実効線量がリスクの推定には必要となる。内部被曝についても同様であり、吸入または摂取した放射能による実効線量当量または実効線量が必要である。本研究は空間での組織カーマおよび放射能から実効線量当量または実効線量を推定するために、外部被曝についてカーマに対する臓器・組織線量の比、内部被曝については放射能に対する標的臓器・組織線量の比を算定するものである。

〔経過 ならびに成果〕 昭和53年度に試作したファントム照射測定装置を用い、甲状腺、肺および胃について、実効エネルギー 30keV, 80keV, および 140keV のX線, <sup>137</sup>Cs および <sup>60</sup>Co  $\gamma$ 線に対する臓器・組織線量/照射線量(rad/R)を測定した。ランドファントムの臓器・組織の位置に電離箱およびTLD線量計をセットし、これにいろいろの角度から上記の放射線を全身に照射して線量を測定した。また、ファントムを除去したときのファントム中心位置での照射線量を電離箱で測定した。

結果の一例として、第1表に仰角0°の面(立位のファントム横断面)で、ファントムを体軸のまわりに回転していろいろの偏角 $\phi$ (ファントム正面を $\phi=0^\circ$ とした)について得た(肺の線量/照射線量)の比Rを示す。表から明らかな如く、入射した放射線のエネルギーおよび偏角 $\phi$ によって、これらの比はかなり変動している。このことは被曝時における被曝者の姿勢に関する情報が重要であることを示唆している。被曝した放射線のエネルギーは重要なファクターであるが、これについてはモニタや他の方法により推定が可能である。今後は対象となる臓器・組織すべてについて空間での組織カーマに対する臓器・組織線量の比のエネルギーおよび角度依存性を

第1表 放射線の入射方向と肺（右肺）の線量との関係（体軸の照射線量との相対値）

光子エネルギー	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
<sup>60</sup> Co 1.25MeV	1.01	0.98	1.00	0.97	0.96	0.96	1.02	1.01	0.83	0.81	0.78	0.94
<sup>137</sup> Cs 0.662MeV	1.02	0.98	1.01	0.94	0.95	0.96	1.04	1.02	0.79	0.73	0.72	0.93
X線 140keV	1.15	1.11	1.09	1.02	0.98	1.06	1.20	1.13	0.70	0.53	0.61	0.94
X線 80keV	1.20	1.15	1.15	1.07	1.03	1.14	1.26	1.24	0.72	0.51	0.66	1.08
X線 30keV	0.65	0.57	0.50	0.40	0.41	0.57	0.65	0.51	0.20	0.13	0.21	0.46

測定すると共に、実効線量当量指標についても検討した。

内部被曝については、環境放射能に対し ICRP-30 の日本人への適用を検討しているが、関連核種の実効半減期、線源臓器内の滞留量など生物学的データの不足により線量推定が行きづまっている。今後は生物データの収集・整理につとめ、内部被曝線量の計算のシステム化につとめる。

## 2. 放射線エネルギー付与過程の微細構造に関する研究

物理研究部（松沢秀夫，川島勝弘，星野一雄，平岡武，丸山隆司，白貝彰宏，山口寛，野田豊，河内清光，金井達明）

〔目的〕 低線量域では微小容積に与えられるエネルギーは統計的バラツキを示す。しかも、バラツキの程度は微小容積（sensitive site に相当）の大きさ形および放射線の線質などに依存することが理論的に推定される。従って、巨視的線量が同一でも臓器、組織の sensitive site に付与されるエネルギーの頻度分布は広範囲にバラツクであろう。当研究では、エネルギー付与の微細構造を実験的に追求し、線量-効果関係の解明に役立つ資料を得ることを目的とする。

### 〔経過〕

環境放射線による人体内のエネルギー付与スペクトルを測定するため、測定器の設計を行ってきたが諸般の事情によって製作がおくれている。

## 3. 線量算出における主要核データの測定ならびに評価

物理研究部（喜多尾憲助）

〔目的〕 本研究は、原子力施設の運転に伴う環境放射線の源として問題となる放射性核種について、それらの崩壊に伴う各種放射線のデータ、核分裂収率、核反応断面積などの核データの最も確かな数値を、実験的に、また文献調査により得ることを目的とする。またこれらデータの利用により環境放射線の線量評価上役立つ資料を得ることを目的とする。

〔経過ならびに成果〕 54年度においては、文献調査を進める一方、これら核データの利用のひとつとして、これまで、その精度や使用した基礎核データについて、とくに問題のある照射線量率定数及びγ線放射定数を計算した。計算にあたり使用した核データは、米 ORNL の核データプロジェクトが中心となって作成している EN SDF（評価済み核構造データファイル）の MDLIST プログラムの出力である。このデータファイルは、そのカバレッジにおいて、また評価の質において、今日世界的に見ても信頼のおけるものひとつと思われる。

計算の対象とした放射性核種は、短寿命のものを除いた主要な核種、約 250核種である。第1表に計算結果の例を掲げる。これまでの結果と比較して、今回の計算の改善された、点は、誤差が含まれているため、得られた数値の信頼度が高まったことであろう。

なお、本研究に当って、日本原子力研究所の田村務氏（核物理研）及び成田孟氏（核データセンタ）の協力を得た。

### 〔研究発表〕

喜多尾憲助，田村務 昭和55年（第18回）日本原子力学会年会要旨集85頁（1980.3）

第1表 評価された核データによる照射線量率定数の例

核種	崩壊型	半減期	照射線量率定数 (RmCi <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> at 1cm)			
			a)	b)	c)	本研究 <sup>d)</sup>
<sup>24</sup> Na	B-	15.0 h	18.3	18.138	18.7 (2)	18.24 ± 27
<sup>51</sup> Cr	EC	27.7 d	0.16	0.176	0.18 (5)	1.018 ± 034
<sup>54</sup> Mn	EC	312.5 d	4.71	4.614		12.44 ± 21
<sup>57</sup> Co	EC	270.9 d	0.95	1.002		13.54 ± 28

(第1表 のつづき)

核種	崩壊型	半減期	照射線量率定数 (RmCi <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> at 1cm)			
			a)	b)	c)	本研究 <sup>d)</sup>
<sup>59</sup> Fe	B-	44.53 d	6.19	6.177	6.25 (7)	6.219±.124
<sup>60</sup> Co	B-	5.271 y	12.9	12.853	13.08 (9)	12.95 ± .19
<sup>64</sup> Cn	B+	12.7 h	1.18	1.127	2.48 (2)	3.756 ±0.75
<sup>65</sup> Zn	EC	243.9 d	3.00	3.056	6.52 (2)	8.46 ±.13
<sup>67</sup> Ga	EC	78.26 h	0.95	0.763		7.557±.333
<sup>85</sup> Kr	IT	10.72 y	0.012	0.0129		0.0128±.0004
<sup>85</sup> Sr	EC	64.84 d	5.78	5.710		5.672±.085
<sup>85m</sup> Sr	IT	2.805 h	2.27	2.306		2.248±.040
<sup>123</sup> I	EC	13.2 h	1.57	1.618		1.604±.027
<sup>125</sup> I	EC	60.14 d	1.36	1.509	1.43 (6)	1.458±.036
<sup>131</sup> I	B-	8.04 d	2.04	2.156	2.21 (6)	2.197±.044
<sup>131</sup> I	IT	2.3 h	12.8	12.59		12.41 ±.15
<sup>133</sup> Xe	B-	5.245 d	0.46	0.505		0.513±.008
<sup>197</sup> Hg	EC	64.1 h	2.13	0.337		5.16 ±.59
<sup>198</sup> Au	B-	2.696 d	2.43	2.305	2.44 (10)	2.439±.049
<sup>203</sup> Hg	B-	46.59 d	1.38	1.292	1.81 (10)	1.806±.067
<sup>206</sup> Bi	EC	6.243 d	17.7	17.709		21.29±.43

1) ICRP 25 (1977)

b) N.G. Gusev and P.P. Dmitriev, Quantum Radiation of Radioactive Nuclides (English ed.) (1979)

c) J.P. Guiho and P. Hillion, Int. J. Appl. Radiat. Isotopes 25, 105 (1974)。 ( ) 内の数は  $\delta$  (光子エネルギーの下限)

d)  $\delta=5\text{keV}$  として計算。

#### (4) 低レベル環境放射線モニタリングに関する調査研究

##### 1. 空間放射線モニタリングに関する調査研究

【目的】 原子力施設からの放射性物質または放射線の放出に伴う空間放射線量のモニタリングならびにそれによる体外被曝線量推定に関し、重要な影響因子を解明して行く。それにより他の被曝過程での線量推定精度と同じていどまで体外被曝線量推定精度を向上させ、国民、住民の線量評価に役立てる。

〔研究経過ならびに成果〕

##### 1.1 環境における散乱ガンマ線の計算法に関する比較考察

環境衛生研究部 (阿部史朗, 藤元憲三)

ガンマ線の分布を求めて行く際、モンテカルロ法を用いる手法は、解析的には取扱えない複雑な問題にも有効に適用できるため、種々の分野で使用されている。環境中のガンマ線場の諸特性を解析定量するため、モンテカルロ法の基礎過程、特に散乱ガンマ線のエネルギー変化および散乱角を求める計算法の検討を行った。ここでは散乱過程のうちコンプトン散乱のみを考慮した。

散乱ガンマ線のエネルギー変化を求めるにはコンプトン散乱微分断面積に対するクライナー仁科の式を用いればよいが、散乱される方向がランダムに選ばれるモンテカルロ計算の場合、この式より直接エネルギー変化を求めるのは計算手順が煩雑で計算に時間がかかりすぎる。これに代わり同等の効果を持つ計算方法が1950年ごろより開発され始め現在いくつかの方法がある。その中で環境中のガンマ線を対象とする我々の目的に合致する数10keVから4MeVまでのエネルギー範囲内で適用できそうな方法を選び、それらの良否、使用できる限界、計算に必要な時間等を検討した。検討した方法は B. Carlson, M. J. Berger, W. Bruce and H. Johns および H. Kahn の4著者の方法である。各計算過程を APL 言語で記述し、IBM5100 ポータブルコンピュータで、計算した。計算したエネルギーは10keVから4MeVまでの21点である。

各計算方法がクライナー仁科の散乱微分断面積をどの程度近似しているかを調べるため各方法により計算されるガンマ線の散乱角のヒストグラムを求めた。実際的な問題の解決に使われるランダムな手順でこれら各計算法の近似の程度を正確に求めるにはかなり多数回乱数を発

第1表 4種の計算法の比較

計算法	散乱微分断面積の値が全散乱断面積の5%の誤差内におさまるエネルギー範囲	1回の平均計算時間		計算上不合理な値が出現するエネルギー領域
		TOSBAC-3400	IBA-5100	
B. Carlson	800keV~2MeV	1.3~1.6×10 <sup>-3</sup> 秒	1.6~2.2秒	なし
M. J. Berger	100keV~600keV	6.3×10 <sup>-3</sup> 秒	1.5~1.7秒	1MeV以下
W. Bruce and H. Johns	1.5MeV~10MeV			
	30keV~2MeV	4.6×10 <sup>-3</sup> 秒	1.6秒	37keV以下
H.Kahn(4つの方法)	全エネルギー領域	1.9~9.5×10 <sup>-3</sup> 秒	1.61~2.2秒	なし

生させなければならず計算時間がかかる。今回は基礎の単一過程を扱うために有限回の計算で無限回に対応できる方法がある。それにより近似の良否を判定した。また各方法の計算実行時間の長短を調べるためランダムな計算方法で計算を多数回くり返し、1個の散乱角、散乱エネルギーを求める平均計算時間を求めた。但しこの計算時間の計測は TOSBAC-3400 を用いても行なった。

B. Carlson の方法は下記の第1表に示された適用エネルギー範囲外ではクライナー仁科の散乱微分断面積の値と比べると前方散乱の確率が大きく、従って後方散乱の確率が小さくなっている。M. J. Berger と W. Bruce and H. Johns の2方法は下記に示された適用エネルギー範囲外では逆に前方散乱の確率が小さく後方散乱の確率が大きくなっている。またこの2方法は著者が記述している適用可能エネルギー範囲内においても、計算された散乱角の余弦がマイナス1以下と不合理な値を示す領域がある。但し、W. Bruce and H. Johns の方法は著者が示した適用エネルギー上限値 1.28MeV よりも高い 2MeV のエネルギーまで適用できることがわかった。H. Kahn の方法には4つの方法があり、棄却法による3つの方法と1つの合成棄却法であり、それら4つの方法はすべてクライナー仁科の散乱微分断面積の値と全エネルギー領域において等しくなる。

1回の平均計算時間は対象となるフォトンのエネルギーにより変化するものがあり第1表には巾をもった数値で示してある。使用コンピュータにより計算時間は大きく異なるが、B. Carlson の方法は計算時間が他と比べ短い。H. Kahn の方法はフォトンのエネルギーや、それに含まれている各方法にもよるが概して計算時間が長くなる。

どの方法を用いるかは適用エネルギー範囲と計算器による計算時間とを考慮して選択するのが賢明である。我々の目的に合致する計算方法は H. Kahn の中の合成棄却法と考えられる。

〔研究発表〕

藤元, 阿部(史): 原子力学会「昭和54年秋の分科会」,

東海村 (1979.10)

1.2 宇宙線による屋内被曝の計算

環境衛生研究部 (阿部史朗, 藤高和信)

放射線による体外被曝を考える上で、施設寄与を正確に推定するためにはそのバックグラウンドの自然放射線による寄与をあらかじめ知っておくことが必要である。人々が多くの時間を屋内で過ごすという事実をかんがみると、自然放射線の寄与のうちでも屋内被曝が重要である。建物の構造や生活習慣がさまざまであるために、その被曝線量の推定は容易ではない。屋内の大気放射能の寄与や、屋外の放射線の寄与を個々の建物で実測して求めるには膨大なデータを集積する必要があり、またモデル計算には低エネルギー粒子の処理に困難がある。最も簡単なのは入射粒子が高エネルギーのものに限られた宇宙線である。本年度はこの宇宙線に限ってモデル計算を行った。

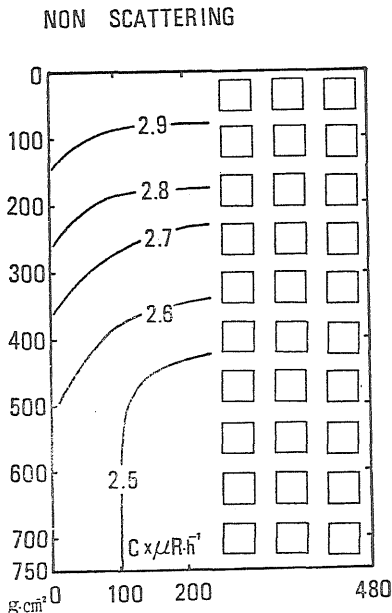
宇宙線の粒子としてはμ中間子のみを扱ったが、地表レベルでは適切な近似である。また建物は均質とし内部構造は無視した。結果的には、建物の中における線量分布の形は建物の形(ただし矩形のものについてしか確めていない)、大きさに余り敏感ではないことがわかったので第一近似としてはこの均質モデルも妥当なものと考えられる。建材は木やコンクリートを考えるべきであるが、ここでは物理パラメータがより詳しくわかっている水で代用した。コンクリートの阻止能を計算する上で必要な平均電離ポテンシャルが現状では必ずしも定まっているとは言い難いからである。高エネルギーの入射粒子だけを扱うため、減弱係数ないし、ビルドアップ係数といった工学的扱いではなく、個々の粒子のエネルギー損失を計算した。入射エネルギーの範囲としては 0.1GeV~44 GeV を考慮した。これも結果的には十分な大きさであった。ただし中間子は質量が大きいため、放射損失はこの範囲ではまだ問題にならない。従って、ここでは衝突によるエネルギー損失だけを考慮した。結果は照射線量率で表わすのが適切であると考えられるが、高エネルギー領域における空気阻止能の計算が困難であったため、単

に媒質そのものへのエネルギー付与で表現するにとどめた。これでも照射線量率の分布の形を比較する上では十分である。なぜなら、阻止能のエネルギー依存性は水でも空気でも余り差はないからである。大型コンピュータが設置され次第真の照射線量率の計算を行うつもりである。媒質中での入射粒子の散乱はモンテカルロ計算で行えば最も実際に近い結果が得られると予想されるものの、小型コンピュータでは不可能であるため、宇宙線が高エネルギーであることを考慮してEyges理論によって処理した。Eyges理論の方法では2次元平行媒質中の任意の位置での散乱波強度を求めることができ、入射する表面からの深さに依存しないという大きな利点があるので建物の中での散乱を扱う上で適切である。実際にはEyges理論を発展させたNelsonの式を用いて、入射粒子のエネルギー減衰をも導入した。をれでもなお、建物と入射方向の配位上の近似をせざるを得なかったが、宇宙線入射フラックスは頂角 $0^\circ$ 付近からのものに偏しているという観測事実から見て妥当な近似と考える。モンテカルロ計算が可能になれば幾何学上の近似は容易に取り除くことができよう。

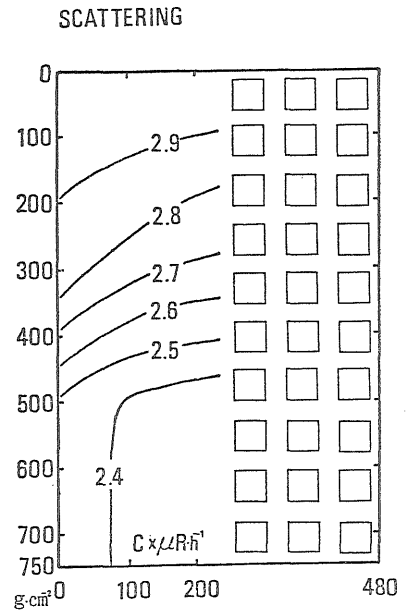
宇宙線入射フラックスのエネルギースペクトル、角度スペクトルはK. O'Brienが理論的に放射輸送計算を行って求めたものを利用した。これは太陽活動の極小期のものにあたり、つまり銀河宇宙線強度の極大期に対応するものである。建物の大きさは、最もありふれた10階建てのビルを念頭において、いろいろの横幅をもった数種

の建物を扱った。計算は、幾つかの単色エネルギー成分について行って比較し、さらに全エネルギー範囲で積分したのもも得た。

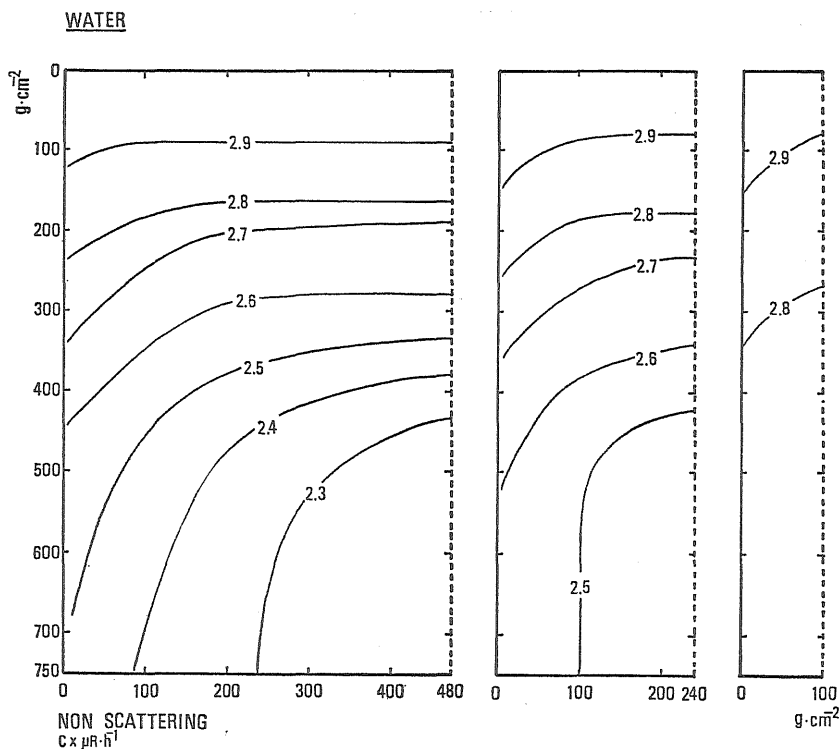
①10階建て程度の建物の中では、どの位置においても入射エネルギー1GeV付近からの線量寄与が最も大きく、200MeV以下からの寄与は急激に小さくなる。また1GeVより高エネルギーになると緩慢に寄与が小さくなるが、30GeVあたりで無視できるくらい大きさになる。②単色エネルギー成分による計算結果をみると、入射エネルギーが5GeVを越えると、その線量率分布は10階建て程度の建物の中では均一な分布となる。これは5GeV以上の $\mu$ 中間子の最大飛程は10階建ての建物の大きさよりはるかに大きいためである。つまり粒子のエネルギー損失は、その最大飛程に近い距離を走行してはじめて大きなものになるのであって、最大飛程に比べてわずかな距離しか走行していなければたいしたエネルギー損失はなく、また単位距離あたりの損失量もほとんど同じなのである。③また、5GeV以上の入射エネルギー粒子に対しては散乱効果は認められない。④全エネルギースペクトルで積分したものを非散乱で扱った結果と散乱を導入した結果と比較してみると、横壁の表面から25g/cm<sup>2</sup>以上内側の部分では両者の差は3~4%に過ぎない。つまり散乱効果は表面から25g/cm<sup>2</sup>以上内側では無視できるくらい小さい。(第1図および第2図) ⑤普通の10階建て程度の建物であれば、横幅がどうであれ、そ



第1図 非散乱で近似した時の建物の中での線量率分布



第2図 散乱効果を導入した時の建物の中での線量率分布



第3図 建物の横幅による線量率分布の変化 (非散乱近似)

の最上階ではどの位置でも同じ被曝を受けるらしい。ただし、一階においては建物の幅が狭いほど被曝は大きくなる。⑥線量率分布のパターンを等高線でみると、建物の横幅によってはほぼ連続的に変化しているらしい。ここで扱った建物の内部では、線量率の最大—最小の差は20%程度であった(第3図)

この研究の一部は著者の一人が、米国エネルギー省の環境測定研究所に原子力留学し、Dr. K. O'Brien 及び Dr. H. Beck と共同研究したものである。

〔研究発表〕 藤高：第2回原子力安全専門研究会、京大原子炉実験所(1980.2)

## 2. 放射性気体のモニタリングに関する調査研究

環境衛生研究部(岩倉哲男、井上義和、田中霧子)

〔目的〕 原子力発電所や核燃料再処理施設等から環境大気に放出される長寿命核種のうち、 $^3\text{H}$  ( $T_{1/2}=12.3$ 年)、 $^{85}\text{Kr}$  ( $T_{1/2}=10.8$ 年)は、特にその量が多く、また $^{14}\text{C}$  ( $T_{1/2}=5730$ 年)は非常に寿命が長く、共に気体であり地球規模で拡散するので局地的被曝のみならず、世界の全人口に与える集団被曝線量を考える上でも重要な核種である。 $^3\text{H}$ (以下Tと略す)と $^{14}\text{C}$ は、施設の種類や型式等によりそれらの放出量や化学形(無機形と有

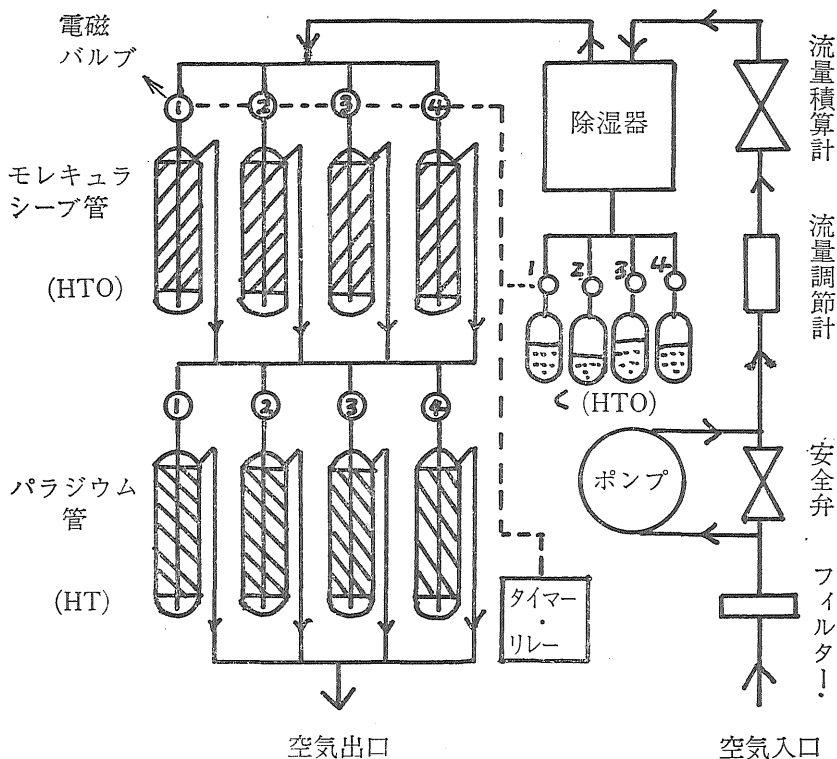
機形)が異なり、放出割合も変化する。これらの両核種の化学形とその放出割合を知ることは、化学形によって環境における挙動および生物体における代謝の様相が異なるので重要である。これらの核種の化学形にも留意した迅速、簡便なモニタリング法を確立するとともに、これを用いて線量評価に役立つ空气中濃度を定量する。

〔経過〕 前年度試作した大気トリチウムサンプラーは、構造が簡単で比較的短時間(最長1日)のサンプリングに適していた。パラジウムおよびホプカライト触媒による水素およびメタンの酸化試験やモレキュラシーブによる空気湿分の吸脱着試験等の各種基礎実験の結果空气中に存在するトリチウムを化学形別(HTO、HTおよび $\text{CH}_3\text{T}$ )にそれぞれ定量的にサンプリングし測定できることを確認し、また研究用原子炉の排気中の $^3\text{H}$ 分析に応用しサンプラーの性能を実地に確認した。

$^3\text{H}$ サンプラーを用いて気体状トリチウムが放出される施設周辺環境での空气中の $^3\text{H}$ をモニタリングする場合、対象地域の1つである茨城県東海村は、測定を行う千葉本所から離れているため、自動無人運転ができる長期連続サンプラーが適切であると考え、本年度は、その開発に取り組んだ。

〔成果〕 実験室で第1図に示す様な $^3\text{H}$ サンプラー





第4図 長期自動大気サンプラ概略図

を試作し、自動無人運転に必要な事項について検討し以下の結果を得た。(1)自動流路切換え装置：タイマー、ステッピングリレーおよび電磁バルブから構成される流路切換え装置を自作し、繰返し実地テストを行った結果順調に作動した。(2)除湿器の性能：空気出口温度を $4.0^{\circ}\text{C}$ に設定した小型電子冷却除湿器（市販品）を用い高温多湿（梅雨時）の気象条件下で空気中の湿分の捕集効率を求めた結果、空気流量 $0.5\text{l}\sim 2\text{l}/\text{min}$ で $80\sim 72\%$ であった。(3)モレキュラシーブ吸湿剤の容量：空気流量率 $0.5\text{l}/\text{min}$ で1週間サンプリングする時、湿分捕集効率 $70\%$ の除湿器を通過する水蒸気量は、気温 $28^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $75\%$ のとき約 $30\text{g}$ （水分）である。この湿分を完全に吸着捕集するために必要なモレキュラシーブ量は、水分吸着能を控え目に $15\text{重量}\%$ とすると $200\text{g}$ である。従ってモレキュラシーブ $300\text{g}$ 充てん管を使用すれば、全ての気象条件下の空気中湿分（HTO）完全に捕集でき、次のHT捕集成分への混入は無視できる。(4)長期無人サンプリングの場合、安全管理上水素キャリアの添加は避けるのが望ましい。水素キャリア添加および無添加の条件下で大気中HTの測定を行った結果、同一濃度を示した。このことは、空気流量率 $1\text{l}/\text{min}$ 程度の低流量率下では、キャリア無添加でも、大気中水素（ $0.5\text{ppm}$ ）は定量的に

使用したパラジウム触媒により酸化されると言える。再現性については、さらに検討を要す。このサンプラの特徴は状の通りである。

- (a) 1週間の連続サンプリング空気を1試料とする。従って1週間の空気中平均濃度が得られる。
- (b) 1度HTO、HT捕集管を装着すれば4週間連続無人運転可能である。従って約1カ月ごとに交換のため現地に行けば良い。
- (c) 対象とする化学形は、水蒸気（HTO）と水素（HT）とする。但し、本所では運転管理が行えるのでメタン（ $\text{CH}_3\text{T}$ ）のサンプリングも行う。
- (d) 安全管理上、水素キャリアは添加しない。
- (e) 1試料当りの採取空気量は、現在の一般環境レベルの空気中濃度（HTO： $1\sim 10\text{pCi}/\text{m}^3$ 、HT： $1\sim 5\text{pCi}/\text{m}^3$ ）を測定するため、液体シンチレーション計数器の感度および空気中に含まれる湿分（HTO）を完全に捕集するために使用する除湿器とモレキュラシーブ（ $30\text{g}$ ）の能力の制限から、約 $5\text{m}^3$ （ $0.5\text{l}/\text{min}\times 1440\text{min}\times 7\text{日}$ ）とする。

【研究発表】井上：第2回放射線防護地方会議、マニラ（1979.11）

### 3 粒子加速器の医学利用に関する調査研究

#### 概 要

本特別研究は昭和50年度より3年間にわたって実施された「サイクロトロン」の医学利用に関する調査研究の成果を基礎にして10年先の放射線医学、放射線診療を目標として昭和54年度より5ヶ年の計画で開始されることとなった。加速器は今や短寿命ラジオアイソトープ(RI)による診断、並に速中性子線治療など放射線診療における有力な手段となりつつある。本研究においてはすでに開発された診断、治療技術を発展させるとともに、より正確で効率のよい放射線治療と新たな診断領域の開発を目的として粒子加速器の医学利用に関する調査と研究を進めることとなった。

本特別研究初年度の研究経過は以下のとおりである。

#### (1) 粒子線治療グループ：

昭和54年度の最大のトピックは陽子線治療の臨床トライアルが10月26日より開始されたことである。陽子線治療は1956年にウプサラ大学(スウェーデン)において初めて試みられ、その線量分布が優れている故に正常組織損傷を著しく軽減できる可能性の高い治療法として期待を集めてきた。放医研が、物理研究グループによって開発された陽子線のポットスキヤニングに代表される画期的な治療技術のもとに臨床トライアルに参加できたことは陽子線をはじめとする粒子線治療の発展に大きく貢献するものと考えられる。

一方、速中性子線治療は症例の選択をさらに厳重にして進められた。すでに、局所進行癌、並に放射線感受性の低い癌に対する速中性子線の局所治療効果は従来の高エネルギーX線等よりも優れていることが明になったがこれからは患者を治癒させる手段として速中性子線の使い方を検討することが重要な課題となった。特に速中性子線の高LET放射線治療効果は線量分布を改善してこそより顕著となると予測されるので、本年度導入されたCTを活用して行われる新しい治療計画法の開発研究は粒子線治療にとって重要な役割を担っている。

重イオンは速中性子線と陽子線との特徴を兼ね備えた粒子線であり、診断面における利用度が高く将来性が大きい。本年度は重イオンの医学利用に必要な加速器の仕様について基本的な合意が得られた。

#### (2) 短寿命ラジオアイソトープ(RI)による診断グループ：

サイクロトロンによって生産される半減期の短いRIを診断に利用する利点は、 $^{123}\text{I}$ のように半減期が短く患

者被曝を従来よりはるかに低減できること、並に、 $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ のように陽電子を放出するRIが利用できることで臓器診断に新たな分野が開けたことである。

RIの生産と薬剤化、陽電子放出RI診断に必要な測定器の開発、その臨床評価が診断グループにおける重要な研究内容であり、本年度における最大の収穫は頭部用ポジトロンCTが導入され、そのシステムの整備が進み脳疾患への診断利用が可能になったことであった。

短寿命RIの生産と標識化合物の合成に関しては、すでに $^{11}\text{CO}$ 、 $^{11}\text{CO}_2$ 、 $^{13}\text{NH}_3$ 、 $^{123}\text{I-NCL-6I}$ の製造技術が確立し、さらに $^{18}\text{F}$ -フロロデオキシグルコース(脳視覚領域の診断)、 $^{52\text{m}}\text{Mn}$ (心筋のスキヤニング)、 $^{13}\text{N}$ -アミノ酸、及び $^{13}\text{N}$ -グルタミン酸(脳疾患の診断)等の合成法が開発され、特に $^{18}\text{F}$ -フロロデオキシグルコースによる診断には大きな期待がある。

一方、これらの薬剤の診断利用をさらに広げるために必要な全身用ポジトロンCTの開発研究も進み、昭和56年度には導入できる見込となった。

しかし、サイクロトロンによって生産された核種の半減期は短いので作業を効率化し、術者の被曝を軽減する目的のもとに、その薬剤化に至る全工程を自動化するケミカルブラックボックスを開発し、将来、超小型サイクロトロンを導入して一般診療に役立てる基礎作りも着々と進行した。

臨床面では $^{123}\text{I-NCL-6I}$ による副腎の診断技術が確立され、鮮明な画像が得られ、患者被曝も従来の方法より1/10以下に軽減することができた。

(恒元 博)

#### (1) 粒子線治療に関する基礎的臨床的研究

##### 1. 粒子線治療効果改善に関する研究

臨床研究部(恒元博、中村謙、飯沼武、赤沼篤雄、安藤幸一、古川重夫、岡本良、馬嶋秀行) 病院部(栗栖明、荒居竜雄、森田新六、青木芳朗、村上優子、大川昌権、岡崎実、熊谷和正) 物理研究部(川島勝彦、星野一雄、平岡武、河内清光、金井達明、松沢秀雄、丸山隆司)

速中性子線治療は、OERが低く、放射線損傷からの回復を抑制する高LET放射線の特徴を癌の治療に生ずることが目標であり、陽子線治療はその優れた線量分布により治療効果比を改善することを目的としている。速中性子線治療に昭和54年10月より70MeV54陽子線治療が新に加わり、両者の利点を兼ね備えた重粒子線治療を目標として本研究を進めた。昭和54年度における研究結果は以下のとおりである。

Table 1 Number of the Patients Treated with 30MeV d-Be Neutrons

(Previously Untreated Tumor)	(April, 1980)
Femal gynecological Tumor.....	103
Carcinoma of the esophagus.....	62
Carcinoma of the head & neck.....	53
Osteosarcoma .....	45
Carcinoma of the lung .....	38
Malignant melanoma .....	34
Glioblastoma multiforme .....	16
Soft tissue sarcoma.....	32
Carcinoma of the urinary bladder .....	12
Carcinoma of the prostate.....	17
Carcinoma of the stomach .....	7
Chordoma .....	1
Others .....	32
	462

Table 2 Number of the Patients Treated with 30MeV d-Be Neutrons

(Recurrent Tumor)	(April, 1980)
Female gynecological tumor .....	48
Carcinoma of the esophagus.....	3
Carcinoma of the head & neck .....	22
Osteosarcoma .....	9
Carcinoma of the lung .....	6
Malignant melanoma .....	8
Soft tissue sarcoma.....	8
Brain tumor.....	1
Carcinoma of the urinary bladder .....	1
Chodoma .....	7
Others .....	14
	127

(1) 速中性子線治療:

速中性子線治療は 30MeV d→Be 中性子線を用いて実施され、昭和50年11月より昭和54年12月までに 525名の患者が治療を受け新鮮症例は 406名、再発症患者は 119名であり、女性性器癌が 100名を越え最大の症例数となっている(表 1, 2)。主要臓器についての治療経過は以下のとおりであり、粒子線治療研究委員会の定める規定にしたがって、局所進行癌、放射線感受性の低い癌が治療の対象となった。

頭頸部癌: 全症例について 41.5% (17/41) の局所制御率が得られた。咽頭癌、喉頭癌、口腔癌についてはかなりの治療効果が得られる見通しが得られたが、TDF 100に相当する線量によっても腫瘍が残存すると予測さ

Table 3 Results of Carcinoma of the Uterine cervix (T<sub>3</sub>-T<sub>4a</sub>) treated with fast neutrons (mixed beam or photons.)

Size of Tumor	Local control		Local Failure		Complication	
	Neutron	Photon	Neutron	photon	Neutron	Photon
Medium	8/11	12/19	2/11	4/19	3/11	0/19
	73%	63%	18%	21%	27%	0%
Large	8/18	11/21	2/18	4/21	2/18	3/21
	44%	52%	11%	19%	11%	14%
	16/29	23/40	4/29	8/40	5/29	3/29
	55%	58%	14%	20%	17%	8%

In this analysis, another courses of death was excluded from evaluation. (Analized at March, 1980)

Table 4 Survial of the patients suffering from lung cancer treated with fast neutrens or photons (NIRS)

	1yr	2yrs	3yrs	4yrs	5yrs
Neutrons	11/23 (47%)	4/22 (18%)	2/20 (10%)	1/8 (12%)	
Photons	23/72 (32%)	7/72 (9.7%)	6/72 (8%)	5/72 (7%)	5769 (7.2%)

(March, 1980)

れる時には手術等の併用によって根治の見通しを立てることも重要である。一方、T<sub>4</sub>の進行した肉肉癌は例え著効が得られた場合でも最終的に頸骨の切除が必要となる。上顎洞原発の骨肉腫は末期でなければ速中性子線と手術とにより局所治癒の可能性がある。

肺癌: 新鮮症例23例の速中性子線治療後の追跡調査によると、1年、2年、3年、4年生存率はそれぞれ 47%、18%、10%、12%となり放医研における従来の放射線による成績より優れている(表 3)。しかし、速中性子線治療後長期生存した肺癌患者のほとんどが Boost 治療を受けていることは、かなり重要な事実であり、照射容積を必要最小限度とすることが適切な治療方針となる。

食道癌: 食道癌の速中性子線治療による局所治癒率は 45%、X線では、36.8%を示し、速中性子線による治療成績が優れ、3年生存率の改善の原因となっている。

術前照射による組織の病理組織学的検索によると、分化型の癌に、また深達性の癌に対する速中性子線の治療効果はX線よりも勝り、X線所見上漏戸型を示す食道癌にも速中性子線はかなりの治療効果を示すことが分

Table 5 Results of Clinical Trial with 70 MeV-Proton Beams (NIRS) (1980. 4)

Code	Age	Sex	Disease	Site	Treatment method	Result
53214	64	male	Ca, of the Skin (Rec)	Lobe	Boost	Regression (→1/4)
53376	78	male	Ca, of the Parotid gland	Parotid gland	Boost	Surgical Resection
50054	69	male	Liposarcoma (Metastasis)	Chest wall	Boost	Complete regression

た。

子宮頸癌：子宮頸癌については新にコントロールドスターデイが実施され、その結果が表4に示されている。昨年度の報告と同様に癌の大きさが限度を越えると速中性子線とX線との間の治療成績に差が認められない。target volume が大きくなることにより正常組織の耐容線量が低下したためと考えている。

泌尿器系癌：速中性子線治療を受けた前立腺癌、及び膀胱癌の局所治療率はそれぞれ 10/10、5/9 となり速中性子線によるこれらの癌の治療成績向上に期待が持たれた。

骨肉腫：骨肉腫の速中性子線治療による局所治療率は病理組織学的検索によれば74%を示し、4年生存率は6/7に達し、速中性子線治療による骨肉腫の優れた治療成績が期待されている。しかし、この治療成績には最近の進歩した癌化学療法剤の併用効果を見捨てることはできない。

悪性黒色腫：悪性黒色腫29例の局所治療率は55%である。局所治療となった症例の中には速中性子線単独治療によって腫瘍が完全に消失した症例もあるが、手術によって原発病巣を切除し根治できた患者もかなり多い。すなわち、正常組織の耐容線量以内で照射を止め、若し腫瘍が残存すれば切除するのが適切な治療方針である。

軟部組織肉腫：術後照射症例の追跡調査によって照射面積が 100cm<sup>2</sup> を超えると皮膚障害の発生頻度が上昇することが明になり今後の治療計画の上での重要な指針となった。

(2) 陽子線治療：

70MeV 陽子線による臨床トライアルは物理、生物学的研究並に治療システムの完成を待って、昭和54年10月26日より開始された。

70MeV 陽子線が到達する組織中の深さは約3.0cmである。表在性腫瘍が治療の対象となる。サイクロトロン利用マシンの制限のもとに週1回の分割照射スケジュールを採用せざるを得なかった。昭和54年度中に治療した患者の経過は表5のとおりである。正常組織反応の推定を目的として行った 70MeV 陽子線の Phase I study の印象では、皮膚反応は電子線よりも限局的、

比較的早期癌の治療に陽子線は適応しているようである。

- 1) 恒之、森田、荒居、久津谷、栗栖、梅垣：Treatment of Radioresistant cancers, 115, Elsevier/N5rth-Holland Biomedical Press (1979)
- 2) 恒元、梅垣、久津谷、森田、栗栖、川島、丸山：radiations in clinical Radiotherapy, 75, Pergaman Press, Oxford and New York (1979)

2. 粒子線治療に必要な病巣診断法に関する研究

臨床研究部（飯沼武、館野之男、須田善雄、中村讓、遠藤真広、穴戸文男、\*赤沼篤夫）  
病院部（荒居竜雄、青木芳朗、村上優子）

(\*東京大学 併任)

今年度後半より粒子線治療のための病巣診断装置として、全身用高精度X線 CT 装置（ファイザーAS&E CT-0450）が導入された。この XCT 装置は放射線治療への応用を主眼として選択されたもので、以下に述べるような特徴を備えている。

1) 軟部組織に対するコントラスト分解能が秀れ、腫瘍の描出力が大きい。2) CT 像を用いた線量分布計算プログラムが完備している。3) ソフトウェアの開放されている部分が大きく、研究用としての柔軟性を有する。4) 我々はさらに、CT 像の情報を患者にフィードバックする光学装置を開発し、この XCT 装置に付加し、CT 像による照射野設定を可能にした。

以上の機能を活用すれば、この XCT 装置により、粒子線治療を中心とする放射線治療のための病巣診断、線量計算、照射野設定が一連の操作として可能になる。すでに各部分についての予備的な研究が始められた。今後、臨床経験を重ねるとともに、上設の一連の操作を行っていく上で必要なソフトウェアを開発する予定である。

以下は、本研究を行う上で特に開発した上記4)の光学装置及びそれによる照射野設定システムの概要である。

システムの概要

本システムは、ファイザーAS&E の CT-0450 に標準として装備される中央処理装置 (PDP-LSI-11)、主記憶装置、補助記憶装置 (DISK 及び MT) 及び対話型画像

表示装置と新たに開発付加した光学的照射野設定装置 (beam pointer) とからなる。beam pointer は中央処理装置に接続されその制御を受けるが、マニュアルにても操作可能である。beam pointer にちなんで、この照射野設定システム全体を beam pointer system (BPS) と名付けた。

beam pointer は患者体表面に輝点を照射する光学装置である。輝点の光源位置は患者横断面内で回転でき、かつ患者の体軸方向に並進できる。また、光線の照射方向は2軸の回転により任意の方向に向けることができる。beam pointer から患者に照射される光線により治療放射線をシミュレートし、患者体表面に照射野のマーキングを行なう。具体的には、放射線が形成する角錐の一連の側面に光線を次々と対応させる。beam pointer を制御するパラメータは画像表示装置に CT 像と重量表示した直線を操作することにより決定する。

beam pointer の機械的な仕様は、光源位置の患者横断面内の回転角 ( $\alpha$ ) は  $\pm 100^\circ$ 、体軸方向の並進 ( $z$ ) は  $0 \sim 300\text{mm}$ 、光線の横断面内のふれ角 ( $\beta$ ) は  $\pm 20^\circ$ 、縦断面内のふれ角 ( $\gamma$ ) は  $\pm 45^\circ$ 、また総合的な精度は患者体表面で  $\pm 1\text{mm}$  を設計目標とした。これは通常、使用されるすべての照射野を無視できる誤差で設定するために決められた値である。

ソフトウェアの概要と操作手順

BPS のソフトウェアは一般的な管理プログラムの支配下に置かれ、画像表示装置に表示された直線を対話により操作するプログラムと、決定されたパラメータにより beam pointer を制御するプログラムとからなる。将来は、いくつかの方式により照射野を決定することを計画しているが、現在は最も基本的な a 方式 (1枚の CT 像を主に用いて照射野を設定する) を行うプログラムが作られている。

BPS の操作は以下の手順で行なわれる。

- 1) ローカライザー (平面 X線像) の撮影。
- 2) CT 像の撮影
- 3) 治療器の選択
- 4) 方式の選択 (現在は a 方式のみ)
- 5) CT 像上の直線をウインドウノブとトラックボールにより操作して、beam pointer 作動条件を決定する。
- 6) beam pointer を実際に作動して、患者体表面に照射野頂点を順次マーキングする。
- 7) 処理リストや操作画像を記録する。

なお、設定した照射野のパラメータを他のプログラム (CTRT) に自動的に移し、線量分布計算も行うことができる。将来は、線量分布計算の結果、最適とされた照射

野のパラメータにより BPS を駆動することも考えている。

現在、ハードウェア、a方式のソフトウェアともほぼ完成し総合試験を行っている段階であり、臨床例への応用も近々行われる予定である。

〔研究発表〕

- (1) 遠藤, 中村, 穴戸他: 第39回日本医学放射線学会, 仙台 (1980.5)
- (2) 中村, 遠藤, 穴戸他: 第39回日本医学放射線学会, 仙台 (1980,5)
- (3) 飯沼: CT 研究 1: 339-344 (1979)
- (4) 飯沼, 遠藤: 計測と制御 18: 835-847 (1979)
- (5) 飯沼: 断層撮影法研究会誌 7: 151-156 (1980).

### 3. 粒子線治療に関する物理学的研究

物理研究部 (丸山隆司, 川島勝弘, 星野一雄, 平岡武, 野田豊, 松沢秀雄, 河内清光, 金井達明, 橋詰雅)

臨床研究部 (中村謙)

技術部 (倉田泰孝)

70MeV 陽子線および速中性子線による治療のクリニカル・トライアルを推進するため、(1)水平陽子線治療照射装置の完成、(2)陽子線の線量計測、(3)速中性子線の線量計測、(4)粒子線の医学利用における防護について研究を実施した。

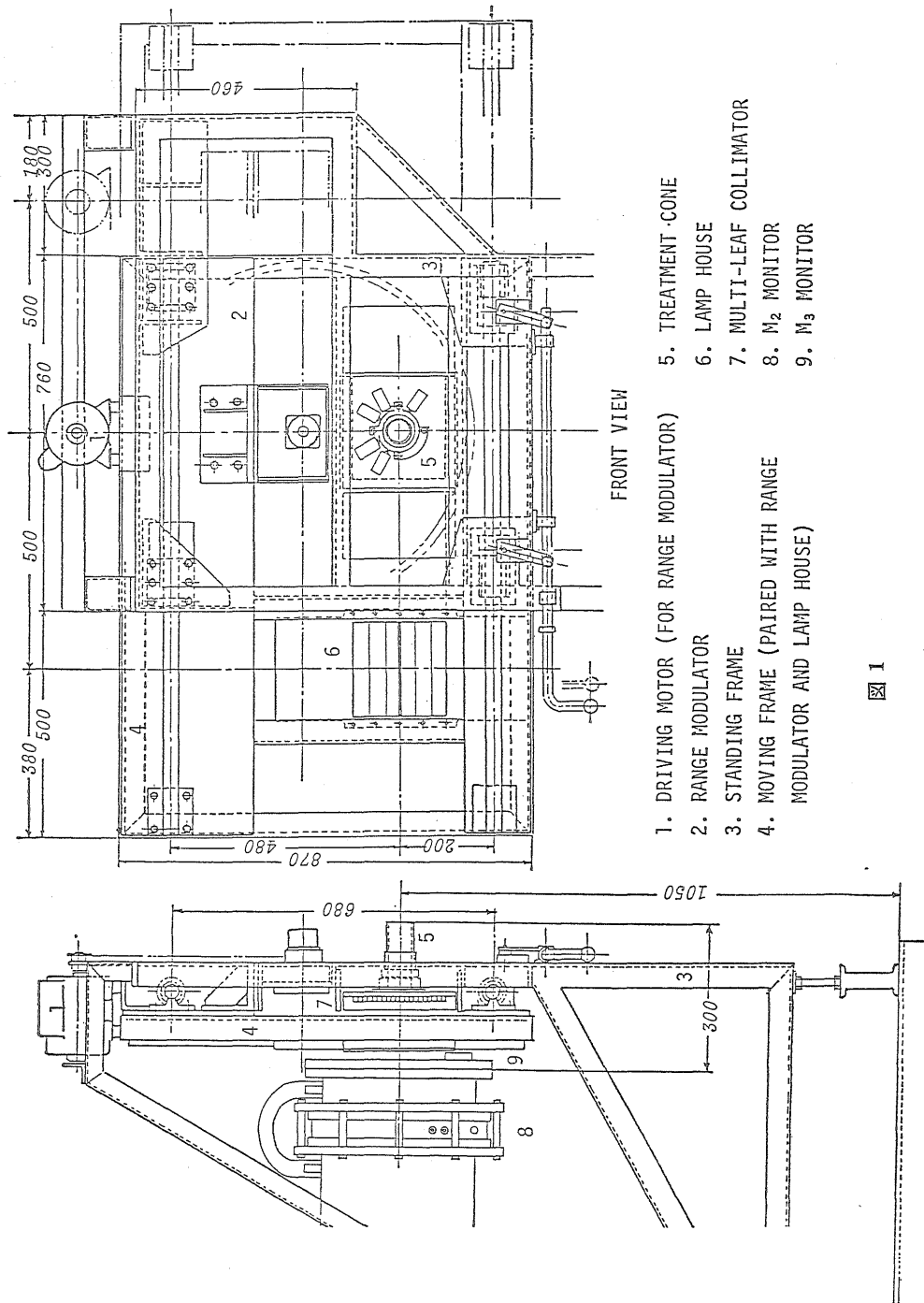
#### (1) 水平陽子線治療照射装置の完成

70MeV 陽子線を利用した水平ビームポートでの陽子線治療装置の整備は昨年度までにできたが、昭和54年度においては、全般的な調整と一部改良を加え完成させた、図1には患者設定部の陽子線治療照射装置の図を附す。同装置の本年度における最大の改良点は、患者照射位置における線束モニターである。従来は、飛程調整器の風圧を受け、透過型電離箱を使ったモニターの動作が不安定であったため、10cm上流で真空の間に挟むことにより風圧を避けることにした。その結果、線束モニターの動作は極めて安定になり、患者を照射しているビーム量で照射を制御することが可能となった。また、照射野入力表示装置にも、フロッピー・ディスクを追加し、ソフトに改良を加え操作が容易になった。

以上の結果、水平陽子線治療照射装置の動作は満足すべきものであり、スポット・スキャンニング法の治療への適用も容易かつ信頼度の高いものとなった。

〔研究発表〕

- (1) 河内, 金中, 松沢, 稲田\*: ICCR, 東京 (1979.5)
- (2) 河内, 金井, 松沢, 橋詰, 恒元, 栗栖, 稲田\*, 日米癌研究セミナー, 京都 (1979.5)



(3) 河内, 金井, 松沢, 熊谷, 稲田\*; 第 39 回日本医学放射線学会総会, 仙台 (1980. 5)

(2) 陽子線の線量測定

前年度の 60MeV 陽子線に引き続き, 今年度は実際に

治療が行われる 70MeV 陽子線について, 吸収線量の絶対測定, 深部線量分布の測定, 及び陽子線飛程を調節するための吸収材質用組織等価物質の検討を行った。

吸収線量の絶対測定は電離箱法とファラデーケージ法

で行った。平行平板型、球型、円筒型電離箱に、空気、組織等価、窒素、炭酸ガスのそれぞれのガスを電離気体として、プラトー領域とブラックピークを広げた平坦領域で吸収線量の比較が行われた。全ての値は±1.5%以内で一致しており、これは光子や陽子線に対して引用したW値や阻止能の値が妥当な値であったと言える。電離箱法とファラディケイジ法で求めた線量は5%の一致であった。

ブラックピーク領域を治療に必要な巾に広げるため、1 cmから3 cmの5種類のアクリル製レンジモジュレーターを試作した。各モジュレーターの深部線量分布を測定しその平坦度を求めた所、全てのモジュレーターに於て±3%以内であり、治療用として充分満足すべきものであることが判明した。モジュレーター無しの中水での深部線量分布を正確に測定し、その平均飛程より入射陽子線のエネルギーは68.2±0.4 MeVと評価した。

吸収材質には Mix-R とアクリルを選んで深部線量分布より厚さの水等価性を検討した。Mix-R は0.3%以内で水と等価であったが、任意の厚さの選定、透明度、価格等の観点からアクリルの方が有利であるとの結論に達した。アクリルを1.15倍することにより水と等価な厚さになることが求められ、阻止能からの計算とも良く一致した。

今後は他施設との線量相互比較、等線量曲線の測定や、陽子線以外の粒子の線量への寄与の評価等が必要となる。

#### [研究発表]

平岡、川島、星野、河内、金井、佐方：第38回日医放物理部会、呉市（'79.10）

平岡、川島、星野、河内、金井：第39回日医放学会、仙台市（'80.5）

#### (3) 中性子線の線量計測

30 MeV 重陽子による Be (d, n) 反応中性子線に対する Fricke 線量計の G 値を、in air および in phantom における照射実験より決定した。Fricke 溶液の吸収線量は、TE-TEG および C-Air の組合せからなる対電離箱による測定に、種々の補正を加えて求めた。G 値は in air で 9.4、in phantom 9.2 でであった。in phantom での G 値の低下は、散乱中性子線の寄与によること、実験的解析や文献調査より判明した。今後はエネルギーを変えて実験する一方、それぞれの照射場の LET 分布を測定して、G 値と LET の関係をより正確に追求して行きたい。

#### [研究発表]

d (30)-Be 中性子線による Fricke 線量計の G 値：星野

一雄、川島勝弘、平岡武、第39回日医放平岡、川島、星野 KEK 80-1, 64-74 (1980)

#### (4) 粒子線の医学利用における防護

##### (a) 速中性子線の Y 分布の測定

EG&G 社製 LET 比例計数管 (1/2"φ) を用い、Be (d, n) 反応からの中性子による Y 分布を空気中および組織等価ファントム中で測定した。重陽子のエネルギーを 16, 22.5, 26, 30, 35 MeV とし、重陽子のエネルギーの変化による中性子の Y 分布における変化をみた。また、30 MeV の重陽子による Be (d, n) 反応中性子についてはファントム中の種々の深さのところと照射野外でいろいろの距離のところ Y 分布を測定した。

測定した Y 分布から  $\bar{y}_F$  や  $\bar{y}_D$  を求め、これらの値を用いて生物データの解析を試みると共に、速中性子治療用コリメータのしゃへい効果についても検討した。さらに、治療時における利用線錐外のいろいろの点での平均の線質係数を決定した。

#### [研究発表]

野田、丸山、白貝、山口、福久、西沢、日医放学会総会、1980. 5. (仙台)

##### (b) 陽子線治療における安全管理測定

70 MeV 陽子線治療に伴う汎用照射室内の残留放射能の測定や、LET 比例計数管による陽子線束外での Y 分布の測定を行い、患者および術者の安全性について検討した。陽子線による照射室内の残留放射能は治療後、術者が近づく照射箱の中でも管理上ほとんど問題にならない程度であった。測定した Y 分布から照射野外の LET はかなり低いことがわかった。

#### 4. 大型加速器の診断・治療への応用に関する基礎的研究

物理研究部 丸山隆司、川島勝弘、星野一雄、平岡武、野田豊、松沢秀夫、喜多尾憲助、河内清光、金井達明、橋詰雅

臨床研究部 中村譲、サイクロトロン管理課

サイクロトロンを使用した速中性子線治療、ならびに陽子線治療から、前者の難治性腫瘍に対する高 LET 特性と後者の線量分布の局在性が、放射線治療による治癒率の向上にいかにも重要であることが実証されつつある。本研究では両者の特性を兼ね備えた  $\alpha$  粒子以上の重荷電粒子を加速できる大型医用重粒子加速器を、放医研敷地内に設置することを目的として検討を始めた。

本研究は放医研の将来の在り方にも重要な意義を持つもので、広い研究分野において利用が期待されるため、所内の関心を持つ研究者で構成する放医研大型重粒子加速器検討会を設け、重粒子線 ( $\alpha$  粒子から Ne イオンま

で)の物理学,生物学における基礎的研究,ならびに診断・治療への応用に関する研究の調査を開始した。さらに,これ等の研究の現状を基にして,放医研における研究を満足し得る規模の大型重粒子加速器の性能について検討した。以上の調査検討結果は,粒子線治療研究委員会の医用重粒子加速器検討資料としてまとめられた。

### 5. 粒子線の生物学的効果に関する研究

生理病理研究部 大原弘,野尻イチ,五日市ひろみ

臨床研究部 恒元博,安藤興一,古川重夫,小池幸子,中川圭介,馬島秀行,

障害基礎研究部 小林定喜,小島栄一

物理研究部 丸山隆司,河内清光,金井達明,平岡武

〔目的〕放医研サイクロトロン稼動による70MeV陽子線治療用ビームの生物学的効果に関する特性を明らかにし,臨床応用への前提となる成果を得ることを目的として,本年度は70MeV陽子線の生物効果比(RBE値)と線量分布効果に関する研究を主として行う。

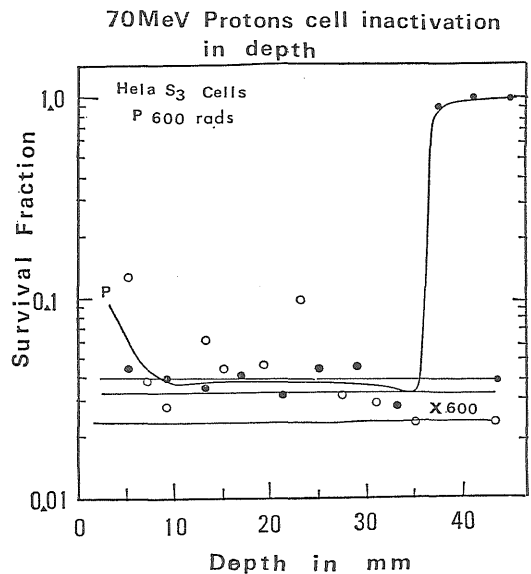
〔経過〕本研究は本年度を基点として,将来重イオン等による粒子線治療への準備体制を敷くために行われているが,粒子線の一つとして現在利用可能である放医研サイクロトロンによる70MeV陽子線を利用してその生物学的効果を調べ始めた。本年度に得られた研究成果はすでに臨床トリアルの第1段階に利用されている。

〔方法〕生物学的効果はすべて,定量的にその効果を表現できる実験系と,すでに放射線生物学的に確立されている手法によって調べられた。細胞レベルの研究には人癌由来培養細胞を3種類用いて,プラスチック製フラスコに移植した細胞を照射し,細胞生残率をコロニー形成法で算定した。組織レベルの研究ではC3H系マウスの皮膚または実験腫瘍組織を用いて,皮膚障害および腫瘍の不活化効果を皮膚反応および腫瘍増殖遅延(TGD)時間を指標として求めた。生体レベルの研究はddY-SLC系マウスを用い,全身照射による耐容線量(LD50/30)及び造血機能不活化に関する効果を骨髄および脾細胞の不活化を指標として求めた。

陽子線照射は70MeV陽子線治療ビームを利用し,主として,1cm<sup>2</sup>のスポットビームが指定された照射野を順次移動して被照射体の照射野をカバーする方法を採用している。70MeV陽子線のプライマリービームではそのブラッグピークは表面から約39mmの深さに位置し,レンジモジュレーターの使用により,そのピークを3cmに拡大することができる。本研究の生物実験はすべてこの拡大された陽子線ピークの効果に関して調べた。

〔成果〕(1)培養細胞による陽子線の殺細胞効果と飛程内における殺細胞効果の変動

実験にはヒーラ細胞,ヒト肺癌細胞(OAT-1975)およびヒト黒色腫瘍細胞(HIMV-1)を用い,照射された細胞のコロニー形成能を検定して,その線量効果曲線を求めた。その結果,殺細胞効果に関する陽子線のRBE値は生残率50%,10%,1%レベルでX線の効果と比較した時それぞれ11.1~1.43,1.11~1.26,1.11~1.28であった。一方,一定の線量に対する陽子線飛程内(約39mm)での殺細胞効果の変動は,54年度前半の実験では大きく変動し,深さ20~30mmの範囲で最大効果の約1/2に殺細胞効果が減っていた(大原他,第22回放射影響学会)。しかし,この変動は54年度後半の実験ではみられなくなり,図に示めすような物理学的線量分布と一致する殺細胞効果が得られている。



第1図 ヒーラS3細胞を70MeV陽子線スポットビームで600ラドの線量を与えたときの細胞生残率と深さ(mm)の関係を示す。—●および—○はそれぞれX線600R照射による細胞の生残率を示す。

(2)正常組織および腫瘍に対する効果

正常組織に対する陽子線の傷害効果はC3H系マウスの皮膚を照射して得られる所謂「皮膚反応」検定法により調べ,その線量効果関係を求めて,X線の場合と比較した。10~15Gyの範囲では陽子線の効果(RBE値)は平均0.78±0.04となった。また,腫瘍のTGD時間に関する陽子線の効果は上記と同じ線量域で,X線と比較して0.76±0.07となった。これらの二つの検定法を用



いて、一定線量に対する陽子線飛程内の不活化効果は、表尺から10~30mmの距離内で最大効果が得られた。

(3) マウスに対する耐容線量 LD<sub>50</sub> と造血細胞の不活化に関する効果

全身照射を受けた dd-Y 系マウスの生残日数および生残率(照射後30日間)の変動を線量効果の面で調べると7~8週令の雄マウスで、30日生残率が0.5となるのに必要な線量は、X線非麻酔群で700R、X線麻酔群で800R、陽子線麻酔群で850Rと算定された。したがってLD50/30日に関する陽子線のRBE値は0.94となった。一方、脾および骨髓細胞の不活化は、動物を陽子線飛程内におき全身照射をした場合に、脾コロニー検定法によって造血幹細胞の不活化線量効果曲線として求められた。その曲線のD<sub>0</sub>値に関して、X線と陽子線を比較したとき、骨髓では123R/106R、また脾細胞では119R/96.5Rとなり、その比は1.16および1.23となった。

以上の結果から、(1)70MeV陽子線の生物学的効果の特徴は、RBE値に関して、細胞レベルでは生体外と生体内を問わずX線よりやや高く、組織または生体レベルではやや低く見積られた。また、(2)飛程内における生物効果の変動に関しては物理学的な線量分布から期待できるものとはほぼ一致した結果となり、最大効果域は10~35mm内に得られることが認められた。これらの結果は陽子線治療ビームがほぼ物理学的線量評価から期待できる結果を満足しているものと思われる。詳細な判定は次年度の研究に委ねられる。

[発表] 大原, 河内 他: 第回放射影響学会, 大阪(1979.10)

## (2) 粒子加速器による RI 生産及びその医学利用に関する研究

### 1. 超小型サイクロメロンの核医学診断利用に関する研究

臨床研究部(井戸達雄, 福士清, 入江俊章, 岩田 鍊)

サイクロトロン管理課(曾我健吾, 鈴木和年, 玉手和彦)

環境衛生研究部(榎田義彦)

本年度から始まった特研では、近年核医学分野からの要望の強いポジロン核種を製造するためのインハウスサイクロトロンとそれに直結した放射薬剤の製造およびポジロンカメラ, ポジトロントモグラフィ装置を含めたオンラインによるシステム診断を実現するための研究に重点を置いた。時に放射薬剤の製造過程には全自動装置が必須なものと考え、これの開発研究を進めた。

本年は特研の第一年度でもあり主として、情報の収集と基礎的研究に限られたが、科学技術庁試験研究課題「医療用加速器に関する調査研究」の診断ワーキンググループに参加し、<sup>11</sup>C-HCN, <sup>11</sup>C-パルミチン酸, <sup>11</sup>C-ヨードメチルの全自動合成装置の開発を担当し、この概念設計を行なった。

また<sup>11</sup>COのオンライン製造に関し、チャコールを還元剤とする方法を検討し、十分実用化がはかれることがわかった。

肝機能検査、脳のポジトロントモグラフィ診断に欠くことのできない<sup>13</sup>NH<sub>3</sub>について、完全自動型の<sup>13</sup>NH<sub>3</sub>-ケミカルブラックボックスを試作しこれを完成させた。

[研究発表]

井戸: Radioisotopes, 28, 648 (1979)

1) チャコールを用いる還元反応による<sup>11</sup>CO製造法の研究

従来<sup>11</sup>COを製造するためには、照射されたN<sub>2</sub>ガス中に存在する<sup>11</sup>CO<sub>2</sub>を砂状の亜鉛を400°Cに加熱したカラムを通して還元していた。しかしながら、還元反応収率がそれ程高くなく(最高で80%)、しかも亜鉛表面の酸化により収率は著しく低下する傾向にあり、数回の使用の後には、新たなものと交換する必要があった。還元収率を改善し、かつルーチン生産に適する長時間使用可能な還元方法として、チャコール法を検討した。

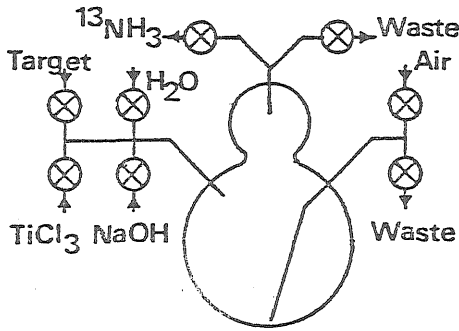
ターゲットガスであるN<sub>2</sub>の流速と反応電気炉の温度を種々変化させて、<sup>11</sup>CO<sub>2</sub>/<sup>11</sup>CO比を調べた結果より、反応温度1000°Cであれば、N<sub>2</sub>の流速によらず100%近い収率で<sup>11</sup>COが得られることがわかった。この場合、亜鉛法に比べ担体の一酸化炭素が若干増加した(Zn: 50ppm以下, C: 200ppm)。これはターゲットガス中に含まれるO<sub>2</sub>がチャコールと反応して一酸化炭素を生成するため、高純度N<sub>2</sub>をターゲットとして使用することと、照射容器内の気密度を良くしてO<sub>2</sub>の混入をさけることが、この方法を採用する上で重要であると考えられた。

チャコール法の場合酸化したものはCOとなるため常に表面は反応性に富み、かつその減少も微量であるため長期間使用可能と考えられる。従ってルーチン生産に適し、今後超小型サイクロトロンによる診断システムにはこの方法を使用することが望ましいことを示した。

2) <sup>13</sup>NH<sub>3</sub>-ケミカルブラックボックスの開発

短半減期標識放射薬剤の自動合成装置開発の第1号として、その重用性と化学処理過程の少なさの観点より、<sup>13</sup>NH<sub>3</sub>を取上げた。

従来のデバルダ合金/NaOHペレット法は、①固体試薬を取扱うことからくる遠隔操作の困難さと、②乾燥し



第1図 概念図

た反応容器を用いる必要があることより、同一反応容器による繰返し生産が不可能な点の2点から、自動合成には適さなかった。そこで、TiCl<sub>3</sub> 水溶液/NaOH 水溶液による還元反応を使用する自動装置を試作した。

本装置は、還元蒸留装置、試薬注入装置およびこれらのコントローラから構成される。還元蒸留装置は、ガラス製の反応容器の周囲に熱源としてのハロゲンランプを配し、計8個の超小型テフロン電磁弁で各試薬、ターゲット水、廃液の出し入れと<sup>13</sup>NH<sub>3</sub>の取出しを行っている。試薬注入装置は、注射筒を超小型のエアシリンダで駆動することにより、一定量の試薬を反応容器内に注入できる。コントローラは自動/手動切替が可能となっている。自動モードでは、以下に示す3つのボタンを押すだけで、繰返し<sup>13</sup>NH<sub>3</sub>を製造できる。

1. SET: NaOHの飽和水溶液4mlを容器内に注入する。
2. RUN: まずターゲット水を容器内に入れ、次に10%のTiCl<sub>3</sub>水溶液4mlを入れる。ハロゲンランプの加熱により雰囲気温度を150°Cとして生成した<sup>13</sup>NH<sub>3</sub>を蒸留してバイアル中に捕集する。
3. WASH: 反応後の残液を蒸気圧を利用して容器外に

排出し、次に水を入れて同様に排出する。

<sup>13</sup>NH<sub>3</sub>の蒸留時間は、前面パネルのダイヤルで1~9分に設定できる。

本装置を使用した結果、照射終了後10以内に(<sup>13</sup>NH<sub>3</sub>蒸留時間8分)、蒸留効率90%で自動的に<sup>13</sup>NH<sub>3</sub>を得ることができた。

## 2. 加速器生産核種による標識薬剤の合成とその実用化に関する研究

臨床研究部(井戸達雄, 福土清, 入江俊章, 岩田錬)

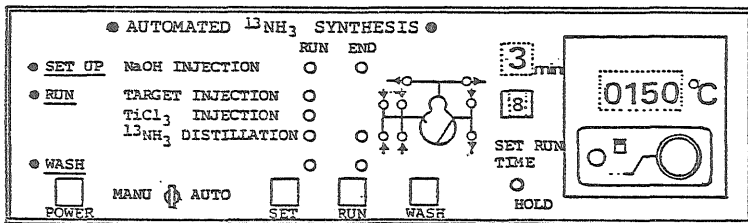
サイクロtron管理課(曾我健吾, 鈴木和年, 玉手和彦)

環境衛生研究部(榎田義彦)

<sup>11</sup>CO, <sup>11</sup>CO<sub>2</sub>, <sup>13</sup>NH<sub>3</sub>, <sup>123</sup>I-NCL-6Iの製造技術は確立されルーチンに診断用として製造し、臨床応用に供した。特に54年度後期に頭部用ポジトロントモグラフィ装置が完成したので、その目的に合致する<sup>13</sup>NH<sub>3</sub>注射剤の製造が増加した。

52年度に制定された「サイクロtron製造放射薬剤品質管理基準」に、新たに塩化第2鉄(<sup>52</sup>Fe)注射液、クエン酸アンモニウム鉄(<sup>52</sup>Fe)注射液、ヨウ化ナトリウム(<sup>123</sup>I)液、ヨウ化ナトリウム(<sup>123</sup>I)カプセル、6-ヨードメチル-19-ノルコレステロール(<sup>123</sup>I)注射液の5品目について短寿命RIおよび陽電子RIの医学利用に関する委員会」で審議され、掲載された。

<sup>18</sup>Fの標識薬剤については、サイクロtron管理課の努力によりC2ビームコースにビームスキャナーが設置され、これによって<sup>18</sup>F-F<sub>2</sub>の大量製造が可能となり、<sup>18</sup>F-フルオロデオキグルコースを10~20mCi/回の量で合成することができた。また<sup>18</sup>F-水溶液から<sup>18</sup>F-標識化合物を合成する方法についてはK<sup>18</sup>F-クラウンエーテル法、イオン交換樹脂吸着法が検討され、数種の標識化合物について実用的であることが示された。さらに



第2図 <sup>13</sup>NH<sub>3</sub>自動合成用コントローラ前面パネル

H<sub>2</sub><sup>18</sup>O をターゲットとし <sup>18</sup>O (p, n) <sup>18</sup>F 反応による <sup>18</sup>F の製造とそのターゲット水の回収法について検討し、好結果が得られた。

他のポジトロンエミッターの開発では、<sup>52</sup>Fe-<sup>52m</sup>Mn のジジェネレータが検討され、これによって製造された <sup>52m</sup>Mn を心筋スキャンに応用する基礎研究が進められた。54年度の設備費で試作された全自動<sup>13</sup>N-アミノ酸製造装置は肝、脾、脳等のポジトロンスキャンに使われる<sup>13</sup>N-アミノ酸を自動合成する装置であり、55年度から診断に応用する予定である。

(1) クラウン・エーテルを用いた <sup>18</sup>F-標識合成

<sup>18</sup>F-水溶液から得られた、無水 K<sup>18</sup>F を、18-Crown-6 を含む溶媒中で、可溶化した <sup>18</sup>F-試薬を用いて、ジアゾニウム・テトラフルオロボレートとの同位体交換反応、及びメシレート、トシレートとの置換反応を試み、前者の反応によって、<sup>18</sup>F-芳香族アミノ酸、<sup>18</sup>F-フルオロアセトアニリドを合成し、後者の反応により、プロゲステロンに続いて、エストロゲンの <sup>18</sup>F-標識合成に成功した。本試薬が、簡便で有効な標識試薬となり得ることが判明した。

(2) <sup>18</sup>O (p, n) <sup>18</sup>F 反応による <sup>18</sup>F の生産と利用

<sup>18</sup>O (p, n) <sup>18</sup>F 反応による <sup>18</sup>F の生産法は、<sup>16</sup>O (α, pn) <sup>18</sup>F 等に比べて、より高い収量で得ることが出来、かつベビー・サイクロトロンのようなエネルギーの低いサイクロトロンによる <sup>18</sup>F の生産に適した方法である。しかし、ターゲット物質として、高価な濃縮 <sup>18</sup>O を用いる為、回収し、再使用することが望ましい。そこで、種々の濃縮度の <sup>18</sup>O-water を用いて、<sup>18</sup>F の収量を求め(表 1)、かつ照射の後の <sup>18</sup>O-water から、2つの方法を用いて、<sup>18</sup>F を無水の置換反応試薬としてとり出し、<sup>18</sup>O-water を回収する実験を行った。一つは、担体として、KF を加え、新たに工夫した装置を用いて、<sup>18</sup>O-water を蒸留回収し、無水の K<sup>18</sup>F を得る方法で、これにより、<sup>18</sup>O-water は90%以上回収され、<sup>18</sup>F は K<sup>18</sup>F として完全に捕捉された。別法は種々のアニオン型の非水用脂 (AmberlystA-26) に、照射後の <sup>18</sup>O-water を通して <sup>18</sup>O-Water を回収し、<sup>18</sup>F を樹脂に捕捉した。本法では <sup>18</sup>F は80~90%の収率で捕捉された。樹脂に捕捉した <sup>18</sup>F は Xメタノール、エーテルでリンス後、減圧乾燥後、置換反応試薬として前法で得た無水 K<sup>18</sup>F と共に、標識合成に用いられた。

(3) <sup>18</sup>F-2-deoxy-2-fluoro-D-glucose (<sup>18</sup>F-FDG) の標識合成と動物実験

<sup>18</sup>F-FDG は、ポジトロン・トモグラフィ装置を用いた、断層撮影法により、脳スキャンの核医学、脳生理学

表 1 <sup>18</sup>F-Production Yield for Thick Target via the <sup>18</sup>O(p, n)<sup>18</sup>F Reaction

<sup>18</sup> O atm %	yield (mCi/μA·sat.)
7.1	17.3
8.4	20.2
10.2	25.8
20.5	53.9

Ep (incident): 17.2 MeV

beam current: 3-18 μA

time of irradiation: 20-60min

target material: enriched <sup>18</sup>O-water 8ml

calcd sat. yield (water-<sup>18</sup>O 100atm%) 262.9mCi/μA. sat.

の解明等に大いに期待されている標識化合物である。前年度からの実験によって、<sup>18</sup>F-F<sub>2</sub> の大量生産が可能となり、引続いて、FDG の標識合成とその動物実験を行った。

0.2% の F<sub>2</sub> を含む Ne を 20~25 気圧で充填したターゲットを 22.5 MeV の deuteron (10~15μA) で、約 2 時間照射後、生成した <sup>18</sup>F-F<sub>2</sub> を遠隔操作によって、反応系へ導入し、標識化を行なった(図 1)。フロン溶媒中、-78°C で、3,4,6-tri-O-acetyl-D-glucal (TAG) への <sup>18</sup>F-F<sub>2</sub> の付加反応により、2種の付加体である、<sup>18</sup>F-3,4,6-tri-O-acetyl-β-D-glucopyranosyl fluoride (2) と <sup>18</sup>F-3,4,6-tri-O-acetyl-α-D-mannopyranosyl fluoride (3) を得た。ターゲットからの放射能の回収率は理論収量の 40~70% で、付加反応率は、60~70% の好収率であった。反応溶液は、シリカゲル (ヘキサン:エーテル) を用いた、カラム・クロマトによって未反応 <sup>18</sup>F と、(2)、(3) を分離した(図 2)。(2)のフラクションは 1N の HCl で加水分解後、イオン交換樹脂と中性アルミナのカラムによって、脱酸、脱 F<sup>-</sup>を行なって、<sup>18</sup>F-FDG の水溶液を得た。最終放射化学収率は、理論収量に対して 8% 前後であり、高速液体クロマトを用いた放射化学的純度は、92% 前後であった。所要時間は、照射後、2~3 時間で、合成終了時点で 10~20mCi の <sup>18</sup>F-FDG を、安定で標識合成できた。この放射能量は、臨床応用に十分な放射能量である。さらに、反応容器等に滅菌を施したプロセスによって得られた、<sup>18</sup>F-FDG は、ブレ・ゲル法によって、パイロジェン・フリーであることも、確認された。また、本実験条件下では、<sup>18</sup>F-FDG の比放射能は約 20 mCi/mg (照射終了時) と推算できる。

動物実験は、マウス、ラット、ウサギを用いて行い体内分布は、文献に見られるデータとはほぼ一致した。また、ラット脳内での FDG の半減期は、約 8.5 時間であ

$^{18}\text{F}$ -2-deoxy-2-fluoro-D-glucose

$^{20}\text{Ne}(d,\alpha)^{18}\text{F}$

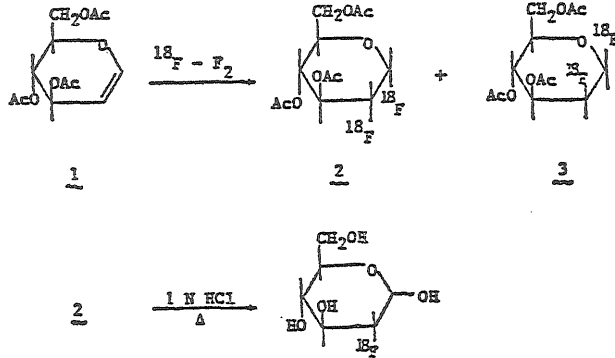


図1  $^{18}\text{F}$ -2-deoxy-2-fluoro-D-glucose

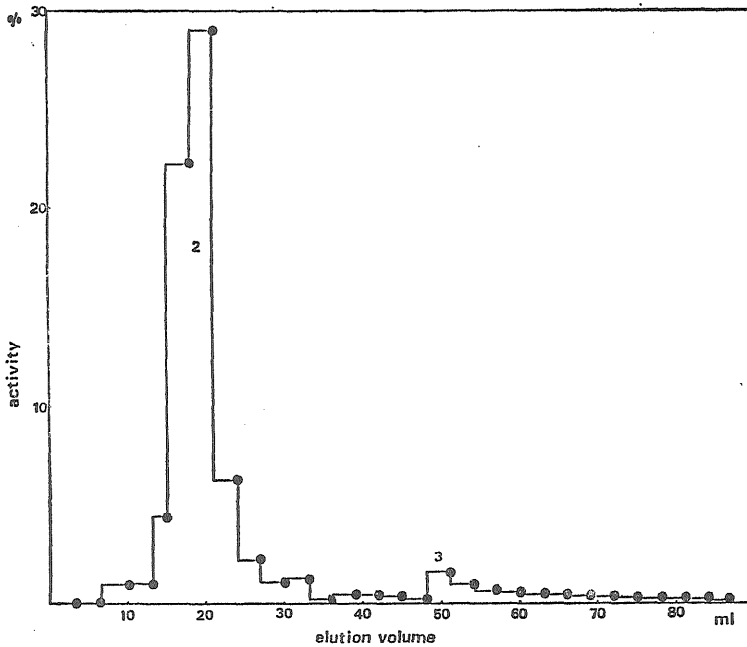
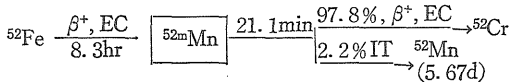


図2 Chromatogram of the reaction mixture

ることが示された (図3)。

(4)  $^{52}\text{Fe}$ - $^{52}\text{Mn}$  ジェネレータの開発とその応用

$^{52}\text{Mn}$  は  $^{52}\text{Fe}$  の崩壊により生成し、下式の様にな大部分が  $\beta^+$  を放出して安定同位体である  $^{52}\text{Cr}$  になる。



又  $^{52}\text{Mn}$  はラットを用いた静注投与実験から心筋への非常に高い集積率を示すことが認められているので、ポジトロンカメラを利用して心筋の断層撮影にも応用可能な核種として期待される。

$^{52}\text{Mn}$  の親核種である  $^{52}\text{Fe}$  の製造法は前年度の本報に述べたのでここでは省略する。ターゲットの Mn から分

Distribution of  $^{18}\text{F}$ -FDG in rats

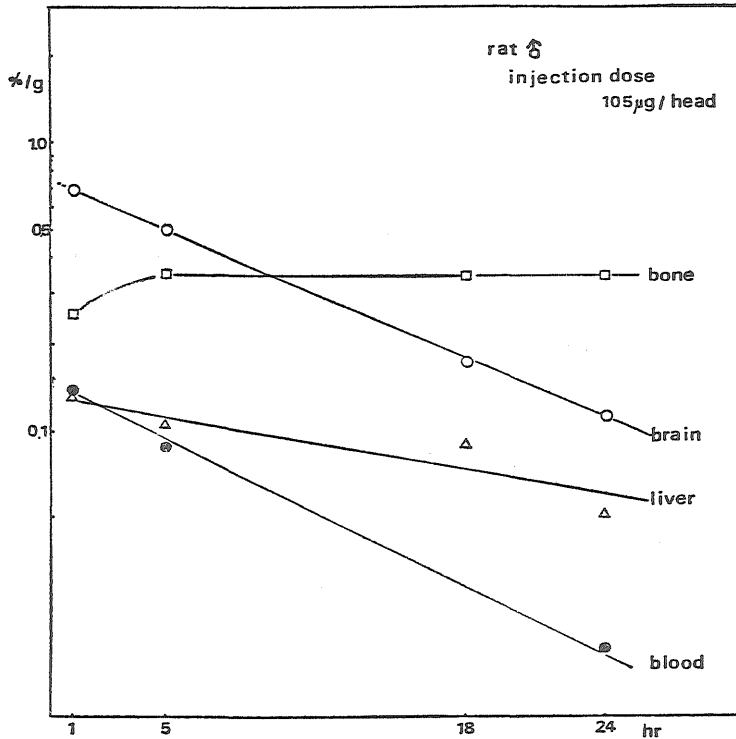


図3 Distribution of  $^{18}\text{F}$ -FDG in rats

離精製された  $^{52}\text{Fe}$  は  $^{52}\text{FeCl}_4^-$  の化学形で陰イオン交換カラムに保持される。カラム中で生成した  $^{52\text{m}}\text{Mn}$  は一定時間ごとに  $6\text{N-HCl}$  でミルクングされ、減圧下で蒸発乾固した後、生理食塩水を加えることにより  $^{52\text{m}}\text{MnCl}_2$  の注射液を得る。ミルクングから最終製品までの合計所要時間は20分以内であった。ミルクングしてから七時間後の  $^{52\text{m}}\text{Mn}$  の生成量は次式で示される。

$$^{52\text{m}}\text{Mn}(\mu\text{Ci}) = 1.044 \times ^{52}\text{Fe}(\mu\text{Ci}) \times (e^{-0.0838t} - e^{-1.971t})$$

$^{52}\text{Fe}(\mu\text{Ci})$  は前のミルクング終了時における  $^{52}\text{Fe}$  量である。

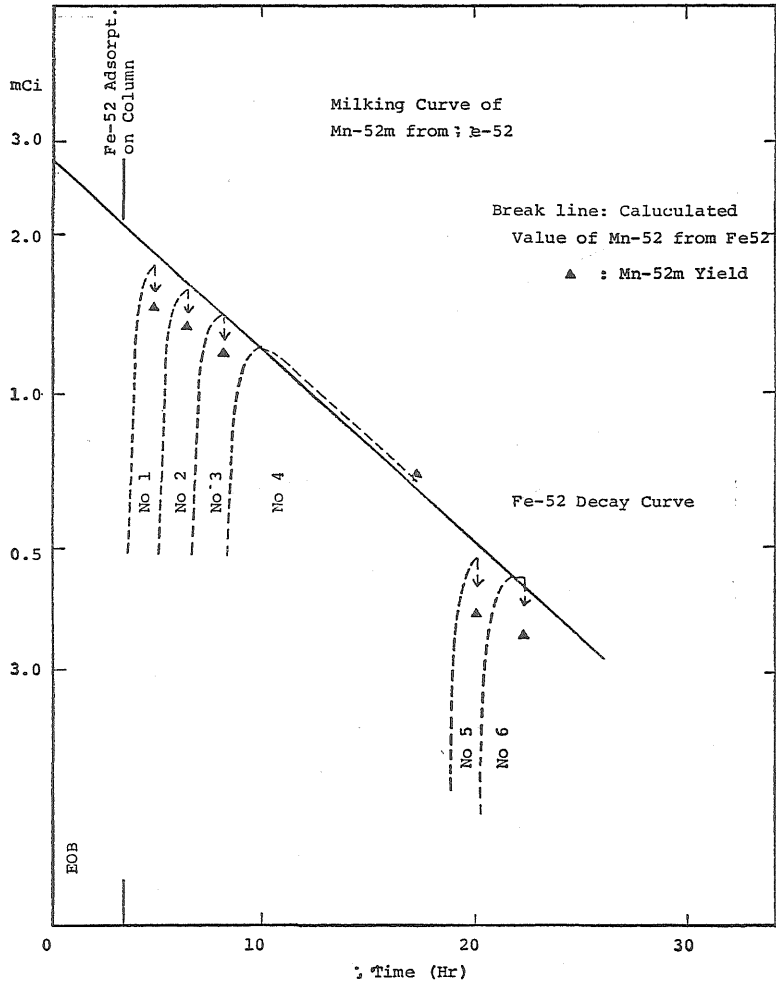
図1に  $^{52\text{m}}\text{Mn}$  の  $^{52}\text{Fe}$  からの予想生成量と実収量の一例を示す。この様にして得られた  $^{52\text{m}}\text{Mn}$  の純度は99%以上で不純物として  $^{52}\text{Mn}$ ,  $^{52}\text{Fe}$  等の混入が認められた。 $^{52}\text{Fe}$  のカラムからの break-through は、樹脂による  $\text{Fe(III)}$  から  $\text{Fe(II)}$  への変化とも考えられるが、はっきりしない。又最終製品中には数百  $\mu\text{g}$  の carrier Mn が混入していた。

本製造法の問題点は放医研のサイクロトロンでは親核種の  $^{52}\text{Fe}$  が最大でも  $3\sim 4\text{m Ci}$  しか得られず、分離精製時の損失や時間減衰等を考慮すると、 $1\text{mCi}$  程度しか診断応用できないことである。

(5)  $^{13}\text{N}$ アミノ酸自動合成装置の試作

$\text{NH}_3$  を出発原料とし、固定化酵素カラムを利用する方法は  $\text{N-13}$  標識アミノ酸の最も迅速・簡便な合成法として知られている。しかし、臨床応用可能な  $^{13}\text{N}$ -アミノ酸を得るには  $300\text{ mCi}$  程度の  $^{13}\text{NH}_3$  を取扱わねばならず、作業者の被曝軽減、処理時間の短縮等の観点からもターゲット液の充填・照射から最終製品の  $^{13}\text{N}$ -アミノ酸の合成までを連続的に処理できるシステムが必要である。

$^{13}\text{N}$ -アミノ酸自動合成装置の開発にあたり、上に述べた点と今迄の  $^{13}\text{NH}_3$  臨床応用実績を考慮して本装置には以下の機能を付与した。①  $^{13}\text{NH}_3$  または  $^{13}\text{N}$ -アミノ酸を1回のマシントイム当り4回迄、完全に遠隔、自動的に生産できること。②  $^{13}\text{NH}_3$  への還元反応は収率の点と今迄の実績からデバルダ合金法とし、反応容器は4ヶまで並列にセットできること。③  $^{13}\text{N}$ -アミノ酸の合成は固定化酵素カラムを用いた連続フローシステムとする。④操作は自動・手動いずれも可能で、自動の場合必要な操作は仕事の選択 ( $^{13}\text{NH}_3$ ,  $^{13}\text{N}$ -アミノ酸, 経路の洗浄等から1つ選択), 反応容器の選択, そして最終的にスタートボタンを押すことである。これらの操作は分り易いように表示ランプが順次点滅して操作を指示できる。⑤経路のアルコール滅菌, 注射用静留水による洗浄も自動的



第1図

に行えること。⑥プログラムはタイマーからの時間信号だけでなく、経路内に8ヶ設置されている小型 GM 管や液面計からの信号でもステップできること。

図1に本装置の概略を示す。图中 VXXX は電磁弁, DXX は GM 管, PXX はポンプ, RX は反応容器, TX XX はトラップ, CX はカラム, SXX は試薬瓶, CDXX は液面計を表わす。

(6) 固定化酵素を利用した  $^{13}\text{N}$  標識グルタミン酸の合成について。

$^{13}\text{N}$  は半減期10分の $\beta^+$ 核種で、アンモニアや窒素ガス等の比較的単純な構造の分子が化学合成され、臨床利用されている。アミノ酸を合成する場合には、(1)反応時間が短かく、(2)反応が特異的であり、(3)放射化学収率が高い、等の理由で酵素合成が有利である。そして、固定化酵素は、(4)除蛋白が不要で、(5)カラム法による合成の自

動化が可能で、理想的な合成法である。(固定化酵素の調製) (1)Corning 社の多孔性ガラスビーズ (COOH-CPG) を、N-hydroxysuccinimide、カルボジイミドと反応、活性化した。(2)Pharmacia 社の CNBr 活性化 Sepharose-4B。(1),(2)の支持体 1g に対して、10mg のグルタミン酸脱水素酵素を加えて反応させた後未反応の酵素を除去した。

( $^{13}\text{N}$ -グルタミン酸の合成) 固定化酵素 1~2g を小カラムに詰め、基質、補酵素、 $^{13}\text{NH}_3$  の混合液をペリスタポンプを用いたフロー系で合成し、未反応の  $^{13}\text{NH}_3$  を陽イオン交換樹脂カラムを通し、除いた。全操作は、5分以内に終了し、いづれの固定化酵素によっても、90%の収率でアミノ酸を合成できた。収率は、流速と酵素活性量に強く依存した。

(7)  $^{13}\text{N}$ -アンモニアの品質管理

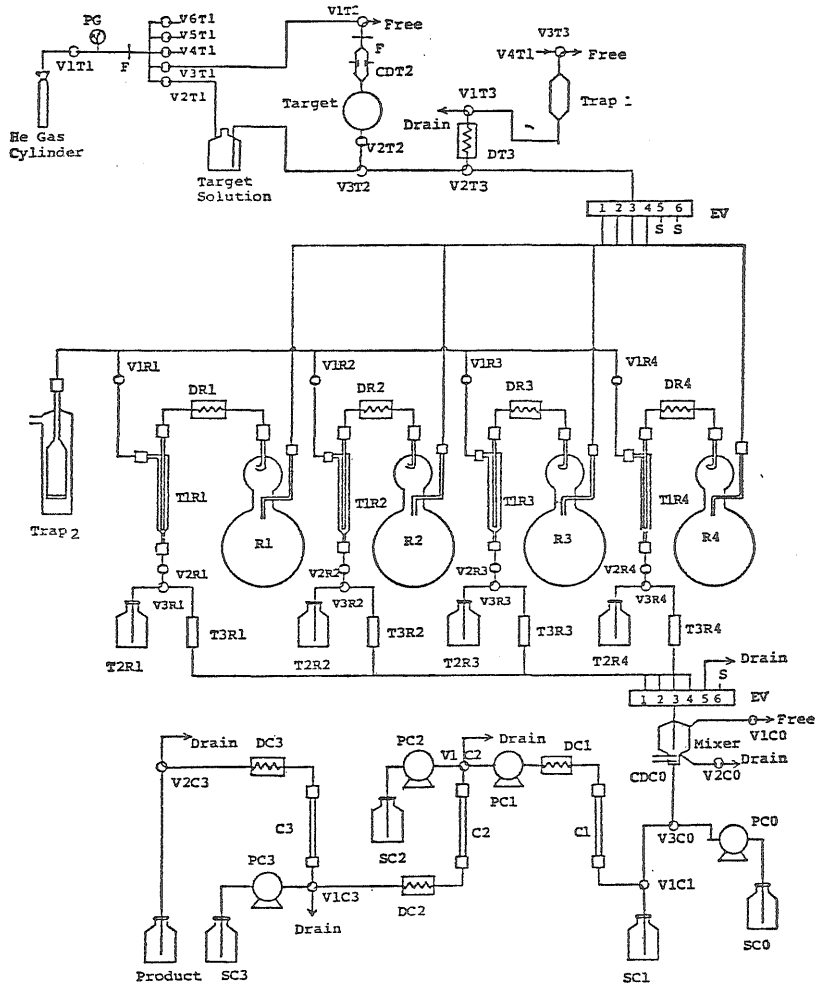


図1 Block Diagram for the production of  $^{13}\text{N}\text{H}_3$  and  $^{13}\text{N}$ -Labeled Amino Acid

$^{13}\text{N}$ -アンモニア注射液を製造するには前もって、製造ラインの洗浄を行っておく必要がある。最終洗浄液を採取し、無菌試験及び発熱性物質試験を実施している。

無菌試験は  $^{14}\text{C}$  標識グルコース等を含む培地にサンプル一定量を加え、 $37^\circ\text{C}$  にて培養し、バイアル中に放出される  $^{14}\text{CO}_2$  をバクテック R301 を用いて定量することにより、細菌のチェックをしている。発熱性物質試験は、その検出試薬としてバイオジエント（マリンクロット）及びプレゲル（帝國臓器製薬比）を使用している。これは発熱性物質の主要な原因であるグラム陰性菌とカプトガニ血球成分の凍結乾燥物がゲル化反応を行うことを利用している。

照射してできた  $^{13}\text{N}$ -酸化物をデバルダ合金を用い、還

元蒸留して得た  $^{13}\text{N}\text{H}_3$  注射液についても、無菌試験及び発熱性物質試験を行っている。デバルダ合金に由来する銅、亜鉛の最終製品への混入は、ジチゾン試薬を用いて検査したが、いずれも確認限界以下であった。最終製品の pH は万能試験紙にて確認したが、すべて pH7.0~8.0 の範囲であった。放射化学的純度は高速液体クロマトグラフ法にて行ったが、結果はすべて 99.8% 以上であった。

これらの検定結果は「サイクロトロン放射薬剤基準」に適合している。

下記に最近の製造例と発熱性物質試験薬の仕様を示す。

粒子・エネルギー:	プロトン	18MeV
電 流 値:	15 $\mu$ A	
照 射 時 間:	20min	
生 産 量:	200mCi	
提 供:	月 4 回、	30mCi/回

	プレゲル	パイロジェント
製 造 元	帝国臓器製薬kk	マリノクロット (USA)
検 出 感 度	1 $\times 10^{-3}$ $\mu$ g/ml	1 $\times 10^{-5}$ ~5 $\times 10^{-5}$ $\mu$ g/ml
サ ン プ ル 量	0.1ml	0.25ml
ワ ン ポ イ ン ト チ ョ ッ ク	5 $\times 10^{-3}$ $\mu$ g/ml	1 $\times 10^{-4}$ $\mu$ g/ml

### 3. ポジトロンコンピュータ横断イメージングに関する研究

物理研究部（田中栄一，野原功全，富谷武浩，山本幹男，村山秀雄）

臨床研究部（飯沼武，須田善雄，遠藤真広，館野之男，穴戸文男）

短寿命陽電子放出核種の医学利用研究におけるポジトロン CT 装置の重要性にかんがみ，前年度の指定研究「ポジトロンコンピュータ横断イメージングに関する研究」および同課題に関する日立メディコ社との共同研究の成果を基礎として，頭部用ポジトロン CT 装置「ポジトロジカ」の試作を完成した。

さらに，全身用多段階ポジトロン CT 装置の開発研究に関しては，通産省工業技術院が医療福祉機器技術研究開発委託制度のテーマに採択したことに関連して，当研究所はこれと協力して同装置の開発研究および国産化に関する研究を実施した。

#### (1) 頭部用ポジトロン CT 装置

##### (1) 装置の概要

本装置は脳の診断および生理学的研究を目的としたもので，高感度・高解像力を主眼とした。検出器は64個のBGOシンチレータ（12 $\times$ 20 $\times$ 2 $\epsilon$ mm）を直径44cmの円形に不均等間隔で配列したもので，これを毎秒約1回転で連続回転する新方式を採用し，投影データのサンプリング特性を極めて良好にすることができた。この検出器配列はコンピュータによる逐次近似法で探索したものである。本装置の有効視野直径は24cm，測定スライス幅は1~2cm可変である。なおガンマ線の体内吸収および検出器感度補正用の回転式擬似リング線源（<sup>68</sup>Ge-<sup>68</sup>Ga）を内蔵している。

検出器からの信号のタイミングには，リーディングエッジ・トリガー型のディスクリミネータを試作して用い，半値幅 5.2ns（BGO-BGO 対の代表値）の時間分解能を

得た。64個の検出器信号は8グループに分類して，各グループ間の同時計数を検出し，各同時計数の結晶対に關する位置信号は12ビットの2進信号に変換される。偶発同時計数は，別に設けた遅延同時回路によって同時測定され，データ収集後測定データから差し引くことが可能である。また，ガンマ線の散乱等による多事象の除去回路も設けた。回転部分からの信号は，新たに開発した16ビットの回転型フォト・カプラを経て静止系に送られ，データ収集される。

#### 2) データ収集および画像再構成

本装置では同時計数した結晶対の位置情報と検出部の回転角度情報を同時に収集するため，プログラマブルバス経由のインターフェイスを試作して用いた。ポジトロン CT 装置からは3種類のデータが1本のバスを經由して計算機側に送られてくる。すなわち，同時計数および偶発同時計数の位置信号と角度信号である。これらの2種類の位置信号は2進信号の上位ビットによる符号によって区別される。これらの位置信号は，角度信号を参照して回転座標系から静止座標系に変換されると共に，座標変換テーブルによって角度毎の平行投影データに変換され，それぞれ別のメモリーバッファ（各128 $\times$ 128）に貯えられる。データ収集終了後，上記メモリーに貯えられた同時計数データから偶発同時計数データを差し引くことによって，真の同時計数データが得られる。

画像再構成には，まず検出器感度ならびにサンプリング密度分布の不均一性の補正が必要である。このため，擬似リング線源を用いて，患者をセットしないときの測定データおよび RI 投与前の患者をセットしたときの透過データを測定しておき，これらを用いて RI 投与後の患者の測定データを補正する前処理プログラムを開発した。画像の再構成は，これらの補正をほどこされた平行投影データから，シェップ・ローガンの補正フィルタを用いた重畳積分法によって行った。

#### 3) 性能および特長

初期調整および動作テストを行った結果，下記の如く所期の性能が得られた。検出感度は直径20cmの円柱水ファントムに対し約 19kcps/ $\mu$ Ci/ml（2cmスライス）で，解像力は視野の中心で約 6mm FWHM，直径16cmの円内で約 8.5mm FWHM 以下であった。

本装置に採用した不均等検出器配列・連続回転方式の特長は，高解像力に必要なサンプリング特性が得られることのほか，投影データの感度不均一性に対する補正が簡単なこと，各検出器の感度変化に対して極めて安定なことなどである。



## (2) 全身用多断層ポジトロン CT 装置

全身用ポジトロン CT 装置の開発に関する基礎研究として、必要とされる感度、解像力、信号雑音比、計数率特性、コスト等を考慮して、検出器系の構造、走査方式データ処理システム等を総合的に検討した。その結果、第一次試作装置の検出器は円形配列の BGO 検出器を3段重ねた構造とし、測定スライスの数は5層とした。各検出器リングには  $15 \times 24 \times 24 \text{mm}$  の BGO 結晶を160個を配列する予定である。

各 BGO 結晶からの光の収集効率を高めるため、新しく4結晶連結方式を考案し、基礎実験を行なって良好な結果を得た。この方式は4個の BGO 結晶を連結して2つの光電子増倍管に結合し、 $\gamma$ 線の入射した結晶を位置検出回路によって弁別するものである。

検出器の配列および走査方式についても種々の方法を比較検討し、最終的には不均等配列、連続回転方式を採用することとした。その他、検出部の設計に必要な基礎的事項の詳細、高速電子回路システム、データ収集システム等についても、試作を担当するメーカ（日立メディコ社、日立中央研究所、浜松テレビ）と協力して検討を進めた。

### 〔研究発表〕

- (1) 田中：映像情報，12 (1)，19，1980
- (2) 田中：第10回画像コンファレンス論文集，p.87 1979
- (3) 遠藤，飯沼：第18回日本 ME 学会，日本都市センター，1979. 4. 28.
- (4) 富谷，侯江，渡辺，植田，川口：第16回理工学における同位元素研究発表会，国立教育会館，1979. 6. 26.
- (5) 村山，田中，野原，富谷，高見，石井：第19回日本核医学会，国立教育会館，1979. 11. 27.
- (6) 野原，田中，山本，富谷，村山，遠藤，飯沼，館野石松，大串，高見，植田：第19回日本核医学会，国立教育会館，1979. 11. 27.
- (7) 富谷，須田，遠藤，村山，野原，山本，田中，侯江，渡辺，川口，植田，大串，石松：第19回日本核医学会，国立教育会館，1979. 11. 27.
- (8) 田中，野原，石松，大串，高見：第19回日本核医学会，国立教育会館，1979. 11. 27.
- (9) 須田，入江，館野，野原，田中：第19回日本核医学会，国立教育会館，1979. 11. 29.
4.  $^{123}\text{I}$ -6 $\beta$ -iodomethyl-19-norcholesterol による副腎イメージングの臨床的検討  
臨床研究部 穴戸文男，館野之男，井戸達雄，入江俊章，鈴木和年，福土清，岩田鍊

今回我々は放医研サイクロトロンで製造された高純度の $^{123}\text{I}$ で標識した NCL-6- $^{123}\text{I}$  を用いて副腎シンチグラフィを行ない、臨床上的有用性について検討した。

対象は膀胱癌、胃癌、左副腎腺腫摘出後、Cushing 病、原発性アルドステロン症、肺癌と診断された各々1例、合計6症例で、8回の副腎シンチグラフィが行われた。

NCL-6- $^{123}\text{I}$  の投与量は 2.6mCi~6.7mCi の範囲で、平均 5.2mCi である。スキャンは投与から1日後、2日後、3日後に行った。撮影は腹臥位にて背面より行った。エネルギーピークは 159keV、ウインド幅は 25% に設定した。

NCL-6- $^{123}\text{I}$  投与1日後より副腎イメージが描出されたのは胃癌 (Case 2)、Cushing 病 (Case 4)、原発性アルドステロン症 (Case 5) の症例である。1日後から副腎像が描出された例でも1日後のイメージは肝の集積が高く、右副腎と肝との境界の判定が困難である。2日後になると肝の集積が低下し、相対的に副腎のイメージが強調される結果となり、肝と右副腎の区別が明らかとなってくる。

2日後に副腎イメージが描出されたのは肺癌の症例 (Case 6) である。1日後のイメージでも右副腎の部位に集積が認められるが、形の判定は困難である。

副腎は正常と考えられる Case 2 でも NCL-6- $^{123}\text{I}$  投与2日後のイメージで副腎の形を読み取ることが可能であった。このことは NCL-6- $^{123}\text{I}$  による副腎シンチグラフィは、副腎への RI の集積の有無、左右差、摂取率、という情報だけでなく、副腎の形の情報も得ることができることを示していると考えられる。

NCL-6- $^{131}\text{I}$  を用いた副腎スキャンでは薬剤投与よりスキャンまでの最適な間隔をみてもみると、機能低下の考えられる Case 3 を除き、2~3日である。3日後で、左副腎のイメージが不鮮明であった Case 1 でも投与量を約2倍にして 5mCi~7mCi 程度を投与すれば、光子量が2倍となり、3日であれば左副腎は鮮明に描出されるものと考えられる。

今回我々が使用した NCL-6- $^{123}\text{I}$  の平均投与量は 5.2mCi であった。2日後にイメージが得られた例のみをみると、4.6mCi~6.7mCi であることから、2.6mCi を投与した Case 1 では投与量が少なかったために、十分なイメージが得られなかったものと考えられる。すなわち 6mCi 程度の NCL-6- $^{123}\text{I}$  を投与すれば 2~3日で副腎イメージが得られることになる。この時の被曝線量が問題となるが、Brookeman が NCL-6- $^{131}\text{I}$  と NCL-6- $^{123}\text{I}$  を比較して MIRD 法で計算している結果をみると、NCL-9- $^{131}\text{I}$  を 0.5mCi、NCL-6- $^{123}\text{I}$  を 5mCi 使用したとし

て計算すると、副腎で各々、100~102rad、および6.5rad、  
精巣で1.5~2.0rad、および0.25radとなり、10倍量  
を使用しても、NCL-6-<sup>123</sup>Iの方がはるかに少ない被曝  
線量で検査が行なえることになる。このことはまたデキ  
サメサゾン抑制試験の前後で、副腎イメージングを行い、  
その集積率、集積部位の変化を調べる目的で検査を行う  
ことも被曝線量の量の点から可能であることを示してい  
る。更にNCL-6-<sup>123</sup>Iを使用すれば<sup>123</sup>Iの半減期が13時  
間なので、副腎におけるNCL-6-<sup>123</sup>Iの生物学的半減期  
が非常に長いとしても、1週間後では約1/8000に減衰し  
てしまうため、実用上再度NCL-6-<sup>123</sup>Iを投与しても前  
に投与したNCL-6-<sup>123</sup>Iの影響は無視できることから、  
まず無処置でNCL-6-<sup>123</sup>Iによる副腎シンチグラフィー  
を行い、更に1週間後にデキサメサゾンを投与して副腎  
シンチグラフィーを行ってイメージの上でデキサメサゾ

ンの抑制効果を判定することも可能であると考ええる。

これまで述べてきたように、NCL-6-<sup>131</sup>Iの標識を<sup>123</sup>I  
にかえたことの利点には次のような点が考えられる。

(i) ガンマカメラで鮮明なイメージが得られ、副腎の  
形態の情報をも知ることができる。

(ii) 被曝線量が低減できる。

(iii) 投与スキャン間隔が2~3日と短縮できる。

(iv) 1週間程度の間隔で反復した検査が可能となる。

これらの点でNCL-6-<sup>123</sup>IはNCL-6-<sup>131</sup>Iにまさっており、  
これにかわって利用されるべき薬剤であると考えられ  
る。

〔研究発表〕

穴戸，館野，井戸他，<sup>123</sup>I-6β-idomethyl-19-norchole-  
sterolによる副腎イメージング Radioisotopes, 29, No. 11,  
1980, 印刷中

## 2. 指 定 研 究

### 1. トリチウムの生物効果解析のための基盤的研究

生物研究部 (松平寛通, 山口武雄, 中沢透, 江藤久美, 上野昭子, 田口泰子, 古野育子, 山田武, 浅見行一, 湯川修身)

物理研究部 (星野一雄, 平岡武, 川島勝弘)

化学研究部 (河村正一, 渡利一夫)

生理病理研究 (坪井篤, 野尻イチ)

障害基礎研究部 (鹿島正俊, 上島久正)

トリチウムは低エネルギーβ線放射体で、主としてガス (HT), トリチウム水 (HTO) の形で存在するが、自然界では HT は最終的に HTO に変換されると考えられるので、生物効果の面からは主として HTO を対象とすればよい。HTO は、ただし、水蒸気になりやすいので取扱上慎重を要する。さらに HTO 1mCi/ml は生体に対し毎時は  $\approx 10$  rad 程度の吸収線量を与えることから考えて、HTO の生物効果を定量的に把握するためにはかなりの量のトリチウム水を使用しなければならない。この為には、充分な施設・設備を開発する必要がある。一方、検出系としてできるだけ密閉系で放射線感受性の高い系を開発し、比較的少量のトリチウム水の使用によって研究の実をあげることも必要である。本年度は後者の線にそって研究をすゝめた。

#### (1) フリッケ溶液の長期保存に関する研究。

トリチウムによる連続照射の際の線量測定の一環としてフリッケ線量計のG値のみなおしが必要である。フリッケ溶液を未照射のまま常温で1年間放置し、経時的にその酸化の度を測定した結果、 $4 \times 10^{-8}$ M/日であることがわかった。この事実は、コントロール液による補正を加えることによってトリチウムβ線の長期連続照射の際のG値、もしくはβ線平均エネルギー ( $\bar{E}\beta$ ) の算定が可能であることを示している (星野, 平岡, 川島)。

#### (2) トリチウムのモデル核種の検討

トリチウム水が揮発性であることの難点をのぞくため、低エネルギーで純β線放射体である $^{63}\text{Ni}$ の錯体をつくり、モデル核種として使用することを試みた。しかしながら、ニッケル溶液は特有の色をもつため、液体シンチレーション・カウンタによる計測が不可能であり、生体内分布の測定が困難であることがわかり、他の核種について検討中である (河村, 渡利)。

### (3) L5178Y 細胞を用いたトリチウムの RBE の検討

対数増殖期の培養細胞 (L5178Y) を  $37^\circ\text{C}$  水浴中で、毎時 11.9~48 rad の線量率でγ線の連続照射を行い、γ線の急照射と比較した。細胞死の線量-効果関係を  $S = e^{-(\alpha D + \beta D^2)}$  にあてはめると急照射では  $\alpha = 4 \times 10^{-3}$ ,  $\beta = 7 \times 10^{-6}$  となる。連続照射での細胞の生残率は  $S = e^{-\alpha D}$  ( $\alpha = 4 \times 10^{-3}$ ) に  $\approx$  一致する。しかしながら毎時 23.5rad 以下の線量率では細胞の生存率は高線量域において、この式から推定される値より大きくなる。この事実から低線量率照射では増殖細胞の場合亜致死損傷の回復以外に細胞の再増殖による回復があると考えられる。トリチウム水を用い同様な解析を行っている。また、小核や6-チオグアニン耐性をマーカーとする突然変異の発生率と線量-効果関係についても、γ線連続照射とトリチウム水の処理の効果に関し、 $Y = \alpha D + \beta D^2$  の式を用い解析を進めている (松平, 上野, 古野)

### (4) NRK 細胞におけるトリチウム水の RBE に関する研究

接触阻止状態の細胞に対するトリチウムの効果を検討するためにラット腎臓由来の NRK 細胞を用い、増殖曲線と生存率をしらべた。細胞を  $5 \times 10^4/\text{cm}^2$  の濃度で培養すると、5日目まで対数増殖を行うが、その後増殖を停止する。細胞のコロニー形成率は培養17日まで比較的安定で45~65%である。培養6日後の細胞について、トリチウム水およびγ線の致死効果を検討中である (坪井, 野尻)。

### (5) メダカ胚生殖腺に対するトリチウムβ線の影響

メダカ (*Oryzias latipes*) の卵を受精直後から孵化直後 ( $25^\circ\text{C}$  で10~11日) まで  $0 \sim 5\text{mCi/ml}$  の濃度のトリチウム水中で飼育し、えられた胚の生殖腺について全生殖細胞数を測定した。個体当りの生殖細胞はトリチウム水の濃度とともに減少するが、減少の度は低濃度群 ( $0.05 \sim 0.1\text{mCi/ml}$ ) の方が高濃度群 ( $0.5 \sim 1\text{mCi/ml}$ ) よりも大であった。γ線連続照射との比較を行っている (江藤, 田口)。

### (6) トリチウムの内部被曝による実験動物の造血器障害に関する研究

幼若ラットおよびマウスを用い、X線全身照射 ( $0 \sim$

200R) 後の骨髄について多染性赤血球の小核形成率をしらべ、小核の形成率が線量に対し直線的に増加することをたしかめた。また、 $^3\text{H}$  チミジン (1, 5 $\mu\text{Ci/g}$ ) 投与後 1 日目の小核形成率を測定し、予備的な結果をえた。骨髄有核細胞数、CFUs などの変化も検討中である (鹿島, 上島)。

#### (7) 哺乳類胚の培養に関する研究

トリチウムの胚発生に対する影響をみる目的で、まずマウス胚の培養を試みた。ICR 雌マウスに妊馬血清とヒト絨毛膜性腺刺激ホルモンを注射して排卵を誘起させて雄と交尾させ、比較的多数の受精卵をえた。これらを培養することによって 1 細胞期および 2 細胞期から胚盤胞期までの胚発生が可能となった。ホルモン投与量、投与間隔、培養液の組成等について検討を行ない、受精卵の収量、胚発生の成功率をあげるべく努力中である (中沢, 山田, 浅見, 湯川)。

#### (8) 器官培養を用いるトリチウムの発ガン効果の研究

悪性転換をした哺乳類細胞をニワトリ胚皮膚培養片 (CES) に移植すると、きわめて特異的な増殖を示すという知見にもとづき、マウス乳腺を密栓培養し、発ガン剤で処理後 CES で検定するという技法を検討し、基礎的な知見をえた (山口)。

一方、環境衛生研究部および技術部と共同してトリチウム投与動物の飼育装置を設計・試作し、運転データを蓄積し、投与実験にそなえた。

#### 2. 白血球幹細胞増殖因子の精製

色田幹雄, 常岡和子, 大野忠夫

白血球減少は最も鋭敏に発現する放射線障害のひとつである。白血球生産はホルモン支配を受けることが知られている。好中球および単球 (マクロファージ) の前駆細胞 (CFU-C) の増殖を統御する因子 CSF をヒト尿中より大量に精製して、分子的性質ならびに生物作用を検討した。

血栓溶解剤として市販されているウロキナーゼをヒト尿中より精製する段階で、ウロキナーゼをとり出した残渣に大量の CSF が含有されていることを発見した。従来廃棄されていたこの分画より、硫酸沈殿, DEAE セルローズ・カラムクロマトグラフィ, セファデックス G-100 カラムクロマトグラフィ, ConA セファロースアフィニティクロマトグラフィ, およびアンフォライン等電点電気泳動により、きわめて高純度の CSF を大量に調製することに成功した。

この CSF は pH 3.5 に等電点をもつシアロ糖たんぱくで、ノイラミダーゼ処理により pH 4.6 に等電点を

もつ活性種に変換された。セファデックス G-100 カラムからの溶出位置は分子量 150,000 に相当した、この性質はゲル透過や等電点分離をくり返しても変ることはなかったが、ConA セファロースでさらに精製した分画は、等電点は依然として pH 3.5 にありながら、ゲル透過では分子量 58,000 に相当する位置に溶出されるようになった。このことは、CSF が他のたんぱくと安定な結合体をつくって存在していることを示唆する。

高純度 CSF をマウスに腹腔内注射したとき、注射後 2 日間に及んで、循環血流中の多形核白血球数が正常値の約 2 倍に増加した。シアル酸残基を除去した CSF は、この作用の持続時間が短いことが判明した。しかし、軟寒天培地中に培養した CFU-C に対する増殖促進効果に関しては、シアル酸残基の有無は重要な影響を与えなかった。

このように力価の安定した高純度 CSF 標本を大量に得ることができたことは、放射線や制ガン剤などによる骨ずい障害に関する今後のわれわれの研究に、大いに資するであろう。

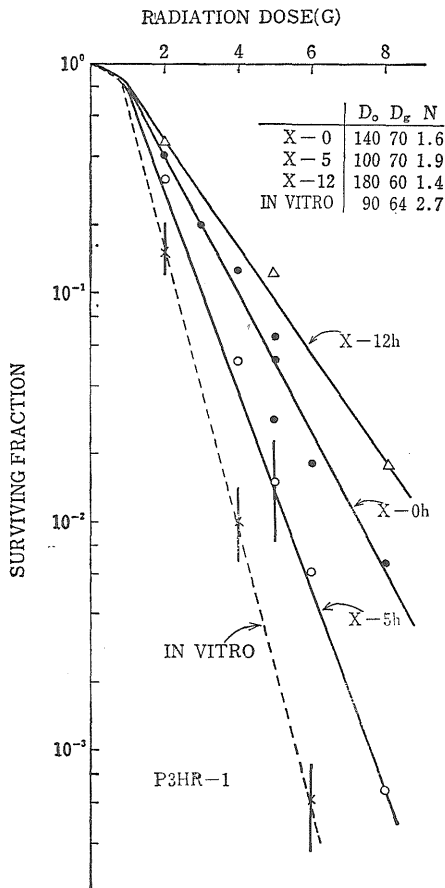
#### 〔研究発表〕

- (1) K. Tsuneoka and M. Shikita; J. Cell. Physiol., 102, 333-341 (1980)
  - (2) M. Onoda, M. Shinoda, K. Tsuneoka and M. Shikita; J. Cell Physiol., 104, 11-19 (1980)
  - (3) M. Onoda, K. Shimizu, M. Shinoda, K. Tsuneoka and M. Shikita; J. Pharm. Dyn. 3, 493-499 (1980)
  - (4) 大野忠夫, 常岡和子, 色田幹雄, 医学のあゆみ, 112, 347-350 (1980)
  - (5) 穂積本男, 梅沢毅彦, 竹永啓三, 大野忠夫, 色田幹雄, 山根績, 医学のあゆみ, 112 411-414 (1980)
3. 人癌の成長動態と放射線・抗癌剤の抗腫瘍効果の解析と応用—In Vitro-In Vivo 系を用いての Burkitt lymphoma 細胞に対する Bleomycin. X 線の細胞致死効果の研究—II

(宮本忠昭, 青木芳朗, 奈良信雄, 栗栖明)

〔目的〕 ヌードマウス移植バーキットリンホーマに対する X 線, プレオマイシンの抗腫瘍効果を解析し, 併せて人悪性リンパ腫の実験治療モデルを開発する。

〔経過〕 53 年度 指定研究 (放医研年報, 53 年度 pp60-62), で報告したように、ヌードマウス移植バーキットリンパ腫の造り方, プレオマイシン等外来性作用体の効果の測定法 (軟寒天上集落形成), および同腫瘍の cell cycle parameter が研究された。更に同腫瘍に対するプレオマイシンの効果を, 薬物動態的, 細胞増殖動態および障害よりの回復動態の立場より解析し, 同細胞に

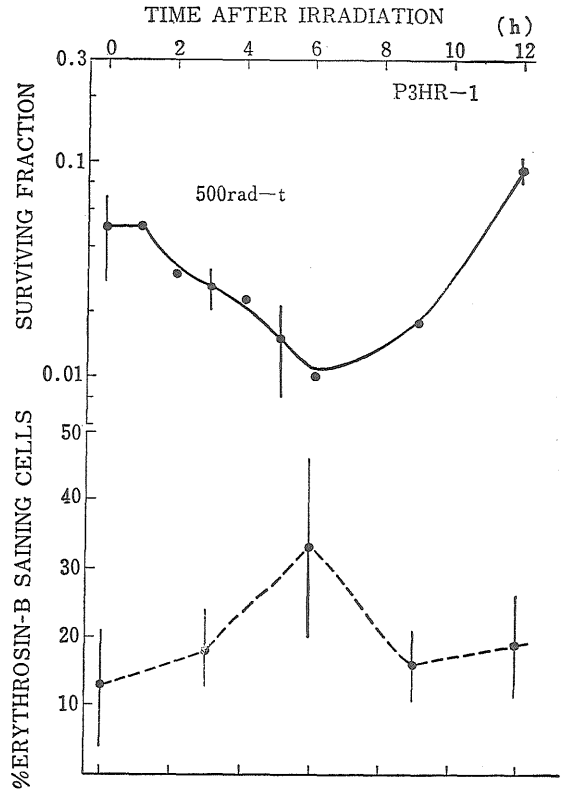


第1図

PLP repairの能力が欠けていることを明らかにした。今年度は、同腫瘍に対してX線照射による効果を同様に解析した。

ヌードマウス担パーキットリンホーマが直径 10mm の大きさに達したとき、X線を照射し、経時的に、Aspiration Biopsy により細胞を採取し、軟寒天上の播腫し、集落を形成させ、その効果を細胞生存率で測定した。同時に採取した細胞を0.4% Erythrosin-B で染色し、死細胞の割合を平行して測定した。

〔成果〕 第1図に示すように、X線照射直後に細胞をとり出し、生存率を求めると、 $D_0=140$ ,  $D_q=70$ ,  $N=1.6$  の Dose Response Curve (DRC) が得られた。さらに、細胞採取時間を照射後5時間目に行うと、 $D_q$ ,  $N$  はほぼ同じであるが、 $D_0=100$  rad となり、細胞のX線感受性は高まった。しかし、12時間後には、もとにもどり、さらに、一層抵抗性となった。ちなみに IN VITRO 条件 (F-10 HI · 10% CS) で得られた同細胞の DRC を



第2図

比較のため図に記入した。この変化を更に詳しく検討するため、照射量を 500 rad に固定し、照射後の生存率の変化を追った。同時に Erythrosin-B 染色細胞の割合を測定し、第2図に示した。照射後の細胞生存率は、1時間後より次第に低下し、5~6時間で最低の値をとるが、9時間以降急速に上昇し、12時間後には直後の値を越えた。この生存率の推移パターンは Erythrosin-B 染色細胞の割合の推移と鏡面関係をなした。また同様の実験を IN VITRO で行ったが、この条件では  $10^7/ml$  という高細胞濃度下でも、生存率、Erythrosin-B 染色細胞の有意な変化は見られなかった。

以上の結果より、腫瘍内におけるパーキット細胞が、照射直後より6時間に向って不活化される様式は、細胞間死が起るためであり、この変化は、IN VIVO という条件の下でのみ起ることから、X線による細胞膜等の障害に生体内のX因子が加って顕在化するものと思われる。また6時間以降、染色細胞の割合が減少するとともに生存率が上昇するのは、この細胞が生体内で急速に融解するかあるいは、除去されてしまうことを示している。すでに胸腺由来のリンパ球では細胞間死が著明に見られる

とされるが、それ以外のリンパ細胞でも IN VIVO で細胞間死が見られることは、リンパ細胞の放射線感受性を説明する因子として、同細胞における PLD の repair の

欠損とともに重要な因子と考えるれる。

i) 第38回日本癌学会, 1979.10 (東京)

## 受 託 研 究

### 1. 魚卵発生に対する放射性核種の影響

——トリチウム水中で発生したメダカ胚への  
小核テストの適用——  
環境衛生研究部 (市川龍資, 須山一兵)  
生物研究部 (江藤久美)

#### 〔目 的〕

前年度までに、メダカ卵を受精直後から種々の濃度の RI ( $^3\text{H}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ) を含む蒸溜水中で飼育し、胞胚期において、細胞の分裂後一末期に見られる染色体橋の出現頻度を調べ、孵化率に影響が検知されない濃度の RI 添加水中においても染色体異常 (染色体橋) の出現頻度が高くなることを観察した。

今年度は、染色体橋以外の型の染色体異常を調べるために、最近、環境変異原試験法の一つとして行われている、小核テストをトリチウム水中で発生したメダカ胚に適用することを試みた。

#### 〔経過と結果〕

メダカ (*Oryzias latipes*) 卵を受精直後から  $^3\text{H}$  を 0, 0.5, 1, 2, 5 および 10 Ci/l の各濃度で含む水中で飼育し、胞胚期において卵を破砕した。卵膜内から細胞を洗い出し、卵膜を除去し、PBS (Dulbecco) で細胞を洗浄した。固定液 (メタノール 3 + 氷酢酸 1) で固定した後スライドガラス上に細胞を拡げ、ギムザ液 (pH 6.8) で染色し、観察した。小核出現率は  $^3\text{H}$  濃度の増加と共に増加し、0.5Ci/l で 1.3%, 1Ci/l で 1.8%, 2Ci/l で 2.7%, 5Ci/l で 2.2%, 10Ci/l で 4.0% であった。これを既に報告した染色体橋の出現率と比較すると、両者はほぼ同様の傾向を示すが、小核出現頻度がやや高かった。この結果から、染色体橋の出現と小核の出現との間には何んらかの相関関係があることが考えられる。

### 2. 放射能クリティカル経路に関する調査研究

環境放射生態学研究部 (住谷みさ子, 大桃洋一郎)

#### 〔目 的〕

茨城県沿岸原子力施設から、沿岸海洋に放出される放射性核種による、地域住民の海産物を通じての内部被曝問題に関し、critical group, critical nuclide, および critical marine food, を抽出し、critical group の内部被曝

線量の推定を行うことを目的とする。

#### 〔経 過〕

茨城県沿岸住民を対象とする 1 日分の献立調査の結果から、地元産海産物摂取の多いのは、沿岸操業漁業者であることを実証した。沿岸漁業者の 1 日の海産物消費量のヒストグラムによると、250g と 650g のところにピークを有する 2 つの集団の存在が示された。一方、沿岸漁業者の操業海域調査からみて、再処理放出口に近い海域での操業が多いと考えられる那珂湊市の平磯、磯崎地域沿岸漁業者のうち、海産物摂取量が特に高い値を示す集団を critical group として、このグループを対象に、再度 2 週間ずつ 4 季毎に海産物消費実態調査を実施し、得られた 1 日あたりの海産物の摂取量に、放出口近くでの漁獲物に限定するための換算率 (conversion factor) をかけ、実効消費量 (effective consumption) を推定し、昭和 53 年度報告した。本年度はこの実効消費量を用いて、critical nuclide 及び critical marine food の抽出を行った。

#### 〔結 果〕

Critical group の実効消費量を用い、 $^{106}\text{Ru}$ ,  $^{144}\text{Ce}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{95}\text{Zn}$ ,  $^{95}\text{Nb}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sn}$  および  $^3\text{H}$  について、それぞれの年摂取量を計算より求め、ICRP publication 30 に示されている ALI 値 (Annual Limit of Intake) を  $\mu\text{Ci}$  に換算した数値との比の値を Table 1. に示した。リスクに対する寄与の大きい核種と、その核種に関して寄与の大きい海産物がクリティカルであるとすれば、 $^{106}\text{Ru}$  と海藻類が、Critical nuclide であり、critical marine food である。しかし、Table 1. から明らかである様に、 $^{144}\text{Ce}$ ,  $^{239}\text{Pu}$  からの寄与は同程度であり、 $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{95}\text{Zn}$ ,  $^{95}\text{Nb}$  からの寄与も、無視できる数値ではない。又、 $^{106}\text{Ru}$  の critical path である海藻類にしても、貝類、甲殻類とはほぼ同程度である。したがって、ウィンズケールの場合の様に、「ラバーブレード中の  $^{106}\text{Ru}$  の摂取が住民の放射線内部被曝線量の大約を占める。」というような明瞭な critical food の抽出は、東海村原子力施設周辺では、できなかった。

#### 〔研究発表〕

(1) M. Sumiya, Third NEA Seminar (4th Oct. 1979)

Table 1. The ratio of annual intake of radionuclides through marine products to annual limit of intake (ALI),

Annual intake of radionuclide ( $\mu\text{Ci}/\text{y}/\text{p}$ )		ALI ( $\mu\text{Ci}/\text{y}/\text{p}$ )		$\frac{\text{Annual intake}}{\text{ALI}}$	
$^{106}\text{Ru}$	Fish	$6.6 \times 10^{-4}$	$9.6 \times 10^{-3}$	$1.9 \times 10^2$	$5.0 \times 10^{-5}$
	I. Anchovy*	$3.7 \times 10^{-4}$			
	Algae	$3.7 \times 10^{-3}$			
	Shellfish	$2.4 \times 10^{-3}$			
	Cephalopod	$1.8 \times 10^{-4}$			
$^{144}\text{Ce}$	Crustaces	$2.3 \times 10^{-3}$	$8.4 \times 10^{-3}$	$2.2 \times 10^2$	$3.9 \times 10^{-5}$
	Fish	$6.6 \times 10^{-4}$			
	I. Anchovy	$6.2 \times 10^{-4}$			
	Algae	$4.4 \times 10^{-3}$			
	Shellfish	$1.6 \times 10^{-3}$			
	Cephalopod	$6.6 \times 10^{-5}$			
$^{239}\text{Pu}$	Crustacea	$1.0 \times 10^{-3}$	$3.1 \times 10^{-5}$	5.4	$5.7 \times 10^{-6}$
	Fish	$1.3 \times 10^{-6}$			
	I. Anchovy	$1.2 \times 10^{-6}$			
	Algae	$2.3 \times 10^{-5}$			
	Shellfish	$3.3 \times 10^{-6}$			
$^{137}\text{Cs}$	Cephalopod	$4.4 \times 10^{-7}$	$3.7 \times 10^{-4}$	$1.1 \times 10^2$	$3.4 \times 10^{-6}$
	Crustacea	$2.3 \times 10^{-6}$			
	Fish	$9.9 \times 10^{-5}$			
	I. Anchovy	$4.8 \times 10^{-5}$			
	Alga <sup>a</sup>	$1.6 \times 10^{-4}$			
	Shellfish	$1.5 \times 10^{-5}$			
$^{95}\text{Zr}$	Cephalopod	$4.4 \times 10^{-6}$	$2.4 \times 10^{-3}$	$1.4 \times 10^3$	$1.8 \times 10^{-6}$
	Crustacea	$4.4 \times 10^{-5}$			
	Fish	$1.6 \times 10^{-4}$			
	I. Anchovy	$1.2 \times 10^{-4}$			
	Algae	$1.9 \times 10^{-3}$			
	Shellfish	$8.4 \times 10^{-5}$			
$^{95}\text{Nb}$	Cephalopod	$2.8 \times 10^{-5}$	$2.4 \times 10^{-3}$	$2.2 \times 10^3$	$1.1 \times 10^{-6}$
	Crustacea	$1.4 \times 10^{-4}$			
	Fish	$1.6 \times 10^{-4}$			
	I. Anchovy	$1.2 \times 10^{-4}$			
	Algae	$1.9 \times 10^{-3}$			
	Shellfish	$8.4 \times 10^{-5}$			
$^{90}\text{Sr}$	Cephalopod	$2.8 \times 10^{-5}$	$2.4 \times 10^{-5}$	$2.7 \times 10$	$8.9 \times 10^{-7}$
	Crustacea	$1.4 \times 10^{-4}$			
	Fish	$2.0 \times 10^{-6}$			
	I. Anchovy	$2.4 \times 10^{-6}$			
	Algae	$1.5 \times 10^{-5}$			
	Shellfish	$2.0 \times 10^{-6}$			
$^3\text{H}$	Cephalopod	$2.3 \times 10^{-7}$	$4.7 \times 10^{-2}$	$8.1 \times 10^4$	$5.8 \times 10^{-7}$
	Crustacea	$1.7 \times 10^{-6}$			
	Fish	$1.3 \times 10^{-2}$			
	I. Anchovy	$1.2 \times 10^{-2}$			
	Algae	$7.7 \times 10^{-3}$			
	Shellfish	$8.3 \times 10^{-4}$			

\* Immature Anchovy



- (2) 住谷みさ子, 大桃洋一郎 放射線影響学会第22回大会 (1979年11月)
- (3) M. Sumiya and Y. Ohmomo, MARINE RADIOECO

LOGY. Ploceedings of the Third NEA Seminar (1979年)

- (4) 受託研究報告 (1980年3月)

### 3. 経 常 研 究

#### (1) 物 理 研 究 部

##### 概 況

本研究部は放射線障害とその予防および放射線医学利用に必要な放射線源と線量の適切な計量ならびにその低減について研究をすすめ、さらに放射線障害の解明に必要な人体組織に対する巨視的、微視的な吸収線量を評価するための物理学的基礎資料を得ることを目的としている。

第一研究室は核医学に関連したアイソトープ・イメージングの研究を分担しているが、近年わが国でもとくに重要視されているポジトロン CT (特別研究参照) に関連した基礎的事項に重点をおいて研究を実施した。このうち、ポジトロン CT 装置のシステム設計に重要な検出器配列とその走査方法、画質劣化の原因となる偽情報を除去する電子回路、および新しく開発された BGO (ゲルマニウム酸ビスマス) 検出器に適した電子回路およびその特性について研究を進展させた。

第2研究室では、放射線の吸収線量に関する研究と放射線の線質に関する基礎研究を担当している。電離箱線量計についてはその温度、気圧特性と、フィルムについては 70 MeV 陽子線に対するレスポンスを、Fricke 線量計については空気中とファントム中での G 値を求めた。又 TLD については実効エネルギーの推定方法を検討し、歯科 X 線診断時の散乱線のエネルギーと線量を推定した。医療被曝に関しては、X 線管の老化と線質、線量との関係を調べた。又遠隔治療用  $^{60}\text{Co}$  ガンマ線のトレーサビリティに関しては、ひきつづき標準センチ間の相互比較を行った。とかく問題のあった高線量率アフタローダの出力測定法について精度の高いサンドイッチ法を開発し、その実情調査も行った。マイクロシメトリの研究では、 $^{60}\text{C}$  や X 線の Y 分布の測定を開始した。

第3研究室では「放射線防護に関する基礎研究」と「放射線被曝における臓器の吸収線量に関する研究」を引き続き実施した。前者では医療や職業被曝におけるリスクの推定に重点をおき、今年度はがんの有意因子やリスクの推定について検討した。マイクロシメトリの放射線防護や放射線生物学への応用について検討してきたが、Dual radiation action について 2, 3 の問題点を指

適し、その解明を試みた。放射線遮蔽や保健物理の面では、地道に各論的問題の解決で研究をすすめている。臓器の吸収線量については、rad/R の変換係数など線量測定的基本的問題からファントム実験などによる実験的問題まで対象にして研究を遂行してきた。

第4研究室では、重粒子線の医学利用と RI・放射化分析の医学利用に関する物理的問題の解決のための基礎研究を担当し、経常研究では次の研究を行った。加速器等による重粒子の医学利用に関する基礎研究では、フィルムの黒化について陽子線エネルギー依存性を研究し空間線量分布測定への応用を検討した。また粒子線の物理的特性に関する研究の一環として、プラスチックシンチレーターおよびシリコン半導体を用い陽子線のエネルギースペクトルを測定した。さらに、原子炉の癌治療に関する研究では、原子炉・加速器複合体を中性子源として利用する方式の可能性を検討した。他方、RI・放射化分析の医学生物学利用の基礎に関する研究では、約 350 核種の照射線量率定数、 $\gamma$  線放射定数の再評価、質量数 127 の核種の崩壊データおよび核反応データの収集評価、および Ba 偶核の準位構造に関する実験的研究を行った。

このほか、特別研究「サイクロトロン」の医学利用に関する研究」および「原子力施設等に起因する環境放射線被曝に関する調査研究」に参加し多くの成果をあげると共に、診断用 X 線に関する実態調査を行った。

なお、第3研究室の山口寛主任研究官が9月から英国リーズ大学に留学した。

各研究課題に対する本年度の主な研究内容は次のとおりである。

(橋詰 雅)

##### 1. 生体内放射能およびその体内分布の測定法に関する研究

田中栄一、野原功全、富谷武浩、山本幹男、村山秀雄

##### (a) 回転型ポジトロン CT における検出器配列とサンプリング特性

リング型ポジトロン CT において、投影データに関する良好なサンプリング特性を得る上で、検出器を不均等間隔に配列して連続回転する方式が有用であることを確

かめ、すでに頭部用 CT 装置に実用化した (特研参照)。本年度は、全身用を目的として最適検出器配列をコンピュータで逐次探索する問題を更に追求した。また、回転角を360°未満に制限した場合における検出器配列とサンプリング特性についても研究した。

一般に、任意の有限角回転では、サンプリング密度分布は投影方向によって異なり、実用上欠点がある。密度分布を投影方向とは無関係に一定にし、かつ良好なサンプリング特性を得るには、全周 (360°) を3等分 (一般には奇数等分) してそれぞれの部分に同一の配列を置き、かつ各検出器の配列される円周を適当に歪ませる必要があることがわかった。このときの回転角は120°でよい。このような2,3の検出器配列を逐次探索法によって求め、ほぼ良好な結果を得た。

#### (b) ポジトロン CT 装置用偽情報除去回路の研究

ポジトロン CT では、陽電子の消滅にともなう対ガンマ線を同時計数しているが、真の同時計数以外にコンプトン散乱や、高計数率下における偶発同時計数、多事象同時計数などの原因により偽の事象が生じる。良質な画像を得るには、これらの偽の事象を除去しなければならない。

偶発同時計数に関しては、即時同時計数回路の他に、一方の信号が他方に比べて遅延している遅延同時計数回路を用いると、偶発同時計数のみを測定でき、差し引くことにより、偶発同時計数事象を除去できる。

多事象に関しては、二進変換回路を2式用い、一方が他方の補数になるようにし、それらの二進数の各ビット間の排他論理積をとり、さらにそれらの論理積をとる方法と、優先順位付二進変換回路を2式用い、二つの事象のみを取り出し、入力信号パターンと比較する方法とを並用し、すべての多事象を除去する論理回路方式を考案した。実際に、頭部用ポジトロン CT 装置の開発に当っては、高速性を重視し、ECL (Emitter Coupled Logic) 素子を用いた試作回路を適用し、所期の機能を果すことを確認し、実用化した。

## 2. 放射線測定における精度向上に関する基礎研究

田中栄一, 野原功全, 富谷武浩, 山本幹男, 村山秀雄

### (a) BGO シンチレーション検出器のタイミング・ディスクリミネータ:

ポジトロン CT 用 BGO シンチレーション検出器の消滅放射線 (511keV) に対するタイムピクオフについて研究し、その結果に基づいてタイミング・ディスクリミネータを試作した。BGO ( $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ ) の消滅放射線に対する発光量は極めて少なく、光電子増倍管の第一ダイノ

ードで得られる光電子数は発光初期でも 0.5 個/ns であることを実験で確かめ、単一光電子検出法によるタイムピクオフを採用した。また、シンチレーション・パルスの時定数が 300ns と大きいため適当なパルス整形を行なって擬似パルスを抑制する必要がある。BGO シンチレータ (12mm×20mm×26mm) に 29mmφ の光電子増倍管を結合した検出器を2つ対向させ、試作したタイミング・ディスクリミネータを用いて消滅放射線に対する時間分解能を測定した。その結果、エネルギーディスクリミネーション・レベル 350keV で FWHM 5.2ns, FWTM 10.3ns の高い時間分解能を得た。

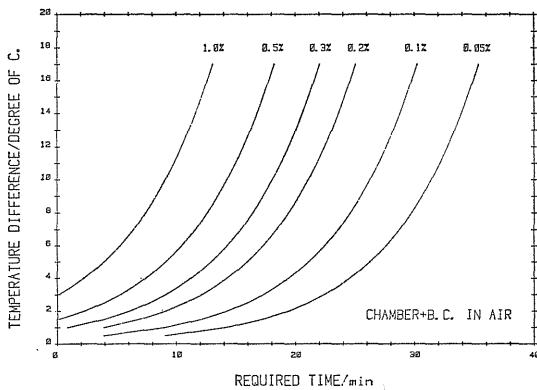
(b) シンチレーション検出器の高速化に関する研究  
すでにガンマカメラなどの NaI (Tl) シンチレーション検出器の時間分解能を、待合せサンプリング法によって大幅に改善できることを示した [Nucl. Instr. Meth. 158, 459 (1979)]。今年度はこれを高速ガンマカメラへ応用する際の種々の回路方式を検討した。また、各種の設計上の時間パラメータと計数率特性の関係を明らかにする理論研究を行ない、計数率特性を与える良好な近似式を導出した。さらにコンピュータによって、放射線パルスを模擬するランダム時間間隔を発生させてシミュレーション実験を行ない、上記の近似式とよく一致することを確認した。

#### [研究発表]

- (1) 村山秀雄, 田中栄一, 野原功全, 富谷武浩: 減衰時家数の長いシンチレータのタイムピクオフ, 第16回理工学における同位元素研究発表会, 国立教育会館, 1979. 6. 27.
- (2) 村山秀雄, 田中栄一, 野原功全: BGOシンチレーション検出器のタイミング・ディスクリミネータ, 第40回応用物理学会, 北海道大学, 1979. 9. 30
- (3) M. Yamamoto, N. Nohara and E. Tanaka: A new method for fine and uniform sampling in positron emission CT, Intern. Conf. on Information Processing in Medical Imaging, Paris, July 2-6, 1979.
- (4) 野原功全, 田中栄一, 山本幹男, 石松健二, 高見勝己: 有限角回転系のポジトロン, 第38回日医放物理部会呉市, 1979. 10. 10.
- (5) 田中栄一, 野原功全, 村山秀雄: 待合せサンプリング方式の計数率特性, 第38回日医放物理部会, 呉市, 1979. 10. 10.

## 3. 放射線の吸収線量に関する研究

川島勝弘, 中島敏行, 星野一雄, 平岡武, 千葉美津恵, 越島得三郎\*, (\*養成訓練部) 佐方周防\*\* (\*\*研究生)



第1図 JAPM電離箱にビルドアップキャップを装着した場合の温度の時間応答。

(a) 電離箱線量計を用いる測定法の精度向上

線量測定を電離箱線量計で行うことは、最も簡便で精度の高い方法であるが、検出器としての電離箱の温度、気圧変化に対する時間応答が従来定量的に求められていなかった。そのため照射室と持込んだ電離箱とに温度差がある場合、線量評価への誤差の一原因となった。

JAPM標準電離箱の中心電極をサーミスターと交換し温度変化の時間応答を求めた。(1)電離箱にビルドアップキャップを装着した場合、(2)電離箱のみの場合、(3)電離箱をチェック線源に挿入した場合、及び(4)電離箱をMix DPファントムに入れた場合の4種類の測定を行った。測定値はコンピューターに記憶し処理した。

(1)の測定に対する結果を第1図に示す。縦軸は電離箱と室温との温度差を示し、横軸は経過時間を示す。パラメーターは最終的に室温と平衡温度に達するまでの温度差を百分率で示したものである。その結果例えば温度差が5°Cあり、0.05%の平衡温度に達するまでに必要な時間は図より26分間も必要であることがわかる。他の結果は図示してないが、(2)は(1)の約半分の間が必要で、(3)(4)についてはこれより小さくなるので、実際の測定には(1)に対して注意すればほとんど影響ないものと思われる。

気圧変化の時間特性は、デジタルで表示される気圧計を使用し、チェック線源に入れた電離箱を密封箱中に置き、内圧を670~760 mmHg変化させて特性を求めた。その結果気圧変化についての時間応答は非常に早く、5秒以内であることが判明した。

気圧は問題にならないが、温度特性については、特に(1)の型式による測定に於ては充分注意が必要である。

〔研究発表〕

平岡、川島、星野：第39回日医放物理部会、仙台市(1980. 5)

(b) フリッケ線量計

(イ)  $^3T\beta$ 線の線量測定を目的として、Fricke溶液の長期保存の影響を検討した。常温で1年間放置し、経時的に観測した結果、自然酸化は $4 \times 10^{-8}M/day$ であった。従って、コントロール液による補正を行えば、新鮮溶液と変らぬ測定精度が得られることを確認した。

(ロ) 前年度に引続き、d(30)Be中性子に対するG値を求めた。G値はin airで9.5、in phantomで9.3が得られたが、in phantomでのG値の低下は、実験の解析により散乱中性子線の影響であることが判明した。

〔研究発表〕

星野、川島、平岡：第39回日医放総会、仙台(1980. 5)

(c) 医用放射線の線量計測のトレーサビリティ

(イ) 腔内照射用として高線量率アフタローダが国内で100台近く癌治療に用いられている。しかし、その出力測定 of 技術的困難のため施設間の差が問題となっていた。コロンブスの卵ともいふべき、安価で、技術的に簡単な、サンドイツ法を開発し、 $R_{min}^{-1}cm^2$ 単位で出力を誤差1%以下で測定することができた。この方法により、12施設、33線源について実情を調査したが、±2%以内の一致をみたのはわずか9線源で、4%を越えるものが9線源もあり、中には20%を越えるものもあった。

(ロ) 第4回目の医療用標準線量研究会を開催した。今回は空中とMixDPファントム深部での相互比較を実施したが放医研の値に対する医療用線量標準センタの値の平均値は、 $1.000 \pm 0.48\%$  in air、 $1.001 \pm 0.67\%$  in Mix DPであり、国家標準(放医研のを毎年電総研で校正)と各センタとのトレーサビリティの確立が順調に維持されていることが判る。

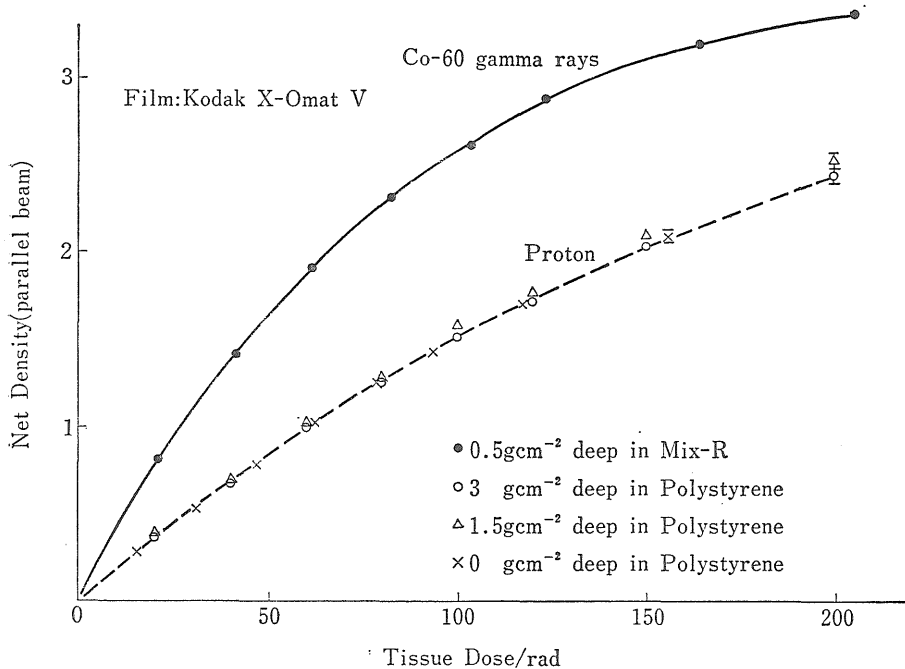
〔研究発表〕

川島、星野、平岡、荒居、重松：第 回日医放総会、仙台(1980, 5)

平岡、星野、川島、第4回医療用線量研究会、名古屋(1979, 11)

(d) 線量分布

(イ)放射線治療後の障害を軽減・防止する目的で、線量分布の最適化の検討を開始した。今年度は腔内照射や、全骨盤腔、全腹部、マントルおよび逆Y字等の大照射野の外部照射時の容積線量と、これ等の照射野内に設定したcritical volumeの容積線量のコンピューターによる計算法を検討し、これを確立した。10MV X線による前後対向2門、B点5000 radを想定した骨盤腔照射の場合、方形(18×19cm)と、この照射野の四隅をカットした解剖学的照射野と、更にこれに3cm幅の中央遮蔽を加えたときの容積線量は、それぞれ36.2、29.3、24.4Mg radと



第2図 陽子線に対する X-Omat V フィルムの黒化度曲線

なり、解剖学的照射野に中央遮蔽を加えたときの有利さが明らかになった。

【研究発表】

宮崎, 池田, 星野, 川島, 佐方: 第39回日医放総会 仙台 (1980. 5)

(b) プロトンの線量分布を求める方法の一つとしてフィルムの利用がある。陽子線治療に用いている 68 MeV, 2.5 cm デグレードを使用したビームについて、表面、1.5cm, 3 cm 深部における Kodak X-OmatV フィルムの黒化度曲線 (平行光) を求めた。その結果は第2図に示すごとく、実験誤差内で一致し、深さによる感度の有意差は見られなかった。

なお、プロトンに対する当フィルムの感度は、<sup>60</sup>Coγ線に対するものの約半分と予想以上に低感度であった。平行光ビームに対する黒化度 OD と陽子の組織線量 D ラドとの間には、 $OD = 0.0200 D - 5.50 \times 10^{-5} D^2 + 8.53 \times 10^{-8} D^3$  の関係があり、直線から少しずれるが、線量分布の測定には極めて有効であることが判明した。

4. 放射線の線質に関する研究

川島勝弘, 中島敏行, 星野一雄, 平岡武

(a) 診断用 X 線の線質測定

新旧両管球の線質の差を、線質測定の簡便法として前年度に開発した 5 mm アルミキャップ法により比較した。それに先立ち、半価層を測定し実効電圧を求め、アルミキャップ透過率との関係を求めたが、これまでと同じ結

果が得られた。そこで旧管球のターゲットの損傷に起因するろ過効果による線質の変化を測定したところ、例えば、管電圧 45, 65, 100 kV におけるハードニング効果は、管電圧換算でそれぞれ 2, 7, 13kV もあることが判った。なお、線量率は逆に 44, 49, 51% に減少していた。

(b) 固体線量計の歯科放射線計測への応用

歯科 X 線撮影時の散乱線のエネルギー、線量分布測定に複数 TLD 法の研究とその応用研究を行った。

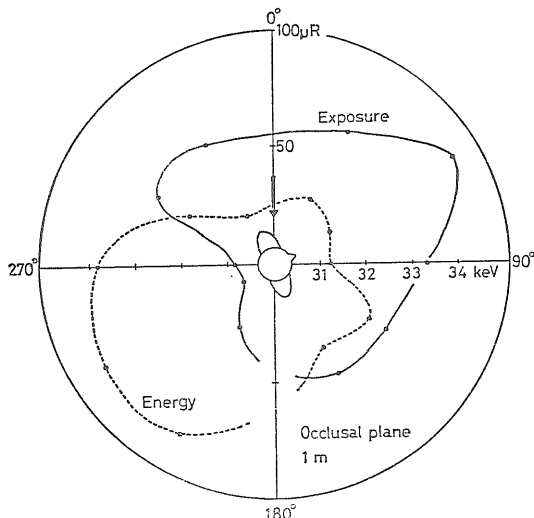
研究対象の課題として、複数 TLD による散乱線エネルギー推定の可能性の検討、歯科 X 線診断時の各照射法による撮影にともなう散乱線強度の角度分布および散乱線エネルギーの角度分布を検討した。

複数 TLD 法により、10keV から 50keV の範囲のエネルギー域では感度比変化とエネルギーとの間で近似的に直線関係があることを得た。また、複数 TLD による線量評価の精度を上げることができた。この方法を歯科 X 線診断時の散乱線角度分布測定に応用した。

第1図は Occlusal plane に歯科 X 線を 1 R 照射した場合のエネルギーおよび線量の角度分布である。種々の撮影法の中で、1 R 照射した Rando Phantom から 1m 離れた地点における散乱線々量は最大で 25μR であった。

これらの結果は複数 TLD 法がこの分野の線量、エネルギー測定に適用できることを示した。

【研究発表】



第1図 Angular distribution of both exposure and energy of scattered radiation from the intra-oral examination of the mandible region.

- (1) 中島他名: Pro. 10th Anniv. Conf. Brazilian Medical Physics, (1979) Sao Paulo.  
 (2) 中島他7名: 日本医学放射線学物理部会, 浜松 (1979.10)  
 (c) マイクロドシメトリ

LET 比例計数管による Y 分布の測定において 0.1keV/ $\mu\text{m}$  までの測定が可能となったので, Co-60  $\gamma$  線および診断用 X 線の Y 分布測定を開始した。測定技術の点からは高 LET 放射線の測定は容易なので, 難かしい低 LET 放射線 (光子および電子線) を当面の対象としている。生物学的に興味のある高 LET はサイクロトロンのマシントイムに応じ随時測定を行っていききたい。

### 5. 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, 西沢か  
 な枝\*, 寿藤紀道\*, 米山高彦\*, 橋詰雅

(\*研究生)

#### (a) 医療被曝からのリスクの推定

確率的影響のリスクの推定については ICRP-26 および 27 により具体化されてきた。広島, 長崎の原爆被曝者に関する調査は, 放射線による発癌について貴重なデータを提供している。それらのデータにより, 被曝から発癌までに長期の潜伏期間を有することがわかってきた。ICRP の勧告によって医療被曝からのリスクを推定する場合, この潜伏期間に事故やがん以外の病気による死亡を考慮し, 被曝者の余命を何らかの形で補正する必要がある。広島放射線影響研究所の加藤氏らの 1950~1978 年

の調査によれば, がんの種類によって差はあるが, がんによる年次別超過死亡率は被曝後 10~17 年から上昇しはじめ, 20~30 年ではピークに達している。今後, この死亡率が年と共にどのように変化するかは不明であるが, 白血病と同様のパターンをもつと仮定して, 上記の補正に必要な「がん有意因子」を決定した。この因子は従来まで国民線量に用いられてきた子供期待率や白血病有意率と同様, 性別, 年齢別, 病気別 (5 年生存率) に与えられ, がん有意線量の推定あるいはがんのリスクの推定に適用できる。

#### [研究発表]

- (1) 橋詰, 丸山, 館野, がん有意因子について, 日本医放会誌, 40, 815 (1980)  
 (2) 丸山, 橋詰, 山口, 野田, 白貝, 西沢: Estimation of Stochastic Risk from Medical and Dental Diagnosis, ICRR, 1979, 5 月 (東京)

#### (b) マイクロドシメトリーの防護への応用

放射線防護を考える上で, マイクロドシメトリーによる線量効果関係の解析は重要である。今年度も 2, 3 の生物実験のデータについて, Dual Radiation Action や Katz の理論などによる考察を試みた。速中性子によるヒトの末梢血の染色体異常について  $\epsilon(D) = \alpha D + \beta D^2$  の式の  $\alpha, \beta$  を決定すると共に,  $\alpha, \beta$  と LET との関係調べた。

#### [研究発表]

- (1) 村松\*, 丸山, 花田\* (\*農林水産省, 畜試), ICRR, 1979. 5, (東京)  
 (2) 丸山, 日医放射学会物理部会, 1979. 10, (呉)

#### (c) LET 分布の測定

EG&G 社製の LET 比例計数管 (1/2"  $\phi$ , 5"  $\phi$ ) を用いて, X,  $\gamma$  線の Y 分布測定を行っている。今年度は昭和 53 年度に試作した対数増巾器を一部改良し, 直径 2 $\mu\text{m}$  の組織中で 40eV/ $\mu\text{m}$  ~ 200keV/ $\mu\text{m}$  の範囲の Y 分布を一度に測定できるようにした。 $^{241}\text{Am}$ ,  $^{133}\text{Ba}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  および  $^{60}\text{Co}$  からの  $\gamma$  線の Y 分布を測定し, それらのスペクトルからマイクロドシメトリーで用いる  $\bar{y}_F, \bar{y}_D, \bar{L}_T, \bar{L}_D$  などの基本量を求めた。さらに診断用 X 線についても測定を行っており, これから得たデータを用いて生物データの解析を試みている。

#### [研究発表]

野田, 丸山, 白貝, 山口, 福久, 西沢: 日医放射学会総会, 1980. 5, (仙台)

#### (d) 放射線のしゃへい

医療用加速器使用施設における放射線管理について, 患者および術者の被曝低減, 施設周辺住民の被曝低減を

中心に線源およびしゃへいデータを検討した。医療被曝に関する実態調査から、遠隔放射線治療に用いられる線源は高エネルギー化される傾向があり、医療用線型加速器やペータトロン設置が増加している。一方、加速器技術の進歩により高線量率化しており、コリメータや装置のしゃへいに用いられる金属物質と光子との相互作用によって発生する中性子が無視できなくなっている。今後、ペータトロンなどからの(r, n), (e, n), 反応による中性子計測を含め、中性子線しゃへいの研究をさらに検討したい。

〔研究発表〕

丸山, 千葉県放射線技師会誌, No. 10, 11, (1980)

6. 放射線被曝における臓器の吸収線量に関する研究

丸山隆司, 白貝彰宏, 山口寛, 野田豊, 橋詰雅  
千葉美津恵 加藤義雄\*, 隈元芳一\*\*, 西沢かな  
枝\*\*\*, 岩井一男\*\*\*

(\*養訓, \*\*技サイクロトロン, \*\*\*研究生)

(a) 密封小線源による国民線量の推定

MIRD 数学的ファントムを用い、密封小線源によるいわゆるブラッキー治療における臓器・組織線量を計算で求め、昭和53年度の実態調査結果を用いて遺伝有意線量(GSD), 骨髄線量(CMD), 白血病有意線量(LSD)を推定した。ブラッキー治療に用いる線源は点状等方線源で近似できるものとし、人体は肺を除いては水と等価な物質から構成されるとした。線源から問題とする臓器・組織までの距離をきめ、MIRD 線量計算法に従い、線減弱係数、線エネルギー吸収係数など既存のデータを用いて生殖腺と骨髄の線量を計算した。骨髄線量の算定には全身に分布する赤色髄の26ヶ所にそれぞれの赤色髄重量 $m_i$ を配分させ、これらの代表点の線量 $d_i$ 、全身の赤色髄重量 $M$ から次式によって骨髄線量を求めた。

$$d = \frac{1}{M} \sum m_i d_i$$

GSD, CMD, LSD は国連科学委員会の方式によって、性別、年齢別、治療部位別、線源別および治療方式別の治療回数、臓器・組織線量、子供期待率、白血病有意率などを用いて計算した。第1表に年間の治療回数、GSD,

第1表 ビーム治療とブラッキー治療による年間治療回数と国民線量の比較

タイプ	治療回数	国民線量 (mrad per person per year)		
		GSD	CMD	LSD
Beam therapy	1,775,000	0.066	152	23
Brachytherapy	25,260	0.0015	15.6	2.6

CMD および LSD を示す。

アフタローディング法の普及や手術など放射線治療以外の方法が施されているためか、治療回数は1971年に比べて半減しており、国民線量も減少した。

〔研究発表〕

橋詰, 丸山, 西沢, 日本医放会誌, 40, 878 (1980)

(b) 遠隔放射線治療による国民線量の推定

昭和53年度の実態調査結果にもとづき、遠隔放射線治療による国民線量を推定した。この治療には①高エネルギーX線, ②<sup>60</sup>Co γ線, ③高エネルギー電子線, ④深部治療用X線および⑤表在治療用X線が用いられている。生殖腺が利用線錐内に入るとはまれで、大抵の治療では装置からの漏洩線や人体による散乱線で線量を受ける。骨髄も一部は利用線から線量を受けるが、大部分は漏洩線や散乱線により被曝する。ファントム実験により利用線、漏洩線および散乱線から受ける生殖腺および骨髄の線量を求め、それらの線量から国民線量を推定した。

遺伝有意線量は年間、国民1人あたり 66μrad (0.66μGy)

1人あたりの平均骨髄線量は年間、152mrad (1.52mGy)

白血病有意線量は年間、1人あたり23mradであった。ブラッキー治療に比べると、遠隔治療の回数は70倍も大きいのに、国民線量はほぼ10倍であった。

〔研究発表〕

橋詰, 松沢, 丸山, 河内, 白貝, 野田, 館野, 日本医放会誌 40, 466-475 (1980)

(c) 一般空洞原理

photon dosimetry における実効質量阻止能比を与える式を電子の不連続減速近似により得てきたが、今回は Burlin の一般空洞理論の再構成を試み、それに基づいて電子の不連続減速を考慮した式を得た。

〔研究発表〕

白貝, 丸山, 山口, 野田: 第38回日医放学会物理部会, 1979.10 (呉)

(d) 内部被曝線量

広島、長崎における原爆被曝による線量推定の一環として、初期入市者など核分裂生成物および中性子による放射化物質からの内部被曝線量を得るため、MIRD 法により <sup>24</sup>Na や <sup>56</sup>Mn などについて単位累積放射能 (1μCi-hr) あたりの吸収線量 (S 値) を計算した。被曝当時の日本人の体格は MIRD ファントムと比べて小さいため、S 値は MIRD 法による ORNL-5000 の値のほぼ20~30% 小さいことがわかった。

(e) 職業上の被曝による実効線量当量の推定

医療、工業、研究教育、原子力産業の分野で働く放射線作業従事者ならびに管理区域随時立入者について、ICRP-26にもとづき実効線量当量を推定した。ファントム実験で得た深部線量分布を用い、MIRDファントムを日本人の体格に合うように改良した数学的ファントムを用いて、種々の入射方向の放射線による確率の影響に関係する臓器・組織の線量を算定した。例えば、医療施設では約30keVのX線に被曝する場合が最も多く、この場合には胸部に装着したフィルム・バッジによる被曝線量当量に対する実効線量当量の比は0.53であった。すなわち、50mremのX線被曝では、実効線量当量は26.5mremとなる。

#### 〔研究発表〕

丸山、白貝、野田、山口、西沢、橋詰、日医放学会物理部会、1979.10(呉)

丸山、橋詰：JAPAN-SWEDEN SEMINAR: Role of Radiation in the Etiology of Cancers, 1980.1, 14~15(京都)

#### 7. 加速器等による粒子線の医学利用に関する研究

沢秀夫、喜多尾憲助、河内清光、金井達明、稲田哲雄\*(\*筑波大)

##### (a) フィルムの陽子線エネルギー依存性の研究

現在、陽子線治療では綿密な治療計画に基づいて、スポット・スキヤニング法により治療を行っているが、その空間線量分布を正確に把握するためには、電離箱による測定と合わせて、微小検出器により、またフィルムにより評価することが必要であろう。こゝでは治療照合用フィルムの陽子線エネルギー依存性を調べ、空間線量分布の測定への応用について検討した。

使用したフィルムは、コダック社のXOmat-Vフィルムで、スポット・スキヤニングにより、 $6 \times 6(\text{cm}^2)$ の照射と、濃度の異なる4つのスポット照射を行った。入射エネルギーは60MeVと70MeVで、吸収体の厚さを変えることにより、フィルムの位置での陽子線エネルギーを変化させた。

吸収体を通過した後の、平均の陽子線エネルギーに関するフィルム感度は、エネルギーが低くなるにつれて低下することがわかった。これは、エネルギー損失率で比較したBrown等の電子線による実験と良い一致を示している。以上の結果は、同一フィルムを診断用として使用する場合の重要な情報をも含んでいる。

##### (b) 陽子線の物理的特性に関する研究

単色エネルギーで入射する陽子線は、組織内では細いブラッグピークを形成するが、これを実際の癌治療に用いるためには、飛程調整器を使用し腫瘍厚に一致した

平坦なピークを作らねばならぬ。この場合のエネルギーは、入射エネルギーから、低いエネルギーまで広く分布し、単一の検出器による測定は困難である。高エネルギー領域ではプラスチック・シンチレータを使用し、低エネルギー領域では $166\mu\text{m}$ と $1000\mu\text{m}$ の透過型シリコン半導体検出器を組み合わせ測定した。前者により10MeV以上を、後者により200KeVから13MeVを測定することができ、目的とする全ての領域の測定が可能となった。

特に、後者の低エネルギー領域の測定は、両者の検出器内におけるエネルギー損失の違いを利用して行うユニークな方法であり、新しい測定法として注目される。今後、この方法を用いて組織内の陽子線エネルギー分布を測定し、線量評価への適用を試みる。

#### (c) 原子炉の癌治療に関する研究

ホウ素の同位体 $^{10}\text{B}$ の $(n, \alpha)$ 反応を利用したホウ素中性子捕獲療法のための中性子源として、加速器及び原子炉・加速器複合体を使用する方式の可能性を研究した。

サイクロトロン、中性子発生装置など低エネルギーの加速器を利用する場合、設置場所、運転面などで有利であるが、加速粒子の電流値を100mA程度にしなければならぬので実用的とはいえない。一方、高エネルギー陽子加速器を使用するパルス中性子源は、熱中性子束密度の深部分布を改善するエビサーマル中性子の利用上、とくに有利であることがわかった。そのコストは、800MeV、平均電流1mAで40~50億円と見積られる。また、このような運転条件では、直接陽子線を治療に振り向けることも可能であるし、負パイ中間子の発生と利用も可能である。また、さらに大型陽子加速器に使用するインジェクタ(ライナック又はサイクロトロンが使われる)から陽子線を引き出し、速中性子治療のために利用することも出来る。本研究は、このように大型陽子線加速器と破砕反応中性子源またはパルス原子炉を組合わせた体系が、中性子捕獲療法のみならず、陽子線、速中性子線及び負パイ中間子治療にも使用できる多目的医療装置となりうることを示した。なお、本研究は、文部省科研費試験研究(代表者——安東大教授)の補助を受けた。

#### 〔研究発表〕

- (1) 稲田\*, 河内, 金井, 松沢: 日本医学放射線学会雑誌, 39, 599, (1979)
- (2) 河内, 金井, 松沢, 稲田\*: 第38回日医放物理部会, 呉(1979.10)
- (3) 金井, 河内, 喜多尾, 野田, 松沢: 第39回日医放物理部会, 仙台(1980.5)



- (4) 稲田\*, 河内, 金井, 松沢, 伊藤\*\* : 日本医学放射線学会雑誌, 39, 993, (1979)
- (5) 喜多尾 : 文部省科研費研究報告「医療用照射装置の比較検討」63-73頁 (1979)
- (6) 喜多尾 : 文部省科研費研究報告「医療用原子炉の設計と特性に関する総合的研究」38-42頁 (1980)

8. RI・放射化分析の医学生物学利用の基礎に関する研究

喜多尾憲助, 金井達明

本研究は, RI 利用及び原子力施設の運転などに伴なう放射線防護上の核データや, 医用 RI の生産, RI・放射線の医学生物学への核科学の応用に関連した基礎的問題を研究することである。本年度は,

(1) 光子を放出する放射性核種の照射線量評価への核データの応用として, 医用 RI を含む約 350 核種について照射線量率定数と比 $\gamma$ 線放射定数を計算し, 誤差を含む信頼性の高い値を得た。計算の基礎として, ORNL の評価済み核構造データファイルの MEDLIST プログラム出力を使用し, また, 新しく ICRU によって勧告され

たW値, 質量吸収係数として Hubbel の最近の値を使用した。

(2) 日本原子力研究所核データセンタの核データ評価作業に参加し, 昨年に引き続いて, 質量数 127 とくに,  $^{127}\text{In}$ ,  $^{127}\text{Ba}$ ,  $^{127}\text{La}$ ,  $^{127}\text{Ce}$ ,  $^{127}\text{I}$  を分担し, その崩壊データならびに核反応データの収集評価を行ない adopted value を決定した。

(3) 核データの実験的研究として, Ba 偶核 ( $^{134}, ^{136}, ^{138}\text{Ba}$ ) の準位構造を (p, t) 反応によって研究した。陽子エネルギーは 52MeV である。t 粒子の角度分布, エネルギーを観測し, 新しい知見を得た。なおこの研究は, 東大核研 FM サイクロトロン の共同利用として行われた。

〔研究発表〕

- (1) 喜多尾 : 「1979年核データ研究会報告」(JAER-n-8769) 233-280頁 (1980.3)
- (2) H. Kusakari\*, K. Kitao, S. kono, Y. Ishizaki\*\*, Nuclear physics (in press)

(2) 化 学 研 究 部

概 況

本研究部は, 3つの研究室からなり, 生体に与える放射線の影響を化学的立場から解明することを究極の目的として研究を進めている。

すなわち, 放射線影響に関する物理化学的および生化学的研究, ならびに放射性核種, 安定元素の放射化学的, 錯塩化学研究を行っている。

前者においては, 放射線の生体への作用に関する基礎過程の解明をめざしており, (1)核酸-蛋白質複合体に対する放射線の作用に関する基礎的研究, (2)放射線感受性および耐性機構の生化学的研究, (3)食細胞・リンパ細胞・腫瘍細胞間の相互作用に関する研究を進めている。一方, 後者においては関連する放射化学分析法の開発, 基礎的諸問題の解明を行っており, (4)放射化学における基礎的研究, (5)水溶液中における放射性核種の存在状態に関する化学的研究を行っている。

これらに関して本年度は, 次に記すような事柄について主として研究した。

(1)においては, ナクレオソーム中のヒストン蛋白質の

塩基性アミノ酸の存在状態および非ヒストン蛋白質 HMG1, HMG17 の溶液中の高次構造についての研究。

(2)においては, 真空紫外線照射による真性粘菌(変形菌)の核分裂期(M期)の遅れの解析, M期の RNA 合成抑制機能解明のための細胞抽出液の調製条件の検討, および大腸菌における紫外線損傷の修復 DNA の遺伝生化学的研究。

(3)においては, 宿主マウス生体内での腫瘍抵抗性の獲得の初期過程に関与する細胞(エフェクター細胞)に関する研究。

(4)においては, 放射性核種の吸着体の調製および水溶液中の放射性核種の溶存状態に関する研究。

(5)においては, 溶液中放射性核種の存在状態, 挙動を知るための, 金属錯塩溶液の熱力学的, 速度論的研究などである。

なお, 本研究部の森明充興は米国スタンフォード大学分子生物学教室 P. C. Hanawalt 教授のもとで「放射線による突然変異の誘発機構の研究」のため, 昭和54年8月26日から一年間の予定で鋭意研究中である。

(河村正一)

1. 核酸-蛋白質複合体に対する放射線の作用に関する基礎的研究

三田和英, 座間光雄, 市村幸子

クロマチンの構造を明らかにするために, その基本単位であるヌクレオソームの構造, ヒストンおよび非ヒストン蛋白質の構造に関する研究を続けている。

本年度得られた結果は次のとおりである。

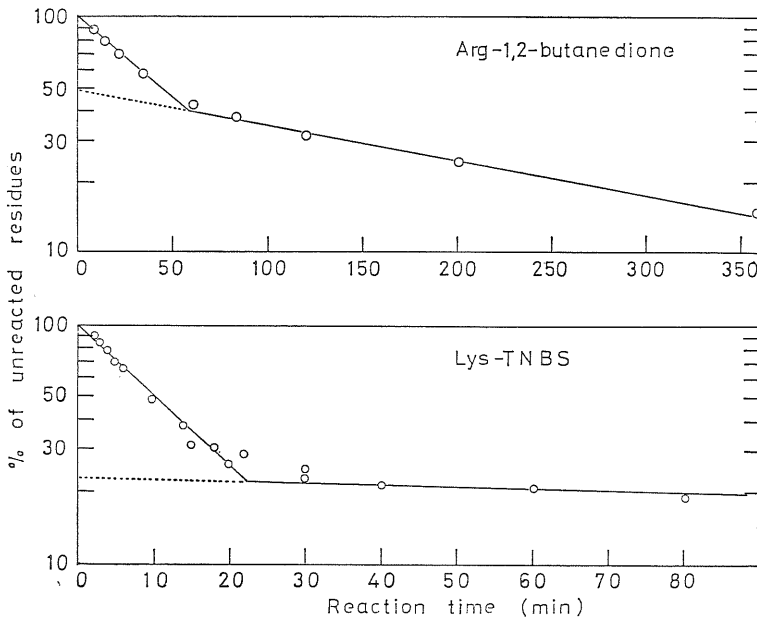
(a) ヌクレオソーム中の塩基性アミノ酸残基の状態

ヌクレオソームの構造とアルギニン, リジン残基の関係をアルギニン残基を 1, 2-ブタンジオンで, リジン残基を 2, 4, 6-トリニトロベンゼンスルホン酸ナトリウム (TNBS) で化学修飾することによって明らかにした。10~20 mM NaCl 中 (ヌクレオソーム中の DNA とヒストン 8 量体は安定に結合している) で修飾するとアルギニン, リジンともに反応が非常に遅い。2~3 M NaCl 中 (DNA とヒストン 8 量体は解離している) ではアルギニン, リジン両残基の反応はそれぞれ 2 段階に進む (第 1 図)。50% のアルギニンと 80% のリジンは速く反応し, 残りの 50% のアルギニンと 20% のリジンの反応は非常に遅い。この結果から速く修飾される 50% のアルギニンと 80% のリジンはヌクレオソーム中で DNA との結合に寄与し, 一方修飾されにくい 50% のアルギニンと 20% のリジンはヒストン 8 量体あるいは 4 量体の内部に埋もれていると考えられる。ヒストン 8 量体は 104 個のアルギニ

ンと 116 個のリジンを含むので, 分子内部に埋もれていると見られる塩基性アミノ酸残基の総数は約 75 となる。この数はヒストン 8 量体中の酸性アミノ酸の総数 74 とよく一致する。従って, ヒストン 8 量体内部に埋まっている塩基性アミノ酸は酸性アミノ酸と結合してヌクレオソームの構造形成に寄与していると考えられる。

(b) ヒストンの構造

合成ポリペプチドの構造研究からリジン残基にくらべてアルギニン残基が蛋白質の構造形成に重要な役割を果たしている事, またヌクレオソーム中でもアルギニン残基がヒストン 8 量体の構造形成に重要であることを明らかにしてきた。そこでヒストン蛋白質中での塩基性アミノ酸残基と構造との関係を化学修飾法を用いて調べた。ヒストン H 3 の場合, 67% のアルギニンと 65% のリジン残基が速く修飾され, 溶媒中に露出している。また残りの 33% のアルギニン, 35% のリジン残基は酸性アミノ酸残基と結合して H 3 分子の内部に埋もれて H 3 の構造形成に関与していることが円偏光二色性の測定から示された。次に H 3 のアルギニン, リジン残基を化学修飾したものを使ってヌクレオソームの再構成を行い, これらの残基がヒストン 8 量体を形成する際, ヒストン分子間の相互作用にどのように関与しているかを検討した。50% アルギニン修飾した H 3 を使った再構成ではヌクレオソーム形成は非常に悪く, 50% リジン修飾の H 3 の場合に



第 1 図 ヌクレオソーム中のアルギニン残基, リジン残基の化学修飾。アルギニン-1, 2-ブタンジオン: 20mM ホウ酸ナトリウム緩衝液, 2M NaCl, pH 7.6, 30°C。リジン-TNBS: 0.1M ホウ酸ナトリウム緩衝液, 2M NaCl, pH 8.2, 30°C。

はコントロールとほぼ同じ程度に再構成できた。このことからアルギニン残基は、ヒストン分子間の相互作用に関与しており、リジンはおもに DNA との結合に使われていると推定される。

(c) 非ヒストン蛋白質 HMG 1 および HMG 17 の構造  
非ヒストン蛋白質の中で HMG と呼ばれる一群の蛋白質は遺伝情報の発現に関与している可能性が示唆されており、現在注目を集めている核蛋白質である。子ウシ胸腺より単離、精製した HMG 1 および HMG 17 の溶液内構造を pH、種々の塩およびエタノールの濃度の関数として円偏光二色性によりしらべた。

HMG 1: pH4-11 で高いヘリックス含量 (~40%) を示し、pH>12 では変性する。酸性アミノ酸残基の電荷の消失する pH3 以下で急激に $\alpha$ -ヘリックス含量が減少し、ヘリックス構造形成に酸性アミノ酸-塩基性アミノ酸間の塩橋形成が重要であることが示唆された。

HMG 1 がランダム構造をとる pH2 で NaCl を加えると  $\alpha$ -ヘリックスが形成され (~50%)、また HCl 添加 (pH<1) でも  $\alpha$ -ヘリックスが形成される (~50%)。一方  $4 < \text{pH} < 10$  で種々の塩添加により  $\alpha$ -ヘリックス含量が約10%増加する。上設の pH の結果と合わせると、これは塩添加により HMG1 の高次構造を支えていた塩橋が破壊され、新たに塩による構造形成が起ることを示すと解釈できる。

HMG 17: 非常に低いヘリックス含量を示し、主にランダムでかつかたい構造をもち、pH 変化や塩の影響を受けにくい。

#### 〔研究発表〕

- (1) 三田, 市村, 座間: 日本生物物理学会第17年会, 名古屋 (1979. 10)
- (2) 座間, Olins: 日本生物物理学会第17年会, 名古屋 (1979. 10)
- (3) 三田, 市村, 座間: 第30回蛋白質構造討論会, 東京 (1979. 10)
- (4) Mita, K., Ichimura, S. and Zama, M.: *Biopolymers* 19, 1123-1135 (1980)

## 2. 放射線感受性および耐性機構の生化学的研究

松本信二, 沢田文夫, 田中博\*, 東智康,  
島津良枝, 森明充興 (\*実習生)

真性粘菌 (*Physarum polycephalum*) の変形体では細胞核の分裂の時期が自然に同調しており、核分裂開始の制御機構に対する放射線照射の影響を研究するのに適している。電離放射線の生体に対する影響は照射により生成する OH ラジカルに主に起因するので、このラジカルを生成する真空紫外線 (163nm) を細胞周期の各時期

に照射して核分裂期 (M期) に入る時期の遅れを測定した。この遅れが最大になる時期は核分裂中期 (Metaphase) の約1時間前にあり、G<sub>2</sub> 期からM期への転換期と一致しており極めて興味がある。また、本研究に安定同位体をトレーサーとして利用するための予備実験を行った。

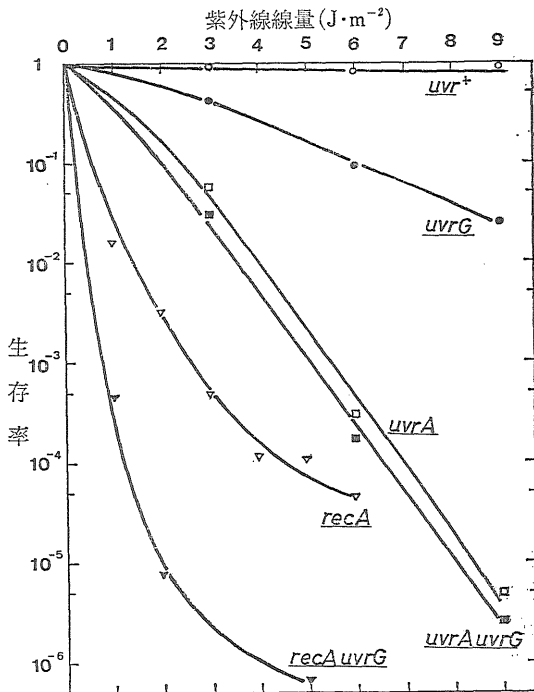
一方、前年度に引続きM期における RNA 合成の抑制の機構を調べるため、単離核を用いた *in vitro* の RNA 合成の実験を行った。前年度には表面静置培養で核分裂を同調させた変形菌の菌体を、文献記載の方法に従って破碎して核の単離を試みたが、細胞内で観察される核とは著しく形が変形していた。本年度は核の単離法を検討した結果、細胞をナイロン網にのせ、Mg<sup>++</sup> を含む中性の高張蔗糖溶液で穏やかにすりつぶすことによって、M期を含む細胞周期のどの時期でも、細胞内と同じ形の核を含む細胞抽出液を調製することができた。この方法でえたM期の細胞抽出液では、*in vivo* の場合と同様に、*in vitro* の RNA 合成活性が約半分に抑制されていた。今後は精製した核分画を用いて、M期核の RNA 合成の抑制の分子機構を追求する予定である。

また、前年度までの研究で、制ガン性抗生物質マイトマイシンC高感受性 *mtcA* 大腸菌変異株において、界面活性剤ドデシル硫酸ナトリウム (SDS) によって阻害される細胞隔壁形成に直接関連した物質は蛋白質であると推定した。大腸菌細胞分裂周期において低濃度ペニシリンG感受性ステップは分裂周期の後期に存在することが知られており、そのステップの後にペニシリン非感受性ステップの存在が予想されていた。今回検討の結果、SDS 感受性蛋白質が関与する隔壁形成過程が正にペニシリンG非感受性ステップであり、ペニシリンG感受性ステップよりもさらに後期に位置することを明らかにした。この知見は隔壁形成の制御または細胞分裂に関連する放射線の影響の解析に役立つと考えられる。一方、SDS 感受性蛋白質に関する遺伝生化学的解析を行うために作成した *mtcA supD<sub>26</sub>* 二重変異株から、高温にてフィラメントになる株を数10株分離した。この中から SDS 感受性蛋白質の構造遺伝子上にアンバー変異を生じたものを分離中である。

DNA 障害の修復機構の面では、温度感受性アンバー、サプレッサー、*sup-126* を持つ、大腸菌、KN250 を用い、三つの紫外線感受性アンバー変異株 (仮りに、*uvrG* と名付ける) を得て、研究を進めていった。

*uvrG* の性質は、次のようなものである。

- 1) map 上の位置は、P1-形質導入法を用いて調べたところ、*supD* と 37.5% の Co-transduction Frequency



第1図 大腸菌の紫外線に対する生存率曲線

を持ち、*uvrC* の極く近傍である。

2) HCR を調べると、*uvrC* と同程度に、HCR<sup>-</sup>の様相がみられた。

3) 既知の紫外線感受性株との二重変異株を作り、それらの、UV-survival curve を調べてみた (第1図)。その結果、

- (i) *uvrG. uvrA* は、*uvrA* にほぼ同じ。
- (ii) *recA. uvrG*、*recBC. uvrG* 及び、*recF. uvrG* は additive。
- (iii) *uvrE. uvrG* 及び、*uvrG polA12* は、super sensitive になった。

尚、*uvrC. uvrE* 及び、*uvrC. polA12* は、additive であった。

以上の事実より、

もし、I. *uvrG* = *uvrC* ならば、ここで、新たに、*uvrC* のアンバー変異株が得られたことであり、*uvrC* の産物は、蛋白質である。

II. *uvrG* ≠ *uvrC* ならば、*uvrG* は、除去修復系に属する新しい変異株であり、その産物は、蛋白質である。

このいずれかの結論になる。

[研究発表]

- (1) 松本: Nature, 279, 310 (1970)
- (2) 松本: Nucl. Instr. Meth. (印刷中)
- (3) 松本, 船越: Sci papers (Univ. Tokyo) (印刷中)
- (4) 森明, 島津: 第51回日本遺伝学会, 京都 (1979.10)

### 3. 食細胞・リンパ細胞・腫瘍細胞間の相互作用に関する研究

大町和千代

免疫反応に関与する各種細胞間の相互作用を細胞学および生化学的方面から研究するために、腫瘍に対する宿主の抵抗性に関与する機構を実験系として用いた。

橋らは腫瘍細胞と正常細胞とのハイブリッド細胞が、同系宿主に、腫瘍に対する抵抗性を付与する事を見出していたが、この抵抗性獲得初期に関与するエフェクター細胞は不明であった。著者は、他の多くの研究で用いられている生体外での腫瘍細胞溶解測定法とは異り、宿主マウスの生体内での腫瘍細胞増殖抑制測定法を用い、この抵抗性獲得初期のエフェクター細胞に関して実験を行った。

腫瘍抵抗性エフェクター細胞の検索法: 300 R-X線射宿主 (C3H/Hef) のフットパッド内に、 $2 \times 10^4$  の MM46 腫瘍細胞を移植すると、全宿主で腫瘍が増殖する。 $2 \times 10^4$  の MM46 細胞と免疫マウスの腹腔浸出細胞又は脾細胞を混合移植し、腫瘍細胞増殖の有無から、エフェクター細胞の存否を判定する。

腫瘍抵抗性エフェクター細胞: 上記検索法を用いたこれ迄の研究から、免疫マウスの腹腔浸出細胞群中に、エフェクター細胞は存在し、この細胞は、ガラス面粘着性を持ち、抗 Thy-1, 2 抗体処理耐性を示す事から、マクロファージ様の細胞である事が示唆されていたが、更にこれを確かめるために、マクロファージに特異的な阻害物質であるシリカ粒子処理の実験を行った。即ち、免疫マウスの腹腔浸出細胞を採取する24時間前に、腹腔内にシリカ粒子 (平均直径  $5 \mu$ ) を、体重 1 kg 当り 1 g の割合で投与すると、この腹腔浸出細胞群中のエフェクター細胞は、宿主マウス内での腫瘍増殖抑制能を完全に失う事が明らかになった。更に、このシリカ粒子によるエフェクター細胞の失活は、マクロファージの安定剤であるポリ-2-ビニルピリジン-N-オキシドで回復する事も見出された。この事により、免疫マウス腹腔浸出細胞群中のエフェクター細胞は、マクロファージである事が確かめられた。

エフェクター細胞の抗腫瘍特異性: 上記のエフェクター細胞は、MM46腫瘍細胞の宿主内増殖を抑制する能力を持っているが、この抑制能は、同系マウスに移植可能な、他の腫瘍に対しても有効なものであるか否か、即ち

特異的なものであるか否かを調べるために、 $C_3H_2/He$  を宿主とするヘパトーマ MH134 を用い、これに対する上記エフェクター細胞の作用を、上述の検索法により追究した。MM46 増殖抑制能を持つエフェクター細胞は、宿主内に於て、MH134 腫瘍の増殖を抑制する事が出来ず、MM46 に対して特異的に作用するものである事が示唆されたが、なお、他の同系腫瘍を用いた研究によりこれを確認する必要がある。

〔研究発表〕

大町：Cancer Immunol. Immuother. (投稿中)

#### 4. 放射化学における基礎的研究

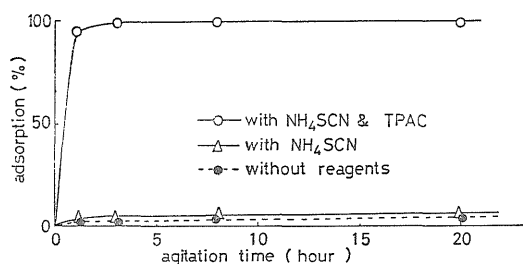
河村正一、渡利一夫、今井靖子、竹下洋、黒滝克己、柴田貞夫

さきに、オキシンやクラウンエーテルのように分析化学的に有用な有機試薬とMR樹脂、アンバーライト XAD-2 のような保持体とを組み合わせると放射性核種が特異的な吸着挙動をしめすことをあきらかにした。

本年度は引続き有機試薬と保持体との新しい組み合わせについて検討を加えた。

遷移金属元素の多くはある種の錯化剤により陰イオン性の化学種を形成しこれに適当な陰イオン沈殿用有機試薬を反応させると難溶性の沈殿を生成する。この沈殿反応を XAD-2 への放射性核種の吸着に利用することの可能性を検討した。すなわち、錯化剤としてチオシアン酸アンモニウム、陰イオン沈殿用有機試薬としてテトラフェニルアルソニウムクロリド (以後 TPAC と略す) を用いた時の  $^{60}Co$  の XAD-2 への吸着は図 1 にしめすおりで TPAC の効果があきらかである。XAD-2 に吸着した  $^{60}Co$  はクロロホルム、塩酸でほぼ定量的に脱着できる。安定コバルト ( $50\mu g$ ) を用いて同様の吸着実験を行うと樹脂相は明青色を呈し、また、この樹脂をクロロホルムで処理後の吸収スペクトルはコバルトチオシアン酸・TPAC 錯体、 $[(C_6H_5)_4As]_2 [Co(SCN)_4]$  と同じ 620 nm に吸収極大を持つスペクトルが得られた。したがって  $^{60}Co$  の吸着も同様な錯体の生成によるものと考えら

Adsorption of  $^{60}Co$  on XAD-2 at pH4.5



第 1 図

れるがこの種の反応を利用すれば放射性核種を選択的に分離することも期待できる。

一方、艾葉 (Artemisiae folium) が撥水性であることから、一種の抽出クロマトグラフィーの吸着体として使用できるかどうか検討した。

Dicyclohexyl-18-crown-6 (以後クラウンエーテルと略す) のトルエン溶液に艾葉を加え、ロータリエバポレーターで加温、減圧留去の操作をくり返しクラウンエーテル付加艾葉が調製できた。

このクラウンエーテル付加艾葉を用いて、バッチ法で振とう時間を変えて  $^{85}Sr$  の見かけの分布係数の変化を調べたところ、30分の振とうではほとんど吸着し 1 時間の振とうでは吸着平衡に達した。なお、この条件では Ca はあまり吸着しないことが分かった。

クラウンエーテル付加艾葉の調製に使用するクラウンエーテル量を、艾葉 0.5 g に対して 2 g および 5 g として Sr に対する見かけの分布係数を調べた。その結果、2 g 付加艾葉の分布係数は  $8.5 \times 10^3$ 、5 g 付加では  $1.5 \times 10^4$  となりクラウンエーテル付加量を増加すると分布係数は増加した。クラウンエーテルは 5 g を越えると、実験中脱離するので付加量は 5 g までにとどめた。

前記の実験では、緩衝液 60ml に対して Sr または Ca 担体  $4 \times 10^{-2} mM$  を加えたものである。Sr または Ca の量を増したときの、みかけの分布係数がどのように変化するか調べた。その結果、Sr 量を増しても分布係数は減少するが、急激な減少はみられなかった。急激な減少が見られたクラウンエーテル付加 XAD とは著しい違いであった。硬質の XAD とは異なり、艾葉は軟かいので艾葉内拡散が容易であるためと考えられる。

前記の実験ではすべて、艾葉にクラウンエーテルを付加した吸着体を調製して用いた。これとは異なり緩衝液にあらかじめクラウンエーテルを加えておき、Sr または Ca が、艾葉に捕集できるかどうか調べた。その結果、Sr に対する分布係数は  $8 \times 10^3$ 、Ca に対する分布係数は  $1.4 \times 10^4$  で、クラウンエーテル付加・艾葉よりは低い値であったが、Sr はかなり吸着されることが分かった。

以上の実験結果から、艾葉は今までの吸着体とは異なる興味ある吸着特性を持つ有用な吸着体となるのではないかと考えられる。

〔研究発表〕

- 河村、竹下、柴田、黒滝：日本保健物理学会第14回研究発表会、名古屋 (1679.4)
- 河村、柴田、黒滝、竹下：6th ICRR, 東京 (1979.5)

- (3) 河村, 竹下, 柴田, 黒滝: 第23回放射化学討論会, 大阪 (1979, 10)
- (5) 今井, 渡利, 伊沢, 杉江, 芦原, 岩島: 保健物理, 14 177 (1979)
- (6) 今井, 渡利, 伊沢, 岩島: 第16回理工学における同位元素研究発表会, 東京 (1979. 6)
- (7) 渡利, 今井, 伊沢, 岩島: 第23回放射化学討論会, 大阪 (1979. 10)
- (8) 渡利, 今井, 伊沢, 岩島: 保健物理 15, 125 (1980)

5. 水溶液中における放射性核種の存在状態に関する化学的研究

黒滝克己, 柴田貞夫, 河村正一

(a) 金属錯イオンと水の相互作用

水溶液の熱力学的性質の解明は, 水中にある放射性核種の効率良い分離, 分析を考える上で重要である。我々は金属錯塩水溶液を用いて水溶液の熱力学的性質について考察してきた。さらに種々の3価置換不換性金属錯イオンの熱力学的緒量が, 金属錯イオンの表面電荷密度,  $\sigma_p$  に依存すること, すなわち  $\sigma_p$  が増加するにしたがい一旦, 減少した後増加することを見出した ( $\sigma_p$  依存則)。本年度は, 荷数の異なる錯イオン,  $[\text{Fe}(\text{bipy})_3]^{2+}$  (I);  $\text{X}[\text{Co}(\text{bipy})_3]^{3+}$  (II), ( $\text{bipy}=2, 2\text{-ビピリジン}$ ) の部分モル容積,  $\sigma_p$ , 粘度, 電気伝度を求めた。その結果, (I), II はともに,  $\sigma_p$  は小さいが, II の  $\sigma_p$  は (I) の  $\sigma_p$  より大きいこと, さらに II の粘度係数, およびストークス半径が (I) のそれより小さいと云う興味ある事実を見出した。これは3価ビピリジン錯イオンと水の相互作用が2価ビピリ

ジン錯イオンと水のそれより小さいことを示している。一方,  $\sigma_p$  の大きい領域にある金属イオン (水和イオン) の粘度 B 係数, ストークス半径は荷数の増加, すなわち  $\sigma_p$  の増加にしたがい増加することが知られている。これらの結果は, さきに3価金属錯イオン系で見出した  $\sigma_p$  依存則が荷数に関わらず成立することを示唆している。

(b) 遷移金属錯塩によるアミノ酸の立体区別反応

我々はこれまで (+)-3-アセチルカンファ (Hatic) を銅(II)イオンとともにアミノ酸のラセミ化触媒として用い, 立体区別的な反応が起ることを示してきた。この反応の要因を明らかにする目的で, 昨年度報告した Hatic の錯生成定数をもとに, 本年度はアラニン (HAla) を含む三成分系の生成定数を求めた。得られた結果を第1表に示す。

シッフ塩基 ( $\text{H}\cdot\text{atc}\cdot\text{Ala}^-$ ) の生成定数は, D-Ala を用いた場合の方が L-Ala を用いたときよりも大きかった。このことは, ラセミ化実験において平衡時の HAla の旋光度が負になること, みかけの反応活性化エネルギーが  $D > L$  であることと一致している。一方, 銅(II)錯体 ( $\text{Cu}\cdot\text{atc}\cdot\text{Ala}$ ) の生成定数では HAla の鏡像異性体間に差が認められなかった。これは, アルコール性溶媒中ではラセミ化速度が速くなるために, 測定中にもラセミ化が起っているためである。したがって, 立体区別は, 三成分錯体が解離するときに, まず金属イオンがはずれ, より安定な側のシッフ塩基となってから分解するといった機構で起ると考えられる。

第1表 25°C, 0.1 モル過塩素酸ナトリウム, エチルアルコール・水混合溶液中の銅(II)-アセチルカンファ・アラニン系の生成定数 ( $\log \beta$ )

アルコール v/v% 平衡式 [モル分率]	20	40	60	80
	0.072	0.172	0.318	0.555
H+atc	8.81 (01)	9.09 (01)	9.22 (01)	9.57 (01)
Cu+atc	7.25 (02)	7.89 (02)	8.35 (02)	9.17 (01)
Cu+2atc	13.33 (05)	14.40 (03)	15.04 (03)	16.07 (03)
H+Ala	9.62 (01)	9.43 (01)	9.41 (01)	9.43 (03)
2H+Ala	12.03 (01)	11.94 (01)	12.28 (02)	12.82 (07)
Cu+Ala	8.42 (05)	8.72 (04)	9.26 (06)	10.17 (09)
Cu+2Ala	15.39 (06)	15.99 (04)	17.03 (05)	18.44 (09)
H+atc+L-Ala	11.36 (14)	11.57 (21)	11.75 (29)	12.08*
+D-Ala	11.42 (27)	12.05 (19)	12.26 (20)	—
Cu+atc+L-Ala	14.74 (03)	15.58 (08)	16.01 (21)	17.35 (52)
+D-Ala	14.75 (04)	15.26 (17)	16.39 (17)	17.44 (31)

カッコ内は標準偏差値, \* :  $\pm 1.00$

〔研究発表〕

- (1) 黒滝, 河村: 日本化学会第40秋季年会, 福岡(1979. 10)

- (2) 黒滝, 河村: J. Chem. Soc. Faraday I (印刷中)  
(3) 柴田, 河村: 日本化学会第41春季年会, 大阪(1980. 4)

(3) 生 物 研 究 部

概 況

本研究部は生体に対する放射線の影響を生物学的な立場から研究し, 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礎的知見を提供することを目的とする。

このため部内を, (1)放射線照射後比較的短時間内に動物細胞の核酸系に起る損傷とその修復ないし発現の研究グループ, (2)これらの初期障害が組織細胞の増殖の変化として発現される過程における組織の増殖調節機構の役割の研究グループ, (3)組織細胞の放射線障害と細胞質機能との関係の研究グループ, (4)個体の発生, 成長さらに老化等に及ぼす放射線の効果の研究グループにわけ, 昨年度にひきつづき研究を行なった。また, 将来にそなえトリチウムの生物効果解析のため, 各グループがそれぞれひとつずつ, 適当な検定系を開発することに努力した。

5月の第6回国際放射線研究会議ではローカル委員会を担当し, 会場の設営, 会議の運営等に全員不休で奮闘した。一方, 同会議で全員がそれぞれ研究発表を行なった。なお, 人事に関しては岩崎民子主任研究官がひきつづき Life Science 部門の職員として IAEA に勤務している他には大きな変動はなかった。

(松平寛通)

1. 個体の発生, 生長, 老化に対する放射線影響の細胞生物学的研究

江藤久美, 田口泰子, 青木一子\*, 松平寛通,  
三谷啓志\*\*, 真野幸子\*\*

(\*養成訓練部, \*\*研究生)

個体における急性および晩発性の放射線障害を発生, 成長, 老化, おたび発癌などに対する影響としてとらえるため, 体制が簡単で, 比較的環境条件の調節の容易な魚類を用い組織, 細胞学的に検討するとともに, 魚類由来の培養細胞系を用いて, 細胞レベルでの理解につとめた。

1.1 キンギヨのヒレ由来細胞(CAF細胞)に対する放射線の影響

当研究室で確立した CAF 細胞を用いて, X線,  $\gamma$ 線および UV 照射実験を行なった。

CAF 細胞に X線1000 Rを照射した後, 1~48時間おいて2回目の照射(1000 R)を行いコロニー法で生残率を調べた。第1回照射後, 4時間で生残率が上昇し, 約6時間で一たん低下した後, 再び上昇して24時間以降はほぼ一定となった。この回復曲線は哺乳動物細胞で知られている Elkind 型の回復曲線と一致し, 魚の細胞にも亜致死損傷の回復が存在することが明らかとなった。

CAF-MM1 (CAF 細胞よりクローニングによって得た細胞)に  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$ 線を照射し, 照射直後からカフェイン(0.1mg/ml, 48時間処理)を加えたが生残率には影響しなかった。48時間間隔で1000 Rを2回照射し, その間の温度を 5-37°C に変え, その後 25°C で培養し生残率を調べた。25°C 以上では 1000 R照射後, 48時間以内に亜致死損傷の回復がみられたが, 25°C 以下では温度に依存して回復がおこりにくいことが明らかとなった。

CAF-MM1 細胞に UV を照射し, Do, Dq おたび n を求めたところ, それぞれ17.4erg/mm<sup>2</sup>, 26.2erg/mm<sup>2</sup>, および 4.5となった。UV 照射後, 可視光を照明すると, これらの値はそれぞれ42.8erg/mm<sup>2</sup>, 63.6erg/mm<sup>2</sup>, 4.5となり, 顕著な光回復がみられた。UV 照射後, カフェイン処理を行うと生残率が低下した(Do=6.4erg/mm<sup>2</sup>)。

以上のことから, ①魚の細胞にも Elkind 型回復があり, 亜致死損傷からの回復は温度に依存すること, ②UV 照射後, 顕著な光回復がみられること, ③ $\gamma$ 線被照射細胞にカフェインを投与しても無効であったが, UV 被照射細胞で生残率が低下し, UV 損傷からの回復にはカフェイン感受性の機構があること, などが明らかとなった。

〔研究発表〕

- (1) 須山, 江藤: Zool. Mag., 88 321-324 (1979)  
(2) 江藤, 須山: 第6回 ICRR, (1979)  
(3) 須山, 江藤: 日本放射線影響学会第22回大会(1979. 11)  
(4) 三谷, 真野, 江藤, 江上: 日本放射線影響学会第22

回大会 (1979. 11)

(5) 真野, 三谷, 江藤, 江上: 日本放射線影響学会第22回大会 (1979. 11)

(6) 江藤, 須山: Proc Symp "Radiation Effects on Aquatic Organisms" pp 195-204 (1980)

1. 2. メダカの幹精原細胞に対する $\gamma$ 線連続照射の影響  
精子形成に対する連続照射の影響の研究の一部として, 本年度は未分化の細胞である精原細胞Iaに対する連続照射の影響を残存細胞数と照射後分化した精子の受精能力を指標として調べた。

1. 3~84rad/日の線量率で連続照射したメダカの精巢の組織標本について精原細胞Iaの残存数をみると, 60日間照射しても対照の120~70%レベルに保持され, 有意な低下はない。

次に, 照射後充分な回復期間(2ヶ月)をおいて, 照射された雄を, 産卵中の非照射雌と交配して, 受精卵を産ませる回数と受精卵の割合を指標として, 放射線感受性を推定した。1. 3~84rad/日で60日間照射すると, 産卵回数と受精率共に, 6. 8rad/日以上線量率で有意に低下した。しかし, 84rad/日の線量率で, 総線量を変えて, 急照射(213rad/分)の効果と比較すると, 産卵回数, 受精率及び不稔個体の割合が共に, 総線量に依存して低下又は増加し, 両線量率群で, それらを50%まで低下させるに必要な総線量は約2800radであった。この結果は0. 058rad/分(84rad/日)と84rad/分では線量率効果がみられないことを示している。

以上の結果は, 幹精原細胞は分化した精原細胞に比して放射線感受性が低いことを示唆している。また線量率効果に関しては84rad/日よりさらに低い線量率では, 同じ総線量でも効果が大きい傾向が示されているので, 極度に低い線量率では, 照射期間が著しく長いために, 照射に対する幹細胞の反応が異なる可能性がある。

〔研究発表〕

- (1) 田口: 第6回 ICRR (1979. 5)
- (2) 田口: 日本放射線影響学会第22回大会 (1979. 11)
- (3) 田口: Proc Symp "Radiation Effects on Aquatic Organisms" pp. 91-104 (1980)

1. 3. MAM アセテートによるメダカ肝腫瘍誘発に対するカフェイン後処理の効果

MAM アセテート溶液でメダカを飼育すると, 比較的短時間に肝腫瘍(ヘパトーマ, 胆管腫)を誘発することができる。1. 5年齢のヒメダカを0. 5ppmのMAMアセテート溶液中2, 2. 5および3日間処理した後, 井水で洗い, 20および30ppmのカフェイン水溶液に入れ3~9日間処理した。以後, 井水中で飼育し, MAM処理後

60日目に固定し, 組織標本を作製した。

60日生存率: MAMアセテート単独処理群とMAMアセテート+カフェイン処理群の間に差はみられなかったが, カフェイン単独処理群は生存率が高かった。肝腫瘍誘発率: MAMアセテート単独処理群では0. 5ppm2~3日処理で59~100%であった。これに対し, MAMアセテート+カフェイン(20~30ppm)では81~100%となった。肝腫瘍誘発率にカフェイン後処理は著しい効果を与えなかったが, やや高い誘発率が得られた。組織像: MAMアセテート+カフェイン処理群の方が腫瘍結節が大きく, 障害の程度も大きい傾向があった。

以上の結果から, カフェイン後処理はメダカにおいて, 少なくともMAMアセテートによる肝腫瘍誘発の抑制効果を示すことはなかった。さらに, カフェイン20ppm処理後MAMアセテート0. 5ppm2日処理をした実験でも, MAMアセテート単独処理群100%に対して, カフェイン+MAMアセテート処理群では88%となり, 著しい抑制効果はみられなかった。

〔研究発表〕

- (1) 青木, 松平: 日本癌学会第38回総会 (1979. 9)
- (2) 青木, 松平: Proc. Symp "Radiation Effects on Aquatic Organisms" pp. 209-211 (1980)

2. 組織細胞の増殖調節に対する放射線の作用

山口武雄, 江口清美\*, 鈴木順子(\*研究生)

組織特異性の内因性増殖抑制物質キャロンの生物学的特性について, マウス耳介表皮の器官培養を検定系として検討を続けた。G<sub>1</sub>→Sを抑制するG<sub>1</sub>キャロンと, G<sub>2</sub>→Mを抑制するG<sub>2</sub>キャロンの両方とも, 皮膚単位面積当たりの活性でみると, 加齢にしたがって変化する。すなわち2カ月から4カ月にかけて増加し, 4~12カ月齢の間高い活性を維持した後減少し, 老化の進行した(生残率50%)24カ月齢以降では低い値を示した。この減少は, G<sub>1</sub>キャロンの方が, より急激である。一方, 細胞増殖の加齢に伴う変動は, ごく僅かであった。またDNA合成でみた創傷治癒過程での増殖は, 老齢個体では, 第1日目には少ないが, 2日目以降では, 若年個体との間に差はなかった。つまり老化で増殖能は低下せず, 抑制物質は減少した。先に見た照射後の両キャロン活性の変動が加齢変化とどう関連するか, また加齢に伴う発ガン性増大, polyploidyの増加との関係が, 今後の研究課題である。

本年度はまた, モルモットの急性放射線皮膚炎に対するSOD(スーパーオキシド・ディスムターゼ)の抗炎症効果を検討した。0. 04~4mg/kgの注射で軽減効果を示したが, 実用上意義のある局所投与については, 1mg/



mlの水溶液の塗布で若干の軽減効果が認められたが、1 mg/mlの軟膏での塗布は、むしろ反応を早めかつ増大させた。

同様の治療効果は、創傷に対してもみられた。これらの処置は、いずれも照射あるいは創傷後の細胞動態の変化を考慮してタイミングを合わせる必要がある。

〔研究発表〕

- (1) 山口, 広部, 塗師, 江口: 6th ICRR, 東京 (1979. 5)
- (2) 山口: 日本動物学会第50回大会シンポジウム, 東京 (1979. 10)
- (3) 江口, 山本, 山口: 日本動物学会第50回大会, 東京 (1979. 10)
- (4) 山口・江口・沖: 日本放射線影響学会第22回大会, 大阪 (1979. 11)
- (5) 山口: ワークショップ「放射線生物学における幹細胞」京都 (1980. 1)

### 3. 動物細胞における核酸系の障害とその発現機構に関する研究

松平寛通, 上野昭子, 古野育子

#### 3. 1. ヨウ素造影剤による培養細胞におけるX線効果の増感

有機ヨウ素化合物よりなるX線造影剤(Triiodobenzoic acid誘導体)とX線の協同作用とその機構について調べるため、L5178Y細胞を、0~5%の造影剤を含む培地で、37°C, 1時間処理後、X線(200kVp)を照射し、コロニー形成による生存率、細胞増殖、小核の出現率、DNAの単鎖切断等に対する薬剤の効果について検討した。

終濃度5%の造影剤の存在下でX線照射を行うと細胞の生存率は照射のみに比し減少し、Doは95Rから42Rとなり、また照射による細胞数の減少も著しく増強された。小核出現率は、X線の照射線量とともにほぼ直線的に増加するが、造影剤存在下での照射ではすべての線量域で照射のみの約2倍に増加した。また、DNA切断についても同じく60~80%の増加がみられた。

増感効果の原因として、造影剤の存在により見かけ上細胞の実効原子番号が増加し、光電効果による吸収線量が増加することが考えられる。そこで、<sup>60</sup>Co-γ線およびX線診断の条件により近い100kVp X線照射におけるそれぞれの生存率と小核出現率、DNA切断等について検討した。100kVp X線では200kVp X線での結果と著しい差は認められなかったが、γ線照射では、X線でみられた造影剤による増感効果が全く認められなかった。

従って、ヨウ素造影剤はX線に対し増感効果があり、

その原因は主にヨウ素原子の光電効果による物理的増感であると結論した。

〔研究発表〕

- (1) 松平, 上野, 古野: 第38回日本癌学会総会, 東京 (1979. 9)
- (2) 上野, 古野, 松平, 丸山: 日本放射線影響学会第22回大会, 大阪 (1979. 11)
- (3) 松平, 上野, 古野: Radiat, Res, (印刷中)

#### 3. 2. 電離放射線によるチミジンのL5178Y細胞への結合

電離放射線によりDNA及びその構成成分から過酸化物が生成されることはよく知られている(Hahn, Wang, 1973, 1974)。最近、これらの照射生成物に突然変異誘発作用のあることが見出され、放射線発癌に何等かの寄与をしていることが推測された(Thomasら, 1976, Wangら, 1979)。しかし、これ等の実験に使われた物質は化学的に合成された過酸化物であり、また、細胞を照射してもこれらの物質を細胞内に認めることができないため、線量-効果関係は明らかにされていない。一般に発癌物質はDNAに結合するので、細胞内で生成された照射生成物のDNAへの結合の有無を確かめるとともに、細胞での線量効果関係の推定を試みた。

L5178Y細胞を[<sup>14</sup>C]チミンまたはチミジンとの共存下で0°CでX線を照射し、細胞の酸不溶性物質へ結合した放射能を測定した。チミンの結合には高線量が必要であるが、チミジンはチミンより容易に結合し、200~2000radの範囲で結合が認められた。この結果はチミン過酸化物よりチミジン過酸化物の方が変異原性が高いというWangらの結果と一致している。照射後細胞からDNAを分離して測定したところ、酸不溶性画分にみられた放射能の65~70%はDNAとの結合によるものであった。照射後細胞をDNA合成阻害剤共存下でインキュベートすると、30分以内に結合した放射能は除去されるが、これが回復なのか、それとも傷害のサイトの生成なのかは現在のところ明らかではない。結合量に対する酸素効果、細胞週期との関係などについても現在検討中である。

#### 4. 細胞質と膜の放射線損傷——その機構に関する研究

中沢透, 浅見行一, 山田武, 湯川修身

放射線による細胞の致死的な障害の過程で、染色体・DNAレベルに生ずる変化とは別に、各種の生体膜のレベルでおこる機能的損傷が重要な意義をもつことは、放射線以外の環境条件の影響や老化現象においても見出されている。昨年度にひき続き、膜損傷のモデルの解析、

胸腺細胞膜の損傷機序の追及および核内の放射線損傷の研究を行った。

#### 4.1. 膜の脂質過酸化による損傷とその抑制機構

ダイズレンチンを用い、内部にグルコースをとりこませた多重層膜のリボソームを作り、放射線照射によるグルコースの流出と脂質過酸化生成物であるマロンジアルデヒドの増加を調べた。両過程とも一定の閾値線量があり、それ以上では放射線量に応じて並行的に促進が認められるが、マロンジアルデヒドの生成は照射中にのみおこるのに対してグルコースの流出は照射後水冷下においても連続的に進行する。また、この両過程とも線量率に対して逆依存性をもち低線量率ほど高い効果を示すが、どの線量率においても線量に対して直線的に効果が高まる。このような放射線の効果は各種のラジカルスカベンジャーによって抑制されることから、線量依存性と線量率逆依存性はともにラジカルの生物効果の一面と考えられる。

脂質過酸化反応の細胞内抑制物質について、各種のカラムクロマトグラフィによって精製を進めた。低分子量の抑制物質としては還元型グルタチオンを含め少くとも3種類のものが膜脂質過酸化を有効に抑制することがわかり、その精製と高分子抑制物質との関係を検討している。

##### 〔研究発表〕

- (1) 湯川, 中沢, 浅見, 樋田: 第6回国際放射線研究会議, 東京 (1979.5)
- (2) 中沢, 湯川: 「放射線生化学の基礎的問題」シンポジウム (第6回国際放射線研究会議関連集会) 東京 (1979.5)
- (3) 中沢, 湯川, 樋田, 浅見: 第11回国際生化学会議, トロント (1979.7)
- (4) 中沢, 長塚, 湯川: 日本放射線影響学会第22回大会 大阪 (1979.11)
- (5) 湯川, 中沢, 長塚: 日本放射線影響学会第22回大会 大阪 (1979.11)

#### 4.2. 間期死にともなう胸腺細胞表層構造の変化

ラット胸腺細胞の放射線間期死の機構についてエリスロシンB染色性を『死』の指標として研究して来たが、

エリスロシンB染色性変化という現象についての本態については未だ不明の点があり、細胞膜の透過性の変化となんらかの関連をもつものと考えられる。そこで照射による細胞膜構造の変化を走査型電子顕微鏡により観察した。

ラット胸腺細胞のKRP浮遊液に1kRのX線を照射し、37°C 4時間の温置後、常法により固定、脱水し、臨界点乾燥(CO<sub>2</sub>)した細胞試料をJEOL-LSM走査型電顕にて調べたところ、正常細胞にみられる細胞表層のMicrovilliが、照射により完全に消失していること、さらに、数十nm程度の孔が表層に分布していることがわかった。また、昨年度開発した死細胞分離法をも併用しこの事実を確認した。したがって染色性の変化とこの表層構造の障害が対応しているものと考えられる。

##### 〔研究発表〕

- (1) 山田, 大山, J. Radiat. Res., 21, 190-196 (1980)
- (2) " 第32回日本動物学会関東支部大会

#### 4.3. 肝再生時の細胞核および核蛋白質の変動と放射線の効果

ラットにX線を照射後肝部分切除を行うと核蛋白質、とくに非ヒストン性染色体蛋白質の増加が見られる。一方、肝再生中は細胞核の収量がいちじるしく低下し、肝部分切除後4日では正常の35%程度である。

この原因を解明し、かつ細胞核の収量をますことを目的として細胞核の分離法を再検討した。クエン酸を用い分離した核をPVP被覆シリカゾル粒子中で密度勾配遠心を行なうことによって単一密度の核がえられる。その値は正常肝で1.15、再生肝で1.16、蛋白質/DNA比は正常肝、再生肝に比べ1500R照射では約30%増加し、昨年との結果と一致した。核の収量の減少の原因として密度1.11の小胞体成分が細胞核と相互作用しやすくなるためと考えられる。なお、肝再生時にみられるrRNA, sRNAの増加は照射による影響をうけなかった。

##### 〔研究発表〕

- (1) 浅見, 湯川: 第6回国際放射線研究会議, 東京 (1979.5)
- (2) 浅見, 湯川: 日本放射線影響学会第22回大会, 大阪 (1979.11)

## (4) 遺 伝 研 究 部

### 概 況

本研究部は、放射線の人体への遺伝的リスクを評価するために必要な、生物科学的な知見を得ることを目標として研究を進めている。遺伝的リスクの評価は、ヒトを含む生物の生命現象の機構を遺伝損傷の誘発とその発現の観点より、体系的に、有機的にとらえることによって初めて可能である。本研究部もこのような意図の下に研究を進めている。このために、「放射線による遺伝損傷とその修復の研究」は本研究部の学問的中心課題であり、また「低レベル放射線の遺伝的影響の研究」は、特別研究として、本研究部の社会的要請に応える重要課題である。

これらの研究課題を達成するため、方法的には放射線感受性の修復欠損突然変異体を用い、放射線誘発の突然変異、染色体異常と修復との関係について定性的、定量的に研究を進めるとともに、酵母、培養哺乳類細胞、ショウジョウバエ、ヒトを含む霊長類など、各種の実験材料を駆使して研究を進めている。また、各種材料、分子、細胞の各レベルから遺伝損傷と修復の統一的な原理を明らかにするため、各研究室の有機的な協力の下に、種々の角度からその解明に助力している。また一方、霊長類を用いての研究はヒトへの遺伝的リスクの評価に不可欠であるばかりでなく、今後推進される霊長類の細胞レベルでの遺伝学的研究は将来の生命科学の発展にも大きな意味を持つものと考えられる。したがって、本研究部は霊長類棟の改造工事の完成を期に、技術部、実験動物開発室との密接な協力の下に、将来の研究の進展を期する心つもりである。さらに、日本人集団の遺伝疫学的研究は、放射線リスクのみならず、広く日本人の健康を守るための基本的知見を提供する意味をもつので、放影研を含む所外研究機関とも協力しつつ、その研究基盤の拡大に努力したい。

第1研究室は、遺伝子 DNA レベルの研究グループで佐藤室長を中心とする哺乳類の培養細胞を用いた研究グループは、放射線感受性の修復欠損と考えられる突然変異株を世界に先がけて分離しその分子レベルでの本性の解明及びこれを用いての突然変異誘発の線量効果と修復の関係の研究を着実に進めている。また、高発がん性疾

患のポリボーススについても突然変異原物質である MN NG に高感受性であることを明らかにしたのは、遺伝損傷と発がんの関係を究明する意味で興味深い。また、中井の直接指導する酵母を実験材料とする研究グループでは、培養細胞グループに於ても発見されている、カフェイン感受性の修復経路について遺伝解析を進めるとともに、遺伝的リスクに直接関係する減数分裂時での放射線誘発の遺伝的変異の誘発と修復の研究を、同じく放射線感受性株を用い解析を進め、相反的な遺伝的組換えが減数分裂と直接にカップルしている事を見出したことは特に著しい。

第2研究室は、戸張室長を中心とする染色体異常についての研究グループで、霊長類を用いる染色体異常の研究にその主要な助力を傾注している。その詳細は特別研究の項に譲るが、特に5 Rレベルの低線量域での線量効果関係について、信頼すべきデータをあげた事は、単にリスク評価への意義のみならず、放射線の生物作用の一般モデルすなわち、linear quadratic model の適用性の問題に寄与するところが大き、学問的意義も極めて大きい。なお、本問題は我々の研究を契機として、IAEA での国際協同研究の本年度の課題として採り上げられるに至っている。

第3研究室は、中井の指導の下、戸張室長をはじめとする第2研究室と協同の下に、同じく放射線感受性株を用い、染色体異常の誘発と修復の関係について研究を進めている。すなわち、ショウジョウバエで多数の放射線感受性株を新たに分離し、これについての特性解明の研究と、これを用い特に放射線による姉妹染色分体交換(SCE)の誘発と修復の関係を解明するため、生体における SCE の検出条件について研究を進めた。また、培養細胞についても同様の目的で研究を進めつつある。

第4研究室では、安田室長の指導の下に、日本人についての集団遺伝学、疫学研究を行っている。本研究は、長期継続的な研究の特性を有しているが、関係各方面との密接な協力の下に、統計遺伝学的手法の開発、乳がんの遺伝疫学的研究などについて着実に研究成果を得つつある。特に今後ヒトについての疾病の遺伝的研究を強化することはもちろん、放射線影響研究所と密接な協力の下に、放射線の疫学的研究についても有用な成果を収

めるよう努力したい。本研究は、ヒトについての調査登録がその基本をなすので、社会および関係諸機関への理解協力を得られる方策を積極的に講ずる必要があると考えている。

東京における第6回国際放射線研究会議には、本研究部の全研究者が参加発表し、重要な貢献を行った。また、中井は12月 IAEA 主催の国際協同研究会議出席のため、ウィーンに出張し、研究討論を行った。また、佐藤室長は米国ブルックヘブン国立研究所 Setlow 博士との協同研究のため本年3月出発、約10ヶ月米国に於て、研究を進める予定である。また、原子力留学生として派遣されていた第2研究室平井研究員は、オランダ、ライデン大学での1年2ヶ月の霊長類を用いる染色体異常の研究に成果を収め、本年2月帰任した。(中井 斌)

### 1. 哺乳類細胞における突然変異誘発および修復機構の分子遺伝学的研究

佐藤弘毅, 稲葉浩子, 堀雅明, 塩見忠博, 塩見(稗田)尚子

放射線あるいは化学物質によって誘発される突然変異は複製あるいは修復の誤りに起因しており、複製および修復の高忠実度を保証している機構に欠陥が生じた場合に起こると考えられる。このことは突然変異誘発遺伝子とか温度感受性複製変異株とか修復欠損変異株を用いた実験によって支持されている。修復には複製の前、最中および後で起こるものがあるが、これらと突然変異誘発との関係は未解決である。DNA 損傷の修復に関しては常に細胞内に存在する構造的修復経路とその都度新たに合成される誘発的修復経路とがあることが知られている。さらにそれぞれの経路は複数であって、誤りなしおよび誤りがち経路が存在するといわれる。これらの説は原核細胞生物および下等真核生物における研究に基づいて提出されたものであり、哺乳類についてはほとんど何もわかっていない。これらの問題を哺乳類細胞を用いて解明することは人体における放射線の遺伝的危険度推定の基礎として重要である。また真核細胞特有の現象として放射線感受性の細胞周期の相による変動とか、放射線による分裂遅延とかがあるので、細胞周期変異株および細胞分裂変異株の分離と解析を行なっている。さらにヒトの高発癌性遺伝疾患である大腸腺腫症についても、その優性遺伝様式に着目して研究を行っている。以下にこれらの研究の概要を述べる。

#### 1.1. 放射線高感受性変異株の研究

ヒトおよびマウスの培養細胞から放射線高感受性変異株を分離して、それらの性質を調べている。ショウジョウバエでは放射線損傷の修復経路にカフェイン感受性と

非感受性の二経路のあることが知られている。マウス細胞の紫外線高感受性変異株では、カフェインによる紫外線致死の増強効果は親株(野生株)のそれとほぼ同じであった。このことはこの変異株に欠損している修復系はカフェイン抵抗性であることを示している。

#### 1.2. マウス白血病細胞 L5178Y の温度感受性変異株の研究

1) 昨年度に引き続き ts39 の高温 (39°) での異常を解析した。高温で培養し、flow microfluometry により経時的に分析したが、細胞周期上の停止点は限定出来なかった。また電子顕微鏡により核の著しい変形と膜構造の異常出現が観察され、これらと微小核化の関係は目下検討中である。

2) 既に解析が進んでいる温度感受性変異株

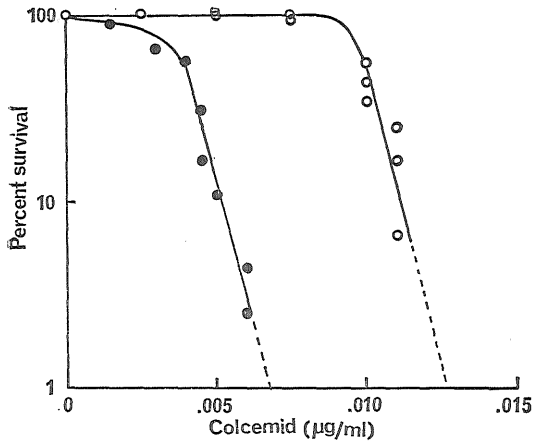
ts39 および新たに独自に分離した変異株のうち温度感受性の高いもの6株について細胞融合法により遺伝的相補性を調べた結果、次の6グループになった。(ts1), (ts2), (ts3), (ts7, ts39, ts48), (ts102, ts208), (ts104)。

3) ts1, ts102, ts104 について、高温での高分子合成、その他の基礎的検討を行ない、また flow microfluometry により細胞周期の解析を行った。その結果 ts1 は、高温でG1期に停止点を持つ細胞周期変異株であり、ts104 は、はっきりした停止点を示さないことが明らかとなった。また ts102 は、S期の始めに停止点をもつ可能性があるため目下検討中である。

#### 1.3. 分裂阻害剤コルセミド高感受性変異株の分離

コルセミドはチューブリンに結合することにより微小管を脱重合させ、結果として細胞を分裂期で停止させることが知られている。コルセミドに対して異なった感受性を示す変異株が分離されたならば、チューブリン上のコルセミド結合部位の変化した変異株である可能性がある。すなわち分裂に関与する既知の構造に変化を起こした変異株の分離が可能となるであろう。このような理由で、コルセミドに対する高感受性の変異株の分離を試みた。

高感受性変異株の分離に用いた細胞は、ヒト羊膜由来の FL 細胞である。FL 細胞を分裂阻害の起こらない程度のコルセミド (6~7ng/ml) 中で 8~12h 培養し、分裂期の細胞をピペティング法により集め、これらの細胞を新しい培養皿にまき、コルセミドを含む培地中でさらに 4h 培養した。この間正常細胞は分裂期を過ぎ、培養皿底面に接着するが、コルセミドに感受性の変異株があれば分裂期で停止したまま細胞は接着せず、浮遊状態にあると考えられる。4h の培養の後、浮遊細胞のみを再び集め、新しい培養皿にまき、この操作を数回繰り返す。



第1図

た後、細胞コロニーを形成させ6~7ng/mlのコレセミドを加え約20h培養した。これらのコロニーのうちラウンディング細胞の多いコロニーを分離し、コレセミドに対する感受性を調べた。このような方法で Col<sup>s</sup>-1 と Col<sup>s</sup>-2 と名付ける二つの変異株を独立に分離した。第1図に示すように、D<sub>10</sub>値をみると、親株の FL は 11ng/ml、Col<sup>s</sup>-1 は 5.2ng/mlであり、親株に比べて約2倍高感受性になっていた。

#### 1.4. 哺乳類細胞における染色体 DNA の複製機構の研究

染色体 DNA の複製機構の理解は細胞増殖の制御機構のみならず遺伝的損傷の修復機構の解明にも重要である。哺乳類細胞の染色体 DNA は多数の複製単位（レプリコン）より構成されており、複製な時間的ずれをもって不連続的に起こる。この不連続的複製の制御機構として新しい蛋白質合成による複製開始の制御が考えられている。今年度はカンガルーラット培養細胞を用いて染色体の異質染色部を構成し、S期の後半に複製されるサテライト DNA に注目し、蛋白質合成阻害下での DNA 複製を検討した。ピューロマイシンで蛋白質合成を阻害すると、細胞当りの DNA 合成能はS期のいずれの時期においても低下した。この原因を検討する為、DNA フェイバー・オートラジオグラフィ法を用いて、DNA 複製パターンを複製単位レベルで解析した。複製単位内での DNA 鎖の伸長速度を解析した結果、主 DNA、サテライト DNA のいずれの場合にも同程度の複製速度の低下が認められたが、この原因のみでは細胞当りの総 DNA 合成能の低下は説明できない。第2図は蛋白質合成阻害下で複製された DNA 鎖の長さを前期複製型の主 DNA と後期複製型のサテライト DNA について比較したものである。正常条件下ではいずれの場合も標識時間にと

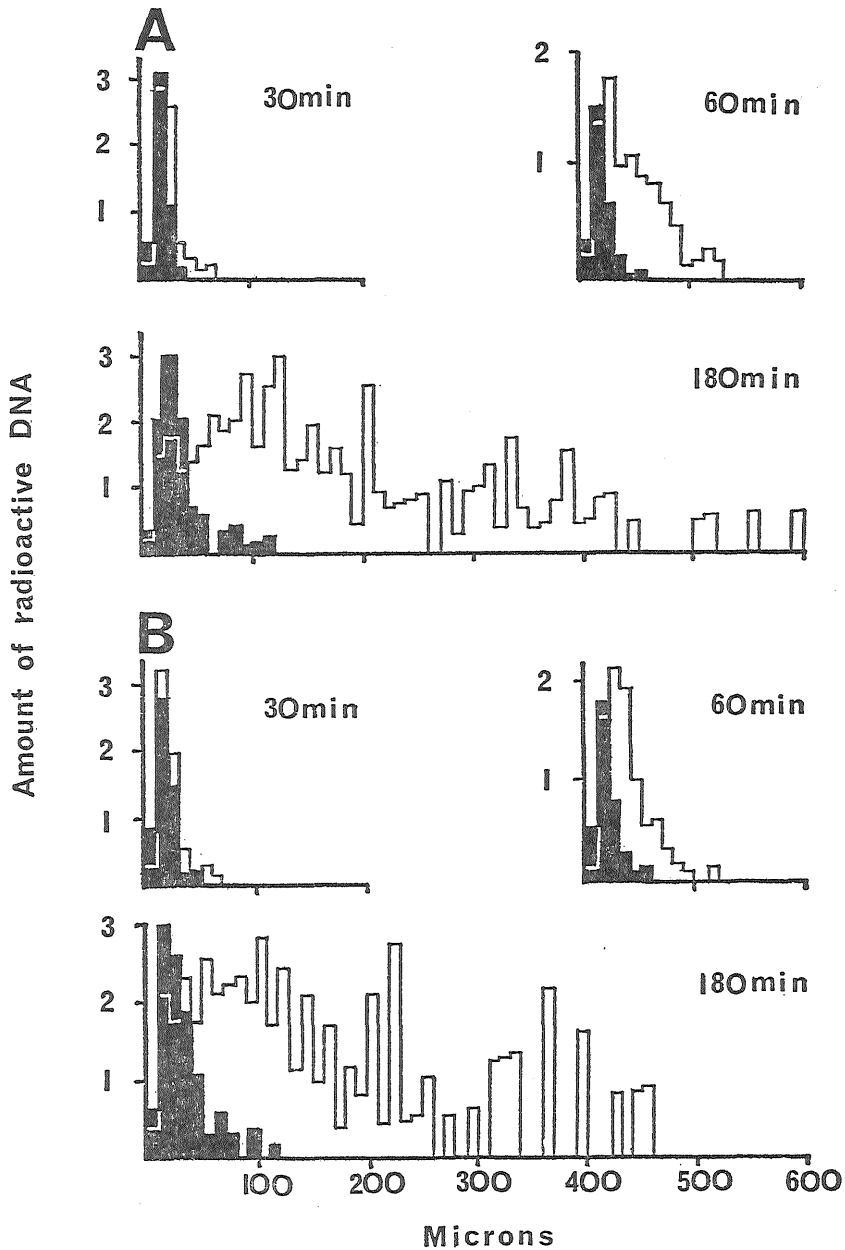
なって、DNA 鎖の伸長がみられるが、ピューロマイシン存在下ではその伸長が抑制され、DNA 短鎖の蓄積がみられる。このことは蛋白質合成阻害下で新しい複製単位での複製開始が阻害されていることを示しており、したがってサテライト DNA も主 DNA と同様の新しい蛋白質合成による複製開始の制御機構が働いていることを示唆している。

#### 1.5. 大腸腺腫症細胞における DNA 代謝の研究—MNNG による染色体異常

常染色体優性遺伝病の高発癌性疾患である大腸腺腫症の遺伝的特性を DNA 代謝の面から検討する目的で東京医科歯科大学付属病院「ポリポーズ解析センター」と同大学難治疾患研究所の協力を得て、同研究所に登録されている培養皮膚線維芽細胞を用いて研究を行っている。今年度は発癌物質であるN-メチル-N'-ニトロ-N-ニトロソグアニジン (MNNG) に対する感受性を染色体異常を指標に検討した。実験材料として9種類の細胞系統を用いた(本症罹患由来細胞: PL (1) H86(●), PLH(▲), PL107(◆), PLH22 (■); Peutz-Jeghers 症候群由来細胞: PJ23 (◎); 対照群(非罹患由来)細胞: PL108(○), PL(106)△, PL110(◇), PL105(□))。細胞培養は牛胎児血清(15%)を含むイーグル MEM 培地を用いて炭酸ガス培養器(5% CO<sub>2</sub>)中で行った。細胞播種後2日目に MNNG を添加し、細胞を7時間処理した。最後の3時間をコルヒチン処理し、集積された処理後第一分裂中期の細胞核板を用いて染色体異常を解析した。無処理区での自然染色体異常頻度には細胞系統間に有意な差は認められなかったが、MNNG 処理区においては濃度に依存した染色体異常の頻度の増加がみられ、その誘発頻度には系統間に差が認められた。誘発された染色体異常のほとんどは染色分体型の異常であった。第3図は細胞当りの染色分体切断数を指標にした MNNG 濃度効果関係を示したもので、感受性の異なる2群の存在が明らかである。高感受性群は本症罹患由来細胞から構成されており、低感受性群は非罹患由来および PJ 罹患由来細胞より成っている。2群間の差は統計的に有意であり、本症罹患由来細胞は対照群に比較して約2倍、MNNG に対して高感受性であると考えられる。MNNG 高感受性の原因は不明であるが、大腸腫症患者由来の皮膚線維芽細胞は癌細胞に類似したいくつかの特性を示すことも報告されており、優性突然変異をおこした遺伝子産物の多面発現が関与している可能性が考えられる。

[研究発表]

(1) 佐藤:第38回日本癌学会総会, 東京(1979,9)



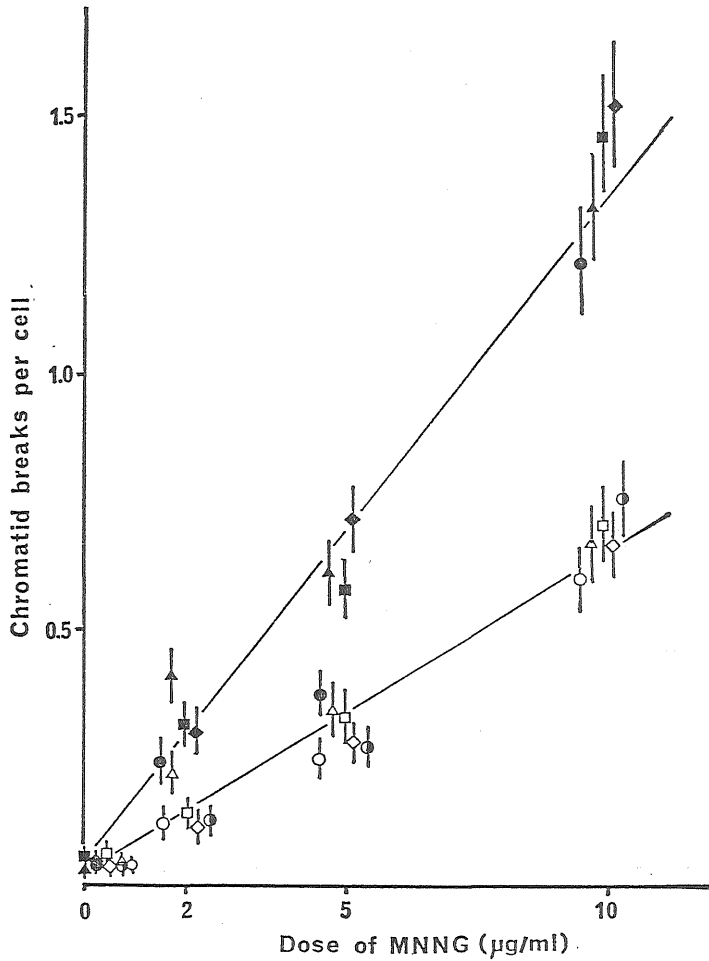
第2図 Weight average distribution of the amount of radioactive DNA according to length of replicated DNA pieces.  
A: Early replicating main band DNA, B: Late replicating Satellite DNA.

- (2) Sato, K. : Conference on DNA Repair and Mutagenesis in Eukaryotes, Atlanta, Georgia, (1979. 6)
- (3) C. F. Morris, H. Hama-Inaba et al, J. Biol. Chem. 254 6787 (1979)
- (4) 塩見, 佐藤 : 第32回日本細胞生物学会, 京都(1979. 11)

- (5) 堀 : 第51回日本遺伝学会, 京都 (1979. 10)
- (6) 堀 : Jap. J. Genet. 55: 41 (1980)

2. 酵母における放射線感受性の遺伝的支配の研究  
佐伯哲哉, 町田勇, 中井斌

大腸菌など原核生物では放射線傷害の回復機構についてかなり詳細な知見がこれまでに得られているが, より



第3図 Dose dependence of the yields of chromatid breaks per cell induced by MNNG.

高等な真核二倍体生物での知見はなお断片的なものに止まっている。真核単細胞生物の酵母は、これまでに多数の放射線高感受性の突然変異体が分離されており、また半数体と二倍体の状態を互換的に転換させることが容易であることから、真核生物細胞の傷害回復の遺伝的機構を研究する上で良いモデル系となる。今年度は主に下記の研究を行った。

### 2.1. 酵母のカフェイン感受性修復経路 (佐伯・中井)

カフェインが放射線の生物効果を増強することは種々の生物で報告されているが、この薬剤によって阻害をうける修復系は生物種によって異っている。酵母属の *Schizosaccharomyces pombe* では2種の組換え修復系のうち一方のみがカフェイン感受性であるらしい。我々の用いている *Saccharomyces cerevisiae* の野生型半数体ではカフェインの紫外線致死の増強効果はきわめて小さいが、しかし二倍体では大きな増強効果が認められる。我

々はカフェインによって阻害される修復経路を明らかにする目的で、種々の修復系欠損突然変異の単一ならびに二重変異体のホモ二倍体を作成し、定常期 (G1) ならびに対数増殖期 (S-G2) 細胞における紫外線照射時のカフェイン感受性を検討した。実験条件は非照射細胞に対して毒性が認められぬ 0.1% のカフェインを含む寒天培地上に紫外線照射した細胞をプレートし、紫外線による致死および遺伝的変異誘発への効果を比較する方法をとった。カフェインの致死増強効果  $[LD^{10^{-3}}(+CAF)/LD^{10^{-3}}(-CAF)]$  は *rad1rad18* で 1.09 (定常期) および 0.93 (対数増殖期), *rad18 rad51* で 0.83 および 0.79, *rad1 rad51* で 0.66 および 0.60 であった。なお野生型の値は 0.95 および 0.94 である。この結果と単一変異体の結果とを合せて考察すると、紫外線傷害の修復経路のうち最もカフェインの阻害を受けるのは突然変異誘発と関連する *RAD 18*系であり、組換え修復 (*RAD 51*) 系

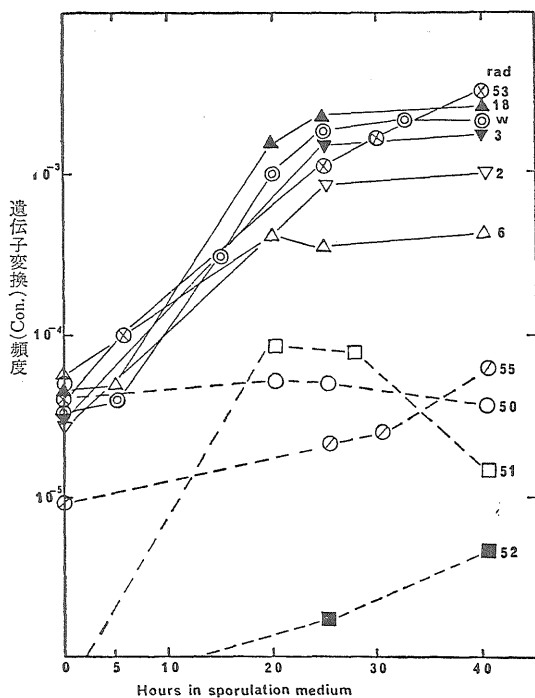
は非感受性であると推測される。さらに定常期と対数増殖期の細胞間ではカフェインによる致死増強の差がほとんど認められないので、紫外線傷害の S-G2 修復もカフェインに強く阻害されるとは云えない。また野生型における紫外線誘発の遺伝的変異の実験から、カフェインは組換えおよび遺伝子変換を増加させ、突然変異を減少させる結果が得られたので、上述の致死増強からの結論はさらに傍証を得たと云えよう。

## 2.2 酵母の減数分裂過程における遺伝的変異の誘発 (町田・中井)

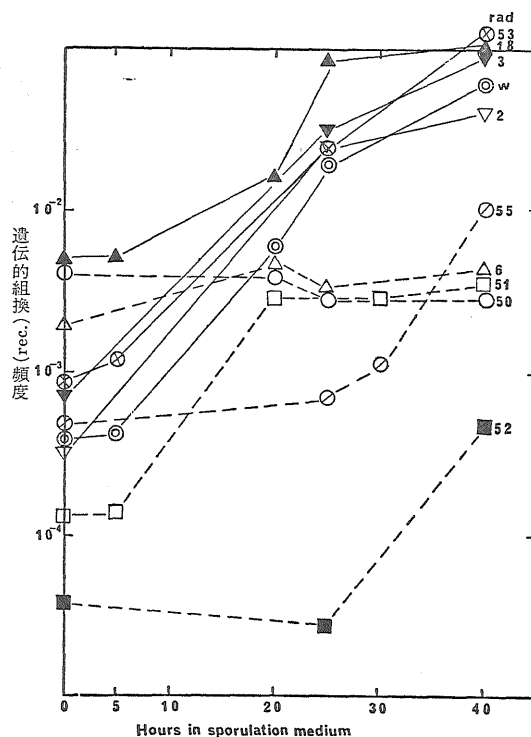
酵母の放射線高感受性突然変異体を用いて、高等生物の重要な遺伝的過程である減数分裂における DNA 修復と放射線による遺伝的変異誘発機構との関連を知るための研究を行った。

二倍体酵母を栄養培地から孢子培地に移すと、ほぼ同調的に減数分裂の過程に入り、遺伝的組換えと染色体の半数化が生じ、四分子の半数体孢子を形成する。しかし減数分裂過程に入った二倍体を、減数分裂の特定の時期

の経過以前に栄養培地に戻すと、細胞は四分子形成をすることなく、二倍体のまま体細胞分裂を行うようになる。この操作を行った場合、減数分裂特有の遺伝的組換えが不可逆的に固定され、この方法で得られた減数分裂期の組換え事象の増加は四分子分析によって得られた値とほぼ一致する。したがってこの方法は減数分裂期の遺伝的変異誘発動態を検討する場合、四分子分析を行うよりはるかに効率的な手段となる。今回は DNA 傷害修復に関係すると考えられる各種の *rad* 変異体を用いて、*leu1-1/leu1-12, cyh2/+* の標識遺伝子による遺伝子内組換え (遺伝子変換) および遺伝子間組換えの誘発について研究を行った (第1図, 第2図)。体細胞では遺伝的組換え欠損で、X線高感受性の *rad50, 51, 52, 54, 55* は減数分裂に伴う遺伝的組換えの自然誘発の頻度の増加を抑制する。しかし同じX線高感受性の *rad 53* は、体細胞では遺伝子間組換え欠損であるにも拘らず、減数分裂時の遺伝子間組換えの増加は野生型と同一になる。除去修復系欠損の *rad 1, 2, 3, 4* と突然変異修復系欠



第1図 Hours in sporulation medium



第2図 Hours in sporulation medium



損の *rad* 18 では野生型と同様減数分裂に伴う組換えの増加が見られたが、同じ突然変異修復系欠損の *rad* 6 では、体細胞分裂時とは異なり、減数分裂に伴う組換えの増加が認められなかった。この結果から *rad* 53 を除く体細胞での X 線高感受性、遺伝的組換え欠損変異は減数分裂に伴う遺伝的組換えも抑制し、しかも生存力のある四分子を形成しないことが知られたので、遺伝的組換えが減数分裂の過程と密接に関連していることは明らかである。*rad* 6, *rad* 53 遺伝子の機能については今後検討を行ないたい。

〔研究発表〕

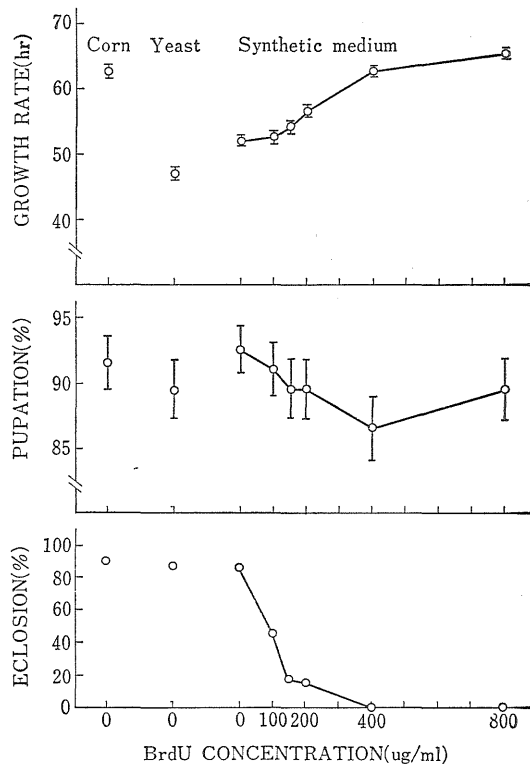
- (1) 佐伯, 町田, 中井: Mutation Res., (印刷中)
- (2) 町田, 中井: Mutation Res. 73, 59-68 (1980)
- (3) 町田, 中井: Mutation Res. 73, 69-79 (1980)
- (4) 佐伯, 町田, 中井: 国際放射線影響学会 1979.5 (東京)
- (5) 中井, 町田, 佐伯: 同上
- (6) 佐伯, 中井: 日本遺伝学会第51回大会 1979.10 (京都)

(7) 町田, 中井: 同上

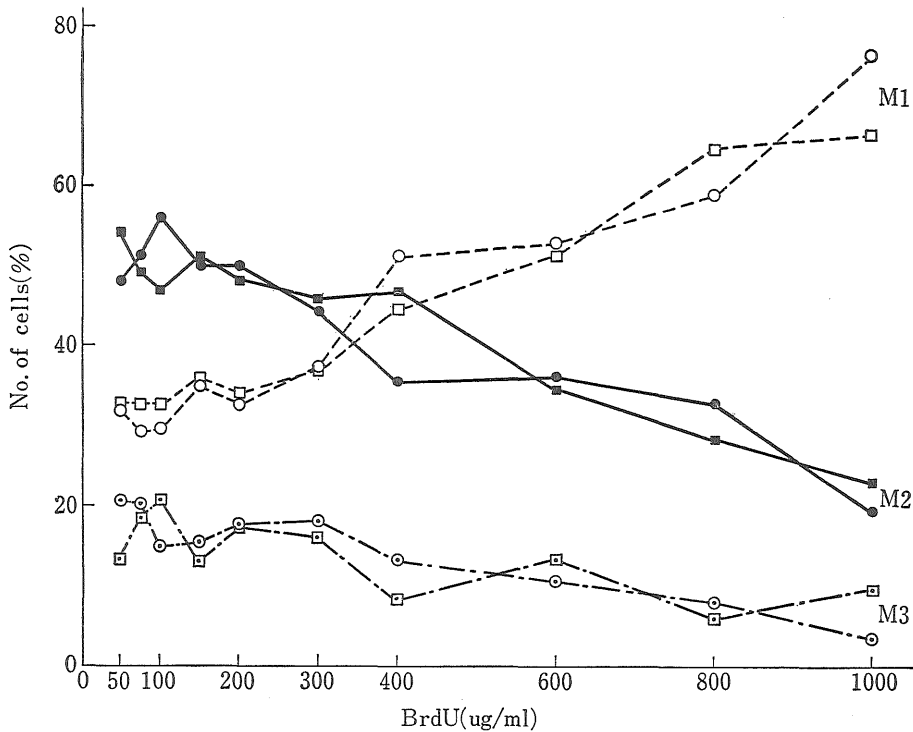
3. キイロシヨウジヨウバエの形態形成および細胞分裂に対する BrdU の効果

辻秀雄, 戸張徹夫, 中井斌, 星野さつき

キイロシヨウジヨウバエは遺伝的背景の良く知られた材料であり、近年の遺伝的欠損系統(組み換え欠損, 修復欠損, 変異原高感受性)の確立により、ますます重要な材料となっている。この点より本種を用いて染色体異常, 姉妹染色分体交換の生成機構および生物学的意義を他の遺伝的指標との関連において調べることができる。我々は昨年度, 3 齢幼虫を BrdU 添加培地で飼育し, 神経節での姉妹染色分体交換(SCE)の検出法を報告した。300 $\mu\text{g/ml}$ の BrdU 存在下で SCE の頻度に雌雄差は認められず, 0.14/cell/2 cell cycles であった。BrdU は種々の細胞毒性を有し, SCE や染色体異常を誘発するので, SCE 研究の実験系を確立するためには, BrdU の細胞毒性を明らかにし, SCE 検出のための最適な BrdU 処理時間を決定することが必要である。本年度は BrdU の細胞毒性の1つとして, 形態形成に対する効果



第1図



第2図

および細胞分裂遅延効果を調べた。産卵後76時間経た200匹の3齢幼虫をそれぞれ BrdU添加合成培地で飼育し、蛹化までの時間(成長速度)、蛹化率、羽化率を調べた(第1図)。BrdUは蛹化率にはほとんど影響しないが、幼虫の成長遅延をもたらし、羽化率を顕著に低下させる。このことより BrdUはキイロシヨウジウバエの形態形成を著しく阻害することが明らかである。BrdUによる幼虫の成長遅延の指標として、神経節の細胞分裂遅延効果をみた(第2図)。産卵後80時間経た3齢幼虫を BrdU添加合成培地で16時間飼育し、姉妹染色分体の染め分けのパターンから神経節の分裂中期細胞を、BrdU存在下でDNA合成期を1回(M1)、2回(M2)、3回以上経過した細胞(M3 $\leq$ )に分類した。BrdU濃度が増加すると、M1細胞が増え、M2およびM3細胞が減少することから、BrdUは神経節の細胞分裂の遅延をおこすことが明らかである。しかし、その効果は200 $\mu\text{g/ml}$ 以下ではみられない。この結果は3齢幼虫の成長遅延とはほぼ同じ結果である。次に神経節の細胞分裂所要時間を決定するために、細胞分裂を遅延させない100 $\mu\text{g/ml}$ の BrdU存

在下で3齢幼虫を飼育し、M1、M2、M3細胞の割合を経時的に調べた。M2、M3細胞が最初に現われるのは BrdU処理を始めて、それぞれ4、6時間後であった。一方、M1細胞は20時間後においてもなお観察されることから、神経節細胞は細胞分裂所要時間に関して、異質な細胞集団であり、分裂の速い細胞は1分裂周期が4時間以内である。SCEを検出できるM2細胞のピークは16時間目である(第3図)。以上の結果より、SCE検出のための BrdU濃度は200 $\mu\text{g/ml}$ 以下で、その処理時間は16時間であることが明らかとなった。

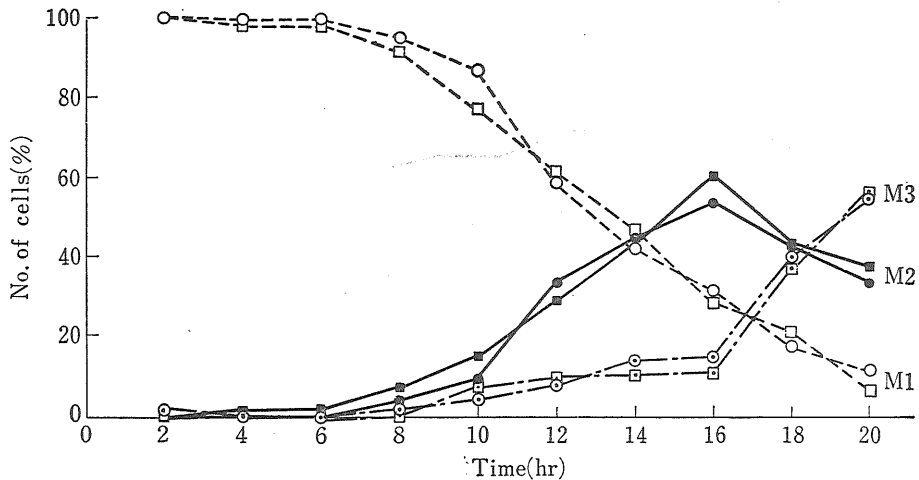
〔研究発表〕

- (1) 辻, 戸張: Mutation Res. 62, 389 (1979)
- (2) 辻, 戸張: Exp. Cell Res. 125, 79 (1980)

4. 人類集団における突然変異遺伝子の動態に関する調査研究

安田徳一, 村田紀, 伊藤純子

本研究は日本人集団の遺伝的構造を明らかにし、集団が被曝した場合の危険度推定に必要な要因を知り、電子計算機を利用して、突然変異遺伝子の効果を集団として



第3図

把握することにある。

#### 4.1. 三島地区の通婚圏調査 (安田, 伊藤)

昨年度に引続き、静岡県三島市および周辺地区に居住する約15,000夫婦について「いとこ婚」の実態を戸籍により調査し、電算化の作業をすすめている。この研究はとくに劣性突然変異遺伝子の動態に関するもので、一度は集団中にかくされても、後代にホモの状態であられる確率の実態をみるために行っている。通婚圏資料から予測される「いとこ婚」の頻度と実測値とを比較することにより、ヒトの移住と近親婚との関連についての要因がきらかとなろう。予備的な集計によれば社会慣習の影響も考慮する必要を示唆している(本研究は国立遺伝学研究所、静岡県三島市役所、全国市町村役場等の協力を得て行っている)。

#### 4.2. まれな遺伝性疾患の有病率に関する研究 (安田)

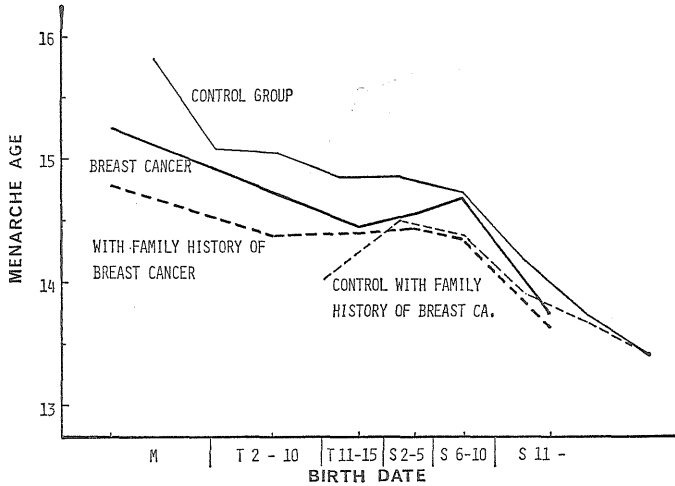
日本人集団にみられるまれな遺伝性疾患(染色体異常も含む)の患者数を正しく評価することは放射線の遺伝的影響を評価する上で重要なことである。ABO血液型のように多型形質であれば、任意抽出の個体について、調査を行えば、およその有病率は推定することが出来るが、ダウン症のようにまれなものについては、患者を発見する確率(確認の確率)を求めて、抽出方法による偏りを補正する必要がある。

確認の確率を求める1方法として、“1集団のある形質(たとえばダウン症)を独立して2通り以上のモニタリング法で観察する”ことが考えられる。たとえば、スウェーデンで行なわれたダウン症の監視例であるが、1971~1973年の間に①先天性異常登録センター、②細胞遺伝登録センターで記録された症例は、それぞれ52例、127例。

また、両方のセンターで記録されていたものは231例であった。これより先天性異常登録センターでの確認の確率は、 $231/(127+231)=0.645$ 、細胞遺伝登録センターで記録されたものは  $231/(52+231)=0.816$ したがって、2センターでのダウン症の確認の確率は  $(410)(127)/(127+231)(52+231)=0.935$  となる。スウェーデンにおけるダウン症児数は  $410/0.935=439$  人と推定される。これは1971~1973年の間の新生児数333,514から、有病率  $1/760(0.0013)$  が得られる。確認の確率による補正を行わなければ、有病率は  $410/333,514=0.0012=1/814$  で低く推定される。この例では全体の確認の確率が0.935と高い為、補正をしなくても有病率はほぼ同じになっている。なお、細胞遺伝登録センターでの確認の確率(0.816)が、先天性異常登録センターのそれ(0.645)より大きいのは、ダウン症が21番染色体のトリソミーの観察で確認されることから、納得のいく結果である。日本においては、このような登録制度がないため、これから企画する集団調査センターは、母子手帳の利用を考慮するのも一方法であろう。なお、2通り以上のモニタリング法が独立でないと、確認の確率は高く推定される為、この点での検討も必要となる。それには3通り以上の方法で同一集団を監視する必要があることをつけ加えておく。

#### 4.3. 乳癌の遺伝疫学的研究 (村田)

乳癌の家族歴に関するこれまでのどの研究においても、乳癌患者の家族に乳癌の発生率が高いことが観察されており、遺伝要因が強く働いているであろう事は疑いをいれない。しかしその遺伝要因の本質については、これまでのいくつかの興味深い研究の試みにもかかわら



第1図 出生コホート別に見た乳癌患者と対照群の初潮年齢点線は乳癌家族歴十群

ず、未だに明確な答が得られていない。著者はそれが体質的に感受性を高める働きをする多因子遺伝形質ではないかと考え、リスク要因のうち、遺伝的支配を受けていることの知られているいくつかの形質について分析を行った。

用いた資料は癌研究会附属病院における1946～1977年の手術症例3867人の病歴である。但し、初潮年齢については全症例を用いたが、身長と体重については1969年以降の症例のみを用いた。これらの形質はかなり大きな年次変動をしているので、全体をまず出生コホート群に分け、さらに家族に乳癌患者の居た症例を家族歴十群として、それと全症例との間で、各形質について比較を行なった。

初潮年齢は明治生まれの15.3歳から昭和11年～生まれの13.8歳まで、漸次若年化している。家族歴十群はいずれの出生コホートにおいても、全症例よりわずかに早くなっており、その差の平均0.24歳は統計的に有意である。結婚年齢もまた年次変動が大きい。しかしこれについては、当然のことながら家族歴の効果は全く見られない。

次に全症例を閉経前症例と閉経後症例に分けると、各々の身長は平均値は $153.2 \pm 0.2 \text{ cm}$ ,  $150.2 \pm 0.2 \text{ cm}$ , 体重の平均値は $52.6 \pm 0.2 \text{ kg}$ ,  $52.2 \pm 0.3 \text{ kg}$ であった。一方、家族歴十群の身長は各々 $154.5 \pm 0.7 \text{ cm}$ ,  $151.5 \pm 0.9 \text{ cm}$ , 体重は各々 $53.9 \pm 1.1 \text{ kg}$ ,  $53.0 \pm 1.3 \text{ kg}$ となり、これらはいずれも全症例平均より高いが、統計的に有意ではない。さらに出生コホート群別に比較すると、身長は差だけが有意となった。

以上の結果から、初潮発来あるいは身長に表現された成熟の早さまたは身体発育に関連した要因が乳癌の遺伝

性の少なくとも一部分を成していることが推察される。しかし、食生活等の生活習慣の家族内類似が見掛けの遺伝性を示しているのかもしれないので、今後更に検討を要する。

〔研究発表〕

- (1) Nakajima, A., Fujiki, K., Tanabe, U. and Yasuda, N. 1979. *American Journal of Ophthalmology* 88:461-466.
- (2) Fujiki, K., Nakajima, A., Tanabe, U. and Yasuda, N. 1978. *The 23rd Concilium Ophthalmologicum*. (Kyoto) Edited Shimizu, K. Excerpta Medica, Amsterdam, Elsevier. 1893-1896.
- (3) Yasuda, N. 1979. *Japanese Journal of Human Genetics* 24: 265-291.
- (4) 伊藤紳子, 安田徳一, 日本遺伝学会第51回大会, 昭54, 10, 13, 京都
- (5) Yasuda, N. The first Asia-Oceania Histocompatibility Workshop Conference. 昭54, 10, 23-26, 箱根。
- (6) 中島章, 安田徳一, 田辺歌子, 藤木慶子, 樺沢一之 日本人類遺伝学会第24回大会, 昭54. 11. 4, 東京。
- (7) J. Utsunomiya, M. Murata and M. Tanimura; *Cancer* 45: 198~205, 1980
- (8) 宇都宮譲二, 他, 村田紀: 癌と化学療法
- (9) 村田紀, 今泉洋子: 日本遺伝学会第51回大会, 昭和54年10月, 京都大学。
- (10) 村田紀: 日本人類遺伝学会第24回大会, 昭和54年11月, 日本都市センター

## (5) 生理病理研究部

### 概 況

本研究部は、人体の放射線症に関する病理学的概念を確立することを目的とし、細胞レベルから個体レベルに至る急性・慢性障害につき、細胞生物学的、免疫生物学的及び実験病理学的研究を行っている。又腫瘍治療の基礎となる研究にも携っているが、特別研究「放射線の晩発効果に関する調査研究」、サイクロトロンの医学利用に関する調査研究に深く関与している為、経常研究も特研の基礎的性格が強い。

生理第1研究室は、今年度も放射線キメラの免疫生物学に関する研究を経常研究として推進した。その結果、致死線量の放射線被曝後生き残っているT細胞によって、異系の提供者細胞に対する拒絶反応が起り得ることを証明した事は大きな成果である。又異系骨髄移植後の宿主の脾に含まれる抗宿主生活性の動力学を明らかにしたことも、統発症の発現と制御の面から重要な意義を持つと思われる。

生理第2研究室は、従来と同様組織培養を武器として種々の研究を進めた。渡部等は放医研に導入されたマイクログルオロメーター (FMF) を如何に使いこなすかについて大きな努力を重ね、遂に満足し得るデータを得ることに成功した。材料としては培養ヒト黒色腫細胞を用い、FMFによりG<sub>1</sub>、S及びG<sub>2</sub>+M期の細胞の百分率を求め、更に1000Rad照射が起すS保留及びG<sub>2</sub>阻害の存在を確認した。坪井等は前年度確立したTMT細胞株を用い、その*in vivo*における放射線感受性と放射線損傷からの回復能を調べた。その結果TMT細胞の対数増殖期には認められない回復能が、定常期では明らかに存在することを確認した。これは生体内における腫瘍の放射線抵抗性を説明する重要な知見である。大原等は低酸素細胞に対する放射線の効果を検索する為の新技法を編み出し、これにより中性子線の効果が低酸素細胞に有効なことを認めた。

病理第1研究室も又幾つかの異なった方向の研究を行った。大津等は従来より経続して来た胆道内視鏡による生検材料の病理学的研究を行い、その診断上の有用性を実証した。古瀬等はマウス黒色腫及び皮膚癌を材料とし、X線及び中性子線が腫瘍細胞の増殖に及ぼす影響を

検討した。黒色腫のX線照射に際して見られるG<sub>1</sub>ブロック様の変化は、皮膚癌や中性子線照射では見られない。崎山等は、固定細胞の上に生細胞を重層培養するという独自の技法により、細胞の膜表面における糖の動態につき研究を行い、これらの糖が一旦細胞中に取り込まれた後活性化した形で放出され、表面の糖構造中に組み込まれることを示した。

病理第2研究室では、フレンド白血病の進展を支配する要因について実験的に検討した。BC3F<sub>1</sub>マウスにフレンドウイルスを接種すると、その約30%は白血病が進展して死亡するが、残りは回復する。赤芽球増殖を高める様な処置は、死亡率を有意に増加させ、又T細胞機能及びマクロファージ機能が、フレンド白血病の進展を支配する要因となる事を知った。

昭和54年5月13~19日東京で開催された第6回国際放射線研究会議には、佐渡がプログラム委員会事務局として尽力した他、部員の多くが運営に協力した。又シンポジウム、一般講演等にも多くの発表がなされた。

人事面では生理第2研究室の岡田安弘が、4月米国NIHのアロンソン教授の下に留学したが、12月不幸病を得て帰国した。又病理第2研究室の安達志津子は、辞職して家庭に入った。(関 正利)

#### 1. 放射線キメラマウスの免疫生物学的研究

佐渡敏彦、武藤正弘、相沢志郎、久保えい子、神作仁子

生理第1研究室では、過去数年来、放射線キメラ(最近では骨髄キメラと呼ばれることが多い)マウスの免疫生物学に関する諸問題を経常研究の主要テーマとして研究を進めてきたが、そのねらいは免疫的不適合環境においてリンパ球が分化する場合に見られる免疫機能の回復不全の機構を明らかにすると共に、宿主型抗原に対する免疫トレランスの成立機序を解明することにある。今年度は、特に昨年度の報告で強く示唆された、提供者骨髄細胞に対する拒絶反応(HVG反応)の直接的証拠を得ることと、同種(異系)骨髄キメラマウスの脾に含まれる抗宿主活性の変動と第三者型同種抗原に対する免疫反応性の回復動態を明らかにすることに力を注いだ。

#### 1) 放射線抵抗性T細胞による抗提供者反応の証拠

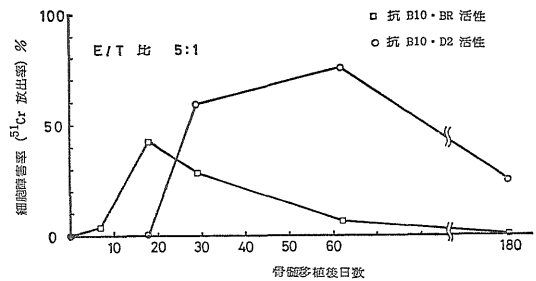
昨年度の報告で述べたように、致死量のγ線を全身照

射した C3Hf (H-2<sup>k</sup>) マウスに、比較的少数 (2×10<sup>6</sup>) の B6C3F<sub>1</sub> (H-2<sup>b/k</sup>) 由来の骨髓細胞を移入して得られる B6C3F<sub>1</sub>→C3Hf キメラでは、骨髓移入後はじめの1週間位は、脾重量及び脾の有核細胞数で見ると、同数の C3Hf 由来の骨髓細胞を移入した場合と殆んど差がないが、2週目に入った頃から、脾重量並びに脾の有核細胞数の減少を示す個体が見られるようになり、このような個体から得られる脾細胞には B6 (H-2<sup>b</sup>) 由来の標的細胞に対する細胞障害活性が認められる。今年度は、これらの脾細胞が示す B6 由来細胞に対する細胞障害活性が、宿主由来の T 細胞によることを確認するための実験を行った。

先づ、B6C3F<sub>1</sub>→C3Hf キメラを誘導後10日目に、個体別に脾細胞の浮遊液を作り、抗 H-2<sup>k</sup> 及び抗 H-2<sup>b</sup> 血清と蛍光標識ヤギ抗マウスガンマグロブリン抗体による間接蛍光抗体法により、これらの脾細胞の H-2 抗原の分布を調べた。その結果、B6C3F<sub>1</sub>→C3Hf キメラのうち、脾重量の減少を示した個体から得られた脾細胞の大部分 (>90%) が H-2<sup>k</sup> 陽性細胞で占められていて、H-2<sup>b</sup> 陽性細胞の割合は非常に少なく (4~20%)、しかもそれらの大部分 (~98%) が Thy 1.2 抗原陽性であることがわかった。これに対して脾重量の減少を示さなかった脾では 90% 以上の細胞が H-2<sup>b</sup> 及び H-2<sup>k</sup> 陽性で、それらが B6C3F<sub>1</sub> 由来の細胞であることを示した。そこで次の実験では、脾重量の減少を示したいくつかの個体から得られた脾細胞浮遊液をプールして、それらの細胞の一定数を、(a)抗 H-2<sup>k</sup> 血清+補体、(b)抗 H-2<sup>b</sup> 血清+補体、あるいは(c)正常マウス血清+補体で処理したあと、B6 由来の標的細胞に対する細胞障害活性を調べた。その結果、これらの脾細胞の B6 由来細胞に対する細胞障害活性は抗 H-2<sup>k</sup> 血清+補体処理によって完全に消失したが、抗 H-2<sup>b</sup> 血清+補体あるいは正常マウス血清+補体処理ではほとんど影響を受けないことがわかった。これらの実験結果から、B6C3F<sub>1</sub>→C3Hf キメラの脾に見られる B6 由来標的細胞に対する細胞障害活性は、宿主の生き残り T 細胞による抗提供者反応の結果であることが証明されたことになる。これらの結果は現在 Cellular Immunology 誌に印刷中である。

2) 同種骨髓キメラマウスの脾に含まれる抗宿主活性並びに第三者型同種抗原に対する反応性の検索

SPF 条件のもとで誘導された同種骨髓キメラマウスの脾細胞について、宿主型、提供者型及び第三者型リンパ球との混合リンパ球培養によって誘導される同種細胞に対する細胞障害活性を指標として、キメラマウスの脾に含まれる抗宿主活性並びに抗提供者活性の変動と第三者



第1図 B10→B10.BR キメラマウスの脾細胞の宿主型 (B10.BR) 及び第三者型 (B10.D2) 抗原に対する活性のカイネテックス

型同種抗原に対する反応性の回復動態を調べた。第1図は B10(H-2<sup>b</sup>)→B10.BR (H-2<sup>k</sup>) キメラの脾細胞の B10.BR (宿主型同種抗原) 及び B10.D2 (第三者型同種抗原) との混合リンパ球培養によって誘導された宿主型 (H-2<sup>k</sup>) 及び第三者型 (H-2<sup>d</sup>) 標的細胞に対する細胞障害活性の変動を示したものである。この結果から、SPF 条件で誘導された同種骨髓キメラでは統発症はほとんど発現しないけれども、それらの個体から得られる脾細胞と宿主型同種抗原との混合リンパ球培養により、骨髓移植後3週目頃をピークとして宿主型抗原に対する顕著な免疫活性が認められ、それが時間の経過と共にゆっくりと減衰していくのがわかる。骨髓移植に先立って抗 Thy 1.2 血清+補体処理によって提供者の骨髓細胞から T 細胞を除去しておくこと、このような抗宿主型の免疫活性は検出されなくなることもわかった。これらの結果と、普通飼育環境で誘導された同種骨髓キメラマウスで3週目の終り頃から統発症が発生し始め、大部分の個体が2ヶ月目の終り頃までに死亡する事実とを考えると、この方法で検出される抗宿主型の細胞障害活性が普通飼育環境での統発症の発生と深く関わっていることが示唆される。

一方、混合リンパ球培養によって検出される第三者型同種抗原に対する細胞障害活性は、骨髓移植後3週目頃から4週目にかけて急速に回復し、その後2ヶ月目にかけてややゆるい回復傾向を示したあと、徐々に減衰していくことがわかった。抗提供者型同種抗原に対する免疫活性はこれまでのところ、混合リンパ球培養によって検出することはできていない。

以上の実験結果から、同種骨髓移植後にキメラ個体の脾に含まれる抗宿主活性の変動及び第三者型同種抗原に対する免疫活性の回復動態についての概略がほぼ明らか

になったと思われる。

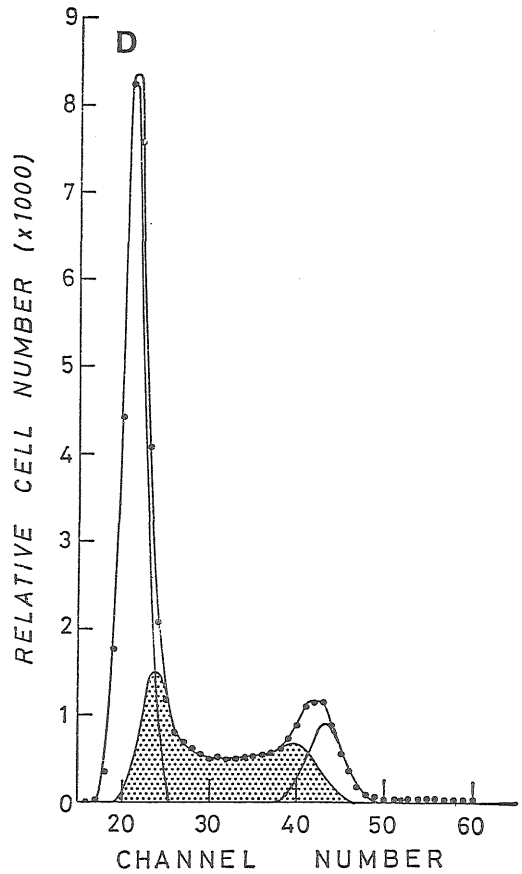
〔研究発表〕

- 1) 口頭発表
  - (1) 相沢, 佐渡, 神作, 久保: 日本免疫学会第9回総会 東京, (1979, 12, 5~7)
  - (2) Sado, T., S. Aizawa, and H. Kamisaku, : 6th Int. Cong. Radiat. Res., Tokyo (May 13-19, 1979)
- 2) 発表論文
  - (1) 佐渡, 相沢: 代謝 16, 臨時増刊号「免疫'79」, p. 45~53, 1979
  - (2) Sado, T., H. Kamisaku, and S. Aizawa: Cell. Immunol., 49, 51-63 (1980)
2. X線照射を受けた培養ヒト黒色腫細胞の FMF による動態解析

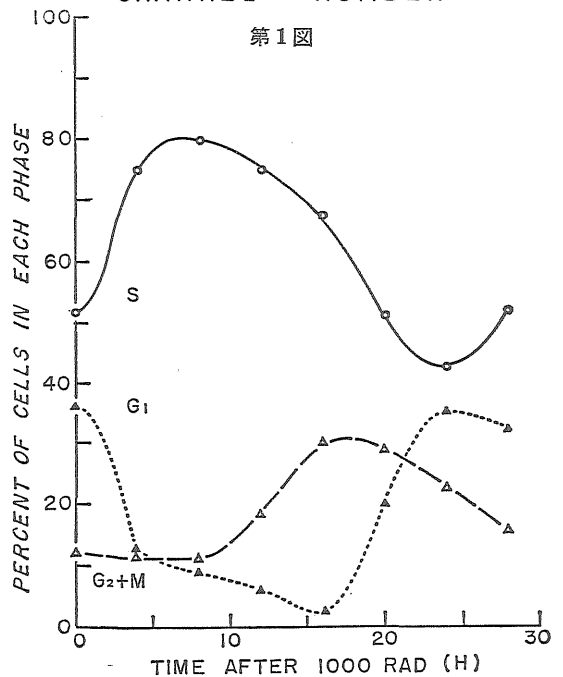
渡部郁雄, 野尻イチ, 福久健二郎\*

(\*技術部技術課)

細胞構成成分と特異的に結合する蛍光色素を細胞内に取り込ませた後層流の原理を利用して一列配列としてキューベット内を通過させ、その途中でレーザー光ビームによって色素を励起させ、生じる蛍光量を電氣的に増幅して波高分析器に記録する方法は約10年前から実用化の方向に進み始めた。これが Flow microfluorometer (FMF) とよばれる装置である。そこで DNA と特異的に結合する蛍光性色素を使用すれば細胞内 DNA 量とその量を保有する細胞数の関係をヒストグラムとして記録することができる。細胞内 DNA 量は体細胞の場合、 $G_1$  期で  $2C$ ,  $G_2$  おたび  $M$  期で  $4C$ ,  $S$  期は  $2C$  から  $4C$  の間に分布する。これらの事実から FMF にたつて記録される DNA ヒストグラムを解析することによつて細胞動態の解析を行うことが可能になる。装置自体が放型研に導入されたのは約4年前であるが、全く新しい概念にもとづく装置であり、その性能改善おたびデータ処理に多くの時間を費さざるをえなかったが今回初めて報告できるようになった。使用した細胞は培養されたヒト悪性黒色腫細胞 (HMV-1) で、1000 ラドの X 線照射を行った後4時間毎にプロピディウム・ヨウダイド染色を行い FMF によつて DNA ヒストグラムを得た。このデータを Fried の方法によつて電算機処理を行い  $G_1$ ,  $S$  おたび  $G_2+M$  期細胞の百分率を求めた。第1図に非照射群細胞のヒストグラムを示す。左側の第1ピークおたび右側の第2ピークはそれぞれ主として  $G_1$  おたび  $G_2+M$  期細胞からなり、両者の中間の分散点で示す領域が  $S$  期細胞である。1000 ラド照射後4時間毎の試料を同様に処理してえられた結果を第2図に示す。この結果から従来実験的に知られていた  $S$  保留おたび  $G_2$  阻害と一致する結論



第1図



第2図

がえられた。しかし更に重要なことは従来の実験的方法では解析することがほとんど不可能とみられていたS期中での細胞動態の特性が明らかになることであろう。これらの点については更に研究を進めて行きたい。

〔発表〕

渡部, 福久, 春日, 野尻: 第38回日本医学放射線学会, 東京 (1979.2)

### 3. 低酸素細胞に対する放射線の効果

大原弘, 五日市ひろみ, 御影文徳\*,

丸山隆司\*\* (\*臨床研究部, \*\*物理研究部)

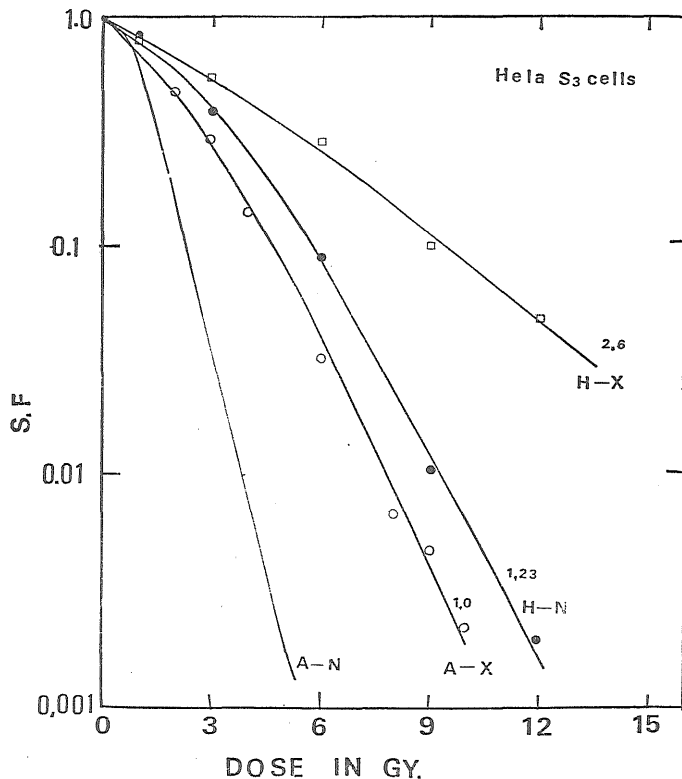
低酸素条件下にある細胞の放射線にたいする反応をしらべる方法として, 培養細胞の場合, HALL & LEHN ERT (1973) の考案による TUBE METHOD がある。ここではこの方法の有用性を試験してみた。

ヒーラS3細胞をF10HI培養液(10%牛血清添加)を用いて対数増殖期に導き, トリプシンで分散後,  $2 \times 10^6$ 細胞/mlの高濃度細胞液とその1/100濃度の細胞液を作製する。これらの細胞液を0.3mlずつ, 1ml用プラスチック製ピペットに封入後,  $37^\circ\text{C}$ で2~4時間インキュベートする。この間, 封入された細胞液は細胞の呼吸によって酸素を失ない。細胞は低酸素条件下におかれることになる。このように作られたプラスチック小管はその

まま200kVpのX線, または30MeV( $d^+n$ )反応による中性子線によって照射され, 照射後は開封して細胞の生残率をコロニー形成法によって検定した。低濃度細胞液の封入はこの条件では低酸素条件とはならず, したがって対照として用いられた。

結果は第1図に示す。すなわち, H-Xは高濃度細胞のX線に対する生残率曲線であり, 以下同様, H-Nは高濃度細胞の中性子線, また; A-Xは低濃度細胞のX線に対する反応である。高濃度すなわち低酸素条件下に置かれた細胞はX線に抵抗性であり, 曲線H-XのDo値はほぼ320Rとなる。この値は酸素の枯渇していない低濃度細胞の反応(Do値130R)と比較すると2.6倍の増加となる。この値から推定される細胞環境での酸素濃度は14,000Vppmとなる(Ohara & Inada, 1974)。一方, 中性子線照射による高濃度細胞の反応はH-N曲線で示されるように感受性に転じ, 曲線のDo値は150Rとなる。すなわち, 中性子線のOERは1.23となった。これらの結果から, 細胞の小管封入法が簡便な低酸素条件を作り出すのにたい方法であること, また, 中性子線の効果は低酸素細胞に有効であることを示唆した。

〔未発表〕



第1図



#### 4. TMT 細胞の放射線感受性と放射線損傷回復

坪井篤, 岡本美恵子\*, 早田勇\*\*, 土屋武彦\*

(\*産業医大, \*\*放医研障基)

TMT 細胞はマウス乳ガン由来のMM46腹水腫瘍から樹立したものであり, そして, この細胞は *in vitro* でも *in vivo* でも増殖しうる性質を持っている。昨年, 我々はこの細胞の *in vivo* における放射線感受性が *in vitro* のそれよりも抵抗性であること, そして, *in vivo* における細胞の放射線感受性が細胞の増殖にもなって変化することなどを報告した。

本報は *in vivo* における胞細増殖依存の放射線感受性の変化と放射線による細胞損傷の回復との関係が述べられる。

$10^5$  個の TMT 細胞が C3H マウスの腹腔に移植されると, 細胞の対数増殖がたたちに始まり, 移植後 6~7 日にはその増殖は定常期に達する。この細胞を持ったマウスに一回または二分割の X 線が細胞移植後の日数を変えて照射されて, *in vivo* における TMT 細胞の放射線損傷にたいする回復能がしらべられた。

対数増殖期の TMT 細胞においては, 一回の放射線照射後に生じる回復能が認められなかったが, 定常期においては, その回復能が明らかに認められた。また, 二分割照射にたって検出される TMT 細胞の *in vivo* における回復能, 特に定常期における回復能は対数増殖期のそれより約 5 倍も高い値を示した。これらの事実は *in vivo* における TMT 細胞の放射線感受性が定常期に抵抗性を示すと云う現象の一部を説明しているように思われる。

(1) 坪井, 松井, 早田, 土屋: 第 6 回 ICRR 東京, (1976. 5月)

(2) 松井, 坪井, 早田, 土屋, 第 22 回: 日本放射線影響学会, 大阪 (1979. 11月)

#### 5. 胆道内視鏡内採取による生検の有用性

大津裕司, 野田攸子

西村 明 (千葉県がんセンター・消化器科)

日浦利明 (船橋中央病院・外科)

胆石症において, 内視鏡が胆道炎診断及び結石除去に有用であること, 及び総胆管の炎症所見について, 内視鏡的にも, 病理組織学的にも一致することを確め報告してきた。次に胆石症の胆管炎は臍上部より 12 指腸側の方が強い傾向が内視鏡的にみられたので, 今回内視鏡下に生検を試み, 組織学的結果との相関性を追求した。

症例数は胆石症の 24 歳から 76 歳までの男・女 (11:16) 27 である。

まず生検標本が診断可能であるか, 標本の大きさを調べると 2/3 以上の症例で粘膜から筋層にかけて標本が採

取されており, 炎症性細胞浸潤は大部分が筋層までであることを考え合せると, この採取方法が十分有用であることが確かめられた。

この標本を炎症の強さによって, 正常, 軽度, 中等度, 高度の 4 段階に分類して, 臍上部総胆管所見と末端部総胆管所見とを比較すると, 軽度以上の炎症を有する症例は 66.7% 及び 94.4% と末端部総胆管に多く, さらに末端部総胆管の方が炎症所見の強い症例は 37.0% である。この結果は内視鏡所見とも一致した。

さらに 2 例ではあるが内視鏡的生検により癌と確診できた。

以上, 内視鏡的生検により, 総胆管の炎症及び癌巢の状態が把握され, 患者の治療に役立てることができていることを確かめた。

【発 表】

(1) 日浦, 西村, 大津, 第 65 回日本消化器病学会, 東京 (1979. 4)

(2) 日浦, 西村, 大津, 第 21 回日本消化器内視鏡学会, 東京 (1979. 4)

3. Nishimura, A., Otsu H. and Hiura. T. Endoscopy 11, 28-35, 1979

4. Nishimura, A., Otsu H. and Hiura T. Endoscopy 12, 23-29, 1980

#### 6. 細胞培養上清中に放出される糖転移活性について 崎山比早子, 安川美恵子, 寺島東洋三

細胞が悪性変換をおこすと細胞の種々の性質が変化することは良く知られている。中でも細胞膜に起こる変化は, 膜が外界との情報伝達にはたす役割の大きさからみて, 人々の注目する所である。細胞膜成分のうち, 糖蛋白, 糖脂質のあるものは細胞の悪性変換によって消失したり, 減少したり, 又, 糖鎖の短かいものが出来たりする。細胞表面における糖蛋白及び糖脂質の糖鎖延長の機構は良く知られていないので我々はここに注目した。糖の受容体としてグルタルアルデヒドで固定し脂質を抽出した細胞を, 供与体として生細胞を使用する。生細胞を固定細胞の上に接種し, 放射能で標識された糖の存在下で培養する。この実験系を使用して我々は生細胞に一たん取り込まれた糖が生細胞から固定細胞の蛋白に移されることを明らかにした。しかしこれはいわゆる細胞表面の糖転移酵素によって移されるものではないらしいことも示した。

固定細胞への糖転移は生細胞と固定細胞が直接接触していない場合にも見出しされる。すなわち, ラベルされたグルコサミン, フコース, マンノース等の存在下で培養した細胞の培養上清中に固定細胞を入れて 37°C に孵

置すると、やはり固定細胞に放射性物質が移行する。移行した物質は界面活性剤 (SDS, デオキシコレート等) によっても固定細胞から可溶化されないが、トリプシンによって可溶化される。また培養上清中に存在する糖転移活性は、熱トリプシン, 界面活性剤 (SDS・デオキシコレート), メルカプトエタノール処理によって不活化される。さらにその移行は温度依存性である。糖転移活性と基質である糖はともに 105,000G の上清にあるが透析不能であり、ともに蔗糖密度勾配の上のせ遠心すると牛血清アルブミンと同程度の位置に沈降する。以上のような所見から、以下のことが推測される。①ラベルされた糖は細胞中に取り込まれ、活性化された形で培養液中に放出される。②それはやはり培養液中に放出される酵素様の物質により固定細胞に結合される。③活性化された糖は又クレオチド糖ではない。現在この基質と酵素の分離固定を急いでいる。

#### 〔研究発表〕

- (1) 崎山比早子, 寺島東洋三. 第38回 日本癌学会総会 (東京) 1979.
- (2) H. Sakiyama, H. Otsu and S. Kanegasaki. J. Cell Biol. 81, 498-509, 1979.
- (3) 崎山比早子. ウィルス 29, 19-30, 1979.

#### 7. 2つのマウス可移植性腫瘍にみられた放射線照射後の $^3\text{H}$ -TdR とり込みの差異

古瀬 健, 野田 俊子

〔目的〕 in vivo 腫瘍において Cell cycle, Growth fraction, Cell loss factor などの増殖のパラメータは腫瘍治療の指針を与えるものとし増え重要性を加えつつある。ここでは放射線感受性の異なるマウス黒色腫と皮膚癌の二系の腫瘍について増殖のパラメータとそれに及ぼす放射線の効果を比較検討した。

〔方法〕 材料はマウス黒色腫 B16-XI とマウス皮膚癌の二系でいずれも C57BL/6, 皮下に移植継代したものをを用いた。照射はX線が 200KV, 20mA, 0.5Cu + 0.5Al。速中性子線はバンデグラフで加速された 2.8 MeV の Deuteron を  $^9\text{Be}$  のターゲットにあてて得た平均エネルギー 2.03MeV の速中性子線 (飛程平均 LET = 45KeV/ $\mu$ ) を用いた。また 30 $\mu\text{Ci}$ ~50 $\mu\text{Ci}$ /匹の  $^3\text{H}$  チミジンでパルスラベルし、オートラジオグラフィで得た分裂細胞の標識率から Cell cycle を得た。また照射した腫瘍への  $^3\text{H}$  チミジンのとり込みも経時的にみた。これは標識率から  $G_1$  期に対する影響をみるためである。腫瘍増殖速度は腫瘍の直角三方向の径をノギスで測定して得た。

〔結果〕 二つの腫瘍の増殖パラメーターは第1表

第1表

腫瘍	$T_c$	$T_{G_1+}$ $1/2T_M$	$T_T$	$T_{G_2+}$ $1/2T_M$	DT	GF	C.L
	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)		
B16-XI	16.7	5.8	9.4	1.5	31	0.7	0.57
皮膚癌	15.5	5.6	6.7	3.2	25.4	0.9	0.35

の如くであった。

X線照射後の経時的な標識率の変動をみると B16-XI では 1,000 R 照射後 1 時間で 40% から 33% まで低下し、さらに 6 時間で 18% に達した。分裂指数は照射後 3 時間で、1% まで下った。前の変化は  $G_1$ -block 後の変化は  $G_2$ -block の存在を示唆している。一方皮膚癌では  $G_2$ -block は認められたが、 $G_1$ -block を示す標識率の低下は認められなかった。

また、速中性子線は 207rad ではいずれの腫瘍に対しても  $G_1$ -block を起きなかった。マウス黒色腫 B16-XI に認められたX線による  $G_1$ -block がX線 (低 LET 放射線) に対する抵抗性と何らかの関連があるのか、高感受性の速中性子線 (高 LET 放射線) で  $G_1$ -block が認められなかった点との相関において検討を進めたい。

〔発表〕 古瀬, 野田, 第22回日本放射線影響学会, 大阪, 1979. 11

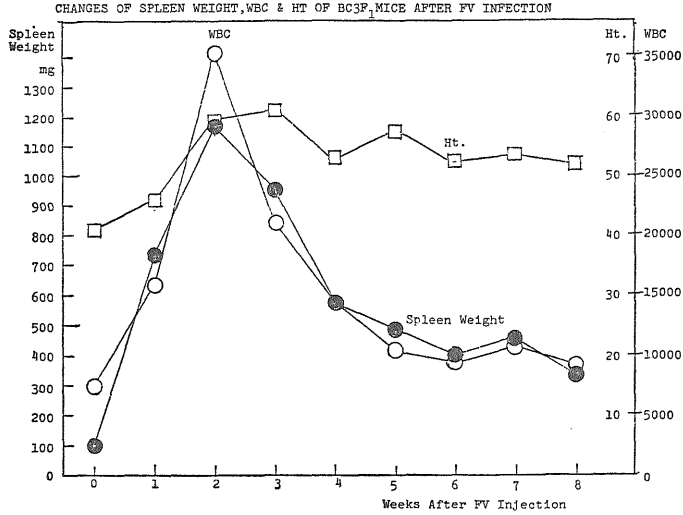
#### 8. フレンド白血病の実験的研究

吉田和子, 西村まゆみ, 関 正利

〔目的〕 放射線白血病の多くが腫瘍性ウイルスの誘導を介して発生することは良く知られている。しかし、このウイルスの誘導機構、ウイルスと造血幹細胞との関わり合い、更に感染した幹細胞からどの様にして白血病迄発展するか等については、殆んど知られていない。恐らくその間には幾多の生体統御機構が介在し、白血病発症を支配するものと考えられる。この点を実験病理学的に解明することが、本研究の目的である。

〔研究経過〕 以上の様な観点から我々は FV に罹患した C3H マウス ( $F_v-2^s/F_v-2^s$ ) の骨髓細胞を  $BC_3F_1$  マウナ ( $F_v-2^r/F_v-2^r$ ) へ移植すると一過性に白血病様病変を起こすが、70% のマウスは、ほぼ完全に回復することを見出した。この様なマウスの脾のホモジネートした上清を  $C_3H$  マウスへ注入した場合、フレンド白血病の発症は 2 週までの脾では認められるが、その後の脾ホモジネートでは発症しない。 $BC_3F_1$  で起るフレンド白血病様の細胞増殖は宿主型であることが前年度までに明らかになった。今年度は、この様な現象が FV のみでも生ずる事、そして、この様な自然退縮のメカニズムを検索すると共に、この様なマウスにおいて腫瘍として発展させる因子について検索を行った。

〔結果〕 一定量の FV を  $BC_3F_1$  へ注入すると第



第1図

第1表 Development of Friend Leukemia in BC3F<sub>1</sub> MICE (I)

Treatment	Number of Mice	Leukemia	
		No. of Mice	Incidence
No	28	8	28.6%
Phenylhydrazine (1.6mg/mouse) 2 weeks after FV inj.	10	6	60.0%
Phenylhydrazine (1.6mg/mouse) 3 weeks after FV inj.	10	3	30.0%
Bleeding (0.1ml) 2 Weeks after FV inj.	10	6	60.0%
Bleeding (0.1ml) 3 weeks after FV inj.	11	4	36.4%
Endotoxine (Typhus vaccine, 0.1ml/mouse) 2 weeks after FV inj.	9	2	22.2%
Endotoxine (Thyphus vaccine, 0.1ml/mouse) 3 weeks after FV inj.	11	4	36.4%

Note: Observation is performed more than 382 days.

1図に示す様に末梢白血球数と脾重量は急速に2週まで増加するが、その後急速に減少し、FV感染後5週ではほぼ一定になる。この様なマウスの脾の病理組織標本を観察すると、感染後1週の脾のリンパ胞周囲には墨粒貪喰能を有するマクローフェージュ層が認められるが、2週ではほとんど認められなくなる。しかし、脾重量が減少する3週より再びマクローフェージュは増加しはじめ、8週でも顕著な増加が認められる。これらの結果より、

第2表 Development of Friend Leukemia in BC3F<sub>1</sub> MICE (II)

Treatment	Number of Mice	Leukemia	
		No. of Mice	Incidence
Transfusion of F <sub>1</sub> BM cells (2×10 <sup>6</sup> ) 4 weeks before FV inject.	13	7	54%
Thymectomy 8 Weeks before FV inject.	6	5	83%
Thymectomy Transfusion of F <sub>1</sub> BM cells (2×10 <sup>6</sup> ) 4 weeks before FV inject.	11	9	82%
Thymectomy Transfusion of F <sub>1</sub> BM cells (2×10 <sup>6</sup> ) 12 weeks before FV inject.	8	8	100%
Thymectomy Transfusion of C3H BM cells (2×10 <sup>6</sup> ) 12 weeks before FV inject.	4	4	100%

Note: Observation is performed more than 140 days.

BC<sub>3</sub>F<sub>1</sub> マウスにおけるフレンド白血病の進展にマクローフェージュが関与している事が示唆されるので、カラギナンを静注してマクローフェージュの貪喰機能をブロックし、FVの感染を行った。脾重量は、未処置のものより急速に増加し、1週間で約50%のマウスは白血病細胞の急速な増加による脾破裂で死亡した。以上の事より、FVによる白血病発症に関してはBC<sub>3</sub>F<sub>1</sub>のマクローフェージュが抑制的に働くことが明らかになった。又、一たんFVに感染し自然退縮したマウスは2度とFVに感

染しない事から、この様な現象には免疫機構が関与している事も考えられる。そこで  $BC_3F_1$  をいわゆる B-マウスにし、FV を感染させた。第2表に示す様に B-マウスにして、4週後に FV を感染させた群では 80%、12週後に感染させたものでは 100% の白血病の進展が認められた。

次にこの様な自然退縮をとるマウスに赤芽球系造血と顆粒球系造血を亢進させる処置を行った。第3表に示す様に赤芽球系造血を亢進させるフェニールヒドラジン、放血の処置を脾重量がピークである2週に行うと白血病の進展は約2倍に増加したが、3週では効果が認められなかった。一方、顆粒球系造血を亢進させる処置 (Endo-

toxine) では何の効果も認められなかった。

以上の結果より、 $BC_3F_1$  マウスの FV 感染後の自然退縮のメカニズムには、宿主のマクロファージが関与すると共に、 $BC_3F_1$  は  $Fv-2^s/Fv-2^r$  である為、FV に対する免疫が成立して自然退縮すると考えられる。又、宿主が FV の活発な産生を行わなくなり、フレンド白血病細胞の増殖が最大である時点で、更に BFU-E、CFU-E を増加させる様な処置を行うと、フレンド白血病として進展することも確認された。

#### 〔研究発表〕

吉田 関、第69回日本病理学会総会、札幌 (1980、7月)

## (6) 障 害 基 礎 研 究 部

### 概 況

本研究部は、放射線の人体に対する障害、許容量、障害の予防等に関連する調査研究を行い、とくに身体的障害の予防対策上必要と考えられる問題に関する基礎的資料を得ることを目的としている。本年度各研究室において実施された研究内容は以下の通りである。なお、昭和51年度に発足した内部被曝実験準備室においては、特別研究「低レベル放射線の人体に対する危険度の推定に関する調査研究」のなかで内部被曝の障害評価に関する調査研究に研究室全体が取りこんでいる。その研究内容については特別研究の項に示されている通りである。

第1研究室：放射線によって惹起される代謝障害とその修飾に関して細胞個体の各レベルにおける研究が行われている。細胞レベルでは、a) ラットの肝、小腸上皮、脳各細胞膜におけるアデニルサイクラーゼに対する効果を、b) 粒球造血系への影響については抗粒球血清の造血幹細胞に対する防護効果の機構を、それぞれ検討した。また、本年度より粒球造血系に対する効果の *in vitro* 解析システムの確立を旨として予備的な実験が実施された。個体レベルでは、頭部部分照射における抗癌剤の増感作用について、プレオマイシンの効果が検討された。さらに、本年度から新たに放射線感受性の人種差についての研究が計画され、感受性に関与すると考えられる生理学的ならびに医化学的指標についての文献調査が開始された。

第2研究室：発育期の照射による持続性および晩発性

障害について、特に今年度は胎生期から幼若期に照射された個体の小脳における持続性障害に重点をおいて研究が進められた。まず、a) 障害の定量化を旨として定量形態学的方法の検討が行われ、さらに、b) この方法を用いて 600 R 照射  $B6C3F_1$  雄マウスの60日齢における小脳の変化を対照マウスと比較検討した。その結果、顆粒層の体積の減少、顆粒細胞数の著明な減少、プルキニエ細胞の配列の大きな攪乱など組織構築の著しい乱れが生ずることを明らかにした。

第3研究室：中枢神経系に対する放射線の影響に関する研究および放射線障害の細胞遺伝学的研究がそれぞれ独立のグループによって進められた。前者については、視覚誘導電位への効果と、周生期に X 線照射された加齢マウスの脳波の変化が検討され、後者については、被曝例の染色体異常の追跡研究、特にビキニ被災例の被曝後 24~25年の観察に重点をおいて検索が行われた。その他、白血病の染色体解析および先天性異常個体の染色体調査が本年度も継続して実施された。

第4研究室：内部被曝の特異性に関する研究については、先年度来継続してきたマウスを用いた4価プルトニウムイオンの創傷汚染実験が一応終了した。そこで本年度は、これら実験の総括として、組織の Pu 量の定量値の再評価を行うとともに全身凍結片マイクロオートラジオグラフィー資料による Pu の分布様式を詳細に検討し、両者から Pu の生体内での動態を10項目の結論としてまとめた。

本年度は研究成果の発表も活潑に行われ、5月に東京

で開催された第6回国際放射線研究会議に研究者全員が出席し、8名がそれぞれ研究成果を報告した。また、1月14、15両日京都で開かれた日本、スウェーデン放射線発がんセミナーに佐々木俊作、早田 勇の両名が招かれ研究発表を行うとともに討議に参加した。その他、国内関係諸学会においても多数の研究発表が行われた(職員研究発表表参照)。

人事面では4月1日付で障害基礎第2研究室に福津久美子が、内部被曝実験準備室に宮本勝宏、飯田治三両名がそれぞれ新規採用となった。9月14日には障害基礎第3研究室福田敬子が退職し、同16日付で障害臨床研究部障害臨床第1研究室から早田 勇が同第3研究室に配置換となり、また、10月25日には田中 薫が障害基礎第1研究室に新規採用となった。(石原隆昭)

### 1. 放射線による代謝障害とその修飾に関する研究

小林定喜, 完倉孝子, 小島栄一, 青木芳朗\*

田中薫, 植草豊子, 村松晋\*\*, 西野陽子\*\*

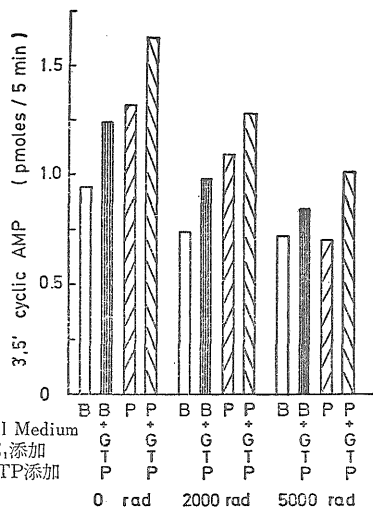
(\*病院部, \*\*研究生)

放射線被曝によって生ずる種々の代謝障害は、それぞれの代謝に関与する器官や組織系に属する細胞自体の機能変化と、細胞数の量的変化とに起因すると考えられる。本研究は主としてハツカネズミとシロネズミを用いて、被曝によって惹起される代謝障害を、細胞膜、細胞、栓球造血系及び個体のレベルで追求し、放射線被曝による急性ならびに亜急性の障害発現の機作を解明すること、障害の評価に役立ち得る生物学的、医化学的指標を確立すること、ならびに、障害の程度を修飾する生理学的、生化学的因子についてその効果を検討してその作用機序を明らかにすることを目的としている。

### 【経 過】

先年度に引き続き、細胞膜及び細胞レベルでは膜の情報伝達系について、組織系レベルでは栓球造血系について、個体レベルでは頭部(全脳)の部分照射について研究が進められた。膜の情報系に関しては昨年度において細胞膜アデニルサイクラーゼの分子量を決定したが、本年はシロネズミの各種の臓器細胞膜における本酵素の放射線感受性を比較した。栓球造血系に関しては、先に抗栓球血清(ATS)を照射前にハツカネズミに投与した時の造血幹細胞動態を検討したが、本年度は照射後投与による動態を追求した。又、栓球造血系のin vitro培養法についての検討を開始した。個体レベルに関してはハツカネズミの頭部部分照射に対するBleomycinの増感効果を、昨年の照射後投与での検討に引き続き、本年度は照射前投与の効果について検討した。

### 【成 果】



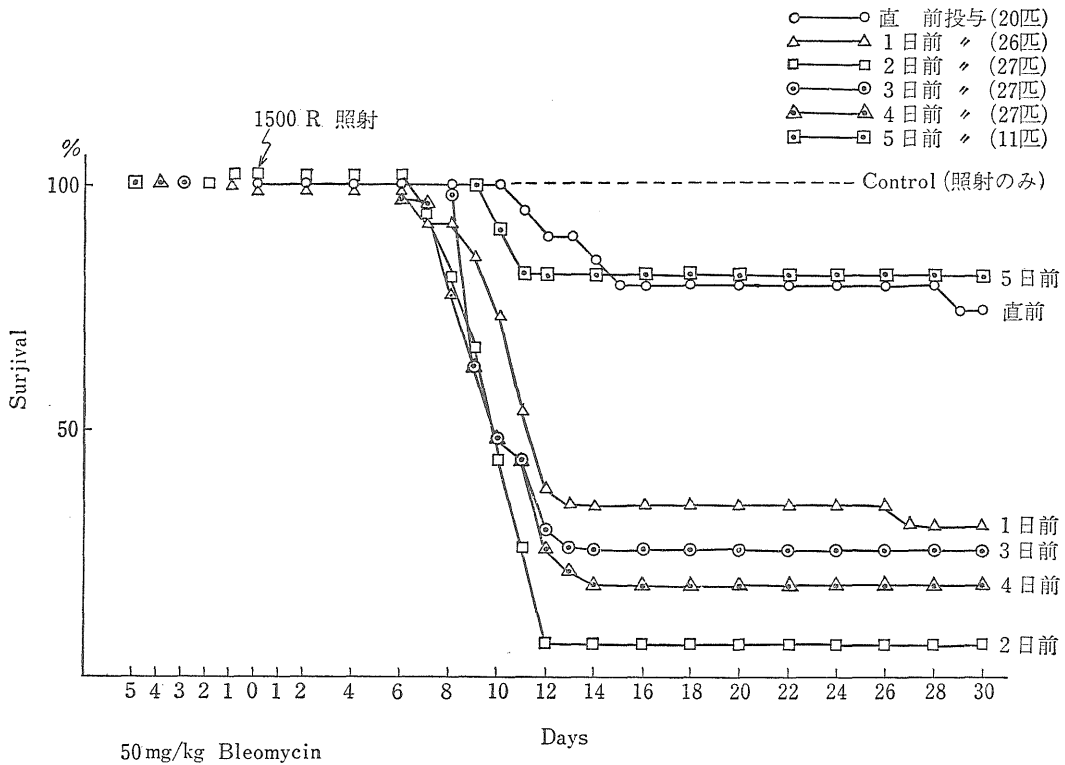
第1図 60Co線照射後の小腸粘膜上皮細胞形質膜のアデニルサイクラーゼ活性

(a)シロネズミ肝細胞膜アデニルサイクラーゼに対する放射線の作用。

シロネズミの肝、小腸粘膜上皮及び、脳の細胞より Neville の方法に従って細胞膜を精製し、これを0°CにおいてCo-60γ線で照射した。GTP, グルカゴン, エピネフリン, プロスタグランジン(PGE<sub>1</sub>), NaFなどのエフェクターを照射後添加してから活性を測定したが、これらのエフェクターによって、放射線による酵素活性低下は影響を受けない。小腸粘膜上皮細胞膜では2000rad, 5000radで線量に依存した活性低下があるが、GTP, PGE<sub>1</sub>添加によりこの活性低下に差がない。(図1)リセプターアデニルサイクラーゼ系の放射線感受性は、リセプターやトランスドューサーではなく、アデニルサイクラーゼ自体に依存すると結論される。

### (b) 栓球造血系

ハツカネズミの造血幹細胞Populationの照射後の回復へのATSによる影響を解明する為、X線650R照射後30分にATSを投与し、その骨髓細胞と脾細胞をDonorとして照射後の外因性CFUsの変化を追跡した。骨髓細胞CFUsでは、Controlの照射後5日に対して、照射後1日より回復が始まり、Controlと同じ1.2日のDoubling timeで、9日において正常値の10%レベルまで増加する。Controlは12日まで増加して止る。脾細胞のCFUsでは、照射後2時間から2日まで、正常値の約0.1%レ



第2図 プレオマイシン (Bleomycin) 投与 に、頭部にX線照射されたマウスの生存率

ベルで Control と差がないが、3日から Control に先立って増殖を始める。Cellularity についても ATS 処理群は Control より回復が早い。ハツカネズミについてX線720R照射直後にATSを投与すると、30日生存率はControlの20%に対して65.5%と上昇する。これらの結果から、照射直後のATS投与によって造血幹細胞 Population の回復が促進され、それが生存率に反映されると結論される。

in vitro 系については、ハツカネズミ骨髓の巨核球コロニー形成法を Mizoguchi 等の方法 (Exp. Hemat 7, 345, 1979) を基本としてハツカネズミの系統や培養条件による影響を検討した。

(c) 個体レベル—頭部部分照射における抗癌剤の増感作用

脳腫瘍治療において放射線との併用療法として用いられる抗癌剤 Bleomycin の障害作用をハツカネズミの致死を指標として検討した。ハツカネズミ頭部 (全脳) をネプタール麻酔下で1500 rad 照射するが、照射直前、及び1, 2, 3, 4, 5日前に Bleomycin を50mg/体重kg量を1回、皮下注射投与する。いずれの群においても、有意な Bleomycin の増感効果が認められ、特に投与後1

日から5日に照射の群で、Bleomycinの効果が著しい(図2)。照射直前投与群の効果が低い点は再検討を要するが、全般的に、照射後投与の場合と対称的なパターンであって、X線とBleomycinが障害因子として相互に同じように干渉し合っていると結論される。

〔研究発表〕

- (1) 完倉, 中尾: 日本放射線影響学会, 第22回大会大阪 (1979. 11)
- (2) 小島: 日本放射線影響学会, 第22回大会, 大阪 (1979. 11)
- (3) 青木: 第37回日本放射線医学会, 東京 (1979. 3)  
第38回日本放射線医学会, 仙台 (1980. 5)

2. 放射線感受性の人種差についての研究

小林定喜, 完倉孝子, 小島栄一, 青木芳朗\*  
田中 薫 (\*病院部)

〔目的〕

実験動物においては種 (Species) や、あるいは同一種内での系統 (Strain) によって放射線感受性に差異があることが知られている。これに類似してヒトにおいても、人種 (Race…亜種に相当する) による放射線感受性の差異がある。本調査研究においては人間生物学の立場か

ら、ヒトにおける放射線の危険度推定に資することを目的として、放射線感受性、及び放射線感受性に関係した生理学的因子等の人種差について資料を収集、解析する。

〔経過〕

昭和54年度より新規研究課題として調査を開始した。

〔成果〕

放射線感受性に関与することが知られている各種の生理学的及び医化学的指標について人種毎のデータ報告例の収集に努めた。放射線の危険度推定については特に、自然発癌頻度の人種差に関する疫学的調査資料と、原子力施設事故等による各種の放射線被曝集団に関する疫学調査資料に基づいて、疫学調査上問題となる種々の要因について検討した。

〔研究発表〕

(1) 小林：第18回原子力総合シンポジウム，東京（1980.2）

3. 発育期の照射による持続性障害および晩発性障害に関する研究

佐々木俊作，佐藤文昭，川島直行，福津久美子

〔目的〕

胎生期から幼若期にかけての発育期は、各種臓器において細胞の増殖と分化を基盤として組織形成と機能的発達が進捗すること、ならびに内分泌系や免疫系などの全身的調節機構の発達と逐次的変化が起りつつあることにより特徴付けられる。このような時期の照射は成体への照射とは異質の障害をもたらす。本研究は、発育期の照射による持続性障害と晩発性障害について理解を深めることを目的とする。

〔経過〕 昭和53年度までは、この研究は「各種照射様式による哺乳動物の身体的障害評価に関する基礎的研究」の一部として含まれていたが54年度から独立の課題となった。これまでは主として腎糸球体に対する持続性障害と晩発性障害に関する研究が行われて来た。54年

度から新たに小脳の持続性障害に関する研究が開始されたのでこれについて述べる。

〔成果〕 I. 定量形態学的方法の検討。まず最初に何をどのようにして測定するかについて検討を加えた。(a)細胞数：プルキニエ細胞数と顆粒細胞数を第3小葉と第8小葉について測定した。正常な小脳ではプルキニエ細胞は分子層と顆粒層の間に一列に配列したシート状の細胞層を形成しているの、細胞層の面積と単位面積当りの細胞数（面密度）から求めることができる。細胞層の面積は、矢状方向の等間隔（200 $\mu$ 間隔）断続切片における細胞層の長さから求めた。面密度は断面における細胞層の単位長さ当りの細胞数（線密度）から求めた。これらの測定は全て顕微鏡写真を用いて行った。なお矢状方向断続切片は約30枚となる。胎生期や新生期に照射を受けた小脳では、プルキニエ細胞はシート状に配列せず顆粒層の中に散在している。この場合には上記の方法は適用できないので、顆粒層の体積と単位体積当りの細胞数から求めた。体積の測定には等間隔断続切片を用いた。単位体積当りの細胞数は断面単位面積当りの細胞数と細胞の平均断面積から求めた。次に顆粒細胞数の測定は、顆粒層の体積と単位体積当りの細胞数を求める方法によった。(b)組織構築の攪乱：上述のようにプルキニエ細胞はその存在部位が照射により異常となる。異常部位に存在する細胞の全細胞の中で占める割合を組織構築攪乱の示標とした。顆粒細胞の配列にも異常が認められるが、これを定量的に表現する適切な方法はまだ見出されていない。またプルキニエ細胞と顆粒細胞との線維結合に見られる異常をどのように表現するかということも今後の課題である。

II. 新生期にガンマ線を照射されたマウスの小脳への定量形態学的方法の適用：出生当日に<sup>137</sup>Csガンマ線を600R照射されたB6C3F<sub>1</sub>雄マウスおよび対照マウスを60日令に殺し、小脳について定量形態学的検討を行った。対照群、照射群共に4個体ずつ測定した。結果の要点を第

第1表 出生当日のマウスへのガンマ線 600R照射による小脳の持続性障害 (B6C3F<sub>1</sub>, 雄60日令)

	第3小葉		第8小葉	
	対 照 群	照 射 群	対 照 群	照 射 群
1. 顆粒層の体積 (mm <sup>3</sup> )	0.404 (0.033)	0.246 (0.023)	0.829 (0.022)	0.463 (0.031)
2. 顆粒細胞数 (10 <sup>6</sup> )	1.551 (0.088)	0.299 (0.081)	2.958 (0.150)	1.028 (0.108)
3. プルキニエ細胞数 (10 <sup>3</sup> )	5.79 (0.23)	5.88 (0.23)	9.41 (0.35)	8.66 (0.53)
4. 異常な位置に存在する プルキニエ細胞の割合	0%	87.2% (856/982)	0%	40.4% (239/591)

- 1) 1~3.の測定値は対照群、照射群それぞれ4個体についての平均である。( )内は標準誤差を表わす。  
2) 4.の数値は4個体についての測定値を合したものである。

1表に示す。顆粒層の体積は第3, 第8小葉共に大幅に縮小していた。これに加えて単位体積当りの細胞数が減り, 全顆粒細胞数は著明に減少していることが明らかにされた。第3小葉における減少の方が第8小葉のそれよりも程度が大きかった。顆粒細胞数の減少は放射線による細胞死と増殖抑制に起因すると考えられる。一方, プルキニエ細胞数は600R照射しても全く減少しないことが証明された。しかしプルキニエ細胞の配列は大きく攪乱していた。

従来「胎児期や新生期の放射線照射は発育抑制を起す」という言葉で, この時期の放射線照射による影響が表現されて来た。確かに外見上は, 新生期に照射を受けた小脳はサイズが小さいのみで奇形は見られない。しかし上に述べたように, 組織構築は著しく乱されているのである。これをまとめて表現するのに「発育抑制」では不十分であり, 「持続性障害」と呼ぶ方がより適切と考える。今後, 新たな解析方法を導入または開発しつつ, 持続性障害についての研究を深めて行く予定である。

〔研究発表〕 佐々木, 川島: 日本放射線影響学会第22回大会, 大阪(1979.11)

#### 4. 中枢神経系に及ぼす放射線の影響に関する研究

南沢武, 山本邦子, 福田敬子

中枢神経系への放射線の晩発効果について, 電気生理学的手法により検討を行っている。

##### (a) 視覚誘発電位への効果

脳のかなりの部位の電気活動性を表現している視覚誘発電位(averaged evoked potential, AEP)の遅波(ⅣとⅤ)の振幅が, 比較的低線量(300R)のX線照射により, 10~25ヶ月の長期間にわたり徐々に減少することを認めた。本年度は, 300RのX線を脳の半側に照射された成体家兔のAEPの変化およびその回復能力について研究を行った。すでに報告しているように閃光刺激による誘発電位をコンピューターで200回加算, 平均し, X-Yレコーダーに記録しAEPを得た。単一刺激の他にこれと110, 220, 500, 750msecの各間隔をおいた二発閃光刺激も用いた。単一刺激については, 従来と同様AEPの各波形の振幅と頂点潜時の測定を行った。二発刺激の場合には, 各刺激間隔について初回刺激(条件刺激 $R_1$ )によるAEPに対する2回目刺激(テスト刺激,  $R_2$ )のAEPの各波形の振幅と頂点潜時の回復能力( $R_2/R_1$ )をsubtraction法により調べた。①AEPの遅波成分(ⅣとⅤ)の波の振幅は, 照射後時間の経過と共に徐々に減少した。非照射側と照射側との間に相違はみられなかった。②ⅣとⅤの波の振幅の $R_2/R_1$ は, 220msec間隔の場合, 照射後増加した。両側間で相違は示されなかつ

た。Ⅲ, Ⅳ, Ⅴの波の頂点潜時の $R_2/R_1$ は余り変化しなかった。以上の結果は, 脳幹全体としては照射により電気活動性が抑制されるが, 一部の神経細胞の興奮性は異常に高まることを示唆している。詳細について分析を行っている。

##### (b) 周生期にX線を照射された加齢マウスの脳波(EEG)の変化

胎児期(妊娠17日, 17dpc), 出生した日(0日, 0dpp), 生後7日目(7dpp), 35日目(35dpp), 105日目(105dpp)に300RのX線を全身に照射された24~26ヶ月齢のマウスの大脳皮質に脳波記録用の電極を慢性的に埋設し, 手術回復後, 無拘束の状態でEEGを午前中約3時間(10時~1時), 週に1~2回, 5mm/secのスピードで流れる記録紙上に記録し, 視察によりその波形を分析した。EEGは低電位速波(覚醒, W), 高電位遅波(睡眠, S)と迷説睡眠(paradoxical sleep, PS)の三つに大別される。全記録時間に対するWの占める割合は, 非照射群では約35%であったが, 0dppと7dppの2群は約50%を示した。35dpp群のSの周期は約6分, その持続時間は約4分て他の4群に比較して長かった。Pの割合は対照群では約5%であったが, 17dpc, 0dpp, 105dppの3群では約2%に減少した。Pの持続時間は0dpp群で減少し, その周期は17dpc群で長くなった。最初にPが出現する時間は, 対照群が約40分後であるのに対し, 17dpc, 0dpp, 105dppの3群は約80分後を示した。以上のことから, いずれの照射群もEEGの出現パターンが変化すること, 17dpcと0dppの2群の変化が特に著しいことが示唆された。6ヶ月令のマウスについて同様の実験を継続中である。

##### 〔研究発表〕

- (1) 南沢, 土屋: 6th ICRR, 東京(1979.5)
- (2) 南沢, 佐々木: 日本放射線影響学会第22回大会。大阪(1979, 11)

#### 5. 放射線障害の細胞遺伝学的研究

石原隆昭, 早田勇, 南久松真子, 近藤真理子\*  
(\*研究生)

本研究は, 放射線によって血液組織に誘発される染色体異常が晩発障害発現に対してどのような役割をもつかを明らかにすることを主な目的としている。本年度得られた成果は以下の如くである。

##### 1. 被曝例に関する研究<sup>1)</sup>

本年度はビキニ被災例8例, イリジウム事故例1例, トロトラス被投与例17例およびその他の被曝例1例について, 末梢リンパ球および骨髄細胞における染色体調査を実施した。今年度は先年度来進められてきたビキニ



被災例の年次の追跡調査、特に被曝後24～25年の調査に重点をおいて解析し、各個体の細胞遺伝学的な現状を明らかにしようとした。その結果、両年度合計10例(24・25両年度観察5例、24・25単年度観察5例)が解析の対象となったが、これらの末梢リンパ球においては平均0.31%の頻度で dicentrics+rings が観察された。この頻度は同一年令の非被曝集団の約3倍にあたる。Cs細胞は平均3.15%で、これらは対照群の30～40倍にも達する。また、骨髄における染色体異常は10例中5例に認められ、それらの出現率は平均して1.67%であった。以上の如く、ビキニ被災例の血液組織においては、現在でも対照群をはるかに上回る頻度で染色体異常が存在していることは明らかである。他方、これらの染色体異常がどのような生物学的効果を示すかについての両者を結びつける証拠は現在まで全く得られていない。しかし、今後とも注意深く血液組織における染色体異常の動向を追跡することが両者の関連を知る上で必要である。

#### 一 白血病に関する研究<sup>2)3)4)</sup>

本年度対象となった血液疾患は白血病など53症例である。前年度まで最重点をおいて検討したPh<sup>+</sup>陽性 CMLについては、今年度新たに17症例と前年度から継続して観察した4症例合計21症例について解析がなされた。17症例中16症例は標準型転座(9/22)であったが、1症例は転座先が明確にされなかった。21症例中急性転化例は6症例で1症例を除いた5症例において付加的染色体異常が認められ、それらの出現と急性転化の発現がよく符合した。出現した付加的異常は10タイプで+8が4症例と最も高率に、19p+が2症例、その他の+17、+19、+20、+21、+Ph<sup>1</sup>、4p-、17p+およびi(17q)はそれぞれ1症例である。上記の付加的異常は6症例において観察されたが、1症例以外は急性転化例における存在であった。このほか急性白血病、白血病類縁疾患についての染色体解析が行われたが、来年度はこのうち急性白血病に重点をおき、それらの発現と染色体異常との関連を追及していく予定である。

#### 3. 先天性異常個体に関する調査

対象となった先天性異常個体およびその同胞は27症例で、このうち8症例に染色体異常が見出された。これらの染色体異常はダウン症候群(+21)3症例、多発性畸型を伴う8p+および5p-が各1症例である。Fanconi症候群1症例とWerner症候群2症例についても検討されたが、両疾患ともに一定した染色体異常は認められなかった。しかし、前者には高頻度の染色分体型異常が、後者においては低頻度ながら異数性、染色体型および染色分体型異常がそれぞれ認められた。また、2症例の網

膜芽腫の染色体調査が行われたが、1症例の腫瘍細胞においてNo.1長腕とNo.22長腕の両者が特異的に高い頻度で染色体変異に介在していることを見出した。以上の症例については、染色体調査結果に基づいてそれぞれ遺伝相談に応じた。

#### 〔研究発表〕

- (1) 石原、熊取：第42回日本血液学会総会、東京(1980.4)
- (2) 石原、南久松、早田、河野、熊取：第41回日本血液学会総会、東京(1979.4)
- (3) 南久松、近藤、石原：染色体学会1979年度年会、広島(1979.10)
- (4) 石原：臨床医、6、104(1980)

#### 6. 内部被曝の特異性に関する研究

松岡理、鹿島正俊、小林宏子、上島久正\*

(\*養成訓練部)

四価のプルトニウムイオン [Pu(IV)] の創傷汚染後におけるPuの生体内動態に関して、一連の実験研究の終了を機会に本年度までの1000匹近いマウスを用いた全身凍結切片のマクロオートラジオグラフィ試料によるPu分布ならびに組織のPu量の定量値をすべて観察しなおし、検討した結果を以下のようにまとめた。

1) Pu(IV)の一部は皮下投与部において重合し、光芒状のトラック(Star)をなす粒子径の大きいPu重合体すら形成され、投与1日から3日後にリンパ節・脾臓・肝臓などの網内系へ移行しうることを観察した。

2) Pu重合体の皮下組織から他の組織への移行速度は粒子径に依存し、粒子径の小さい場合は迅速に移行することを考慮する必要がある。なお、粒子径と放射能の関係は2 $\mu$ mの場合9.7fCiと推察された。

3) 肝臓および脾臓でのPu重合体の組織内分布の特徴は粒子径が大きいほど不均等分布が顕著であり、Pu重合体6 $\mu$ Ci/kg静脈内投与初期の場合、肝小葉レベルで周辺帯は中心帯の3倍、脾臓の濾胞周辺帯は白脾髄の14倍の濃度を認めた。比較対照として、Pu単量体皮下投与の場合は肝臓では周辺帯が中心帯の約2分の1と逆の関係となり、脾臓では赤脾髄が白脾髄の12倍の濃度を示した。

4) 急性障害量のPu重合体投与により、脾臓などの造血系の障害が顕著であるが、肝クッパー細胞の血中への脱落または崩壊を示唆すると考えられる血液試料でのstarの証明、肺毛細血管栓塞によるとみられるPu分布量の肺での増加を観察した。

5) Pu重合体の組織および細胞に対する影響については組織の平均吸収線量が高くなくても、局所的に高線

量が付与される脾濾胞周辺帯や Pu 沈着した網内系細胞に対する放射線効果が顕著に示される場合があった。

6) Pu 投与動物に  $^3\text{H}$  チミジンを注射し、肝臓や脾臓の  $^3\text{H}$  標識 DNA 合成細胞と Pu 分布との関係を観察した結果、Pu 分布部位には  $^3\text{H}$  標識率が低率となる傾向を認めたが、肝小葉中心帯の類洞構成細胞の  $^3\text{H}$  標識率の上昇、Pu 単量体投与群の赤脾髄造血系細胞の高率の  $^3\text{H}$  標識率が観察され、DNA 合成細胞の消長と組織吸収線量とは必ずしも直線的な相関はなく、むしろ、Pu 沈着組織の機能障害およびその代償性との関連性が考察された。

7) Pu 沈着組織の機能変化を検討するため  $^{131}\text{I}$  ローゼンガルや  $^{198}\text{Au}$  コロイドなどの標識化合物を用いて検討した。急性障害量の Pu 重合体投与群の肝網内系機能が早期から明瞭な低下を示し、亜急性障害量の場合も肝臓や肺などの Pu 分布変化が認められる時期と肝網内系機能変化が一致を示した。Pu 重合体の組織内および組織間転移に Pu 沈着網内系細胞の変性、壊死も関与することが示唆された。

8) Pu 重合体の体外除染について、サブミクロン Pu

重合体投与後に除鉄剤デスフェロキサミン B (DFOA) を投与して検討した結果、早期投与の場合に骨、肝臓へ沈着する Pu の除染効果が認められ、DTPA と共に有効な除染薬剤であることが考察された。

9) Pu 重合体を静脈内投与後、組織を鉄染色して検討した結果、Pu 沈着した担鉄細胞 (マクロファージ) の集塊が肺胞内や気管支内に見出され、Pu 重合体が細胞と共に体外へ排出される可能性を認めた。

以上のように、Pu (IV) 体内侵入後の動態と運命の一端を明らかとしたが、Pu (IV) 創傷汚染に対しては Pu の性状に適応した迅速な除染処置が必要であることが考察される。

#### 〔研究発表〕

- (1) H. Joshima, M. Kashima and O. Matsuoka: J. Rad. Res. 20, 248 (1979)
- (2) H. Joshima, M. Kashima and O. Matsuoka: Hokenbutsuri, 14, 225 (1979)
- (3) 鹿島, 上島, 小林, 松岡: 日本放射線影響学会第22回大会, 大阪 (1979.11)

## (7) 薬 学 研 究 部

### 概 況

本研究部は、従来から行われてきた生体の放射線感受性を修飾する化合物に関する有機化学、生理化学、薬理学的研究を基盤として、放射線医学に関連する生理活性因子に関する総合的な研究へと発展させつつある。

第1研究室では、放射線照射の初期過程において、酸素より生ずるフリーラジカルの一つであるスーパーオキシド・アニオンの物理的・化学的性質を研究した。生体にとりこまれた金属に対するキレート剤による排泄促進に関する基礎研究として、本年度より、金属イオンとペプチドの結合および性質に関する研究を開始した。

第2研究室では、放射線感受性の高い生殖腺、とくに卵巣におけるステロイド生成について、未成熟期より成熟期に至る過程において研究を行っている。卵胞形成期と比較して黄体形成期のステロイドホルモンの生成機構を解明しつつある。精巣のステロイドホルモン合成酵素の一つである  $17\beta$ -水酸基脱水素酵素について分子量、等電点等の物性を研究し、またその酵素に対する抗体の生

成に成功した。また、化学的発癌因子による実験的乳癌におけるステロイドホルモンの代謝を正常乳腺と比較し、代謝物および代謝酵素活性の差異、および代謝酵素について卵巣依存性の解析を行った。

第3研究室においては、培養した骨髄細胞を測定法に利用して、造血幹細胞の増殖を促進する活性因子が、種類の細胞の培養液中に存在することを確認した後、これらの因子を純化し、その物性を解析した。とくに、培養脾細胞に X 線を照射することにより、培養液中に増殖因子 (CSF) が激増することをみとめ、この条件下で誘導される CSF の特異性をしらべた。

昭和54年8月より、小沢俊彦はアメリカ合衆国スタンフォード大学化学教室 (Collman 教授) に留学し、ポルフィリンに関する化学的研究を行った。また、大石洵一は、55年2月より、オレゴン州立大学化学教室 (Keana 教授) に留学、スピララベルに関する化学的研究を行った。(玉置文一)

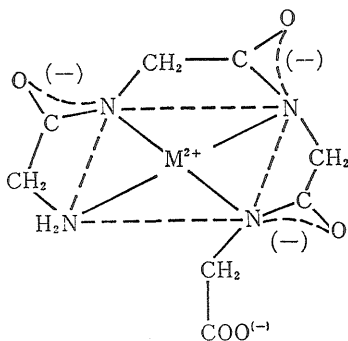
1. 放射線障害の初期過程に関する化学的研究: ペプチドに結合した金属イオンとキレート剤との反応

花木昭, 大石洵一, 小沢俊彦, 上田順市

金属毒性は、反応性に富む金属イオンが生体高分子、たとえば、蛋白質、核酸、酵素、脂質など、と結合し、その生理機能を攪乱することが原因となっておこる、と考えられている。金属イオンが生体高分子と結合する部位、様式は様々である。対象を蛋白質と限定すると、結合部位は

- (A) ペプチド鎖のN末端アミノNと、これに隣接するペプチド結合のN
- (B) ペプチド鎖の特定残基のヘテロ原子、たとえば、ヒスチジンN、システインS、の2ヶ以上

である。結合様式は(A)、(B)とも化学結合であり、金属イオンは複数の配位子によってキレート化されている。第2は、ペプチド鎖のマトリックスの中に金属イオンが物理的に閉じ込められる様式である。これらの結合のうち最も一般的で親和力の大きいのは(A)の様式である。生体高分子に結合した毒性金属を除去するには、キレート剤が用いられる。蛋白質自身の構造が非常に高次で複雑であるため、キレート剤による金属イオン除去反応の機構の解析は、適当なモデルを構成して行う必要である、本年度はその最初の段階として、オリゴペプチドに結合した金属イオンをアミノチオールでキレート化して除去する反応について、分光学的に研究した。



第1図

対象として選んだのは、グリシンペプチド—銅錯体である。この錯体は第1図に示すような構造をとり、熱力学的に非常に安定であるため、結合した銅イオンを解離させるのは容易ではない。しかし、銅イオンと親和性の高いキレート剤であるアミノチオール、たとえば、システイン、システアミン、を加えると反応がおこり、反応溶液は赤紫色を呈する。その電子スペクトルは、330nm、530nmに吸収極大を示す。分光学的性質を解析した結果、赤紫色を呈する本体はペプチド・アミノチオールそれぞれ1分子が1原子の銅に結合した混合配位子錯体であ

り、銅はCu(II)であることが判った。混合配位子錯体は、化学的に非常に不安定であり、酸化還元的に分解するか、あるいは過剰に存在するもう1分子のアミノチオールと反応し、新たにアミノチオール—銅錯体を経て分解する。この一連の反応は非常に速く、詳しい機構に関しては現在研究中である。

〔研究発表〕

- (1) M. Matsuo, S. Matsumoto, Y. Iitaka, A. Hanaki, T. Ozawa, J. Chem. Soc. Chem. Comm., 105 (1979)
- (2) 上田順市, 花木昭, 日本薬学会第99年会, 札幌 (1979.8)
- (3) 小沢俊彦, 花木昭, 同上
- (4) 松本茂信, 松尾光芳, 飯高洋一, 小沢俊彦, 花木昭 同上
- (5) 上田順市, 花木昭, 第29回錯塩化学討論会, 浜松 (1979.10)
- (6) 花木昭, 横井弘, 同上
- (7) 花木昭, 日本化学会第秋季年会, 特別討論会, 福岡 (1979.10)
- (8) 花木昭, 高分子学会79/3研究合同会議, 大阪 (1979.10)
- (9) 花木昭, 第14回高速反応討論会, 東京 (1979.12)
- (10) 花木昭, 上田順市, 第7回酵素類似様機能をもつ有機化学反応の研究会, 京都 (1980.3)

2. ステロイド-17β-水酸基脱水素酵素の物理化学的性質

稲野宏志, 玉置文一

ラット精巢のステロイド-17β-水酸基脱水素酵素は、幼弱時に精巢がX線照射を受けると成熟時の酵素活性が著しく低く、男性ホルモン生成に関与している酵素群のなかでは顕著に放射線による晩発作用を受けることを発表した。この脱水素酵素はテストステロン生成の最終反応を触媒するため、放射線による成熟時の酵素活性の低下は直接的に男性ホルモンの低下の原因の一つとなっている。内分泌系に対する放射線障害の発現機序を解明するため、この酵素の物理化学的特性を明らかにする研究を行った。

ブタ精巢のミクロゾーム分画からステロイド-17β水酸基脱水素酵素を可溶化して単一蛋白として分離後、等電点分画によりpIが4.77と5.51の二つのイソ酵素の存在が明らかになった。これらのイソ酵素の分子量はSDSポリアクリルアミド電気泳動法により36,500を示し、アミノ酸分析によりシステイン2分子を含む単純蛋白質であることがわかった。ウサギを用いて作ったpI 4.77の

イソ酵素に対する抗血清は二つのイソ酵素の活性を強く阻害した。この阻害作用はステロイド性基質の存在下でも認められるが、NADPHの共存下では認められなかったことから、酵素蛋白質の抗体結合部位は補酵素結合部位の近傍であることが示された。

〔研究発表〕

- (1) Inano, H, Kawakura, K. and Tamaoki, B., J. Steroid Biochem., 8, 787, (1977).
- (2) Inano, H. Tamaoki, B. Hamana, K. and Nakagawa, H., J. Steroid Biochem. 13, 287, (1980).

3. 生殖腺の障害に関する生理化学的研究

鈴木桂子, 玉置文一

我々はこの数年来、雌ラットの卵巣のステロイドホルモン合成能に対する放射線の影響を調べるための基礎研究として、未成熟雌ラットに卵胞発育促進作用を持つPMSG(妊馬血清性腺刺激ホルモン)を投与したものを排卵直前の成熟ラットのモデルとして用いてきた。個体に4日間の性周期を持つ成熟ラットと異なり、未成熟ラットにPMSGを投与すると、卵巣においては同期的に卵胞が発育し、2日後には発情前期様状態となる。今回我々は、一歩仕事を進めて、卵胞の排卵から黄体化に至る過程におけるステロイドホルモン合成能を調べるため実験を行った。

未成熟ラットにPMSGを与え、2日後に黄体形成促進作用を持つhCG(ヒト胎盤性性腺刺激ホルモン)を与えたところ、卵巣に相当数の黄体が観察され、また輸卵管には卵を見ることができた。この卵巣をホモジュナイズし<sup>14</sup>Cで標識したステロイドを基質としてインキュベーションを行った。そして、黄体ホルモンであるプロゲステロンや卵胞ホルモンであるエストラジオール-17βの生合成に関与する酵素活性を調べた。その結果黄体化した卵巣では、プレグネロンからプロゲステロン合成を行う $4^5-3\beta$ -hydroxysteroid dehydrogenase活性が顕著に増大していた。一方、エストラジオール-17βの前駆体となる $4^4-3$ -oxo-C<sub>19</sub>ステロイドを生合成する17α-hydroxylaseおよびC-17-C-20 lyaseの活性が著明に減少していることがわかった。同じラットの血清中のステロイドをラジオイムノアッセイで測定したところ、プロゲステロン濃度は高く、エストラジオール-17β濃度は著しく低下していた。このように、卵巣の酵素活性の変化は血中ステロイド変化と非常によく一致し、また成熟ラットの卵胞成熟から排卵、黄体化の過程における血中のステロイド変化をよく説明しうるものであった。

〔研究発表〕

- (1) Suzuki, K., and Tamaoki, B.: Endocrinology 104,

1317 (1979)

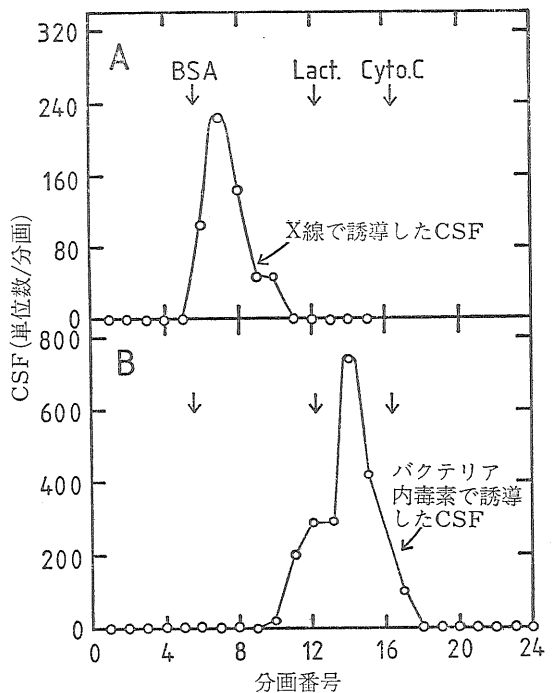
- (2) 鈴木, 玉置: 第26回日本内分泌学会東部部会総会, 前橋 (1979.9)
- (3) 鈴木, 玉置: 第25回日本内分泌学会総会, 京都 (1979.6)
- (4) 鈴木, 玉置: 日本薬学会第99年会, 札幌 (1979.8)

4. X線被曝をした脾細胞が生産するCSF

色田幹雄, 常岡和子, 小野田真

放射線を被曝すると、白血球が減少することはよく知られた事実である。造血組織における白血球前駆細胞の増殖が放射線によって障害を受けやすく、流血中に放出された白血球は短寿命であるので、造血組織における白血球生産が減少すれば、速かに白血球欠乏が現れるのである。白血球前駆細胞の増殖は、細胞種特異性の高いホルモン様物質によって統御されている。白血球の中でも最も数の多い好中球・単球系の細胞の生産を支配している増殖因子(CSF)について、放射線障害との関連において以下の研究を行った。

マウスの脾を無菌的に切除して、脾細胞を脾のうから分離し培養液中にけん濁した。ペトリ皿中に脾細胞けん濁液を入れ、X線(300-3000R)で照射した後、1週間



第1図 X線被曝をした脾細胞が生産するCSF(パネルA)とバクテリア内毒素によって脾細胞に誘導されたCSF(パネルB): 蔗糖密度勾配上における沈降速度の相違, BSA=牛血清アルブミン: Lact=ラクトグロブリン: CytoC=チトクロムC

培養したところ、培養液中に大量の CSF が放出されていることを発見した。X線照射をしなくても、脾細胞は少量の CSF を生産する。また、バクテリア内毒素を脾細胞に与えると CSF の生産が増加することも知られている。しかし、X線被曝をした脾細胞が放出した CSF は、バクテリア内毒素によって誘導される CSF とは物性が異なることが証明された(第1図)。

X線障害からの回復の過程において、このX線によって誘導される CSF がどのような役割を演ずるのかについて、さらに研究を継続中である。

[研究発表]

- (1) Onoda, M., Shinoda, M., Tsuneoka, K., and Shikita, M., *J. Cell. Physiol.*, **104**, **11**, (1980).

## (8) 環 境 衛 生 研 究 部

### 概 況

本研究部は環境放射線と環境放射性物質およびそれに起因して人体に放射線被曝をもたらす環境上ならびに生物学的機構に関する調査研究を中心課題としており、このような見地から原子力平和利用のための核燃料サイクル全体に関連する人工放射能をとりあげている。また、原子力施設由来の人工放射線との関連の上で、自然放射線および核爆発実験由来の放射能も重要な研究対象となっている。このことは自然および核実験から生じた放射性核種の環境における状態や挙動ひいては被曝線量寄与に関して得られる情報が、原子力平和利用による人類への影響を推定する上に大きく役立つこと、原子力施設由来の放射能を自然や核実験由来のものと弁別しなければならないことなどに依っている。

本研究部は現在かなりのマンパワーを特別研究「原子力施設等に起因する環境放射線被曝に関する研究」に投入しているので、経常研究としては基礎的分野に関する次のようなテーマについて実施している。すなわち、自然環境における放射性物質の挙動と電離放射線の特性に関する研究として、大気遊塵中に検出されるガンマ線放出核種の測定法の検討、原子炉炉室を利用して屋内ラドンその他の放射性核種の変動要因の解析、居住環境中のラドンと娘核種の濃度測定の前備試験を行った。食物連鎖における放射性核種の挙動については、 $^{59}\text{Fe}$ の餌料生物から魚類への転移蓄積と排出についての実験的研究や水中放射性核種が魚類の発生に及ぼす影響の解析のためメダカ卵を用いてX線、 $\gamma$ 線照射による染色体橋の出現頻度を考察した。放射性物質による体内被曝評価に関する研究としては、環境試料中 $^{241}\text{Am}$ の定量法の検討、フォールアウト由来の $^{137}\text{Cs}$ とK量の人体測定、 $^{60}\text{Co}$ 、 $^{54}\text{Mn}$ の人体残留経過の追跡、内部被曝管理用測定器のシステ

ムソフトの開発研究を行っている。また、多数の人体臓器試料の微量元素濃度を放射化分析法で定量し、食品については牛乳中ヨウ素の定量をヴァンデグラフ加速器にて放射化、定量する方法を検討した。

人事に関しては、55年1月31日付にて榎田義彦第3研究室長が退官し、今後は特別研究員としてトリチウム関係の特別研究に参加することとなった。後任の第3研究室長には岩倉哲男主任研究官が同日付で発令された。

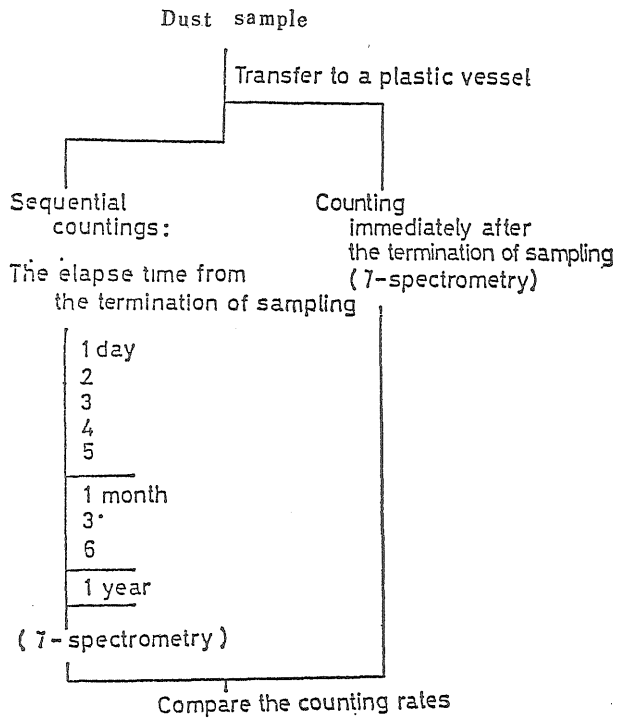
国際交流としては、白石、内山が54年10月米国 Hanford Life Sciences Symposium に研究発表、阿部(史)が54年5月 TMI 事故の環境調査のため現地およびワシントンに出張、また55年1月ソ連邦ビリニス物理研究所、モスクワ物理研究所その他に研究情報交換のため出張した。藤高は米国 DOE 環境測定研究所への1年間の原子力留学を終えて54年10月帰国した。稲葉は55年1月核融合研究にかかわるトリチウムの影響研究視察のため米国 Hanford 研究所、Lawrence Livermore 研究所、EPA その他に出張した。市川は54年6月第28回 UNSCEAR (ウィーン)に、11月 OECD 原子力機関(パリ)の海洋投棄会議に、55年3月高レベル廃棄物深海底処分会議(ブリストル)に出席、関連情報の交換を行った。

(市川龍資)

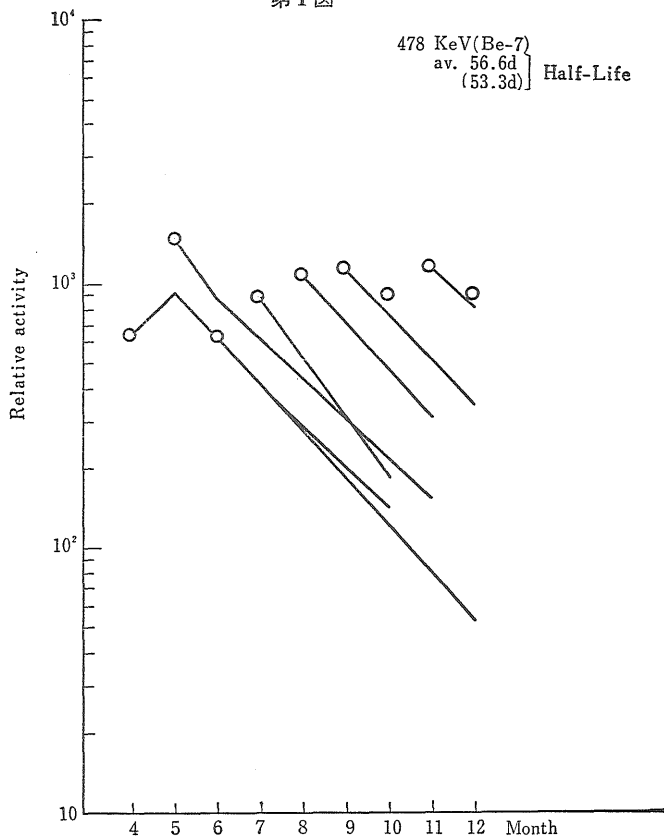
### 1. 自然環境における放射性物質の挙動ならびに電離放射線の特性に関する研究

[目 的]

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、変動を明らかにし、国民線量推定および原子力エネルギー利用にともなう諸問題の解決に資する。またこれらの研究に用いられる分析、測定手法の確立、測定の質に関する検討、環境放射線モニタリング(環境試料中放射性核種の定量も含む)の質、手法に関する検討を行い、同様な諸問題の解決に役立てる。



第 1 图



〔研究経過ならびに成果〕

(1) 大気浮遊塵中ガンマ線放出核種の測定——光電ピークの核種同定に関する検討

阿部道子・阿部史朗・幸 操

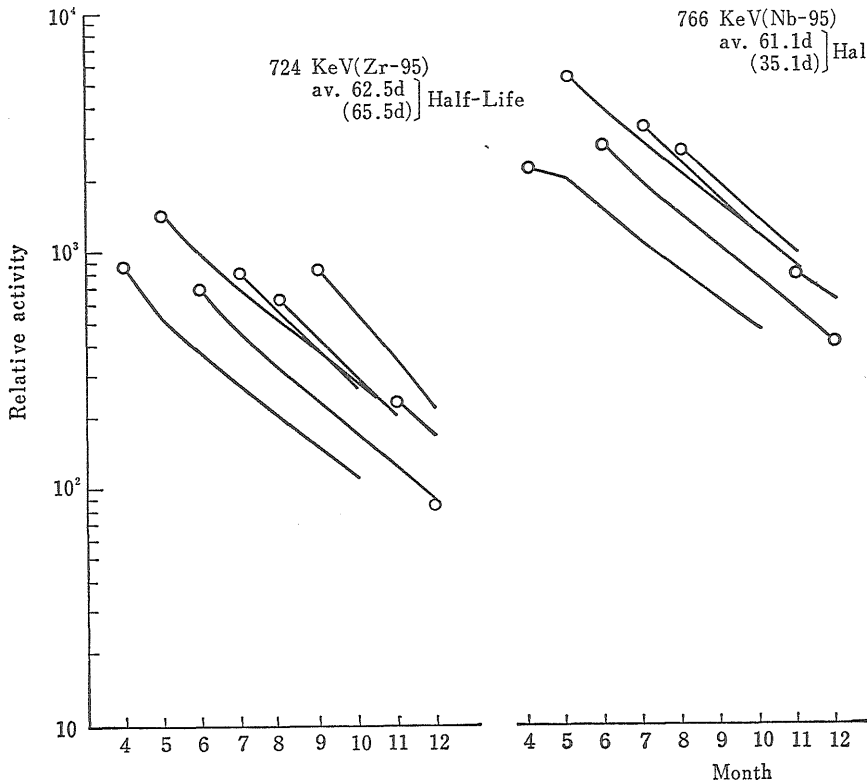
大気浮遊塵中には、各種の半減期をもつガンマ線放出核種が、種々のレベルで混在している。実際に大気浮遊塵試料をガンマ線スペクトロメータによって測定すると、かなり多くの光電ピークが認められるが、それらの正確な核種同定は簡単ではないように思われる。

各光電ピークの核種同定の方法として考えられるのは、(1) 化学分離法、(2) 多重ピークの分離計算法 (3) 時間経過に伴う放射能強度の追跡があげられる。これらの三つの方法をすべて行えば、核種同定はほぼ完全であるが、ここでは(3)の方法を試みた。

大気浮遊塵試料は、当研究所屋上に於て、採取したものである。実際には、大気浮遊塵試料のガンマ線放出核種の月間レベルについて、1977年4月より観測して得られた結果を参考にし、先ずは数日以上半減期のものに注目し、第1図に示すような集塵終了からいくつかの経過時間を設定し、計測した。各経過時間後のガンマ線計数の減衰または増加の様子を調べ、半減期を推定しそれから核種同定を行った。使用したガンマ線スペクトロメータ

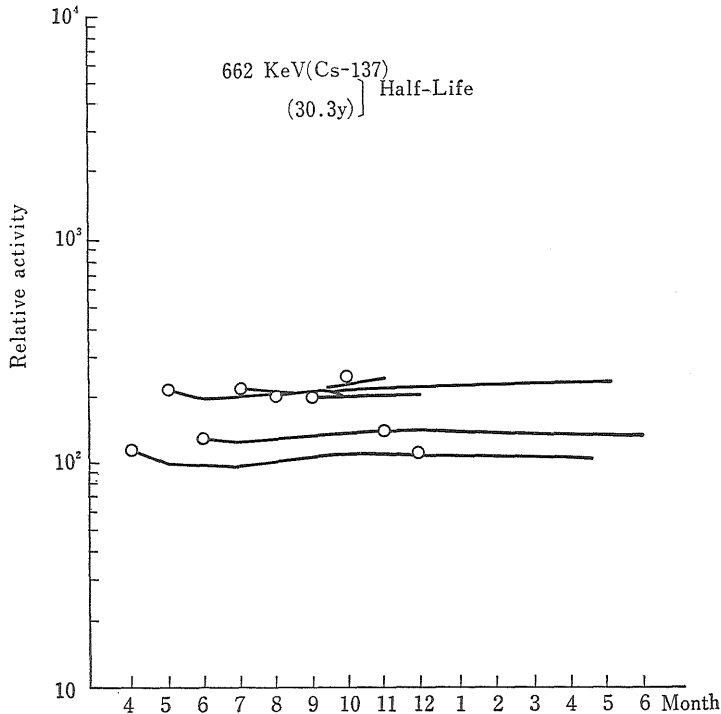
は Ge(Li) 半導体検出器と 4096 チャンネル波高分析器の組み合わせである。

測定結果の一部を第2図 (2/1~2/4) に示す。第2図は大気浮遊塵の月間試料について、ある期間第1図に示した時間設定により測定した放射能強度の増減の様子を示したものである。図2/1はピークエネルギーが約478 KeVの放射能強度の時間的変化を示したものである。そのピークエネルギーに相当する核種としては、よく知られているように  $^7\text{Be}$  が考えられる。 $^7\text{Be}$  の半減期は 53.3 日、我々の測定では平均56.6日であり、ほぼよい一致を示している。図2/2、2/3は約 724 KeV と約 766 KeV のピークエネルギーの放射能強度の時間的変化を示している。図2/2、2/3における実測値から求めた半減期は前者が、平均65.5日、後者が61.1日であり、それらに相当する核種としては724KeVが、 $^{95}\text{Zr}$ 、766KeVとしては $^{95}\text{Nb}$ が考えられ、それらの半減期はそれぞれ 65.5日、35.1日である。 $^{95}\text{Zr}$ の半減期はよい一致を示すが、 $^{95}\text{Nb}$ の半減期は一致していない。しかし $^{95}\text{Zr}$ と $^{95}\text{Nb}$ は親と娘の関係にあり、半減期の長い親核種である $^{95}\text{Zr}$ に、娘である $^{95}\text{Nb}$ の放射能壊変が支配されていると考えれば、娘の $^{95}\text{Nb}$ の実測半減期が61.1日であることは理解できよう。図2/4には約 662KeVのピークエネルギーの時間経過に



第2/2図

第2/3図



第 2/4 図

伴なう射能強度変化が示されている。集塵終了から約1年にわたる経過時間後の測定では、放射能強度は誤差範囲内ではほぼ一定とみることができる。つまり半減期が相当長い核種であろうことが推察される。このピークエネルギーに相当する核種としては  $^{137}\text{Cs}$  が考えられ、 $^{137}\text{Cs}$  の半減期が 30.3 年であることから、このピークエネルギーは、ほぼ  $^{137}\text{Cs}$  と考えてよいと思われる。なお完全な核種同定には化学分離が必要であろう。以上測定結果の代表例を示したが、他に実測半減期が数日という光電ピーク、かなり短い半減期をもつと思われる光電ピークなど認められたが、それらの核種同定は今後の問題として残されている。

ガンマ線スペクトロメータによる測定において、特に近接したピークエネルギーを有する場合、光電ピークが重なる可能性があり、測定の方法によってはピークエネルギーの比較だけでは核種同定は誤りを生じやすい。その意味で、本法はやや複雑であり、時間を要するが、測定操作自体は簡単である点、光電ピークの核種同定の一つの方法として有効であろう。

〔研究発表〕

- (1) 阿部, 阿部, 立木: The ACS/CSJ Chemical Congress, Honolulu, USA (1979.4)
- (2) 阿部, 阿部, 幸: 第23回放射化学討論会, 大阪大学

(1979.10)

(2) 密閉可能な建屋内における自然放射性エアロゾル濃度の変動

阿部史朗, 児島紘\*

(\*東京理科大学理工学部, 54年度外来研究員)

自然放射性核種であり、地表付近また地下のいたるところに存在するラドン、トロンならびにそれらの娘核種による呼吸器線量は高く、そのレベルを早急に把握する必要がある。そのためには、これら核種の環境、特に居住環境での挙動が明らかになるような測定手法を開発し、また挙動理解のための基礎的な資料を得て行かねばならない。

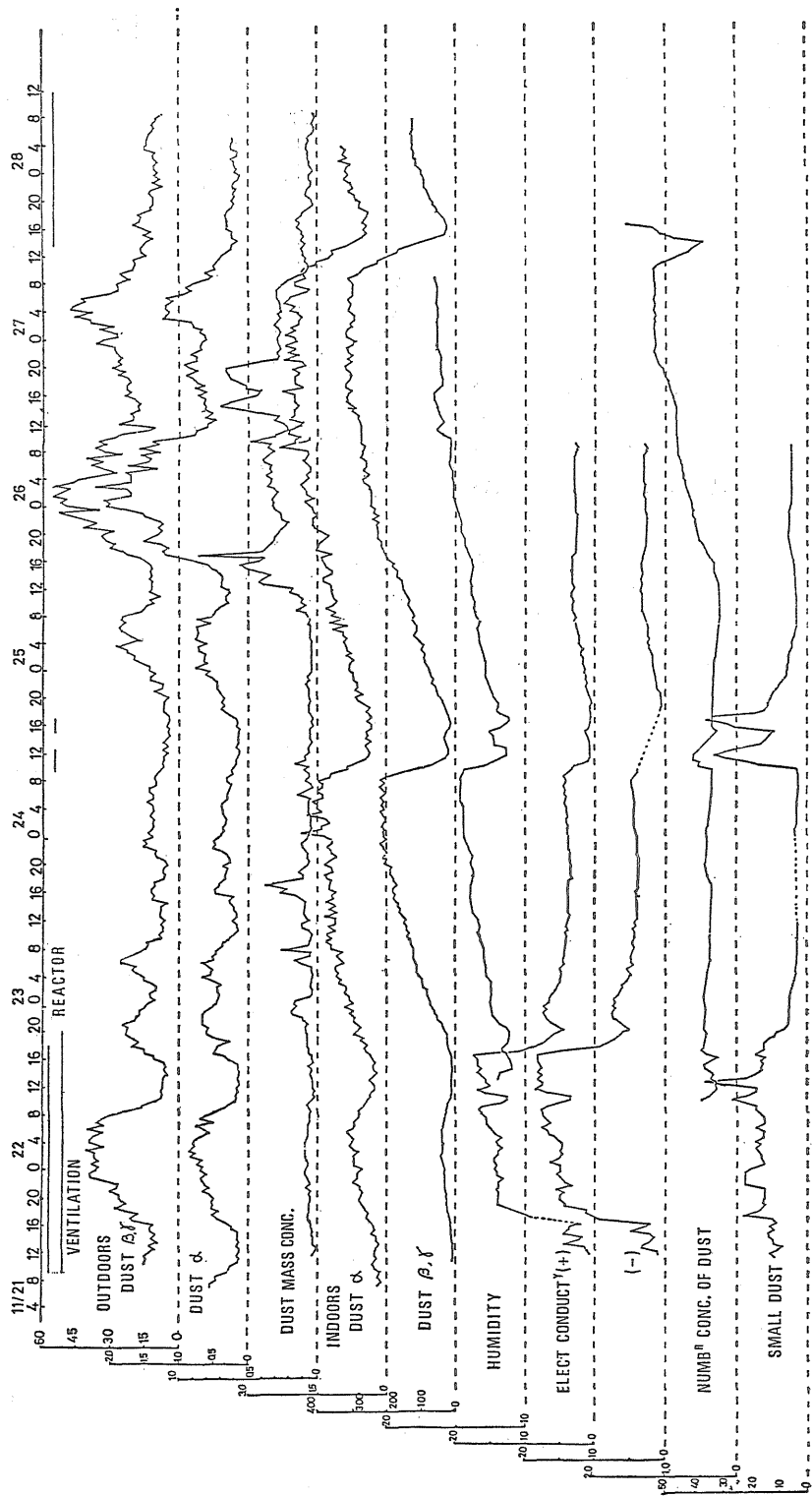
以上のうち挙動解明のための研究を行うのに、京都大学原子炉実験所の炉室を適当な実験場所として選んだ。ここでは、密閉状態などの理想的な実験条件が設定され得るとみなされたからである。

1) 実験条件 炉室出入口を閉じた上で、a) 炉室内の換気を作動させたり、停止したりし、換気作動中ならびに停止中の各定常状態を作った。また、その間の過渡的状态も考慮した。b) 同時に、原子炉も運転、停止を行わない、その影響も調べられるようにした。

炉室の密閉性は良好で期待通りであった。

2) 計測装置と計測量 計測量は、a) 屋内、外放





第3図 計測値の一部のプロット

射性浮遊じん濃度, b) 屋内, 外浮遊じん濃度, c) 屋内, 外電気伝導度, d) 屋内浮遊じん粒子径, e) 屋内ラドンとその娘核種ならびにトロン娘核種濃度, f) 気象量である。計測装置は, 放射性ダストモニタ, ポラックカウンタ, 粒子フォトメータ, 電気伝導度計, 温度計, 湿度計等である。

これらの計測器を, 可能な限り連続に, 最長のもので8日間作動させた。

得られたデータのうち一部を第3図に示した。一部を選びデータ処理をした上で検討し, 次の主な結論を得た。

1) 屋内ラドンならびにその娘核種濃度と屋内水蒸気量との間には, 細かいパターンを除き, ひじょうに良い相関関係(係数0.96)が見られ, 散布図上でもそのことは確かめられた。これは, 本実験を行った場所での両者の発生の機構かひじょうに類似していることを暗示しているものと思われる。

2) 屋内ラドンならびにその娘核種濃度と屋内サブミクロン以下粒子の個数濃度との相関も比較的良好であった(係数0.7)。

3) 原子炉の運転により, 屋内電気伝導度, 屋内サブミクロン以下粒子の個数濃度に影響が現われる。

4) 換気の影響は, 屋内サブミクロン以下粒子の個数濃度に顕著に現われ, 屋内サブミクロン以上粒子の濃度ではつきりしない。

〔研究発表〕

(1) 阿部, 児島, KURI 炉室内放射性エアロゾル調査研究グループ: 原子力学会「昭和54年秋の分科会」, 東海村(1979.10)

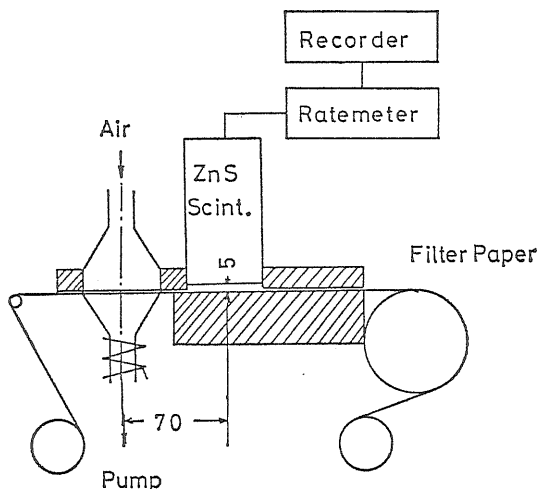
(3) 居住環境におけるラドンならびにその娘核種濃度測定法の研究

児島紘\*, 阿部史朗

(\*東京理科大学理工学部, 54年度外来研究員)

ラドン, トロンおよびそれらの娘核種による呼吸器線量寄与は, 自然放射線からの被曝線量寄与の中でも比較的多く, 日本における評価を急がねばならない。ところが我々の居住環境ではこれら核種の濃度レベルは低く, 測定が極端にむずかしい。さらに, 現用のサンプリング用機器は騒音, 大きさ, とともに一般の居住環境での使用に適当ではない。以上の難点を克服して, 線量が評価できる形での濃度測定機器を開発する必要がある。

機器に要求される基本仕様は, 上記のもの他, 長期に連続測定できることである。ラドンおよびその娘核種は時々刻々大きく変動し, 短期間の測定から濃度レベルを推定して行くことは, 容易にできないからである。



第4図 装置の概観(単位mm)

以上の条件を考慮し, フィルタを用いる方法を基本にし, バックグラウンド値が低下できることから放射線計測は $\alpha$ 線計測法によることにした。

55年3月に第4図に示す構成の装置を組立てた。主要部分は, 集じん部, 放射線計測部から成る。

集じん部では, 巾60mmのロール状メンブランフィルタ( $0.8\mu\text{m}$ ポアサイズ)上に50mmの円形状に毎分40lの流速で集じんする。一定時間(時間設定は可変)集じん後, 自動的に放射線検出器の下に運ばれ直ちに計数が行われる。

放射線計測部では, 直径50mmの露出型 ZnS(Ag) シンチレータ+光電子増倍管の組を検出器とし, レートメータを通し記録に計数率が記録される。フィルタの集じん面とシンチレータの間隔は5mmである。

集じん時間と $\alpha$ の線計数の時間は, 集じん部の構造から当然等しくなり, この時間は長期の連続測定用に60分を目安にしている。もちろん任意に設定可能である。

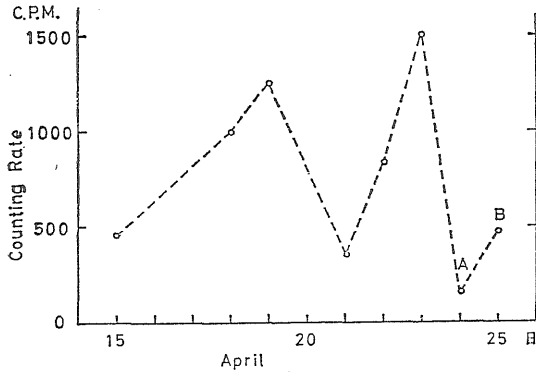
得たデータの解析は, 現在のところオフラインの計算によって行っている。

本装置の騒音は耐えがたいものではなく, 大きさもプロトタイプモデルから実用モデルになれば充分小形になり得る。また耐久性も約1ヵ月間の運転で実証された。

予備的な使用結果によれば, 1) 屋内のラドン娘核種濃度は, 換気率に大きく変化する。2) 同じ換気状態であっても, この濃度は日ごとに大きく異なり, 1オーダーほどの変動がみられる。(第5図)

〔研究発表〕

末発表



第5図 実測データ例

## 2. 食物連鎖における放射性核種の動向の研究

木村健一, 須山一兵, 市川龍資

〔目的〕

原子力施設に由来する放射性核種が海洋環境へ導入された場合, 食物連鎖を通して海産魚にどの程度が転移, 蓄積されるかを検討するため, 本年度は<sup>59</sup>Feをとりこませたゴカイをマハゼに食べさせ, <sup>59</sup>Feの魚体内への蓄積および排泄の様相について調べた。

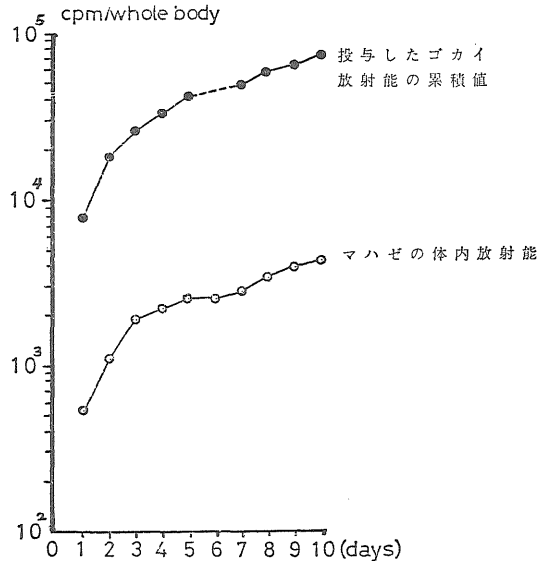
また, 水中放射性核種の魚類発生におよぼす影響を研究するため, メダカ卵を用いて, X線, γ線照射を行い染色体橋を観察した。

〔経過と成果〕

マハゼに経口摂取されたゴカイ放射能の89%は体外へ排出されるが, 体内に蓄積されたものについての排泄は緩慢であった。一回摂取後のマハゼにおける<sup>59</sup>Feの吸収率は11%で, <sup>54</sup>Mnの場合に比べてかなり小さいが, <sup>60</sup>Co, <sup>106</sup>Ruの場合よりも多く吸収されることが認められた。マハゼにおける<sup>59</sup>Feの生物学的半減期は9日で, <sup>60</sup>Co, <sup>54</sup>Mnの場合に比べて代謝回転が速いことがみとめられた。マハゼの消化管へ<sup>59</sup>Fe溶液を注入した場合の<sup>59</sup>Feの吸収率は18%で, <sup>59</sup>Feをとりこませたゴカイを摂取させた場合よりも高い値が得られたが, 体内に蓄積されたものについての排泄経過はほぼ同様な傾向を示し, 生物学的半減期は13日であった。

反復摂取によるマハゼの体内への<sup>59</sup>Feの蓄積は漸次増加し, 10日後における食べさせたゴカイ放射能の累積値に対する体内残留率は5.8%であった(図1)。反復摂取により魚体内に蓄積された<sup>59</sup>Feの排泄はかんまんで, 20日後における体内残留率は34%であった。

マハゼの消化管へ<sup>59</sup>Feを注入し, 14日間飼育後の<sup>59</sup>Feの体内分布では, 消化管, 他の内臓(肝臓を除く), 鰓が高く, 濃度では消化管, 他の内臓, 鰓が高く, 筋肉は



第1図 マハゼに<sup>59</sup>Fe汚染ゴカイを経口投与した場合の蓄積経過

低い。消化管で高い濃度のみとめられるが, この点については今後検討する予定である。

メダカ卵の初期発生に対するX線1回照射とγ線連続照射の影響を細胞の分裂後一末期に見られる染色体橋を指標として検討した。

メダカ *Oryzias latipes* の受精直後の卵を使用し, X線処理群は照射8時間後に, また, γ線処理群は8時間連続照射後に卵を押しつぶし, 酢酸オルセインで固定染色して細胞分裂像を観察した。標本作製時の発生段階は胞胚期であった。

照射線量は次の通りであった。

X線: 線量率は50R/minで, 0, 25, 100, 200, 300, 400, 500R。

<sup>60</sup>Co-γ線: 8時間の総線量で0, 78, 148, 263, 378, 591R。

100R以上のX線照射群および総線量78R以上のγ線連続照射群では, コントロール群との間に染色体橋の出現頻度に有意差がみられた。

〔研究発表〕

- (1) 木村, 市川: 日本水産学会, 日大 (1980.4)
- (2) 須山, 江藤, 市川: 第6回 ICRR, 東京 (1979.5)

## 3. 放射性物質による内部被曝評価に関する研究

岡林弘之・内山正史・本郷昭三・竹下洋\*

(\*化学研究所)

〔目的〕

放射性物質による内部被曝を評価する場合に, 体内に摂取される放射性物質の物理・化学的性状, 環境試料中

の濃度、生物体内での挙動を知らねばならない。そのために環境試料中の放射性核種濃度測定法の検討、生体内での放射性核種の挙動の追究、放射線管理のための測定器の検討などを行った。

〔経過と結果〕

(1) 核爆発実験によって生成した  $^{241}\text{Am}$  は Pu と共に広範囲に地球上に分布し、種々の経路から人体内に取りこまれている。環境試料中に含まれている  $^{241}\text{Am}$  を定量する方法はあまり多く発表されていない。D. Knab の報告 (Anal. Chem. Vol 51, 1095, 1979) による方法に準じて環境試料中の  $^{241}\text{Am}$  を定量する方法を検討した。

すなわち、完全に灰化した試料溶液から陽陰両イオン交換樹脂を用いて Am のみを分離する方法およびステンレススチール板に電着する条件について検討した。 $^{241}\text{Am}$  標準溶液を添加した尿試料について回収試験を行い、平均 83.3% の回収率が得られ、この方法が環境試料中の  $^{241}\text{Am}$  定量に利用出来ることを確認した。更にこの方法の迅速化ならびに環境試料中の  $^{241}\text{Am}$  の定量を継続してゆく予定である。

(2) 昨年度と同一の成人男子群について  $^{137}\text{Cs}$  と K の全身量の計測をおこない、 $^{137}\text{Cs}$  について年平均値 0.8nCi を得た。この数年来ほぼ一定値が得られているので、群全体としては  $^{137}\text{Cs}$  に関して平衡状態にあると考えられる。K は平均 125g であった。

東大、京大および放医研でおこなわれた全身計測データを用いて、 $^{40}\text{K}$  からの内部被曝による国民線量として  $1.6 \times 10^6 \sim 1.8 \times 10^6 \text{man-rad/年}$ 、成人男子層が  $^{137}\text{Cs}$  から受ける内部被曝量は 1964 年以降 2000 年までの線量預託として  $8.2 \times 10^5 \text{man-rad}$  となることが試算された。

(3)  $^{60}\text{Co}$  および  $^{54}\text{Mn}$  をそれぞれ 7nCi および 5nCi 吸入したと推定される例について、300 日以上全身計測、部位別計測による生物学的半減期、部位別分布状態の経時変化に関して、下記のような結果が得られた。

残留式  $R(t)$

$$\begin{aligned}
 {}^{60}\text{Co} \text{ 全身} : R(t) &= 0.57 \cdot e^{-\frac{0.693}{3.1}t} + 0.22e^{-\frac{0.693}{23.9}t} + 0.20e^{-\frac{0.693}{326}t} \\
 \text{胸部} : R(t) &= 0.63e^{-\frac{0.693}{0.95}t} + 0.17e^{-\frac{0.693}{9.1}t} + 0.20e^{-\frac{0.693}{173}t} \\
 \text{下腹部} : R(t) &= 0.55e^{-\frac{0.693}{5.5}t} + 0.45e^{-\frac{0.693}{231}t}
 \end{aligned}$$

$${}^{54}\text{Mn} \text{ 胸部} : R(t) = 0.70e^{-\frac{0.693}{0.3}t} + 0.19e^{-\frac{0.693}{11}t} + 0.12e^{-\frac{0.693}{347}t}$$

部位別分布

両核種とも時間の経過に伴って下腹部内存在量の胸部内存在量に対する比は増加した。胸部に検出された  $^{60}\text{Co}$  初期量のうち、62% が最初の 14 時間に排泄された。

生物学的半減期

全身に関して ICRP Publ. 2 は Co の生物学的半減期として 9.5 日を与えているが、本研究では著明に大きい数値をもつ成分が 20% 存在することが観察された。同じく ICRP Publ. 2 では胸部に関して「易溶性以外の化合物で肺に蓄積したものの 1/2」は 120 日の半減期をもつとされている。今回の測定でも  $^{60}\text{Co}$  に関してはほぼ匹敵する生物学的半減期 173 日が得られた。

(4) 内部被曝管理用測定器のシステムソフトの開発を行った。このシステムソフトの中心は、超小形のインタープリタ (約 1.5K バイト) で成り立っている。2 キラクターのキーワード処理が使用者のために開かれており、必要ならば  $26 \times 26$  個のキーワードが追加できる。

このシステムソフトの特長は、1) 超小形のため数万円のコンピュータシステムにも使用可能である。2) 高速インタープリターである。3) 使用頻度の高い処理はキーワードをインタープリターに登録することにより、キーワードで直接処理したり、プログラムを組む事が出来る。4) キーワードの追加・削除が容易である。などである。現在このシステムソフトを放射能調査用測定器 2 台に応用し、稼働中である。

〔研究発表〕

- (1) 岡林 : Proceedings of IAEA symposium, IAEA-SM-237/27, 371~383 (1979)
  - (2) 岡林 : J. Radiat. Res. 21, 111~117 (1980)
  - (3) 内山・白石・秋葉 : Proceedings of 17th Annual Hanford Life Science Symposium (1980) (印刷中)
  - (4) 内山・飯沼・秋葉 : Health Physics (投稿中)
  - (5) 内山・白石・秋葉 : 第 22 回日本放射線影響学会 (1979. 11)
  - (6) 内山・白石・秋葉 : 19th Annual Hanford Life Science Symposium, Richland, Washington, U. S. A. (1979. 10)
  - (7) 内山 : 第 7 回放医研環境セミナー (1979. 11)
4. 放射化分析法を利用した環境における微量元素の循環に関する研究  
湯川雅枝, 田中茂\*, 天野一秀\*, 安本正\*\*

(\*労働衛生検査センター, \*\*養成訓練部)

【目的】

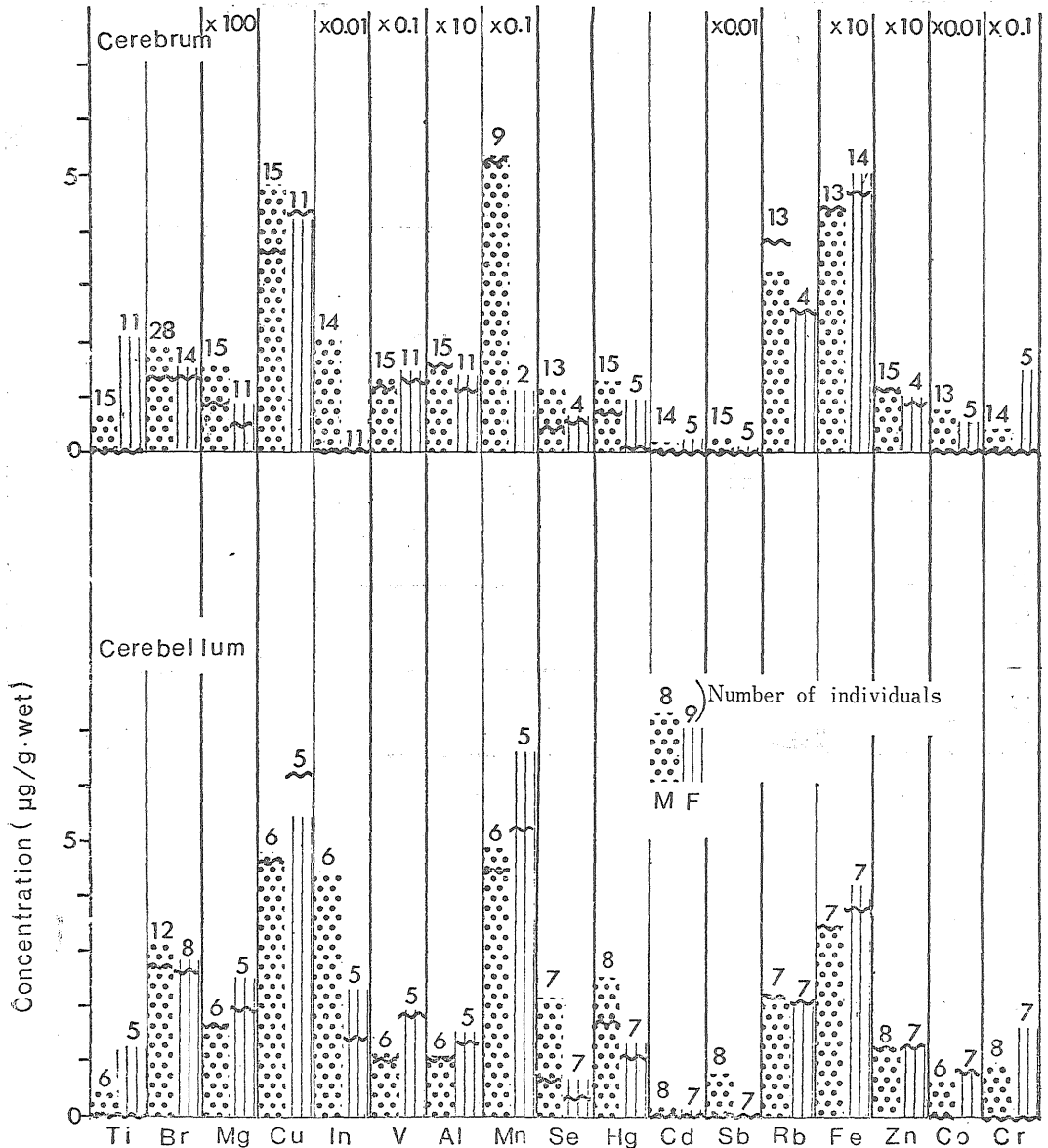
種々の生態系における微量元素の分布や挙動は、その生理学的意味にとっても、産業公害物質や放射性物質による環境汚染の解明にとっても重要な意味をもつと思われる。本研究においては、放射化分析法を用いて、生体試料中の微量元素を非破壊で多元素同時定量を行い、その分布や挙動への情報を得ようとするものである。

【経過】

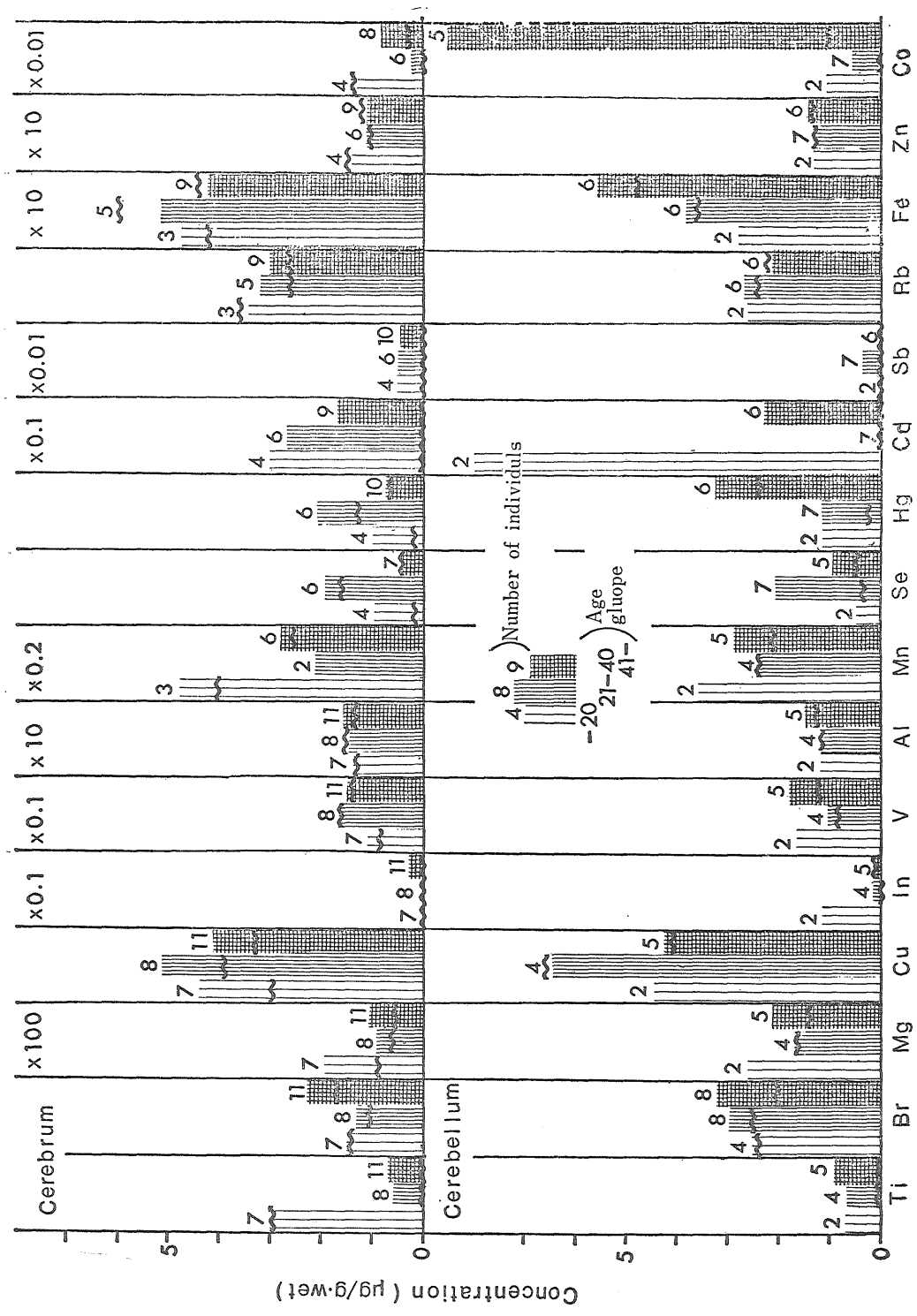
1975年より、人体各臓器や毛髪の実験を継続し、肝臓、腎臓、大脳、小脳、心臓、筋肉、脾臓、脾臓、大動脈、毛髪について20数元素の濃度測定を行った。1978年からは、各微量元素濃度の性による差や、年齢との相関に関する検討を開始し、肝、腎、大脳、小脳について実施した。

【成果】

1978年にひきつづき、大脳と小脳について男女による元素濃度の相違と、若年層、中年層、老年層での年齢層



第1図 大脳、小脳中の男女別微量元素濃度 (図中～線は中央値を礎す)



第2図 大脳，小脳中の年齢層別微量元素濃度（図中～線は中央値を示す）

別元素濃度に関して予備的な検討を行い、図1、図2に示す結果を得た。肝腎の場合ほど男女の差がめだたなかったし、年齢ともなり蓄積傾向もみられなかった。

今後、肝腎とともに検体数をふやし、ある程度の統計処理を行って、男女の差が有意であるかどうかの検定や男女別に年齢と元素濃度との関係を観察することなどが今後の課題と思われる。

〔研究発表〕

- (1) 湯川雅枝, 天野一秀, 鈴木間左史: 日本衛生学会, 第49回総会, 日本大学 (1979.4)
- (2) 湯川雅枝, 鈴木間左史, 高貫一明, 田中茂, 戸村健児: 第23回放射化学討論会, 大阪大学 (1979.10)
- (3) 湯川雅枝, 天野一秀, 鈴木間左史, 寺井稔: Archives of Environmental Health, 35, 36 (1980)
- 5. 環境保健衛生学への核技術の応用に関する研究  
大野茂, 市川龍資

〔研究目的〕

食品中の微量元素, 特に牛乳中のヨウ素の定量を、ヴァンデグラフ型加速器を用いて行うためには迅速かつ簡易な方法が必要であるので、その分離法の開発を目的と

した。

〔研究方法〕

市販の牛乳と、原地生産牛乳をあつめヴァンデグラフ型加速器により生成される中性子を熱中性化したものを牛乳試料に照射した。牛乳中のヨウ素は、(n, γ) 反応により放射性ヨウ素 128 (半減期25分) を生ずるので、このものを、ヨウ素負荷陰イオン交換樹脂に、バッチ法で吸着させて、ガンマ線スペクトロメトリ法により定量した。分析にはヨウ素標準添加法を併用した。

〔研究結果〕

得られた結果を表に示す。これらから、牛乳生産地域によりヨウ素含有量は相当異っている。勿論、これは、飼料、牧草等のヨウ素含有量の違いに原因しているが、季節的な変動もあることが推定される。

また、本法の放射性ヨウ素分離法は、原子炉事故等による牛乳中の放射性ヨウ素の定量にも応用できる。

その他、海産生物中のウランの分析を放射化分析法により行い、 $10^{-9}$ ~ $10^{-11}$  g のウランの定量を可能にした。

〔研究発表〕

大野茂, Analyst, 105, 246-250 (1980)

第1表 牛乳中ヨウ素濃度

Sample No.	Location	Iodine/ $\mu\text{g l}^{-1}$	
		By gamma-ray spectrometry	By beta-counting
1	Hokkaido (Obihiro)	56.7, 56.3, 55.3	54.7, 52.9, 50.8
2	Kanagawa (Fujisawa)	197, 203, 200	190, 192, 189
3	Chiba (Funabashi)	214, 206, 201	204, 200, 194
4	Hokkaido (Hidaka)	36.2, 32.0, 39.4	35.4, 32.8, 33.6
5*	Hokkaido	51.9, 54.6, 50.6	57.6, 56.1, 55.0

\*skim milk

(9) 臨 床 研 究 部

概 況

本研究部の業務は、放射線の医学利用に関する研究とその臨床応用であり、その業務は放射線診断、並びに放射線治療に関する研究に大別される。

現在、放射線診断には従来のX線診断にCT (コンピュータトモグラフィ)、超音波が加わり、さらに核医学分野では短寿命ラジオアイソトープ (RI) の利用、ポジトロンカメラの導入など多様な手段が利用されるよう

になり、将来には核磁気共鳴による映像診断、重粒子撮影の応用までも予想されるようになった。したがって放射線診断に関する研究には各種診断法を有効に利用するための体系作りと、診断装置の性能を評価し、情報を処理して診断の精度を向上させることが重要な課題となった。

一方、放射線治療の分野では高 LET 放射線治療の評価、放射線増感剤、並びに温熱療法の併用など基礎的にも臨床的にも解決を迫られている課題が多く、さらに医

用重粒子加速器の導入に関して、その可否について熱心な討論が行われている。

本研究部は、以上のような放射線医学の現況と発展に対応するために特別研究「粒子加速器の医学利用に関する調査研究」に全面的に参加すると共に、放射線診断、治療の両面にわたって研究を進めた。

第1研究室は、サイクロトロンによる短寿命 RI の生産と標識医薬品の製造と開発に関する研究を進め、短寿命 RI 診断の向上に貢献した。 $^{18}\text{F}$  の標識法に関して比放射能を高めるための新しい技術の開発、 $^{11}\text{C}$ -グアネジンの製造と合成、標識コレステロールの副腎集積性等について研究に進歩があり、その他にも特別研究を支える貴重な研究が進められている。

第2研究室は、放射線医学物理全般にわたる研究を行っているが、X線像、RI 像の情報処理、CT の性能評価など医用画像の診断向上に重点が置かれている。一方与えられた情報を正しく評価することも診断効率の向上に不可欠であり、肝シンチグラムの正診率は約80%と推定できたが、その値が装置を改善することにより、また医師を訓練することによりさらに向上できるものかに興味がある。

治療物理関係からは、従来の TDF (time, dose and fraction ation factor) に治療容積 (V) の因子を導入した VMTDF (volume modified TDF) が提案された。この方式における臨床評価が注目される。

第3研究室は、核医学の臨床的研究、及び診療を担当している。本年度はコロイド肝スキャンによる肝転移の診断について検討されたが、正確な RI 診断を行うための基準作りが望まれる。

第4研究室は放射線による悪性腫瘍の治療に関する研究と診療を行っているが、特に高 LET 放射線治療の研究に重点がおかれている。基礎的研究に関しては放射線増感剤、化学療法剤と放射線との併用効果、並びに、陽子線、速中性子線による治療効果比の改善が焦点となった。

特に陽子線治療についても放射線増感剤の併用効果が期待できることが明らかになったことが注目される。

放射線治療病歴情報処理に関しては、昨年度に引きつづき入力マニュアルの整備が進められ、昭和50年以降の80%治療病歴の入力が完了した。

昭和54年6月1日付で安藤興一が第4研究室に採用されたが、第4研究室長は本年度も部長が兼務した。

本年度も多数の研究者が海外にでかけ、情報交換と研究の発展に寄与した。

(恒元 博)

## 1. クラウン・エーテル法による、キャリアー・フリー $^{18}\text{F}$ -標識合成

入江俊章, 福士清, 井戸達雄, 野崎正\*

(\*理化学研究所核化学)

生理活性物質や、毒物を  $^{18}\text{F}$  で標識して、生体内での挙動や代謝を追跡したり、それを利用して診断に応用する為には、高比放射能で標識化を行う必要がある。前年度、 $\text{K}^{18}\text{F}$ -クラウン・エーテル法による標識方法を検討した結果、比放射能に限界がある為、新しく、キャリアー、フリーでの  $^{18}\text{F}$  標識方法を開発した。この方法を確立し、高放射化学的収率で標識化する条件を検討する為の基礎実験を行い、フルオロプロゲステロンの標識に応用した。原理は、 $^{16}\text{O}(\alpha, \text{Pn})^{18}\text{F}$ ,  $^{16}\text{O}(\alpha, \text{P})^{18}\text{F}$ ,  $^{19}\text{O}(\text{p}, \text{n})^{18}\text{F}$  反応で得た、キャリアー・フリーの  $^{18}\text{F}$  を含む水溶液に  $\text{KOH}$ ,  $\text{CsOH}$  等のクラウン・エーテルで可溶化が可能な金属水酸化物、ハロゲン化物 (F を除く) を添加後、蒸発乾固させて、 $^{18}\text{F}$  を捕捉後、クラウン・エーテル溶液で可溶化し、active  $^{18}\text{F}^-$  をキャリアー・フリーで有機溶媒中に得て、これを主として置換反応標識化試薬として使用する。 $^{18}\text{F}$ -照射水溶液からのアルカリ中への

第1表 The Trapped Yield of  $^{18}\text{F}$  After Evaporation of A mixture of Irradiated Water and  $\text{KOH}$

uessel	added $\text{KOH}$ ( $\mu\text{mole}$ )	trapped yield (%)
glass	0	97.3
	1	100.2
	5	102.8
teflon	0	5.7
	1	98.5
	5	101.0

the volume of employed  $^{18}\text{F}$ -water is 1ml respectively

第2表 Solubilization of the trapped  $^{18}\text{F}$  by Crown Ether Solution

solvent	added $\text{KOH}$ ( $\mu\text{mole}$ )	yield of the solubilized $^{18}\text{F}$ (%)	
		teflon	glass
acetonitrile	1	16	4.4
	5	11.4	1.2
benzene	1	48.6	0.7
	5	36.4	5.3
chloroform	0	13.2	0.6
	1	71.1	1.6
	5	81.5	15.8

in 1ml of 18-Crown-6 solution (100  $\mu\text{moles/ml}$ ) shaking for 2hr at room temp.



第3表 Labeling of 21-Fluoroprogesterone-<sup>18</sup>F in A Carrier Free, relationship between the quantity of the added potassium hydroxide and radiochemical yield

run no	added KOH (μmol)	<sup>18</sup> F in reaction solution (%)	organic <sup>18</sup> F in solution (%)	radiochemical yield (%)
1	0.5	47.3	4.5	4.2
2	1	54.1	6.1	3.2
3	2	69.4	6.1	3.0
5	5	82.3	29.1	13.5
5	10	78.4	22.6	9.9
6	20	87.1	27.8	12.1

<sup>18</sup>F production: <sup>16</sup>O(α, pn)<sup>18</sup>F the employed volume of <sup>18</sup>F-water: 1ml the reaction condition: 1ml of chloroform soln. of 18-Crown-6 (100 μmoles/ml) 40 μmoles of 21-hydroxypregn-4-ene-3, 20-dione methanesulfonates irradiating for 2hr at 60°C

<sup>18</sup>Fの乾固捕捉と、捕捉された<sup>18</sup>Fの可溶化実験を、容器差、添加するアルカリの量、可溶化溶媒の種類について、行った。これらの実験結果(第1.2表)から、ガラス容器は、<sup>18</sup>Fの捕捉は完全であるが、可溶化の段階ではテフロン容器に比べて、可溶化率が、極度に悪くなること示された。この現象は、ガラス壁面における、Fの化学反応、吸着と、物理的な吸着によるスカベンジ作用によるものと推察される。キャリア・フリー<sup>18</sup>F-標識試薬の調整にはガラス容器の使用は不適當であるとの結論を得た。さらに、<sup>18</sup>Fの可溶化については、K<sup>18</sup>F形の可溶化実験と同様に、クロロホルム溶媒中での可溶化が、最も収率が高く、KOHの添加量が5 μmol~10 μmolの時、好収率を与えることが判明した。これらの結果を基にして、添加KOH量を変えて、21-フルオロプロゲステロンのキャリア・フリー標識合成を行った結果(第3表)、KOH量が5 μmol~20 μmolの間では、放射化学的収率が10%前後で、達成された。しかしながら、クロロホルム中で行なう標識反応は、可溶化の点では、好収率をもたらすが、溶媒と可溶化OH<sup>-</sup>との反応の結果生じるカルベン経由の生成物と<sup>18</sup>F<sup>-</sup>の反応によると推定されるvolatileな<sup>18</sup>F-副成物が生じ、収率の低下をきたす欠点があることが判った。今後、この点に関する検討が必要である。

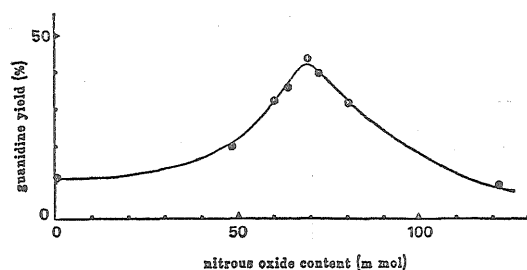
[研究発表] 日本薬学会第99年会(札幌), 1979. 8

## 2. 液体アンモニア系をターゲットとするグアニジンの製造とこれを用いる<sup>11</sup>C-ピリミジン誘導体の合成

岩田錬, 井戸達雄, 富永健\* (\*東大理)

液体アンモニア系中に<sup>14</sup>N(p, α)<sup>11</sup>C反応で生成する高エネルギー<sup>11</sup>Cの化学的挙動の基礎的研究より、ligNH<sub>3</sub>-N<sub>2</sub>O系において、<sup>11</sup>C-グアニジンが高収率で生成することを見出した。<sup>11</sup>C-グアニジンは全く新しい<sup>11</sup>C-標識化合物、特に<sup>11</sup>C-ピリミジン誘導体の合成の前駆体として用いることが可能である。このため、金属製の高圧ターゲットシステムを試作し、<sup>11</sup>C-グアニジン製造のための最適条件を求めると共に、これを用いて数種の<sup>11</sup>C-ピリミジン誘導体の合成に関して検討を行い、<sup>11</sup>C-グアニジンが前駆体として実用的であることを示した。

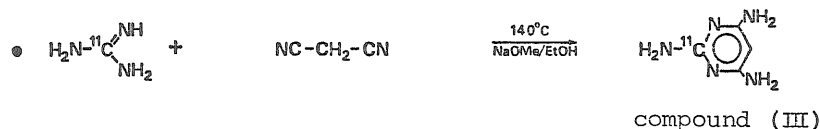
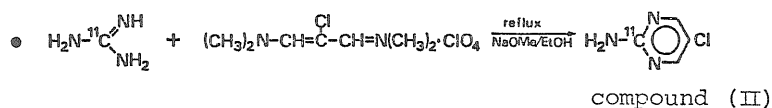
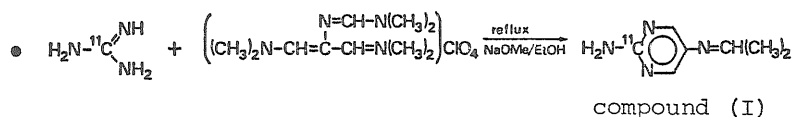
18MeV-プロトン粒子、5 μA、30分の照射条件下で5.0 mlのligNH<sub>3</sub>にN<sub>2</sub>Oの添加量を0~127 m molの範囲で変化させて<sup>11</sup>C-グアニジン生成量の変化を求めた。第1図に示すように、N<sub>2</sub>O: 80 m mol前後でピークを与えた。照射時間を30分以上、または電流値を5 μA以上とした場合、N<sub>2</sub>Oの減少が著しく、<sup>11</sup>C-グアニジンの生成量は減少した。



第1図 Spectrum of <sup>11</sup>C-Guanidine Yield in the liq. Ammonia & Nitrous Oxide System

<sup>11</sup>C-グアニジンからの<sup>11</sup>C-ピリミジン誘導体の合成法は、まず照射終了後、ligNH<sub>3</sub>を含め揮発性の成分を大気圧下でとばし、照射セル内に残った生成物をメタノールに溶かして取出した。次にこのメタノール溶液を減圧下で蒸発乾固させ、合成反応に不用な<sup>11</sup>C-シアナミド等の生成物および水を除去し、無水エタノールを加えて<sup>11</sup>C-グアニジンのエタノール溶液を得た(10%前後の<sup>11</sup>C-尿素を不純物として含む)。このエタノール溶液に反応試薬を加え第2図に示す反応式及び表1に示す反応条件下で反応を行い、第1表の結果を得た。Compound (I)の場合、照射終了時より50分以内に合成を完了した。全<sup>11</sup>Cに対する放射化学収率は40%で、合成終了時の放射エネルギーは8mCiであった。

<sup>11</sup>C-グアニジンは<sup>11</sup>C-ピリミジン誘導体合成の有用な前駆体として利用できることが示された。特にトリメチニウム塩との反応は、迅速で高収率を与えた。今後生成物の精製法と<sup>11</sup>C-グアニジンのより大量の製造に適した



第2図 Synthesis of 2-<sup>11</sup>C-2-Amino-Pyrimidines from <sup>11</sup>C-Guanidine

第1表 Synthetic conditions and results

compound	reaction temp	reaction time	radiochemical yield
I	100°C	5min	28%
I	100°C	10min	54%
I	100°C	15min	88%
I	100°C	20min	100%
I	100°C	40min	100%
II	100°C	20min	76%
III	100°C	20min	23%
III	140°C	20min	78%

ターゲットシステムの検討が必要と考えられる。またピリミジン誘導体以外の化合物へ応用すべく種々の反応を検討中である。

〔研究発表〕

岩田, 井戸, 富永, 第23回放射化学討論会, 大阪 (1979.10)

3. 放射性ヨウ素標識コレステロール誘導体の cholesterol ester metabolism と副腎集積性

福士清, 入江俊章, 福田信男, 井戸達雄, 野崎正\* (\*理研核化学)

副腎親和性薬剤である6-Iodomethyl-19-norcholesterol (I) は, Cholesterol からデザインされた化合物であり, cholesterol よりも高い副腎親和性を持ち, また副腎への取込みに際して, ACTH依存性を示すことが知られてい

る。本報の目的は, この副腎集積性のメカニズムを, 主に cholesterol ester metabolism の観点から解明しようとするものである。

〔方法〕

化合物 (I), 及びその2つのエステル体, 3-acetate ester (II), 3-palmitate ester (III), を標識合成した。これを, マウスとラットに静注し, 副腎への取込みの経時変化を求めた。更に, 副腎, 肝, 血漿の脂質画分を, Folch の方法に従い抽出し, 薄層クロマトグラフィーを用いて, 遊離型とエステル型とに分離, 定量した。

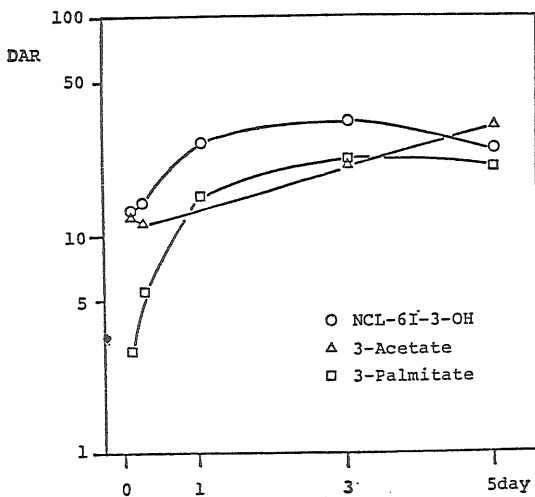
〔結果と考察〕

(1) 化合物 (I)~(III) のマウス副腎への取込みの kinetics を第1図に示した。遊離型 (I) は, エステル型 (II), (III) よりも, 速かに副腎へ取込まれた。一方, (III) の取込みには, 約1日の time lag がみられた。しかしながら, 5日後の取込み量については, (I), (II), (III) は, ほぼ等しい結果が得られた。

(2) 第1表には, TLC の分析結果を示した。遊離型 (I) は, ラット副腎内で, 2h後には, すでに56%がエステルに変化しており, 24h後には91%がエステル型であり, 副腎内での (I) のエステル化反応は極めて速かであることが判った。一方, 肝や血漿中では, 主に遊離型のまま, 存在していた。エステル化合物 (II), (III) を投与すると, 肝の cholesterol esterase により, 速かに遊離型に変換されていた。この加水分解の速度は, palmitate よりも acetate の方が, 一層速かであった。(II),

第1表 Biotransformation of 6 $\beta$ -iodomethyl-19-norcholest-5(10)-en-3 $\beta$ -ol, 3-acetate, and 3-palmitate in Wistar Rats.

Time after dose	Tissues	3-OH		3-Acetate			3-Palmitate	
		Free (%)	Ester (%)	Free (%)	Acetate (%)	Ester (%)	Ester (%)	Ester (%)
2hr	Adrenals	43	56	41	15	44		
	Liver	93	7	78	19	3		
	Plasma	89	11	27	72	1		
6.5hr	Adrenals	14	86				12	88
	Liver	94	6				64	36
	Plasma	87	13				6	94
24hr	Adrenals	9	91	2	0	98	5	95
	Liver	92	8	77	1	21	79	21
	Plasma	78	22	79	3	17	26	74



第1図 Mouse Adrenal Uptake of I-125 from free and Esterified Compounds.

(III)は遊離型に変化した後、(I)と同様に副腎へ取込まれると結論できる。

(3) 以上の結果より、(I)が cholesterol 自身よりも高い副腎集積性を示す理由の一つは、(I)が遊離型で速かに副腎へ取込まれ、エステル化され、保持されるための考えられる。他の重要な性質は、cholesterol 自身は、血中では、 $\alpha, \beta$ の両リポ蛋白に結合し、約80%がエ

ステル型で存在するのに対して、(I)は、主に VLDL, LDL の  $\beta$ リポ蛋白に結合し、大部分が遊離型のまま存在することである。血漿中の cholesterol エステル化は、酵素 LCAT によってなされ、この反応は HDL リポ蛋白上で速かに進行することが知られている。

#### 4. 肝シンチグラム読影診断の定量的評価

飯沼武, 館野之男, 松本徹, 宍戸文男

\*町田喜久雄 (\*東大医学部放射線科)

(はじめに)

医用画像は殆んど全て、医師による読影という過程を経て、始めて病気の診断という情報に変換される。実はこの読影過程に誤りがあり得ることはよく知られた事実であるが、それを定量的に明らかにした報告は多くない。我々は我国の RI イメージ診断で最も広く使われている肝シンチグラムの静態像の各種肝疾患に対する診断能を定量的に評価することを試みたので報告する。

(方 法)

症例は日本アイソトープ協会核医学開発委員会エフィカシー1小委員会(町田喜久雄委員長)のもとで、東京周辺8施設より確定診断の付いている肝シンチグラムを404例収集した。収集の際の条件として、(a)正常例、局在性病変(SOL)例および、び慢性病変例が約1/3ずつ含まれること、(b)シンチグラムは最低、正面、後面および右側面が撮影してあるものとした。

まず、収集症例に使われた放射性医薬品と撮像装置の内訳を第1表に示す。医薬品では Tc-フチン酸が圧倒的に多かったが、装置ではカメラが約300例であった。第2表は確定診断名の頻度分布を示す。正常例148例、SOL(space occupying lesion)118例、び慢性疾患124例、肝胆道疾患11例、そのほか3例で、ほぼ前に述べた症例収集の条件を満足していた。

読影は症例を提供した8施設の11名の核医学専門医に

第1表 用いられた放射性医薬品と撮像装置

<sup>99m</sup> Tc phytate	378
<sup>99m</sup> Tc Sn colloid	19
Others	7
<hr/>	
Scanner	95
Anger Camera	309
Scanner+Camera	2

第2表 収集した全症例における肝疾患の分布

Normal	148
SOL	118 (total)
Hepatoma	18
Hepatoma with cirrhosis	18
Metastasis	69
Others	13
Bileduct abnormality	11
Diffuse live disease	124 (total)
Acute hepatitis	13
Chronic hepatitis	42
Liver cirrhosis	55
Others	14
Others	3
<hr/>	
Total	404

第3表 局在性病変の肝シンチグラム診断(11名の合計)

シンチグラム 診断	確定診断	
	有	無
有	876	148
有の疑	128	268
無の疑	46	312
無	190	2037
<hr/>		
計	1240	2765
<hr/>		
総計	1240+2765=4005	

よって、50症例1月の速度で行われた。読影結果は電子計算機に入力するため、「肝シンチグラム報告シート」といわれる電算機用ワークシートに従って行われた。シートにはいくつかの項目があるが、今回の解析では肝シンチグラム診断の項目を利用した。そこでは、(1)局在性病変、(2)肝硬変、(3)胆道系異常、(4)肝外性病的圧迫、(6)びまん性肝疾患、(7)その他の各項目に分けられ、読影診断の際の確信度 (confidence level) を「有」「有疑」「無疑」「無」の4段階で記入した。読影結果の解析においては、各医師の自施設の症例の読影結果は除外した。そ

の理由は自施設の症例については各医師とも確定診断を記憶している可能性が大きいと判断したためである。

【結果】

ここでは SOL の診断に対する11名の医師の平均的診断精度についてのみ述べることにする。第3表は11名の全医師の合計としての SOL のシンチグラム診断と確定診断の比較である。全医師の診断した症例のうち、自施設の症例を除いたもので、確定診断で SOL 「有」が1240例、SOL 「無」が2765例、合計が4005例あり、各医師によって自施設の症例数が異なるため、11で割切れる数にはなっていない。

11名の医師のシンチグラム診断の結果は SOL 「有」とした症例が876+148=1024例あったが、そのうち、確定診断「有」のものが876例、「無」のものが148例あった。以下、シンチグラム診断「有疑」とした症例396例のうち、確定「有」は128例、「無」は268例、シンチグラム診断「無疑」とした症例358例のうち、確定「有」46例、「無」312例、シンチグラム診断「無」とした症例2227例のうち、確定「有」190例、「無」2037例という内訳であった。

この結果から、正診率を表すのであるが、確定診断の SOL 「有」「無」を正解として、次の4種の因子を求める。

- (1) 有病正診率 (true positive rate: TPR)

$$TPR = \frac{\text{シンチグラム診断異常ありの症例数}}{\text{確定診断「有」の症例数}}$$

- (2) 無病正診率 (true negative rate: TNR)

$$TNR = \frac{\text{シンチグラム診断異常なしの症例数}}{\text{確定診断「無」の症例数}}$$

- (3) 有病誤診率 (false negative rate: FNR)

$$FNR = \frac{\text{シンチグラム診断異常なしの症例数}}{\text{確定診断「有」の症例数}}$$

- (4) 無病誤診率 (false positive rate: FPR)

$$FPR = \frac{\text{シンチグラム診断異常ありの症例数}}{\text{確定診断「無」の症例数}}$$

ここで、第3表のうち、シンチグラム診断「有」と「有疑」を「異常あり」とし、「無疑」と「無」を「異常なし」と2つに分類すると、上記の4つの因子が計算でき、次のようになる。

$$TPR = (876 + 128) / 1240 = 81\%$$

$$TNR = (312 + 2037) / 2765 = 85\%$$

$$FNR = (46 + 190) / 1240 = 19\%$$

$$FPR = (148 + 268) / 2765 = 15\%$$

ここで、第3表から判るように  $TPR = 1.0 - FNR$ 、 $TNR = 1.0 - FPR$  である。

肝シンチグラムの SOL 検出能は「有疑」までを異常

とすると、TPR=81%, TNR=85%の検査であると言える。シンチグラム診断で異常ありとするレベルを変えると、別のTPRとTNRの対が求められ、それを結合すると、ROC曲線が得られるが、詳細は省略する。今後、収集されたデータをもとに検討を続ける。

5. <sup>13</sup>N-アンモニア静注法による心筋動態像の解析

松本徹, 福田信男, \*力武知之, 館野之男, 飯沼武, 玉手和彦, 井戸達雄, \*\*海垣洋一郎

(\*国立国府台病院, \*\*癌研究所)

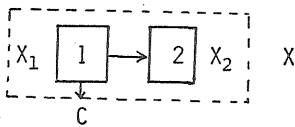
<sup>13</sup>N-アンモニアによる心筋イメージングの有用性を検討するため、<sup>13</sup>N-アンモニア-心筋動態像をポジトロンカメラで収集し、コンパートメント解析を行い、心筋機能図を作成した。

【方法】

ガンマカメラ-多結晶焦点検出器間のベットの患者を寝かせ、放医研サイクロロンで生産した<sup>13</sup>N-アンモニアを20~30mCi 静注した。静注直後よりの心筋動態像をポジトロンカメラ-電算機システム(TOSBAC-3400)で収集した。動態像は64×64, フレーム時間8秒, 又は32秒, フレーム数は60前後である。図1(1)はこのような動態像から心筋機能を求めるために用いたコンパートメントモデルを示している。X<sub>1</sub>(t)は血中成分, X<sub>2</sub>(t)は組織(心筋)成分中の<sup>13</sup>N-アンモニア量の経時的变化をあらわ

わらわしており、その和 X(t) が動態像として得られると考える。X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub> を図のような形で表現するとXは最終的に、f, c, λの3つのパラメータから成る時間の関数であらわせる。fは血流の大きさ, cはRI消失の速さ, λはRIの組織(心筋)への取り込みの速さをあらわすパラメータである。第1図(2)はこのモデルでRIを連続投与した場合をあらわす。YはXを0から時間tまで積分して得られるRI連続投与時の<sup>13</sup>N-アンモニア動態像に相当する。時間tが十分大きくなるとYは一次の直線で近似できる。これより心筋機能をあらわすパラメータとしてa, b, -a/bを導いた。各パラメータにはそれぞれ次のような意味がある。心筋部分のXが上昇型の time-activity-curve であると仮定すると λ>cのため a<0となるが、心プールに相当するところではXは下降型曲線と考えられるので λ<c, 従って a>0となる。bはRIの uptake rateをあらわしており、心プール部分よりも心筋部分の uptake rateの方が大きくなると予想される。さらにaとbの比をとると、これはλ rate constant cとλの逆数の差としてあらわされるのでこのパラメータが0より大きい時は心筋、0より小さい時は心プール部分であると推定される。以上のモデルに基づいて<sup>13</sup>N心筋動態像から心機能図を作成する手順は次の通り。まず心臓部分に相当する関心領域を32×32で切り出し、これに空

(1) A mathematical model in the case of the single injection of tracer.



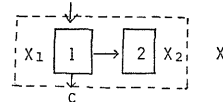
$$\begin{aligned}
 X(t) &= X_1(t) + X_2(t) \\
 &= f \cdot e^{-ct} + \lambda \cdot f \int_0^t e^{-ct} dt \\
 &= f(1-\lambda/c) \cdot e^{-ct} + \lambda \cdot f/c
 \end{aligned}$$

f: degree of vascularization (= X(0))

c: global incorporation rate constant

λ: local incorporation rate constant

(2) A model used for constructing myocardial functional image in the case of the continuous injection of tracer.



$$\begin{aligned}
 Y(t) &= \int_0^t X(t) dt = f(1-\lambda/c)(1-e^{-ct})/c + ft/c \\
 &\doteq f(1-\lambda/c)/c + \lambda ft/c \quad \text{for } t \rightarrow \infty
 \end{aligned}$$

Curve fitting the straight line by the least square method.

$$Y'(t) = a + b \cdot t$$

$$Y(t) = Y'(t)$$

$$a = f(1-\lambda/c)/c : \text{arrival time}$$

If X(t) is a monotone increasing

curve, λ>c → a < 0 (myocardium).

If X(t) is a monotone decreasing curve,

$$\lambda < c \rightarrow a > 0 \text{ (cardiac pool).}$$

$$b = \lambda f/c : \text{uptake rate constant}$$

$$-a/b = 1/c \quad -1/\lambda = \text{global clearance time}$$

$$= \text{local clearance time}$$

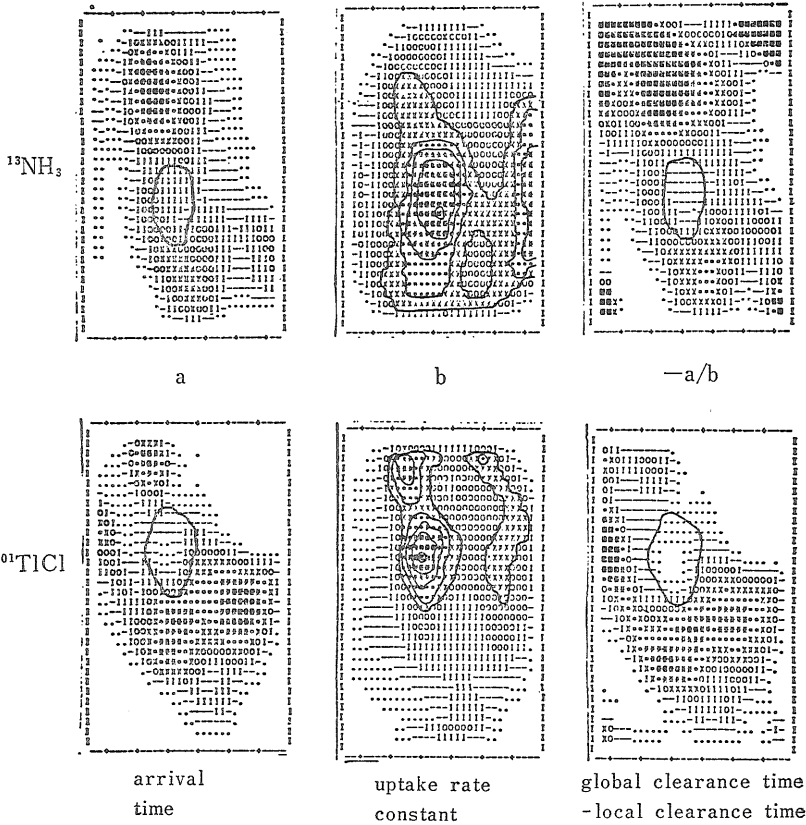
$$= \text{appearance time}$$

$$: > 0 \text{ (myocardium)}$$

$$: < 0 \text{ (cardiac pool)}$$

第1図

Functional Imagos with  $^{13}\text{NH}_3$  &  $^{201}\text{TlCl}$  i.v.



第2図 Functional Images with  $^{13}\text{NH}_3$  &  $^{201}\text{TlCl}$  i.v.

間的, 時間的なスムージングを行い, 1024 本の time activity-curve に変換した。次に半減期10分の decay 補正を行い,  $^{13}\text{N}$ -アンモニア 1 回投与時の X から, この時間積分値の Y を求めると共に, 適当な  $t_1 \sim t_2$  間の Y に対して,  $Y = a + b \cdot t$  を最小 2 乗法で当てはめ, パラメータ a, b,  $-\frac{a}{b}$  を計算し, 各パラメータのマップ (32×32) を作成, 表示した。

【結果】

第2図は  $^{13}\text{N}$  アンモニアが心プール及び心筋に取り込まれ, 半減期10分の decay により消失する約40分後までの心動態像から求めた心筋機能図を示している。

各イメージ共, 最低値から最高値までを10段階に分けて濃淡をつけ, さらに100%~50%まで10%ごとに等高線を加えて表示した。パラメータ a は RI 連続投与時の曲線に直線を当てはめて得られる Y 軸切片であり  $^{13}\text{N}$  アンモニアが心筋に到達する時間 (arrival time) に相当する。心臓部分の arrival time は周囲組織の値より小さい

ことが示されている。b のマップから心筋局所の  $^{13}\text{N}$ -アンモニアの uptake rate が周囲組織よりも高いことがわかる。又  $-a/b$  は, a と同様のパターンを示すが, a の場合よりも周囲組織とのコントラストが強く表示されている。下段は現在心筋イメージング用 RI として一般に使われている  $^{201}\text{TlCl}$  を投与した場合の動態像から求めた心筋機能図である。心臓に相当するところの各パラメータのマップのパターンは類似しているが, 周囲組織の  $^{201}\text{Tl}$ -摂取・消失の具合は  $^{13}\text{N}$  アンモニアと異なる。

また, これらの心筋機能図ではモデルで予想したごとく心筋と心プールを区別することが出来なかった。これは, 患者の体位が正面であり, 心臓の小さい症例であったこと, その上イメージマトリックスが粗かったことなどによると思われる。

【まとめ】

$^{13}\text{N}$  アンモニアを静注した場合の心筋動態像を多結晶焦点検出器型ポジトロンカメラで収集し, こより  $^{13}\text{N}$  ア

ンモニアの代謝機能を心筋局所ごとに求め、それをマップ (functional image) とする方法を検討した。また、本法を  $^{201}\text{TlCl}$  静注の場合にも応用し、 $^{13}\text{N}$  アンモニアの場合と比較した。その結果、心筋のみに注目した場合は、 $^{201}\text{Tl}$  にくらべて、 $^{13}\text{N}$  アンモニアが特に有利である点は認められなかったが、 $^{13}\text{N}$ -アンモニアには周囲組織 (肝臓その他) の代謝機能と関連させて心筋機能を解析したり、ポジトロンカメラの断層像で3次元的な動態解析が行える可能性があり、今後さらに検討する必要があると考える。

## 6. X線コンピュータ断層撮影装置の性能評価法の検討

遠藤真広, 飯沼武

### 1. はじめに

X線コンピュータ断層撮影装置 (XCT 装置) は1972年の発明以後、急速に発展しつつあり、多様な装置が臨床に使われている。XCT 装置は初期の第1世代からすでに第4世代とよばれる装置まで市販されており、その性能も非常に異なっている。XCT 装置を臨床において有効に利用するためには、その性能を十分に調査し評価することが前提となる。

我々も、前年度までにXCT装置の性能評価法を確立するため、次の2点の研究を行ってきた。すなわち、1)異なる機種 of XCT装置を共通のファントームで試験し、その性能の相互比較を行った。2)また、空間分解能の測定に関して、ワイヤを用いる方法を細かく検討したり。今年度は、以上の経験をもとに他施設と共同してXCT装置の性能評価規準を作成し、その結果を発表した<sup>2)</sup>。また、その規準にもとづくファントームを試作した。以下に、今年度の研究の概要を述べる。

### 2. XCT装置の性能評価規準

XCT装置の性能評価は、臨床上、きわめて重要であるにもかかわらず、従来は標準的な方法が確立していなかった。XCT装置の性能評価法については、すでに1977年にAAFPM (American Association of Physicists in Medicine) が発表していたが必ずしも普及しているとは言いがたかった。また、AAPM案は、1)測定法の記載が少ない、2)評価項目の物理的吟味が不足で重複しているものや不足しているものがある等、多くの点で満足のものではなかった。我々は、他のいくつかの施設 (東大、帝京大、浜松医大、名大、福島医大) の研究者と共同で、性能評価のための独自の規準案を作成した。これは、AAPM案を土台としていくつかの項目を整理補足し、測定法については大幅に書き加えたものである。

我々の提案した案は、ユーザーの立場に立って物理的

第1表 XCT性能評価項目

- 
- |                                   |
|-----------------------------------|
| (1) 雑音 (noise)                    |
| (2) コントラストスケール (contrast scale)   |
| (3) 空間分解能                         |
| 3-1) スライス面における空間分解能               |
| 3-2) スライス厚 (厚さ方向の位置依存性)           |
| (4) コントラスト分解能                     |
| 4-1) 高コントラスト分解能                   |
| 4-2) 低コントラスト分解能                   |
| (5) 被曝線量                          |
| (6) アーチファクト                       |
| 6-1) 患者の動きによるもの                   |
| 6-2) 機械によるもの                      |
| (7) 寸法依存性 (画面の均一性)                |
| (8) 位置依存性 (画面の均一性)                |
| (9) エッジ効果 (edge effect)           |
| (10) 吸収係数とCT値の直線性                 |
| (11) 表示装置における像の幾何学的ひずみとコントラストのひずみ |
| (12) 再現性 (品質保証)                   |
- 

なファントームによる画質評価を行うことを基本としていて、そこで取り上げられている画質評価の項目は第1表に示す通りである。各項目の詳細は、原報告を参照していただきたいが、主な特徴を次に示す。すなわち、1) コントラスト分解能という概念を明確にしたこと。特に低コントラスト分解能 (コントラスト差1%での欠損の認識能) を測定するためのファントームの材質として水とPPE樹脂を明示したこと。PPE樹脂は構成要素のポリスチレンとポリフェニレンエーテルの比率を変化させることにより、実効原子番号をほとんど変化させずに比重を変えることのできる特異的な物質で、CT値の直線性の試験にも有用である。2)表示装置における像の幾何学的ひずみとコントラストひずみという項目を設けたこと。3)画面の均一性の位置依存性という項目を設けたことなどである。

### 3. 性能評価用ファントームの試作

我々の作成した規準案では、ファントームについては必要最小限の枠組を示すだけで具体的なファントームの設計図は示さなかった。そこで、性能評価を実際に行なう人の便宜のため、規準案に準拠したファントームを設計試作した。このファントームは外径20cm、厚さ5mmの亚克力製円柱形水ファントームの各部に様々な被写体を挿入する構造になっている。製作上、特に留意したのは、いくつかの細い孔 (最小の径0.5mm) を厚い亚克力板に近接してあける高コントラスト分解能測定用被写体である。この被写体の製作に必要な精度は通常の機械加工

技術の限界付近であるので、製品の安定性を増すため特殊な樹脂加工技術を採用した。

本研究所においても、今年度後半より XCT 装置が導入された。今後はこのファントムにより規準案に即した性能評価を試みる予定である。

【研究発表】

- (1) 遠藤, 飯沼, 竹中: 日本医放会誌 40:43-51(1980)
- (2) 竹中, 飯沼, 遠藤他: 日本医師会誌 82:1175-1185(1979)

7. 放射線治療計画における照射容積を考慮した TDF の提案

中村謙, 古川重夫, 飯沼武, 梅垣洋一郎\*  
(\*癌研)

放射線治療計画において総線量(D Gy), 照射回数(N), 照射期間(T日)を考慮した照射スケジュールを決定する際 TDF (time, dose and fractionation factor) が用いられている。しかし照射容積についての考慮は含まれていない。線量分布の肯否を判断する上で照射容積を考慮した TDF (VMTDF; volume modified TDF) を提案し, それによる治療計画法について検討した。

照射容積を考慮した NSD (VMNSD; volume modified NSD) は照射容積 (V) に対し, あるいは, ある範囲内の V では(1)式で表わせるとする。一般に VMNSD は(2)式のように Ellis の NSD として表わされる。

$$VMNSD = NSD V^{-\gamma} \quad (1)$$

$$VMNSD = 100DN^{-\alpha} T^{-\beta} \quad (2)$$

(1)および(2)式から

$$NSD = V^{\gamma} 100DN^{-\alpha} T^{-\beta} = (mV_0)^{\gamma} 100N^{1-\alpha-\beta} dt^{-\beta} \\ = (mV_0)^{\gamma} 100N^A dt^{-\beta} \quad (3)$$

但し

d : 1回線量 (Gy) (d=D/N)

t : 照射間隔 (日) (t=T/N)

V<sub>0</sub> : 単位体積 (cm<sup>3</sup>)

m : 照射容積中の単位体積の個数

α, β, γ : 定数

$$A = 1 - \alpha - \beta$$

(3)式から VMTDF は(4)式で表わされる。

$$VMTDF = mV_0 (100N^A dt^{-\beta})^{\frac{1}{\gamma}} \\ = mV_0 (TDF \cdot 10^3)^{A/\gamma} \quad (4)$$

但し

$$TDF = N (100d)^{\frac{1}{\alpha}} t^{-\frac{\beta}{\alpha}} 10^{-3} \quad (5)$$

VMTDF の耐容量 (full tolerance) を100になるようにしたものを VMTDF (beq) とすると(6)式で表わされる。

$$VMTDF_{(beq)} = \frac{100}{VMTDF_{(tot)}} \sum_{i=1}^m (TDF_i \cdot 10^3)^{\frac{A}{\gamma}} V_0 \quad (6)$$

但し

$$VMTDF_{(tot)} = NSD^{\frac{1}{\gamma}} = \sum_{i=1}^m (TDF_i \cdot 10^3)^{\frac{A}{\gamma}} \quad (7)$$

$$TDF_i = N (100d_i)^{\frac{1}{\alpha}} t_i^{-\frac{\beta}{\alpha}} 10^{-3} \quad (8)$$

M: 耐容量となる照射容積の単位体積の個数  
(計算例)

Ellis (1968) の α(0.24), β(0.11) 及び Kirk (1975) の γ(0.16) を用いると (1), (2), (7)及び(6)式は次のように表わせる。

$$VMNSD = 5436V^{-0.16} \quad (9)$$

$$VMNSD = 100DN^{-0.24} T^{-0.11} \quad (10)$$

$$VMTDF_{(tot)} = 2.22 \times 10^{23} \quad (11)$$

$$VMTDF = 4.51 \times 10^{-22} \sum_{i=1}^m (TDF_i \cdot 10^3)^{4.06} V_0 \quad (12)$$

第1表に照射容積 (Vcm<sup>3</sup>) に対する VMNSD を(1)欄に, もしVに(1)欄の VMNSD<sub>ret</sub> 照射した時の TDF を(2)欄に, 1cm<sup>3</sup> 及び 10cm<sup>3</sup> に(2)欄の TDF を照射した時の VMTDF<sub>(beq)</sub> をそれぞれ(3)及び(4)欄に示す。

1cm<sup>3</sup> の VMNSD は 5436 ret であるが TDF では558, しかし VMTDF<sub>(beq)</sub>は 100になる。1000cm<sup>3</sup> の VMNSD 及び TDF はそれぞれ 1800 ret, 102 となり, 1cm<sup>3</sup> の VMTDF<sub>(beq)</sub> は0.1となっているが1000倍すると102になる。

VMTDF<sub>(beq)</sub>が100にならないければ耐容量にならず, 照射法, 線量分布の肯否の検討に用いられる。線質の違った場合にはそれぞれの NSD, α, β, γ が分ればその値を用いて治療計画が行える。

【参考文献】

- (1) Ellis: Curr. Topics in Rad. Res. 4, 357 (1968)
- (2) Kirk, J. et al: Clin. Radiol. 26, 77-88 (1975)

第1表 Volume modified TDF and NSD values for volume

V (volume) (cm <sup>3</sup> )	(1) VMNSD (ret)	(2) TDF	(3) VMTDF per 1cm <sup>3</sup>	(4) VMTDF per 10cm <sup>3</sup>
1	5436	558	100	
2	4865	471	50	
3	4560	426	33.3	
5	4202	375	20	
10	3761	317	10	100
50	2907	213	2	20
100	2602	180	1	10
200	2329	151	0.5	5
300	2182	137	0.333	3.33
500	2011	121	0.2	2
1000	1800	102	0.1	1



〔研究発表〕

- (1) Umegaki and Nakamura: Fifth "High LET and Allied Area in Radiotherapy." Seminar under the US-Japan Cooperative Cancer Research Program, Kyoto (May 22-23, 1979)
- (2) 中村, 飯沼, 梅垣: 第38回日医放射物理部会, 呉 (1979.10.11)

8. コロイドスキャンによる肝転移の検出

館野之男, 穴戸文男, 松本徹, 飯沼武

コロイド肝スキャンによる肝転移の検出の能力を有病正診率, 無病正診率で定義しようとする, 「真の有病者」と「真の無病者」を知る必要が起こるが, これは実地臨床上不可能なことが多い。今回は仮りに, 第1のシリーズでは剖検所見をもって確定診断と見なし, 第2のシリーズでは手術所見をもって確定診断と見なした。

消化器癌を中心とした固型癌症例70例の剖検群での成績は次の通りである(第1表)。欠損といういわば直接所見だけを頼りに判定した結果は, 有病正診率51%, 無病正診率95%であったが, 肝腫大および肝影まだらという間接所見を取り入れて診断した場合は, 有病正診率が81%に上昇する代りに, 無病正診率は67%と急激に悪化する。その理由は小さな転移が多発しているものなど明瞭な欠損として出難いものが肝腫大あるいは肝影まだらとして拾い上げられる一方, 癌の末期状態として起りがちな肝うっ血, 滯濁腫脹, 脂肪変性, 褐色萎縮などが, 肝腫大あるいは肝影まだらの所見を呈してくるからである。

第1表 剖検群の正診率

スキャン	+	±	-	計
転移				
+	25	15	9	49
-	1	6	14	21
	26	21	23	70
有病正診率	25/49=.51		40/49=.82	
無病正診率	20/21=.95		14/21=.67	

第2表 手術前検査例のルーチンワークの成績

スキャン	+	±	-	計
手術				
+	4	2	8	14
-	2	9	78	89
	6	11	86	103
有病正診率	4/14=.29		6/14=.43	
無病正診率	87/89=.98		78/89=.87	
有微正診率	4/6=.67		6/17=.35	

第3表 肝転移検出の精度

	有病正診率	無病正診率
肝スキャン(+のみ)	4/14(28.6)	87/89(97.8)
肝スキャン(+と(±))	6/14(42.9)	78/89(87.6)
GOT	4/14(28.6)	80/89(90.0)
GPT	1/14(7.1)	84/89(94.4)
AI-P	3/14(21.4)	78/89(87.6)
GOT and/or AI-P	4/14(28.6)	73/89(82.0)
GOT and AI-P	3/14(21.4)	86/89(96.6)
肝スキャン(+と(±)) GOT	4/14(28.6)	88/89(98.9)
肝スキャン(+と(±)) AI-P	3/14(21.4)	85/89(95.5)

このシリーズではこうした形で増えた読み過ぎが5例あった。

腹部消化器癌手術検査例, 103例のルーチン業務での診断能は次の通りであった。(第2表)。

欠損だけを有所見とする狭い診断規準で判定すると, 有病正診率29%, 無病正診率98%と, 見逃しは非常に多い。さらに, 間接所見も考慮に入れた広い診断規準によると, 有病正診率43%, 無病正診率87%であった。つまり, 診断規準を広くとっても見逃しはまだ相当にあって, 検出できるのは半数にも満たない。これは諸家の報告している「肝シンテグラムの診断能」70%~90%, なかには90数%というのに比較するといかにも悪い成績であった。

こうして表面的な数字の悪さにもかかわらず, このシリーズの肝シンテグラムでは, 従来いわれていた常識よりずっと小さな転移まで発見されている。症例58185では右葉上にあった2cm大のもの, 右葉中にあった1.5cm大のもの2個の集落が検出されているし, 転移多発例の症例51879では1cm大のものの群落が欠損として認識されている。

こうした場合, 他の検査成績と組合せて検査成績を向上させようとするのがいわば臨床の常套手段である。肝転移の検出という観点から見ると有望らしい組合せは, 各種肝機能検査, 超音波検査, CT などであるが, このシリーズでは超音波とCTのデータを欠いているので, GOT, GPT, アルカリフォスファターゼの3種の生化学検査とだけ組合せの有効性を調べてみた。その結果は第3表に示すように全然役に立たなかったと判定してよい。

〔研究発表〕

館野之男, 穴戸文男「コロイドスキャンによる肝転移の検出」映像情報 12 (2) 72-76, 1980

9.  $^{86}\text{Rb}$  赤血球 uptake による赤血球膜透過におよぼす諸因子の影響について

山根昭子, 福田信男, 荒居龍夫\* (\*病院部)

〔目的〕

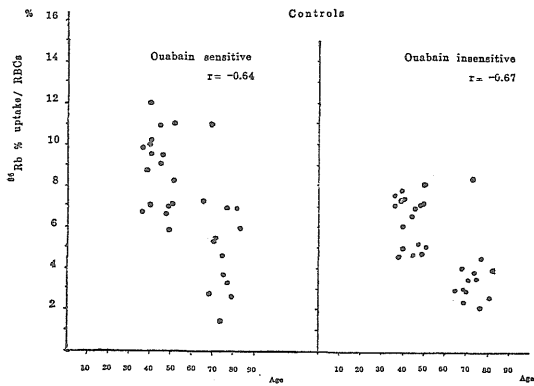
In-vitro の条件で  $^{86}\text{Rb}$  をトレーサーとして赤血球への  $^{86}\text{Rb}$  のとりこみを測定し, 赤血球膜内への K の輸送と膜透過に及ぼす各種生理的要因を調べることを目的とする。

〔材料〕

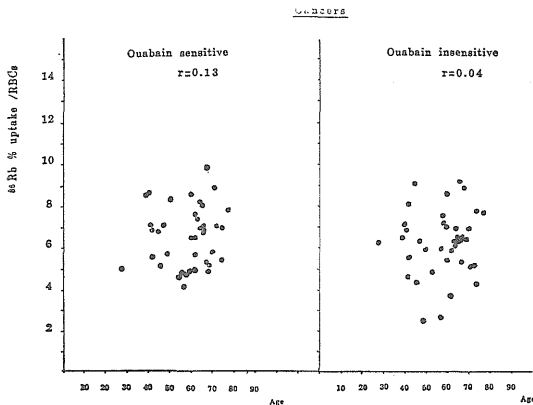
赤血球は, 1) 病院部の看護婦さん17名, 北部診療所の老人健診の中から比較的健康な人13名 2) 病院部の子宮がんの患者さんで治療を受ける直前の人37名から採血した新鮮血を遠心分離して得た。

〔方法〕

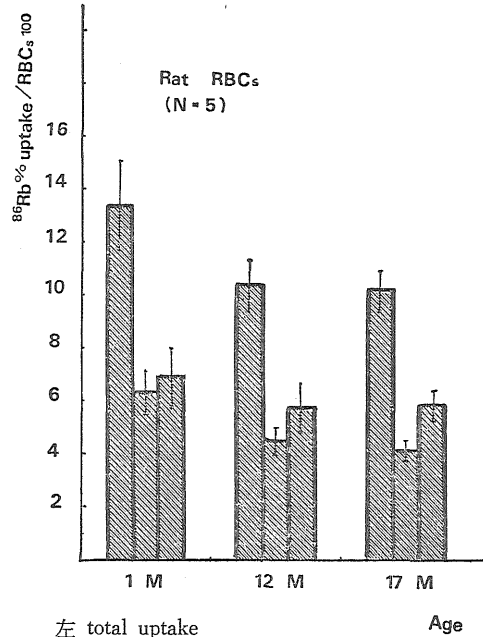
ヘパリン加血液は,  $4^{\circ}\text{C}$  2500rpm 25分間遠心分離し, 赤血球は, 血漿中グルコース存在下で  $37^{\circ}\text{C}$  120分間 incubation, 再び遠心分離し, 赤血球中にとりこまれた  $^{86}\text{Rb}$  の放射能を測定し, あらかじめ数えておいた赤血球数より % uptake を求める。同様にして, Ouabain を加えて, Ouabain に感受性の active uptake と非感受性の Passive uptake の差を求めた。



第1図



第2図



左 total uptake  
中央 Passive (Ouabain insensitive)  
右 (Ouabain sensitive)

第3図

〔結果〕

正常女子群では, 加齢との負の相関が認められた。第1図。一方子宮がん群では, 第2図にみられるように全く加齢との相関はないことがわかった。 $^{86}\text{Rb}$  の % uptake は, 60歳以下の正常女子が高く, 子宮がん, そして60歳以上の正常女子の順に低くなっている。もし赤血球膜透過にホルモンが関与するならば, 正常女子群の50歳以下の人はほとんど月経がみられるが, 子宮がんの方は, 大部分の人が閉経していることが理由としてあげられる。第3図は Wistar Rat の赤血球を同じように test したものであるが生後1ヶ月の Rat が % uptake が高く加齢と共に低い % uptake を示している。

〔研究発表〕

第19回 日本核医学会総会, 山根昭子, 福田信男, 松本 徹

10. 放射線治療効果比改善に関する生物学的研究

恒元博, 安藤興一, 古川重夫, 小池幸子, 馬嶋秀行\*, 陣内研一\*, 中川圭介\*, 岩川まゆみ\*, 御影文徳\* (\*研究生)

〔目的〕

本研究は正常組織障害を最小にし, かつ腫瘍退縮・治療率を最大にする放射線治療法を追及することを目的としている。以下個別の研究について述べる。

(1) サイクロトロン 70MeV 陽子線の腫瘍及び皮膚に対

第1表 RBE at given dose level

Proton	TGD time		Skin Reaction		TGF
	X-ray	RBE	X-ray	RBE	
10.0Gy	7.5Gy	0.75	—	—	—
20.0Gy	15.0Gy	0.75	16.0Gy	0.80	0.94
30.0Gy	20.0Gy	0.67	24.5Gy	0.82	0.82
40.0Gy	31.5Gy	0.79	30.5Gy	0.76	1.04
50.0Gy	43.0Gy	0.86	36.5Gy	0.73	1.18
Mean		0.76		0.78	1.00
S. D. (n)		0.07(5)		0.04(4)	0.15(4)

する効果

〔経過〕

臨床利用の基礎実験を行うことを目的とした為、spread peak を用いることにした。また陽子線の長所であるところの深部線量分布が物理分布どおりに効果的か否かを検討した。更には、陽子線は中性子線と異なり RBE が 1.0 に近いと報告されており、治療効果比は主に深部線量分布の特異性によりのみ期待できる。Hypoxic cell sensitizer を併用することにより、更に生物学的に治療効果比を上昇させる可能性を実験的に調べることにした。

〔成果〕

C3Hf 雌マウス脚部皮下に第 6 世代の扁平上皮癌を移植後 5 日目に陽子線照射を同部位に行った。皮ふ反応も同時に調べる為、同部位を移植 2 日前に脱毛しておいた。深部部位（厚さの異なる Lucite 板を用いた）別では、陽子線入射部位では Peak (Lucite 10-25mm) 部位に比べ約 80% の効果が認められ、物理線量分布と一致した結果であった。また Lucite 30mm の部位では皮ふのみ強い反応が認められ、皮ふから約 2.5mm 深く位置する腫瘍では効果が著しく少なかった。これは線量が 32-33mm の部位で急後に落ちるといふ陽子線の特徴を生物学的に表現したものと解釈される。一方、線量効果関係は皮ふ、腫瘍それぞれについて求められ、200 kVp X 線と比較された。結果は第 1 表のとうりであった。Hypoxic cell sensitizer である Misonidazole 1mg/gbw 投与により、皮ふ反応・腫瘍増殖遅延はともに増大したが、その程度は後者の方が大きかった。即ち、misonidazole により陽子線の治療効果比は 1.0 より大きくなった。

〔研究発表〕

馬嶋, 安藤, 古川, 河内, 金井: 第 39 回日本医学放射線学会総会仙台 (1980.5)

(2) 速中性子線照射後の骨髓幹細胞生残率

〔経過〕

速中性子線照射は Potentially Lethal Damage の repair を抑制するという報告を、in vivo 腫瘍及び in vitro 培養腫瘍細胞に関して、我々が行ってきたが、PLDR が正常組織にも起るか否かに関しては文献的にも未知である。移植可能な正常組織として骨髓幹細胞を用い、速中性子線照射後の生残率の経時変化を調べた。また、現在 Flow micro fluorometry 法により、照射後の DNA 含量頻度分布を経時的に調べている。

〔成果〕

C3Hf 雌マウスを用い spleen colony assay を行なった。中性子線は 30MeV, 50rad/min, FCD 200cm, X 線は 200kV, 200rad/min, FCD 60cm であった。照射直後に assay した場合、生残率曲線のパラメーターは速中性子線  $D_0=91.2\text{rad}$ ,  $n=1.16$ , X 線  $D_0=93.7\text{rad}$   $n=1.59$  であり、照射後 6 時間目に assay した場合、速中性子線:  $D_0=80.0$ ,  $n=0.93$ , X 線:  $D_0=98.6\text{rad}$ ,  $n=0.86$  となった。 $D_0$  で RBE を計算すると、照射直後で 1.03, 6 時間後で 1.23 と大きくなっていった。また特徴的なことは、照射後 6 時間目では生残率曲線は直後のそれより下に移動しており、腫瘍細胞で一般的に観察される PLDR とは逆になるという点である。経時的な生残率の変化を更に詳しく調べる為、次は照射線量を 300rads に固定して、照射後 2~4 時間間隔で、24 時間まで生残率を調べた。その結果、生残率は照射後 (i) 6 時間まで減少し、(ii) 6~10 時間では一度上昇するが、(iii) 10~24 時間では再び減少した。このように骨髓幹細胞の場合、経時的生残率は複雑な変化を示し、単なる間期死だけでは説明のつかない点がある。

〔研究発表〕

安藤, 小池, 陣内: 第 39 回日本医学放射線学会総会仙台 (1980.5)

(3) Hypoxic cell Sensitizer の放射線増感作用

〔経過〕

DBA2 マウスに L5178Y 細胞を移植して腹水腫瘍とし、Hypoxic cells sensitizer Misonidazole の放射線増感効果について in vitro assay 法にて検討した。

〔成果〕

得られた生残率曲線から算出した ( $D_0$  比の) Dose modifying Factor (DMF) は 0.1mg, 0.2mg 0.5mg/g body weight 投与時に、それぞれ約 1.3, 1.5, 1.8 となり、投与量と増感効果とは比例した。X 線低線量域での増感効果が高線量域のものより優れていた。また、X 線照射後に現われる Potentially Lethal Damage の repair (PLDR) を misonidazole が抑制することが分った。即ち、0.5mg/g. bw 投与時には PLDR は完全に抑制され、0.1

mg/g. b. w では軽い抑制 (照射単独群の 50%) が認められた。

〔研究発表〕

中川, 渡部: 第38回日本癌学会総会, 東京 1979. 9  
第39回日本医学放射線学会総会・生物部会 仙台  
1980. 5月

(4) マウス口唇・舌粘膜の細胞動態

〔経過〕

放射線治療の適応部位である口腔に関して, 正常組織の放射線障害を調べる研究の一環として口腔粘膜の反応, 特にその細胞動態に注目した。

〔成果〕

C3Hf 雄マウス (20週令) の口唇及び舌粘膜は基底細胞層 (2~3細胞数) と, そこから分化・移行した棘細胞層に大別される。今回は, 正常マウスの基底層細胞の細胞周期時間と, 基底層から棘細胞層への移行時間とを  $^3\text{H-TdR}$  (50 $\mu\text{Ci}$ /マウス腹腔内投与) パルスラベリング法でオートラジオグラフィの下に求めた。舌粘膜: 舌背部と舌底部とでは粘膜構造が異なる。即ち, 舌背部は舌乳頭を有し, 味蕾がわづかなから認められるが, 一方舌底部はより単純な構造である。基底細胞の世代時間は,  $\text{TG}_1$  (16.0; 12.8),  $\text{TS}$  (9.4; 10.2),  $\text{TG}_2+1/2\text{M}$  (2.6; 3.0),  $\text{TC}$  (28.0; 26.0) 時間 (舌背部; 舌底部) であった。口唇では  $\text{TG}_1$  14.3  $\text{T}_5$  11.5,  $\text{TG}_2+\frac{1}{2}\text{M}$  5.2,  $\text{Tc}$  31.0時間であった。

〔研究発表〕

陣内, 御影, 西蓮寺, 大原, 森脇: 第20回日本歯科放射線学会総会, 新潟1979, 10月

(5) アドリアマイシン (ADRM) の肺癌細胞放射線感受性に対する影響

〔経過〕

近年化学療法剤の開発により, 癌の治療成績が一部について向上してきている。臨床的には放射線治療と併用される場合が多く, その基礎実験としてヒト燕麦細胞癌を選んで, *in vitro* 系で調べた。

〔成果〕

X線の線量-生存率曲線は, ADRM によりその値が減少したが  $\text{D}_0$  値は影響されなかった。また, 同時併用が最も効果があり, 放射線による SLDR は減少したが, PLDR は影響されなかった。

〔研究発表〕

御影: 日本医学放射線学会誌 40, 238, 1980.

11. 癌転移に関する実験的研究

安藤興一, 小池幸子, 古川重夫, 馬嶋秀行\*, 陣内研一\* (\*研究生)

〔目的〕

癌の治療成績向上の為には, 局所腫瘍を治療すると同程度に重要な問題として, 転移の予防・治療がある。人為的肺転移の実験系を用いて, 転移に関与する諸要因を, 腫瘍細胞の側及び宿主側の両面から分析することを目的とする。

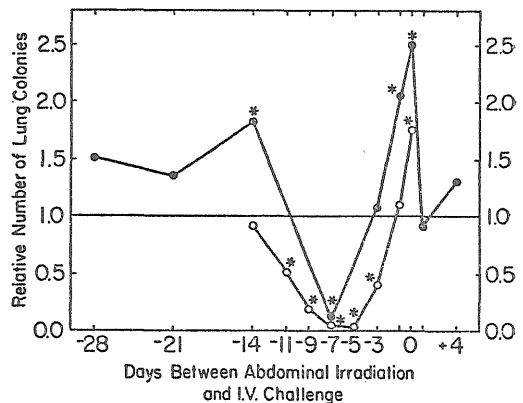
(1) 宿主側因子

〔経過〕

C3Hf 雄マウスと, 同系マウスに自然発生した線維肉腫 (NFSA) 第13世代を用いた。単細胞浮遊液を作るには 0.1% トリプシンと少量の DNase をハンクス液中に溶解したものをを用い, 20分間 37°C で腫瘍組織片を攪拌した後, 位相差顕微鏡で viability の同定と細胞数計測を行った。照射には  $^{137}\text{Cs}$   $\gamma$ -線及び 200kVp X線を用いた。end point としては肺コロニー法を用いた。即ち, 一定数の腫瘍細胞を含む単細胞浮遊液 0.5ml をマウス尾静脈より注入し, 11日後にマウスをト殺し, 肺を取り出してブアン液にて固定・染色した。肺表面上の腫瘍結節数を計測し, 対照群と比較した。一群 6~8 匹のマウスを使用した。

〔成果〕

ネムブタール麻酔下でマウス腹部を 300, 600, 900,



Time course of the abdominal-irradiation effect. Mice were irradiated to the abdomen alone (open circles: Exp. 2) or abdomen plus head (closed circles: Exp. 1), with 1200 rad  $\gamma$ -rays, and challenged i.v. with  $2 \times 10^5$  tumour cells at varying times thereafter. In the case of Day 0 irradiation, mice were irradiated 4 h before challenge. The relative number of lung colonies is the number of colonies in experimental groups divided by that in the parallel unirradiated control. Significant differences between irradiated and unirradiated mice ( $P < 0.01$ ) are indicated as \*.

第1図

1200, 1500r ads の  $\gamma$  線照射を行い。7 日後に腫瘍細胞  $2 \times 10^5$  を静注したところ、300 及び 600rads 群の肺コロニー数は非照射対照群のもと差はなかった。しかるに、900rad, 1200 rad と線量が大きくなると、コロニー数は有意に減少していた。放射線照射を受けた動物では一般に腫瘍増殖は促進されるが、我々の実験では逆に抑制されたわけである。我々はこの現象を AIRIM (Abdominal Irradiation Induced Inhibitor of Lung Metastases) と名づけ、その現象面を追及した。まず、照射の効果がどのくらいの期間つづくものかを調べた。即ち照射線量を  $\gamma$  線 1200 rads と固定し、照射時点から腫瘍細胞静注までの期間を変えてみた。その結果、第 1 図に示したように、照射後日から 11 日目に静注すると肺コロニー数は減少していたが、14 日以降及び 3 日以前では減少はみられず、更に静注直前に照射した群ではかえってコロニー数は増大することがわかった。このように AIRIM は一過性に起る特徴を有することが分った。次に年齢により AIRIM が影響されるか否かを調べた。生後 1.5 週, 3 週, 12 週, 24 週そして 40~50 週令のマウス腹部を 1020 rads X 線で照射し 6 日後に  $1 \times 10^5$  或いは  $2.2 \times 10^5$  の NFSa 細胞を静注した。若いマウスではコロニー数が増えることがわかっていて、3 週令以前のものには、少し細胞数を用いた。その結果、12 週令以降のマウスでは腹部照射により 1/10 にまでコロニー数が減少したが、若いマウスでは照射の効果は少なかった。即ち、AIRIM は若いマウスでは発現しなかった。次に腹部臓器のうち、何が照射されると AIRIM が発現するのかを調べた結果、盲腸である事が分った。小腸、大腸を照射しても AIRIM はなかった。静注された腫瘍細胞は肺に定着し

てコロニーをつくるわけだが、静注後いつから腫瘍細胞数が減少するかを調べた。NFSa 細胞を 2 日間培養し、 $^{125}\text{TdR}$  0.5  $\mu\text{Ci}/\text{ml}$  を培養液に加え 24 時間腫瘍細胞を標識した。そして細胞を harvest しその  $2 \times 10^5$  個を 7 日前に腹部照射しておいたマウスに静注し、経時的に肺を取り出し、radioactivity を  $\gamma$ -counter で計測した。その結果、静注後 5 分では対照群と差はなく、48 時間以降では肺の radioactivity は照射群で有意に低かった。

#### 〔研究発表〕

安藤：第 6 回 ICCR 東京 1979 年 5 月

安藤：第 20 回日本歯科放射線学会 新潟 1979 年 10 月

安藤：第 38 回日本癌学会総会 東京 1979 年 9 月

Ando, Hunter, Peters; Br. J. Cancer 41, 250. 1980

#### (2) 腫瘍側因子

前述の NFSa を担癌状態にしたマウスでは肺コロニー数が増えることが分った。そして腫瘍摘出後数日たつとこの増加はみられなくなり、非処置対照群と同じコロニー数を示すようになった。担癌状態のマウス末梢有核細胞数は担癌 2 週目以降増加し、4 週目では対照の約 20 倍になっていた。末梢血液像を調べると neutrophil と monocyte の増加が主で、lymphocyte, platelet は変化なかった。NFSa 細胞の培養上清を正常マウスに腹腔内投与したところ同様の末梢血の変化が認められた為、腫瘍細胞から CSF が産出されているものと思われる。

#### 〔発表〕

Ando, Hunter, Peters Cancer Immunol Immunother. 6, 151, 1979 (一部未発表)

## (10) 障 害 臨 床 研 究 部

### 概 況

本研究部は、放射線による人体の障害に関する診断及び治療についての調査研究を行っている。

その研究の骨子をなすものは、従来よりおこなっている各種放射線被曝者の追跡調査研究である。本年度は、ビキニ被災者については、放医研病院入院 8 名、焼津市立総合病院外来 6 名の計 14 名について、検査研究を行った。

イクジウム事故被曝者については、皮膚障害の強かっ

た 1 名について入院検査を行った。トロトラス被曝者については、17 名について入院の上、検査を行ったが、その結果 9 名にトロトラス沈着を認めたが、他の 8 名には、他医療機関においてトロトラス沈着を疑われたにもかかわらず、われわれの検索成績からはトロトラス沈着は証明出来なかった。

以上の追跡調査は、病院部の協力の下に、本研究部第一第二研究室共同で行ったが、更に、細胞遺伝学的研究については、障害基礎研究部との協同研究、トロトラス沈着症の  $^{232}\text{Th}$  体内負荷量推定については、養成訓練

部との協同によって行った。

被曝者の全身的な一般的臨床診断、検査の他、第一研究室においては、特に免疫学的な諸変化について、詳細な検討を行った。すなわち、末梢血液中、Tリンパ球、Bリンパ球百分率を求めると共に、phytohemagglutinin (PHA) に対するTリンパ球の反応性の変化を検討した。この際、被曝者の老齢化に伴う変化を除外するために、正常人の加齢に伴う免疫能の変化も併せて検討した。このような配慮は、特に老齢被曝者の多いトロトラス被投与者の免疫能を検討する際、重要で、われわれの検索した症例の中、検査の結果、トロトラス沈着の認められなかった症例は、年齢、生活歴において、適当な対照グループとしての役割を得た事で、重要であった。さらに第一研究室においては、免疫学的検索の他、加齢に伴う染色体異常についても検索を重ねている。

第二研究室においては、被曝者について、血液学的な変化に特に重点をおいて検索をすすめた、従来より開発してきた血液幹細胞の定量的アッセイ法により、骨髄及び末梢血液中の幹細胞動態を検索しつつある。

その結果、被曝後約20年をへて、通常の血液検査では異常を認めなくても、骨髄中幹細胞量の低下が認められる症例があることが明らかとなった。また、循環血液中の幹細胞量もまた、イリジウム事故被曝者のように数年を経過した症例では、骨髄と同様に低下する症例のある事が明らかとなった。

第2研究室においては、さらに、致死的な全身被曝の際、唯一の救命的医療処置と考えられる骨髄移植につき、基礎的な検討を行った。実験動物を用いて、組織不適合間の骨髄移植の際、致命的な副作用となるGVH反応の抑制処置の開発を行った。

更に、第2研究室大山は、ラット胸腺細胞を用いる実験法によって、リンパ球の間期死の機序を、従来より検索しているが、本年度は、放射線照射後、リンパ球が死滅してゆく過程で、細胞体積が減少し、密度増加がおこる事実を明らかにした。この事実は、リンパ球の放射線障害を検出する一指標として応用できる可能性もっている。

以上の経常研究の他、第1研究室早田及び、第2研究室、平嶋、別所、川瀬、大谷は、特別研究、低線量、生物効果班に参加し、放射線誘発骨髄性白血病の発症機序につき、細胞遺伝学的また血液幹細胞動態面よりの研究を精力的に行った。

以上の成果は、昭和54年5月に開催された国際放射線影響学会に、研究員全員が筆頭演者として各研究テーマを発表し、また第41回、42回日本血液学会総会、第22回日本放射線影響学会大会、第21回日本老年医学総会第21

回日本臨床血液学会総会（シンポジウム）等においても研究発表を行った。

以上の研究活動の他、TMI事故以来、活発となった放射線事故の緊急医療面についての調査研究活動についても、昭和54年8月開催の日本保健物理学会勉強会において、放射線作業における緊急医療のシンポジウムに参加し、更に、平嶋は、昭和54年10月米国オークリッジ市における「放射線事故のための医学的基礎」の国際シンポジウムに参加発表を行った。

人事面においては、昭和54年8月より第2研究室に東京医科歯科大学第一内科教室より別所正美が、研究員として新規採用となり、9月、第一研究室早田勇研究員が障害基礎第3研究室に配置換えとなり、その後任として、昭和55年3月池田格一が、長崎大学医学部原爆後障害研究施設内科より研究員として第一研究室に採用された。これらの移動により、本部は、総員9名の中、医師4名となり、病院部よりの併任医師2名を併せ、従来よりも臨床医学的色彩の濃い性格をもつように変貌しつつある。  
(平嶋邦猛)

#### 1. 各種線源よりの被曝者に関する臨床的研究

平嶋邦猛、杉山始、早田勇、別所正美、川瀬淑子、大谷正子、田中美喜子、田代ふみ子、石原隆昭\*、南久松真子\*、加藤義雄\*\*、奈良信雄\*\*\*、栗栖明\*\*\*

(\*障害基礎研究部、\*\*養訓部、\*\*\*病院部)

本研究は、各種線源よりの放射線被曝者の追跡調査研究によって、線量、線量率、被曝様式および体内に摂取された核種などの相違と被曝効果の関係を明らかにすることによって、今後の放射線障害患者の診断及び治療のための有効な情報を集積することを目的としている。

対象とした、放射線被曝者は、大別して三群にわけられる。

第一は、ビキニ被災者（旧第5福竜丸乗組員）であり1954年3月、核爆発実験の降灰による体外被曝（170～600rad）及び体内被曝（甲状腺で20～120rad）をうけた23名である。内3名死亡（1954年9月23日、1975年4月11日、1979年12月2日）、行方不明1名であり、現在、連絡可能な者は19名である。被曝直後より、熊取敏之所長により、逐年的に精細に、追跡調査、研究が続けられてきたが、本年度も全員に連絡の上、入院可能な8名については、昭和55年1月27日より2月21日までの期間中、5日間の入院検査をおこなった。

入院不可能なものについては、焼津市立総合病院内科において、昭和55年3月6日、6名の健康診断を外来的に行った。

入院検査を行った8名の中、4名は、前年度検査時にひきつづいて、肝機能障害が認められた。4名中2名は、血清トランスアミナーゼ値の上昇が認められたが、他の2名では、むしろ低下が認められた。異常上昇を始めた2名についても、しかし、臨床症状を伴うような重篤な変化は認められなかった。外来的に検査をおこなった6名の中、1名に従来より肝機能不全が認められているが、本年度検査では、血清トランスアミナーゼ値は、昨年度に比し低下傾向を示した。この例も、臨床症状を伴うような事はなかった。血液学的検査においては、今年度検査の全例に異常を認めなかった。

今年度は、特に、肝機能不全のある症例については、血清 $\alpha$ -フエトプロテインの検査を追加して施行したが、一名を除いて正常であった。一名の異常値も軽度(35.0 ng/ml)であり、その意味づけは、今後の経過をみなければ断定できない。被曝後、一時、甲状腺機能検査において軽度の異常を認めた一例については、甲状腺機能検査を行ったが、以前に認められた $T_3$ 低下は、現在は認められなかった。その他、2例に血清尿酸高値が認められたが、臨床症状は認められなかった。

その他の所見として、耳介、腹部に $\beta$ 線による皮膚傷害の痕跡を示す例があるが、現在、色素脱失、色素沈着毛細血管拡張及び表皮の萎縮が認められるが、癌化等の徴候は認められなかった。

以上、総合的に、今後共、経過を追跡してゆく必要がある。

昭和54年12月2日に死亡した症例は、54歳男子で、昭和49年頃より、肝機能不全、糖尿病等の症状が発現しており、焼津市立総合病院に入院をくりかえしていたが、昭和54年10月6日より、腹痛、悪心、嘔吐等の症状で再入院し、麻痺性イレウス、敗血症として、治療中、11月30日より吐血を繰返し、意識涸渇し、12月2日死亡した。

経過中血清 $\alpha$ -フエトプロテインが数回にわたって、10000ng/mlであった為、肝癌と肝硬変症、糖尿病に加えて食道静脈瘤破裂による急死と臨床診断された。病理解剖の結果も肝臓に結節状の腫瘍が認められ、その他、臨床診断と一致する所見が認められた。

第二は、 $^{192}\text{Ir}$ 線源よりの事故被曝者であり。1971年9月、 $\gamma$ 線外部被曝(10~130rad)をうけた6名を対象としている。本年度は、内1名(全身被曝線量40rad)について、入院検査を行った。(昭和55年2月26日より3日間入院)

本例は、臀部及び手指に高度の被曝をうけた為、高度の皮膚障害を来たした症例である。臀部の創傷は、現在瘢痕治癒しているが、右手掌および手指は、表皮の萎

縮、乾燥、落屑があり、右薬指の攣縮を示めた。昭和52年6月、東大形成外科において、有形弁皮膚移植手術を行い、次で、昭和53年3月6日に修正手術を行った結果、手指運動は、著しく改善されている。皮膚組織の癌化傾向は、全く認められない。また、全身検査成績には全く異常を認めなかった。

第三は、戦傷者のトロトラスト被投与者についての追跡調査である。昨年度までにひきつづき、本年度は、トロトラスト沈着症が疑われた17名について、入院検査を行った。検査の内容は、ヒューマンカウンターによる $^{232}\text{Th}$ 体内負荷量推定、全身臨床検査、特に肝機能、造血、免疫機能の精密検査及び、染色体検査を施行した。

17例の中、8名は、検査の結果、トロトラストの沈着を証明できなかった。トロトラスト沈着を認めた9例の $^{232}\text{Th}$ 体内負荷量は、0.9~6.5grであり、臓器吸収線量率は、肝で7~37rad/年、脾で25~95rad/年であった。トロトラスト注入後の年数を計算に入れると、肝の吸収線量は270~1220radとなり、9例中3例は、1000rad以上となる。

肝機能検査の成績では、BSP45分値は、5%から15%の範囲内にあり、血清アルカリフォスファターゼ値は、9例中3例が高値を示した。血清 $\alpha$ -フエトプロテインは、9例中2例が、正常上限を超えていたが、著増を示す事はなかった。血液学的な変化としては、正色素性貧血を示すものが9例中1例にあり、白血球数4000/mm<sup>3</sup>以下のものが2例であった。骨髓像でも2例に低形成像がみられた。血液学的、免疫学的な精密検査としては、骨髓中顆粒球系幹細胞量の低下を示すものが3例にあり、PHAによるリンパ球反応性低下を示すものが2例に認められた。染色体検査については、9例中3例に、構造異常が認められた。内1例には、異常クローン形成像が認められた。

われわれの行っているトロトラスト被投与者についての調査研究は、 $^{232}\text{Th}$ 身体負荷量の推定と臨床症状との関連をみていること、同年令の対照正常群と比較検討を行っていること、更に、同一症例を、経年的に追跡調査を行っている事に特徴があると考えられる。

#### 〔研究発表〕

- (1) 平嶋邦猛：臨床血液，20：867~878(1979)
- (2) Kumatori, T., Ishihara, T., Hirashima, K. and Sugiyama, H.: International REAC/TS Conference, The Medical Basis for Radiation Accident Preparedness, Oak Ridge, Tennessee, U.S.A. (1979, 10).
- (3) Hirashima, K., Sugiyama, H., Ishihara, T., Ku-

risu, A. Hasbizume, T. and Kumatori, T.: International REAC/TS Conference, The Medical Basis for Radiation Accident Preparedness, Oak Ridge, Tennessee, U. S. A. (1979. 10).

- (4) 杉山始, 平嶋邦猛, 奈良信雄, 熊取敏之: 第42回日本血液学会, 東京 (1980. 4)
- (5) Sugiyama, H., Hirashima, K., Ishikara, T., Kato, Y., Kurisu, A. and Kumatori T.: VIth International Congress of Radiaton Research, Tokyo, (1975).
- (6) 平嶋邦猛, 第1回原子力安全研究専門研究会, 京大原子炉, 熊取 (1979. 8)

## 2. 放射線障害の免疫学的研究

杉山始, 池田柁一, 田中美喜子, 平嶋邦猛

(1) 細胞性免疫機能の放射線障害症例における検討  
トトロラスト沈着症例及び同年代のトトロラスト沈着の証明されない戦傷者を対象として下記の如く細胞性免疫機能を測定した。Ficoll-Sodium Metrizcate 比重遠心法を用いて, Heparin 加末梢血よりリンパ球浮遊液を作製し, その一部を用いて, 羊赤血球 Rosette 形成法で E-RFC (T-Cell) と EAC-RFC (B-Cell) とを算出した。又, Phytohemagglutinin (PHA) を添加した場合の培養リンパ球の反応性を微量法により測定した。

その結果, リンパ球 Subpopulation に著しい異常を認めた症例は両群共に見られなかった。PHA 反応性は20歳代の若年対照群に比して低下を示した者は, トトロラスト群では10例中3例, 同年代対照群では11例中4例であった。しかし, これら PHA 反応性低下症例のうち, 顕著な低下を示した者はトトロラスト症例群中の1例であって,  $^{232}\text{Th}$ 全身負荷量も極めて大なる症例であった。

## (2) 骨髄細胞染色体の老化に伴う変化

体細胞染色体の生体内における安定性に及ぼす老化の影響を知る事を目的として, 骨髄細胞染色体を観察し, 高倍性細胞 (Polyploid Cell) の出現頻度について年令的变化を検討した。

30歳代症例3例, 40歳代症例4例及び70歳代症例7例, 合計14例について, 各症例当り1,000個の分裂中期細胞を検索した。高倍性細胞の中では, 各年代共に4nを示す細胞が最も多く, 次いで8n, 次いで16nの順に少なくなった。32n, 64nと云った高倍性細胞は見出し得なかった。高倍性細胞の出現率は, 表1に示す如く, 30歳代では1.3%, 40歳代では0.6%, 70歳代では0.3%であった。

〔研究発表〕

- (1) Hajime Sugiyama et al.: Late Effects of Thorotrast

表1 骨髄細胞染色体観察成績

年令群 (歳)	症 例 数	高倍性細胞出現頻度 (%)
34-38	3	1.3
42-44	4	0.6
71-78	7	0.3

Administration in Man, 6th International Congress of Radiation Research, Tokyo (May, 1979).

- (2) 杉山: 第21回 日本老年医学会総会, 大阪 (1979. 10).

## 3. 造血機構の放射線障害およびその治療に関する諸因子の検索に関する研究

平嶋邦猛, 杉山始, 別所正美, 川瀬淑子, 大谷正子, 池田柁一, 奈良信雄\*, 栗栖明\*

(\*病院部)

人体の組織の中, 放射線被曝の際, もつとも放射線感受性が高く, また障害よりの回復も遅延するため, 生命の予後を左右するのは造血系, 免疫系の組織である。

人体の50%致死線量は350rad程度と考えられるが, この場合, 血液幹細胞の放射線による致死効果が, 出血感染, 貧血等の症状による所謂“造血死”であることから, 全身放射線被曝の際, われわれが, 当面, 治療上問題としなければならないのは, 血液幹細胞の障害度をどのようにして定量的に評価し得るか云う診断上の問題点と, その診断の結果, 幹細胞の残存量が, 生命の維持に困難と考えられる時は, どのようにして, 血液幹細胞を補給するか一即ち“骨髄移植”の実施が可能であるかどうか治療上の問題点となる。

更に, ヒトの放射線障害の晩発性障害については, 骨髄性白血病の頻発が最大の問題点であるが, この面についても血液幹細胞動態の面から検索を加えてゆく必要がある。

以上の点を念頭におきつゝ以下の研究を施行しつゝある。

(1) 骨髄, 循環血中の血液幹細胞の放射線全身被曝後の定量的検索

前年度までの年報に記載した通り, 軟寒天培養基に, 正常人白血球を feeder layer として, 骨髄細胞及び Lymphoprep を用いて分離した単核白血球をまき, 14日間培養後, 生じた造血細胞コロニー数を算定することにより, 顆粒球系幹細胞 (CFUc) の定量を行った。

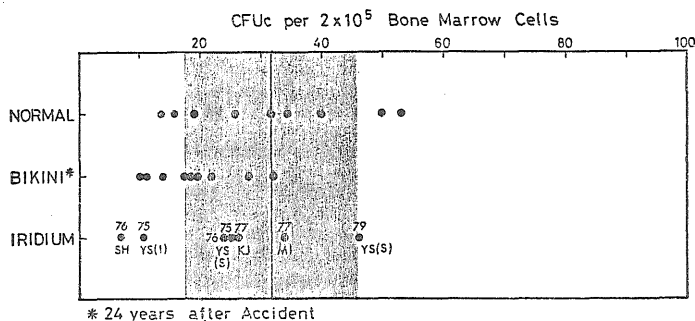
検討した, 障害患者は, ビキニ被災者, イリジウム事故患者, 及びトトロラスト注入患者である。

その結果は, 第1図に示すように, 被曝後24年後のビ



HEMATOPOIETIC STEM-CELLS (CFUc)

IN THE MARROW OF IRRADIATED PATIENTS



第1図 放射線被曝患者の骨髄中幹細胞 (CFUc) 量

キニ被災者は、全体として、正常人よりも低値を示す傾向がある。特に著しく、低値を示す症例は、染色体分析等の成績から、被曝線量の多かったと推定される症例である。

イリジウム事故患者については、被曝線量のよつとも高いと推定された SH 症例 (全身約 200rad) は、被曝後5年後もなお、著しい低値を示した。不均等被曝の強かった YS 症例は、被曝の強かった腸骨骨髄 YS (I) の値は、4年後もなお低値であるが、胸骨骨髄 YS (S) は、正常値を示した。被曝線量の少かった KJ. MI 症例は、正常値を示した。循環血液中の CFUc の量も、骨髄中 CFUc 量と良く一致した成績を示し、末梢血液を用いる事によっても、全身の幹細胞量の動きを、ある程度推測できる可能性を示した。

ヒトの晩発性障害としての骨髄性白血病の発症機序について、特別研究として遂行中のマウスの骨髄性白血病の発症機序の実験的成績と対比して検討すると、第1表に示すような事が考えられる。

特研年報の項で詳述したように、マウスの骨髄性白血病の発症は、被曝後 92 日～330 日の間におこるが、その期間は、血液幹細胞 (CFUc) の回復が完全でない時期に限られている。ヒトの場合、原爆被災者の例でわかるように、骨髄性白血病の発症は、被曝後 1 年より約 20 年の間におこる。全身被曝後の幹細胞の回復動態を長期間にわたって、ヒトについて行った成績は文献にも未だないが、今回のわれわれの成績から、ヒトの幹細胞の回復には数年以上、20 年にわたって完了しない事が推定された。被曝後の免疫能の抑制もこの場合、当然、白血病発症の要因になると考えられるが、昨年度年報に記したように、ビキニ被災者、イリジウム事故患者について T-リンパ球の機能を検討したわれわれの成績では、T-リンパ球機能の障害は数年間は持続するが、20 年に及ぶこ

第1表 放射線誘発白血病の発症機序

	実験成績 (マウス)	臨床成績 (ヒト)
白血病発症	92日～330日	1年～20年 (原爆)
幹細胞 (CFUc) の抑制	～220日	～数年以上 (イリジウム事故ビキニ)
免疫能の抑制	～60日	～数年 (イリジウム事故放射線治療)
白血病細胞の発生	18日～197日	?

とはない。

今後このような、実験動物と、ヒトについての検索成績を比較検討してゆくことによって、ヒト白血病発症機序の詳細を明らかにしてゆきたいと考えている。

トロトラスト注入患者についての成績は、現在研究進行中であるので、今回は省略した。

(2) 骨髄移植の臨床的応用に関する基礎的検討

全身放射線被曝患者について、前述したように、致死量以上の数百ラドの被曝を受けた場合、究極的な治療法は、血液幹細胞を健康正常人からもらって補給する事、すなわち骨髄移植しか考えられない。しかしながら、この際、骨髄提供者と患者の組織適合性不一致による GVH 反応が、骨髄の生着を妨げまた重篤な合併症をひきおこす。そこで、われわれは、この GVH 反応を抑制するための処置について基礎的な検討を重ねてきた。その成果は、昭和54年日本臨床血液学会総会シンポジウムにおいて発表した。

第2表に集約して示したように、各種免疫処置の中、もつとも GVH 反応抑制効果の著明なものは Cyclophosphamide, 80mg/kg の骨髄移植後の注射であり、1回処置により、90% が、致死的な GVH 反応から救命することが可能な事がわかった。また2回注射によっては 100% が、致死から免れる事ができる。ただし、この処置に

第2表 各種処置による GVH 反応による致死率の軽減効果

EXP	Treatment	Cumulative Mortality at 11th days	
1275	Control	100%	
	Cyclophosphamide 80mg/kg	9	1
	Methotrexate 48	100	
	Prednisolone 200	100	
1283	Control	100	
	Hydroxyurea 900	100	
	Actinomycin D 160 $\mu$ g	100	
	Vinblastin 10mg	70	
1294	Control	100	
	Cyclophosphamide 80	10	
	Cyclophosphamide 80+		
	Chloramphenicol 6.25	16	7
	Mitomycin 4	90	
1284	Control	100	
	Incubation (37°C-30min)	100	
	X-Irradiation (50R)	100	
	X-Irradiation (150R)	90	
		CFUs (7days after BMT)	
1389	Control	100	100.0 $\pm$ 5.1%
	Cyclophosphamide 80 $\times$ 2	0	30.4 $\pm$ 5.5

より、血液幹細胞も障害をうける事もわかった。このような、実験結果を基に、骨髄移植の臨床的応用を考えてゆく予定である。

〔研究発表〕

- (1) Hirashima, K.: Radiaion Effects Research Foundation, Pathology Workshop, Hiroshima (1972, 2)
- (2) Hirashima, K., Sugiyama, H., Ishihara, T., Hashizume, T., Kurisu, A. and Kumatori, T.: International REAC/TS Conference, The Medical Basis for Radiation Accident Preparedness, Oak Ridge, Tennessee, U.S.A., (1979. 10).
- (3) 平嶋邦猛: 臨床血液, 20: 867~878 (1979)
- (4) 平嶋邦猛: 第21回日本臨床血液学会総会, シンポジウム, 札幌 (1979. 10)
- (5) 平嶋邦猛, 第3回放射線研セミナー, 京都 (1980. 1)

4. リンパ球の放射線照射による代謝障害

大山ハルミ

〔目的〕

放射線照射後のリンパ球減少は急性放射線障害の重要な指標として障害診断に用いられているが、こうしたリンパ球の死は細胞分裂を介さない間期死によることが知られている。本研究ではリンパ系細胞の一種である胸腺細胞を用いて間期死の機構を追求すると共に障害のより

鋭敏を指標の検索を行って来た。昨年コロイド状シリカ (Percoll) を用いた密度勾配遠心法により密度差に基き生死細胞の分離されることを見出したが、本年度はさらに死細胞の細胞サイズ減少がおこることを見つけ検討した。

〔実験〕

Wistarラット, 2~3ヶ月齢オスの胸腺細胞をKrebs-Ringer リン酸液に浮遊, *in vitro* 1k<sub>R</sub> X線照射後, 10mM グルコースを加え 37°C 振盪温置, 経時的に一部をとりクーラー, チャナライザー, モデル C-1000 により測定した。また一部は密度勾配遠心法により分離後4画分にわけ, 各画分の細胞サイズを測定した。細胞死はエクソシンB分染法により判定した。

〔結果〕

照射直後の胸腺細胞の細胞サイズ分布は非照射細胞のものとは完全に一致し, 直径 5.9 $\mu$ m, 細胞体積 107 $\mu$ m<sup>3</sup> にピーク (ピーク I) を有する分布を示す。しかし, 照射後の 37°C 温置により分布はいちじるしく変化し, 経時的にピーク I は漸次低下し, 代って直径 5.2 $\mu$ m 細胞体積 75 $\mu$ m<sup>3</sup> の位置に新たにピーク (ピーク II) が現れ, 温置 4 時間で両ピークはほぼ同じになった。

すなわち, 細胞障害の進展につれ細胞サイズ減少の生ずることが示唆された。このピーク II の全細胞に対する割合は試料中の死細胞の割合とほぼ平行して変化した。

以上の結果から死細胞の細胞サイズ減少が推測されたが, さらに細胞分離法により生死細胞を分離し確認した。

胸腺細胞は Percoll 密度勾配遠心法により分離すると, 約 80% の細胞は浮遊密度 1.08-1.09 の間に集る (画分 3)。照射試料中の生細胞もこの画分に集るが, 死細胞は生細胞から明瞭に分離されより密度の大きい層 (画分 4) に分画される (画分 4)。これら画分 3, 4 の細胞サイズ分布を測定すると, それぞれ分離前試料のピーク I, II に一致した鋭いピークを有する均一なサイズの細胞群であることが明らかとなり, したがって, ピーク II の死細胞はピーク I の主な生細胞に比べ約 70% に体積が減少していることが判った。

考察および結論 胸腺細胞は間期死に伴い核濃縮の生ずることは報告されていたが, 本研究から明らかになった細胞密度増大, 細胞サイズ減少は細胞自体の収縮もおこっていることを示す新しい知見である。照射後間期死と判定される細胞は時間と共に徐々に増加するが, これまで得られた結果を分析すると, こうした死の過程は各細胞に不規則におこるのではなく一定方向に進み, しかもこの場合にみられた密度増加, 細胞体積減少は一旦始る

と速やかに進む段階であることが示唆された。なお細胞サイズ分布は簡便、迅速に測定可能であり、細胞収縮を表すものとしてリンパ球の放射線障害の指標として使用出来るものと考えられる。

〔研究発表〕

(1) 大山, 山田: Radiat. Res 82, 342-351, (1980)

(2) 山田, 大山: Int. J. Radiat. Biol. 37, 695-699, (1980)

(3) 山田, 大山: 第6回国際放射線研究学会 1979.5

(4) 大山, 山田, 同上, サチライト集会, 1979.5

(5) 大山, 山田, 日本放射線影響学会第22回大会 1979

11

## (11) 環境放射生態学研究部

### 概 況

本研究部は、放射性物質が大気、陸水および土壤中に放出されたり洩出した場合の影響評価と諸対策に資するため、これら放射性物質の大気、土壌、地下水、動植物などの相互間における移行や蓄積などにつき定量的相関を究明し、あわせて人体への摂取と蓄積の様相を検討し、人体の放射線被曝線量を適正に予測、算出するための諸因子の解明に関して研究を進めている。

したがって本研究部をあげて、特別研究「原子力施設等に起因する環境放射線被曝に関する調査研究」に参加するとともに、3研究室ともに科学技術庁の放射能調査業務を分担している。さらに受託研究として、放射能クリティカル経路に関する調査を実施した。これらの成果は別章を参照されたい。

経常研究は、第1研究室は、環境放射能モニタリング法開発のため、松葉に到着した<sup>60</sup>Coの検出定量を前年度までに行ってきたが、本年度は松葉に到着した<sup>137</sup>Cs, <sup>54</sup>Mn, <sup>60</sup>Coの洗浄効果がほぼ同程度との知見を得るとともに、これら粒子状放射性物質の1回放出に起因する松葉の放射能水準の推移を示す数式を提案した。他方、土壌における水および放射性物質の移動を究明する実験に関して、供試土壌を前処理するフルイ分け法と超音波洗浄法、およびRIトレーサー実験施行の際のバッチ法とカラム法につき検討し、ほぼ満足し得る方法を定めた。第2研究室は、原子炉施設等からの異常放射能放出の際に人の甲状腺被曝源として重視される放射性ヨウ素の挙動解明に役立てるため、環境中の安定ヨウ素分布について詳細な情報を求める目的で、先ずヨウ素定量にあたっての環境試料前処理法と簡易定量法を検討して、ほぼ満足する方法を定めた。この方法によって、土壌、植物、牛乳、海藻の安定ヨウ素を定量している。現在までのデータでは、沿岸地域のホウレン草はヨウ素含量が高い傾

向が示されているが、更に多くの試料についての検討が必要であろう。第3研究室は、日本人の食餌と骨の<sup>90</sup>Sr量の相関につき検討して知見を得るとともに、従来得られた測定値を解析して、四肢骨などと脊椎骨との<sup>90</sup>Sr/Ca比の相対比を求めた。これらの値は報告値とは異なることが示されたが安定分析より予測された値との関連を解析中である。

これらの諸成果は、国内学会ならびにIAEA主催(ウィーン)、OECD-NEA主催(東京)、IRPA主催(イスラエル)の国際学会に発表された。(佐伯誠道)

### 1. 陸圏における人工放射性物質の拡動に関する基礎的研究

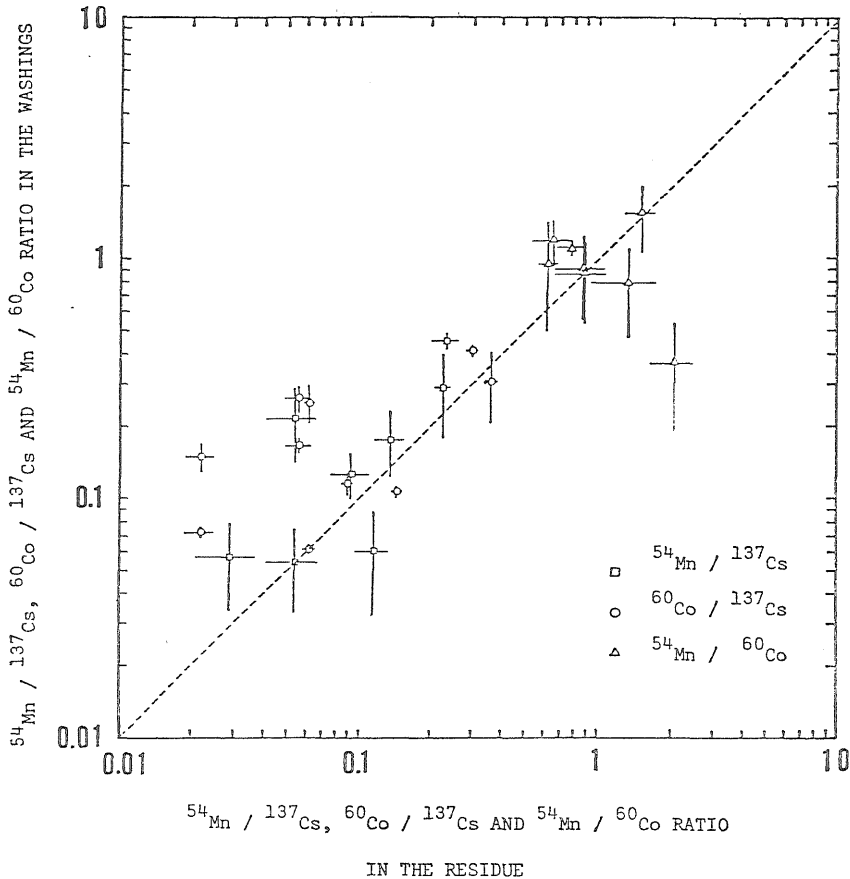
—β-γ放出核種の迅速分析測定に関する研究—  
渡部輝久, 鎌田博

〔目的〕 環境試料の低レベル人工放射性物質の分析、測定にあたり、その迅速化、精度の向上をはかるとともに、データの集積に努め、陸圏における人工放射性物質の挙動の解明に資する知見を得ることを目的とする。

〔経過〕 前年度に引続き、福井県敦賀市において松葉を採取し、主として核実験に由来する<sup>137</sup>Cs、原子力発電所に由来すると考えられる<sup>54</sup>Mn、<sup>60</sup>Coについて、Ge(Li)半導体検出器を用い、放射性核種分析を行った。

近年、原子力発電所より大気中に放出される放射性廃棄物に関して、気体状物質と共に、知見の乏しい粒子状物質をも考慮の対象とすることの必要性が指摘されている。本年度は、環境試料に沈着した粒子状放射性物質の降雨等気象要因による離脱に関する挙動に着目し、測定に先立ち、試料を脱イオン水で洗浄、除染処理を行い、上記核種の脱腐の難易、可溶化の程度等洗浄効果を求め検討を進めた。

〔成果〕 今回の処理により、<sup>137</sup>Cs、<sup>54</sup>Mn および<sup>60</sup>Coは、数~数十%が除染され、平均、29、27、32%のほ



第1図 Comparison of the ratio,  $^{54}\text{Mn}/^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}/^{137}\text{Cs}$  and  $^{54}\text{Mn}/^{60}\text{Co}$ , between the washings and the residues.

ほぼ同程度の洗浄効果が得られた。 $^{137}\text{Cs}$ は、2~15%、平均6%が可溶化した状態として検出されたが、放射能水準で1桁底に、 $^{54}\text{Mn}$ 、 $^{60}\text{Co}$ については、溶存状態のものを検するには至らなかった。第1図は、3核種の洗浄効果の比較を試みたものである。処理後の洗浄液、残渣中で求めた対照2核種の比は、ほぼ同様の値であり、図中、45°の破線付近に分布し、3核種間で洗浄効果に顕著な差がないことが理解される。

自然環境下でこれら核種間の離脱の傾向に差がないことを前提とすると、放射能水準の推移に関して次のような推論を導くことができる。

粒子放射性物質の一回放出に起因する松葉の放射能水準の推移は、次式で表わされるものとする。

$$dN/dt = -(\lambda_p + \lambda_w + \lambda_b)N$$

ここで、 $\lambda_p$ は物理学的崩壊定数、 $\lambda_w$ は気象要因による離脱の速度定数、 $\lambda_b$ は、落葉等生物効果に基づく放射能水準の低減過程での速度定数とする。

一般に、 $\lambda_w$ 、 $\lambda_b$ などの不確かさにより放射能水準の推

移を把握することは、必ずしも容易ではない。

松葉中に施設に由来する2核種を検出したとき、これらの比をとると、

$$\frac{(dN_1/dt)}{(dN_2/dt)} = -(\lambda_{q1} + \lambda_{w1} + \lambda_{b1})N_1 / -(\lambda_{p2} + \lambda_{w2} + \lambda_{b2})N_2$$

$$N_1/N_2 = (N_1^0/N_2^0) \cdot \frac{e^{-(\lambda_{p1} + \lambda_{w1} + \lambda_{b1})t}}{e^{-(\lambda_{p2} + \lambda_{w2} + \lambda_{b2})t}}$$

粒子状放射性物質は松葉に一樣に沈着し、従って、落葉等生物効果による2核種間の挙動に差がなく、また、離脱による差も生じないとすると、

$$\lambda_{b1} = \lambda_{b2}, \quad \lambda_{w1} = \lambda_{w2}$$

従って、上式は、

$$N_1/N_2 = N_1^0/N_2^0 \cdot e^{(\lambda_{p1} - \lambda_{p2})t}$$

松葉中の2核種の比は、物理学的崩壊定数の差に従って減少し、 $\lambda_b$ 、 $\lambda_w$ を求めることなく、放射能水準の時間経過を知ることができる。

本課題で得られた $^{54}\text{Mn}$ 、 $^{60}\text{Co}$ の測定値から $^{54}\text{Mn}/^{60}\text{Co}$ の値を求めたところ、時間の経過にともない、緩やかな減衰を認めることができ、この半減期を求めたとこ

ろ、 $324 \pm 76$  日が得られた。一方、上記の推論に基づく $^{54}\text{Mn}/^{60}\text{Co}$  値の半減期は、373 日と算出される。

環境試料中の放射性物質の測定値は、試料間で大きな変動を伴うのが一般であるが、放射能汚染に際して、複数核種の測定値を得れば、それら相互の値を比較することにより、放射能水準の推移など重要な知見を得ることができるものと考えられる。

#### 〔研究発表〕

渡部、鎌田：第22回日本放射影響学会、大阪（1979年11月）。

## 2. 陸圏における人工放射性物質の挙動に関する基礎的研究

——土壤水中における放射性物質の挙動に関する研究——内田滋夫、鎌田博

### 〔目 的〕

原子力施設等から放射性物質（R.I.）が土壤中に漏出した場合、R.I. は土壤水の移動に伴って、土壤との収着・脱離反応をくり返しながら、間隙水中を移動してゆく。この移動機構を解明するための実験条件について検討を進める。

### 〔経 過〕

土壤の物理的・化学的性質の違いによる R.I. の吸着反応の違いをみるため、日本の代表的土壤と主要な原子力施設周辺の土壤についての実験を進める必要がある。したがって、本年度では、3ヶ所から土壤を採取して、粒度分析および比重試験を行った。更に、これらの土壤試料を用いて、粒径の違いによる吸着反応の違いを検討するため、フルイ分けおよび超音波洗滌により土壤を区分けすることによって、R.I. 実験用の試料を調整した。

上記の各土壤試料を用いて、 $^{137}\text{Cs}$  ( $^{137}\text{CsCl}$  として添加) の土壤への分配係数を求めるためバッチ実験およびカラム実験について検討している。

### 〔成 果〕

#### 1. 土壤試料の性状

実験に使用した土壤試料は、豊浦標準砂、那珂湊支所周辺で採取した土壤（以下、那珂湊土壤）、東海施設内で採取した土壤（以下、東海土壤）および敦賀市明神町で採取した土壤（以下、敦賀土壤）の4種類である。豊浦標準砂は60% 粒径（以下、 $D_{60}$ ）が0.19mm、均等係数 ( $D_{60}/D_{10}$ ) が1.58で粒径が非常に良くそろっている石英細砂である。この豊浦標準砂はわが国の平均的な帯水層にはほぼ近い透水性をもっているため、1つの基準試料として利用できると考えられる。那珂湊土壤は、 $D_{60}$  が0.

38mm、東海土壤は  $D_{60}$  が0.42mmの砂質土であるが、前者の方が粒度が良くそろっている。敦賀土壤は  $D_{60}$  が0.40mmであるが、0.074mm以下の粒子が24%もあり、粒径分布曲線は非常にゆるやかなカーブを描いている。

#### 2. 土壤試料の調整

フルイ分けおよび超音波洗滌による試料調整は次のように行った。最初に、水中で各土壤試料をフルイでフルイ分け、4種類に分別した。そして、その各試料を超音波洗滌機に5分間X数回かけた後、再び水中でフルイ分けを行った。これらの試料は、土壤を用いた R.I. 実験を進めるのに適したものとする。

#### 3. バッチ法の検討

バッチ実験は、土壤と水溶液との比率を  $10 \sim 10^4$  まで変化させて行った。土壤と水溶液中で R.I. の平衡状態が成立するまでの時間変化を検討するため、R.I. を投入後、10日間に数回サンプリングを行い、水溶液中の濃度変化を測定した。 $^{137}\text{Cs}$  の場合、東海土壤では平衡状態が成立するまでに5日以上かかることがわかった。バッチ実験は、土壤—水溶液の比率や振とう条件等により、分配係数の値がかなり異なるため、更に実験条件を検討し、各放射性物質の分配係数を求めてゆきたい。

#### 4. カラム法の検討

カラム実験は、 $\phi 2.0\text{cm}$ 、長さ20.0cmのアクリル樹脂製のパイプに土壤を充填して行った。R.I. を添加した水溶液を一定量流入させ、その流出液（フラクション・コレクターで採取）中の濃度変化および土壤カラム内の吸着分布を求め、土性の差を求めめる上ではほぼ満足し得る成果を得つつある。しかし、この方法は室内で風乾させ団粒構造を破壊した試料を用いるため、間隙構造等帯水層の物理的条件を正確に表わしたものではない。したがって、団粒構造を破壊しないで土壤試料を採取しての R.I. 実験を今後は併用して行くことが望ましい。

#### 〔研究発表〕

内田、福井\*、桂山\*：昭和54年度農業土木学会大会  
東京（1979.5）

\*京都大学、原子炉実験所

## 3. 環境物質中の放射性元素、安定元素の挙動分配に関する地球化学的調査研究

——環境物質中の $^{127}\text{I}$ （および $^{129}\text{I}$ ）について——

村松康行、大桃洋一郎

### 〔目 的〕

環境中に放出された放射性核種の挙動は、放射性核種そのものの物理、化学形に影響されるのみでなく、環境に既存する同位元素および類似元素の量や化学形に左右される。この機構を、地球化学的手法によって究明し、

人の被曝線量測定法の開発に資することを目的とする。

#### 〔経過〕

当面は、環境物質中の  $^{127}\text{I}$ 、 $^{129}\text{I}$  の分析測定法を確立し、環境中における  $^{127}\text{I}$  および  $^{129}\text{I}$  の濃度分布、物理・化学的挙動に関する知見を得ることを目的とする。前年度においては、ヨウ素チェンバーを用い、 $\text{CH}_3\text{I}$  および  $\text{I}_2$  のハウレン草葉面への沈着速度を求める実験を行った。本年度は、フィールドにおいてこの沈着速度を求める研究に着手することをひとつの目的とし、大気中のヨウ素を捕集する可搬式エアースンプラーの試作を行う一方、ハウレン草など、環境試料中に含まれる微量のヨウ素を定量する前処理法を含む分析測定法について検討を加え、開発された方法を用いて数種の環境試料について安定ヨウ素の定量を行った。

#### 〔成果〕

1. 環境試料の前処理法に関する検討：ヨウ素は揮発し易いので、分析過程において、試料の分解が充分で揮発損失の少ない適切な前処理法を採る必要がある。したがって、次の3種の方法につき検討した。①試料に  $\text{KOH}$  を加え湿式分解し乾燥させ、それを約  $600^\circ\text{C}$  まで加熱して試料を完全に灰化し熔融する。残渣を  $\text{H}_2\text{O}$  で溶かしろ過した後に  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  で  $\text{I}^-$  の形にそろえ、 $\text{NaNO}_2$  を加え  $\text{CCl}_4$  で抽出し、次に  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  と  $\text{NaOH}$  を加え水層に逆抽出する。②試料を蒸留器中で硫酸とクロム酸で分解する。次に亜リン酸を加え還元させ、ヨウ素を  $\text{I}_2$  として追い出し  $\text{NaOH}$  液に捕集する。③試料を石英管中で燃焼させ、出てきたヨウ素ガスを  $\text{NaOH}$  溶液または活性炭で捕集する。

①の方法は、長時間の加熱によりヨウ素が揮発し易い欠点があるが、土壌、ダスト、植物、ミルクなどの処理には適している。②の方法では、溶媒抽出を省くことができるものの、試料の量が多いと収率が著しく低下する。したがって、 $1\text{ppmI}$  (dry) 以下の試料への適用はさけたほうが良からう。なお、収率は  $^{131}\text{I}$  あるいは  $^{129}\text{I}$  をトレーサーとして調べたところ①、②の方法とも  $60\sim 90\%$  であった。③の方法は、今回の試みでは加熱されて試料より出てきたガスが石英燃焼管内に吸着されてしまい、良い結果が得られなかった。しかし今後、燃焼装置を改良することにより、簡便なヨウ素の前処理法として使用できる可能性があると思われる。

2. ヨウ素の測定法に関する検討：微量ヨウ素の主な測定法としては次の方法があげられよう（カッコ内は検出限界）。①放射化分析法 ( $0.5\text{ppb}$ )、② $\text{Ce(IV)}\rightarrow\text{Ce(III)}$  へのヨウ素の触媒効果を利用した比色法 ( $5\text{ppb}$ )、③イオン電極法 ( $20\text{ppb}$ )、④デンプン反応を利用した比色法

( $50\text{ppb}$ )。感度的には放射化分析法がすぐれているが、コスト高になり且つ原子炉等の利用が必要のため簡便とは言い難い。デンプンを用いた比色法は、検出感度は劣るが簡便なので、若干の環境試料への適用につき検討を進めた。測定しようとする溶液中のヨウ素を  $\text{IO}_3^-$  にそろえ、酸性で過剰の  $\text{I}^-$  を加え ( $\text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 6\text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow 3\text{I}_2 + 9\text{H}_2\text{O}$ ) 発生した  $\text{I}_2$  とデンプンとの発色を利用することにより感度が上がった。

3. 環境試料の測定結果：前記①または②の前処理法によりヨウ素を抽出して、デンプン比色法によりヨウ素の定量をおこなった。分析結果の一例を示すと、フノリ ( $100\text{ppmI}$ , dry)、土壌 ( $48\text{ppmI}$ , dry)、牛乳 ( $70\sim 220\text{ppbI}$ , wet)、また、ハウレン草 ( $0.10\text{ppmI}$ , wet) であった。

今回得たハウレン草中のヨウ素の値は、他の報告（桂・中道、1960、 $0.016\text{ppmI}$ ）に較べると6倍ほど高い。これは、供試料の産地が海に近かったためかと思うが、更に検討してゆきたい。

4. 葉菜への沈着速度に関する考察：ハウレン草中のヨウ素の全部が大気からの沈着によるものとみなし、生育期間を1ヶ月、単位面積当りの収量を  $2\text{kg}/\text{m}^2$ 、大気中のヨウ素の濃度を  $0.1\mu\text{gI}/\text{m}^3$  (Hason 1963 の値を平均した) とすると、沈着速度 ( $\text{Vg}$ ) として  $0.08\text{cm}/\text{sec}$  なる値が得れた。これは前年度実験的に得た  $\text{Vg}$  の値に比較的近い。しかし、大気中のヨウ素の濃度や化学形、また、気象条件の  $\text{Vg}$  に及ぼす影響など未知のファクターが多いので、安定ヨウ素をトレーサーとするフィールド調査と室内実験を通じて、今後更に検討を加えていく予定である。

5. エアースンプラーの試作：大気中のヨウ素の量を調べるために可搬式エアースンプラーを試作した。ヨウ素捕集剤としては活性炭を使用し、湿度による活性炭の吸着力の低下を防ぐため、エア及び活性炭を加熱 ( $40^\circ\text{C}$  から  $80^\circ\text{C}$  まで) できるようにした。本機の性能についての検討を進めている。

#### 〔研究発表〕

大桃・村松：文部省科研費，柱山班報告書，1980年2月。

#### 4. 環境の放射能汚染による人体の内部被曝に関する研究

田中義一郎，河村日佐男，野村悦子

〔目的〕 環境に放出された放射性核種の摂取にとり内部被曝線量算定に必要なパラメータにつき集団および個人を対象に検討を進めるとともに、基礎的な方法の開発研究を行うことを目的とする。

〔経過〕 環境中に放出された人工放射性核種の人体への移行を記述する数式モデルを  $^{90}\text{Sr}$  について検討し、いくつかの知見を得た。また、骨内における  $^{90}\text{Sr}$  の分布の時間的変化に関するデータを得た。環境中放射性ヨウ素の人体甲状腺への移行のモデル化についても検討を進めている。

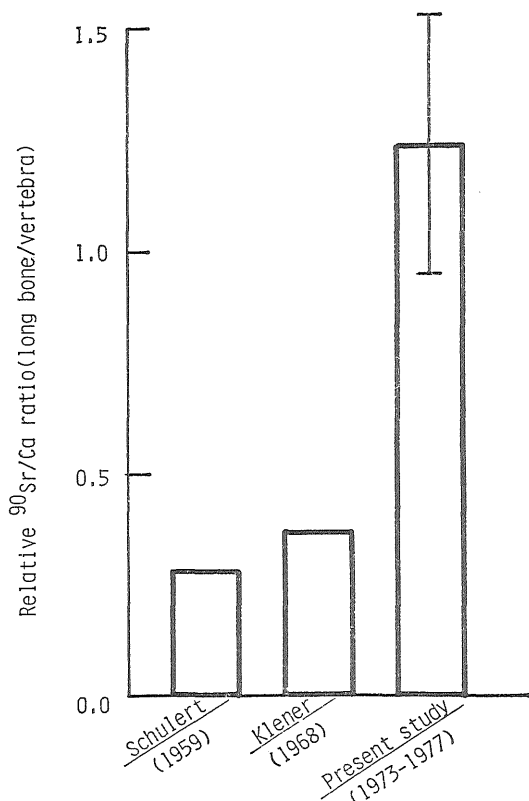
〔成果〕

環境中の  $^{90}\text{Sr}$ 、とりわけ、食餌中の  $^{90}\text{Sr}$  が人体、なかんずく骨格全体に移行する過程を解析するにあたり、本研究では、骨格における  $^{90}\text{Sr}$  の残留函数として Coullont および Madelmont の式を使用し、日本における骨および食餌中の  $^{90}\text{Sr}/\text{Ca}$  比データへのフィッティングを行い、関連するパラメータを得た。このさい、骨中  $^{90}\text{Sr}/\text{Ca}$  比は、脊椎骨のそれを用い、食品中  $^{90}\text{Sr}/\text{Ca}$  比についてはいくつかのデータセットを用意した。得られた移行函数 ( $P_{34}$ ) の値は 0.11 であり、国連科学委員会による「北半球」の推定 0.16 値と比較すると低かったため、この相異を生じた原因についてはさらに検討を進めている。本研究の値 0.11 は、安定 Sr を利用して得られたいわゆる O.R. 値とよく一致していることに着目して、現在 ICRP モデルの適用をも含めて検討をすすめている。

骨格内の  $^{90}\text{Sr}$  の分布に関するデータは至って乏しく、“分布係数（または規格化係数）” は十年来報告されていない。したがって、脊椎骨などの骨梁重量が多い割合を占める骨と、四肢骨などの皮質骨重量の割合が多い骨の  $^{90}\text{Sr}/\text{Ca}$  比の最近のデータを用いて、現時点での“分布係数”を求めた。“分布係数”は、任意の骨の相対  $^{90}\text{Sr}/\text{Ca}$  比であって、

$$\text{相対 } ^{90}\text{Sr}/\text{Ca} \text{ 比} = \frac{\text{任意の骨の } ^{90}\text{Sr}/\text{Ca} \text{ 比}}{\text{脊椎骨中の } ^{90}\text{Sr}/\text{Ca} \text{ 比}}$$

と計算される。1973年より1977年に至る26例から得られた52のデータから、長管骨の相対  $^{90}\text{Sr}/\text{Ca}$  比として、平均 1.24 を得た。この値を Schulert ら (1959年) および



第1図 Relative  $^{90}\text{Sr}/\text{Ca}$  ratio observed between long bones and vertebra.

Klener ら (1968年) の値、すなわち、それぞれ 0.28 および 0.37 と比較するといちぢるしく異なる (第1図)。この点につき、骨格内の安定 Sr の分布データとあわせて解析中である。

〔研究発表〕

河村、野村、田中他：第22回放射線影響学会大会、大阪 (1979.11)。

(12) 海洋放射生態学研究部

概況

本研究部は、海洋に存在する或は放出される放射性物質に由来する人体被曝線量を推定すること、将来の海洋の人工放射性物質による汚染と人体被曝の動向を予測すること、およびこれら汚染、被曝の軽減方策を求めることを目的としている。このため、放射性廃液の沿岸放出

と、固体廃棄物の深海投棄を考慮に入れて海洋を沿岸と深海とに分け、それぞれについて海水、堆積物、懸濁物および生物間の放射性物質とそれに影響を及ぼす安定元素の分布、移行の状況の把握とそれ等の状況を引き起す種々の原因の解明を計るべく調査研究を行っている。

第1、第2研究室とも、特別研究「原子力施設等に起因する環境放射線被曝に関する調査研究」に大多数の研

究員が参加し海洋における放射性核種の挙動と安定元素の存在量につき調査研究を行っているが、それについては「特別研究」の章に記されている。そのほかに本研究部は放射能調査の海洋関係を担当したが、その内容は別章を参照されたい。

第1研究室は沿岸については前年度の $^{60}\text{Co}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{106}\text{Ru}$ に引き続き、 $^{125}\text{I}$ を用いて海藻の高いヨウ素含有量の原因を知るため、海藻の構成成分とヨウ素の結合について検討を行った。また深海投棄に関しては日本周辺での海水中 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{144}\text{Ce}$ の鉛直分布の観察から、海域による水平方向への放射性物質の移動の差を推定した。第2研究室は前年度までの放射性核種と海水中の無機陰イオンとの結合の研究から、本年度は海水中の有機物との結合の検討へと進展させた。

本年度は外部との交流が盛んな年であった。すなわちIAEAに於て核分析法の環境汚染研究への利用を研究した石川と、米国ボーホート研究所に於て放射性物質による海洋の汚染について研究した中村(良)が年度の前半に帰国した。5月には第6回国際放射線会議が東京で開催されたが、当部からも参加して研究発表を行った。また10月にはOECD/NEAによる第3回Marine Radioecologyのセミナーが東京で開催されたが、当部からも4編の研究発表を行い討論に参加した。さらに、外来研究員として化学品検査協会の堀氏と共同研究も行った。また5月のDr. Teitを始めとして第6回国際放射線会議と第3回Marine Radioecologyセミナーに参加された欧米や中国からの約30名の研究者が那珂湊支所を訪問されて情報の交換を行えた事は、今後の研究進展のために非常に有益であった。(上田泰司)

#### 1. 沿岸における放射性物質の移行・循環に関する研究

長屋裕、鈴木謙、中村清、石川昌史、中村良一、上田泰司

〔目的〕沿岸に放出された放射性物質の海水・懸濁物・生物への分布・蓄積とその変動を量的に把握し、これら環境物質間の放射性核種の移行・循環の経路と移行量およびこれらに關与する要因についての知見を得て、沿岸海域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。

〔経過〕前年度に引続き、海藻の体構成成分と人工放射性核種の結合状況について検討した。一般的にヨウ素の含有量の高い海藻には、原子力施設から放出される放射性ヨウ素を濃縮する可能性があるため、その蓄積機構は注目すべきものである。放射性ヨウ素( $\text{Na}^{125}\text{I}$ )を添加した海水中でアナアオサ(緑藻)、アラメ(褐藻)およ

びスギノリ(紅藻)を蓄養してその摂取・排出状況を調べ、またゲル濾過法により海藻体内の多糖類との結合状況を調べた。

〔成果〕放射性ヨウ素の濃縮・排泄曲線から生物学的半減期を求めると、アナアオサ4日、アラメ5日、スギノリ12日と比較的短く、環境水中のヨウ素の濃度変化をよく反映すると考えられる。また濃縮係数はアナアオサ1500、アラメ3800、スギノリ1200となり魚類の約10の値に比べ、はるかに高い値を示す。

またTris-Acetate Bufferで抽出した成分をゲル濾過法によって分画し、各分画中の放射性ヨウ素量を測定すると第1図に示すようなクロマトグラムが得られる。海藻の多糖類は高分子量域および低分子量域にそれぞれピークを示すが、放射性ヨウ素はスギノリの場合を除き、低分子量域に大部分が集中している。また排出に際してはスギノリの場合低分子量域の排出速度は高分子量域のそれより大きい傾向がある。

#### 〔研究発表〕

中村(良)他:Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 45. 757 (1979)

#### 2. 深海投棄された放射性物質の挙動におよぼす共存物質の効果に関する研究

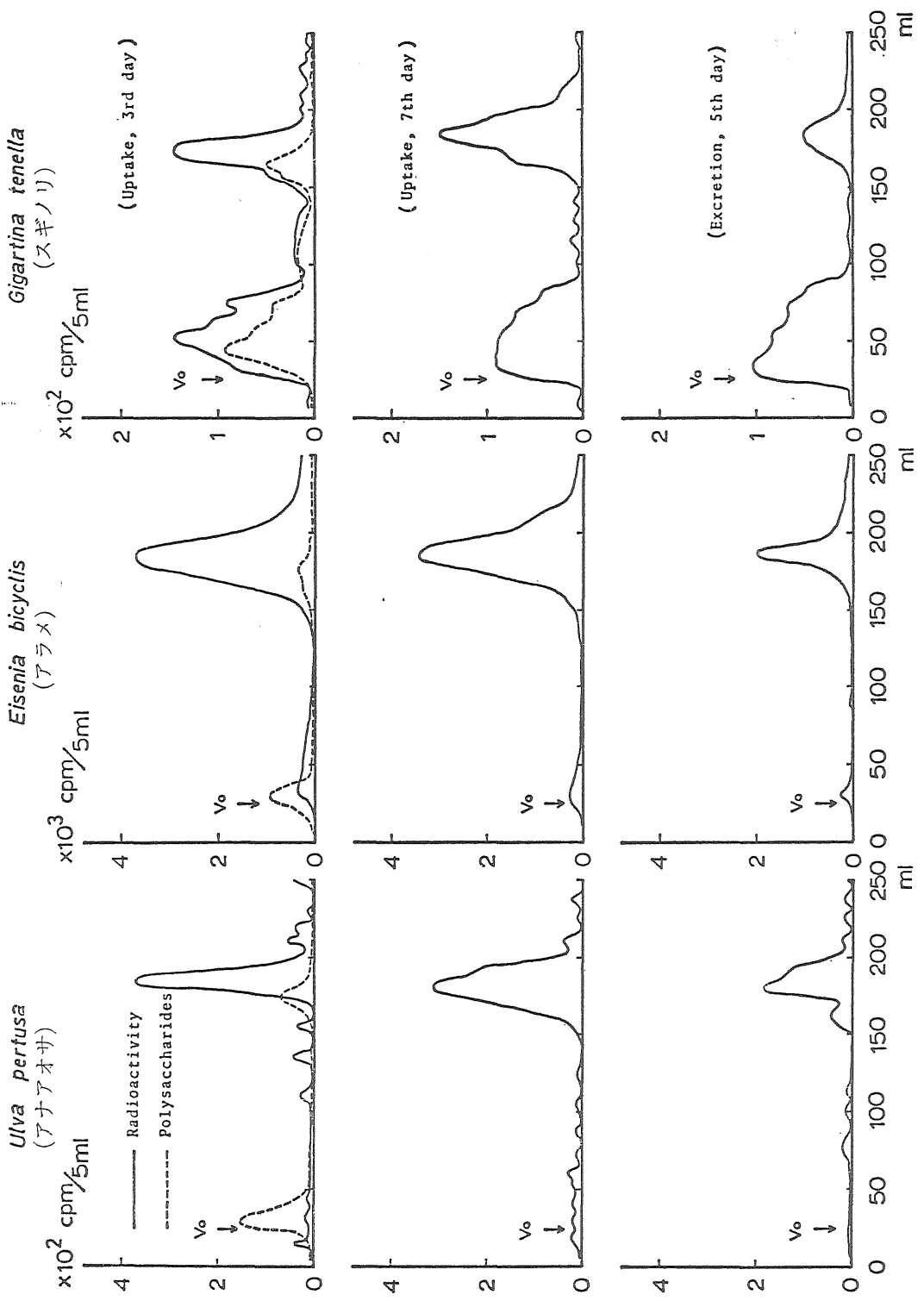
長屋裕、中村清

〔目的〕日本近海表層および深層水中の放射性同位元素濃度と、海水中に共存する無機および有機成分の分布を調べ、深海投棄された放射性物質が海水から人間へ還元する過程における海水中共存物質の影響を知り、長期間後の線量評価と海水中放射性核種の許容量の確立に必要な基礎資料を得ることを目的とする。

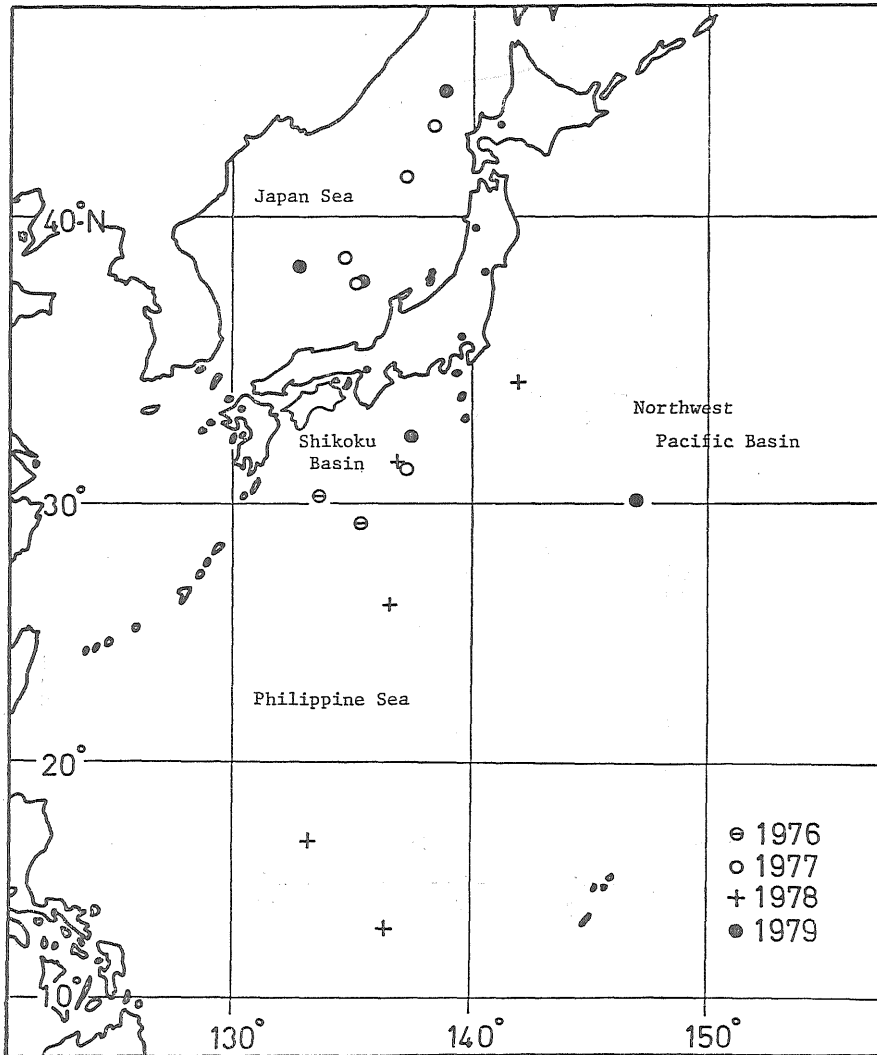
〔経過〕東大海洋研の白鳳丸の共同利用により日本海、四国海盆および北西太平洋西部で表面から海底直上までの深度別に100~200lの海水を採取して、その $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{144}\text{Ce}$ 量を測定した。また懸濁物粒子の量と粒度分布を測定した。〔さらに「粒子状」の $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{144}\text{Ce}$ および $^{238,239}\text{Pu}$ についてもデータの蓄積を行っている。〕

〔成果〕最近における深層海水採取地点を第1図に示す。海洋中における $^{90}\text{Sr}$ および $^{137}\text{Cs}$ の鉛直分布からその海域中に存在する $^{90}\text{Sr}$ および $^{137}\text{Cs}$ の全量を計算し、海域毎の放射性降下物推定量と比較すると第1表のような結果が得られる。低レベル放射性固体廃棄物の試験的投棄予定海域(Area“B”)において海水と降下物中 $^{90}\text{Sr}$ の量の比を1、同様に $^{137}\text{Cs}$ の場合もその比を1とすると、両核種ともフィリピン海では0.8~1.0の値を示してほぼ同じであるが、日本海ではやや低く、四国海盆ではかなり低い値を示し、これら放射性核種の





第1図 Gel Filtration Chromatograms of  $^{125}\text{I}$  and Polysaccharides in Marine Algae



第1図 Sampling Stations of Deep Water Around Japan

当該海域からの除去ないし稀釈が、いわゆる“B”海域やフィリピン海より大きいことを示している。この点から考えて、外洋深層における放射性核種の挙動の解析には今後粒子としての海底への沈降と再懸濁、水平方向への移動などの検討が必要であり、特に海底堆積物中への蓄積量の測定が不可欠であろう。

〔研究発表〕

長屋, 中村: Marine Radioecology (Proceeding of

3rd NEA Seminar, 東京 (1979.10)

### 3. 沿岸海洋環境における無機物の移動と分布に関する研究

平野茂樹, 小柳卓

〔目的〕

沿岸海洋における元素の濃度分布は陸水の寄与や生物活動の影響などによる地理的、季節的変動が大きい。本研究は放射性物質の挙動に影響を及ぼす無機物の移動と

第1表 Comparisons of Total Amounts of Radionuclides with Estimated Fallout Depositions in the Seas Around Japan

Region		Philippine Sea	Northern Shikoku Basin (Cold Water Mass)	Northwest Pacific Basin (Area "B")	Izu-Ogasawara Trench (Geosec 224)	Japan Sea
Station	Numbers of Stations	3	3	1	1	7
	Latitude	13°N-26°N	31°N-32°N	30°N	34°N	38°N-44°N
	Mean Depth of Observed Stations	5,340 <sub>M</sub>	4,105 <sub>M</sub>	5,840 <sub>M</sub>	4,000 <sub>M</sub> *	3,523 <sub>M</sub> **
Sr-90 (mCi/km <sup>2</sup> column)	Depth of Boundary	1,000 <sub>M</sub>	1,000 <sub>M</sub>	1,700 <sub>M</sub>	1,470 <sub>M</sub>	1,930 <sub>M</sub>
	Upper Layer	37	29	63	84	77
	Deep Layer	12	12	11	13	5
	Total	49	41	74	97	82
	Estimated Fallout Deposition in 1945-1978 (mCi/km <sup>2</sup> )	55	79	79	79	109
Cs-137 (mCi/km <sup>2</sup> column)	Depth of Boundary	970 <sub>M</sub>	840 <sub>M</sub>	1,960 <sub>M</sub>	1,470 <sub>M</sub>	2,070 <sub>M</sub>
	Upper Layer	51	43	101	128	100
	Deep Layer	11	21	11	15	9
	Total	62	64	112	143	109
	Estimated Fallout Deposition in 1945-1978 (mCi/km <sup>2</sup> )	83	119	119	119	162
S. W. /F. O	Sr-90	0.95	0.55	1.00	1.31	0.80
	Cs-137	0.79	0.57	1.00	1.27	0.71

\*Maximum depth of sample collection.

\*\*Mean depth of stations in the Japan Basin.

分布について調査研究する事を目的とするものである。

〔経過〕

前年度までの研究においてCo<sup>2+</sup>、およびCe<sup>3+</sup>イオンと海水中に存在する各種無機陰イオンとの会合定数を求めることによって放射性コバルトおよびセリウムの海水中における化学種の存在割合を推定した。しかしながら、近年海水中の安定元素、特に金属元素は有機錯体として存在していると報告されている。そこで本研究では海水中に存在している各種溶存有機物の中から数種類のアミノ酸を選び出し、<sup>60</sup>CoをトレーサーとしてCo(II)アミノ酸の会合定数を陽イオン交換法を用いて測定した。

〔成果〕

Co(II)アミノ酸の安定度定数の測定には前年と同様に、陽イオン交換法を用い、0.67M-NaClO<sub>4</sub>水溶液中

第1表 <sup>60</sup>Coアミノ酸錯体の安定度定数(μ=0.67, pH≒9)

錯体	logβ <sub>1</sub>	logβ <sub>2</sub>	logβ <sub>3</sub>
Co(II)-Lフェニルアラニン	4.40	8.20	11.7
Co(II)-Lヒスチジン	7.41	—	—
Co(II)-Lバリン	4.26	8.53	—
Co(II)-Lプロリン	4.08	—	—
Co(II)-Lチロシン	7.18	—	—

第2表 海水中に存在する<sup>60</sup>Co(II)錯体の割合(%)

錯体	遊離の各アミノ酸濃度を10 <sup>-8</sup> Mとした場合	遊離の各アミノ酸濃度を10 <sup>-9</sup> Mとした場合
遊離のCo <sup>2+</sup> イオン	50.3%	61.7%
Co(II)-無機錯体	30.2	35.8
Co(II)-Lフェニルアラニン	1.26×10 <sup>-2</sup>	1.54×10 <sup>-3</sup>
Co(II)-Lヒスチジン	13.0	1.59
Co(II)-Lバリン	9.05×10 <sup>-3</sup>	1.11×10 <sup>-3</sup>
Co(II)-Lプロリン	6.03×10 <sup>-3</sup>	7.40×10 <sup>-4</sup>
Co(II)-Lチロシン	7.5	0.93

で行った。表1にpH9において求められた安定度定数の値を示す。更に、この値を用いて海水中のCo(II)アミノ酸錯体の存在割合を試算した。この試算を行うにあたり、次の仮定をした、すなわち、Co(II)アミノ酸錯体は無生物的に化学平衡の結果として生成されるものとし、またアミノ酸の濃度は個々のものについては実測値が得られなかったので10<sup>-8</sup>および10<sup>-9</sup>mol/lとした。表2にその結果を示す。

〔研究発表〕

平野, 小柳: J. Oceanogr. Soc. Japan. 36. 35 (1980)

平野, 小柳, 第23回放射化学討論会, 大阪 (1979. 10)

## 4 放射能調査・実態調査

### 放射能調査

#### 1. 屋内における空間放射線線量調査—沖縄地方

環境衛生研究部（阿部史朗，藤元憲三，藤高和信）  
 沖縄県公害衛生研究所（宮国信栄，金城義勝，本成充）

##### 〔目的〕

自然放射線被曝による国民線量の推定を目的として居住環境における被曝の実態を把握するために調査研究を行っている。屋外での空間放射線量に関しては、昭和42年から昭和52年にかけて日本全国にわたる現地での調査研究を実施し、詳細なデータを得た。また日本での家屋構造の大部分が木造であるため遮蔽効果が小さくそのまま第1次近似としての国民線量が求められる。しかし、人類の屋内での居住時間の割合は、屋外での生活時間にくらべて圧倒的に多く、くわしく国民線量を求めて行く際には屋内、外の線量の関係を知る必要がある。そこで居住環境中一般の空間放射線量や家屋構造別の屋内屋外線量率の関係を調査研究することにし、すでに北海道で予備的な検討を行った。今回は沖縄地方を対象にし、やはり予備的に検討を行い将来の日本全域調査に備え方法の確立に努めた。

##### 〔調査研究の内容〕

##### (1) 沖縄を対象とした理由

今回沖縄地方を対象地域とした理由は、沖縄が毎年のように台風が接近する地域であるために耐風性がよい丈夫な家屋構造になっており、屋内、外の線量率の間に差異が出易いと予想されたこと、及び四季を通じて気温が高いためにそれが計測上（特に TLD）に影響するかもしれないと考えたことである。

##### (2) 対象家屋の選定

過去の我々の経験及び海外の測定結果より家屋構造別に屋内線量率は大きく異なることが予想された。そこで対象家屋を構造別に鉄骨鉄筋，ブロック鉄筋，半ブロック木造，および木造に分類した。なお沖縄には本州でよくみかける防火木造は地域的な気候条件により存在せずブロックと木造が相半ばする構造のものがそれに対応している。この構造を半ブロック構造と名付けることにした。沖縄本島において上記家屋構造ごとに7ないし8軒を選び出し、合計29軒を計測対象とした。各構造別の家

屋は一地点に集中することなくできるだけ島内広く分布させるようにした。

##### (3) 計測方法

TLD 設置による3ヶ月間の屋内、外積算線量の計測、ならびにサーベイメータ等による TLD 設置前の線量率の空間分布計測を行った。TLD を設置するに先立ち、サーベイメータを用い全計測対象家屋の屋内、外について線量率分布を計測して廻った。また家屋構造別に代表を各1軒選び、それらの家屋についてはサーベイメータを用いて屋内数室の線量率分布を計測した。これらの家屋の内外では3'φ×3'NaI(Tl) シンチレーションスペクトロメータを用いた計測をも合わせて行った。またこれらの家屋には TLD を多数配置し、TLD によっても屋内の線量率分布が得られるようにした。

##### 〔結果と考察〕

TLD を用いて各軒の屋内屋外を計測した結果を家屋構造別にまとめて平均した値とその標準偏差および相対標準偏差を第1表に示した。鉄骨鉄筋およびブロック鉄

第1表 家屋構造別平均線量率

(TLD:MSO-S)\*

家屋構造	平均線量率 (μR/h) と標準偏差 (相対標準偏差)	
	屋 内	屋 外
鉄 骨 鉄 筋	4.1±0.3(7%)	5.4±0.6(11%)
ブ ロ ッ ク 鉄 筋	4.9±0.6(13%)	5.8±1.1(18%)
半ブ ロ ッ ク木造	5.6±1.6(29%)	5.3±0.4(7%)
木 造	7.6±1.6(21%)	6.3±1.0(15%)
全 体	5.6±1.8(32%)	5.7±0.9(16%)

\* 使用素子数は1軒当り屋内屋外各4本，各家屋構造当り52本から64本，全数で224本である。

筋家屋内の平均線量率は半ブロック木造や木造家屋内部よりも値のばらつきが小さく屋内の線量率は建物が異っても比較的均一である。木造家屋内部の線量率は他の家屋構造内部の線量率と比較しても、また木造家屋の屋外の線量率と比較しても高い値を示している。屋外の線量率は木造家屋の外部が他と比べ少し高いようであるが標準偏差も大きく他の屋外と大差ない。すべてを平均した屋外と屋内の線量率には差がないが、相対標準偏差は屋

内の方が約2倍大きくなっている。これは地面からくる線量率のばらつきに建物の影響によるばらつきが加わり、全体として線量率のばらつきが広げられたことを意味していると思われる。

## 2. 環境中のトリチウム調査

環境衛生研究部 (榎田義彦, 岩倉哲男, 井上義和, 田中霧子)

### 〔目的〕

原子力施設周辺及び一般環境の陸水, 沿岸海水, 飲料水など年1~2回定期的に採取し, そのトリチウム濃度を定量して, 線量評価の基礎データを得ることを目的とした。今年度試料採取を行ったのは次の地点である。

茨城県東海・大洗地区(54年7月11日, 54年12月10日)  
福井県敦賀・美浜・大飯・高浜地区(54年11月26日),  
島根県鹿島地区(54年6月19日), 福島県大熊・富岡地区(55年3月13日), 愛媛県伊方地区(55年3月25日)  
佐賀県玄海地区(55年3月26日)

### 〔経過〕

採取試料水は, 1) 1次冷却水の原水となる陸水, 2) 2次冷却水用の海水, 3) 飲料水などに分類できるが, 10年来の調査結果では, 原子力施設の影響と考えられる変化は, 一部の施設の排水にだけ見られ, 多くの試料水は原水爆実験フォールアウトトリチウムの濃度レベルの経

年推移を反映している。それは, 1963年度に最高値を示した後しばらく指数関数的に減少し, 1974年度にやや小さなピークがあり, 現在までゆつくりと減少もしくは定常的濃度を保つものである。しかし表面海水については, かなり早い時期に(1960年代), 30pCi/l程度になったまま, 現在まで増減が見られない。原子力施設からの排水は, ほとんど直接海へ導かれるため, その濃度変化については関心をひくところであるが, 年2回程度の採取によって検知されるような濃度レベル全体の上昇はなかった。

### 〔成果〕

河川水などの一般陸水の濃度レベルは, 昨年とほとんど変化がなく, ひきつづきなだらかな減少傾向を示した。範囲は40~140pCiの間で, 地域によりばらつきがあり, 滞留時間に相違のあることが推測された。表面海水も約30pCiで, 昨年までの傾向と全く変化はなかった。飲料水は, 原子力施設内のものと, 付近の一般水道水を含んでいるが, 範囲は0~110pCi/lであった。源水を何から取っているかによりかなりばらついており, 陸水と同じ傾向を示していると言える。

表1に最近8年間の環境中のトリチウム濃度レベルの推移を示す。これは日本の原子力施設周辺の平均値的な値をまとめたものと言える。やがて原子炉30周年を迎え

第2表 環境水中のトリチウム濃度の年変化 (pCi/l)

年度	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
陸 最大	307	293	303	193	176	198	164	135
陸 最小	128	95	109	96	65	8	42	40
水 平均	183±54	171±67	193±62	151±40	112±37	108±46	95±33	86±25
海 最大	42	62	55	53	42	48	67	63
海 最小	27	21	19	28	12	18	5	10
水 平均	34±7	37±15	37±13	38±10	27±9	30±8	23±13	26±11
飲 最大	—	138	160	154	150	142	141	110
料 最小	—	59	89	62	37	49	0	0
水 平均	—	106±30	119±30	109±28	94±32	99±27	72±29	76±29

るわけであるが, 今後一般環境のトリチウムレベルの推移は, 注目しておくべき課題であろう。

### 〔研究発表〕

(1) 榎田, 井上, 岩倉, 田中: 第21回環境放射能調査研究成果, 論文抄録集, 千葉(1978.11)

## 3. 降下性<sup>14</sup>Cの濃度調査

環境衛生研究部 (岩倉哲男, 新井清彦, 榎田義彦)

### 〔目的〕

原水爆実験に起因する降下性<sup>14</sup>Cの環境における濃度

変化を調査する目的で, 昭和34年度より, 主として植物精油, および醱酵アルコール中の<sup>14</sup>C濃度を測定してきた。これら測定試料の原料となる植物は, いずれも一年生であって, その成分中の濃度は, 植物が育成した年の大気中炭酸ガスの<sup>14</sup>C濃度をよく反映するとともに人体への<sup>14</sup>C摂取において, 食物中の<sup>14</sup>Cレベルを推測できる点で, 適切な指標物質と考えられる。

### 〔経過〕

1963年において, 日本における大気中および一年生植

物中の  $^{14}\text{C}$  濃度は、自然平衡レベルとされる  $14\text{dpm/g}$  炭素の約90%増の値を示した。その後4~5年の間は、ほぼ指数的に減少したのち、フランスおよび中国の核爆発実験の影響と考えられるレベルの増減が観測された。数年前より現在に至るまでは、 $17\sim 19\text{dpm/g}$  炭素の範囲のバラッキで、年ごとの変化は顕著でないが、極めてゆっくり減少し、バラッキも小さくなる傾向が見られる。

〔試料と方法〕

通商産業省の各地アルコール工場より入手した、熊本(山口)、鹿児島県産、生甘藷、果汁糖蜜を原料とするもの、および東南アジア、北米、アルゼンチン産の糖蜜、粗溜アルコールを原料とするものなどの、アルコールを精密蒸溜し、比重を計測したのち、アルコール  $10\text{ml}$ 、トルエンシンチレータ  $10\text{ml}$  を混合し、液体シンチレーションカウンタにより測定した。

精油試料については、放医研圃場で栽培した“やまじぞ”よりチモールを抽出し、現在試料調製中である。

〔結果〕

測定結果を第1表に示す。

醸酵アルコール中の  $^{14}\text{C}$  濃度は、米国産パルプ廃液を原料とするものの  $15.87\text{dpm/g}$  炭素を除けば、(パルプ廃液では、木材の古い年代のセルローズ分も含まれるため、一般に値は低くなる。)  $17.00\sim 18.37\text{dpm/g}$  炭素とバラッキは、8%の範囲に収まっており、世界的に一樣化しつつあることがわかる。

試料アルコールの入手に御協力戴いた通産省アルコール事業部ならびにアルコール工場に感謝する。

第1表 醸酵アルコール中の  $^{14}\text{C}$  濃度 (dpm/g炭素)

産地	原料	工場	$^{14}\text{C}$ 濃度
鹿児島県	生甘藷	鹿屋	$17.48\pm 0.28$
鹿児島県	生甘藷	出水	$17.33\pm 0.27$
熊本県	生甘藷	肥後大津	$17.00\pm 0.27$
熊本・山口県	果汁糖蜜	肥後大津	$17.21\pm 0.27$
フィリッピン	粗溜アルコール	千葉	$18.37\pm 0.29$
フィリッピン	粗溜アルコール	磐田	$18.01\pm 0.28$
フィリッピン	廃糖蜜	肥後大津	$18.03\pm 0.28$
フィリッピン(日本)	廃糖蜜(果汁)	近永	$17.85\pm 0.28$
タイ	粗溜アルコール	千葉	$17.88\pm 0.28$
タイ	粗溜アルコール	出水	$17.69\pm 0.28$
タイ	糖蜜	近永	$18.02\pm 0.28$
アルゼンチン	粗溜アルコール	千葉	$17.91\pm 0.28$
アルゼンチン	粗溜アルコール	肥後大津	$17.81\pm 0.28$
オーストラリア	粗溜アルコール	千葉	$18.08\pm 0.28$
アメリカ	パルプ廃液	千葉	$15.87\pm 0.26$

4. 環境試料・人体臓器中のプルトニウム等の濃度

環境衛生研究部(岡林弘之)

〔目的〕

核爆発実験によって生成したプルトニウムは広範囲に大気圏内に拡散し、徐々に地球上に降下している。

また原子力平和利用の進展に伴い環境中のプルトニウ

第1表 人体臓器中  $^{239,240}\text{Pu}$  濃度 (fCi/g)

臓器	年齢・性															
	83・♂	80・♀	62・♂	56・♂	54・♂	46・♂	43・♂	41・♂	38・♀	27・♂	22・♂	18・♀	17・♀			
脳	$1.3\pm 0.4$	$1.1\pm 0.2$		$0.6\pm 0.1$	$0.3\pm 0.1$					$1.4\pm 0.3$						
肺	$5.6\pm 0.5$		$5.3\pm 0.6$	$2.0\pm 0.2$		$0.7\pm 0.1$	$1.2\pm 0.1$	$2.6\pm 0.2$	$1.1\pm 0.1$		$0.7\pm 0.2$	$0.4\pm 0.1$	$0.5\pm 0.1$			
肝臓	$1.9\pm 0.3$		$3.7\pm 0.4$	$1.4\pm 0.1$		$2.1\pm 0.2$	$2.2\pm 0.3$	$2.1\pm 0.3$	$2.0\pm 0.2$	$0.9\pm 0.2$	$0.3\pm 0.0$	$0.4\pm 0.2$	$0.3\pm 0.1$			
脾臓	$2.3\pm 0.3$	$2.6\pm 0.6$		$2.1\pm 0.3$	$1.3\pm 0.3$	$1.4\pm 0.2$	$1.4\pm 0.6$		$1.4\pm 0.1$	$0.4\pm 0.1$		$0.7\pm 0.1$	$0.4\pm 0.1$			
心臓			$1.6\pm 0.2$				$0.7\pm 0.2$			$0.5\pm 0.1$		$0.6\pm 0.1$	$1.2\pm 0.2$			
腎臓	$1.1\pm 0.1$	$1.7\pm 0.3$	$1.7\pm 0.3$	$0.7\pm 0.1$		$4.3\pm 0.3$	$0.6\pm 0.1$	$2.0\pm 0.2$	$1.3\pm 0.2$	$0.6\pm 0.1$		$0.8\pm 0.2$	$0.6\pm 0.1$			
脾臓	$0.7\pm 0.1$							$3.6\pm 0.4$								
腸管			$1.1\pm 0.5$													
生殖器				$1.7\pm 0.3$		$5.5\pm 0.5$	$5.0\pm 0.8$		$6.4\pm 0.8$							
骨	$11.3\pm 1.2$					$10.7\pm 1.3$	$9.0\pm 1.3$		$5.7\pm 0.7$	$2.3\pm 0.5$	$4.2\pm 0.8$	$1.5\pm 0.3$	$4.0\pm 0.1$			

第2表 海産食品中<sup>239,240</sup>Pu濃度

品名	<sup>239,240</sup> Pu fCi/g・乾物	品名	<sup>239,240</sup> Pu fCi/g・生
にぼし	0.9±0.08	さんま(内臓)	1.2±0.1
ちりめんじやこ	1.1±0.08	“(頭・骨)	2.3±0.1
しらすぼし	1.8±0.23	“(肉・皮)	0.3±0.03
こんぶ	0.7±0.08	まぐろ(肉)	0.6±0.2
ひじき	7.1±0.5	生わかめ	1.2±0.1
のり	1.2±0.3		

ム量が増加するおそれがある。国民の健康安全の面から環境試料・人体臓器中のプルトニウム等の濃度を測定しその循環系を把握することを目的とする。

〔経過ならびに結果〕

昨年に引きつづき日本で高フォールアウト地域と考えられている秋田地方に居住していた人で1978年3月～11月の間に死亡した人から提供された臓器に含まれている<sup>239,240</sup>Puの定量を行い第1表のような結果を得た。また食品中では海産生物中の<sup>239,240</sup>Pu濃度が他の食品に比して高いといわれているので、市販の海産食品について含まれている<sup>239,240</sup>Pu濃度を測定した。その結果は第2表の通りであった。

(研究発表)

岡村・滝澤：第21回環境放射能調査研究成果論文抄録集，139～140（昭和54年11月）

5. 大気浮遊塵中の放射性核種の調査

環境衛生研究所（本郷昭三，湯川雅枝）

(目的)

核爆発実験等により大気中に放出された放射性物質による環境放射能レベルを把握し，国民の被曝線量推定に資する。

〔経過〕

従来より，大量連続集塵器を用いて年6回，2ヶ月毎に大気浮遊塵を採集し，電気炉にて約450°Cで灰化したのち，γ線放出核種はGe(Li)検出器で，<sup>89</sup>Sr，<sup>90</sup>Srは化学分離後低バックグラウンドβ線スペクトロメータにより検出定量を行ってきた。本年も継続して浮遊塵の採取と放射性核種の定量を行ってきたが，11月末よりサンプリング場所移転にともなう移設工事がおくれ，現在休止中である。

〔成果〕

既存の集塵器の老朽化にともない，集塵効率のはっきりした長時間運転に耐えうるサンプラーの試作を検討した。

従来の方で集められた試料に関する分析結果を表

表 1-1 大気浮遊塵中の放射性核種濃度

集塵期間	日数 day	通風量 ×10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	放射性核種濃度 (×10 <sup>-3</sup> pCi/m <sup>3</sup> )					
			<sup>144</sup> Ce	<sup>125</sup> Sb	<sup>106</sup> Ru	<sup>137</sup> Cs	<sup>95</sup> Zr	<sup>95</sup> Nb
'78 10/01- 12/19	80	1152	—	0.023	0.026	0.001	—	0.02
'78 12/19-'79 03/20	91	1310	0.15	0.086	0.27	0.59	0.002	0.002
'79 03/20- 06/07 04/17-06/07停止	28	403	0.24	0.16	0.22	1.1	0.006	0.028

表 1-2 大気浮遊塵中の<sup>90</sup>Sr濃度

集塵期間	'77 03/15 06/02	'77 06/02 08/01	'77 08/01 10/21	'77 10/21 12/07	'77 12/07 '78 03/10	'78 03/10 05/27
日数 day	66	60	81	47	93	96
通風量 m <sup>3</sup>	950×10 <sup>3</sup>	864×10 <sup>3</sup>	1170×10 <sup>3</sup>	6.77×10 <sup>3</sup>	1340×10 <sup>3</sup>	1380×10 <sup>3</sup>
<sup>90</sup> Sr濃度 X10 <sup>-3</sup> pCi/m <sup>3</sup>	0.14	0.12	0.079	0.11	0.020	0.27

に示す。

〔研究発表〕

(1) 湯川雅枝, 本郷昭三, 高貴一明, 岡林弘之: 第21回環境放射能調査研究成果論文抄録集, 59-60頁

6. 陸上試料の調査

— 飲料水中の長寿命放射性核種濃度 —

環境放射生態学研究部 (鎌田 博, 渡部輝久, 内田滋夫)

〔目的〕

長寿命放射性核種を蓄積している土壌から流出している地下水中の放射性核種の濃度を分析測定し, 飲料水の放射能汚染を長期的観点から把握することを目的としている。

〔経過〕

フォールアウト高濃度蓄積地域である山形県羽黒地方の赤川河川水および飲料用地下水の<sup>90</sup>Srの分析測定を行った。また, 揚水量および給水量の非常に多い埼玉県南水道の飲料用地下水の<sup>90</sup>Srの分析測定も行った。

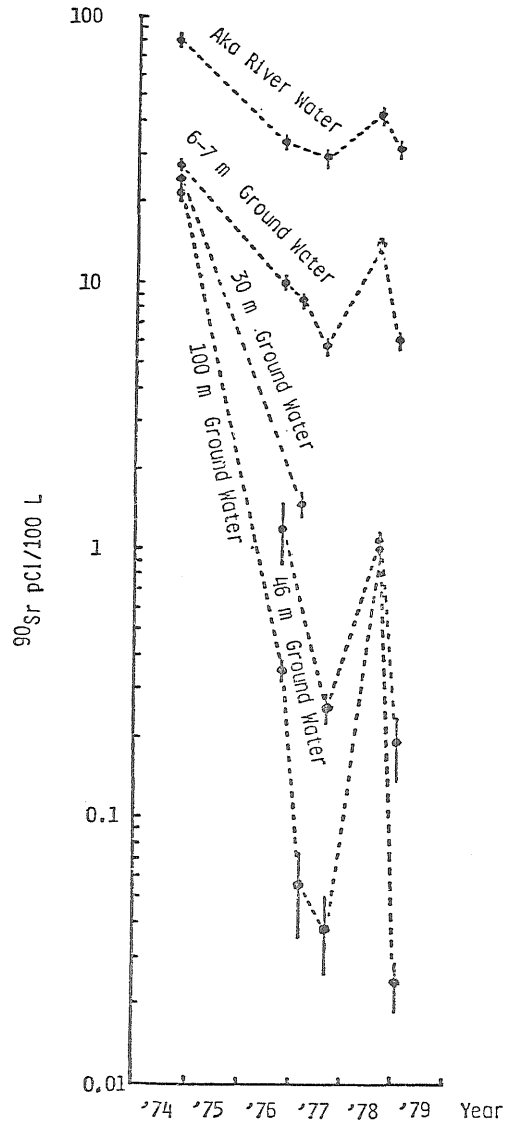
なお, 本調査研究の実施に当っては, 埼玉県衛生研究所および山形県羽黒町役場の協力を得た。

〔成果〕

山形県羽黒町貴船水源地における地下水への<sup>90</sup>Srの流出の様相は, 1974年の調査研究開始時期より引き続いて衰退の方向にあったが, 1978年9月採取試料ではピークが認められた。この際の<sup>90</sup>Srレベルは赤川表流水が最も高く, 地下水では6~7m, 30~46m, 100mと深度が深まるほど低レベルになっている。しかし, 流出ピークは表流水と地下水は共通してみられる。このことは, <sup>90</sup>Srが土壌中に収着あるいは貯留されるものもあるが, 土壌への接触が少なく, 短期間で地下水に流入する水みちの影響によるものではないかと思われる (第1図)。

その後の分析測定結果については, 目下整理中である。

埼玉県浦和地下流域における<sup>90</sup>Srの地下水への流出の様相は第2図に示してあるように降水量との関連も考えられるが, 第3図に示すような<sup>90</sup>Sr降水中濃度や降下量も重要なパラメータであり, また, 地下水位や揚水量も<sup>90</sup>Srの地表から深部への浸透の様相を解析するための重要因子となり得るので, これらの水文気象学的な諸データの集取整理に着手している。現在までに得られた資料は, 浦和地下水域の周辺および下流区周辺と思われる広範な地域の「地下水位台帳, 地下水揚水量調査報告書 (両資料とも関東地方公害対策推進本部地盤沈下部会編) 等」を入手したが, 今後, 地下水利用等基礎調査, 地盤沈下・地下水位観測成果および研究年報 (両資料とも



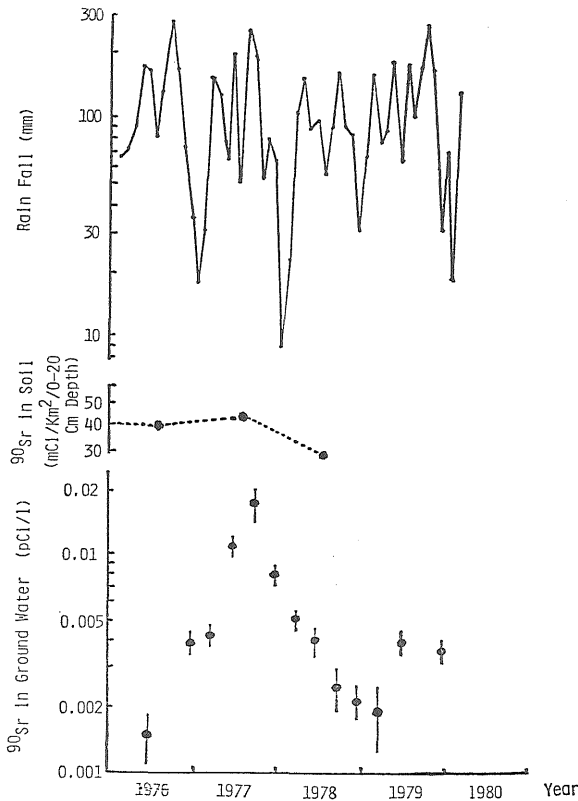
第1図 <sup>90</sup>Srの表流水および各深度別地下水への流出パターン (山形県東田川郡羽黒町松尾貴船水源地)

埼玉県および埼玉大学工学部編) 等も入手し, <sup>90</sup>Srの土壌から地下水への流出パターンの解析を行なう予定である。

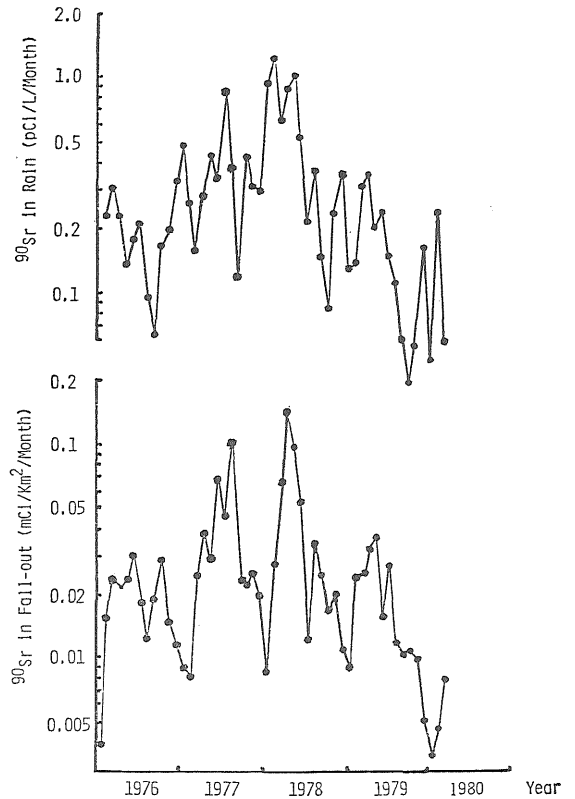
〔研究発表〕

- (1) 鎌田, 渡部: 第21回環境放射能調査研究成果論文抄録集, p39~42, 千葉 (1979. 11)
- (2) 鎌田, 渡部, 内田: 自然および人工放射性物質からの被曝線量推定に関する研究 [文部省科研費(総合)研究成果報告書], p64~74, 京大炉(1980. 2)





第2図 降水量および<sup>90</sup>Srの土壤中濃度と地下水中濃度 (埼玉県浦和地下水域)



第3図 <sup>90</sup>Srの降水中濃度と降水量 (埼玉県浦和地下水域)

7. 茨城県沿岸原子力施設周辺住民の放射性元素及び安定元素摂取量に関する調査研究

環境放射生態学研究所

(住谷みさ子, 村松康行, 大桃洋一郎)

〔目的〕

食品を通じて摂取する放射性物質の体内蓄積量は、その元素の化学形並びに同時に摂取する安定元素濃度及びその化学形態により左右されることは、良く知られている。本研究は、茨城県沿岸原子力施設周辺住民が経口摂取する放射性および安定元素濃度、その化学形等を解明し、より適確な内部被曝線量の推定に資することを目的とする。

〔経過〕

大気中に<sup>131</sup>Iが放出された際に、critical groupになると考えられる乳幼児についての調査として、昭和53年度に、安定ヨウ素摂取量を推定することを目的に実施した「東海村乳幼児の海産物消費実態調査」のデータ集計と解析を進めた。

また特にヨウ素含有量の多い海藻類の安定ヨウ素を分析測定し、離乳期以後の乳幼児について、安定ヨウ素摂取量の大約を把握した。

〔結果〕

Table 1に乳幼児の年齢別海藻摂取量を示す。いずれも生重量に換算した数値である。3～5歳児の海藻摂取

Table 1. Average daily intake of algae by infants in Tokai-mura (wet g/d/p, edible part only)

Age group of infants	Fresh algae					Processed algae	
	Asakusanori	Wakame	Konbu	Hijiki	Tengusa*	Nori	Konbu
0.5-1.5	1.7	93.9	0.5	0.4	0	0.2	0
1.5-3	5.6	7.5	1.2	0.7	0	0	0.5
3-5	6.0	6.9	2.3	0.5	0.1	1.3	0.8

\*Tengusa: Gelidiaceae

量は、約 20g/日/人であり、同地区成人のそれにほぼ等しい。

Table 2. に比色法で測定した海藻のヨウ素含有量を示した。いずれも、那珂湊市内で購入した市販品についての分析値である。Table 1. と Table 2. の値から海藻經由で経口摂取する安定ヨウ素量を計算し、その結果を

Table 2. Concentration of iodine in algae

Kind of algae		Concentration of Iodine ug /g (dry)
Japanese name	Scientific name	
Wakame	<i>Undaria pinnatifida</i>	90-240
Hijiki	<i>Hijikia fusiforme</i>	450
Konbu	<i>Laminariaceae</i>	1900
Asakusanori	<i>Porphyra tenera</i>	40

Table 3. 表に示した。0.5~1.5歳までは約 700 $\mu$ g/日/人、1.5歳~3歳までは約 1.5mg/日/人、3~5歳までは2.2mg/日/人の安定ヨウ素を摂取していることとなる。

Table 3. Average daily intake of stable iodine by infants in Tokai-mura

Age group of infants	Average daily intake ( $\mu$ g/d/p)
0 - 0.5	—
0.5-1.5	740
1.5- 3	1540
3 - 5	2220

なお、生後 6 ヶ月位迄の離乳期前における乳児の安定ヨウ素摂取量を求めることを目的として、母乳及び粉乳

中に含まれる安定ヨウ素の化学分析を別途実施してゆきたい。

〔研究発表〕

(1) 住谷みさ子 第 7 回放医研環境セミナー、放医研 (1979年, 11月)

#### 8. 人体の放射性核種濃度の解析調査

環境放射生態学研究部 (田中義一郎, 野村悦子, 河村日佐男)

〔目的〕

核爆発実験に由来する  $^{90}\text{Sr}$  の人骨中の濃度等を測定し、人体の被曝線量算定を目的とする。

〔経過〕

昭和52年11月より、昭和54年5月までの期間に死亡した人の骨を対象に、主として東京、北海道地区から採取した 204 試料を対象に、WHO の標準方法を一部改良し、 $^{90}\text{Sr}$  濃度を測定した。なお、今回、昭和45年から51年死亡 0~19歳の74検体もあわせて分析をおこなった。又、同時に、骨中安定Srについても、原子吸光分析法により、定量をおこなった。

〔結果〕

年齢群別の人骨中  $^{90}\text{Sr}$  濃度の測定結果を Table 1 に示す。昭和52年、53年、54年における人骨中の  $^{90}\text{Sr}$  濃度の水準は、前年度のそれと比較し、顕著な変化はみられなかったが、骨内分布を含めてなお継続調査を必要とする。

〔研究発表〕

(1) 田中, 野村, 河村: 第21回環境放射能調査研究成果論文抄録集 p135

Table 1. Analytical results on  $^{90}\text{Sr}/\text{Ca}$  quotient in bone.

Year of Death		pCi $^{90}\text{Sr}/\text{gCa}$			
		Fetus	0-4y	5-19y	20y-
1977	Number of Samples	29	4	24	38
	Average	0.51	0.84	1.28	0.83
	Standard Deviation	0.07	0.21	0.42	0.31
	Minimum-Maximum	0.34-0.66	0.60-1.09	0.77-2.62	0.18-1.57
1978	Number of Samples	36	14	6	20
	Average	0.52	1.12	0.90	0.82
	Standard Deviation	0.10	0.36	0.13	0.15
	Minimum-Maximum	0.37-0.74	0.54-1.71	0.66-1.06	0.62-1.07
1979	Number of Samples				6
	Average				0.78
	Standard Deviation				0.19
	Minimum-Maximum				0.56-1.04

9. 沿岸海域試料の解調査

海洋放射生態学研究部 (長屋 裕, 鈴木 譲, 中村 清, 中村良一, 上田泰司)

〔目的〕

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る。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, 人体の放射線障害の予防に資する。

〔経過〕

茨城県東海沿岸および福井県敦賀湾西部において海水, 海底堆積物, 海産生物を採取し, 放射化学分析およびガンマ線スペクトル解析により, 人工放射性核種 ( $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{144}\text{Ce}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$  など) の定量を実施している。

〔成果〕

第1表に敦賀湾西部 (浦底湾) の海藻ホンダワラの  $^{137}\text{Cs}$  および  $^{60}\text{Co}$  濃度を示す。 $^{60}\text{Co}$  の場合, 放出口から 1.6km 以上離れると検出されなかった。第2表~第4表には茨城県沿岸の海産生物の  $^{137}\text{Cs}$  濃度を示す。海水魚

表1 浦底湾ホンダワラの  $^{137}\text{Cs}$  及び  $^{60}\text{Co}$  濃度 (試料採集時期: Nov. '78)

Distance*1 (km)	Cs-137 (pCi/kg raw)	Co-60 (pCi/kg raw)
0.5	16.3	8.3
1.0	7.7	7.5
1.3	12.0	5.8
1.6	5.9	*2
1.8	6.0	*2
2.0	5.4	*2
3.3	6.1	*2

\*1 放出口からの推定距離

\*2 検出限界以下

のスズキで筋肉の  $^{137}\text{Cs}$ , 脊椎骨の  $^{90}\text{Sr}$  ともに比較的高い濃度を示したが, この傾向は例年と同じである。頭足

表2 茨城県沿岸魚類の  $^{137}\text{Cs}$  及び  $^{90}\text{Sr}$  濃度 (試料採集時期: Jun. '79)

Fish	Cs-137 (pCi/kg raw)	Sr-90 (pCi/kg raw)
Hirame	12.0	0.2
Tedaru	15.1	0.9
Suzuki	43.8	4.3
Katsuo	12.6	2.1
Ishimochi	7.0	1.3

( $^{137}\text{Cs}$  は筋肉) ( $^{90}\text{Sr}$  は骨)

表3 頭足類可食部の  $^{137}\text{Cs}$  濃度

Cephalopod	Cs-137 (pCi/kg raw)
Yariika	4.2
Bakaika	3.4
Surumeika	1.8
Mizudako	2.9
Madako	1.9

(試料採集時期: Oct. '78)

表4 茨城県沿岸海岸海藻の  $^{137}\text{Cs}$  濃度

Seaweed	June (Cs-137 pCi/kg raw)	October
Tsunomata	5.8	5.5
Harigane	3.5	4.2
Hijiki	8.5	11.5
Arame	12.3	10.8

('78-Jun. Oct.)

類では 1976~1977 年当時に比較して  $^{137}\text{Cs}$  濃度に変化はなく, 濃縮係数もほぼ 20 内外であることが再確認された。海藻では 6 月及び 10 月試料間に大差はなく, 例年通りの値を維持している。海水, 海底土についても分析した。

〔研究発表〕

鈴木 他 第21回環境放射能調査研究成果発表会 千葉 (1979. 11)

10. 外洋の解析調査

海洋放射生態学研究部 (長屋 裕, 中村 清)

〔目的〕

日本近海の外洋の海水・海水懸濁物・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の核種の挙動の研究に資するデータを得る。

〔経過〕

東大海洋研の白鳳丸により, 日本近海の表面から深層までの海水を大量採取して分析した。

〔成果〕

日本海, 四国海盆および北西太平洋海盆西部 (低レベル放射性固体廃棄物の試験的投棄予定地域) において得られた結果を第1表に示す。

〔研究発表〕

長屋, 中村, : 第21回環境放射能調査研究成果発表会, 千葉 (1979. 11)

第1表 日本近海表層および深層水中の<sup>137</sup>Csおよび<sup>90</sup>Sr分析結果(1979)

Station	Date	Depth (m)	Temp. (°C)	S (‰)	<sup>37</sup> Cs (pCi/100l)	<sup>90</sup> Sr
44°11'N	6/29	0	13.4	33.935	17.0±0.7	11.7±0.7
138°57'E		1,006	0.18	34.063	3.4±0.2	2.4±0.3
(3,500m)		3,378	0.27	34.072	0.6±0.1	0.4±0.2
37°45'E	7/02	0	19.6	34.012	13.2±0.6	12.3±0.9
135°16'E		508	0.53	34.055	8.6±0.4	8.6±0.7
(2,960m)		998	0.20	34.064	2.7±0.2	2.6±0.4
		1,976	0.17	34.069	0.4±0.1	0.3±0.2
		2,890	0.25	34.071	1.2±0.2	0.3±0.2
38°24'N	7/04	0	20.3	34.178	14.3±0.6	13.8±0.9
132°50'E		1,985	0.16	34.074	0.4±0.1	0.7±0.2
(2,790m)		2,775	—	34.079	0.5±0.1	0.3±0.2
32°17.7'E	7/19	0	25.5	34.183	15.4±0.6	10.9±0.9
137°32'E		703	3.88	34.395	1.1±0.2	0.9±0.2
(4,080m)		1,192	2.59	34.521	1.1±0.2	0.2±0.2
		1,973	1.86	34.616	1.3±0.2	0.4±0.2
		4,011	1.55	34.711	1.2±0.2	0.1±0.1
30°00'N	7/25	0	27.3	34.539	17.1±0.8	11.5±1.0
145°44'E		299	15.37	34.647	11.5±0.6	7.4±0.8
(5,843m)		359	14.36	34.525	11.7±0.7	5.6±0.5
		604	9.02	34.186	8.7±0.5	7.2±0.7
		698	6.58	34.044	6.3±0.4	4.8±0.8
		993	3.95	34.247	1.8±0.8	0.7±0.2
		1,391	2.76	34.455	1.4±0.2	0.7±0.2
		1,787	2.19	34.555	0.2±0.1	0.1±0.1
		2,188	1.88	34.616	0.2±0.1	0.3±0.2
		2,988	1.59	34.663	0.1±0.1	0.1±0.1
		3,998	1.47	34.674	0.5±0.2	0.5±0.3
		5,020	1.51	34.693	0.2±0.1	0.2±0.2
5,805	1.58	34.685	0.9±0.1	0.4±0.2		

## 2. 実 態 調 査

### 1. ビキニ被災者調査

障害臨床研究部（平嶋邦猛，杉山始，別所正美  
川瀬淑子，大谷正子，田中美喜子）

障害基礎研究部（石原隆昭，南久松真子）

病院部（奈良信雄，栗栖明）

昭和54年度は、連絡可能な19名について、中、入院可能な8名については、昭和55年1月27日より2月21日までの期間中、各自、5日間の入院検査を行った。

入院不可能なものの中、6名については、焼津市立総合病院内科外来において、昭和55年3月6日、健康診断を行った。

その調査研究の結果は、別項、経常研究の項で詳述したが、要約すると以下ようになる。

入院検査を行った8名の中、4名に、従来にひきついで、肝機能障害が認められた。中2名には血清トランスアミラーゼ値の上昇傾向がみられたが、他の2名では、むしろ低下傾向が認められた。しかしながら、上昇傾向を認めた2名についても、臨床症状を伴うような重篤な変化はなかった。外来的に検査した6名中1名にも、従来より肝機能不全が認められているが、今回の検査では、昨年比し、血清トランスアミナーゼの低下傾向が認められた。

血液学的な検査成績では、全例に異常を認めなかった。

以前に甲状腺機能不全を一時期認めた一例については甲状腺機能検査を行ったが、正常であった。

眼科的検査においても年齢相当の水晶体混濁が存在するのみであった。（国立千葉病院眼科にて検査）

β線による皮膚障害の痕跡は、入院した8名中5名に認められたが、色素沈着，色素脱失，毛細管拡張，表皮萎縮等の従来までの変化のままであり，癌化等の悪化傾向は認められなかった。

本年度は、肝機能不全のある症例について、血清アルファフェトプロテインの測定を行ったが、一例に正常値を超える成績が得られた。しかし、その変化は微弱であり、特に肝癌の存在を推定させるものとは考えられなかった。経過をおって検討する予定である。

また、外来検査項目に、本年度より胃透視検査を加え

て施行した。

従来より、肝機能不全の著しかった一例（53歳男子）が、昭和54年10月以降、一般状態不良となり、焼津市立総合病院に入院したが、昭和54年12月2日、食道静脈瘤破裂を直接死因として死亡した。剖検の結果、肝癌、肝硬変症、糖尿病と診断された。

旧稿竜丸乗組員も、次第に若令に達しつつあるので、今後共、慎重に経過を追跡してゆく必要が考えられる。

### 2. 医療および職業被曝による国民線量の実態調査 —X線診断の撮影および透視件数—

物理研究部（橋詰 雅，丸山隆司，野田 豊 千葉美津恵）技術部（福久健二郎，武田栄子）

医療被曝の中で国民線量に最も大きく寄与するのがX線診断であることは、これまで行ってきた医療被曝による国民線量の推定から明らかである。その最大の原因はX線診断件数の多いことである。最近の医療における放射線利用技術の進歩発展は、X線CT装置にみられる如くめざましいものがある。今年度はCT診断を含めたX線診断の実態調査を行った。

年間のX線診断件数を調査するため、全国のX線診断装置保有施設を次の7群に分類し、各群から無作為に抽出した施設に調査用紙を送付し調査を依頼した。調査にあたっては日本医師会ならびに日本放射線技術学会の協力を得た。

A群：ベッド数300床以上の一般病院（706施設）

B群：ベッド数20～299床の一般病院（6,736施設）

C群：ベッド数19床以下の病院または診療所（44,650施設）

D-1群：ベット数300床以上の精神科病院（201施設）

D-2群：ベッド数299床以下の精神科病院（747施設）

D-3群：結核病院または診療所（56施設）

D-4群：保健所（860施設）

A～D-4群までの抽出率はそれぞれ、10, 5, 2, 10, 5, 20および5%であった。調査期間は9月17日～23日の1週間であった。調査項目は性別，年齢別，診断部位別の撮影件数，撮影回数，スポット撮影回数および透視件数，さらに造影剤使用の有無とその種類，女性にあっては妊娠の有無とその月数であった。

実働時間を年50週として、調査で得た1週間の件数に抽出率および回答率の補正を行い年間の撮影件数、撮影回数および透視件数を求めた、その結果を男女別に表1に示す。年間の撮影件数に9580万件であり、撮影1件あたり平均3.6回の撮影が行われている。昭和49年度の調査結果に比べて、撮影回数で60%、撮影件数で30%の増加を示している。これは件数の多い胃部造影の撮影回数が、49年度に1件あたり7回であったものが54年度には10回となっていることによる。CTの撮影件数は頭部で

108万件、全身で37万件的合計145万件であった。

胎児被曝に関係する妊婦の撮影は依然として多く、直接線に胎児が被曝すると思われる撮影が年間31万件あった。

研究発表：橋詰 雅、丸山隆司、野田 豊、福久健二郎  
 診断用X線によるリスクの推定、第1報、撮影回数、診断件数および透視件数について、日本医放会誌、40、885 (1980)

第1表 年間の撮影回数と透視件数

診 断 部 位	撮 影 回 数 (千回単位)			透 視 件 数 (百件単位)		
	男	女	計	男	女	計
頭 部	7292 (150)	5580 (45)	12872 (195)	57	108	165
頸 部	5663 (14)	4759 (17)	10422 (31)	186	124	310
肩 甲 骨	1517	972 (4)	2489 (4)	—	—	—
胸 骨	1006	578	1584	—	—	—
胸 部	30173	21761	51934	2794	1970	4764
食 道	726 (309)	726 (19)	1452 (328)	1936	2064	4000
バリウム粥	89256 (36728)	65961 (27141)	155217 (63869)	76558	61168	137726
胆 の う	4770 (401)	5170 (530)	9940 (931)	691	7097	7788
腹 部	4473 (26)	3617 (8)	8090 (34)	980	359	1339
バリウム注腸	3971 (383)	5106 (530)	9077 (913)	3764	4460	8224
胸 椎	745 (8)	788 (4)	1533 (12)	—	—	—
腰 椎	9249 (22)	8074	17323 (22)	421	311	732
骨 盤	344 (37)	516 (38)	860 (75)	—	—	—
尿 路 造 影	3690 (2)	2200 (2)	5890 (4)	1135	327	1462
膀 胱	1116	490	1650	129	161	290
子宮卵管造影	—	291	291	—	808	808
骨 盤 計 測	—	192	192	—	—	—
産 科	—	225	225	—	—	—
乳 房	—	378	378	—	—	—
股 関 節	1040 (5)	1367 (4)	2407 (9)	207	368	575
大 腿 部	777 (8)	456	1233 (8)	—	—	—
下 肢 部	8582 (87)	7815 (55)	16397 (142)	331	339	670
背 髓 造 影	291 (7)	151 (30)	442 (37)	251	215	366
血 管 造 影	544	270	814	—	—	—
胸 部 断 層	3820 (83)	1864 (83)	15684 (166)	—	—	—
手 腕	4517	2581	7098	434	41	475
指	1910	644	2554	—	—	—
CT (頭部)	6782	4041	10823	—	—	—
CT (胸腹部)	2180	1472	3652	—	—	—
そ の 他	31 (14)	60	91 (14)	437	399	836
計	194500 (38300)	148300 (28600)	342800 (66900)	96600	80200	176800

( ) 内の数字はスポット数を示す。

### 3. トロトラスト沈着症例実態調査

障害臨床研究部 (杉山 始, 平嶋邦猛)  
養成訓練部 (加藤義雄)  
障害基礎研究部 (石原隆昭)

#### 〔経過〕

本年度は、トロトラスト症発見のためのX線健診により本症の疑ありと診断された戦傷者を含めて、17名について、短期入院によって検査を行った。4日間の入院中

に、病歴聴取、一般健康状態の診断、X線撮影、 $^{232}\text{Th}$ 全身計測、臨床検査 (主として、肝機能及び血液学的・免疫学的診断) 及び染色体分析を施行した。

#### 〔結果〕

(1) 17名中8名についてはトロトラスト沈着を証明出来なかった (これら症例は、疑症例として記載する)。

他の9名はトロトラスト沈着ありと診断した、以下主として、この9例についての成績を述べる。

第1表 トロトラスト沈着症例

症例 No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
年 令 (歳)	63	60	63	62	62	66	57	61	63
性 別	男	男	女	男	男	男	男	男	男
病歴記載による注入量 (ml)	15	不明	不明	9	9	不明	不明	10	8
注 入 年 月	1939-11	1941-12	1942-1	1940-6	1940-6	1939-9	1945-9	1942-9	1938-1
$^{232}\text{Th}$ 量 (g)	0.9	3.6	4.2	4.0	3.9	2.7	6.5	2.0	1.1

(2) トロトラスト症と確認された9名についての、病歴調査によるトロトラスト注入量、注入年月及び全身計測による $^{232}\text{Th}$  負荷量は第1表に示す通りである。肝の吸収線量率は7~37rad/年で、トロトラスト注入後の経過年数を考えると、肝吸収線量は270~1220 radとなり、9例中3例は1000rad を越えている。臨床所見として、肝を触知する者は9例中5例であった。X線写真上、9例全例の脾及び腹腔内リンパ節にトロトラスト沈着を認めた。肝への沈着像は9例中6例で陽性、3例で陰性であったが、この3例は何れも、 $^{232}\text{Th}$  推定負荷量の少い症例であった。注射部位におけるトロトラストの洩れは、9例中6例に認められた。

(3) 肝機能検査では、BSP 45分値は5~15%の範囲内にあり、血清アルカリ性フォスファターゼ値は9例中3例に高値であった。血清アルファ・フェトプロテイン値は9例中2例において正常上限を越していたが、著明な増加を示した者はなかった。

(4) 末梢血液検査では、正色素性貧血を9例中1例に認め、白血球数  $4000/\text{mm}^3$  未満の者が2例であった。白血球百分率に著明な変化を認めた者はなかった。骨髓検索では著しい低形成像を2例に認めた。軟寒天培養法による骨髓造血幹細胞 (CFUc) の定量的検索結果では低値を

示す者が3例あり、末梢血白血球数の低値と相関する如く考えられた。Coil Planet Centrifugeによって赤血球滲透圧抵抗性を見ると、本症で抵抗性の増大を示す例があり、9例中4例で溶血終末点 (HEP) の低下が見出された。

(5) 末梢血リンパ球の T・B 細胞比率を羊赤血球ロゼット形成法で検出すると全例でほぼ正常範囲内であった。一方、Phytohemagglutinin (PHA) に対する末梢血リンパ球の反応性は、9例中1例に顕著な低下を示した。

(6) 骨髓細胞染色体の観察結果は、構造異常を示す細胞が、9例中3例 (頻度2%, 6%, 10%) に認められ、それらは転座及び末端欠失等であった。最も高い頻度 (10%) に異常を認めた1例の異常細胞は何れも同一染色体型を示す所謂「クローン」であった。なお、トロトラスト疑症例では8例中1例 (頻度2%) に転座が認められた。数的異常は全例に認められ、トロトラスト症例と疑症例との間で頻度に大差はなかった。

(7) 2~3年にわたって毎年1回健康診断を行った一部の症例の成績では、血清アルカリ性フォスファターゼ、或いは血清アルファ・プロテインの上昇して来た症例がある。

## Ⅲ 技術支援

### 1. 概況

技術業務では、基本施設（変電、ボイラ、空調）の円滑な運転に努めた。共同実験施設および共同実験用測定、分析機器関係では、新規導入機器の整備に当たるとともに、共同実験施設の有効利用および機器の適正配置を期して全面的な見直しを行いその一部を今年度も実施した。照射施設及び照射機器関係では、機器の集中管理化や実験目的に対応した機器の整備に、努めるとともに霊長類実験棟に導入された<sup>137</sup>CS照射装置の設置に関与した。データ処理室関係では、前年度にもまして、機器の老朽化等の障害のため、不規則な時間帯での運用を余儀なくされた。従って、導入後10年を経た電子計算機の更新は焦眉の課題である。

放射線安全業務では、放射線障害防止法、核燃料規制法（略称）等に基づいて各種の申請業務、個人被曝管理、健康管理、放射線安全管理、放射性廃棄物の処理等の諸業務を行った。

また、放射線安全に関する所長の諮問機関である放射線安全会議では、病院棟地階および廃棄物処理棟の管理区域の変更、内部被曝実験棟建設に伴う候補地の検討、同棟の核燃料規制法に基づく使用変更申請書の検討、サイクロトロン陽子線利用による人体の安全性に関すること等が主な議題であった。その他、サイクロトロン安全、那珂湊支所放射線安全、放射性物質を含む実験動物の処理対策、放射性廃棄物焼却処理検討の4つの専門委員会においてサイクロトロン安全管理、那珂湊支所安全管理、廃棄物処理等の各分野について専門的、技術的検討を行った。

前年度末、老朽化対策として着工してきた廃棄物処理

棟の増設工事は12月完工をみた。

動植物管理業務については、前年度に引き続き、CV SPF動物をはじめとする実験動植物を生産、供給した。ラットは前年度末における不測のウイルス感染事故により生産を中止したが、年度後半より帝王切開術によって清浄ラットの生産作業を行い、予定どおり生産を再開した。関連施設の管理、運用に関しては、晩発障害実験棟の動物飼育管理も酸性無菌供給装置等を整備し、研究業務の円滑化につとめた。

一方霊長類実験棟も計画どおり整備が完了し、<sup>137</sup>CS<sup>1300</sup>Ci照射装置も導入され、本格的稼働に伴い実験動物安全会議が設置され、実験動物の生産、飼育、検疫、その他実験動物取扱作業並びに、これらに関連する作業に従事する者の健康安全、実験動物の衛生管理等基本的事項を定め、実験動物取扱安全衛生管理規定を定め実施運用にあたった。

サイクロトロン関係業務では、運転は故障修理のために要した旬日を除き予定どおり行われた。本年度特記すべき事項は、70MeV陽子による陽子線治療トライアルの開始されたことで、従来から継続されている中性子線治療トライアルとともに悪性腫瘍の治療研究に威力を発揮することとなろう。

性能向上に関する研究開発では、内部ビームの位相測定多重化、重イオン源の改良、エネルギー増強のための調査研究等を行い成果をあげた。

アイソトープ生産に関する業務では生産効率の向上を、はかるとともに生産設備拡充のためアミノ酸自動合成装置を整備した。

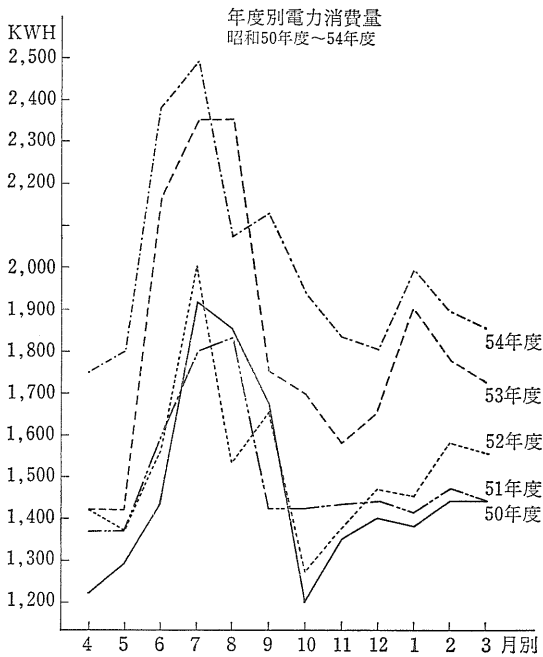


## 2. 技 術 業 務

### 2-1 施 設 関 係

変電、ボイラーおよび空調の各施設、設備については、おおむね、順調に稼動したが、老朽化による故障が頻発し、その対応に追われた。

本年度の電力消費量および工作関係の申込件数は、第1図および第1表のとおりである。



第1図 年度別電力消費量

### 2-2 共 同 実 験 室

1. 本年度は、共同実験用機器として、5台の機器が導入された。

- (1) 研究棟関係では、新規に細胞サイズ分布測定装置 (米国コールドウェル社製型、Model ZB1, C-1000一型) 1式、更新としてフレームレス原子吸光分光光度計 (日立製ゼーマン170-70型) 1

第1表 昭和54年度部別工作申込件数調

種別	物理研究部	化学研究部	生物研究部	遺伝研究部	生理病理研究部	障害基礎研究部	薬学研究部	環境衛生研究部	臨床研究部	障害臨床研究部	技術訓練部	養成部	管理部	那珂湊支所	合計	
木工	6	15	2	1	2	2	6	3	1	0	17	1	8	24	1	89
金工	12	7	4	2	2	5	2	5	9	4	12	2	1	7	6	80
計	18	22	6	3	4	7	8	8	10	4	29	3	9	31	7	169

式をそれぞれ導入し、整備した。

- (2) RI使用施設関係では、新規にマルチチャンネルアナライザー (米国DSD社製1056-A型) 1式、更新として液体シンチレーションカウンタ (米国ベックマン社製LS-7000型、LS-7500型) 2台をそれぞれ導入し、整備した。

なお、液体シンチレーションカウンタについては当初要求1台であったが、研究遂行上RI使用によるトレーサー実験の急増にともなり必要性と、DPM解析による極微分析の高度化による重要性に対応するべく、2台を導入した。

これらの装置は、今後各研究分野において新たな研究開発の向上に有効に利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は、前年度同様各種分析測定装置など活発な利用がみられた。その主要機器の使用状況は、第2図に示すとおりである。

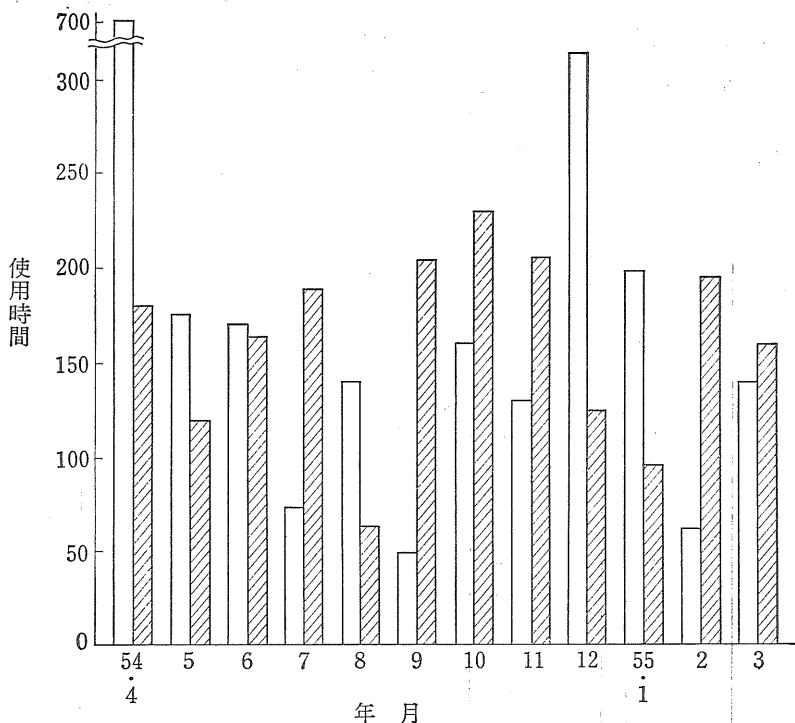
2. 共同実験施設および機器の運用面では、前年度に引き続き、機器の機能的運用と効率の利用を図るため、測定室の充実と機器の適正配置に努め、これを実施した。

なお、この作業は次年度も継続して行い予定である。

### 2-3 照 射 棟

- (1) X線棟：X線装置の保守面では、KKO-12と信愛4





第3図 54年度月別使用状況

高線量率 (30R/分) 局部照射と低線量率 (0.3, 3, 30R/日) 長期照射が行えるように、また精度の良い照射実験が行えるようにした種々の機構とともに、新に開発した単線源二方向 (水平垂直) 照射装置である。装置据付後、照射用具の改良を行った後、照射線量率、吸収線量率、線量率分布などの測定を行って実験開始に備えた。

(5) ベータートロン：稼動状況は、前半に試運転のための稼動はしたが、後半はCTの新設工事のため使用できなかった。使用時間数は30時間であった。

(6) バンデグラフ：装置の運用面では、設置後17年を経過して、経年的劣化の著しい部分からの更新をはかっているが、今年度は電流積算計、磁場測定器を更新した。一方従来中性子線照射専用器として使用されてきたバンデグラフの利用分野を、陽子線利用分野へも拡大するためビームトランスポート系の再編成を行い、ターボモレキュラーポンプ1台と四重極電磁石1台を新設した。

また加速器本体室の空調が以前から不十分で、絶縁タンク解放時の湿気になやまされていたが、今年度同室専用の空調機を新設し除湿能力をたかめた。バンデグラフでは、運転中の絶縁ガスの湿度が運転状況や、部品の寿命に非常に大きな影響を与えるため今後もこの面での改良が必要であろう。

55年1月から2月までチャージングベルトの交換により約2カ月間運転を休止した。年間の使用時間は496時間であった。各研究部の使用時間は、保守のため使用した165時間をのぞいて、環境衛生研究部が174時間、臨床研究部が83時間、物理研究部が48時間、生理病理研究部が83時間、放射線安全課が14時間であった。

研究内容は、中性子線のLETの測定、速中性子線に対する遮へい、中性子による放射化分析、マウスによるRBEの決定などである。

(7) 線量管理：信愛4号、5号、晩発棟信愛号のX線装置に使用しているモニター線量計の校正を毎週1回行っている。校正線量計は、AE-130Lを使用し、その精度は標準線量計としているアイオネックス線量計でチェックしている。モニター線量計の再現性は±2%を保つことを目的としており、この範囲をこえたものは、信愛4号に使用しているラドコン線量計では一度もなく、信愛5号に使用しているデュプレックス線量計では校正回数25%、晩発棟信愛号に使用している透過形モニター線量測定に使用しているγ-meterは、毎月1回AE-130Lで校正しているが再現性は常に±2%以内である。照射用軟X線装置については、3カ月ごとにシーメンスファントムチェンバーで出力の測定を行っているが、過去10年間出力の低下はみられない。

## 2-4 データ処理室業務

電子計算機 TOSBAC-3400 モデル31 (以下センター、マシンという) の活用は昭和45年2月からであり、すでに導入後10年余を経過し、本研究所研究業務遂行上大きな軌跡を残してきた。とくに放射線計測、実験データの

統計処理、臨床情報処理等における成果は多大のものがある。しかしながら、この10年余における電算機技術の変遷も目覚ましいものがあり、なかんずく LSI の発展を中心とする小型、超小型電算機の普及によってセンター、マシンの利用形態も次第に変化してきた。すなわち、各種測定器には超小型電算機が、また、ガンマ、カメラや

第3表 昭和54年度電子計算機使用状況一覽表

月別	事項 使用可能 日数	使用件数 (システム開 発を除く)	使用時間数 (単位時間分)			稼働率 %	処理室でのカード パンチ (単位枚数)
			オンライン	バッチジョブ	合計		
54. 4	19. 5	229	—	193. 01	193. 01	132. 0	11, 274
5	21. 5	206	—	196. 10	196. 10	121. 7	5, 279
6	21. 5	330	—	216. 19	216. 19	134. 1	4, 491
7	22. 0	2. 56	—	180. 09	180. 09	109. 2	11, 964
8	22. 0	4. 22	—	207. 13	207. 13	125. 6	19, 467
9	20. 0	288	—	217. 11	217. 11	144. 8	5, 147
10	23. 5	277	—	181. 32	181. 32	103. 0	16, 393
11	21. 5	326	—	175. 49	175. 49	109. 0	19, 296
12	19. 5	178	—	164. 36	164. 36	112. 5	3, 415
55. 1	17. 0	239	—	143. 17	143. 17	112. 4	5, 714
2	20. 0	265	—	171. 54	171. 54	114. 6	21, 561
3	20. 5	378	—	209. 10	209. 10	136. 0	8, 447
計	248. 5	3, 394	—	2, 256. 21	2, 256. 21	121. 1	132, 448
累 計	2, 458. 0	37, 140	3, 790. 08	18, 031. 22	21, 821. 30	120. 6	892, 831

∴ ウィークリーチェック、マンスリーチェック、障害時間(半日以上)ならびに日曜日および特別休暇等を除いた日(土曜日は0.5日として換算)

ポジトロン、カメラなどの大型装置には小型電算機が直結され、この結果、センター、マシンの特色であった第1次情報のオンラインによるデータ収集業務は全く姿を消し、かわりに現象のシミュレーションモデルによる解析、調査情報の客観的解析、実験情報や収集情報のモデル化など、2次的、3次的情報処理が多く取扱われるようになってきた。

第3表に本年度の利用件数、時間数等を示す。本年度の特色は前年度導入されたガンマ、カメラ、システムにより、オンライン及びそれによるイメージ処理業務が病院で実施されるようになったため、すべてが技術計算の時間帯となり、スケジュール的には長時間の連続処理も容易になった。しかし、オンラインの時間帯はほとんど技術計算に吸収され、とくに各種の調査情報の解析業務が急増してパンチ量やプログラム開発量が増加したために、全体としての業務量はむしろ増加の傾向を示した。累計では使用件数は3万5千件、使用時間は2万時間を越え、1万時間を単位とした計時計が3周目に入った。また処理室が実施したカードパンチ量は約90万枚に達し

た。実際の使用量はその約2倍である。

以上のほか、電子計算機委員会においてはセンター、マシンの老朽化対策とレベル・アップをはかるため各種の調査を実施した。

## 2-5 研究活動

### 1. 電子計算機による医用画像の処理、表示および蓄積に関する調査研究

福久健二郎、武田栄子、飯沼 武、松本 徹、  
遠藤真広 臨床研究部

〔目的〕電子計算機による医用画像(RI像、X線像、CT像など)の処理研究は、診断能の向上、被ばく線量低減、新技術の開発等の観点から重要視されている。本研究はこれらの研究をサポートするシステムの開発を旨とするものであり、また、同時に他の医療情報システムともリンクしうる総合データ、バンク化のモデルとしての管理、活用体系を確立する。

〔研究内容〕一昨年より実施してきた肝シンチグラム  
のファイリングシステムは、ガンマカメラの更新にとも

なって新たな発展が、期待されるところとなったが電算機の更新が実現せず本年はデータの収集整理のみに終止せざるを得なかった。しかし、同様の研究がラジオアイソトープ協会を中心としたプロジェクト・チームによる総合研究へと発展し、多くの知見を得た。これとは別に<sup>201</sup>Tlシンチグラムによる心筋梗塞の診断評価、CTによる診断評価に関する総合研究にも参加し、作業を行なってこれらからも多くの経験を得た。とくに前者においては、相当に正診率が高く、撮像の良し悪しが読影結果に大きく影響することが明らかとなった。これらの経験は今後の総合システム開発にあたって重要な参考となるものとする。

また、引き続き医用画像のファイリング、表示、検索等に関する電算機周辺機器とそのソフトウェアにつき調査を行った。

#### 〔研究発表〕

(1) 福久：日本医放会誌，39，1169-1172（1979.11）

(2) 福久，飯沼，永井：核医学，17，155-166（1980.3）

#### 2. 放射線診療病歴のファイリング、検索および統計処理に関する調査研究

福久健二郎，武田栄子，飯沼 武

〔目的〕 癌の放射線治療病歴を電算機に登録し、多角的な解析を行うことにより、治療成績の向上をはかり、さらには新しい治療技術開発にまで役立てる一方、診断、検査、放射線照射等を含む診察情報データ、ペー

スの中心として今後のシステム開発の基礎とすることを目的とする。

〔研究内容〕 昭和50年より開始した全患者データ入力システムのファイルを圧縮マルチ化し、52年以前とそれ以降とを分離、合併が選択できるよう全入出力プログラムを改良した。このような工夫により従来不可能と考えていたファイルスペースに若干の余裕が出来、昭和55年までの入力が可能となった。また、すでに開発した入出力用プログラムについては、可能なかぎり合併したシステムとして将来の電算機大型化への準備を開始した。とくに汎用化がみこまれるルーチンはすべてサブルーチン化し、それらを十分に使い込んで一応の目的を達成した。

また、子宮頸癌システムについても同様の作業を行い臨床検査情報と再発や障害との関係を多角的に解析し医師への情報提供を行った。とくに血沈、血色素、白血球数や治療中の発熱が再発癌発生に関係があることが明らかとなった。

このほか、診療情報入出力用電算機周辺機器およびそのソフトウェアについても調査を実施した。

#### 〔研究発表〕

福久，武田，飯沼，荒居，森田，村上：第38回日本医放会  
物理部会，1978.10，呉市

### 3. 放射線安全業務

#### 3-1 申請業務

昭和54年度に、法律に基づいて科学技術庁長官の承認を受け、または届出たものは次のとおりで、障害防止法および核燃料規制法に基づくものである。(那珂湊支所関係を除く)。

(1) 密封放射性同位元素関係の使用変更承認申請を次のとおり行った。

① 病院棟地階手術室で  $^{60}\text{Co}$  26.6mCi 等の使用廃止、および管理区域を変更する件について (54. 8. 20申請→54. 11. 12承認)

② 霊長類実験棟で  $^{137}\text{Cs}$  2,000Ci 照射装置使用追加する件について (55. 3. 5申請→55. 3. 28 承認) X線棟標準線源室、バンデグラフ棟で  $^{241}\text{Am}$  0. 25mCi×4 個を使用追加する件について (55. 3. 21申請)

(2) 非密封放射性同位元素関係の使用変更承認申請を次のとおり行った。

① 放射性廃棄物処理棟の管理区域を変更(更新のため)する件について (54. 7. 3申請→54. 9. 18承認)

② 晩発障害実験棟3階 RI 実験室で  $^{14}\text{C}$  等を使用増量する件について (54. 12. 11申請→55. 2. 3承認)

③ サイクロトロン棟ポジトロンカメラ室で  $^{68}\text{Ge}$  を使用追加する件について (54. 12. 17申請→55. 2. 23承認)

(3) 放射線発生装置関係の使用変更申請を次のとおり行った。

① サイクロトロン棟汎用照射室にビームストッパーを増設する件について (54. 7. 2申請→54. 9. 18承認)

② サイクロトロン最大使用条件の向上(重陽子35 MeV→45MeVに変更)する件について (54. 12. 17申請→55. 2. 23承認)

(4) 放射性同位元素の承認使用に係る使用の場所の一時的変更の届出を2件行った。

(54. 8. 13. 55. 3. 21)

(5) 核原料物質、核燃料物質の使用変更の届出を次のとおり行った。

① 核燃料物質の使用期間の変更届出の件について (54. 4. 13届出)

② Pu 廃棄物保管庫を使用追加する件について (54. 6. 7申請→54. 8. 1承認)

③ 内部被曝実験棟を使用追加する件について (54. 8. 8申請, 54. 11. 29補正申請→55. 1. 17承認)

#### 3-2 放射線安全会議

会議は本年度8回開催されたが、審議が行われた主要な議題は次のとおりである。

(1) 管理区域の設定に関する案件について、(i) 放射性廃棄物処理棟更新に伴う管理区域を変更する件について、(ii)病院棟地階手術室で密封放射性同位元素使用廃止に伴う管理区域を変更する件について、(iii) 病院棟地階にCT装置設置のため管理区域を設定する件について、

(2) 心得、要領等の設定に関する案件について、管理区域における作業心得(サイクロトロン棟)の一部改正の件について、

(3) 放射線施設の安全性に伴う案件について、(i) サイクロトロン棟汎用照射室にビームストッパーを設置する件について、(ii) 内部被曝実験棟建設に伴う建設候補地の検討、同棟の核燃料物質使用変更申請書の検討の件について、

(4) 放射線障害の防止に関する案件について、サイクロトロン陽子線利用による人体の安全性に関すること。

本年度の会議の構成は議長に橋詰物理研究部長、河村化学研究部長(本所放射線取扱主任者)、石井技官(那珂湊支所放射線取扱主任者)、平野技官(那珂湊支所東海施設放射線取扱主任者)、藤岡管理部長、川越技術部長、栗栖病院部長、吉川技術部放射線安全課長、伊沢那珂湊支所長、丸山物理研究部第3研究室長、大桃環境放射生態学研研部第2研究室長、榎田環境衛生研究部第3研究室長(55年1月31日まで)の12名であった。また、会議の中に次の専門委員会が設けられた。

① サイクロトロン安全専門委員会: サイクロトロン利用に伴う放射線および放射能に対する管理上の問題ならびに対策等について、審議するため設置されたもので本年度もサイクロトロン作業計画に基づく安全対策、また、陽子線治療のため作業マニュアル、患者および作業者の放射線安全の検討、安全管理測定結果に対する評価等の審議を行った。本年度9回開催された。

② 那珂湊支所放射線安全専門委員会: 那珂湊支所

に関する放射線の安全管理について調査審議するため設置されたもので、支所の放射線作業計画に基づく安全対策等について本年度4回開催された。

③ 放射性廃棄物焼却処理検討専門委員会：放射性廃棄物の焼却処理における放射線安全に関し調査審議するため設置されたもので、焼却対象物、核種、処理能力、処理方式、焼却炉の仕様、フローシート等について本年度4回開催された。

④ 放射性物質を含む実験動物の処理対策専門委員会：日本アイソトープ協会によるRI汚染動物（ホルマリン漬け）の集荷が中止になった。これに伴い前処理焼却の方法の検討を行い結論が得られたので放射線安全会議に報告して委員会は解散した。本年度1回開催された。

### 3-3 個人被曝管理

第1表 昭和54年度放射線被曝状況 (mrem/年)

被曝線量 作業区分	被曝線量							フィルムバッジ 着用者数 (人)
	10未満	10~50	60~100	110~300	310~500	510~1000		
研究者	160	10			1	2	173	
診療関係者	43	9	7	1			60	
研修担当者	6	1					7	
管理担当者	47	3	2	7	2	2	63	
※その他	89	2					91	
合計	345	25	9	8	3	4	394	

(注) ※職員以外の研究生、実習生 (51名) を含む。

### 3-4 傳康管理

放射線障害防止法および人事院規則等にしがって実施している放射線作業者の健康診断状況は第2表のとおりである。各検査の結果は健康管理医が検討しているが、放射線被曝に起因する異常は今年度もみとめられなかった。

第2表 昭和54年度放射線作業に係わる健康診断実施状況 (那珂湊支所を含む)

検査項目	実施回数	延受検者数	備考
眼	4回 (各半期毎)	313名	中性子線に係わる作業者のみに行う。
皮膚	4回 (各4半期毎)	1100名	問診を併せて行う。
血液	2回 (1/4期, 3/4期)	634名	

### 3-5 放射線安全管理

#### (1) 管理区域

放射線による被ばくおよび放射能汚染、または放射性

放射線作業従事者および管理区域随時立入者の外部被曝線量についてはフィルムバッジを主体に測定を行っている。フィルムはX線用、 $\gamma$ 線用および速中性子線用の各種類を使用しているが、これをX線用、 $\gamma$ 線用、広範囲用等のバッジケースと組み合わせることにより、 $\beta$ 線から中性子線 (nf. ntn) までの各線種を単独又は総合的に測定している。(フィルム交換は毎月1回。) 54年度の着用数は第1表のとおり (那珂湊支所を含む) であり、着用者総数 394 名中放射線作業従事者は 284 名で、他の 110名は随時立入者として登録されている。

個人の外部被曝管理についてはこの他に、TLD (全身用、局所用) およびポケット線量計等を放射線作業内容により適時提供し、フィルムバッジとの併用も行っているが、殊に TLD の使用頻度、着用者数はいちじるしく増加している (使用頻度の前年度比で約 20% 増加)。

物質の吸入などに起因する放射線障害を防止するため、使用施設およびその周辺に設けている管理区域は、本年度、20区域に達している。

#### (2) 放射性同位元素の受け入れ

54年度に受け入れた非密封・密封放射性同位元素は、それぞれ第3表および第4表のとおりである。

第3表 非密封放射性同位元素入荷量

用途別 群別	研究用		診療用	
	核種	数量	核種	数量
第1群	—	—	—	—
第2群	<sup>45</sup> Ca 他16核種	81.9mCi	<sup>59</sup> Fe 他1核種	1.4mCi
第3群	<sup>24</sup> Na 他5核種	40.6mCi	<sup>67</sup> Ga 他6核種	5056.2mCi
第4群	<sup>3</sup> H 他2核種	3074.8mCi	<sup>201</sup> Tl	62mCi
総計	26核種	3197.3mCi	10核種	5119.6mCi

- 注) 1. 群別は放射性同位元素等による放射線障害防止に関する法律に基づく分類を示す。  
2. 那珂湊支所関係を除く。

第4表 密封放射性同位元素入荷量

研 究 用	診 療 用
<sup>54</sup> Mn, <sup>241</sup> Am 他9核種 328.5 $\mu$ Ci	—

注) 那珂湊支所関係を除く

入荷した放射性同位元素は、個々に管理番号をつけ放射性同位元素貯蔵庫に入れて保管されている。

放射性同位元素の使用にあたっては、4半期ごとに作業者から提出される作業計画書により核種使用数量および実験方法などを把握するとともに貯蔵中の放射性同位元素についても使用の記録票に記録するとともに定期的に在庫調査を行い管理の万全を期した。

### (3) アルファ線管理

作業にあたっては事前の検討対策を行い安全管理が行われた。

排気関係ではフード室の一部を改造し、アルカリスタパーを設け排気設備の充実を計った。

また、ラドン室の改修を行い55年度中完成の予定である。

### (4) 放射線量率および表面汚染状況の測定

管理区域内の人が常時立ち入る場所、同区域の境界および事業所の境界における線量測定は、定期的に行われ、いずれの境界においても法定許容線量率をこえる場所はなかった。

また所内23ヶ所に設置されたモニタリング、ポスト(フィルム、および熱蛍光線量計収容)の結果でも自然放射線のほかは、有意の線量は認められなかった。

管理区域の表面汚染測定は、定期的および随時にサーベイ、スミア等を実施し、汚染の早期発見、被ばく事故などの防止に努めた。

### (5) 放射線安全管理者

管理区域または管理区域群ごとに放射線安全管理者を置き、放射線安全管理についての情報問題点等についての意見交換を行い担当管理区域内の安全管理に努めた。

現在放射線安全管理者は15名が指名されている。

## 3-6 放射性廃棄物の処理、処分

放医研内の各実験室から排出される放射性廃棄物管理の概要は、次のとおりである。

### (1) 放射性廃棄物の排出状況

各施設より排出した放射性廃液の54年度排出状況は第5表のとおりである、低レベル廃液については、高速薬品凝集沈澱装置、重力式緩速濾過機、無機イオン交換装置により処理を行った。また、極低レベル廃液、放射性し尿の浄化液についても処理を行った。処理済み液の放射能濃度は法定許容濃度の1/100~1/1000程度で、排出口より一般環境に放出される際の排水中の放射能濃度は、自然の状態と変りはなかった。

高レベル廃液、固体廃棄物(可燃物、不燃物、特殊不燃物、動物死体、およびフィルタ)については、専用容器に詰替後、廃棄物処理機関に引渡した。

また、放射性有機廃液については、現在引き取りが中止されているため、処理方法の対策が、専門委員会により行われている。

### (2) その他

放射性廃棄物処理棟の更新計画による新築工事の完成に伴い、同施設の円滑な運用を図った。

第5表 放射性廃棄物排出状況

種 類	排 出 容 量	備 考
固 体	可 燃 物 200l ドラム缶 26本	詰替後廃棄物処理機関に引渡し、一部を現在保管中
	不 燃 物 50l ドラム缶 70本	
	特 殊 不 燃 物 50l ドラム缶 70本	
動 物	50l ドラム缶 10本	〃
フ ィ ル タ ー	0.15m <sup>3</sup> 箱 88個	〃
液 体	高 レ ベ ル 25l ボリ瓶 17本	〃 化学処理したのち測定後放流(一部を貯留中)
	低 レ ベ ル 550m <sup>3</sup>	
	極 低 レ ベ ル 2,745m <sup>3</sup>	
し 尿	960m <sup>3</sup>	測定後放流



### 3-7 サイクロトロン安全管理

#### (1) 放射線安全管理

照射室相互間および照射実験中、人の常時立ち入る場所等におけるガンマ線と中性子線の漏洩放射線量、ならびに非密封 RI 施設を中心とした表面汚染の状況、および照射後の残留放射能と照射室内に設置されているエリヤモニタとの関係等について、月 1 回、定期測定を行った。

とくに、残留放射能については、本体室、生物、治療 RI 生産等の各照射室についての長半減期核種の測定に重点を置いた。

なお、この測定は、サイクロトロン施設の定期点検期

間を利用して、昭和54年、8月～9月、54年12月～55年1月の2回、波高分析器を用いて行った。これらの測定結果については、サイクロトロン安全専門委員会において、サイクロトロン使用計画書に基づく安全対策と合せて検討、評価を行い、利用者にてこの結果を反映させる等安全管理に万全を期した。

また、本年度は可搬型半導体検出装置を整備し、各照射室内の残留放射能の核種の判定を行うと共に、新たに陽子線治療クリニカルトライアルが開始されるため、汎用照射室の測定を重点的に実施した。

また、管理区域境界と照射室の外壁についての監視は、その線量測定をフィルムバッヂも併用して行った。

## 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

前年度に引きつづき、当所において維持した実験動物(げつ歯類)の系統は、第1表に掲げた C3H C57BLお

よび NRH のほか、A. AKR, C57BL CBA CBA/T6T6, DBA H<sub>7</sub>H, H<sub>7</sub>I, NH, NZB, RFM, SJL, WB, W<sup>w</sup>W<sup>w</sup>, nu/nu の諸系統ならびに類似遺伝子系統 congenic strain (C57BL/10 シリーズ B<sub>10</sub>-Thy<sup>1</sup> を加え 7 系統) のマウスで、それぞれ順調に継代されている。

第1表 放医研で維持している実験動物の主な系統

系 統 名	世 代	由	来	特	性
マウス (Mus musculus)					
C3Hf/HeMsNrs	47	1952 1963 Heston→阪大医病理→遺伝研→放医研		野ネズミ色、経産で乳癌発生94%、赤血球が少ない、血中カタラーゼ活性が低い、hepatoma 雄で85%	
C57BLf/6Nrs	43	1964 1965 Jax→京大放基→放医研		黒色、乳癌発生1%、目の異常が多い、放射線に抵抗性、照射後 hepatoma 多発	
NRHf	53	1951 1960 Carworth Farm→武田光→伝研→放医研		アルビノ、温順、一般検定用、放射線に比較的感受性	

(注) 世代欄は放医研での近交世代数

第2表 実験動物生産供給数 (最近5年間)

年 度	マ ウ ス		ラ ッ ト		ウ サ ギ	モ ル モ ッ ト	ハ ム ス タ ー
	供 給		供 給		共 給	供 給	供 給
	当所生産分 (A)	(A)+購入分	当所生産(B)	(B)+購入分	購 入 分	購 入 分	購 入 分
50	22,570 (10,466)	27,130	3,469	4,017	164	183	80
51	24,929 (10,248)	29,709	4,665	4,842	82	56	—
52	27,292 (11,538)	33,416	3,877	3,877	79	102	—
53	29,217 (13,495)	34,812	3,821	3,849	15	—	—
54	31,792 (14,882)	37,707	0	2,203	70	40	102

( ) 内数は SPFマウス

ラット (wistar) は、53年度年報に既に近交化継代中の核ラットの処分を行ったことを記載したが、以後実験動物委員会に基づき遺伝研由来の近交系ラット (wistar) を導入し、生産を再開する予定であったが年度内には、それを導入することが出来なかった。しか

し、54年2月研究部に妊娠ラットを払出したものの仔 F<sub>1</sub>を54年10月に帝王功開し、SPFラット (Fischer-344) に里子 (♀67 ♂44) しこれを基に生産を再開した。

#### (2) 実験動物 (げつ歯類) の生産と供給

生産数と供給数の年次推移は第2表に示すとおりでマ

第3表 年度別系統別生産共給数 (最近5年間)

区分 系統 年度	CV con ventional				SPF (Specific, Pathogen Free)								計
	C <sub>3</sub> H	C <sub>57</sub> BL	BC <sub>3</sub> F <sub>1</sub>	RFM	C <sub>3</sub> H	C <sub>57</sub> BL	NRH	B <sub>10</sub>	B <sub>10</sub> -BR	nu/nu	RFM		
50	6,723	2,773	1,886		7,774	1,877	815						22,570 <sup>1)</sup>
51	8,421	2,457	3,024		7,182	1,943	1,123						24,926 <sup>2)</sup>
52	9,072	2,484	3,288		7,436	2,646	1,456						27,292 <sup>3)</sup>
53	9,020	4,025	2,137	540	6,837	2,808	1,180	902	897	689	182		29,362 <sup>4)</sup>
54	8,985	4,706	1,613	1,016	6,819	2,949	266	1,214	1,432	828	1,093		31,792 <sup>5)</sup>

表記以外の近交系核からの生産共給数 1) 722 2) 776 3) 910 4) 145 および 5) 871匹を含む。

ウス総供給数 (37,707匹) の内訳は当所生産分84% (SPF 14,882匹, CV 16,910匹) 購入分16% (5,915) である。ラットは53年度末にウィルス感染拡大防止のため生産を中止したので2,203匹総て購入であった。

マウス系統別当所生産供給数の内訳は第3表のとおりで、その他、SPF関係では、A, B<sub>10</sub>-A CV関係では、A, AKR, RFM×AKRF<sub>1</sub> WHT, B<sub>10</sub>-Thy<sup>1</sup> W<sup>v</sup> NZB×AF<sub>1</sub>等の生産供給を行った。

なお、購入マウスの内訳は ddY-SLC, ICR, C57BL/6N 等である。

(3) 近交系マウスの生化学的マーカー (標識遺伝子) 文部省科学研究費補助金特定研究の一環として本研究所で維持している近交系マウスの一部 (A, CBA, NZB, AKR, C57BL, C3H, DBA, NRH, RFM) の生化学的マーカー (標識遺伝子) について調査検索を依頼したところ第4表に示すような結果が得られた。

第4表 生化学的マーカー調査結果  
Genetic Profile for Nrs

79.10.1 79.10.15

Strain	Idn	Pep	Hc	a	Car	Mup	b	Gpd	Pgm	Ldr	Gpi	c	Hbb	Es1	Es2	d	Mod	Es3	H2	Ce
A/J	a	b	0		b	a		b	a	a	a	c	d	b	b		a	c	a	a
CBA/J	b	b	0	A	b	a	B	b	a	a	b	C	d	b	b	D	b	c	k	b
NZB	a	c	0	a	a	b	B	b	b	a	a	C	d	a	b	D	b	c	d	b
AKR/J	b	b	0		a	a		b	a	a	a	c	d	b	b		b	c	k	b
C57BL/6J	a	a	1	a	a	b	B	a	a	a	b	C	s	a	b	D	b	a	b	a
C3H/He	a	b	1	A	b	a	B	b	b	a	b	C	d	b	b	D	a	c	k	b
DBA/2	b	b	0	a	b	a	b	b	b	a	a	C	d	b	b	d	a	c	d	a
C57L	b	a	0	a	b	b	b	a	a	a	a	C	s	a	b	D	a	a	?	a
NRH	b	b	0		b	a		b	a	a	b		d	b	b		b	c	k	a
RFM	b	b			a	x		a	a	a	a		d	b	b		a	b	f※	b

(x:new type?)

※遺伝研森脇先生調査

#### 4-2 実験観察施設の管理と利用

##### (1) SPF 動物照射実験棟 (SPF 棟)

本年度 SPF棟は、5研究グループにより使用され、常時約550ケージ(2500匹)のマウスが飼育観察されたが、飼育室棚、実験室は多少ゆとりがあった。SPF棟の微生物検査として、糞便による緑膿菌検査、落下細菌検査を毎月定期的実施したが病原微生物による棟内飼育

動物の汚染事故もなく、動物衛生管理面は順調であった。SPF棟施設、設備の老朽化は年々急速に進行している。施設関係では、天井の雨漏り、管理室、飼育室壁など、いたるところに、大きなキ裂があり、動物衛生、安全管理上、早急な対策が望まれる。空調設備関係では、温湿度コントロール器機の故障、腐食によるボイラー給水管の破損事故等が発生したが、夏期であったため、実験、研究に支障はなかった。

## (2) 哺乳動物実験観察棟

実験観察棟は、CV動物の実験観察の場として、マウス、ラット、ウサギ、モルモット、ハムスターの各飼育室から構成されている。本棟への登録入棟者は約80名である。建物の裏（東側外）にある、エアウォッシャーの水道水循環タンク内の鉄錆防止の塗装と水道配管の更新、老朽腐蝕による屋根の鉄板（北側のみ）張替えの実施、ウサギ室で従来使用のベルト式自動飼育装置2台のうち1台を最新型に、ラット室で使用の鉄製飼育棚の一部を、ステンレス製飼育棚に更新した。

衛生面においては、ダニ発生防止のため、各飼育室の利用者が室内を噴霧器により消毒を実施した。

実験動物取扱安全管理規程による、休日、勤務時間外の入棟者数は、昭和55年2月12日以降、3月末日まで延べ49人あった。

## (3) 晩発障害実験棟

晩発障害実験棟は、前年度から動物飼育実験が本格的に開始されたが、本年度は、4階（SPF）3階（CCV）とも棚数ではほぼ限界に達している。1階（CV）では、1号室と4号室でマウスの飼育が行われてきたが4号室は従来ウサギ飼育であるため早期にあげる予定である。3号室ラットは、2月におきた汚染事故のため一時飼育実験を中止しているが、生産供給が再開され次第移動する予定である。また、研究業務をスムーズに運営するために本年度は、3階（CCV）、1階（CV）関係に酸性無菌供給装置を導入し、安定した飲水をマウスに供給する一方、役務要員の拡充に力を入れ、給水瓶の配達、飼料、ケージ滅菌および配達等に全力をそそぎ衛生管理面に関しても汚染事故をおこさないよう実験者および管理者は細心の注意を払い事故防止につとめている。空調設備に関しても時折機器の故障が発生したが未然に技術担当（サービス関係者）が処置した。

## (4) 霊長類実験棟

51年度以来進められてきた第2ガンマ線棟改造工事が本年度7月に完了した。これに伴い本年度は稼動に備え、施設の整備及びカニクイザル飼育管理のための準備を行い、11月より本実験棟において飼育が開始された。本実験棟においては「実験動物取扱作業安全基準」が作成され、全ての管理作業及び運営は本規定に基づいて行われている。開発室は特別研究「霊長類の実験システムの開発に関する研究」を継続して実施し、一般飼育用（育成）ケージの製作、長期微量照射用のアイソレーターケージの試作開発及び技術課との協力により<sup>137</sup>Cs 130Ci照射装置の導入を図った。一方、カニクイザルの衛生管理面においては各種の検査（一般健康検査、寄生虫

卵検査、ツ反検査、血液検査、ウイルス検査）を検疫室の協力により実施し、実験動物学的基礎資料を集積するとともにバイオハザードの問題についても検討を行った。

なお、本年度末現在の霊長類の飼育管理状況は第5表の通りである。

種	由来	♀	♂	計
カニクイザル ( <i>Macaca fascicularis</i> )	外国産	2	3	5
	当所繁殖・育成	5	2	7
計		7	5	12

## (5) 水生昆虫舎、飼育池

水生昆虫舎においては、水生動物（キンギョ、メダカ、コイ、マツドミノ）およびシヨウジョウバエによる各種実験のほか、無菌状態での真性変形菌およびキンギョのヒレ由来細胞の継代培養が行われた。一方、飼育池における水生動物生産供給数は第6表のとおりである。

なお、生飼料イトミミズの年間使用量は約80kg、シヨウジョウバエの年間飼料調製数は大管瓶等約15,000本である。

第6表 水生動物生産供給数（最近5年間）

項目 年度	キンギョ		メダカ		マツドミノ	
	生産	供給	生産	供給	生産	供給
50	4,091	129	16,090	1,971	購入30	20
51	796	77	11,750	4,631	45	30
52	367	143	8,600	5,264	60	10
53	267	161	16,900	3,157	0	40
54	0	91	11,276	2,904	129	10

## (6) 栽培施設

本年度の実験用植物として、水稻、麦、大豆、ムラサキツユクサ、ミズワラビ等を中心に、約200鉢を育成した。その他、温室内では、<sup>3</sup>Hを使用して小麦を主とする食物連鎖の研究や、植物組織培養の予備試験を行った。

圃場は内部被爆棟建設の関係で、移動をよぎなくされ鉄筋四階建宿舍の南側に移動した。この新圃場にて、シロバナヤマジソの栽培を行い、水蒸気蒸溜により、約700mlのヤマジソ油が採取された。得られた試料は<sup>14</sup>C自然放射能測定試料として、放射能調査研究に使用された。

## 4-3 実験動物の衛生管理と微生物学的研究

### (1) 生産動物の衛生管理

当所 SPF 生産マウスは、細菌、ウィルス、寄生虫等 15種の病原微生物を排除したものであるが、本年11月、2号飼育室 (C57BL, RFM) マウスが、緑膿菌に汚染され F 型の菌が分離された。直ちに汚染の確認されたマウス 335匹を殺処分し、一時払出しを中止して、SPF 棟内全部の飼育マウスと、すでに払い出された動物の糞便緑膿菌検査を行ったが、すべて陰性であった。このため 2号飼育室マウス以外は緑膿菌汚染のないことが確認された。しかし、SPF 棟内飼育室の床面、器具器材の緑膿菌検査を行ったところ、飼育室床、棚、飼育管理者の頭髮、衣類、長靴等より B, E, F, H. 型の緑膿菌が分離された。

SPF 生産施設の緑膿菌対策として、1) 定期一般微生物検査に加え、飼育室床面付着細菌検査、糞便検菌、落下細菌検査を毎月定期的に行う。2) 施設、器材、衣類等の洗滌消毒を強化する。3) 作業手順を見直し、飼育管理者の再教育を行う。塩素塩酸水、消毒薬の濃度、消毒回数等が改善され、本年 2 月以降 SPF 生産マウスの緑膿菌汚染はないが、飼育室床面廊下、清浄作業室、更衣室等から緑膿菌が現在も分離されている。今後棟内より緑膿菌を排除する方法を検討中である。

〔研究発表〕 山崎友吉、松本恒弥、早尾辰雄、沢田卓也、長沢文男、丸山優子、第 14 回実験動物技術者協会 (1980. 5) 京都。

CV 生産マウスは、定期一般検査として、毎月 20 匹の微生物検査を行っているが病原微生物による汚染もなく順調に飼育管理された。以前より維持用核マウスは、パストレラ菌に汚染されているため、積極的に帝王切開を行い数系統を残しパストレラ菌を排除することが出来た。

CV 生産ラットは、昨年のウィルス汚染事故以来生産を中止していたが、本年 10 月下旬～11 月上旬にかけ帝王切開に成功し、1 月より生産を再開した。現在、病原微生物による汚染もなく、順調に生産育成されている。

## (2) 実験観察棟の衛生管理

本年度も大規模な、病原微生物による汚染事故はなかった。しかし生物、障害基礎、病院各研究部飼育マウスより、散発的ではあるが、死亡する個体が見うけられた。死亡マウスから、マイコプラズマが分離され、マイコプラズマ性肺炎と診断された。汚染された飼育室は、一時使用を中止しハイアミン、サンラック、マイクロクリンで、消毒した後、飼育観察を開始した。本年もダニが発生したため、ネグホンによる動物の薬浴、飼育室及び器材の殺虫を定期的に行った。

## (3) 晩発障害実験棟の衛生管理

本年度より、本格的な実験、研究が開始されたため、動物衛生管理面も強化し、SPF 管理区域に、モニターマウスの同室飼育、緑膿菌検査、落下細菌検査等も、あわせ定期的な検査を実施した。モニター動物には、当所生産 SPF 生産マウスを定期的に導入し、1 ヶ月間同室で飼育した後、微生物検査を実施した。モニター動物・糞便中の緑膿菌検査、落下細菌検査のいずれにおいても、問題となる病原微生物の発生は見られなかった。

## (4) 研究業務

### 1. 放射線照射実験に用いる SPF マウスにおける *Enterobacter cloacae* の存在について

松本恒弥、丸山優子

〔目的〕 SPF という特殊環境において、放射線照射実験に用いられるマウス腸管中の *E. cloacae* 存在の意義に関しては、ほとんど不明である。このため本年も前年に続いて、①本菌汚染がどのようにしてコロニー全体に拡大していくか。②放射線照射後の早期死と *E. cloacae* との関係について、③他種腸内細菌科の定着に対する *E. cloacae* の影響について。④放射線照射後、腸管中の *E. cloacae* の体内への侵入について。⑤各種腸内細菌科実験感染マウスの放射線照射後の変化について検討した。

〔結果の概要〕 ケージ内伝播試験、及びケージ間伝播試験の結果より、ケージ間における本菌の伝播は少なくケージ内伝播が主体であることが示された。*E. cloacae* 陽性マウスは本菌陰性マウスより、骨髄死線量、腸死線量のいずれの照射条件下でも早期に死亡すること、死亡した個体の大部分の心血より本菌が分離されること、本菌を実験的に感染させたマウスにおいても上記と同様の結果になること、以上の 3 点より *E. cloacae* の腸管における存在は致死線量照射後マウスを早期に死なせ、その原因は本菌の敗血症にあると結論した。侵入門戸を検討するため、900 R 照射後、鼻腔、副鼻腔、こう頭、下顎リンパ節・肺・肝・脾・腎のそれぞれについて *E. cloacae* の定性・定量的な検査を経時的に行った。その結果、腸管からの侵入の他に上部気道からの侵入を示唆するデータを得、現在それに関する追試験を行っている。*E. cloacae* 陽性マウスに対して、*E. coli*, *K. pneumoniae*, *P. vulgaris* を投与、経時的に糞便中から分離される *E. cloacae* と投与菌の菌数を測定した結果において *E. cloacae* の存在は投与菌の定着に抑制的に働らくことを示唆するデータを得た。現在、無菌動物に上記の細菌を投与、上記のような結果が出るかどうか検討している。腸内細菌科フリーマウスに *E. coli*, *K. pneumoniae*, *P. Vulgaris* を投与、900 R 照射後の生存率の変化、および

750R~850R 照射後の死亡率より LD50/30 値を求め *E. cloacae* 陽性マウス、腸内細菌科フリーマウスの場合と比較した。その結果、照射後平均生存日数および、LD50/30値とも、腸内細菌科フリーマウスと他の群とは明らかな差があったが、*E. cloacae*, *E. coli*, *K. pneumoniae*, *P. vulgaris* 各群間には有意な差はなかった。これらのことは骨髄死線量照射後のマウスに対して弱毒性の腸内細菌科の菌はほぼ同じような毒力をもつことを示唆する。

〔研究発表〕

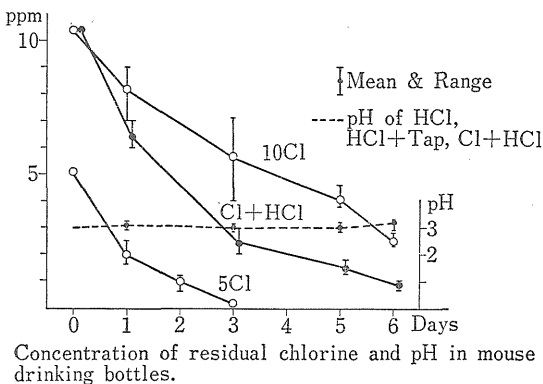
- (1)松本, 丸山: 第14回実験動物学会, 福岡 (1979. 8)  
 (2)Matsumoto, T.: Lab. Animals (in press)

2. 塩素, 塩酸およびそれらの併用によるマウス飲水中細菌の増殖抑制効果について。

松本恒弥, 山崎友吉, 丸山優子

〔目的〕 実験動物の飼育にさいし、飲水の殺菌は衛生管理上重要な問題の一つである。また給水ビンを使用している施設では飲水の交換の頻度も大きな問題となる。従来、飲水の殺菌にはオートクレーブ、殺菌灯、また消毒剤が使用されている。特に緑膿菌対策上、飲水中への塩素や塩酸の添加が本菌の増殖抑制に有効であることが明らかにされている。しかし、塩素と塩酸の併用効果や水質の差による飲水中の一般細菌の増殖に関する報告はない。そこで、オートクレーブ滅菌蒸留水、水道水に次亜塩素酸塩を添加、塩素濃度を 5ppm としたもの、同じく 10ppm としたもの、蒸留水に塩酸を添加 pH3 としたもの、水道水に塩酸添加 pH3 としたもの、10ppm 塩素水に塩酸を添加 pH3 としたもの、そして水道水の計 7 種の飲水をマウスに投与、経時的に飲水中の細菌の消長を試らべた。

〔結果の概要〕 各飲水中の平均生菌数の変化は表 7 に示した、各飲水中の塩素濃度、pH の変化は図 1 に示した。



1 図

表 7

Water	0	1	2	3	4	5	6	7 days
Distilled W.	0	1000	1000	—	—	—	—	—
5 Cl W.	0	22	6	17	18	777	—	—
10 Cl W.	0	0	0	0	110	203	—	—
HCl W.	0	1.5	0.8	2	10.8	2	5.3	12.8
HCl+Tap W.	0	0	0.3	3.5	25	—	120	250
Cl+HCl W.	0	0	0	0	0	0	0.2	3
Tap W.	0	2.5	9.5	23	370	—	362	1000

実験動物の衛生管理上、飲水中での微生物の多量の増殖は、病原微生物による感染の機会を増大させるため好ましいことではない。オートクレーブ滅菌水はこの点からマウスの飲水として好ましいものでなく、水道水も同様である。少量の塩素の添加でも細菌の増殖抑制効果はさほど上らない。これは少量の塩素の添加では飼育条件下において急速に塩素濃度が低下することによる。塩酸の増殖抑制効果は水道水についてみると 6 日目より落ちようである。以上のことより細菌の増殖を指標としてみた場合、有効塩素 10ppm 添加、又は pH3 の飲水では少なくとも 3 日毎に飲水を交換することがよいと思われた。塩素塩酸水は細菌の増殖抑制作用が最も強く、塩素と塩酸とが相乗的に作用していることが示された。SPF マウスのように、より高い微生物学的コントロールを要求される場合、この塩素塩酸水を使用し 2 回/週以上、飲水を交換することが望ましいと思われる。

〔研究発表〕

- (1)松本, 山崎, 丸山: 第27回実験動物談話会 東京 (1980. 2)

4-4 実験動物の検疫ならびに病理学的研究

山極順二, 椎名悦子, 斉藤美津

(1) 生産施設に発生した疾病について

SPF 生産施設には特記すべき疾病の発生は観察されなかった。昭和53年度年報に記載した CV ラット生産に、激烈な打撃を与えた病 (発生概況、一部所見) は在来ラットの淘汰により一応の終息を得た。病の発生状況等については53年度年報参照。

その後ウイルス学的ならびに病理学的検索が精力的に行われた。光学顕微鏡で観察された神経細胞胞体内の、エオジン染色性の封入体は電子顕微鏡的にはフィラメント様構造物として確認された。一方、自然発生例及び実験感染例 (罹患ラット脳乳剤接種) の神経細胞胞体内及び感染培養細胞胞体内にウイルス粒子並びにその増殖像が観察された。又免疫蛍光抗体法を、同種免疫

(ラット間)された血清を用いて自然発症例, 実験感染例ならびに感染培養細胞について行った。その結果特に中枢神経系において神経細胞細胞質中に直径数ミクロン, 1~2個の特異蛍光が観察され, これらは電顕的に観察されたウイルス粒子の存在及びその増殖の程度とよく一致していた。これら特異蛍光は培養細胞においても同様であった。培養細胞を用いた感染実験では明らかな細胞変性効果(CPE)は確認されなかった。又増殖様式と関連して本ウイルスの同定には今に至っていないが, これらは今後充分究明されなければならない。

なお, 本ウイルスはSREV(Sackling Rat Encephalitis Virus) 山極一松倉株と命名された。本研究の共同研究者として終始ウイルス学的な研究協力と御助言を松倉俊彦先生(国立予防衛生研究所)に賜った。

### (2) CV マウス生産施設に発生した疾病について

離乳期を中心とし, 主としてRFM系マウスの仔に突然死の様式(下痢を発症しているものあり)を取って斃死する事故が発生した。病理解剖学的には回一盲部に主座する粘膜の壊死性変化を特徴とする腸炎であった。一部微生物学的検索を実施した例から *Cl. perfringens* に生物学的性状の類似する菌が検出された。本疾患についてはRFM系マウスの生産効率の低さとも関連して, 今後充分に究明されねばならない問題点を含むものと考えられた。

### (3) サルの検疫について

54年度から動物安全会議が設置された。その目的は, 実験動物とヒトに起因する疾病の発生を未然に防止し, 健全な実験の遂行にあった。特にサルはその疾病においてヒトと共通する病が多く, それを用いた実験には事故が随伴するのではないかと云う危惧が伴うことから, サルの検疫ならびに健康管理について協力の要請があった。当研究室は, すでに晩発特研用ゲッソ類の検疫と特別研究の一部を分担しており現在の構成員からしてサルの検疫は, 極めて困難な業務であった。

昨年11月末第2研究棟より霊長類実験棟への移動に伴う検疫, 定期検診(2回)その間, 1. 化膿性カタル性子宮内膜炎, 2. 脂漏性湿疹, 3. 肝障害, 4. 腎障害, 5. ヘルペス感染症, 6. 糖尿病ならびに度重なる棟内移動に起因するストレス蓄積など, 種々の病が間断なく発生している。これら治療可能なものについては出来る限り手当をするものの, 現在臨床獣医師が欠員のため十分な治療はできない現況である。

実験動物の健全な管理もさることながら, 目的に応じた保障体制も十分に整備することにより不測の事故発生を未然に防止できるものと考えられる。サルの健康管理上問題となる疾病については, 既に放射線科学, 13巻(2号), 36~40にも述べた如く, 種々の問題点を包含しており, 照射実験による免疫抑制によって如何なる病の発生があるかを予知する事は極めて困難であろう。

## 5. サイクロトロン管理業務

### 5-1 技術運転関係業務

本年度に於けるサイクロトロン運転時間は、1391.1時間であった。その利用の内訳は、次のとおりである。

速中性子治療トライアル	343.6時間	(24.7%)
短寿命 RI の生産と生産法研究	404.4	(29.0%)
粒子線線量計測法の研究	80.7	(5.8%)
生物照射実験	134.8	(9.7%)
放射線安全点検測定	35.1	(2.5%)
陽子線治療基礎の実験	251.3	(18.1%)
陽子線治療トライアル	9.8	(0.7%)
調整運転	89.7	(6.5%)
サイクロトロン改良開発研究	41.7	(3.0%)

なお、利用された加速粒子の種類ならびにエネルギーを第1表に示す。

第1表

陽 子		重 陽 子		その他の粒子	
エネルギー (MeV)	運転時間 (hr)	エネルギー (MeV)	運転時間 (hr)	エネルギー (MeV)	運転時間 (hr)
70	440.6	43	1	$\alpha$ 粒子	
65	3.5	35	3.5	60	27.2
60	112.6	30	484.4	$^3\text{He}^{2+}$	
40	3.5	28.2	1.5	50	20.0
30	25.6	26	7.4	30	9.8
18	152.0	22.5	18.0	$^{12}\text{C}^{4+}$	
15	3.3	21.4	1.0	100	5.7
		16	53.0	$^{14}\text{N}^{4+}$	
		12	5.5	86.4	4.5
				$^{14}\text{N}^{5+}$	
				135	4.5
				$^{16}\text{O}^{5+}$	
				118	3.0
	741.1		575.3		74.7

70MeV 陽子の運転が定常化され、陽子線治療の基礎的実験には、すべて70MeV陽子が使用されたため、70MeV陽子の利用時間が著しく増加した。

サイクロトロンの定期点検調整は、例年どおり、年3

回の運転休止期間を設けて実施した。12月に、トリムコイル電源のトランスが内部冷却水の漏水によって絶縁劣化を起し、修理のため約1週間、運転が停止されたほか、電力管用スクリーングリッド電源の故障、主排気系の油拡散ポンプのヒーター断線、主プローブからの加速箱内部への漏水によって計2日、運転が停止された。その他の故障については、マシンタイムに影響のないように処理した。年度後期以降、週1回、陽子線治療トライアルのためのマシンタイムが組まれたために、隔週土曜日のサイクロトロン整備調整のための時間を割愛せざるを得なくなった。

本年度は夏期整備期間に、CGR-MeV (フランス) の技術者と共に、点検と調整を、静電デフレクター・高周波系を中心に行った。その際、空洞共振器と結合する加速箱フランジに取付けられている高周波接点のうち、下側の部分の位置を修正した。これにより、その後の検査では当該接点の損傷は認められていない。

Kナンバーアップを目的として昨年行った、トリムコイル電源改造方法の検討、試作テストの結果をもとに、全トリムコイル電源の改造を実施した。改造の要点は、ジャンボトランジスタの導入により、電源筐体の大きさを変えずに、約40%電源容量を増加させた点にある。第2表に改造前・後の電流容量を示す。また、極性の切

第2表 トリムコイル電源容量

コイル区分	改 造 前	改 造 後
C 1	300 A	500 A
C 2	500 A	500 A
C 3	300 A	300 A
C 4	300 A	300 A
C 5	100 A	300 A
C 6	100 A	300 A
C 7	100 A	300 A
C 8	150 A	300 A
C 9	250 A	500 A
C 10	500 A	500 A
C 11	700 A	700 A
C 12	150 A	300 A

換には、マルチラムを使用した接触方式を採用し、信頼



性の向上をはかった。これによって、トリムコイルについては、90MeV陽子の加速にも対応できるようになった。

C3コースに、中性子治療用ベリリウム・ターゲットを監視する、赤外線テレビを使用した直視装置を設置した。これにより、運転中の大電流ビームスポット（重陽子、30MeV、30 $\mu$ A）を直接モニターすることが可能となり、治療用ビームのコントロールを能率良く行えるようになった。

このほか、本年中に遂行された主要な改良、開発には、次のようなものがある。

- 1) イオン源ガス系を改良し、従来のパルス操作を改め、押ボタンスイッチでガス交換を行えるようにした。ガス流量の安定度向上をはかった結果、ガス流量に起因するビームの「ゆれ」は認められなくなった。
- 2) ヘリウム3用ガス系について、回収と純化を切離して行うよう改造した。これにより、ヘリウム3の加速は、他のガスと同様、容易に行えるようになった。
- 3) 加速箱用の超乾燥窒素リークシステムを製作し、短時間加速箱を解放した後での排気時間の短縮に効果を上げた。
- 4) 主プローブにホール素子を組み込み、設定磁場モニターとしてのテストを行った。

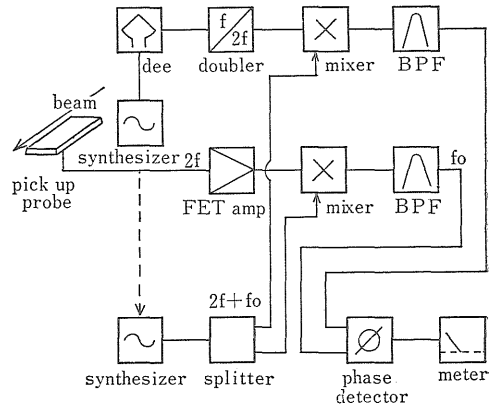
## 5-2 医用サイクロtron装置および設備に関する研究

本研究は、サイクロtronならびにビームトランスポート系の改良、性能向上を目的としている。本年度は、内部ビームの位相測定、重イオン源、RIターゲット上のビームスポットの掃引ならびに90MeV陽子へのエネルギーアップのための研究を行った。

(a) 内部ビームの位相測定 サイクロtronの磁場のトリミングの程度を知るために、内部ビームの高周波に対する位相を測定する準備実験を行った。ピックアップ電極はビーム水平面から25mm下がった位置に置かれた10 $\times$ 30mmの平板電極から成る通過型でビームを止めることなく測定可能である。ピックアップ電極近傍の高電圧の高周波回路から誘導される高周波雑音を減少させるために、ビームパルス信号はその第2高調波成分が選択され周波数変換回路を通して低周波信号として取出される。この低周波のビーム信号による位相測定は位相検出器の精度が良く、データ処理の容易さ等の利点がある。

高周波雑音は2つのディーが同相で励振される第2高

調波加速の場合に特に多いことが判明した。S/N比向上のためビーム信号に振巾ならびに位相が制御された信号を重畳させて高周波雑音を相殺する回路が実験され、数 $\mu$ Aのビーム強度でも位相測定が可能であることが確かめられた。準備実験に用いられた測定系のブロック図を第1図に示す。



第1図

半径に沿う数点での位相を同時に観測するために、6ヶのピックアップ電極を持つプローブと各ピックアップからのビーム信号を順次電子的に切換えて各半径における位相を表示する回路の設計を行った。

(b) 重イオン源 重イオンは種々の理由から将来の放射線治療用として有望視されている。すでに炭素、窒素、酸素、ネオンの多価イオンを加速し報告したが、本年度はこれまでの加速経験に基づきさらに改良した重イオン源を設計、製作し試験した。改良した点は、1)ヘッド部分のセラミックコネクタ使用による有機絶縁物の除去、2)タンタル陰極のホルダー改造による熱接触向上、3)長い陰極の取付けを可能とするチムニーの採用である。これらの結果、電圧の高い状態での放電が安定となり、イオン源特性の研究が容易になった。

(c) RIターゲット上のビームスポットの掃引 一般に大ビーム電流を必要とするRI製造ビームコースでは、1)真空フォイルのビーム電流による過熱破損を防ぐこと、2)ターゲット上に一様の密度で加速イオンを衝突させること、が望まれる。この目的に沿って、C2ビームコース上のターゲットから約2m上流の地点にビームを水平および垂直方向に掃引する一対の電磁石を設置した。この電磁石は60MeVの陽子をターゲット上で水平、垂直方向にそれぞれ $\pm 2$ cm掃引する能力を持つ。2つの電磁石は、2組の正弦波発振器と増巾器から成る電源によってそれぞれ励磁され、ターゲット上のビーム軌跡は振巾、

周波数を調整することにより任意に変えることができる。初期的な実験が 22.5MeV の重陽子を水平 10Hz, 垂直 1Hz で掃引して行われた。その結果, 本装置を用いることによって真空フォイルの熱的破損限界は約 2 倍に高められることが分り, その時のビーム強度は 20 $\mu$ A であった。

(d) 90MeV, 陽子へのエネルギーアップ エネルギーアップを行う際に, サイクロトロン電磁石の磁場強化に伴ない等時性, 集束, 軌道の安定性, 中心附近並びに引き出しの問題等の加速パラメーターを知るために磁場を精密に測定することが必要である。種々比較検討の結果, 磁場測定は加速箱をつけたままの状態ではホール素子を用いて極座標方式で行うことにした。本年度は, 1) ホール素子を方位角, 半径方向に高精度で駆動する機構の機械設計並びにパルスモーター駆動回路と高精度の位置読み取り装置の開発, 2) 分解能 1 ガウス以下の測定系の設計, 3) 小型計算機を用いたデータ処理並びに測定系の制御技術の確立, の研究を行った。実際の磁場測定においては, 測定期間が長期間にわたることが予想されるため本研究では特に測定速度の向上に留意した。これ等と平行して 70MeV 陽子までの磁場のデータを外挿して等時性, 集束性の問題も検討された。

高周波系に関しては, Q 値, シャント抵抗等の電気的特性を測定し, あわせて電力管の動作解析の結果から運転条件の検討を行った。

### 5-3 アイソトープ関係

サイクロトロンを用いての短寿命放射性同位元素の製造に関する業務は, 従来と同様, 関連研究部の協力をえて行っている。生産された短寿命放射性同位元素は, 診断用として病院部等に, 提供するとともに RI 標識化合物製造法の研究, 動物実験などに使用した。本年度生産された核種と生産量を第 3 表に示す。

第 3 表

核 種	<sup>11</sup> C	<sup>13</sup> N	<sup>18</sup> F	<sup>52</sup> Fe	<sup>52m</sup> Mn	<sup>123</sup> I
生産量 (mCi)	2585.0	4184.0	4688.6	9.0	7.5	576.0
生産回数	28	22	31	13	3	10
診断提供量 (mCi)	35.0	399.7	—	—	—	130.0
診断提供回数	1	15	—	—	—	7

本表を前年度の報告と比較すると, <sup>11</sup>C, <sup>13</sup>N 及び <sup>123</sup>I の生産量は平均 1.5 倍程度の増加にすぎないが, <sup>18</sup>F については前年度の生産量 1,235.6mCi に対して, 約 3.8 倍と増産されていることが判る。

1 回当りの生産量も前年度より増加しており, 単純な数値比較では <sup>13</sup>N について約 1.5 倍, <sup>18</sup>F については 2.2 倍となる。しかし, 診断提供回数は, 単に回数での比較では <sup>11</sup>C, <sup>13</sup>N ともに減少しており, <sup>123</sup>I については大差がない。

なお, 今回は <sup>52</sup>Fe とあわせてその娘核種として利用される <sup>52m</sup>Mn の生産量も表記した。また, <sup>45</sup>Ti 及び <sup>127</sup>Xe については本年度は生産されなかった。

生産設備の拡充に関しては, <sup>13</sup>NH<sub>3</sub>, <sup>13</sup>N-標識アミノ酸を自動的に合成することができるアミノ酸自動合成装置を試作した。

<sup>52m</sup>Mn の生産に関しては, <sup>52</sup>Fe-<sup>52m</sup>Mn ジェネレータ法を開発し, 動物実験に使用した。

第 4 表 発熱性物質試験結果 (\*印は提供日を示す)

#### I N-13 アンモニア注射液

年月日	サンプル数	プレゲル	パイロジェント
54 10 16	1	—	—
	2	—	—
	*1	—	—
	2	—	—
	3	—	—
11 6	*1	—	—
	2	—	—
	20	1	—
55 1 24	1	—	—
	1	—	—
	2	—	—
2 5	*1	—	—
	*1	—	—
	1	—	—
	*1	—	—
	*2	—	—
3 3	1	—	—
	4	*1	—
	*2	—	—
	10	1	—
	11	*1	—
24	1	—	—
	25	*1	—

#### II I-123 アドステロール

年月日	サンプル数	プレゲル	パイロジェント
54 11 10	*1	—	—
	12 8	*1	—

$^{18}\text{F}$ の生産に関しては、 $^{18}\text{O}(\text{p}, \text{n})^{18}\text{F}$ 反応を利用しての標識用 $^{18}\text{F}$ 製造法を確立した。また、5-2(c)で述べたようにC2ビームコースにビームスキヤナーが設置された結果として、前年度において製法を確立した $^{18}\text{F}$ 標識合成の原料となる $^{18}\text{F}-\text{F}_2$ の大量製造が可能となった。これにより、必要とする量の $^{18}\text{F}-\text{FDG}$ の製造及び製剤化にも対処できよう。

品質管理に関しては、52年度に制定された「サイクロトロン製造放射薬剤品質管理基準」について、「短寿命

RIおよび陽電子RIの医学利用に関する研究委員会」で審議を行い新たに塩化第二鉄( $^{52}\text{Fe}$ )注射液、クエン酸アンモニウム鉄( $^{52}\text{Fe}$ )注射液、ヨウ化ナトリウム( $^{123}\text{I}$ )液、ヨウ化ナトリウム( $^{123}\text{I}$ )カプセル及び6-ヨードメチル-19-ノルコレステロール( $^{123}\text{I}$ )注射液の五品目をつけ加えた。 $^{13}\text{N}$ アンモニア注射液及び $^{125}\text{I}$ アドステロールの品質管理について前述の「サイクロトロン製造放射薬剤品質管理基準」に基づき実施した発熱性物質試験の試験結果を第4表に示す。

## 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など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21年目をむかえ、各課程の修了者は、すでに2,560名（昭和36年度に行った放射線防護国際課程を含む）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の分野で活躍している。これも過去21年間にわたって、常に質的に高度の養成訓練を実施するように努力してきた結果であろう。

昭和54年度の養成訓練は「放射線医学総会研究所長期業務計画（昭和48年9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、更に教科内容の充実を計るために、各課程に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り扱い、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5週間、30名、年4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人が多い。とくに最近、原子力発電所、核燃料施設、大型加速装置、放射性医薬品関係などの関係者の増加が目だっている。

#### 2. 核医学課程

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年度から核医学課程と改称されたものである。RIの臨床応用に必要な基礎理論および技術ならびに放射線の防護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回実施しているが、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生物学基礎医学課程

昭和40年度に開講し、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、衛生および公害関係機関の実務担当者が大部分である。

#### 5. 放射線緊急被ばく看護課程

本課程は、今年度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、又は診療等に従事する看護要員を対象として、放射線及びその人体に対する影響に関する基知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災者の救急医療に必要な基本的知識と技術を習得させることを目的とする。研修期間1週間、20名、年1回実施した。応募者は、原子力施設の診療所およびその関連機関病院等の看護婦が大部分である。

### (2) 業務内容

昭和54年度の業務は、前述のごとく放射線防護課程4回、核医学課程1回、RI生物学基礎医学課程1回、環境放射線モニタリング技術課程1回及び放射線緊急被ばく看護課程1回の計8回を次のように実施した。

#### 1. 放射線防護課程

- 第45回 昭和54年4月9日～昭和54年5月11日まで
- 第46回 昭和54年6月4日から昭和54年7月6日まで
- 第47回 昭和54年9月3日から昭和54年10月5日まで
- 第48回 昭和54年11月5日から昭和54年12月7日まで

#### 2. 核医学課程

- 第31回 昭和55年1月21日から昭和55年2月22日まで

#### 3. RI生物学基礎医学課程

- 第15回 昭和55年1月21日から昭和55年2月22日まで

#### 4. 環境放射線モニタリング技術課程

- 第2回 昭和54年10月15日から昭和54年10月26日まで

#### 5. 放射線緊急被ばく看護課程

- 第1回（前期）昭和54年7月11日から昭和54年7月13

日まで  
 (後期) 昭和54年7月23日から昭和54年7月25  
 日まで

本年度は、8課程を通じて197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	受講者数
第45回	44名	30名
第46回	48名	30名

第47回	33名	29名
第48回	32名	30名
核医学課程		
第31回	19名	14名
RI 生物学基礎医学課程		
第15回	20名	16名
環境放射線モニタリング技術課程		
第2回	28名	27名
放射線緊急被ばく看護課程		
第1回	24名	21名

第1表 各課程の科目一覧

課程名	講義	科目	実習科目
放射線 防護課程	1. 物理 原子物理 放射線の単位 放射線発生機 放射線遮蔽概 原子炉概論 物理演習	5. 防護 許容線量令 R I の安全取扱 密封 R I の安全取扱 汚染動物の管理 個人被曝管理 区域放射線管理 汚染及び除染 放射線健康管理 原子力施設の安全 廃棄物管理原論 廃棄物処理技術 放射線施設概論 排気排水施設概 事故対策概論 事故時の救急処置 自然環境における 環境における人口 環境放射能サーベ 放射性物質とフット 法令演習 管理演習 環境放射線	1. 計画 計数値の統計とβ線の性質 液体シンチレーション・カウンタ シンチレーション・カウンタ ガスフロー・カウンタ 2. 化学 放射化学分析 3. 生物 急性放射線障害と血液変化 R I の生体内分布 オートラジオグラフィ 4. 防護 非密封 R I の取扱法 R I の安全取扱法 汚染管理 サーベイ・ヒニタリング 5. その他 実習講評 映画・所内見学等
	2. 計測 放射線測定法 液体シンチレーションカウンタ 放射線エレクトロニクス オートラジオグラフィ 計測演習	放射線健康 原子力施設の安全 廃棄物管理原論 廃棄物処理技術 放射線施設概論 排気排水施設概 事故対策概論 事故時の救急処置 自然環境における 環境における人口 環境放射能サーベ 放射性物質とフット 法令演習 管理演習 環境放射線	
	3. 化学 放射化学分析 放射線化学 化学演習 R I の製造物 標識化	放射線健康 原子力施設の安全 廃棄物管理原論 廃棄物処理技術 放射線施設概論 排気排水施設概 事故対策概論 事故時の救急処置 自然環境における 環境における人口 環境放射能サーベ 放射性物質とフット 法令演習 管理演習 環境放射線	
	4. 生物 放射線生物学 放射線遺伝学 放射被ばくによる身体的障害 生物演習	放射線健康 原子力施設の安全 廃棄物管理原論 廃棄物処理技術 放射線施設概論 排気排水施設概 事故対策概論 事故時の救急処置 自然環境における 環境における人口 環境放射能サーベ 放射性物質とフット 法令演習 管理演習 環境放射線	
核医学 課程	1. 物理 原子物理 物理演習	放射線遺伝学 放射線被ばくによる身体的障害	1. 計測 計数値の統計とβ線の性質 液体シンチレーションカウンタ シンチレーションカウンタ
	2. 計測 放射線測定法 液体シンチレーションカウンタ オートラジオグラフィ 計測演習	5. 防護 許容線量令 R I の安全取扱 汚染動物の管理 廃棄物処理技術 医療関係法令 研究室・病室設計	2. 化学 放射化学分析
	3. 化学 放射化学 放射化学分析法	6. 医学 核医学概論 核医学における画像処理 放射線病理学	3. 生物 オートラジオグラフィ シンピトロ試験 急性放射線障害と血液変化
	4. 生物 放射線生物学		4. 防護 R I の安全受扱法 5. 医学

	循環器機能診断 内分泌代謝診断 R I カメラ 外部測定 全身計測法概論 動態解析概論 シンチグラフィ	7. その他 トピックス R I 基礎医学への利用 放射薬品学 実験計画 統計学	臨床実習 5. その他 実習謝評 映画・見学等
R I 生物学 基礎医学 課程	1. 物理 原子物理学 原物理演習	物質代謝研究における R I の利用 生物学領域における R I の利用 R I 代謝実験技術	1. 計測 計数値の統計と $\beta$ 線の性質 液体シンチレーションカウンタ シンチレーション・カウンタ
	2. 計測 放射線測定 液体シンチレーションカウンタ オートラジオグラフィ 計測演習	5. 防護 許容線量 R I の安全取扱 汚染動物管理 個人被曝管理 廃棄物処理技術 研究室・病室設計	2. 防護 R I の安全取扱い
	3. 化学 放射化学 放射化学分析法 標識化合物	7. その他 トピックス R I 基礎医学への利用 実験計画 統計学	3. 生物 オートラジオグラフィ 生物試料調整法 甲状腺ホルモンの分離定量 急性放射線障害と血液変化
	4. 生物 放射線生物学 放射線遺伝学 放射線生物学特論		4. その他 実習講評 映画・見学等
環境放射線 モニタリング 技術課程	1. 物理 放射線と物質との相互作用 放射線の単位	5. 防護 原子力関連法規の基礎 原子力施設周辺における環境 モニタリングの経験と対策 サンプリングと測定資料の取扱い 環境における放射線 放射性物質とフットチェン 放射線被曝の制限値	1. 生物 オートラジオグラフィ
	2. 計測 $\gamma$ 線スペクトロスコーピーと モニタリング 線量とその測定法	6. その他 トピックス 原子力開発の現状と将来 放射線とは	2. 計測 $\beta$ 線と $\gamma$ 線の計測
	3. 化学 放射化学分析の基礎		3. 防護 R I の安全取扱い
	4. 生物 放射線の身体的及び遺伝的障害		
放射線緊急 被ばく看護 課程	放射線の基礎知識 放射性物質の特性と 放射能汚染計測の基礎 人体の放射線障害の基本 急性被ばく障害 内部被ばく障害 外傷救急概論 実習講評と紙上実習	放射線に係わる緊急被ばく概論 原子力施設における緊急被ばく 事故例 緊急医療体制と緊急医療施設 放射線被ばく患者の看護経験例	サーベイメータの使い方 $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ 汚染のチェック ヒューマンカウンターについて 傷モニターについて 放射線緊急被ばく被災者の救急 看護 実習講評と質疑 放射線被ばく事故と患者の取扱い (映画)

第2表 研修生所属機関の都道府県別一覧

都道府県名道	課程名	第45回	第46回	第47回	第48回	第31回	第15回	第2回	第1回	計
	防護課程	防護課程	防護課程	防護課程	医学課程	生物課程	モニタリング課程	看護課程		
北海道					3					3
青森県			1					1		1
岩手県			1							1
宮城県			1					1		2
秋田県								1		1
山形県			1							1
福島県			2	1	1	1		1	2	8
茨城県	2	1	4	1					1	9
栃木県	1		2	1			1			5
群馬県	1									1
埼玉県	1		2	1	1	1	1			6
東京都	8	3	6	5	3	4			4	33
千葉県	6	4	2	2		2			2	18
神奈川県	1	3	1	3	2	1	1	1	1	13
新潟県				2				1		3
石川県				1				1		2
福井県	2	1	3	1				1	3	11
長野県								1		1
静岡県		1	1	1	1	1	1	1	1	7
愛知県	1	1	1	1	1	2	1			7
三重県						1				1
滋賀県	1			1						2
京都府							2	1	1	4
大阪府		4	1	1				1	2	9
兵庫県	1		1					1		3
和歌山県								1		1
鳥取県								1		1
島根県								1	1	2
岡山県	1	1	1					1		4
広島県		1				1		1		3
山口県						2	1	1		4
徳島県	1			1						2
愛媛県				1				1	1	3
高知県								1		1
福岡県	1	1	2					1		5
佐賀県		2		1			1	1	2	7
長崎県	1		1	1	1	1		1		5
熊本県						1				1
宮崎県	1				1					2
鹿児島県		2						1		3
沖縄県								1		1
計		30	30	29	30	14	16	27	21	197



## V 診 療 業 務

### 概 況

病院部は、本年度を初年度として新たに策定された放医研長期業務計画をもとに、粒子加速器の医学利用に関する特別研究をはじめとする放射線の医学的利用、ならびに人体の放射線障害の診断、治療に関連する患者を対象に、臨床的研究が円滑に推進されるよう、関連研究部と協力して診療業務の遂行につとめるとともに、所外の医師団による協力も願って、診療内容の一層の充実向上を期して再出発した。

病院運営の實際上、第2次石油ショックは、種々の面でかなりの弾力的対応を余儀なくさせたが、その苦境を脱するのに、研究所内外各方面からの協力支援がえられたことは幸いであった。病院は、すべての患者が科学的で適正な診療をうけることができるよう便宜をはからねばならないとされているが、この点、間々、不行届の面もあったかもしれないという反省も残った。

施設、設備についての本年度の主な改善事項は、2年計画で行われた病院棟窓枠取替工事であった。

医療機器については、検査課部門を重点に自動化学分析装置、吸呼機能測定装置が整備された。なお、旧セシウム照射治療室に、特研に関連して全身用CT装置が設置された。

人事面では、事務課長（安藤→増田）、医務課医師（本家→兼平）の更迭をはじめ、薬剤師、放射線技師、看護婦等、かなりの異動をみた。なお、看護部門においては、特研に関連して賃金職員3人による態勢補強策がとられた。懸案事項としての検査課長の欠員補充は、本年度も果しえなかった。

診療業務の実績は主なものを医事統計により別表に示した。患者総数については対前年度比で大差はないが、外来診療患者に増加傾向がみられるが、放射線治療のための悪性新生物患者において男性患者の増加傾向がみられた。なお年齢別の特徴として小児と70歳以上の高令者に明かな増加があった。部位別では、例年どおり女性性器新生物が過半数を占めた。

放射線診断件数、臨床病理検査件数ならびに放射線治療件数は、いずれも対前年度に比し着実に漸増傾向を示

しており、速中性子線治療患者も対前年度16人増の164人であった。剖検率は77.37と前年度よりやや、下降した。

給食については、「病院給食における一般食給与栄養所要量について」衛発第299号に基づき、高カロリー、高蛋白食を目標に患者の病状に応じた工夫改善につとめた。

以上、医事統計上からは、大きな変革はみられなかったとしても、診療内容の面からみると、改善進歩の跡も少なくないものと考えられ、以下に各分野における経常研究の主な成果を記して参考に供したい。

### (1) 経 常 研 究

#### 1. 放射線障害の臨床的研究

奈良信雄，宮本忠昭，青木芳朗，栗栖 明，  
杉山 始\*，平嶋邦猛\*（\*障害臨床研究部）

#### 【目 的】

本研究は、諸種の放射線障害患者を対象として、臨床医学的、病態生理学的検討を長期的追跡調査として行うことにより、その知見を集積解析し、人体の急性及び晩発性放射線障害の予防、診断、治療に関する指針を確立し、もって放射線障害患者の適正医療の実施に貢献することを目的とする。

#### 【経過及び成果】

(イ)放射線障害患者として、ビキニ被災者（入院8名）、イリジウム事故被曝者（入院1名）、トトロラスト沈着症（入院9名）、戦傷者集団検診その他によりトトロラスト沈着症を疑われた者（入院8名）につき診療を行った。

(ロ)骨髓造血幹細胞の動態を、事故被曝患者・放射線治療患者・血液疾患患者について顆粒球系前駆細胞（CFU-C）、線維芽細胞系前駆細胞（CFU-F）の動態を中心に検討した。

(ハ)放射線による血液障害の基礎的研究として、マウスを用いて照射による造血幹細胞の動態を検討した。又、放射線誘発マウス白血病について、白血病の病変進行に伴うCFU-Cの動態を検討し、更に制癌剤投与による治療効果の検討を行った。

#### 【研究発表】

(1) 奈良，宮本，栗栖，恒元，大津，田辺：

第21回日本臨床血液学会, 札幌 (1979. 10)

(2) 奈良, 宮本, 栗栖, 別所, 平嶋:

第42回日本血液学会, 東京 (1980. 4)

(3) 奈良 他:

内科 45:169-173, 1980

(4) 奈良 他:

内科 45:521-524, 1980

## 2. 核医学検査による臓器疾患の診断及び検査技術の評価研究

村上優子, 奈良信雄, 本家好文, 伊賀 浩, 宮本忠昭, 青木芳朗, 森田新六, 荒居竜雄, 栗栖 明, 館野之男\*, 大戸文男\* (\*臨床研究部), 石川達雄\*\* (\*\*非常勤医師)

### 〔目的〕

本研究は, 病院部入院及び外来紹介患者を対象に, 必要な核医学検査を施行して患者管理と治療に役立つ臨床情報を取得するとともに, 各種のデータを解析して各種の核医学検査技術の有用性に関する評価を行うことを目的とする。

### 〔経過及び成果〕

本研究の実際は, 概ね全面的に臨床研究部に依存しているので, ここでは省略する。

### 〔研究発表〕

(1) 石川, 栗栖, 荒居, 他: 日本医放誌 39:737, 1979

## 3. 癌の放射線治療技術の開発

荒居竜雄, 森田新六, 青木芳朗, 宮本忠昭

村上優子, 大川昌権, 兼平千裕, 奈良信雄

恒元 博\*

(\*臨床研究部)

### 〔目的〕

1980年代には日本人の死亡原因の第1位に癌がなることは, 統計学上より推定されている。化学療法, 免疫療法, 放射線療法の進歩はめざましく, 最近では集学的治療がさかんであるが, 一般的に治療の確率が高い治療法は, 手術と放射線療法であることに変わりはない。本研究は放射線治療技術を改善し, 癌制圧に協力することを目的とする。

### 〔経過〕

病院部においては昭和36年開設以来放射線専門病院として, 主として進行期癌を対象に紹介患者の診療を実施している。治療した症例は5000例を超え, 来年は20周年を迎えようとしている。年間約450人の新患があり, 研究病院としては, かなり無理な診療を受けもっているのが現状である。

### 〔成果〕

病院で治療した患者の半数は婦人科領域の癌である。そのうち子宮頸部扁平上皮癌の放射線単独治療例がもっとも多く, 5年生存率は416/708例58.8%である。

今回は子宮癌治療を報告する。子宮癌の症例は多いので, 病歴管理システムに詳細な項目で登録されている。その解析による研究の1部を紹介する。

治療された癌はどのような結果になったかを第1表に示した。治療後経過良好例は55.6%, 局所再発例は19.0%, 遠隔転移例は9.7%, 転移再発例は4.4%, 他の疾患など

第1表 子宮頸癌の放射線治療病期と治療結果

病 期	症 例 数	病 気 な し %	局 所 再 発 %	遠 隔 転 移 %	転 移 と 再 発 %	他 因 %	5 年 生 存 率
1	81	84.0	1.2	6.2	3.7	4.9	85.2
2	204	68.6	11.3	6.4	3.4	10.3	72.1
3	345	47.5	24.1	11.9	4.3	12.2	51.0
4	78	20.5	38.5	15.4	9.0	16.7	23.1
合 計	708	55.6	19.0	9.7	4.4	11.2	58.8

癌以外の原因の死亡が11.2%, であった。

放射線の治療技術として評価されるのは, 治療した範囲に癌が治らないで残る場合(再発)で, その原因を調べたのが第2表である。

㊦, 線量が不足で癌が治せなかった。(23%)

線量分布が悪くて癌が治せなかった。(14%)

これは物理学者の協力により減少させることが可能。

㊧, 腫瘍が大きすぎて治せなかった。(21%)

感受性が悪くて治せなかった。(15%)

これらは放射線生物学者及び病理学者の協力が必要。

㊨, 原因が明らかでないもの(27%)

以上のことより, 癌を治すには多くの協力者が必要で, 研究病院として, 治療に直接関係するチームを組み, 物理学者, 病理学者, 生物学者, 免疫学者の助言と協力が有用である。

### 〔研究発表〕

荒居, 森田, 村上, 本家, 栗栖等で第38回日本医学放射線学会総会, 第17回日本癌治療学会など口頭発表で

第2表 子宮頸癌の放射線治療（扁平上皮癌）における残存および再発の原因の推定

原 因	残存例数(%)	再発例数(%)	合 計(%)
照射線量不足（腔内照射および外部照射）	12(16)	21(30)	33(23)
腔内照射の線量分布が不適（適正配置から著しくづれる）	8(10)	13(19)	21(14)
腫瘍が大きすぎる（耐容線量以内では制御困難）	26(34)	4( 6)	30(21)
放射線感受性が低い（局所の壊死，感染など）	21(27)	1( 1)	22(15)
組織学的検索で扁平上皮癌から腺癌に変化したもの	1( 1)	—	1( 1)
原因の判断がつけにくいもの（照射線量は充分）	9(11)	30(43)	39(27)
合 計	77	69	146

16題。

#### 4. 進行癌の治療戦略開発の基礎的研究

宮本忠昭，青木芳朗，奈良信雄，栗栖 明

##### 〔目 的〕

近年，癌治療とくに進行癌の治療成績の向上に集学的治療の効果が期待されている。本研究は，人癌及び担癌体における正常組織の細胞回転を研究するとともに，癌細胞と正常細胞の両者に対するX線，制癌剤及び両作用体の併用による基礎的研究を行うことにより集学的治療の理論と実際を解明することを目的とする。

##### 〔経過及び成果〕

(イ) マウス頭部照射による放射線障害への Bleomycin の影響（青木），(ロ)，ユールリッヒ HeLa 細胞，腫瘍を用いて，の Bleomycin と Mitomycin (B-M) 併用の基礎的研究（宮本）(ハ)，In-vitro-In-vivo 系を用いての Burkitt Lymphoma 細胞に対する Bleomycin，X線の細胞致死効果の研究（宮本）：指定研究の頂参照，(ニ)，実験白血病細胞に対するアクラシノマイシン，Aの効果（奈良），(ホ)，ヌードマウスを用いての人癌株の樹立，（宮本，奈良）：小児癌，子宮頸癌，急性白血病株の樹立，等の基礎研究に併行して臨床的にも(ヘ)，X線＋フトラフル，ACNU＋ビンクリスチン＋ピシパニール併用による脳腫瘍の集学的治療（青木），(ト)，進行扁平上皮癌（肺，子宮頸部，頭頸部等）に対する B-M 療法と放射線療法の集学的治療（宮本）(チ)，悪性リンパ腫に対する化学療法と放射線療法の併用による集学的治療（奈良・宮本）等を中心に，一部他施設との協力のもと

に臨床治験が次第に集積されており，近く，これらの治療による成果の発表が学会および学会誌に発表される段階まで達した。この部門の診療，研究の成果が近い将来に期待される。

##### 〔研究発表〕

青木，第39回日本放射線学会（1980.5，仙台）

宮本，組織培養 5:175-182, 1980

奈良他，第42回日本血液学会（1980.4，東京）

##### （特別診療研究）

#### 5. 放射線治療業務のシステム化に関する研究

栗栖 明，他

##### 〔目 的〕

病院部は，放射線単科の専門研究病院としての機能を果してきたが，急速に進歩する医学・医療とその専門細分化は，これに対応した総合化，システム化を必要としている。

本研究は，放射線診療の精度と再現性を高め，より信頼度の高い臨床データを集積し，速かな解析評価に資するとともに，病院診療業務の遂行上からも，より高い効率化をはかることを目的とする。

##### 〔経過及び成果〕

その大要は，3，癌の放射線治療技術の開発に関する研究の項で触れられているので，ここでは省略する。

註，以上のほか，放射線技師をはじめとするパラメディカル部門における研究成果については，付録の職員研究発表の項を参照されたい。

(2) 統計表

第1表 患者数入院外来別統計

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									
491	115	376	483	22	461	16,710	17,193	45.66	58.54	34.31	849	10,074	40.46	11.87

第2表Ⅰ 悪性新生物による入院患者数（性別年齢階級別調）

年 齢	性 別	総数		9歳以下		10～19		20～29		30～39		40～49		50～59		60～69		70～79		80～	
		男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女
総 数		475		21		11		16		31		59		126		125		71		15	
		112	363	13	8	5	6	9	7	7	24	11	48	23	103	28	97	13	58	3	12

第2表Ⅱ 悪性新生物による入院患者疾病別

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			
	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女		
総数	475		4		5		5		19		2		12		17	
	100	375	0	4	2	3	3	2	11	8	2	0	7	5	8	9
D66 皮フの悪性 新生物	3		21		253		21		17				1		2	
	2	1	0	21	0	253	0	21	0	17	0	0	1	0	1	1
D67 乳房の悪性 新生物																
D68 子宮頸の悪 性新生物																
D70 その他の子 宮悪性新生 物																
D71 卵巣の悪性 新生物																
D72 その他および詳 細不明の女性器 の悪性新生物																
D74 睾丸の悪性 新生物																
D75 膀胱の悪性 新生物																
D77 脳の悪性新 生物	32		39													
	19	13	30	9	0	0	14	8								
D78 その他明示 された部位 の悪性新生 物																
D82 白血病																
D83 その他リン パおよび造 血組織の悪 性																

第3表 悪性新生物の放射線照射治療件数

総数		2,000Ci <sup>60</sup> Co 回転照射		10MeVX 線リニア ック照射		8MeV 電子線 リニアッ ク照射		11MeV 電子線 リニアッ ク照射		15MeV 電子線 リニアッ ク照射		Ra 針組 織内 療		<sup>60</sup> Co管 腔内照射	
実数	延数	実数	延数	実数	延数	実数	延数	実数	延数	実数	延数	実数	延数	実数	延数
988	14,195	232	2,328	380	9,278	43	355	16	149	1	1	12	12	132	372

<sup>198</sup> Au グレイ ン組 織内 照射		<sup>137</sup> Cs管 腔内 照射		サイクロ ترون 30MeV 速中 性子 線 照 射	
実数	延数	実数	延数	実数	延数
2	2	6	6	164	1,692

第4表 放射性核種診断患者数

実数			延数		
総数	性別		総数	性別	
	男	女		男	女
724	197	527	1,171	288	883

第5表 X線透視撮影回数

		回数
透視		745
撮影		11,827
X線	CT	53

第7表 病理解剖件数

死亡数			解剖数			
総数	男	女	総数	男	女	剖検率
22	3	19	17	3	14	77.27

第6表 臨床検査件数

総数		82,088
尿	検査	10,702
糞	便検査	992
血液 検査	血液生化学	35,553
	末梢血液	30,088
	骨髓検査	159
採取液穿刺液検査		35
細菌検査		595
免疫血清反応		2,685
生理機能検査		606
病理組織検査		673
外注検査		746

第8表 入院患者給食統計

総給食数	47,649食	延給食人員	15,883人	平均年齢	51.5歳	栄養指導	15件		
栄養給与量 (1人1日平均)	エネルギー	蛋白質	脂肪	Ca	Fe	ビタミン A	ビタミン B <sub>1</sub>	ビタミン B <sub>2</sub>	ビタミン C
	2,073cal	82.1g	47.2g	60.7mg	21.8mg	2,374IU	1.23mg	1.20mg	93mg
穀類エネルギー比	51%	動物蛋白質比	49.5%	PFCE%	P16.7% F20.6% C62.7%				

第9表 剖検による診断

剖検番号 住 所	年 性	年齢	臨床診断	病 理 学 的 診 断	治療
358 千葉市	31歳 男		口腔低癌+慢性関節リウマチ	口腔低癌(扁平上皮癌)転:咽喉頭リコ顎下, 頸部, 1. 膝肉節硬直, 2. 線維心性外膜癒着	放, 制癌
359 神奈川	47歳 女		子宮頸癌	子宮癌(体部, 腺癌)転:肝, 右腸筋, 膀胱, リコ後腹膜, 傍脾, 両肺門, 肝門, 気管分岐①腹膜炎	放, 制癌
360 八千代市	63歳 女		子宮頸癌再発	子宮頸癌(扁平上皮癌)転:両肺, 肝, 脾, 左脛骨, 右大腿骨, 両坐骨腎, 副腎, リコ肺門, 肝門	放, 制癌
361 八千代市	65歳 女		右乳癌再発	右乳癌再発(腺癌)転左乳腺, 肝, 腹膜, リコ縦隔洞, 肝門, 傍脾, 両鎖骨上窩, 1. 胆汁性ネフローゼ	手, 制癌 放射
362 千葉市	65歳 男		肝癌, 肝硬変症	肝細胞癌転右腸骨, 1. 輪状肝硬変症2. 食道静脈瘤とその破綻, 3. 胆汁性ネフローゼ	輸血,
363 市原市	43歳 男		肺癌(右上葉)	肺癌術後再発(右上葉, 大細胞癌)転:肝脾, 両副腎, 腎, 右肺葉リコ左腋窩, 傍胃, 傍脾	手, 放, 制癌,
364 千葉市	70歳 女		子宮体部癌	子宮体部癌術後再発(腺癌)転:骨盤結合織膜, 結腸リコ後腹膜, 傍脾 1. 結腸腸閉塞	手, 放, 制癌
365 千葉市	33歳 女		子宮頸癌	子宮頸癌術後再発(扁平上皮癌)転:肝腎, リコ後腹膜, 両肺, 腸間膜, 1. 気管支肺炎	手, 放, 制癌
366 千葉市	55歳 女		子宮頸癌+腸閉塞	子宮頸癌(扁平上皮癌)転:肝, 肺, 横隔膜, リコ後腹膜, 1. 腔直腸瘻 2. 回腸癒着性腸閉塞	放, 制癌
367 木更津市	88歳 女		口腔癌	舌癌(扁平上皮癌)1. 化膿性気管支肺炎, 2. 膀胱炎, 3. 大動脈硬化症, 4. 諸臓器萎縮	放,
368 茂原市	32歳 女		卵巢癌	卵巢癌術後再発(胎児性癌)転:子宮, 直腸, 脾, 肺肝, リコ傍大動脈, 肺門, 傍脾, 1. 肺炎	手, 放, 制癌
369 千葉市	48歳 女		子宮頸癌及び肺転移	子宮頸癌(扁平上皮癌)転:左肺, 横隔膜, リコ傍大動脈, 肺門, 左鎖骨上窩, 気管分岐,	放, 制癌
370 千葉市	44歳 女		女右乳癌術後再発	乳癌(右, 腺癌)転:左乳腺, 両肺, 心, 肝, 両副腎, 甲状腺, 胸腰椎骨リコ両肺門, 後腹膜	手, 放, 制癌
371 焼津市	53歳 男		肝癌, 肝硬変症	肝細胞癌転:肝, 1. 壊死後性肝硬変症, 2. 食道静脈瘤とその破綻, 3. 脾うっ血硬化症	抗生,
372 千葉市	53歳 女		子宮頸癌	子宮頸癌(扁平上皮癌)転:12指腸, 腸間膜, リコ後腹膜, 1. 膀胱, 腔直腸瘻	放, 制癌

## Ⅵ 那珂湊支所管理業務

### 概 況

本年度支所は、「海洋生物への放射性核種の濃縮に関する調査研究」等を推進するため、昭和46年6月、那珂湊市に東海支所臨海実験場として開設されてから10周年を迎えた。この間組織も2研究部1管理課に改組（昭和50年8月5日）され現在にいたっている。

業務内容もこの1年、着実にその成果が得られ、研究推進に貢献することができた。なかでも施設の整備については、老朽化対策の一環として東海施設の整備を重点的に実施した。

その他主な行事として、本年7月4日に当支所において開設10周年記念式典を挙行了した。

対外的には、茨城県原子力安全協定に基づく環境放射線監視計画の見直しが行われ、新たな放射線監視計画が設定された。また、外国からは、日本アイソトープ会議に参加するため来日した中華人民共和国国家科学技術委員会派遣代表团等の訪問があり、講演会及び研究者との研究討論が有意義に行われた。

### 〔管 理〕

本年度は、支所運営に関する諸問題を処理するため、那珂湊支所運営会議を12回開催したが、その主な議内容は東海施設の有効利用及び次年度支所運営関係予算要求等の検討並びに那珂湊支所開設10周年記念行事実施計画等であった。

1. 図書関係、和書（長期借受）539冊、洋雑誌26種（製本雑誌を含む。）となり前年度より若干増加した。なお、本所からの回覧雑誌と併せて閲覧し、図書利用の便宜を図った。
2. 広報関係、長田科学技術庁長官の視察を始め、那珂湊支所開設10周年記念行事来訪者を含め見学者も年々増加し、国立機関、団体、学生等、年間を通じ延べ38件550名が訪れ、施設及び研究内容を見聞した。
3. 施設関係、東海施設の有効利用を図るため、施設内各実験室等の整備を行った。

また、支所についても第3研究棟の上下貯留槽内全面補修工事及び研究用海水濾過装置（ステレオフィルター）の更新等により、業務遂行が容易となった。

4. 厚生安全管理関係、昭和54年度安全事業の一環として所長安全点検（昭和55年3月）及び支所長衛生点検（昭和54年10月）等が実施された。点検の結果、改善を要する事項については、予算措置を必要とするものを除き、逐次整備改善を行った。また、防火演習の一環として職員による避難及び消火器使用訓練を消防設備士の指導のもとに行い、職員の意識の高揚に努めた。

職員の健康管理は、全職員の定期健康診断を6月と12月の2回、国立晴嵐荘病院で実施し、職場の騒音及び照度測定等作業環境の測定については、10月に実施した。また、レクリエーション関係は、ソフトボール、バレーボール、テニス、卓球、及び釣の各大会を行い、職員の親睦を深めた。

### 〔会 計〕

本年度の実行予算額として、人件費130,766千円、共通経費、50236千円、人当研究費19,897千円、特別研究費9,511千円、受託研究費300千円、放射能測定費13,862千円、旅費1,932千円、謝金545千円、合計227,049千円（本所契約、支払を含む）を計上されたが、年度途中において放射性廃棄物処理費等4,922千円の追加増額を行った。また、施設関係として空気調和機の老朽化に伴い、同機の更新（本所契約3,450千円）を行った。

会計機関業務のうち資金前渡業務は、前渡資金請求85件、総額199,890,374円の前渡資金を受けた。

### 〔放射線安全管理〕

本年度の放射線管理業務は、放射線安全会議那珂湊支所放射線安全専門委員会において水槽棟及びヨウ素曝射装置の作業計画が四半期ごとに審議された結果、放射線安全管理業務の遂行が円滑に推進された。また、支所での「放射性廃棄物の運搬、貯留及び引渡マニュアル(案)」が前年度に引続き本所の放射線安全会議で検討されている。

#### 1. 申請業務

- (1)核燃料物質  $^{236}\text{Pu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{242}\text{Pu}$ （非密封線源）の使用に係る変更、昭和55年4月15日届出
- (2)那珂湊支所の放射性同位元素等の承認使用に係る変更 昭和54年3月23日申請  
昭和54年5月11日承認（54水原第114号）

## 2. 個人被曝管理

支所における放射線作業従事者及び管理区域随時立入者を対象に定期又は随時にフィルムバッジあるいは TL

D, ポケット線量計を用いて個人被曝線量測定を実施したが、すべて法定許容被曝線量以下であった。個人被曝線量の測定結果の内訳は、第1表のとおりである。

第1表 被曝線量 (mrem/年)

被曝線量 (ミリレム)	10以下	11~50	51~100	101~150	151~200	合計
研究者	11	5	4	0	1	21
管理担当者	7					7
研究生・実習生	3					3
その他	1					1
合計	22	5	4	0	1	32

## 3. 健康管理

放射線作業従事者等に対して特別健康診断（血液及び

皮ふ検査）を実施した。診断結果は、第2表のとおりである。

第2表 特別健康診断

検査項目	実施回数	受診者数(延)	結果
皮 膚	年間4回	87名	異常なし
白血球	〃 2 〃	40 〃	〃
赤血球	〃 2 〃	〃 〃	〃
血色素量	〃 2 〃	〃 〃	〃
血液像	〃 2 〃	〃 〃	〃

## 4. 放射性同位元素等の受入

実験方法等の進展にともない受入核種、数量に変動があった。受入総数量は前年度より25%増加した。東海施設は主な実験テーマとして半導体検出器による放射化試料の分析を行っているが、半導体検出器の故障等により放射化試料等の受入はなかった。放射性同位元素等の受入の内訳は、第3表のとおりである。

第3表 非密封放射性同位元素の受入核種及び数量

群 別	核 種	那珂湊支所
2	<sup>54</sup> Mn	7(mCi)
2	<sup>60</sup> Co	5
2	<sup>65</sup> Zn	9
2	<sup>85</sup> Sr	4
2	<sup>95</sup> Nb	1
2	<sup>125</sup> Sb	1
2	<sup>125</sup> I	4

2	<sup>137</sup> Cs	5
2	<sup>144</sup> Ce	1
2	<sup>57</sup> Co	0.07
3	<sup>59</sup> Fe	7
3	<sup>131</sup> I	12
		東海施設
放射化試料		0

## 5. 放射性廃棄物

本年度は、特殊不燃物、動物死体等の処理を行わなかったため保管残量が増加した。放射性廃棄物処理状況は第4表のとおりである。



第4表 放射性廃棄物処理状況

種 別	那 珂 湊 支 所			東 海 施 設			
	排出量(L)	引渡量(L)	残 量(L)	排出量(L)	引渡量(L)	残 量(L)	
固 体	可 燃 物	560	460	100	280	180	100
	不 燃 物	1480	1220	260	380	320	60
	特 殊 不 燃 物	80	0	80	0	0	前年度より残量 50
液 体	高 レ ベ ル	20	0	前年度より引 続き残量を含 む 200	0	0	前年度より残 量 40
	低, 極 低 レ ベ ル	380(t)	255(t)	125(t)	0	0	前年度より残 量 15(t)
フ ィ ル タ ー	高性能フィルター	30(枚)	30(枚)	0	6(枚)	6(枚)	0
	グラスフィルター	30(枚)	30(枚)	0	12(枚)	12(枚)	0
動 物 死 体		7(本)	0	7(本)	0	0	0

6. 空間線量率測定及び表面汚染密度検査

支所及び東海施設における管理区域内外の空間線量率測定を定期的実施したが、測定結果はすべて許容値以下であった。管理区域内の表面汚染密度検査は、フロアモニターによる検査及びスミヤ法による測定を併用し、定期的または随時に行い、汚染の早期発見と拡大防止に努めた。また、排気中の放射能濃度を移動濾紙式ダストモニタにより連続測定したが、年間を通じ法定許容濃度以

下であった。

7. 環境放射能監視

支所及び東海施設の排水中の全ベータ放射能濃度測定を毎月1回実施し、各四半期ごとに「東海、大洗地区放射線監視委員会」に結果の報告を行った。また、茨城県原子力安全協定に基づき、支所の放射性同位元素等の使用量、廃棄物処理状況等について、四半期ごとに茨城県知事、那珂湊市長及び東海村長にそれぞれ報告を行った。

## Ⅶ 図書および編集業務

### 1. 図書業務

長年の懸案であった図書室の拡張がなされた前年度にひき続き、書架増設に伴う製本雑誌の配架変え（アルバイト2名）、研究者の協力を得て単行図書の分類見直しと配架、約20年前に科技厅から譲渡された大量のAECレポートの倉庫移し変え等全蔵書の配架整備を一応終了した。

その他、書庫の窓の改造、外壁補修塗装、閲覧室内のクーラー設置及び事務室内固定棚の撤去、模様変え等により機能的な図書室へと努力した。

共同利用の機器としては、簡易製本機、紙折機、裁断機（ホリゾン）を購入した。

本年度の図書費は277374千円（別に各部研究費より1130千円）で下記のとよりの業務を行った。

#### 1. 収集

	洋 書		和 書		合 計
	購 入	寄贈交換	購 入	寄贈交換	
単行書	173冊	15冊	160冊	8冊	356冊
雑誌	302種	38種	39種	141種	520種
その他		73冊		132冊	205冊

#### 2. 蔵書（昭和55年3月末現在）

	洋 書	和 書	合 計
単行書	5,524冊	3,224冊	8,748冊
製本雑誌	18,455冊	1,589冊	20,044冊
その他	3,639冊	8,705冊	12,344冊
合 計	27,618冊	13,518冊	41,136冊

#### 3. 利用

- 貸出冊数 図書 1,444冊  
雑誌 2,264冊  
その他 38冊
- 貸出者数 2,150人（うち外部 284名）
- 相互貸借 貸出（千大、千工大付属図書館）  
449冊

借 受（国立国会図書館）136冊

- レファレンス 319件
- 外注文献複写依頼 379件
- 時間外利用 383件
- 写真、複写
  - 写真作製 11489枚
  - スライド作製 8699枚  
パナコピーによるもの（カラー） 347枚  
（白黒） 2659枚  
（ブルー） 51枚
  - 静電乾式機による複写 802,659枚
  - マイクロリーダープリンターによる複写 5,278枚
- 製本 950冊（1978年分）
- らいぶらりーニュース Vol. 16. No. 1～No. 12

### 2. 編集業務

放射線医学総合研究所（放医研）では、毎年研究所が行った研究の成果、調査報告、業務内容および外国資料の翻訳等を刊行し、広く国内外の関連機関、関係者に交換配布をしている。本年度は以下の刊行物である。

なお、入手希望の向には部数に余裕があるかぎり、無償配布をしている。

#### 1. 定期刊行物

- 放射線医学総合研究所年報（和昭53年度）：NIRS-AR-21昭和53年度中の研究成果を特別研究、指定研究・受託研究、経常研究、放射能調査・実態調査、技術支援、養成訓練業務、診療業務、那珂湊支所業務等から図書および編集。昭和54年10月刊、B5判、234ページ。
- Annual Report 1978（英文年報）：NIRS-18 昭和53年度の研究成果を物理分野、生物分野、医学分野、環境分野の4部門に分類し論文91編を収録。昭和54年10月刊、レターサイズ、103ページ。
- 放射線科学（月刊雑誌）：放医研編集、実業公報社発行販売。主な内容。放射線に関する一般情報。放射性廃棄物と環境の講座に続いて、超ウラン元素の内部被曝講座。第6回ICRR特集、第28国連科学委員会他国際会議情報、米国スリーマイル島原子力発

- 電所事故等を掲載している，毎月25日発行，B5判，22巻4号～23巻3号まで。
- 4) Radio activity Survey Data in Japan (放射能調査英文季報) : NIRS-49-50国内の指定した各種機関で実施された放射能調査データを収録。レターサイズ。
    2. 不定期刊行物
    - 1) NIRS-Chiba Isochronous Cyclotron 1979:NIRS-18 ANNUAL REPORT Supplement 放医研医用サイクロトロン の昭和54年英文業務報告，昭和55年3月刊，度レターサイズ，14ページ
    - 2) 表面汚染除去マニュアル：NIRS-M-29 AEAI Safety Series No. 48 Manual on Decontamination of Surfaces, IAEA, Vienna 1979を翻訳したものである。
    - 3) 第10回放医研シンポジウム報文集「医療被曝とその対策」：NIRS-M-30 医療被曝を取扱ううえで基礎となる考え方と被曝の大きさ，利益評価について，いろいろな立場からの考察，被曝低減に関連しての新しい診断設備の紹介，低線量でより情報を得るための画像医学システムの現状と将来更には，最小のリスクで最大の利益をもたらすための医学診断システム化等の討議内容を収録。A5判，266ページ，放医研監修，技術寄与研究会発行。(2,500円)
    - 4) 第6回放医研環境セミナー報文集「放射性物質による陸圏の汚染と線量推定の諸問」：NIRS-M-31 放射性廃棄物の発生と処理，環境への放出についての現状，処理処分についての基本的な考え方の総論，陸地処分の可能性と将来計画，地中移動に関する解析，日本の全般的な水の循環と収支，飲食物と人体の放射性物質による汚染の予知と動向，陸地処分した場合の土壌汚染を想定した我が国の実情に応じた汚染経路，人体被曝線量の試算や推定の方法，更には放射性廃棄物の発生者，処理者，処分者等それぞれの分野からの実情の話題提供，陸地処分の安全評価のあり方等研究者や技術者による討論を収録。A5判，275ページ，放医研監修，技術寄与研究会発行。(2,500円)
    - 5) 特別研究「サイクロトロン の医学利用に関する調査研究」最終報告書(第4集)：NIRS-M-32 昭和51年度から開始され昭和53年度をもって終了したので，最終報告書として各研究グループ毎に3年間に行った研究を総括的にまとめたものである。昭和55年3月刊，B5判，435ページ。
    - 6) その他：昭和54年度放射線医学総合研究所業務計画：放射線科学 Vol. 22 No. 5 別冊付録B5判，55ページ，放射線医学総合研究所長期業務計画：B5判33ページ，同添付書：B5判，178ページがある。

# VIII 総 務

## 1 組織及び人員

昭和54年度組織については、室等の新設は行わず、前年度と同様の組織となった。人員については、生理病理研究部病理第2研究室に1名、障害基礎研究部内部被ばく実験準備室に2名、計3名の増員が認められたが、公務員の削減計画に伴う3名の減員があり、定員は昨年度と同様419名となった。

第1図 機 構 図

昭和54年度(3) (△3) 419

所 長  科 学 研 究 官	管 理 部 54 (△1)	— 庶 務 課 (△1)	17
		— 会 計 課	22
		— 企 画 課	14
	物 理 部 19	— 物 理 第 1 研 究 室	6
		— 物 理 第 2 研 究 室	5
		— 物 理 第 3 研 究 室	5
		— 物 理 第 4 研 究 室	2
	化 学 部 16 (△1)	— 化 学 第 1 研 究 室	4
		— 化 学 第 2 研 究 室 (△1)	5
		— 化 学 第 3 研 究 室	6
	生 物 部 13	— 生 物 第 1 研 究 室	6
		— 生 物 第 2 研 究 室	6
	遺 伝 部 18	— 遺 伝 第 1 研 究 室	6
		— 遺 伝 第 2 研 究 室	4
		— 遺 伝 第 3 研 究 室	5
		— 遺 伝 第 4 研 究 室	2
	生 理 病 理 部 19 (1)	— 生 理 第 1 研 究 室	4
		— 生 理 第 2 研 究 室	4
		— 病 理 第 1 研 究 室	5
		— 病 理 第 2 研 究 室 (1)	5
障 害 基 礎 部 31 (2)	— 障 害 基 礎 第 1 研 究 室	5	
	— 障 害 基 礎 第 2 研 究 室	6	
	— 障 害 基 礎 第 3 研 究 室	5	
	— 障 害 基 礎 第 4 研 究 室	5	
	— 内 部 被 ば く 実 験 準 備 室 (2)	9	
薬 学 部 12	— 薬 学 第 1 研 究 室	5	
	— 薬 学 第 2 研 究 室	3	
	— 薬 学 第 3 研 究 室	3	
環 境 衛 生 部 24	— 環 境 衛 生 第 1 研 究 室	5	
	— 環 境 衛 生 第 2 研 究 室	6	
	— 環 境 衛 生 第 3 研 究 室	7	
	— 環 境 衛 生 第 4 研 究 室	5	

臨 床 部 18 (△1)	— 臨 床 第 1 研 究 室	4
	— 臨 床 第 2 研 究 室	5
	— 臨 床 第 3 研 究 室	3
	— 臨 床 第 4 研 究 室 (△1)	5
障 害 臨 床 部 9	— 障 害 臨 床 第 1 研 究 室	4
	— 障 害 臨 床 第 2 研 究 室	4
技 術 部 77	— 技 術 課	24
	— データ処理室	3
	— 放 射 線 安 全 課	14
	— 動 植 物 管 理 課	13
	— 検 疫 室	3
	— 開 発 室	2
	— サイクロtron管理課	17
養 成 訓 練 部 8	— 教 務 室	3
	— 指 導 室	4
病 院 部 65	— 事 務 課	16
	— 医 務 課	14
	— 検 査 課	5
	— 総 看 護 婦 長 付	29
那 珂 湊 支 所 長 34	— 管 理 課	8
環 境 放 射 生 態 学 研 究 部 14	— 環 境 放 射 生 態 学 第 1 研 究 室	5
	— 環 境 放 射 生 態 学 第 2 研 究 室	4
	— 環 境 放 射 生 態 学 第 3 研 究 室	4
海 洋 放 射 生 態 学 研 究 部 11	— 海 洋 放 射 生 態 学 第 1 研 究 室	3
	— 海 洋 放 射 生 態 学 第 2 研 究 室	7

( ) 内は54年度新規増員 (△) は減員を内数で示す。

## 2. 予算及び決算

### 昭和54年度予算の概要

54年度予算は、厳しい財源事情の下で経済情勢に適切に対応するとともに財政の健全化を推進することとして編成された。その特色は、次のとおりである。

まず、経常的経費については、その節減合理化に努め、緊要な施策に重点的に配意しつつも、全体として極力規模を抑制することとした。このため、各省庁の経常事務費をはじめとする一般行政経費を極力抑制するとともに、政策的経費についても、既定経費を含め、各種施策の優先順位を十分考慮し、もって歳出内容の質的充実にも努めることとした。

この結果、経常部門の予算総額は、29兆6,982億円となり、53年度当初予算に比べ10.9%増(53年度予算は17.4%増)にとどまった。また、国債費を除く経常的経

費の伸び率は 8.6%であり、53年度の15.2%、52年度の15.4%を大きく下回ることになった。

一方、公共事業等（文教・社会福祉施設整備費等を含む。）の投資的経費については、経済情勢に適切に対応するため、国民生活充実の基盤となる社会資本の整備を推進するとともに、景気の着実な回復に資するよう財源事情の許す範囲内で、できる限りの規模を確保することとした。この結果、投資部門の予算総額は、8兆9,019億円となり、53年度当初予算総額に比べ18.5%増（53年度予算は31.7%増）となった。

以上の結果、54年度の一般会計予算の規模は、38兆6,001億円となり、53年度の当初予算に比べ12.6%増（53年度予算は20.3%増）となった。

### 1. 科学技術振興経費

この経費は、宇宙開発関係経費、海洋開発関係経費、大型工業技術関係経費、電子計算機産業振興対策費、各省試験研究機関経費、南極地域観測関係経費及び科学技術研究費補助金等科学技術の振興を図るため必要な経費である。

科学技術の振興は、経済の発展のみならず環境保全、社会開発等の問題を解決し、国民福祉の向上を図るための基本的な政策分野であり、従来から重点施策の一つとして取り上げられてきたところである。54年度においても、基礎研究から開発研究に至る各般にわたり時代の要請に応じた施策が展開され、宇宙、海洋、大型工業技術の開発等の施策についてその着実な推進が図られている。

54年度の一般会計科学技術振興費予算額としては、53年度当初予算額に対し377億円（12.2%）増の3,471億円が計上されている。科学技術振興のための経費としては、このほかに文部省所管の国立学校及び私立学校等における研究関連経費、厚生省所管の国立がんセンター経費、各省各庁の事業費中に含まれる試験研究経費等があり、これらを含めた広義の科学技術振興費は、総額11,326億円（53年度当初予算額の9,905億円に対し14.3%の増）と試算（科学技術庁試算）され、その一般会計予算額に占める割合は2.9%となっている。

### 2. 放医研予算の概要

昭和48年に策定した「放医研長期業務計画」に基づき、国立試験研究機関としての使命にそって、本研究所の総合性を十分発揮するよう研究業務ならびに施設等に必要な経費として43億79,252千円（53年度予算額33億68,699千円）を大蔵省に要求した。これに対し大蔵省査定額は38億34,960千円（要求額の87.57%）で53年度予算の13.84%増となった。

### 3. 歳出予算

昭和54年度の各事項ごとの内容は下表のとおりである。

事 項	金 額 (千円)	対前年度増 △減(千円)
一般管理運営	25,837	△635
経常研究	363,833	15,668
外来研究員等	2,464	27
実態調査	2,466	15
那珂湊支所運営	33,157	551
特定装置運営	26,392	0
廃棄物処理運営	17,777	0
病院部門経常運営	28,341	290
養成訓練部門運営	9,090	3
研究設備整備	47,531	0
サイクロترون設備整備	340,227	22,795
晩発障害実験棟運営	163,015	20,134
受託研究費	1,104	0
特別研究	253,992	31,770
病院部門診療経費	172,755	23,967
	④ 1,991,000	④ 1,991,000
営繕等施設整備	678,067	317,378

#### (a) 研究員等積算庁費

実験の(B)単価是正として1,200千円を要求したが、1,190千円（53年度1,120千円）の査定をうけた。

#### (b) 特別研究

前年度より引き続き「低レベル放射線の人体に対する危険度の推定に関する調査研究」「原子力施設に起因する環境放射線被曝に関する調査研究」および新課題として「粒子加速器の医学利用に関する研究」の3課題に対し3億26,759千円を要求したが、2億53,992千円の査定であった。

#### (c) サイクロترون設備整備

陽子線によるがん治療の基礎研究および速中性子線による悪性腫瘍の診断治療ならびに短寿命 RI の医学利用の研究等と円滑に推進するためサイクロترون装置および附属設備の整備に必要な経費として、3億55,881千円を要求したが3億40,227千円の査定であった。

#### (d) 施設費

昭和54年度新規事項として内部被曝実験棟新築工事（国庫債務負担行為4カ年計画）として総額78億89,000千円を要求したが第1期工事分の建築工事費として19億91,000千円が認められ、全体計画額（総額）として59億16,000千円が容認された。

また、継続工事として52年度から3カ年計画として建築途上の放射性廃棄物処理棟新築工事の最終年度分とし

て、1億97,995千円及び53年度より3カ年計画として、工事途上の下水道工事の第2年度分として31,319千円が予算に計上され総額3億85,841千円が認められた。

#### 4. 放射能調査研究費

54年度の放射能調査研究費は放射性降下物のレベル調査および施設より放出される放射能レベル調査として55,446千円を要求したが54,167千円の査定であった。

#### 5. 歳入予算

歳入予算は病院部の診療収入、公務員宿舍貸付料、版權及特許権等収入および受託調査収入等である。診療収入は基礎患者を入院1日平均78人、外来1日平均25人とし279,851千円その他雑収入として13,607千円が計上された。

#### 昭和54年度決算の概要

##### 1. 歳出決算

総理府所管（組織）科学技術庁（項）科学技術庁試験

研究所（事項）放射線医学総合研究所に必要な経費の歳出予算額は31億49,423千円であって、支出済歳出額は31億41,883千円であり差額5,311千円は不用額となった。

なお詳細は別表昭和54年度歳出予算決算額調を参照されたい。

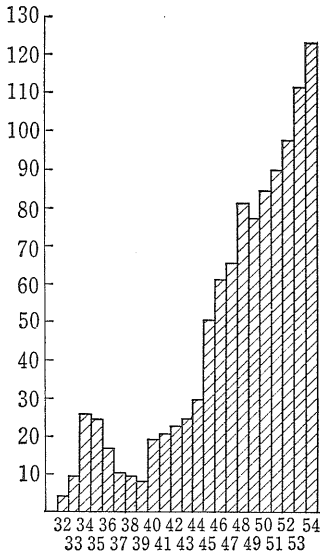
#### 2. 歳入決算

1) 病院収納済歳入額	282,991,624円
入院1日平均	46人
外来1日平均	40人
2) 雑収入	
国有財産貸付収入	3,643,908円
国有財産使用収入	8,434,191円
受託調査及役務収入	1,322,692円
物品売払収入	556,403円
雑入	404,381円

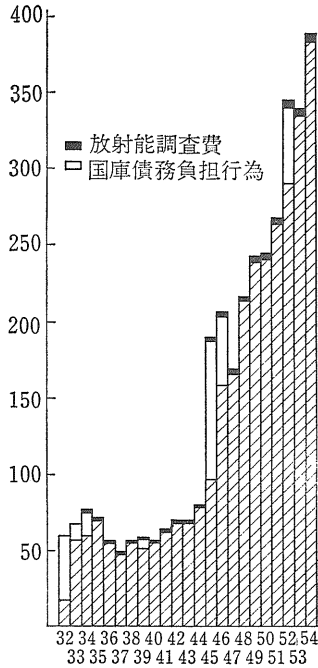
昭和32年度以降予算の推移

(単位百万円)

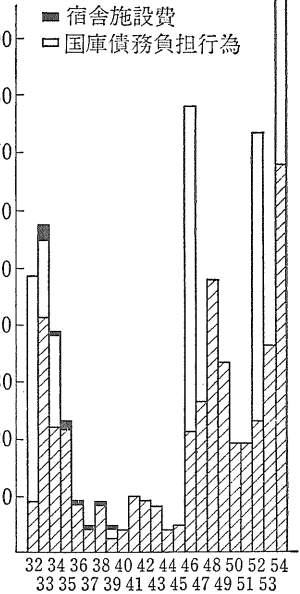
1991百万円



試験研究費

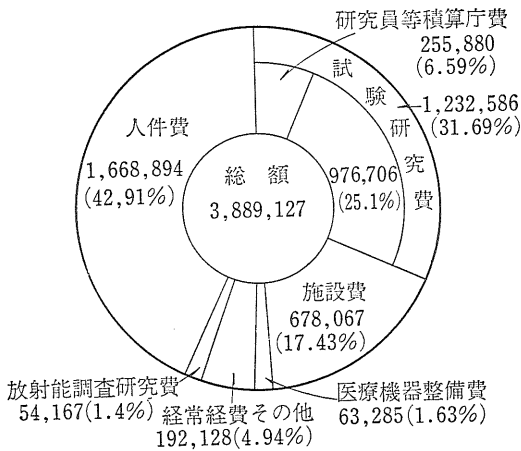


予算総額

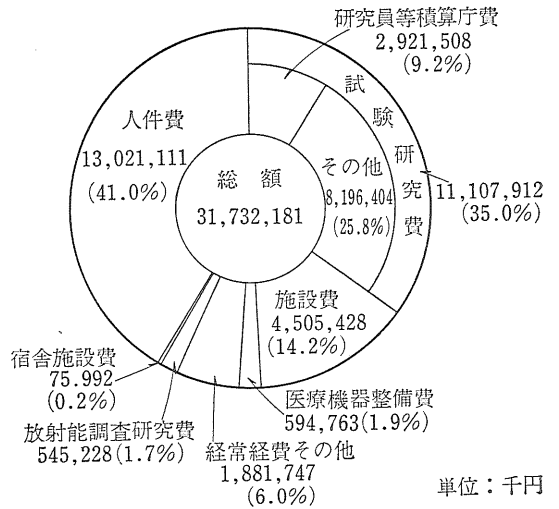


施設整備費

54年度予算



予算額累計



単位：千円

昭和54年度予算事

事項 科目	1. 人 件 費			特 別							
	(1) 既定定員分	(2) 新規 増員 分	計	2. 経 常 事 務							
				(1)一般 管理運 営	(2) 經常研究	(3)外来 研究員 等	(4) 実態 調査	(5)那珂 湊支所 運営	(6)特定 装置運 営	(7)廃棄 物処理 運営	(8)病院 部門経 常経費
03 放射線医学総合研 究所に必要な経費	(38,967) 1,666,122	(61) 2,772	(39,028) 1,668,894	25,837	363,833	2,464	2,466	33,175	26,392	17,777	28,341
02 職 員 基 本 給	(25,054) 1,037,894	(45) 1,993	(25,099) 1,039,887								
01 職 員 俸 給	(24,141) 970,301	(44) 1,725	(24,185) 972,026								
02 扶 養 手 当	(913) 31,000	(1) 210	(914) 31,210								
03 調 整 手 当	(12,106) 36,593	(10) 58	(12,116) 36,651								
03 職 員 諸 手 当	(1,772) 556,668	(6) 545	(1,778) 557,211								
01 管 理 職 手 当	(1,772) 70,186	(6) 0	(1,778) 70,186								
02 初 任 給 調 整 手 当	(1,772) 13,908	(6) 0	(1,778) 13,908								
03 通 勤 手 当	(1,772) 25,879	(6) 103	(1,785) 25,982								
04 特 殊 勤 務 手 当	(1,772) 5,017	(6) 0	(1,783) 5,017								
06 宿 日 直 手 当	(1,772) 6,793	(6) 0	(1,778) 6,793								
07 期 末 手 当	(2,320) 334,263	(1) 357	(2,321) 334,620								
08 勤 勉 手 当	(2,320) 95,111	(1) 59	(2,321) 95,170								
11 住 居 手 当	(1,807) 5,509	(6) 26	(1,813) 5,535								
04 超 過 勤 務 手 当	(1,807) 71,562	(6) 234	(1,813) 71,796								
05 非 常 勤 職 員 手 当				634							1,161
05 児 童 手 当				1,320							
06 諸 謝 金					62		173				1,218
08 職 員 旅 費				1,489	6,631		633	1,444			1,306
08 委 員 等 旅 費											
08 外 来 研 究 員 等 旅 費						1,371	785				560
09 庁 費				22,189			875	3,295			
09 試 験 研 究 費					357,140	1,093		28,436	26,392	17,777	24,096
09 受 託 研 究 費											
09 医 療 機 器 整 備 費											
09 医 療 費											
09 患 者 食 糧 費											
09 自 動 車 重 量 税				205							
科学技術庁試験研究所 施設整備に必要な経費											
08 施 設 施 工 旅 費											
09 施 設 施 工 庁 費											
15 施 設 整 備 費											
合 計	(38,967) 1,666,122	(61) 2,772	(39,028) 1,668,894	25,837	363,833	2,464	2,466	33,175	26,392	17,777	28,341



項別科目別総表

費	経					費				營繕等 施設整備	合 計
	(9)養成 訓練部 門運営	計	3 各 部 門 運 營 (1)研究 設備整 備	(2)サイク ロトロン 設備整備	(3)晩発障 害実験 運營業	計	4 受託 研究	5 放射線 医学特 別研究	6 病院部 門診療 経費		
9,090	509,375	47,531	340,227	163,015	550,773	1,104	253,992	172,755	1,487,999		(39,028) 3,156,893
											(25,099) 1,039,887 (24,185) 972,026 31,210 (914) 36,651 (12,116) 557,211 (1,772) 70,186 13,908 25,982 5,017 6,793 (8,023) 334,620 (2,321) 95,170 5,535 (1,813) 71,796 1,795 1,320 2,680 11,794 158 4,969 58,633 1,232,586 1,104 63,285 92,727 16,743 205
	1,795								1,795		1,795
	1,320								1,320		1,320
754	2,207						473		2,680		2,680
	11,503						291		11,794		11,794
158	158								158		158
	2,716						2,253		4,969		4,969
8,178	58,633								58,633		58,633
	430,838	47,531	340,227	163,015	550,773		250,975		1,232,586		1,232,586
						1,104			1,104		1,104
								63,285	63,285		63,285
								92,727	92,727		92,727
								16,743	16,743		16,743
	205								205		205
										1,773	1,773
										148,330	148,330
									債 1,991,000	債 1,991,000	債 1,991,000
									527,964	527,964	527,964
									債 1,991,000	債 1,991,000	債 1,991,000
9,090	509,375	47,531	340,227	163,015	550,773	1,104	253,992	172,755	1,487,999	678,067	(39,028) 3,834,960

昭和54年度歳出決

項	目	歳出予算額	前年度繰越額	予備費使用額
218	科学技術庁試験研究所	3,149,423,000	0	0
	13073-2111-02 職員基本給	1,039,887,000	0	0
	13073-2111-03 職員諸手当	557,211,000	0	0
	13073-2111-04 超過勤務手当	71,796,000	0	0
	13073-2111-05 非常勤職員手当	1,795,000	0	0
	13089-2151-05 児童手当	1,320,000	0	0
	13073-2129-06 諸謝金	2,622,000	0	0
	13073-2122-08 職員旅費	11,574,000	0	0
	13073-2122-08 委員等旅費	158,000	0	0
	13073-2122-08 外来研究員等旅費	4,894,000	0	0
	13073-2123-09 庁費	59,342,000	0	0
	13073-2123-09 試験研究費	1,224,760,000	0	0
	13073-2123-09 受託研究費	1,104,000	0	0
	13073-2203-09 医療機器整備費	63,285,000	0	0
	13073-2123-09 医療費	92,727,000	0	0
	13073-2123-09 患者食糧費	16,743,000	0	0
	13199-2133-09 自動車重量税	205,000	0	0
		(660,749,000)	(20,395,000)	
220	科学技術庁試験研究所施設費	675,749,000	20,395,000	0
	13073-1202-03 施設施工旅費	(1,720,000)	(495,000)	0
		1,720,000	495,000	0
	13073-1203-09 施設施工庁費	(131,065,000)	(270,000)	0
		146,065,000	270,000	0
	13073-1204-15 施設整備費	(527,964,000)	(19,630,000)	0
		527,964,000	19,630,000	0
211	科学技術庁			
	13016-2123-09 各所修繕	15,004,000	0	0
213	特別研究促進調整費			
	13073-2123-09 試験研究費	2,256,000	0	0
217	放射能調査研究費	53,438,000	0	0
	13073-2129-06 諸謝金	640,000	0	0
	13073-2122-08 職員旅費	2,178,000	0	0
	13073-2123-09 放射能測定費	39,910,000	0	0
	13073-2125-14 放射能測定調査委託費	10,710,000	0	0

算 報 告 書 科 目 別 内 訳

(単位：円)

流用等増△減額	歳出予算現額	支出済歳出額	翌年度繰越額	不 用 額	備 考
△ 2,229,000	3,147,194,000	3,141,882,688	0	5,311,312	
1,996,000	1,041,883,000	1,041,600,345	0	282,655	
△ 4,572,000	552,639,000	548,602,710	0	4,036,290	
747,000	72,543,000	72,542,950	0	50	
0	1,795,000	1,785,176	0	9,824	
0	1,320,000	1,120,000	0	200,000	
0	2,622,000	2,491,050	0	130,950	
0	11,574,000	11,573,275	0	725	
0	158,000	157,818	0	182	
0	4,894,000	4,501,506	0	392,494	
0	59,342,000	59,341,738	0	262	
0	1,224,760,000	1,224,759,965	0	35	
△ 400,000	704,000	467,941	0	236,059	
0	63,285,000	63,284,930	0	70	
0	92,727,000	92,726,997	0	3	
0	16,743,000	16,742,987	0	13	
0	205,000	183,300	0	21,700	
0	(681,144,000)	(677,924,000)	(3,215,000)	(5,000)	( ) 内は支出委
0	696,144,000	692,924,000	3,215,000	5,000	任分で内数
0	(2,215,000)	(2,215,000)	0	0	
0	2,215,000	2,215,000	0	0	
0	(131,335,000)	(128,120,000)	(3,215,000)	0	
0	146,335,000	143,120,000	3,215,000	0	
0	(547,594,000)	(547,589,000)	0	(5,000)	
0	547,594,000	547,589,000	0	5,000	
0	15,004,000	15,003,925	0	75	
0	2,256,000	2,255,795	0	205	
0	53,438,000	53,038,844	0	399,156	
0	640,000	600,000	0	40,000	
0	2,178,000	1,819,310	0	358,690	
0	39,910,000	39,909,534	0	466	
0	10,710,000	10,710,000	0	0	

## 付 録 目 次

1. 職 員 研 究 発 表
2. 職員海外出張および留学
3. 放医研来所外国人科学者
4. 外 来 研 究 員 名 簿
5. 研 究 生 ・ 実 習 生 名 簿
6. 養 成 訓 練 部 講 師 一 覧
7. 職 員 名 簿
8. 人 事 異 動
9. 放 医 研 日 誌

54  
r  
f

# 1. 職員研究発表

## A. 原著論文

(\* 印は所外共同研究者)

### [科学研究所]

1. Okabe, T\*, Terasima, T., et al.: Immune Elimination of Host Fibroblasts for the Cultivation of Human Tumors Transplanted into Nude Mice.  
*Cancer Res.*, **39**, 4189-4194. 1979. (\* University of Tokyo, Medical Faculty)
2. Nakajima, Y\*, Terasima, T., et al.: Enhancement of Mammalian Cell Killing by 5-FU in Combination with X-Rays.  
*Cancer Res.*, **39**, 3763-3767. 1979. (\* Chiba University, School of Medicine)

### [物理研課部]

1. 稲田哲雄\*, 河内清光, 金井達明, 松沢秀雄: 陽子線ラジオグラフィーの二, 三の知見 日本医放会誌, **39**, 599-604. (\* 筑波大)
2. 稲田哲雄\*, 河内清光, 金井達明, 松沢秀雄, 伊藤 彬\*\*: 原子炉中性子線の表在性腫瘍治療への応用に関する基礎研究, 日本医放会誌, **39**, 993-999. (\* 筑波大, \*\*東大医科研)
3. 宇城信吾\*, 北川俊夫\*他, 河内清光: <sup>60</sup>Co線源による afterloading 組織内照射法, 日本医放会誌, **39**, 853-861. (\* 国立がんセンター)
4. 上原周三, 他, 九大グループ, 丸山隆司: In-flight  $\pi$ -ビームのマイクロドシメトリ, *Radioisotopes*, **28**, 537-541, 1979.
5. 尾内能夫\*, 丸山隆司, 橋詰 雅, 他: 高エネルギー X線治療室の迷路における散乱線の遮蔽計算法の再検討, 日本医放会誌, **39**, 167-169, 1979.
6. Shiragai, A., Sato, F., Kawashima, N., Kobayashi, S., Otsu, H., Seki M., and Maruyama T.: Absorbed dose estimates in a prolonged caesium-137 gamma irradiation facility for mice. *J. Radiat. Res.* **21**, 118-125, 1980.
7. Tanaka, E., Nohara, N. and Murayama, H.: Variable sampling-time technique for improving count rate performance of scintillation detector *Nucl. Instr. Meth.*, **150**, 459-466.
8. Tanaka, E.: Generalized correction functions for convolutional techniques in three dimensional image reconstruction *Phys. Med. Biol.*, **24**, 157-161.
9. Nakajima, T., Koshijima, T. and Takeuchi, S.: Improvement of S/N Ratio of Thermoluminescent Dosimeter Reader for Low Dose Measurements, *Nuclear Instruments and Methods*, **163**, 293, 1979.
10. Nakajima, T., Suzuki, \* Y., Shimano, T., \* Kato, A., Sakihara, K., \*\* Matsumoto, T., \*\* Kato, T. \*\* and Furumoto, T.\*\*\*: Feasibility of Tandem TLD to Dose Measurements of Scattered X-rays in Dental X-ray Radiography, Proc. of 10th Anniversary Conf. on Med. Phys., **25**, 1979. (\* 東北歯科大, \*\* 電総研, \*\*\* 日本歯科大)
11. 中島敏行, 村山義彦\*, 松沢隆嗣\*, 小谷野明\*\*: РАЗРАБОТКА НОВОГО ВЫСОКЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ТЕРМОПЮМИНЕСЦЕНТНОГО ДОЗИМЕТРА LiF АТОМНИЯ ТЕХИКА ЗА РЧБЕЖОМ, 1979. м. 9. (\* 根本特殊化学, \*\*アロカK. K.)
12. 西沢かな枝\*, 丸山隆司, 橋詰 雅, 他: EMI 5005による生殖腺, 甲状腺, 水晶体及び骨髄線量の測定, 日本医放会誌, **39**, 144-151, 1979. (\* 杏林大学)
13. 橋詰 雅, 丸山隆司: X線診断によるリスクの推定, 日本医放会誌 **39**, 170-173, 1979.
14. 橋詰 雅, 丸山隆司, 山口 寛, 館野之男, 西沢かな枝\*: 放射性医薬品による国民線量の推定, 第1報 放射性医薬品の年間投与件数と投与量, 日本医放会誌, **39**, 267-276, 1979. (\* 杏林大学)
15. 橋詰 雅, 丸山隆司, 山口 寛, 館野之男, 西沢かな枝\*: 放射性医薬品による国民線量の推定, 第2報 遺伝有

意線量および白血病有意線量, 日本医放会誌, 39, 747-760, 1979.

(\* 杏林大学)

16. 橋詰 雅, 松沢秀夫, 丸山隆司, 河内清光, 館野之男: 遠隔放射線治療による国民線量の推定, 第一報 治療照射回数, 照射門数および患者数について, 日本医放会誌, 40, 52-61, 1980.
17. Hiraoka, T. and Kawashima, K.: The effective atomic number of mixD *Brit. J. Radiol.* 52, 330, 1979.
18. Hiraoka, T., Kawashima, K. and Hoshino, K.: Dosimetry of n-r mixed field for radiotherapy *KEK-Report, KEK-90-1*, 64-74, 1980.
19. Murayama, H., Tanaka, E. and Nohara, N.: A New Method for Mesuring the Statical Resolutical Resolution of *Nucl. Instr. Meth.* 164, 447-451, 1979.
20. 山口 寛: 大きさの異なる人体への MIRD 法を適用する際の変換法, 日本医放会誌, 39, 252-266, 1979.
21. 山口 寛: Estimation of Internal Radiation Dose for Various Physique using MIRD Adult Absorbed Fraction 大阪大学基礎工学部への学位論文, 115, 1979.

#### [化学研究部]

1. 今井靖子, 渡利一夫, 伊沢正実, 杉江督典\*, 芦原義久\*, 岩島 清\*: オキシソ存在下における  $^{60}\text{Co}$ などの非イオン性巨大網状構造樹脂への吸着挙動, 保健物理, 14, 177-180, 1979. (\* 国立公衆衛生院)
2. Kurotaki, K. and Kawamura, S.: Thermodynamics of Ion Exchange of Trivalent  $\text{Co}^{111}$  or  $\text{Cr}^{111}$  Complex with Cerium(111) Ions on Cation Exchange Resin *J. Chem. Soc. Faraday I*, 75, 925-934, 1979.
3. Sawada, F.: Folate-Sepharose Column as an Affinity Absorbent for Protein Fractionation *Anal. Biochem.*, 98, 184-189, 1979.
4. 土屋武彦\*, 河村正一, 滝野 博\*\*: オートクレープ滅菌によるラジオイムノアッセイキットからの  $^{125}\text{I}$ の放散, ラジオアイソトープ, 29, 27-29, 1980.  
(\* 産業医科大学放射線, \*\*ダイナボットラジオアイソトープ研究所)
5. Matsumoto, S.: Analysis for  $^{15}\text{N}$  by Proton Scattering. *Nature*, 279, 310-311, 1979.
6. Mita, K., Ichimura, S. and Zama, M.: Conformation of Poly (L-Homoarginine). *Biopolymers*, 19, 1123-1135, 1980.

#### [生物研究部]

1. Ueno, A.M., Goldin, E.M., Cox, A.B. and Lett, J.T.: Deficient repair and degradation of DNA in X-irradiated L5178Y S/S cells: Cell-cycle and temperature dependence. *Radiat. Res.*, 79, 377-389, 1979.
2. Ueno, A.M. and Lett, J.T.: Deficient repair and degradation of DNA in L5178Y S/S cells. *Radiat. Res.*, 79, 424-429, 1979.
3. 田口泰子: メダカの遺伝形質 of について, 動物学雑誌, 88, 185-187, 1979.
4. Furuno, I., Yada, T., Matsudaira, H. and Maruyama, R.: Induction and repair of DNA strand breaks in cultured mammalian cells following fast neutron irradiation. *Int. J. Radiat. Biol.*, 36, 639-648, 1979.
5. Yoshizawa, K., Furuno, I., Yada, T. and Matsudaira, H.: Induction and repair of strand breaks and 3'-hydroxy terminals in the DNA of mouse brain following gamma irradiation. *Biochimica et Biophysica Acta*, 521, 144-154, 1978.

#### [遺伝研究部]

1. Sato, K. Hieda, N.: Isolation of a mammalian cell mutant sensitive to 4-nitroquinoline-1-oxide *Int. J. Radiat. Biol.*, 35, 83-87, 1979.
2. Sato, K. and Hieda, N.: Isolation and Characterization of a Mutant Mouse Lymphoma Cell Sensitive to Methyl Methanesulfonate and X Rays *Radiation Res.*, 78, 167-171, 1979.
3. Shiomi, T. and Sato, K.: Isolation of UV-Sensitive Variants of Human FL Cells by a Viral Suicide Method *Somatic Cell Genetics*, 5, 193-201, 1979.

4. Takahashi, E., Hirai, M., Tobari, I., and Nakai, S. : Dose-response relations for dicentric yields in G<sub>0</sub>-lymphocytes of man and crab-eating monkey following acute and chronic  $\gamma$ -irradiations. *Mutation Research*, **60**, 357-365, 1979.
5. Tanaka\*, R. and Tsuji, H. : Duration of Mitotic Cycle in *Eclipta prostrata* L. *Chromosome Information Service*, **25**, 29-31, 1978.  
(\* Botanical Institute, Hiroshima University.)
6. 辻 秀雄, 井上 互\*, 宮内照雄\*: アドレナリン B<sub>2</sub> 受容体作働薬 Procaterol hydrochloride の細胞遺伝学的試験  
応用薬理, **17**, 815-824, 1979.  
(\* 大塚製薬)
7. Tsuji, H. and Tobari, I. : Detection of Sister Chromatid Exchanges in vivo in Somatic Cells of *Drosophila melanogaster*. *Mutation Research*, **62**, 389-392, 1979.
8. Tsuji, H. and Tobari, I. : Effects of 5-Bromodeoxyuridine on Metamorphosis and on Cell Cycle Kinetics of Ganglion Cells in *Drosophila melanogaster*. *Experimental Cell Research*, **125**, 79-85, 1980.
9. Nakajima, A. \* Fujiki, K. \* Tanabe, U. \* and Yasuda, N. : Birth Order and Parental Age in Microphthalmos and Other Ocular Diseases *Amer. J. Ophthalmology* **88**, 461-466, 1978.  
(\* Department of Ophthalmology, Juntendo University School of Medicine)
10. Fujiki, K. \* Nakajima, A. \* Tanabe, U. \* and Yasuda, N. : Population Genetics of Blindness International Congress Series NO 450 Concilium Ophthalmologicum, Kyoto. Ed. K. Shimizu *Excerpta Medica, Amsterdam*. 1893-1896, 1979.  
(\* Department of Ophthalmology, Juntendo University School of Medicine)
11. Hori, T. : Replication of satellite DNA in the kangaroo rat cells during inhibition of protein synthesis *Jap. J. Genet.*, **55**, 41-54, 1980.
12. C.F. Morris, \* H. Hama-Inaba, D. Mace, \* N.K. Sinha\* and B. Alberts\*: Purification of the Gene 43, 44, 45, and 62 Proteins of the Bacteriophage T4 DNA Replication Apparatus *J. Biol. Chem.*, **254**, 6787-6796, 1979.  
(\* Department of Biochemical Sciences, Princeton University, New Jersey 08540)
13. Yasuda, N. : The Sampling Variance of the Linkage Disequilibrium Parameter in Multi-allele Loci *Heredity* **41**, 155-163, 1978.
14. Yasuda, N. : Estimation of Haplotype Frequency and Linkage Disequilibrium in the HLA system *Tissue Antigens* **12**, 315-322, 1978.
15. Yasuda, N. : Estimation of the Ascertainment Probability of Rare Diseases *Jpn. J. Hum. Genet.* **24**, 265-291, 1979.

[生理病理研究部]

1. Kasuga, T. \*, Noda, Y., Sado, T. and Furuse, T. : Naturally occurring and radiation-induced tumors in SPF mice, and genetic influence in radiation leukemogenesis. Recent Advances in Gerontology, International Congress Series 469, Proc. XI Int. Cong. Gerontol., Tokyo, August 20-25, 1978, Orimo, H., Shimada, K., Iriki, M. and Maeda, D. (eds.), p.452-455, Excerpta Medica, Amsterdam-Oxford-Princeton, 1979.  
(\* Department of Pathology, Faculty of Medicine, Tokyo Medical and Dental University, Tokyo.)
2. Sakiyama, H., Otsu, H. and Kanegasaki, S. \*: Cellular Interaction Between Fixed and Living Cells. *J. Cell Biology*, **81**, 498-509, 1979.  
(\*Inst. of Med. Science, the Univ. of Tokyo.)
3. Sado, T., \* Hoshino, H., Kamisaku, H. and\* Tanooka, H. : Absence of Correlation between T-lymphocyte Activity and Development of Carcinogen-Induced Skin Tumor in Mice. *Gann*, **70**, 755-762, 1979.  
(\* 国立がんセンター研究所放射線研究部)
4. Sado, T., Kamisaku, H. and Aizawa, S. : Nature of T cells Resident in Spleens of Thymectomized, Lethally Irradiated, Bone-Marrow Reconstituted Mice. *Cell. Immunol.*, **49**, 51-63, 1980.
5. Todoroki, T,\* Okamura, T,\* Fukao, K.,\* Nishimura, A.,\*\* Otsu, H., Sato, H.,\*\*\* and Iwasaki, Y.,\* : Gross Appearance of Carcinoma of the Main Hepatic Duct and its Prognosis. *Surg. Gynecol. & Obstet.* **150**, 33-40, 1980.  
(\* Dept of Surg., Inst. of Clin. Med., the Univ. of Tsukuba. \*\* Div. of Gastroent., Chiba Cancer Center Hosp. \*\*\*2nd Dept. of Surg., Chiba Univ.)

6. Nishimura, A, \* Otsu, H. and Hiura, T. \*\*: The Choledochoscopic and Histopathological Grading of Chole-  
dochitis. *Endoscopy*, 11, 28-35, 1979.  
(\* Div. of Gastroent., Chiba Cancer Center Hosp. \*\* Div. of Surg. Funabashi Central Hosp.)
7. Nishimura, A., \* Otsu, H. and Hiura, T. \*\*: Forceps Biopsy of the Bile Duct under Choledochoscopic Con-  
trol. *Endoscopy*, 12, 23-29, 1980.  
(\* Div. of Gastroent., Chiba Cancer Center Hosp. \*\* Div of Surg., Funabashi Central Hosp.)

[障害基礎研究部]

1. Oghiso, Y. and Matsuoka, O. : Distribution of Colloidal Carbon in Lymph Nodes of Mice Injected by Diffe-  
rent Routes. *Japn. J. Exp. Med.*, 49, 223-234, 1979.
2. 菊地 透\*, 小西恵美子\*, 小泉 彰, 吉沢康雄\*\* : 加速器のトリチウム, ターゲットによる室内汚染の経験, 保  
健物理, 14, 171-175, 1979.  
(\* 東大原子力センター, \*\* 東大医学部)
3. Kohno\*, S. and Ishihara, T. : Clonal Proliferation and Karyotypic Feaures of Cells in Bone Marrow after  
Irradiation. Radiation Research: *Pro. 6th ICRR, Tokyo*, 526-533, 1979.  
(\* Department of Biology, Faculty of Science, Toho Univrtsity)
4. Sato, F. and Higuti\*, I. : A New Index of Risks for Lethal Diseases by Ionizing Radiation *J. Radiat. Res.*,  
20, 284-290, 1979.  
(\* The second Division, The Institute of Statistical Mathematics)
5. Hayata, I., Ishihara, T., Hirashima, K., Sado, T. and Yamagiwa, J. : Partial Deletion of Chromosome #  
2 in Myelocytic Leukemias of Irradiated C3H/He and REM Mice *J. Natl. Cancer. Inst.*, 83, 843-848, 19  
79.
6. Fukuda, S. and Matsuoka, O. : Cystic Calculosis Repeating in a Beagle Dog. *Jpn. J. Vet. Sci.*, 41, 413-  
415, 1979.
7. 松岡 理, 小泉 彰, 福田 俊 : 放射性動物死体の処理に関する基礎的研究 (第1報) 一多段階処理の考え方と  
その可能性一, 保健物理, 14, 11-17, 1979.
8. Mori, C., \* Noguchi, H., \*\* Ishigure, N., Fujita, K. \*\*\* and Watanabe, T. \* : A Double Proportional Cou-  
nter for Measurement of Radioisotope Auger Electrons and X-rays. *Nucl. Inst. Methods*, 164, 113-120, 19  
79.  
(\* Nagoya Univ. \*\* JAERI, \*\*\* Nissei Sangyo Co Ltd.)

[薬学研究部]

1. Ohno, T. : Strict Relationship between Dialyzed Serum Concentration and Cellular Life Span in Vitro. *Mech.*  
*Age. Dev.*, 11. 179-183, 1979.
2. Shikita, M. and Talalay, P. : Preparation of Highly Purified 3 $\alpha$ -and 3 $\beta$ -Hydroxysteroid Dehydrogenases from  
*Pseudomonas* sp. *Anal. Biochem.*, 95, 286-292, 1979.
3. Suzuki, K. and Tamaoki, B. : Enzymological Studies of Rat Luteinized Ovaries in Relation to Acute Reduction  
of Aromatizable Androgen Formation and Stimulated Production of Progestins. *Endocrinology* 104, 1315-1323.  
1979.
4. Tamaoki, B. and Mori, M. : Occurrence of Steroidal Allyl Alcohols in Normal Mammary Tissue in Vitro, in  
Relation to Experimental Mammary Tumors *J. Steroid Biochem.* 11, 227-230, 1979.
5. Tsuneoka, K. and Shikita, M. : Secretion and Partial Degradation of Granulocyte-Macrophage Colony Stimu-  
lating Factor (GM-CSF) in Mouse L-P3 Cell Culture. *J. Cell. Physiol.*, 102, 333-341, 1980.
6. Nakajin, S., Ishii, Y., Shinoda, M. and Shikita, M. : Binding of Triton X-100 to Purified Cytochrome P-  
450scc and Enhancement of the Cholesterol Side Chain Cleavage Activity. *Biochem. Biophys. Res. Comm.*, 87,  
524-531, 1979.
7. Hozumi, M., Umezawa, T., Takenaga, K., Ohno, T., Shikita, M. and Yamane, I. : Characterization of  
Factors Stimulating Differentiation of Mouse Myeloid Leukemia Cells from a Yoshida Sarcoma Cell Line Cultu-  
red in Serum-Free Medium. *Cancer Res.*, 39, 5127-5131, 1979.
8. Matsuo, M\*. Matsumoto, S\*. Iitaka, Y\*\*. Hanaki, A. Ozawa, T. : Epoxidaton of an  $\alpha$ -Tocopherol Model.



- Compound, 2, 2, 5, 7, 8-Pentamethylchroman-6-ol, with Potassium Superoxide, X-Ray Crystal Structure of 4a, 5, 7, 8-Diepoxy-4a, 7, 8, 8a-tetrahydro-8a-hydroxy-2, 2, 5, 7, 8-pentamethylchroman-6(5H)-one. *J. Chem. Soc. Chem. Commun.*, 105-106, 1979. (\* Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology. \*\* University of Tokyo)
9. Matsumura, T., Miyashita, S. and Ohno, T. : Conversion of Proliferation and Production of Colony-stimulating Factor during the Serial Passage of Mouse Fibroblasts in Culture. *Cell Struct. Func.*, 4, 267-274, 1979.
  10. Mori, M., Ikegami, S. and Tamaoki, B. : Novel Epimerization of Steroidal Allylic Alcohols. *Steroids*, 33, 467-476, 1979.
  11. Mori, M. and Tamaoki, B. : In Vitro Metabolism of Progesterone in the Mammary Tumor and the Normal Mammary Gland of GRS/A Strain of Mice and Dependency of Some Steroid-Metabolizing Enzyme Activities upon Ovarian Function *Europ. J. Cancer* 16, 185-193, 1980.
  12. Morisaki, M., Duque, C., Ikekawa, N. and Shikita, M. : Substrate Specificity of Adrenocortical Cytochrome P-450scc—I. Effect of Structural Modification of Cholesterol Side-Chain on Pregnenolone Production. *J. Steroid Biochem.*, 13, 545-550, 1979.
  13. Duque, C., Morisaki, M., Ikekawa, N. and Shikita, M. : Stereochemistry of Cholesterol Hydroxylation at C-22 During Pregnenolone Biosynthesis. *Tetrahedron Letters*, 46, 4479-4482, 1979.

(環境衛生研究部)

1. Ichikawa, R., Abe, S., Iwakura, N., Uchiyama, M. and Inaba, J. : Environmental Radioactivity Studies in Japan. \*Patel, B. ed. Management of Environment. Wiley Eastern Limited, Bombay, 506-527, 1980.
2. Inaba, J. and Suzuki-Yasumoto, M. : A Kinetic Study of Radionuclide Absorption through Damaged and Undamaged Skin of the Guinea Pig, *Health Physics*, 37, 592-595, 1979.
3. 岩倉哲男, 山下幹雄\*, 由良 治\*, 片岡 滋\*\*, 久世逸郎\*\* : 液体シンチレーションカウンタを用いた放射能測定における再現精度の評価, 一多機種の実用カウンタによる相互比較— *Radioisotopes* 27, 413-418, 1979.  
(\* 電総研, \*\* 日本アイソトープ協会)
4. Iwakura, T., Kasida, Y., Inoue, Y., Tokunaga, N. : A Low- Background Liquid Scintillation Counter for Measuring Low-Level Tritium, *IAEA Publication STI/PUB/498, Behaviour of Tritium in the Environment Vienna*, 163-171, 1979.
5. Iwakura, T., Kasida, Y., Inoue, Y., Tanaka, K., Arai, K. : Behaviour of Environmental Carbon-14 and Tritium in Japan, Proceedings of the 6th International Congress of Radiation Research, Tokyo, 932-939, 1979.
6. Iwakura, T., Yamashita, M. \* Yura, O. \*, Kataoka, S. \*\*, Kuze, I. \*\*: Evaluation of the Reproducibility in Radioactivity Measurements with Liquid Scintillation Counters Intercomparison among several presently available counters of different models— *RADIOISOTOPES*, 28, 413-418, 1979.  
(\*\* Japan Radioisotope Association, \* Electrotechnical Laboratory)
7. 内山正史 :  $^{40}\text{K}$  と  $^{137}\text{Cs}$  による内部被曝線量, 国民線量推定のための基礎調査 (Ⅲ), 放射線影響協会, 47-66, 1979.
8. Okabayashi, H. : Differential Movement of Plutonium and Americium in Lungs of Rats following the Inhalation of Sumicron Plutonium Nitrate Aerosol. *J. Radiat. Res.*, 21, 111-117, 1980.
9. Ohno, S. : Simple and Rapid Determination of Iodine in Milk by Radioactivation Analysis, *Analyst*, March, 105, 246-250, 1980.
10. 片岡 滋\*\*, 久世逸郎\*\*, 由良 治\*, 山下幹雄\*, 岩倉哲男 : 液体シンチレーションカウンタを用いた放射能測定における再現精度の評価—計数率に依存した光電子増倍管ゲインの異常変動の影響— *Radioisotopes* 27, 419-424, 1979.  
(\* 電総研, \*\* 日本アイソトープ協会)
11. Suyama, I and Etoh, H. : A Cell Line Derived from the Fin of the Goldfish, *Carassius auratus*. *Zool. Mag.*, 88, 321-324, 1979.
12. Takeda, H., Kasida, Y. : Biological Behavior of Tritium after Administration of Tritiated Water in the Rat. *Journal of Radiation Research*, 20, 174-185, 1979.

13. Yukawa, M., Amano, K., Suzuki-Yasumoto, M. and Terai, M.: Distribution of Trace Elements in Human Body Determined by Neutron Activation Analysis. *Archives of Environmental Health*, **35**, 36-44, 1980.

[臨床研究部]

1. Ando, K., Hunter N.\* and Peters L.J.\*\*: Immunologically Nonspecific Enhancement of Artificial Lung Metastases in Tumor-bearing mice. *Cancer Immunol., Immunother* **6**, 151-156, 1979.  
(\* U. T. M. D. Anderson Hospital, U. S. A. \*\*The Prince of Wales Hospital, Australia)
2. Inuma, TA.: Current survey of radiotherapeutic documentation in Japan, Proc. 7th International Conference on Use of Computer in Radiotherapy, Göttingen, 58-70, 1978.
3. Inuma, TA., Tateno Y.\* Umegaki Y. Hashizum T.: Benefit vs. risk analysis of stomach cancer mass screening, Proc. 6th ICRR (Radiation Research) Okada S et. al. edit., Tokyo, 980-988, 1979.  
(\* 癌研放射線部, \* Cancer Institute Hospital Dept. of Radiology)
4. 飯沼 武, 館野之男: 胃集検システムの正診率, 胃癌と集団検診, **42**, **43**, 57-63, 1979.
5. 飯沼, 遠藤, 河内, 橋詰, 館野, 鈴木\*, 中西\*, 松田\*: 胃癌のX線診断における精度と画質の関係, -100ミリミラーカメラによる胃X線診断のROC解析, 日本医放会誌, **40**, 193-201, 1980.  
(\* 大阪府立成人病センター調査部)
6. Iwata, R., Ido, T., Saji, H., Suzki, K., Yoshikawa, K., Tamate, K., Kasida, Y.: A Remote-Controlled Synthesis of  $^{11}\text{C}$ -Iodomethane for the Practical Preparation of  $^{11}\text{C}$ -Labeled Radiopharmaceuticals. *Int. J. Appl. Radiat. Isotopes.*, **30**, 194-196, 1979.
7. 遠藤真広, 松本 徹, 飯沼 武, 館野之男: コンプトン散乱断層の基礎的研究, 核医学, **16**, 175-181, 1979.
8. 遠藤真広, 飯沼武, 竹中栄一\*: ワイヤによるCT像の分解能の測定, 日本医学放射線学会雑誌, **40**, 143-51, 1980.  
(\* 東京大学医学部)
9. Okuyama, S\*., Mishima, H\*\*., Shishido, F. et al.: Validity of compton radiography in soft tissue imaging *Sci. Rep. Res. Inst. Tohoku Uni.* **26**, 30-35, 1979.  
(\* Tohoku University, \*\* Tohoku Rosai Hospital.)
10. 木村敬二郎\*, 館野之男他:  $^{11}\text{CO}_2$ ,  $^{11}\text{CO}$ による局所肺機能検査法. 核医学, **16**, 521-528, 1979.  
(\* 筑波大)
11. Sigdestad, C. P.\* , Grdina, D. J.\* and Ando K.: Density gradient centrifugation of cells separated from multicellular tumor spheroids. *Experientia* **35**, 815-817, 1979. (\*U. T. M. D. Anderson Hospital U. S. A.)
12. 館野之男, 矢戸文男: コロイド肝スキャンによる肝転移の検出, 映像情報, **12**, 72-76. 1979.
13. Tsunemoto, H., Morita, S., Arai, T., Kutsutani, Y., Kurisu, A., Umegaki, Y.: Results of clinical trial with 30 MeV d-Be Neutrons at NIRS. *Treatment of Cancer*, 115-126, Elsevier, North Holland, 1979.
14. 力武知之, 館野之男他:  $^{18}\text{F}$ による骨肉腫のポジトロンシンチグラム, 日医放会誌, **39**, 620-626, 1979.

[障害臨床研究部]

1. 平嶋邦猛: 血液幹細胞と放射線障害, 臨床血液, **20**, 867-878, 1979.
2. 平嶋邦猛: 造血幹細胞からみた白血病発症機序, 最新医学, **34**, 988-994, 1979.

[技術部]

1. 岡本正則, 豊田 裕\*: マウス卵子への精子侵入および受精におよぼすグルコースとビルビン酸の影響, 日本留産学会報, **51**, 171-177, 1980.  
(\* 北里大獣医学部)
2. 福久健二郎: 核医学画像構成の物理的諸問題, 1. カメラ-電算機システム, 日本医放学会誌, **39**, 1169-1172, 1979.
3. 福久健二郎, 飯沼 武, 永井輝夫\*: シンチグラム処理における定量的評価の試み, 核医学, **17**, 155-166, 1980.  
(\* 群大医放)

〔養成訓練部〕

1. Iida, H., Koshijima, T.: A Study on the Fate of Negative Ions (Electrons) in the Flowing Air. *Nippon Acta. Radiol.*, 39, 397-400, 1979.
2. Uwamino, Y., Shin, K., \* Yoshida, M., \* Hyodo, T., \* Nakamura, T. \*\*: Penetration of Secondary Neutrons and Photons from a Graphite Assembly Exposed to 52 MeV Protons. *Nucl. Sci. Eng.*, 71, 294-300, 1979.  
(\* U. Kyoto, \*\* U. Tokyo)
3. Joshima, H., Kashima, M., Matsuoka, O.: The Effects of Polymeric Plutonium on Erythrocyte Survival in Mice II. Changes in the RES Function and Blood Volume. *J. Radiat. Res.*, 20-3, 248-258, 1979.
4. Joshima, H., Kashima, M., Matsuoka, O.: Distribution of Polymeric Plutonium Injected Intravenously with Different Amounts in Mice. *Hoken Butsuri*, 14, 225-230, 1980.

〔病院部〕

1. 荒居竜雄, 森田新六, 飯沼 武, 中村 譲, 福久健二郎, 久保久光\*, 尾内能夫\*, 都丸禎三\*, 増淵一正\*, 津屋旭\*, 河原よし子\*\*, 田崎英生\*\* : 高線量率腔内照射による子宮頸癌の放射線治療: 至適線量と分割回数との関連性, 癌の臨床, 25, 605-612, 1979.  
(\* 癌研, \*\* 東京女子医大, 放射線科)
2. 大川玲子, 荒居竜雄, 森田新六, 高見沢裕吉\* : 子宮断端癌の放射線治療法の検討, 癌の臨床, 25, 1066-1073, 1979.  
(\*千葉大学, 産婦人科)
3. Nakasima, Y., Miyamoto, T., Tanabe, H., Watanabe, I. and Terasima, T.: Enhancement of Mammalian Cell Killing by 5-Fluorouracil in Combination with X-ray. *Cancer Res.* 39, 3763-3767, 1979.
4. 奈良信雄, 坂巻 寿\*, 檀和 夫\*, 田中健彦\*, 川田健一\*, 野村武夫\*, 浅川英男\*, 林 良夫\*, 神山隆一\* : 胸壁に腫瘍を形成し, 胸水貯留をきたした IgGK+IgA 型多発性骨髄腫の一例, 内科 45, 169-173, 1980.  
(\* 東京医歯大)
5. 奈良信雄, 岡本真郎\*, 久山 泰\*, 宮坂京子\*, 林 正孝\*, 岡田 弘\*, 古川義之\*, 桃井宏直\*, 村田健三\*\* : 慢性膵炎を合併した, 著明な高脂血症 (V型) の1例, 内科, 45, 521-524, 1980.  
(\* 東京医歯大, \*\* 村田内科医院)
6. Miyamoto, T.: Recent Results in the treatment of a metastatic cervical cancer with a sequential combination of Bleomycin and Mitomycin-C. Current Status and New Development Academic Press, New York, 163-171, 1979.
7. Miyamoto, T.: Recent Results of using a sequential combination of Bleomycin and Mitomycin-C in the treatment of metastatic cervical cancer. *Recent Results in Cancer Research, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg*, 211-217, 1980.

〔環境放射生態学研究部〕

1. Ohmomo, Y. and Sumiya, M.: Dietary Survey around Nuclear Sites in the Tokai Area and Their Radiological Significance to the Relevant Population. IAEA Publication IAEA-SM-237/71. *Biological Implications of Radionuclides from Nuclear Industries*, II, Vienna, 247-256, 1979.
2. Sumiya, M., Nemoto, Y. and Ohmomo, Y.: Factors Used for the Estimation of Radioactive Nuclide Intake through Foodstuffs by Inhabitants in Coastal Area of Ibaraki Prefecture (VII)-The Consumption of Leaf Vegetables and Milk by Infants in Tokai Village- *Hoken Butsuri*, 14, 111-113, 1979.
3. Sumiya, M. and Ohmomo, Y.: Further Report on Dietary Survey around Nuclear Sites in the Tokai Area and Their Radiological Significance to the Relevant Population. Proceedings of the Third NEA Seminar on Marine Radioecology, Tokyo, 349-357, 1979.
4. Tanaka, G., Kawamura, H. and Nakahara, Y.: Reference Japanese Man-I. Mass of organs and other characteristics of normal Japanese, *Health Physics*, 36, 333-346, 1979.
5. Tanaka, G., Kawamura, H. and Nomura, E.: Physical characteristics of the Japanese in relation to Reference Man, 5th International Congress of IRPA held in Jerusalem, Israel, March 6-14, 1980. Book of Papers II: 227-230.
6. Nakamura, Y. and Ohmomo, Y.: Factors Used for the Estimation of Gaseous Radioactive Iodine Intake through Vegetation-I. Uptake of Methyl iodide by Spinach Leaves. *Health Physics*, 38, 307-314, 1980.

7. Nakamura, Y. and Ohmomo, Y. : Factors Used for the Estimation of Gaseous Radioactive Iodine Intake through Vegetation- II. Uptake of Elemental Iodine by Spinach Leaves. *Health Physics*, **38**, 315-320, 1980.
8. 野村悦子, 河村日佐男, 田中義一郎: 「人骨中の<sup>90</sup>Sr 濃度について」 第21回環境放射能調査研究成果論文抄録集 (昭和53年度) 135, 1979.
9. 田中義一郎, 野村悦子, 河村日佐男: 標準日本人 (Reference Japanese Man) について, 「ICRP 勧告の日本人への適用に関する調査報告書」 (代表研究者, 高橋信二), 日本医学放射線学会, 9-130, 1980.

〔海洋放射生態学研究部〕

1. Ishii, T., Iimura, M. and Koyanagi, T. : Determination of Trace Elements in Marine Organisms- II *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **45**, 459-464, 1979. (in Japanese)
2. Ueda, T., Nakahara, M., Ishii, T., Suzuki, Y. and\* Suzuki, H. : Amounts of Trace Elements in Marine Cephalopods *J. Radiat. Res.*, **20**, 338-342, 1979. (\* 動燃安全管理部)
3. Suzuki, Y., Nakahara, M. and Ueda, T. : Accumulation and Excretion of <sup>95</sup>Zr and <sup>95</sup>Nb by Common goby (*Acanthogobius flavimanus*) *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **45**, 1293-1298, 1979.
4. Suzuki, Y., Nakahara, M., Nakamura, R. and Ueda, T. : Roles of Food and Sea Water in the Accumulation of Radionuclides by Marine Fish *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **45**, 1409-1416, 1979.
5. Nakahara, M., Koyanagi, T., Ueda, T. and Shimizu, C.\*: Peculiar Accumulation of Cobalt-60 by the Branchial Heart of Octopus *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **45**, 539, 1979. (\* 東京大学農学部)
6. Nakahara, M., Hirano, S., Ishii, T. and Koyanagi, T. : Accumulation and Excretion of Cobalt-60 Taken up from Seawater by Marine Fishes *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **45**, 1423-1428, 1979.
7. Nakamura, R., Nakahara, M., Ishii, T., Ueda, T. and Shimizu, C.\*: Combining of Radionuclides with Constituent Materials of Marine Algae *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **45**, 757-762, 1979. (\* 東京大学農学部)
8. Nagaya, Y. and Nakamura, K. : Deposition and Accumulation of Artificial Radionuclides in Coastal Marine Environment Sakanoue, M. ed., *Environmental Radioactivity Studies, Report of the Project Research Ministry of Education, Science and Culture, Kanazawa*, 58-64, 1979.

54年

B. 総説, その他

〔科学研究官〕

1. 梅沢浜夫\*, 寺島東洋三, 他: 癌化学療法の25年, 診断手帖, **66**, 2-12, 1979. (\* 微生物化学研究所)
2. Terasima, T., Watanabe, M.\* and Takabe, Y.\*: Upward-Concave Dose-Response Relationship in Bleomycin Lethality of Mammalian Cells. Hecht, S.M. ed. *Bleomycin: Chemical, Biochemical, and Biological Aspects*. Springer Verlag, New York, 297-308, 1979. (\*Chiba University, School of Medicine)

〔物理研究部〕

1. 川島勝弘: 放射線の SI 単位について, 臨床放射線, **24**, 1441-1442.
2. 川島勝弘: 放射線物理学は放射線治療の進歩にどのように貢献し, 今後どのように寄与できるか - 物理学の立場から - これからの貢献, 癌の臨床, **25**, 1196-1202, 1979.
3. 川島勝弘: 臨床医のための放射線の基礎知識, 最新教育講座, **332**, 1980.
4. 喜多尾憲助: 「医療用照射装置の比較検討」 E-1. 加速器方式, 医療用原子炉設計検討会報告書, 63-73, 1979
5. 田中栄一: Emission CT (放射型 CT) の現状と将来, 原子力工業, **25**, 24-28, 1979.
6. 中島敏行: 第10回ブラジル医学物理学学会記念大会, 日本原子力学会誌, **22**, 43, 1980.
7. 中島敏行: TLD の最近の進歩, *Radioisotopes*, **28**, 225-264.
8. 丸山隆司: 職業上の被曝の現状と問題点, 保健物理, **15**, 1-17, 1980.

547

〔生物研究部〕

1. 江藤久美：淡水魚，実験動物の飼育管理と手技（今道友則監修）（ソフトサイエンス社）620-644，1979.
2. Etoh, H. and Hyodo-Taguchi, Y. Techniques for demonstrating radiation pathology in aquatic organisms including histology and autoradiography. Tech. Rep. Ser., 190, IAEA-AG-134/14, Vienna, 1979.
3. 中沢 透：生体膜に対する放射線の作用—脂質過酸化を問題とする放射線生物研究，14，6-15，1979.
4. 松平寛通：放射線生物学は放射線治療の進歩にどのように寄与しているか生物学の立場から，細胞レベルでの研究，癌の臨床，25，1219-1224，1979.
5. 安増郁夫\*，中沢 透，浅見行一：受精とエネルギー代謝，発生の生化学（裳華房），70-93，1979.  
（\* 早稲田大学教育学部生物）
6. 山口武雄，江口清美：トリチウムの生物学的影響，放射線科学，23，27-31 45-49，1980.

〔遺伝研究部〕

1. 宇都宮謙二\*，岩間毅夫\*，谷村雅子\*，村田 紀：消化管ポリポーシス，診断と治療，67，264-274，1979.  
（\* 東京医歯大）
2. 中井 斌：モトの遺伝的リスクの評価，原子力工業，25，48-56.
3. 中井 斌：放射線のリスクの評価と染色体異常，放射線科学，22，57-64.
4. 村田 紀：ヒトのガンと遺伝，日経メディカル，95，166-170，1979.
5. 安田徳一，中島 章\*：フィンランド，オーランド自治領マリーハム市での「隔離集団の集団遺伝学的研究」のシンポジウムに出席して，日本人類遺伝学雑誌，24，51-53，1978. （\* 順天堂大学医学部，眼科）
6. 安田徳一：有害突然変異，臨床医，6，45-46，1980.

〔生理病理研究部〕

1. 大原 弘：放射線およびその関連領域の最近の動向，臨床放射線，25.
2. 崎山比早子：トランスフォーメーションによる細胞膜糖たん白，糖脂質の修飾，ウイルス，29，19-30，1979.
3. 佐渡敏彦，相沢志郎：骨髓キメラ—リンパ球の適応的分化の実験モデル—代謝，16，臨時増刊号，「免疫，79，」45-53，1979.
4. Sado, T. Late Effects of Radiation on Immune System: A Review. Radiation Research, Proc. 6th Int. Cong. Radiat. Res., Okada, S., M. Imamura, T. Terasima and H. Yamaguchi (eds.), Toppan Printing Co., Tokyo, 688-697, 1979.
5. 佐渡敏彦：抗体と遺伝子，臨床医，6，32-34，1980.
6. 佐渡敏彦：in vivo培養系，矢田純一，藤原道夫編，リンパ球機能検索法，中外医学社，262-279. 1979.
7. 関 正利，吉田和子：白血病と造血の“場”最新医学，34，967-972，1979.
8. 関 正利：放射線キメラ，免疫病理学の疾患（岡林篤編），文光堂（東京），542-550，1979.

〔障害基礎研究部〕

1. 石原隆昭：白血病と染色体異常，臨床医，6，270-273，1980.
2. 福田 俊：ビーグル犬物語(1)，放射線科学，22，80，1979.
3. 福田 俊：ビーグル犬物語(2)，放射線科学，22，238，1979.
4. 松岡 理：放射線における線量-効果関係，環境の基準—その科学的背景—，39-49，1979.
5. 松岡 理：放射性核種についての毒性学，遺伝，33，11-14，1979.
6. 松岡 理：内部被曝実験棟の建設とプルトニウムの生物学的安全性研究，日本原子力学会誌，21，768-772，1979.
7. 松岡 理：超ウラン元素内部被曝研究の歴史と現況，放射線科学，22，225-229，1979.

8. 松岡 理：実験動物と人をつなぐ、農林水産省家畜衛生試験場研究報告, 78, 68-74, 1979.

〔薬学研究部〕

1. 上田順市：ピロカテカーゼ反応の化学モデル, 化学と工業, 32, 364-365, 1979.
2. 大野忠夫：培養細胞の老化, 細胞増殖因子に対する反応性の変化, 組織培養, 5, 214-220, 1979.
3. 大野忠夫：血小板由来増殖因子 (PDGF) と線維芽細胞増殖因子 (FGF), 組織培養, 5, 356-363, 1979.
4. 大野忠夫：ホルモン反応性と老化, 臨床科学, 15, 1381-1387, 1979.
5. 大野忠夫：細胞増殖因子研究の進歩—epidermal growth factorを中心に, 医学のあゆみ, 110, 73-79, 1979.
6. 大野忠夫, 常岡和子, 色田幹雄：一培養細胞の産生する分化誘発物質—A, 正常白血球幹細胞増殖因子, 医学のあゆみ, 112, 347-350, 1980.
7. 小沢俊彦：水からスーパーオキシドイオンを生成する新しい光化学的方法, 化学と工業 32, 457-458, 1979.
8. 玉置文一：Journal Review, ステロイドの総合的な速報誌 “STEROIDS” の紹介, 学鑑, 76, 70-71, 1979.
9. 花木 昭：ストップフロー円二色性装置, 生体高分子の立体構造の迅速変化を観測する, 化学と工業 32, 795-796, 1979.
10. 花木 昭：大環状化合物を用いて海水中のウランを捕取する, 化学と工業, 32, 867, 1979.
11. 穂積本男\*, 梅沢毅彦\*, 竹永啓三\*, 大野忠夫, 色田幹雄, 山根績\*\*：一培養細胞の産生する分化誘発物質—B, 骨髓性白血病細胞の分化誘導因子, 医学のあゆみ, 112, 411-414, 1980. (\* 埼玉ガンセンター, \*\* 東北大)
12. 森 誠, 玉置文一：肝におけるステロイドホルモンの代謝, 一新しい内因性因子による調節および薬剤による誘導, 日本臨床, 37, 39, 1979.
13. Engel, L. L.\* and Inano, H.: Some Kinetic Properties of Human Placental Estradiol-17 $\beta$  Dehydrogenase: Patterns of Inhibition by Adenosine Nucleotides. Advances in Enzyme Regulation. 17, 363-371, 1979.  
(\* Harvard Medical School)

〔環境衛生研究部〕

1. 阿部史朗：米国スリーマイル島原子力発電所事故(1)—環境, 人間に対する汚染と線量の評価—, 放射線科学, 22, 165-176, 1979.
2. 阿部史朗：米国スリーマイル島原子力発電所事故(2), 一米国の緊急時環境放射線対応組織—, 放射線科学, 22, 198-204, 1979.
3. 阿部史朗：米国スリーマイル島原子力発電所事故(3), 一環境放射線モニタリング—, 放射線科学, 22, 217-224, 1979.
4. 阿部史朗：米国スリーマイル島原子力発電所事故(4), 一各機関の活動と作業者の被曝—, 放射線科学, 22, 239-242, 1979.
5. 新井清彦：ムラサキツユクサについて, 放射線科学, 22, 21-24, 1979.
6. 市川龍資：原子力の環境影響に関する UNEP 専門家会議, 保健物理, 14, 49-52, 1979.
7. 市川龍資：国民線量推定のための基礎調査, 1978. 保健物理, 14, 193-196, 1979.
8. 市川龍資：放射線影響国連科学委員会第28回会議, 保健物理, 14, 203-207, 1979.
9. 市川龍資：OECD 原子力機関の海洋放射生態学セミナー, 保健物理, 14, 273-276, 1979.
10. 市川龍資：高レベル廃棄物深海底処分検討会議, 放射線科学, 22, 85-88, 1979.
11. 市川龍資：放射性固体廃棄物の深海処分(1)大西洋投棄サイトの再評価, 放射線科学, 22, 97-102, 1979.
12. 市川龍資：放射性固体廃棄物の深海処分(2), 国際的規制体系の成立, 放射線科学, 22, 140-144, 1979.
13. 市川龍資：放射性固体廃棄物の深海処分(3)わが国をめぐる世界の情勢, 放射線科学, 22, 161-164, 1979.
14. 市川龍資：OECD 原子力機関多国間協議監視機構専門家会議, 放射線科学, 23, 13-16.

15. 稲葉次郎：米国スリーマイルアイランド原子力発電所事故とわが国の対応—その4—，原子力安全委員会米国原子力発電所事故調査報告—第2次—について，プロメテウス，13，91-96，1979.
16. 稲葉次郎：自然放射能による体内被曝，原子力工業，26，22-26，1980.
17. 岩倉哲男：トリチウムの測定，電気学会原子力研究会資料，NE-76-6.
18. 大野 茂：牛乳中のヨウ素の迅速分析法，文部省科学研究費による研究報告書，京大原子炉実験所，80-82，1980.
19. Okabayashi, H. : Distribution of Experimentally Inhaled Plutonium in Rats and Fallout Plutonium in Human Organs. IAEA STI/PUB/522 Biological Implications of Radionuclides Released from Nuclear Industries. Vol. 1, Vienna, 371-383, 1979.
20. 岡林弘之，滝澤行雄\*：人体臓器中のPu-239, 240濃度，第21回環境放射能調査研究成果論文抄録集，139-140，1979.  
(\* 秋田大学医学部)
21. 藤元憲三訳：エドワード，ポーチン博士講演集(1)，放射線科学，22，185-189，1979.
22. 藤元憲三訳：エドワード，ポーチン博士講演集(2)，放射線科学，22，205-210，1979.
23. 湯川雅枝，本郷昭三，高貫一明，岡林弘之：大気浮遊塵中の放射性核種濃度，第21回環境放射能調査研究成果論文抄録集，59-60，1979.

〔臨床研究部〕

1. 飯沼 武：CT技術の展望，放射線像研究，9，15-21，1979.
2. 飯沼 武：コンピュータ断層の原理，治療，61，63-67，1978.
3. 飯沼 武：4.3コンピュータ体軸断層撮影，不可視情報の画像化，昭晃堂，1979.
4. 飯沼 武：第38回日本医学放射線学会（東京）印象記物理，サクラXレイ写真研究，30，15-16，1979.
5. 飯沼 武：いかにしてCT像を再構成するか？CT研究，1，339-344，1979.
6. 飯沼 武，館野之男，橋詰 雅：医療における安全性—低レベルのエネルギー—照射と微量化学物質の投与，日本医事新報，2886，43-44，1978.
7. 飯沼 武：超高速XCTの開発の現状，臨床ME，3，592-597，1979.
8. 飯沼 武：神経放射線学 6. CTの基礎，牧，久留編，朝倉書店，1979.
9. 飯沼 武：CTスキヤンの原理，理学療法と作業療法，13，731-736，1979.
10. 飯沼 武：CT像の復元法について(1)(2)，ドクターサロン，23，1245-1248，1979.
11. 飯沼 武：医学物理学者の医療における役割，物理部会会報，15，15-16，1979.
12. 飯沼 武，遠藤真広：コンピュータ層撮影の最近の進歩，計測と制御，18，835-847，1979.
13. 飯沼 武：将来の映像診断法—NMR, US, Impedance CT，老年医学，17，1541-1546，1979.
14. 飯沼 武：核医学とコンピュータ，メディカルレビュー，13，48-49，1979.
15. 飯沼 武：CT技術の将来展望，日本医放会誌，1251-1253，1979.
16. 飯沼 武，館野之男，橋詰 雅：損失の比較による胃集検の評価—医療被曝における利益と危険の考え方，第10回放医研シンポジウム文集，医療被曝とその対策，96-116，1979.
17. 飯沼 武：放射技術の展望と限界—新しい医用工学，第20回日本医学会総会誌，2037-2040，1979.
18. 飯沼 武：ポジトロンCT，医用電子と生体工学，17，503-509，1979.
19. 飯沼 武：医療における意志決定と臨床の有効度，映像情報，12，39-41，1980.
20. 飯沼 武：医用工学MEの基礎と応用（桜井靖久編）3.1 RI画像処理，3.2 コンピュータ断層撮影，共立出版，338-358，1980.
21. 飯沼 武：大きな可能性をもつ陽電子CT，新医療，7，38-41，1980.
22. 飯沼 武：注目される人体映像技術ポジトロンCT，OプラスE，6，57-62，1980.

23. 井戸達雄：核医学診断用超短半減期アイソトープの生産と利用, *Radioisotopes*, **28**, 648-657, 1979.
24. 遠藤真広, 館野之男, 飯沼 武：NMR 映像法—NMRによるプロトンスピンの撮像法—(上) 映像情報, **11**, 157-163, 1979.
25. 遠藤真広, 館野之男, 飯沼 武：NMR 映像法—NMRによるプロトンスピンの撮像法—(下) 映像情報, **11**, 237-44, 1979.
26. 遠藤真広, 館野之男：脳神経疾患のコンピュータ断層撮影 (高橋睦正, 編著, I II III章 分担, 執筆) 南江堂 1979. 7.
27. 遠藤真広：Vignette in Computed Tomography (4) —補正関数と画質—(I)— CT 研究, **1**, 473-498, 1979.
28. 遠藤真広：Vignette in Computed Tomography (s), —補正関数と画質—(II)—, CT 研究 **2**, 15-19, 1980.
29. 久田欣一\*, 飯沼 武, 松本徹他：核医学イメージング規格化に関する勧告, *Radioisotopes* **28**, 708-718, 1979.  
(\* 金沢大学医学部)
30. 穴戸文男, 館野之男：放射性トレーサによる癌診断とその限界, *最新医学*, **34**, 482-487, 1979.
31. 穴戸文男, 館野之男：CT スキャナー, 原理, 装置, 今後の問題, *総合臨床*, **28**, 1378-1387, 1979.
32. 穴戸文男, 館野之男：ポジトロン核医学, —脳—, 映像情報 **11**, 729-739, 1979.
33. 穴戸文男, 館野之男：CT スキャン, I. 歴史, 理学療法と作業療法, **13**.
34. 穴戸文男, 館野之男：ポジトロン CT, *Geriatric Medicine*, **17**, 1979.
35. 穴戸文男, 館野之男：ポジトロン核医学, —心臓—, 映像情報 **12**, 62-66, 1980.
36. 竹中栄一\*, 飯沼 武, 遠藤真広 他：X線コンピュータ断層撮影装置の性能評価に対する基準 (第1次勧告) 日本医師会雑誌, **82**, 1175-1185, 1979.  
(\* 東京大学医学部)
37. 館野之男：診断精度とクリニカル, エフィカシー——画像医学の総合的体系化のために, 映像情報, **11**, 279-282, 1979.
38. 館野之男：東京芝浦電気 (株) 那須工場, *Isotope News* **300**, 10-13, 1979.
39. 館野之男：ポジトロン CT, *日経産業新聞*, 1979.
40. Tateno Y.: Basic Problems in Integrated Body Imaging *Medix* **5**, 1-6, 1979. 10.
41. 館野之男：検査の「診断能」と「有効性」の評価, *サクラメレイ写真研究*, **13**, 5-9, 1980.
42. 館野之男：医療被曝の影響と低減策を考える, *日経メディカル*, 158-162, 1980.
43. 恒元 博：速中性子線療法, 診断と治療, **67**, 121-127, 1979.
44. 恒元 博：放射線治療の臨床トライアル, *日本原子力学会雑誌*, **21**, 833-839, 1979.
45. 恒元 博：速中性子線治療, —現況と将来—, 第20回日本医学会総会誌, 2113-2118, 1979.
46. 恒元 博：高 LET 放射線の実験的研究と臨床応用, *放射線科学*, **22**, 135-136, 1979.
47. 恒元 博, 津屋 旭, 他：放射線治療及びその関連領域の最近の動向, *臨床放射線*, **25**, 167-176, 1978.
48. 恒元 博：癌の集学的治療, *Isotope News*, **308**, 23-24, 1979.
49. 松本 徹：機能画像構成, *日本医学放射線学会雑誌*, **30**, 1180-1183, 1979.
50. 松本 徹：4. 4. RI イメージングシステム, 不可視情報の画像化, 昭晃堂.
51. 山根昭子：Total exchangeable K. *日本臨床* 1979年夏季増刊, **444**, 437-438, 1979.

〔障害臨床研究部〕

1. 杉山 始：老年者の染色体, *臨床科学*, **15**, 1325-1331, 1979.
2. 平嶋邦猛：臨床からみた放射線障害, *産業医学ジャーナル*, **2**, 12-20, 1979.
3. 平嶋邦猛：放射線と白血病, *原子力文化*, **10**, 10-11, 1979.



〔養成訓練部〕

1. 安本 正：欧米先進国における原子力施設の緊急医療対策と我が国の対応，日本原子力センターセミナー資料，800194，19.
2. 安本 正：放射線事故の緊急医療救護に関する欧米諸国の実状とわが国の課題，日本原子力学会誌，22，147-154，1980.

〔病院部〕

1. 森田新六：子宮頸癌の放射線治療（標準治療法）臨床放射線，24，609-611，1979.
2. 森田新六：子宮頸癌の放射線治療の諸問題，臨床放射線，24，797-798，1979.

〔環境放射生態学研究部〕

1. Ohmomo, Y.: Selection of Critical Group in Relation to the Release of Radionuclides from Nuclear Spent Fuel Reprocessing Plant. Proceedings of the Third NEA Seminar on Marine Radioecology, Tokyo, 381-382. 1979.
2. 大桃洋一郎：環境放射生態学の研究について，放射線科学，22，158-160，1979.
3. 大桃洋一郎：第7回放医研環境セミナーについての所感，保健物理，15，64，1980.
4. 大桃洋一郎，住谷みさ子：食品消費実態調査の現状，原安協だより，51，3-6，1979.
5. 大桃洋一郎：第7回放医研環境セミナーについての所感，アイソトープニュース，307，18，1980.
6. 大桃洋一郎，住谷みさ子，鈴木祥子：放射能クリティカル経路に関する調査研究，受託研究昭和54年度成果報告集，1-18，1980.
7. 大桃洋一郎，中村裕二，村松康行：気体状ヨウ素の葉面付着に関する研究，文部省科学研究費総合研究(A) 53.54年度成果報告集，自然および人工放射性物質からの被曝線量推定に関する研究，56-63，1980.
8. 鎌田 博，渡部輝久，内田滋夫：自然および人工放射性物質からの被曝線量推定に関する研究—環境微量放射性物質の分析測定法と挙動に関する研究—昭和53，54年度文部省科学研究費補助金（総合研究A）研究成果報告書，64-71，1979.
9. 河村日佐男：「カリホルニア大学ロスアラモス科学研究所留学記」放射線科学，22，81-84，1979.
10. Saiki, M.: Some Comments in connection with Japanese Experience on Pre-estimation of Radiation Dose to Man due to the Coastal Release of Liquid Radioactive Wastes. Proceedings of the Third NEA Seminar on Marine Radioecology, Tokyo, 383-385. 1979.
11. 住谷みさ子，根本陽子，大桃洋一郎：茨城県沿岸原子力施設周辺住民の食品消費実態調査，第21回環境放射能調査研究成果論文抄録集，141，1979.
12. 本間美文，大桃洋一郎：放射性物質及び安定元素の土壌から植物への移行に関する調査研究—放射性物質及び安定元素の土壌中における挙動に関する調査研究—，文部省科学研究費総合研究(A)54年度成果報告集，放出放射能による環境汚染と被曝評価に関する研究，85-89. 1980.

〔海洋放射生態学研究部〕

1. Nagaya, Y.: Guidebook for Marine Environmental Study Radioactive Substances ed. The Oceanographical Society of Japan. Koseisha-Koseikaku, Tokyo, 300-305, 1979.

G   □   頭

〔所 長〕

1. Kumatori, T., Ishihara, T., Hirashima, K., Sugiyama, H. and Miyoshi, K.: The Follow-up Studies over a 25-years Period on Japanese Fishermen Exposed to Radioactive Fallout, 1954. Oct. 18, 1979 The Medical Basis for Radiation Accident Preparedness. *American Museum of Science & Energy, Oak Ridge, Tenn., U. S. A.*

〔科学研究官〕

1. 岡部哲郎\*, 寺島東洋三: ヒト CSF (Colony Stimulating Factor) の大量生産のための CSF 産生腫瘍組織培養株の大量培養について, 第38回日本癌学会, 東京プリンスホテル, 1979.9.27. (\* 東京大学, 内科)
2. 岡部哲郎\*, 寺島東洋三: ノドマウスに移植されたヒト悪性腫瘍の免疫学的手法による培養・分離について, 第48回日本組織培養学会, 東京, 1979.11.13. (\* 東京大学, 内科)
3. 寺島東洋三: 細胞不活化動態と癌化学療法, 東京化学療法グループセミナー, 国立ガンセンター, 1979.9.18.

〔物理研究部〕

1. Inada, T., Kawachi, K., Kanai, T. and Matsuzawa H.: Proton Field Shaping by Spot Scanning. US-JAPAN Cooperative Cancer Research Seminar Kyoto University club House, May 22.
2. 金井達明, 河内清光, 平岡 武, 松沢秀夫, 丸山隆司, 恒元博, 稲田哲雄: 陽子線治療装置, 第38回日本医学放射線学会, 物理部会, 1979.10.1.
3. 川島勝弘: 放射線の SI 単位, 放射線治療談話会, 東京医歯大, 1979.4.18.
4. Kawashima, K., Hiraoka, T., Hoshino, K. and Hashizume, T. Neutron Dosimetry Intercomparison at NIRS between Japan and USA ICRR Zenkyoren Bld. May 16.
5. 川島勝弘: 放射線の SI 単位について, 第64回日医放, 放射線医学講習会, 慶応大学, 1979.7.28.
6. Kawachi, K., Kanai, T., Matsuzawa, H. and Inada, T.: Proton Therapy Control System Using Spot Beam Scanning. ICRR Zenkyoren Bld. May 15.
7. Kawachi, K., Kanai, T., Matsuzawa, H., Hashizume, T., Tsunemoto, H., Kurisu, A. and Inada, T.: NIRS Proton Therapy Facility. US-JAPAN Cooperative Cancer Research Seminar Kyoto University Club House, May 22.
8. 河内清光, 金井達明, 松沢秀夫, 稲田哲雄: フィルムの陽子線線質依存性について, 第38回日本医学放射線学会, 物理部会, 呉, 1979.10.10.
9. 河内清光, 小山田日吉丸, 福喜多博義, 照井頌二:  $^{131}\text{I}$  (溶依) 大量投与時における腹壁への線量とカプセル剤による大量投与時の胃壁への線量について, 第19回日本核医学会, 東京国立教育会館, 1979.11.27.
10. 喜多尾憲助: 医学生物学における核データの利用, 核データ研究会, 日本原子力研究所, 1979.12.11.
11. 喜多尾憲助: 評価された核崩壊データに基づく照射線量率定数, 日本原子力学会昭和55年年会, H会場, 1980.3.27
12. 白貝彰宏, 丸山隆司, 山口 寛, 野田 豊: photon dosimetryにおける実効質量阻止能比(2), 第38回日本医放学会, 物理部会, 呉, 1979.10.10.
13. 田中栄一, 野原功全, 村山秀雄: 符合セサンプリング方式の計数率特性, 第38回日本医学放射線学会物理部会, 呉, 1979.10.10.
14. 田中栄一: Physical and Technical Problems in Positron ECT, 第4回国際画像医学会議, 米国ハワイマウイ島, 1979.10.14.
15. 田中栄一: ECTの現状と将来, 第19回日本核医学会, 東京国立教育会館, 1979.11.28.
16. 田中栄一: 3次元画像の再生 (CT), 第10回画像工学コンファレンス, 東京農協ホール 1979.11.30.
17. 富谷武浩: 陽電子消滅対ガンマ線を用いた体軸横断装置の高速電子回路, 第16回理工学における同位元素研究発表会, 国立教育会館, 1979.6.26.

18. 富谷武浩, 山本幹男, 須田善雄, 田中栄一, 遠藤真広, 野原功全, 村山秀雄, 渡辺昭彦, 俣江重隆, 川口文男, 植田 健, 下串 明, 石村健二: 頭部用ポジトロン CT 装置の電子回路システムの設計と開発, 第19回日本核医学会, 東京教育会館, 1979. 11. 27.
19. 中島敏行, 鈴木, 島野.: Aplicabilidade do dosimetro termoluminescente tandem para medir a dose de dispersao do raios-X em roentginografia dental 1979. (Sas Paule Bragil)
20. 中島敏行, 越島得三郎, 竹内 智: 低線量測定における TLD リーダーの低雑音化の検討, 日本保健物理学会, 名大工学部 1979. 4. 6.
21. Nakajima, T., Matszawa, T., Murayama, Y. and Koyano, A.: Preparation and Dosimetric Properties of a New Highly Sensitive LiF TLD and Its Applications ICRR May 15, 1979 (全共連ビル)
22. Nakajima, T., Suzuki, Y. and Fueumoto, K et al: Feasibility of Tandem TLD to Dose Measureme nts of Scattered X-rays in Dental Roentgenography ICRR May 15, 1979. (全共連ビル)
23. Nakajima, T., Shikihara, K. and Matsumoto, T. et al: Spectral Measuremeot of Soft-Xray with Solid State Detector ICRR May 17, 1979.
24. 中島敏行: 高感度 TLD の開発と応用, 第16回理工学における同位元素研究発表会, 国立教育会館 1979. 6. 25.
25. 中島敏行: 固体線量計の応答機構(1), 日本原子力学会54年秋の分科会, 東海原研, 1979. 10. 24.
26. 西沢かな枝,\* 丸山隆司, 野田 豊, 白貝彰宏, 山口 寛, 橋詰 雅: 日本における職業被曝の実態, 第38回日本医学放射線学会, 物理部会, 呉, 1979. 10. 11. (\* 杏林大学)
27. 野原功全, 田中栄一, 山本幹男, 石松健二, 高見勝己: 有限角回転系のポジトロジー, 第38回日本医学放射線学会, 物理部会, 呉, 1979. 10. 10.
28. 野原功全, 田中栄一, 山本幹男, 富谷武浩, 村山秀雄, 遠藤真広, 飯沼 武, 館野之男, 石松健二, 大串 明, 高見勝己, 植田 健, 川口文男: 頭部用ポジトロン CT 装置の検出器系, 第19回日本核医学会, 東京国立教育会館, 1979. 11. 27.
29. 橋詰 雅, 松沢秀夫, 丸山隆司, 河内清光: 放射線遠隔照射治療による国民線量の推定, 1. 患者数と治療回数, 日本医学放射線学会第300回関東地方会, 富士フィルム, 1979. 7. 21.
30. 橋詰 雅, 松沢秀夫, 丸山隆司, 河内清光, 白貝彰宏, 野田 豊: 遠隔放射線治療による国民線量の推定, 第1報 遺伝有意線量, 平均骨髓線量及び白血病有意線量, 日本医学放射線学会 第301回関東地方会, 富士フィルム講堂, 1979. 9. 22.
31. 平岡 武, 川島勝弘, 星野一雄, 河内清光, 金井達明, 佐方周防: 70MeV 陽子線の線量測定, 第38回日本医学放射線学会, 物理部会, 呉, 1979. 10. 10.
32. 平岡 武: 医療用中性子,  $\gamma$  線混成放射線の測定, 第3回放射線ドシメトリ研究会, 高エネルギー物理学研究所, 1979. 12. 5.
33. 古本啓一, 中島敏行, 他11名: 歯科放射線診査時の被曝線量測定ならびに国民の撮影被曝線量の推定と改善に関する研究報告, 第2回日本歯科放射線学会, 日本歯大新潟歯学部, 1979. 10. 7.
34. 星野一雄: W値について最近の話題, 第4回医療用標準線量研究会, 愛知がんセンター, 1979. 9. 7.
35. 星野一雄, 川島勝弘, 平岡 武: 速中性子線に対する Fricke 線量計の G 値, 第38回日本医学放射線学会, 物理部会, 呉, 1979. 10. 10.
36. Maruyama, T., Hashizume, T., Shiragai, A., Yamaguchi, H., Noda, Y. and Nishizawa, K.: Estimation of stochastic risk from medical and dental diagnosis. ICRR, Zenkyoren Bld., May 16, 1979.
37. 丸山隆司: マイクロドシメトリ防護を中心として, 第38回日本医学放射線学会, 物理部会, 呉, 1979. 10. 10.
38. Maruyama, T. and Hashizume, T: Population doses from medical and occupational exposures in Japan. JAPAN-SWEDEN Seminar, January 14-15, 1980, Kyoto Gurand Hotel.
39. 村山秀雄, 田中栄一, 野原功全, 富谷武浩: 減衰時定数の長いシンチレータのタイムピックオフ, 第16回理工学における同位元素研究発表会, 東京国立教育会館, 1979. 6. 27.

40. 村山秀雄, 田中栄一, 野原功全: BGO シンチレーション検出器のタイミング・ディスクリミネータ, 第40回応用物理学学会学術講演会, 北大工学部, 1979. 9. 30.
41. 村山秀雄, 田中栄一, 野原功全, 富谷武浩, 高見勝己, 石井 満: ポジトロン CT 用 BGO 検出器の特性, 第19回日本核医学会, 東京国立教育会館, 1979. 11. 27.
42. Yamaguchi, H., Shiragai, A. and Maruyama, T.: Transformation Method for the MIRD Absorbed Fraction as Applied to Estimation of Internal Radiation Dose for Various Physiques. ICRR, Zenkyoren Bld., May 17, 1979.
43. Yamamoto, M., Nohara, N. and Tanaka, E.: A New Method for Fine and Uniform Sampling in Positron Emission CT, The 6th International Conference on Information Processing in Medical Imaging, Paris, July 3, 1979.

〔化学研究部〕

1. 今井靖子, 渡利一夫, 伊沢正実, 岩島 清\*: オキシソ存在下における  $^{60}\text{Co}$  などの非イオン性巨大網状構造樹脂への吸着挙動, 第16回理工学における同位元素研究発表会, 東京, 1979. 6. 29. (\* 国立公衆衛生部)
2. 河村正一, 竹下 洋, 柴田貞夫, 黒滝克己: 無機リン交換体に対する RI 吸着の試み, 日本保健物理学会, 第14回研究発表会, 名古屋, 1979. 4. 5.
3. Kawamura, S., Shibata, S., Kurotaki, K. and Takeshita, H.: A Selective Adsorption of Strontium with an Adsorbent Impregnated with Dicyclohexyl-18-crown-6. 6th ICRR, Tokyo, May 14, 1979.
4. 河村正一, 竹下 洋, 柴田貞夫, 黒滝克己: Artemisiae Folium を RI 吸着, 保持体に使用する試み 第23回放射化学討論会, 大阪, 1979. 10. 13.
5. 黒滝克己, 河村正一: 金属錯イオンと水の相互作用, その2; 部分モル熱容量, 日本化学会第40秋季年会, 福岡, 1979. 10. 18.
6. 座間光雄, D. E. Olins\*: Nucleosome Conformation 尿素および塩の影響, 日本生物物理学会, 第17回年会, 名古屋, 1979. 10. 27. (\* 米国オークリッジ国立研)
7. 座間光雄, D. E. Olins\*: Nucleosome Conformation II pH および有機溶媒の影響, 日本生物物理学会, 第17回年会, 名古屋, 1979. 10. 27. (\* 米国オークリッジ国立研)
8. 座間光雄, 三田和英, 市村幸子: スクレオソームの構造, 蛋白質研究所セミナー「クロマチン」, 大阪, 1979. 11. 13.
9. 松本信二: 陽子散乱による安定同位元素の測定法の開発, 理工学における同位元素研究発表会, 東京, 1979. 6. 26.
10. 松本信二: 紫外線照射による核分裂時期の遅れと次回の核分裂周期の短縮, 基礎生物学研究所シンポジウム, 岡崎市, 1979. 9. 14.
11. 松本信二: 真空紫外線照射によるフィザルム細胞の核分裂開始の遅れ, 高エネルギー研シンポジウム, 筑波, 1980. 2. 29.
12. 三田和英, 市村幸子, 座間光雄: ヒストン分子中のリジン残基, アルギニン残基の特性, 第30回タンパク質構造討論会, 東京, 1979. 10. 4.
13. 三田和英, 市村幸子, 座間光雄: ポリホモアルギニンの構造, 日本生物物理学会第17回年会, 名古屋, 1979. 10. 27.
14. 森明充興, 島津良枝: 新しい紫外線感受性アンバー変異株について, 第51回日本遺伝学会大会, 京都, 1979. 10. 11.
15. 渡利一夫, 今井靖子, 伊沢正実, 岩島 清\*: 巨大網状構造樹脂の放射化学的利用 (第13報) 放射性核種の吸着におよぼすテトラフェニルアルソニウムクロライドなどの影響, 第23回放射化学討論会, 大阪, 1979. 10. 13. (\* 国立公衆衛生院)

〔生物研究部〕

1. 浅野井雅晴\*, 尾崎一穂\*, 丸山工作\*, 中沢 透: ミトコンドリアの管状構造タンパク質, 第31回日本動物学会関東支部大会, 筑波大学, 1979. 4. 2. (\* 千葉大学理学部生物)
2. 浅見行一, 湯川修身: 肝再生時における核蛋白質および小胞体酵素の変動とそれに対するX線の効果, 第31回日本動物学会関東支部大会, 筑波大学, 1979. 4. 2.
3. Asami, K. and Yukawa, O.: Effects of irradiation on the changes in liver nuclear and microsomal proteins during liver regeneration. 6th ICRR, 都市センター, 1979. 5. 15.
4. 浅見行一, 湯川修身: 肝再生時の生化学的变化に対する放射線の影響, 日本放射線影響学会第22回大会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 24.
5. Iwasaki, T., Kawachi, K., Inada, T., Kanai T. Yamada, T.: Usefulness of Artemia in Radiobiology. Proc. of Symp. on "Biology fo Artemia", U. S. A., 1979. 10.
6. Ueno, A.M.: The relation of DNA degeadation to the reproductive death in L5178Y cells after X-irradiation. 6th ICRR, 都市センター, 1979. 5. 14.
7. 上野昭子, 古野育子, 松平寛通, 丸山隆司: 造影剤によるL5178Y細胞におけるX線効果の増感, 日本放射線影響学会第22回大会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 25.
8. 江口清美, 山口武雄, 山本芳弘\*: マウス表皮キャロン活性の加齢による変化, 日本動物学会第50回大会, 東京大学, 1979. 10. 20.. (\* 千葉大学理学部生物)
9. Etoh, H. and Suyama, I.: Effects of radiation on the cultured fish cells. Symposium on Radiation Effects on Aquatic Organisms, 逗子なぎさホテル, 1979. 5. 12.
10. Etoh, H. and Suyama, Y.: Radiation effects on the cells derived from goldfish fin. 6th ICRR, 都市センター 1979. 5. 15.
11. Hyodo-Taguchi Y.: Effects of chronic gamma irradiation on spermatogenesis in the fish, *Oryzias latipes*, with special reference to regeneration of testicular stem cells. Symposium on Radiation Effects on Aquatic Organisms, 逗子なぎさホテル, 1979. 5. 12.
12. Hyodo-Taguchi, Y.: Effects of chronic gamma irradiation on spermatogenesis of the fish, *Oryzias latipes*. 6th ICRR, 都市センター, 1979. 5. 15.
13. 田口泰子: メダカの幹精原細胞に対する $\gamma$ 線の連続照射の影響, 日本放射線影響学会第22回大会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 23.
14. 田口泰子: 放射線生物学における幹細胞, 「精子形成と放射線」放生研ワークショップ, かんぼーる京都, 1980. 1. 17.
15. Nakazawa, T. and Nunokawa, T. \*: Energy transduction and adenine nucleotides in mitochondria from rat liver after hypoxic perfusion. International Workshop of Membrane Bioenergetics., Detroit , Michigan, U. S. A., 1979. 7. 7. (\* 現所属, 日本ケミフック.K.)
16. Nakazawa, T., Yukawa, O., Hida, S. \* and Asami, K. : Lipid peroxidation in artificial and biological membranes. XIth International Congress of Biochemistry, Toronto, Canada, 1979. 7. 10. (\* 現所属, 西本産業 k. k.)
17. 中沢 透, 長塚伸一郎\*, 湯川修身: 放射線による膜脂質と膜透過性の変動, 日本放射線影響学会第22回大会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 24. (\* 千葉大理学部生物)
18. 樋田信治郎\*, 湯川修身, 中沢 透, 丸山工作\*: 放射線による生体膜の脂質過酸化その阻害因子, 第31回日本動物学会関東支部大会, 筑波大学, 1976. 4. 2. (\* 千葉大学理学部生物)
19. Furuno, I., Yada, T., Matsudaira, H. and Maruyama, R. : Induction and Repair of DNA strand Breaks in Cultured Mammalian Cells Following Fast Neutron Irradiation. 6th ICRR. 都市センター, 1979. 5. 14.
20. 松平寛通, 上野昭子, 古野育子: 造影剤による培養細胞L5178YのX線致死効果の増感, 第38回日本癌学会総会, 東京プリンスホテル, 1979. 9. 29.

21. 三谷啓志\*, 真野幸子\*, 江藤久美, 江上信雄\*: 魚類培養放射に対する放射線の影響Ⅱ  $\gamma$ 線照射, 日本放射線影響学会第22回大会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 25.  
(\* 東京大学理学部動物)
22. 真野幸子\*, 三谷啓志\*, 江藤久美, 江上信雄\*: 魚類培養細胞に対する放射線の影響Ⅲ, 紫外線照射, 日本放射線影響学会第22回大会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 25.  
(\* 東京大学理学部動物)
23. Yamaguchi, T., Hirobe, T.\*, Nurishi, K.\*\* and Eguchi, K.: Change in epidermal G<sub>1</sub>-and G<sub>2</sub>-chalone activities within the mouse skin after a whole-body irradiation. 6th ICRR, 都市センター, 1979. 5. 18.  
(\* 現所属, 岩手大, 教育, 生物, \*\* 札医大・心理)
24. 山口武雄: シンポジウム, 細胞増殖の制御「組織特異性の増殖抑制物質」, 日本動物学会第50回大会, 東京大学, 1979. 10. 20.
25. 山口武雄, 江口清美, 沖 武人\*: モルモット放射線皮膚炎に対するSODの効果, 日本放射線影響学会第22回大会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 25.  
(\* エーザイ)
26. 山口武雄: 放射線生物学における幹細胞, 「皮膚増殖制御因子としての Chalone」放生研ワークショップ, かんぼーる京都, 1980. 1. 17.
27. Yamada, T. and Ohyama, H.: Separation of dead cell fractions from the X-irradiated rat thymocyte suspensions by density gradient. 6th ICRR, 都市センター, 1979. 5. 14.
28. 山田 武, 大山ハルミ, 里見一司\*: ラット脳のホスホフルクトキナーゼ, 日本動物学会第50回大会, 東京大学, 1979. 10. 20.  
(\* 千葉大学理学部生物)
29. 山田 武, 大山ハルミ: ラット胸腺細胞, 放射線間期死の走査電顕による観察, 第32回日本動物学会支部大会, 上智大学, 1980. 3. 31.
30. Yukawa, O., Nakazawa, T., Asami, K. and Hida, S.\*: Radiation-induced lipid peroxidation in biological membranes. 6th ICRR, 都市センター, 1979. 5. 16.  
(\* 現所属, 西本産業k.k.)
31. 湯川修身, 中沢 透, 長塚伸一郎\*: 生体膜脂質過酸化の細胞内阻害因子, 日本動物学会第50回大会, 東京大学, 1979. 10. 20.  
(\* 千葉大学理学部生物)
32. 湯川修身, 中沢 透, 長塚伸一郎\*: 放射線による膜脂質過酸化の細胞内阻害因子, 日本放射線影響学会第22回大会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 24.  
(\* 千葉大学理学部生物)

〔遺伝研究部〕

1. 伊藤紳子, 安田徳一, 近藤喜代太郎\*: ヒトの突然変異の性差についての統計遺伝学的研究, 日本遺伝学会, 第51回大会, 京都大学, 1979. 10. 13.  
(\* 新潟大学医学部, 脳研)
2. 稲葉浩子, 佐藤弘毅: L5178Y ts 変異株について, 第3回tsの会, がん研, 1979. 5. 30.
3. Saeki, T., Machida, I. and Nakai, S.: Genetic Study on Diploid Recovery from  $\gamma$ -ray induced Lethal Damages in Yeast, *Saccharomyces cerevisiae*. 6th ICRR
4. 佐伯哲哉: 酵母のカフェイン感受性修復経路. 酵母遺伝学集談会, 東京持田製薬(株) ルークホール 1979. 9. 27.
5. 佐伯哲哉, 中井 斌: 酵母のカフェイン感受性修復経路Ⅱ, 遺伝的変異誘発とカフェイン効果, 日本遺伝学会第55回大会, 京都大学, 1979. 10. 11.
6. Sato, K.: Mutation Induction in a Radiation-Sensitive Variant of Mammalian Cells. Conference on Repair and Mutagenesis in Eukaryotes Atlanta, Georgia, U.S.A., 6. 26., 1979.
7. Sato K. and Hieda, N.: Isolation and Characterization of Radiation-Sensitive Mutants of Mammalian Cells. 6th ICRR
8. 佐藤弘毅: 放射線高感受性哺乳類細胞変異株に対するカフェインの効果, 第38回日本癌学会総会, 東京プリンスホテル, 1979. 9. 27.
9. 佐藤弘毅, 稲葉浩子: L517JYの放射線感受性および温度感受性変異株について, がん特定研究班会議, 学士会館分館, 1980. 1. 27.
10. Shiomi T, and Sato, K.: Isolation of UV-Sensitive Variants of Human FL Cells by a Viral Suicide Method 6th ICRR

11. 塩見忠博, 佐藤弘毅: マウス L5178Y 細胞の MMS 感受性変異株 (M10) での  $\gamma$  線誘発突然変異, 22 回日本放射線影響学会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 25.
12. 塩見忠博, 佐藤弘毅: 分裂阻害剤コルセミド高感受性変異株分離の試み, 第 32 回日本細胞生物学会, 京大会館, 1979. 11. 20.
13. Takahashi, E., Hirai, M., Tobari, I., Nakai, S.: Dose-response relations for dicentric yields in  $G_0$  lymphocytes of man and crab-eating monkey following acute and chronic gamma-irradiations. 6th ICRR. 1979. 5.
14. 辻 秀雄, 加藤旌夫\*: 染色分体の 3 段階の染め分けの要因, 日本遺伝学会第 51 回大会, 京都大学, 1979. 10. 11.  
(\* 国立遺伝学研究所, 細胞遺伝部)
15. Tobari, I., Takahashi, E., Hirai, M., Nakai, S.: Interspecific comparison of dicentric yields in primates after low dose irradiation of gamma-rays. 6th ICRR. 1979. 5.
16. 戸張敏夫, 高橋永一, 平井百樹, 中井 斌, 宇津木豊子: 霊長類の染色体異常におよぼす低レベル放射線の効果, 日本放射線影響学会第 22 回大会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 25.
17. 戸張敏夫: 霊長における放射線誘発染色体異常の低線量効果に関する研究, 環境放射能安全研究 (低線量影響研究) 成果発表会, 原子力研究所, 1979. 12. 5.
18. 戸張敏夫: ヒトの外挿のための霊長類による遺伝的危険度の推定に関する研究, 環境放射能安全研究 (低線量影響研究) 成果発表会, 原子力研究所, 1979. 12. 5.
19. Nakai, S. Machida, I and Saeki, T: Genetic Control of Radiation induced Genetic Changes during Meiotic Processes in Yeast, *Saccharomyces cerevisiae*. 6th ICRR
20. 中井 斌, 戸張敏夫, 平井百樹, 高橋永一: 1) ヒトの遺伝的リスク評価のための放射線誘発染色体異常の協同研究, “分担結果” 2) ヒトとカニガイザルのリンパ球に対する低線量放射線による染色体異常, IAEA, ウィーン, 1979.
21. 中井 斌, 町田 勇: 酵母の rad-mutant における成熟分裂での遺伝的変異の誘発, 酵母遺伝集談会, 東京持田製薬 (株) ルークホル 1979. 9. 27.
22. 中島 章\*, 藤木慶子\*, 田辺歌子\*, 樺沢一之\*, 安田徳一: 先天性眼疾患における出生順位, 出生時の両親の年齢による影響, 第 19 回先天性異常学会, 北海道, 札幌市教育文化会館, 1979. 7. 11-12.  
(\* 順天堂大学, 医学部, 眼科)
23. 中島 章\*, 安田徳一, 田辺歌子\*, 藤木慶子\*, 樺沢一之\*: 小眼球の統計遺伝学的研究, 第 24 回日本人類遺伝学会大会, 日本都市センター, 1979. 11. 3-5.  
(\* 順天堂大学, 医学部, 眼科)
24. 堀 雅明: 動物細胞での染色体 DNA の複製構造, 日本遺伝学会第 51 回大会, 京都大学, 1979. 10. 11.
25. 堀 雅明: DNA ファイバオートラジオグラフィ法による染色体 DNA の複製解析, '79 オートラジオグラフィ, セミナー, 社会文化会館 (東京), 1979. 11. 21.
26. 町田 勇, 中井 斌: 酵母の rad 突然変異株の meiosis における遺伝的組換と修復, 日本遺伝学会第 51 回大会, 京都大学, 1979. 10. 11
27. Murata, M.: Genetics as a determinant in colon cancer. U.S.-Japan Cooperative Workshop on GI Tract Cancer. East-West Center, Honolulu, Hawaii, March 4, 1980.
28. 村田 紀, 今泉洋子\*: 日本人出生性比の年次変動について, 日本遺伝学会第 51 回大会, 京都大学, 1979. 10. 13.  
(\* 人口研)
29. 村田 紀: 乳癌の家族歴と発病年齢について, 日本人類遺伝学会第 24 回大会, 日本都市センター, 1979. 11. 5.
30. 村田 紀: 遺伝学の立場より見た癌の病因と予防, 第 11 回放射医研シンポジウム, 放射医研, 1979. 12. 13.
31. 安田徳一, 中島 章\*, 田辺歌子\*, 樺沢一之\*, 藤木慶子\*: 視覚障害児の分離比解析, 日本人類遺伝学会第 23 回総会, ホテルイタリア軒, 新潟, 1978. 10. 24.  
(\* 順天堂大学, 医学部, 眼科)
32. Yasuda, N.: Population Genetics of Eye Diseases in Japan. Genetics Seminar, University of Hawaii, Honolulu, USA 2/1/1979.
33. Yasuda, N.: Human Sex Ratio in Korea. Population Seminar, Population Institute, East-West Center Honolulu, Hawaii, USA 3/19/1979.

34. Yasuda, N.: Workshop Report on HLA Genetics. First Asia and Oceania Histocompatibility Workshop Hakone, Kanagawa. 10/26/1979.
35. 安田徳一: 確認の確率とまれな疾患, 人類遺伝セミナー. 東京医科歯科大学, 1979. 9. 1.
36. Yasuda, N.: Genetic Analysis of HLA Antigens among Japanese. First Asia and Oceania Histocompatibility Workshop Hakone, Kanagawa. 10/23/1979.
37. Yasuda, N.: No Sex Difference in Mutation Rates in Man. Population Genetics Lab. Seminar, University of Hawaii, Honolulu USA 11/16/1978.

〔生理病理研究部〕

1. 相沢志郎, 佐渡敏彦, 神作仁子, 久保えい子: 放射線抵抗性T細胞による host-versus-graft 反応, 日本免疫学会, 第9回, 東京都日本青年館, 1979. 12. 6.
2. 大原 弘, 陣内研一\*, 御影文徳\*, 西連寺永康\*, 森脇一成\*: マウス口腔組織における細胞動態解析, 第20回日本歯科放射線学会, 日本歯科大学新潟歯学部, 1979. 10. 6. (\* 日大歯学部)
3. 大原 弘, 河内清光, 金井達明, 平岡 武, 野尻イチ, 御影文徳, 丸山隆司: 放医研サイクロトロンによる治療用陽子線の培養細胞に対する致死効果, 第22回日本放射線影響学会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 24.
4. Ohara, H., Maruyama, T., Mikage, F.: Biological effectiveness of the NIRS Cyclotron-produced Neutron Beams for Radiotherapy on Cultured Mammalian Cells. 6th ICRR Tokyo, May 14, 1979.
5. Ohara, H., Mikage, F., Maruyama, T.: Biological effectiveness of the NIRS Cyclotron-Produced Neutron Beame for Radiotherapy on Cultured Mammalian Cells. JAPAN-US Cooperative Cancer Research Meeting (High LET section) Kyoto Univ., May 22, 1979.
6. 岡田安弘, 波部郁雄: 放射線照射によるマウス10T1/2細胞のトランスフォーマント出現状態と出現率の相関について, 第22回日本放射線影響学会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 24.
7. 久保えい子, 大原 弘, 古瀬 健, 春日孟: 白色化したマウスメラノーマのメラニン産生能のX線照射による回復と染色体数の変化, 第22回日本放射線影響学会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 25.
8. 久保えい子, 佐渡敏彦: 免疫系に及ぼす放射線の晩発効果に関する研究Ⅲ, 自己抗体の検索, 第22回日本放射線影響学会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 25.
9. 小林 森, 野田攸子, 佐藤文昭, 川島直行, 白貝彰宏, 大津裕司, 関 正利: 連続照射によるマウスの死因分析, 第22回日本放射線影響学会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 25.
10. 崎山比早子, 寺島東洋三: 細胞培養液中に放出される放射性標識物質とその固定細胞への転移, 第38回日本癌学会総会, 東京プリンスホテル, 1979. 9. 27.
11. Sado, T.: Late Effects of Radiation on Immune system: A Review. Symposium on "Non-Carcinogenic Late Effects of Radiation", 6th Int. Cong. Radiat. Res., Tokyo, May 15, 1979.
12. Sado, T., Aizawa, S. and Kamisaku, H.: Nature of Residual T Cells Resident in Spleens of Adult Thymectomized, Lethally Irradiated, Bone Marrow Reconstituted Mice. 6th Int. Cong. Radiat. Res., Tokyo, May 16, 1979.
13. 佐渡敏彦: 加齢と免疫, 日本基礎老化研究会, 第3回大会, 東京都養育院講堂 (特別講演), 1979. 7. 21.
14. Shinohara, K.\* and Watanabe, I.: X-ray-induced depression of DNA synthesis and its resumption in mammalian cells (5178Y). 6th ICRR Tokyo, May 14, 1979. (\* 神戸大・医)
15. Tsuchiya, T\*., Matsui, M\*., Tsuboi, A.: Role of Immune System on the Radiation Effect in Mammals. 6th ICRR Tokyo, May 14, 1979. (\* 産業医大, 放衛)
16. Tsuboi, A., Matsui, M\*., Hayata, I. and Tsuchiya, T\*.: Radiosensitivity of newly established TMT cells in vitro and in vivo II 6th ICRR Tokyo, May 18, 1979. (\* 産業医大, 放衛)
17. 坪井 篤, 松井美恵子\*, 土屋武彦\*: MM46腫瘍由来の培養細胞の放射線感受性について, 第38回日本癌学会, 東京プリンスホテル, 1979. 9. 27. (\* 産業医大, 放衛)
18. Todoroki, T.,\* Watanabe, I., Tsunemoto, H., Koike, S. and Gotoh, S.\*\*: In vivo Synchronization and its



application to radiotherapy in mouse solid tumor. 6th ICRR Tokyo, May 18, 1979.

(\* 筑波大, 医, \*\* 筑波大)

19. 中川圭介\*, 渡部郁雄, 恒元 博, 小池幸子: マウス腹水低酸素細胞に対するミソニダゾールの放射線増感効果, 第38回日本癌学会総会, 東京プリンスホテル, 1976. 9. 28. (\* 日大, 松戸歯学部)
20. Nakajima, Y., Miyamoto, T., Tanabe, T., Watanabe, I. and Terashima, T.: Enhanced killing effect of 5-fluorouracil (FU) in combination with X-ray on mouse L cells. 6th ICRR Tokyo, May 18, 1979.
21. 野呂信弘 (研究生), 武藤正弘, 佐渡敏彦: マウスの放射線誘発骨髄性白血病細胞の増殖過程における宿主免疫機能の攪乱, 第22回 日本放射線影響学会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 25.
22. 広川勝彦, 佐渡敏彦: 胸腺上皮細胞のT細胞分化誘導能と再生能力に及ぼすX線照射の影響, 日本免疫学会 第9回, 日本青年館 (東京), 1979. 12. 5.
23. 日浦利明\*, 西村 明\*\*, 大津裕司: 胆石症における総胆管末端部の内視鏡的病理組織学的検討, 第65回日本消化器病学会, 東京ニッショーホール, 1979. 4. 12. (\* 船橋中央病院, \*\* 千葉がんセンター)
24. 日浦利明\*, 西村 明\*\*, 大津裕司: 胆道鏡下術中胆道生検のこころみ, 第21回日本消化器内視鏡学会, 東京, 国立教育会館, 1979. 4. 25. (\* 船橋中央病院, \*\* 千葉がんセンター)
25. 日浦利明\*, 大津裕司, 西村 明\*\*: 胆石症における胆道炎と総胆管径との関連一特に内視鏡的及び病理組織学的見地よりの検討, 第66回日本消化器病学会総会, 東京, 国立教育会館, 1980. 3. 31. (\* 船橋中央病院, \*\* 千葉がんセンター)
26. 古瀬 健, 春日 孟\*: In vivo マウス皮膚癌の細胞周期と増殖パラメータの放射線による変動, 第38回日本癌学会, 東京プリンスホテル, 1979. 9. 28. (\* 東京医科歯科大学)
27. 古瀬 健, 野田攸子: 2つのマウス可移植性腫瘍に見られた放射線照射後の <sup>3</sup>H-TdR のとり込みの差異, 第22回日本放射線影響学会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 24.
28. Matsui, \* M., Tsuboi, A., Hayata, I. and Tsuchiya, \* T.: Radiosensitivity of newly established TM T cells in vitro and in vivo I. 6th ICRR Tokyo, May 18, 1979. (\* 産業医大, 放衛)
29. 松井美恵子\*, 坪井 篤, 早田 勇, 土屋武彦\*: MM46腫瘍細胞系の放射線感受性について (II), 第22回日本放射線影響学会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 25. (\* 産業医大, 放衛)
30. Muto, M., Sado, T., Kamisaku, H. and Kubo, E.: Late Radiation Effects on Natural Killer and Induced Cytotoxic T Lymphocyte Activity of Aging SPF Mice. 6th Int. Cong. Radiat. Res., Tokyo, May 16, 1979.
31. 吉田和子, 清水志津子, 関 正利: マウス白血病における造血幹細胞の動態, 第41回日本血液学会総会, 日本都市センター (東京), 1979. 4. 6.
32. 吉田和子, 関正利: BC3F<sub>1</sub> におけるフレンド白血病の進展を支配する因子について, 文部省総合研究, 「造血幹細胞班」班会議, 岡山大学, 1979. 10. 26.
33. 吉田和子, 早田 勇, 西村まゆみ, 北村幸彦\*, 関 正利: マウスの放射線誘発骨髄性白血病についての病理学的血液学的研究, 第22回日本放射線影響学会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 25. (\* 阪大癌研腫瘍代謝, 昭和54年度外来研究員)
34. Watanabe, I. and Shinohara, K. \*: Abnormal DNA synthesis resumed after X-irradiation in mouse leukemic L-5178Y cells. 6th ICRR Tokyo, May 14, 1979. (\* 神戸大・医)
35. 渡部郁雄: DNA複製の制御, 日本動物学会第50回大会, 東京大学, 1979. 10. 19.
36. 渡部郁雄: 細胞レベルにおける放射線抵抗性, 第10回放射線による制癌シンポジウム, 東京医科歯科大, 1980. 2. 9.
37. 渡部郁雄, 中川圭介\*: マウス腹水細胞に対する misonidazole の放射線増感効果, 第4回RO研究会, 京都ロイヤルホテル, 1980. 2. 16. (\* 日大, 松戸歯学部)
38. 渡部郁雄, 野尻イチ, 春日 孟\*, 福久健二郎: X線照射をうけたヒト悪性黒色腫培養細胞のサイトフルオグラフィによる動態解析, 第38回日本医学放射線学会学術発表会, 日本都市センター, 1980. 3. 29. (\* 東医歯大, 病理)

〔障害基礎研究部〕

1. 石原隆昭, 南久松真子, 早田 勇, 河野晴一\*, 熊取敏之: 慢性骨髄性白血病の染色体研究 (第4報), Ph<sup>1</sup>陽性88症例の分染法による検討, 第41回日本血液学会総会, 全共連ビル, 1979. 4. 5. (\* 東邦大, 理, 生)
2. Kashima, M., Joshima, H. and Matsuoka, O.: Characteristics of the Behavior of Polymeric Pu in Liver and Spleen of Mice. 6th ICRR, Zenkyoren Building, 1979. 5. 16.
3. 鹿島正俊, 上島久正, 小林宏子, 松岡 理: Desferrioxamine B の Pu 生体除染効果, 日本放射線影響学会第22回大会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 25.
4. 完倉孝子, 中尾 真\*: ラット肝細胞膜 adenylate cyclase に対する放射線の影響, 日本放射線影響学会第22回大会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 24. (\* 東医歯大, 医, 生化)
5. 小泉 彰: し尿汚水の生物学的処理過程における <sup>60</sup>Co の挙動, 第14回日本保健物理学会, 名古屋大学工学部, 1979. 4. 6.
6. Kohno\*, S. and Ishihara, T.: Clonal Proliferation and Karyotypic Features of Cells in Bone Marrow after Irradiation. 6th ICRR, Zenkyoren Building, 1979. 5. 18.  
(\* Department of Biology, Faculty of Science, Toho University)
7. Kojima, E.: Effects of Anti-Thrombocyte Serum on the Kinetics of Hematopoietic Stem Cells in Irradiated Mice. 6th ICRR, Zenkyoren Building, 1979. 5. 18.
8. 小島栄一: 抗栓球血清の X 線照射後投与によるマウス造血幹細胞動態に及ぼす効果, 日本放射線影響学会第22回大会 大阪府立労働センター, 1979. 11. 25.
9. 小林定喜: 緊急時対策とその生物学的意味, 第18回原子力総合シンポジウム, 教育会館, 1980. 2. 18.
10. 小林定喜: TMI 事故時における緊急時対策, 第306回医学放射線学会関東部会, 日本大学駿河台病院講堂, 1980. 3. 22.
11. Sasaki, S., Kasuga, T., \* Sato, F. and Kawashima, N.: Carcinogenic Effect of X-irradiation at Late Fetal, Neonatal, and Juvenile Stage of Mice. 6th ICRR, Zenkyoren Building, 1979. 5. 14.  
(\* Department of Pathology, Tokyo Medical and Dental University)
12. 佐々木俊作, 春日 孟\*, 佐藤文昭: 発育期のマウスの放射線発癌に関する特徴, 日本癌学会第38回総会, 東京プリンスホテル, 1979. 9. 28. (\* 東京医歯大, 病理)
13. 佐々木俊作, 川島直行: 周生期のマウスへの照射による小脳の持続性障害に関する形態計測学的研究, 日本放射線影響学会第22回大会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 23.
14. 佐々木俊作, 春日 孟\*, 佐藤文昭, 川島直行: 新生期のマウスへの X 線照射による寿命短縮と腫瘍のスペクトルの変化, 日本放射線影響学会第22回大会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 25. (\* 東京医歯大, 病理)
15. Sasaki, S., Kasuga, T., \* Sato, F. and Kawashima, N.: Life-shortening and Carcinogenic Effects of Neonatal X-irradiation in Mice. Japan-Sweden Seminar "Role of Radiation in The Etiology of Cancers" Kyoto Grand Hotel. 1980. 1. 15. (\* Department of Pathology, Tokyo Medical and Dental University)
16. Sato, F. and Higuti, \* I.: An Index of Contribution of Individual Causes of Death to Life Shortening in Mice 6th ICRR, Zenkyoren Building, 1979. 5. 18.  
(\* The Second Division, The Institute of Statistical Mathematics)
17. 佐藤文昭, 川島直行, 関 正利, 大津裕司, 小林 森, 野田攸子, 丸山隆司, 白貝彰宏: ガンマ線の連続照射によるマウスの寿命短縮—第1報—, 日本放射線影響学会第22回大会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 25.
18. 高橋千太郎, 松岡 理: ラット血中からの Colloidal Carbon 消失速度の年齢, 性別による差, 第6回毒作用研究会, 日本生命中之島研究所, 1979. 6. 1.
19. 高橋千太郎, 松岡 理: マウス, ラット, ウサギおよびイヌにおける網内系機能の比較, 第27回実験動物談話会, 日本都市センター, 1980. 2. 5.
20. Chino, F., \* Sato, F. and Sasaki S.: RNA Type Virus Particles in Radiation-Induced and Spontaneously Occurring Tumors in Mice. 6th ICRR, Zenkyoren Building, 1979. 5. 18.  
(\* Division of Pathology, National Institute of Health)

21. 樋 伊佐夫\*, 佐藤文昭:放射線によるマウスの死因の寿命短縮への寄与, 応用統計シンポジウム, 全共連ビル, 1979. 11. 27.  
(\* 統数研2部)
22. 福田 俊, 松岡 理:マウス, ラット, イヌおよびサルにおける四肢長骨の骨端核の発育過程の比較, 第37回日本獣医学会, 日本大学, 1979. 4. 4.
23. 福田 俊, 松岡 理:骨年齢にもとづいた実験動物の生物学的年齢の対応, 第6回毒作用研究会, 日本生命中之島研修所, 1979. 6. 1.
24. 福田 俊, 渡辺峰久:実験用 Beagle の繁殖, 育成に関する基礎的研究, 母犬および新生仔の皮温の測定, 第27回実験動物談話会, 日本都市センター, 1980. 2. 5.
25. Hayata, I., Ishihara, T., Hirashima, K., Sado, T. and Yamagiwa, J.: Partial Deletion of Chromosome No. 2 in the Myelocytic Leukemias of the Irradiated Mice. 6th ICRR, Zenkyoren Building, 1979. 5. 18.
26. 早田勇, 平嶋邦猛, 石原隆昭, 山極順二, 佐渡敏彦:マウス骨髄性白血病に認められた染色体異常, 特に第2染色体の部分欠失について, 染色体学会, 1979年度年会, 広島, 1979. 10. 6.
27. Hayata, I.: Chromosome Abnormality in Relation to the Genesis of Radiation Induced Mouse Myeloid Leukemias. Japan-Sweden Seminar "Role of Radiation in the Etiology of Cancer", Kyoto GrandHotel, 1980. 1. 15.
28. Matsuoka, O., Oghiso, Y. and Kashima, M.: Relative Organ Concentration of Plutonium in the Analysis of Human Data—A Trial of Interpretation. 6th ICRR, Zenkyoren Building, 1979. 5. 18.
29. 松岡 理:獣医学と Radiobiology, 第88回日本獣医学会, 北海道大学, 1979. 8. 22.
30. Minamisawa, T. and Tsuchiya, T.: Long-Term Changes in the Recovery Cycle of the Averaged Evoked Potentials of the Rabbit after Irradiation with Moderate X-Ray Doses to the Partial Brain. 6th ICRR, Zenkyoren Building, 1979. 5. 15.
31. 南久松真子, 近藤真理子\*, 石原隆昭:慢性骨髄性白血病における急性転化と付加的染色体異常染色体学会, 1979年度年会, 広島, 1979. 10. 6.  
(\* 研究生)
32. 南沢 武, 佐々木俊作:周生期にX線照射された加齢マウスの脳波について, 日本放射線影響学会第22回大会大阪府立労働センター, 1979. 11. 25.

〔薬学研究部〕

1. 上田順市, 花木 昭:ポリアミノ酸—銅(II) 錯体によるアスコルビンの酸化—高分子配位子の効果, 第29回錯塩化学討論会, 浜松静岡大学工学部 1979. 10. 3.
2. 上田順市, 花木 昭:錯体触媒による酸化反応に対する高分子効果—アスコルビン酸の酸化, 日本薬学会第99年会, 札幌, 1979. 8. 30.
3. 大野忠夫:ヒト肺線維芽細胞の IMR-90 の培養—各種増殖因子による血清の置換, 日本組織培養学会第47回研究会, 神戸, 1979. 5. 1.
4. 大野忠夫:ヒト肺線維芽細胞の増殖に対する血小板増殖因子の効果, 日本基礎老化研究会第3回大会, 東京都老人研, 1979. 7. 21.
5. 大野忠夫:Platelet Derived Growth Factor, 第54回日本医学会シンポジウム, 東京経団連会館, 1980. 2. 29.
6. 小沢俊彦, 花木 昭:スーパーオキシド ( $O_2^-$ ) からの OH ラジカル生成の可能性について, 日本薬学会第99年会, 札幌, 1979. 8. 30.
7. 小野田真\*, 篠田雅人\*, 常岡和子, 色田幹雄: X線および細菌内毒素によってマウス脾細胞から放出される白血球幹細胞増殖因子, (CSF), 日本薬学会第99年会, 札幌, 1979. 8. 29.  
(\* 星薬大)
8. 色田幹雄, 根本久一\*, 小野田真\*, 篠田雅人\*: ヒト尿中の白血球幹細胞増殖因子 (CSF) の研究, 日本薬学会第99年会, 札幌, 1979. 8. 29.  
(\* 星薬大)
9. 鈴木桂子, 玉置文一:卵胞期および黄体形成期におけるラット卵巣のステロイド合成酵素活性の変化, 第52回日本内分泌学会総会, 京都市伝統産業会館, 1979. 6. 8.
10. 鈴木桂子, 玉置文一:黄体形成期におけるラット卵巣のステロイド合成酵素活性の変化, 日本薬学会第99年会, 札

幌, 1979. 8. 30.

11. 玉置文一：ステロイドホルモンをめぐって, ラジオ短波, 1979. 6. 6.
12. 玉置文一：魚類性腺を中心とした, ステロイドホルモンの生化学, 研究会「魚類の生殖機構に関する研究の現状と展望」基礎生物学研究所, 岡崎, 1979. 8. 24.
13. 玉置文一, 鈴木桂子：ゴナドトロピンによって誘導される未成熟ラット卵巣のステロイド合成能, 下垂体研究者のつどい, 前橋, 1979. 8. 30~9. 1.
14. Tamaoki, B. and Mori, M. : Metabolism of Steroid Hormones in Experimental Mammary Tumors International Congress on Hormones and Cancer, Rome, Oct. 3, 1979.
15. Tamaoki, B. : Biosynthesis of Steroids in Non-mammalian Vertebrates, International Symposium on Steroids and their Mechanism of Action in Non-mammalian Vertebrates, Capri, Oct. 14, 1979.
16. 玉置文一, 森 誠\*, 川倉一彦\* : 山羊精巣におけるステロイド代謝の特異性, 第4回日本比較内分泌学会, 沖縄貯金保険会館, 1979. 11. 27. (\* 研究生)
17. Tamaoki, B. and Mori, M. : In Vitro Metabolism of Pregnenolone in Caprine Testes, International Congress of Endocrinology Melbourne Feb. 14, 1980.
18. 常岡和子, 色田幹雄：CSF (LP3 細胞) のプロテアーゼによるきりこみ生成とロイペプチン添加培養による阻害, 日本薬学会第99年会, 札幌, 1979. 8. 29.
19. 常岡和子, 色田幹雄：マウス LP3 細胞の生産する CSF 分子の糖鎖と生物活性, 第52回日本生化学会大会, サンケイ会館, 1979. 10. 8.
20. 花木 昭：金属蛋白質の構造と生理活性——酵素と金属蛋白質, 高分子学会 79/3 研究合同会議 (高分子錯体研究会) 大阪科学技術センター, 1979. 10. 31.
21. 花木 昭：グリシンペプチド Cu(II) 錯体とアミノチオールとの配位子交換反応について, 第14回高速反応討論会, 東京大学宇宙航空研, 1979. 12. 14.
22. 花木 昭：酵素反応をモデルとした錯体反応—銅(II)ペプチド錯体の配位子とり込み反応について, 日本化学会第40秋季年会特別討論会, 福岡, 九州大学部, 1979. 10. 18.
23. 花木 昭, 横井 弘\* : ESRによる銅(II)チオール錯体の研究 I, 銅(II)イオンと L-システイン, BAL 等の不安定中間錯体, 第29回錯塩化学討論会, 浜松, 静岡大学工学部, 1979. 10. 2. (\* 東北大学排水研, 放医研外来研究員)
24. 花木 昭, 上田順市：ポリアミノ酸-Cu錯体の酸化触媒活性, アスコルビン酸の酸化, 第7回酵素類似様機能をもつ有機化学反応の研究会, 京都大学, 1980. 3. 31.
25. 松村外志張\*, 宮下茂代\*, 大野忠夫：マウス線維芽細胞の培養内増殖能変化過程の解析, 日本癌学会第38回総会, 東京, 1979. 9. 29. (\* 東大医科研)
26. 松本茂信\*, 松尾光芳, 飯高洋一\*\*, 小沢俊彦, 花木 昭：トコフェロールモデル化合物とスーパーオキシドイオンの反応, 日本薬学会第99年会, 札幌, 1979. 8. 28. (\* 都老人研, \*\* 東大薬)
27. C. Duque\*, 森崎益雄\*, 池川信夫\*, 色田幹雄：コレステロール22位水酸化反応の立体化学, 日本薬学会第99年会, 札幌, 1979. 8. 29. (\* 東工大)
28. C. Duque\*, 森崎益雄\*, 池川信夫\*, 色田幹雄：コレステロール側鎖切断酵素の基質特異性, 第52回日本生化学会大会, サンケイ会館, 1979. 10. 8. (\* 東工大)

〔環境衛生研究部〕

1. Abe, M., Abe, S. and Tatsuki, Y. : Volatility of Gamma Emitters in Airborne Dusts, The ACS/CSJ Chemical Congress, Honolulu, Hawaii, April 6, 1979.
2. KUR 炉室内放射性エアロゾル調査研究グループ (阿部史朗, 児島 紘\*, 他) : 原子炉建屋内における自然放射性エアロゾルの挙動 (IV) エアロゾルの濃度と粒度分布の変化, 日本原子力学会昭和54年秋の分科会, 原研東海研, 1979. 10. 23. (\* 理科大)
3. KUR 炉室内放射性エアロゾル調査研究グループ (阿部史朗, 児島 紘\*, 他) : 原子炉建屋内における自然放射性エアロゾルの挙動 (V) 自然放射性エアロゾル濃度とエアロゾル, 空気, 環境の物理的諸量, 条件との関連, 日

本原子力学会昭和54年秋の分科会, 原研東海研, 1979. 10. 23.

(\* 理科大)

4. KUR 炉室内放射性エアロゾル調査研究グループ (阿部史朗, 児島 紘\*, 他): 原子炉建屋内における自然放射エアロゾルの挙動 (I) 序論, 日本原子力学会, 昭和54年秋の分科会, 原研東海研, 1979. 10. 23.  
(\* 理科大)
5. KUR 炉室内放射性エアロゾル調査研究グループ (阿部史朗, 児島 紘\*, 他): 原子炉建屋内における自然放射性エアロゾルの挙動 (II) アンダーセンサンブラによる放射性エアロゾルの粒径分布の直接測定, 日本原子力学会昭和54年秋の分科会, 原研東海研, 1979. 10. 23.  
(\* 理科大)
6. KUR 炉室内放射性エアロゾル調査研究グループ (阿部史朗, 児島 紘\*, 他): 原子炉建屋内における自然放射性エアロゾルの挙動 (III) Rn とその娘核種およびエアロゾル濃度の変動とその解明, 日本原子力学会, 昭和54年秋の分科会, 原研東海研, 1979. 10. 23.  
(\* 理科大)
7. 阿部史朗, 藤元憲三, 藤高和信, 宮国信栄\*, 金城義勝\*, 本成 充\*: 屋内における空間放射線線量調査—沖縄地方, 第21回環境放射能調査研究成果発表会, 放医研, 1979. 11. 28.  
(\* 沖縄県公害衛生研究所)
8. 阿部道子, 阿部史朗, 幸操: 大気浮遊塵中ガンマ線放出核種の測定, 第23回放射化学討論会, 大阪大学, 1979. 10. 11.
9. 新井清彦, 榎田義彦, 武田 洋: HTO,  $^{14}\text{CO}_2$  による二重標識小麦の T・ $^{14}\text{C}$  分布について, 放射線影響学会第22回大会, 大阪, 1979. 11. 25.
10. Iida, H., Koshijima, T., and Shiraiishi, Y.: Occupational Exposures in Japan, The 3rd Asian and Australasian Conference of International Society of Radiographers and Radiological Technicians, Singapore, October 26-30, 1979.
11. Ichikawa, R.: Some Results on the Recent Environmental Radioactivity Studies in Japan. Japan-Sweden Seminar "Role of Radiation in the Etiology of Cancers" Kyoto Grand Hotel, Kyoto. Jan. 14, 1980.
12. 市川龍資, 木村健一: 被曝線量の推定のモデル化と評価に関する研究—海産魚への  $^{59}\text{Fe}$  の蓄積および排泄について, 昭和54年度文部省科研報告会 (井上 班), 京都大学, 1980. 2. 15.
13. Inaba, J., Nishimura, Y. and Ichikawa, R.: Metabolism of Some Radionuclides Incorporated into Chlorella in the Rat, The 6th International Congress of Radiation Research, Tokyo, May 13-19, 1979.
14. Inaba, J., Nishimura, Y., Takeda, H. and Ichikawa, R.: Effect of Age on the Intestinal Absorption and Whole-body Retention of Some Important Radionuclides in Rats, The Second Asian Regional Congress on Radiation Protection, Manila, November 5-9, 1979.
15. 稲葉次郎, 西村義一, 市川龍資: 幼若期動物によるいわゆる難吸収性放射性核種の消化管吸収, 日本放射線影響学会第22回大会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 25.
16. Inoue, Y., Kasida, Y., Kahn, B.,\* Carter, M. W.\*: Determination of Chemical Forms of Tritium from Selected Samples Collected near Certain Nuclear Facilities. I. Construction of the Atmospheric Tritium Sampler and its Application. Second Asian Regional Congress on Radiation Protection, Manila, Nov, 1979.  
(\*Office of Interdisciplinary Programs, Georgia Institute of Technology, U. S. A.)
17. Uchiyama, M., Iinuma, T. and Akiba, S.: Estimate of Internal Radiation Dose to the Total Body due to  $^{137}\text{Cs}$  from the Nuclear Testing. the 6th ICRR, zenkyoren-biru, 1975. 5. 18.
18. Uchiyama, M., Shiraiishi, Y., and Akiba, S.: Burdens and Retentions of Mn-54 and Co-60 in a Male Subject After Accidental Ingestion of Powdered Algae with the Nuclides. 19th Annual Hanford Life Sciences Symposium, Richland Washington, U. S. A. 1979. 10. 22.
19. 内山正史, 白石義行: 摂取されたヨウ素の化学型とその甲状腺到達率, 放射線影響学会第22回大会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 25.
20. 内山正史, 白石義行, 秋葉 繁:  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{60}\text{Co}$  吸入後の体内残留, I 体内分布, 放射線影響学会第22回大会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 25.
21. 内山正史: 放射性ヨウ素の体内分布と代謝Ⅳ-2 摂取と排泄, 第7回放医研環境セミナー, 放医研, 1979. 11. 30.
22. 大野 茂: 牛乳中のヨウ素の迅速分析法, 文部省科学研究費による班研究発表会, 京大原子炉実験所, 1980. 2. 26.
23. 榎田義彦: 放射性医薬品の Adverse Problem について, 第19回日本核医学総会研修講演, 国立教育会館, 1979.

11. 28.

24. 木村健一, 市川龍資: 経口摂取による放射性鉄のマハゼへのとりこみについて, 日本水産学会年会, 日本大学, 1980. 4. 4.
25. Shiraishi, Y. and Ichikawa, R.: The Ecological Behavior of Fallout Sr-90 and Cs-137 in a Citrus Orchard, The 6th International Congress of Radiation Research, Tokyo, May 13-19, 1979.
26. 白石義行, 内山正史:  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{60}\text{Co}$  吸入後の体内残留, II. 推泄パターンと吸入物質の溶解性に関する考察, 日本放射線影響学会第22大会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 23.
27. 白石義行, 内山正史: 牛乳中放射性ヨウ素の迅速測定法, 日本放射線影響学会第22大会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 23.
28. 須山一兵, 江藤久美: 魚類培養細胞に対する放射線の影響, 1, X線照射, 日本放射線影響学会第22回大会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 25.
29. Suyama, I., Etoh, H. and Ichikawa, R.: Effects of Ionizing Radiation on the Development of the Limanda eggs. Symposium on Radiation Effects on Aquatic Organisms. Zushi, May 11-12, 1979.
30. Suyama, I., Etoh, H. and Ichikawa, R.: Effects of Ionizing Radiation on the Development of the *Oryzias* Eggs. The 6th International Congress of Radiation Research, Tokyo May 13-19, 1979.
31. 武田 洋, 新井清彦, 榎田義彦: トリチウム標識化合物 ( $\text{H}^3\text{HO}$ ,  $^3\text{H}$ -ロイシン,  $^3\text{H}$ -グルコース) のラット生体内挙動, 放射線影響学会第22回大会, 大阪, 1979. 11. 25.
32. 藤高和信: 宇宙線の屋内線量, 原子力安全専門研究会, 京都大学原子炉実験所, 1980. 2. 26.
33. 藤元憲三, 阿部史朗: 環境における散乱 $\gamma$ 線の計測法に関する一考察, コンプトン散乱断面積計の算法の比較, 日本原子力学会 昭和54年秋の分科会, 原研東海研, 1979. 10. 23.
34. 西村義一, 稲葉次郎, 市川龍資: ラットにおける  $^{57}\text{Co}$ -cyanocobalamin 代謝に及ぼす carrier の影響について, 日本放射線影響学会第22回大会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 25.
35. 湯川雅枝, 天野一秀, 鈴木間左史: 人体臓器の中性子放射化分析 (その3), 日本衛生学会 第48回総会, 日本大学, 1979. 4. 4.
36. 湯川雅枝, 鈴木間左史, 高貫一明, 田中 茂, 戸村健児: 毛髪中微量元素の放射化分析 (その1) 第23回放射化学討論会, 大阪大学, 1979. 10. 11.

#### [臨床研究部]

1. 安藤興一: M. D. アンダーソン病院, 実験放射線治療部に於ける2年平の研究生活をかえりみて, 千葉がんセンター研究局集会 千葉がんセンター, 1979. 9. 13.
2. Ando K., Hunter N. \* and Peters L. J. \*\*: Inhibition of Artificial Lung Metastases by pre-irradiation of Abdomen 6th ICRR, 1979, May 6 Nihon Toshi Center  
(\* U. T. M. D. Anderson Hospital, U. S. A., \*\* The Prince of Wales Hospital, Australia)
3. Ando K.: Inhibition of Artificial Lung Metastases by Pre-irradiation of Abdomen (II) 第38回日本癌学会総会, 東京, 1979. 9. 28.
4. 安藤興一: 腹部照射により減少する人為的肺転移, 第3報 第20回日本歯科放射線学会総会, 新潟, 1979. 10. 26.
5. 飯沼 武: 放射線技術の展望と限界, 医学会総会シンポジウム, 東京, 1979. 4. 8.
6. 飯沼 武: コンピュータ断層撮影装置の最近の進歩, 日本写真測量学会招待講演, 東京, 1979. 5. 2.
7. 飯沼 武: クリニカル・エフィカシーとディンジョンメーカーキング, 医用画像のトータルシステム化シンポジウム, 東京, 1979. 8. 3.
8. 飯沼武: 医学物理学者は医療においてどのような役割りを果たす可きか, 放射線科管理セミナー, 東京, 1979. 8. 18.
9. 飯沼 武: CT の原理と将来展望, セミナー「CT の基礎と臨床」, 大阪, 1979. 9. 22.
10. 飯沼 武, 館野之男, 遠藤真広: 医療における最適化一胃癌X線診断を例として, 第38回日医放物理部会, 音戸

1979. 10. 10~11.

11. 飯沼 武, 松本 徹, 館野之男他: 肝シンチグラムの臨床の有効度の定量的評価, 一第1報, 第19回核医学会, 東京, 1979. 11. 27.
12. 飯沼 武: 新しい生体計測-CT, 大阪大学 BME 研究会, 大阪, 1980. 2. 2.
13. Ido, T., Fukushi, K., Irie, T., Kasida, Y.: Biochemibal Applications of Radioactive Fluorine. ACS/CSJ Chemical Congress, Honolulu, Hawaii, USA, April 3.
14. 井戸達雄: 超小型サイクロトロンと核薬学, 日本薬学会第99年会 (北海道, 札幌市), 1979. 8. 29.
15. 井戸達雄: サイクロトロン生産核種の医学利用, 管本核医学会第19回総会, 東京, 1979. 11. 28.
16. 入江俊章, 福士 清, 井戸達雄: KOH-Crown ether 法による Carrier-free での  $^{18}\text{F}$  標識合成, 日本薬学会第99年会, 北海道. 札幌市, 1979. 8. 29.
17. 入江俊章, 福士 清, 井戸達雄: KOH-Crown ether 法による carrier-free での  $^{18}\text{F}$ -標識合成, 第19回核医学会, 東京, 1979. 11. 28.
18. 岩田 鍊, 井戸達雄, 富永 健\*: 液体アンモニア中に生成する炭素-11 ( $^{11}\text{C}$ ) の化学的挙動, 第23回放射化学討論会, 大阪, 1979. 10. 12. (\* 東大, 理)
19. Umegaki, Y. and Nakamura, Y.: Modification of NSD and TDF for assesment of the figure of merits in the radiation therapy, US-Japan Cooperative Cancer Research Program 5th "High LET and Allied Area in Radiotherapy" Seminar, Kyoto, 1979, 5, 22~23.
20. Umegaki, Y\*, and Kutsutani, Y.: Biological Effective dose and volume factor, 3rd Asian-Oceanian Cogress of Radiology, singapore, 1979. 10. 28~11. 3 (\* Cancer Institute Hospital)
21. 遠藤真広, 飯沼 武, 野原功全: CT 像の空間分解能と開口部応答, 標本間隔, 補正関数の関係, 第18回日本 ME 学会大会, 東京, 1979. 4. 28.
22. 遠藤真広, 飯沼 武, 穴戸文男, 中村 譲, 館野之男, 須田善雄, 恒元 博: 放医研の CT システムとその応用, 第38回日医放物理部会, 音戸, 1979. 10. 10.
23. 遠藤真広: CT の画質と認識能の理論的限界, 第15回臨床シンポジウム, 東京, 1979. 11. 13.
24. 遠藤真広: 放医研ポジトロン CT のソフトウェア, ME 学会医用画像研究会, 浜松, 1980. 2. 28.
25. 穴戸文男, 館野之男, 井戸達雄, 八江俊章, 鈴木和年, 福士 清, 岩田鍊他:  $^{123}\text{I}$  標識-6-ヨードメチル-19-ノルコレステロール (アドステロール) による副腎スキャン, 第19回核医学会, 東京, 1979. 11. 27.
26. 穴戸文男, 館野之男, 鈴木和年, 井戸達雄, 須田善雄:  $^{52}\text{Fe}$ - $^{52\text{m}}\text{Mn}$  ジェネレータによる  $^{52\text{m}}\text{Mn}$  の心筋スキャンへの利用の試み, 第19回核医学会, 東京, 1979. 11. 28.
27. 穴戸文男, 館野之男, 他: 心筋スキャンにおける  $^{201}\text{Tl}$  の集積の定量的評価の試み, 第19回核医学会, 東京会, 1979. 11. 28.
28. 穴戸文男, 館野之男他:  $^{201}\text{Tl}$  による心筋スキャンの評価, 第319回県下国立病院療養所定例連合研究会, 放医研, 1979. 12. 20.
29. 穴戸文男, 館野之男, 井戸達雄他:  $^{123}\text{I}$  アドステロールによる副腎スキャンニング, 第 319 回県下国立病院療養所定例連合研究会, 放医研, 1979. 12. 20.
30. 須田善雄, 館野之男, 飯沼 武, 野原功全, 富谷武浩: 陽電子カメラ用, データ収集, インターフェイス, 機構, 第18回 ME 学会, 東京, 1979. 4. 29.
31. 須田善雄: 多結晶型陽電子カメラコンピューターシステムの収集速度, 核医学会, 東京, 1979. 11. 29.
32. 須田善雄: 放医研ポジトロン CT のシステム, ME 学会医用画像研究会, 浜松, 1980. 2. 28.
33. 館野之男: CT. ポジトロンカメラの進歩, 医学会総会シンポジウム, 経団連会館, 1979. 4. 7.
34. 館野之男, 飯沼 武: X線 CT の現状と将来, 第18回 ME 学会ワーフショップ, 都市センター, 4. 27.
35. 館野之男, 島尾忠男: X線診断時の注意, 日本短波「医学講座」1979. 7. 13.

36. 館野之男：放射線と医学，日本婦人科学者の会，放医研，1979.7.28.
37. 館野之男：肝疾患における核医学診断の適応の限界，画像医学のトータルシステム化シンポジウム，経団連国際ホール，1979.8.3.
38. 館野之男：ポジトロン核種による診断，テレビ医学研究講座，東京12チャンネル，1979.8.4.
39. 館野之男：新画像技術 CT の展望，日米合同セミナー，全身 CT 診断の臨床とその将来展望，順天堂大学，1979.9.28.
40. 館野之男：三次元 X 線 CT，臨床 ME セミナー，日本短波放送，1979.8.30.
41. 館野之男：映像診断の体系化，第17回癌治療学会総会シンポジウム，東京厚生年金会館，1979.10.2.
42. 館野之男：胃集検と放射線被曝，胃集検学会，関東甲信越地方会，東京富士フィルム講堂，1979.10.3.
43. Tatenō Y. et al: Imaging of Liver by Rectally Administered  $^{13}\text{N}$ -Ammonia, AORS, Singapore, 1979.11.1.
44. 館野之男：脳研究におけるポジトロン CT の役割，千葉大脳研例会，千葉大，1979.11.16.
45. 館野之男：マイクロトロン核医学の脳疾患への応用，美原記念病院研究会，1979.11.24.
46. 田伏勝義\*，中村譲，飯沼武，福久健二郎，荒居龍雄，森田新六他：MUMPS による腔内照射の坐適照射時間の計算，第38回日医放学会物理部会，音戸，1979.10.10.  
(\* 埼玉県がんセンター)
47. 恒元 博：粒子線治療，第10回放射線による制がんシンポジウム，医科歯科大学，1979.2.10.
48. 恒元 博：速中性子線治療，第20回医学会総会，笹川記念館，1979.5.15.
49. Tsunemoto, H., Umegaki, Y., Morita, S., Arai, T., Kurisu, A. and Kutsutani, Y.: Results of clinical Application of Fast Neutrons in NIRS, Nihon Toshi Center, 6th ICRR, 1979.5.15.
50. Tsunemoto, H.: Clinical Trial with 30 MeV d-Be Neutrons at NIRS. The Int. Symposium on the Prospects for Treatment of Radioresistant Cancers, Kyoto Hotel, 1979.5.21.
51. Tsunemoto, H., Morita, S., Arai, T., Kurisu, A. and Umegaki, Y.: Results of Clinical Trial with Fast Neutrons at NIRS, US-Japan Cooperative Cancer Research Program- High LET and Allied Areas In Radiotherapy, Club of Kyoto University, 1979.5.22.
52. Tsunemoto, H.: Results of Clinical Trial with Fast Neutrons and Future Plans for High LET Radiation Therapy in Japan, Advisory Group Meeting at IAEA, IAEA, 1979.9.25.
53. 恒元 博：中性子線治療，テレビ医学研究講座，東京12チャンネルテレビ，1979.10.29.
54. Tsunemoto, H.: Results of Clinical Trial with 30 MeV d-Be Neutrons at NIRS Hospital, 3rd Asian Oceanian Congress of Radiology, Singapore, 1979.11.10.
55. 恒元 博：中性子を中心とした放射線治療，第12回国公立大学病院診療放射線技術者研修，東京大学病院内研修室，1979.12.14.
56. 恒元 博：粒子線治療，第11回放医研シンポジウム，放医研，1979.12.14.
57. 恒元 博：速中性子線治療をめぐる諸問題について，第 607 回千葉医学会例会，千葉大学部講堂，1979.12.16.
58. 福士 清，入江俊章，福田信男，井戸達雄，野崎 正\*：6 $\beta$ -Iodomethyl-19-norcholest-5(10)-en-3 $\beta$ -ol 3-acetate の biotransformation と副要集積性，日本薬学会第99年会（北海道，札幌），1979.8.30.  
(\* 理化学研究所核分析)
59. 福士 清，入江俊章，福田信男，井戸達雄，野崎 正\*：6 $\beta$ -Iodomethyl-19-norcholest-5(10)-en-3 $\beta$ -ol 3-acetate の biotransformation と副腎集積性，第19回核医学会，東京，1979.11.28.  
(\* 理研)
60. 福田信男，矢後長純\*：発癌のロジスティックモデル—全成人癌死亡率の年次推移の解析— 第49回日本衛生学会，日大医学部，1979.4.4.  
(\* 聖マリアンナ大)
61. Nobuo Fukuda, Nagasumi Yago\*: Logistic induction of Lesion by radiation; A theory based on the non-steady state equilibrium model between active and inactive forms of lesion 6th ICRR 日本都市センター，5.15.  
(\*St. Marianna University)
62. 福田信男，矢後長純\*：生存率曲線の統一的現象論，38回医放学会，物理部会，音戸ロッジ，1979.10.11.



(\* 聖マリアンナ大)

63. 福田信男, 矢後長純\*: 放射生物学: 医学における確率微分方程式の応用, 染色体異常の線量効果と保管廃棄, 38 回医放学会, 物理部会, 音線ロッジ, 1979. 10. 11. (\* 聖マリアンナ大)
64. 福田信男, 矢後長純\*: 保管廃棄における入力変動と放射能減衰の取扱い, 核医学会, 国立教育会館, 1979. 10. 11. (\* 聖マリアンナ大)
65. 福田信男: ヨウ素の体内代謝, 環境セミナー, 放医研, 1979. 11. 30.
66. 福田信男, 矢後長純\*: 放射線生物効果の線量, 線量率依存性の現象論, 京大原子炉短期研究会, 大阪府熊取町, 京大原子炉実験所, 1980. 1. 24. (\* 聖マリアンナ大)
67. 中村 譲, 飯沼 武, 梅垣洋一郎\*, 福久健二郎: 放 3 研速中性子線治療計画システム, 第18回日本 ME 学会大会 東京, 1979. 4. 28. (\* 癌研放射線部)
68. 中村 譲, 古川重夫, 飯沼 武, 恒元 博: 速中性子線の生物学的効果比 (RBE) 計算法, 第38回日医放学会物理部会, 音戸, 1979. 10. 11.
69. 中村 譲, 飯沼 武, 梅垣洋一郎\*: 照射容積を考慮した TDF (Volume modified TDF) の提案 第38回日医放学会物理部会, 音戸, 1979. 10. 11. (\* 癌研放射線部)
70. 松本 徹: 核医学画像解析, 放射線医学講習会, 東京, 1979. 7. 29.
71. 松本 徹: デジタル処理, 核医学講習会, 東京, 1979. 8. 30.
72. 松本 徹, 飯沼 武, 館野之男, 穴戸文男: マルチウィンドーイメージングの欠損検出能の評価, 核医学会, 東京, 1979. 11. 29.
73. 松本 徹, 穴戸文男, 飯沼 武, 館野之男: GEカメラ電算機システムの性能試験, 日本核医学会関東信越地方会, 東京, 1980. 3.
74. 山根昭子, 福田信男, 松本 徹:  $^{86}\text{Rb}$  赤血球 uptake によるカリウムの赤血球 transport の検討, 核医学会, 国立教育会館, 1979. 11. 27.
75. Nagasumi Yago,\* Nobuo Fukuda: Simulation of survival curves of irradiated animals 6th ICRR 日本都市センター, 1979. 5. 16. (\* St. Marianna University)
76. 矢後長純\*, 福田信男, 他: 保管廃棄のシミュレーション, 理工学における RI の利用研究会, 1979. 6. 27. (\* 聖マリアンナ大)
77. 矢後長純\*, 福田信男, 他: 老化理論によるヒト血小板寿命曲線解析, 日本基礎老化研究会, 東京都養育院講堂, 1979. 7. 21. (\* 聖マリアンナ大)

[障害臨床研究部]

1. Ohyama, H., and Yamada, T.: Separation of Dead Cells from Irradiated Thymocyte Population. 6th ICRR Satellite Meeting "Basic Problems in Radiation Biochemistry", Tokyo, 1979. 5. 20.
2. 大山ハルミ, 山田 武: 密度差によるラット胸腺細胞中の死細胞の分離, 日本放射線影響学会, 第22回大会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 24.
3. 大谷正子, 川瀬淑子, 早田 勇, 平嶋邦猛: 放射線誘発骨髄性白血病の発症機序に関する研究, 第22回日本放射線影響学会, 大会大阪府立労働センター, 1979. 11. 25.
4. 杉山 始, 石原隆昭: 人骨髄細胞染色体の老化に伴う変化 (第2報) - 高倍性細胞の出現頻度 -, 第41回日本血液学会総会, 東京, 日本都市センター, 1979. 4. 5.
5. Sugiyama, H., Hirashima, K. et al.: Late Effects of Thorotrast Administration in Man, 6th International Congress of Radiation Research, Tokyo, 1979. 5. 18.
6. 杉山 始: 老年者の染色体に関する研究 (第4報), 第21回日本老年医学会総会, 大阪, 毎日文化ホール, 1979. 10. 5.
7. 奈良信雄, 平嶋邦猛: クロラムフェニコールの血液幹細胞障害に関する実験的研究, 第41回日本血液学会総会, 日本都市センター, 1979. 4. 5.

8. 平嶋邦猛, 早田 勇: 実験白血病に関する研究, 第9報, 放射線誘発骨髄性白血病発症時における血液幹細胞動態, 第41回日本血液学会総会, 日本都市センター, 1979. 4. 6.
9. Hirashima, K., Ohtani, M., Kawase, Y. and Hayata, I.: Study on the Mechanism of Radiation-Induced Myeloid Leukemia. 6th ICRR, Tokyo, 1979. 5. 14.
10. 平嶋邦猛: 緊急医療の今後について, 日本保健物理学会勉強会シンポジウム, 京都大学原子炉実験所, 1979. 8. 28.
11. Hirashima, K., Sugiyama, H., Ishihara, T., Kurisu, A., Hashizume, T. and Kumatori, T.: The Chiba (Japan) Accident 1971: Exposure to <sup>192</sup>Iridium, International Symposium 'The Medical Basis for Radiation Accident Preparedness, Oak Ridge, U. S. A., 1979. 10. 18.
12. 平嶋邦猛: 骨髄移植の問題点に関する実験的解析, 第21回日本臨床血液学会総会シンポジウム, 骨髄移植の現状と問題点, 札幌教育文化会館, 1979. 10. 4.
13. 平嶋邦猛: 放射線の人体への影響, 第12回原子力行政セミナー, 科学技術庁, 1979. 11. 13.
14. 平嶋邦猛: ICRP Pub 28 及び IAEA Safety Series No. 47 の解説, 日本原子力情報センターセミナー, 東京自転車振興会館別館, 1980. 1. 21.
15. 平嶋邦猛: 放射線事故のための医学的基礎及び放射線事故例とその対応について, 日本原子力情報センターセミナー, 東京自転車振興会館別館, 1980. 1. 22.
16. 平嶋邦猛, 奈良信雄, 別所正美: 血液幹細胞動態よりみたマウス白血病の造血能の変化及び抗白血病剤の効果について, 文部省班会議, 東京赤門学会館, 1980. 2. 22.
17. 平嶋邦猛, 奈良信雄, 別所正美: かび毒, 抗生物質の造血免疫能に及ぼす影響, 科技厅特調費かび毒班会議, 東医健保会館, 1980. 2. 23.

〔技術部〕

1. 鈴木和年, 井戸達雄, 岩田 鍊, 曾我建吾, 吉川喜久夫, 玉手和彦, 榎田義彦, 九山裕平\*: RI自動分離精製装置の開発と <sup>52</sup>Fe, <sup>123</sup>I の自動生産, 第16回理工学における同位元素発表会, 国立教育会館, 1976. 6. 26.  
(\* 協和精密K. K.)
2. 早尾辰雄, 富田静男, 沢田卓也, 宇和賀一夫: オートクレープ用滅菌飼料における2社の繁殖成績の比較, 第13回総会実験動物技術者協会, 慶応大学医学部本館臨床講堂, 1979. 5. 19.
3. 福久健二郎, 武田栄子, 荒居龍雄, 森田新六, 村上優子, 本家好文, 飯沼 武: 子宮頸癌治療歴登録システム(第二報), 第38回日本医放学会物理部会, 呉市, 1979. 10. 10.
4. 松本恒弥: *E. coli* 汚染 SPF マウスの放射線照射による早期死と生産コロニー内における本菌汚染の拡大について, 第14回日本実験動物学会, 福岡県立勤労青少年センター, 1979. 8. 31.
5. 松本恒弥: 塩素, 塩酸およびそれら併用による, マウス飲水中の細菌の増殖抑制効果について, 第27回実験動物談話会, 東京都市センター, 1979. 2. 5.
6. 山極順二, 山極三郎, 椎名悦子, 斉藤美津, 松下 悟: SPF マウスの加齢性変化 (Aging alteration) に関する病理学的研究. VI 実験的飼料と C3H マウスの加齢, 第87回日本獣医学会 (病理), 抄録 130. (TV-3) 日大農獣医学部, 1979. 4. 3.
7. 山極順二, 椎名悦子, 斉藤美津: Japan-Sweden Symposium. "Role of Radiation in the Etiology of Cancer" Pathology of Aging-On Experimental Factors Japan-Sweden Symposium. 1980. 1. 14-15. 80. 1. 15 Kyoto Grand Hotel.
8. 山極順二, 山極三郎, 椎名悦子, 斉藤美津, 松下 悟: 実験用繁殖用雌ラットに集団発生したアミロイド症に関する病理学的研究, 第89回日本獣医学会 (病理), 東京農工大, 1980. 3. 27.
9. 山崎友吉, 二上ふみ: 放医研における wistar/MS ラットの非滅菌飼料を滅菌飼料の繁殖成績について, 第13回総会, 実験動物技術者協会, 慶応大学医学部本館臨床講堂, 1979. 5. 20.

〔養成訓練部〕

1. Aoki, K., Matsudaira, H.: Induction of Hepatic Tumors after Treatment with MAM Acetate in *Oryzias latipes* and its Inhibition by Previous Irradiation with X-rays. Symposium on Radiation Effects on Aquatic

Organisms, 逗子なぎさホテル, 1979. 5. 11.

2. 青木一子, 松平寛通, : MAM アセテートによる肝腫瘍誘発に対するカフェイン後処理の効果, 第38回日本癌学会, 東京プリンスホテル, 1979. 9. 27.
3. 飯田博美, 越島得三郎:  $\beta$  線吸収線量率の計算式について, 第14回保健物理学会, 名大, 1979. 4. 5.
4. Iida, H., Koshijima, T., Shiraishi, Y. : Occupational Exposures in Japan. 3rd AOCR, Singapore, 1979. 10. 27.
5. 上養義朋, 秦 和夫\*, 中村尚司\*\*, 小佐古敏荘\*\* : DLC-58 を用いた 52 MeV 陽子による 2 次粒子線透過実験の解析, 日本原子力学会, 名大, 1980. 3. 28. (\* 京大工, \*\* 東大核研)
6. 越島得三郎, 白石義行, 加藤義雄, 飯田博美 : 自発光塗料からの制動放射, 第14回保健物理学会, 名大, 1979. 4. 5.
7. 越島得三郎, 中島敏行, 竹内 智\* : 低線量測定における TLD リーダの低雑音化の検討, 第14回保健物理学会, 名大, 1979. 4. 6. (\* 埼玉大)
8. 上島久正, 鹿島正俊, 松岡 理 : プルトニウム重合体の赤血球透過脆弱性におよぼす影響, 第22回日本放射線影響学会, 大阪府立労働センター, 1979. 11. 25.
9. Joshima, H., Kashima, M., Matsuoka, O. : The Effect of Polymeric Plutonium on Bone Marrow Activity in Mice. 6th International Congress of Radiation Research, Tokyo, 1979. 5. 16.
10. 安本 正 : 諸外国における放射線事故緊急医療の実情について, 保健物理学会シンポジウム, 京大原子炉実験所, 1979. 8. 28.
11. 安本 正, 中川真也\* :  $^{75}\text{Se}$  セレノメチオニンの体内代謝の一症例とその MIRP Pamph. No. 9 との比較, 第19 回核医学会, 国立教育センター, 1979. 11. 29. (\* 日立総合病院)

#### 〔病院部〕

1. Arai, T. Morita, S. : Radiation Treatment of Cervix Cancer Using High Dose Rate Intracavitary Irradiation. 3rd AOCR Singapore, Oct. 30, 1979.
2. 荒居竜雄, 森田新六, 村上優子, 本家好文, 栗栖 明, 武田 敏\* : 子宮頸部腺癌の放射線治療, 第17回, 日本癌治療学会, 東京, 1979. 9. 30. (\* 千葉大学, 婦人科)
3. 荒居竜雄 : 子宮頸癌の放射線治療法, 放医研シンポジウム, 千葉, 1979. 12. 13.
4. 荒居竜雄, 兼平千裕, 森田新六, 村上優子, 栗栖 明, 福久健二郎 : 子宮頸癌放射線治療技術改善に関する研究, 第1報, 治療技術評価, 第306回日医放学会, 関東地方会, 東京, 1980. 3. 22.
5. 伊賀 浩 : 胃癌の術中照射療法, 第10回胃癌放射線治療研究会, 東京, 1979. 9. 29.
6. 岡本 良, 岡崎 実, 坂下邦雄, 熊谷和正 : 放医研の陽子線治療について, 第4回千葉県, 放射線技術研究会群馬中央病院, 1980. 3. 1.
7. 小関信弘\*, 林 太郎\*, 坂下邦雄, 熊谷和正, 酒井尚信\*\* : 被曝線量を考慮した撮影手技の検討, 放射線技術学会, 第26回関東東京部会, 群馬県民会館, 1979. 10. 21. (\* 化研病院, \*\* 千葉大技師学校)
8. 熊谷和正, 坂下邦雄 : 撮影用胃ファントムについて 第35回日本放射線技術学会総会, 東京科学技術館, 1979. 4. 7.
9. 熊谷和正, 坂下邦雄, 林 太郎\*, 酒井尚信\*\* : 胃ファントムについて, 日本放射線技術学会, 第26回関東東京部会, 群馬県民会館, 1979. 10. 21. (\* 化研病院, \*\* 千葉大放技校)
10. 栗栖 明 : 放射線事故被曝医療の自験例と今後の課題・臨床の見地から, 日本原子力情報センター, 資料, 800 194, 77-86, 1980.
11. 斉藤幸男\*, 坂下邦雄 : 電子線用ツープスについて, 第3回千葉県放射線技術研究会, 船橋衛生センター, 1979. 12. 2. (\* 成東病院)
12. 坂下邦雄, 熊谷和正, 岡崎 実, 中島康文, 岡本 良 : 放射線治療における再現性について, 第35回日本放射線技術学会, 千代田公会堂, 1979. 4. 7.

13. 坂下邦雄, 岡崎 実, 熊谷和正, 岡本良, 中島康文: 電子線の全身照射について, 第2回千葉県放射線技術研究会, 放医研講堂, 1979. 9. 2.
14. 坂下邦雄, 熊谷和正, 岡崎 実, 中島康文, 岡本 良: 電子線用照射筒よりの漏洩線について, 日本放射線技術学会, 第26回関東, 東京都会, 群馬県民会館, 1979. 10. 20.
15. 坂下邦雄, 岡崎実, 熊谷和正, 中島康文, 岡本 良: 電子線照射の照射野係数について, 第3回千葉県放射線技術研究会, 船橋市衛生センター, 1979. 12. 2.
16. 三瓶薫子: Ra 針刺入患者の清拭についての考察, 日本看護協会千葉県支部主催, 塚本ホール (千葉市), 1979. 11. 9.
17. Sigematu, Y\*. Arai, T.\*\* Irie, G.: Present State of Remotory Controlled Afterloading Intracavitary System with High Dose Rate in Japan. 3rd AORCR, Singapore, Oct 30, 1979.  
(\* Dept of Radiology Osaka. Univ. School of Med. \*\* Dept of Radiology Hokkaido Univ. School of Med)
18. 角坂育英\*, 滝沢弘隆, 宮本忠昭, 本家好文, 森田新六: 進行性 (肺癌扁平上皮癌) に対する B-M 療法の試み (第2報), 第20回日本肺癌学会, 東京, 1979. 9. 25. (\* 千葉大学呼吸器科)
19. 奈良信雄, 平嶋邦猛: クロラムフェニコールの血液幹細胞障害に関する実験的研究, 第41回日本血液学会総会, 東京, 1979. 4. 5.
20. 奈良信雄, 宮本忠昭, 栗栖 明, 恒元 博, 大津裕司, 田辺恵美子\*: 同胞に白血病など悪性腫瘍の多発した cutaneous Tcell Lymphoma (菌状臭肉症) の1例, 第21回日本臨床血液学会, 札幌, 1979. 10. 2. (\* 千葉大学)
21. 本家好文, 荒居竜雄, 森田新六, 栗栖 明: 子宮頸癌放射線治療後長期生存例の死因検討, 第17回日本癌治療学会, 東京, 1979. 9. 30.
22. Honke. Y. Tsunemoto H. Morita, S. Arai, T. Kurisu, A. Nakamura Y. \* Shimazaki A: Fast neutron therapy for carcinoma of the prostate and urinary bladder. (\* Dept of Uro, Chiba Univ.)
23. 宮本忠昭: B-M 療法の成果とペプレオマイシンによるその展開, ペプレオマイシン研究会, 東京, 1979. 8. 25.
24. 宮本忠昭, 寺島東洋三: Burkitt Lymphoma と Ehrlich 腹水癌細胞に対するブレオマイシンの potentially lethal damage の研究, 第38回日本癌学会, 東京, 1979. 9. 27.
25. 宮本忠昭: 転移性子宮頸癌に対する B-M 療法の最近の成果, 第17回日本癌治療学会, 東京, 1979. 9. 30.
26. Morita, S. Arai, T. Murakami, Y. Honke, Y. Kurisu, A.: Fast neutron therapy for squamous cell carcinoma of the cervix uteri. first "High LET and Allied Areas in Radiotherapy" Kyoto Univ. Club May 22-23, 1979.
27. 森田新六: 卵巣癌の放射線治療, 千葉県腫瘍懇話会, 教育会館, 千葉市, 1979. 9. 20.
28. 森田新六, 荒居竜雄, 恒元 博: 速中性子線照射を行った子宮頸癌症例の検討, 第17回日本癌治療学会, 全共連ビル, 東京都, 1979. 9. 30.
29. Morita, S, Arai, T. Kurisu, A.: Radiation treatment of ovarian cancer. 3rd AOCR, Singapore, Oct. 29. 1979.
30. 森田新六, 荒居竜雄, 村上優子, 兼平千裕, 栗栖 明, 中村 譲: 「子宮頸癌放射線治療技術改善に関する研究」(第2報) 放射線治療後の局所再発の解析」日医放学会, 関東地方会, 東京都, 1980. 3. 22.
31. 宮本忠昭: 転移性子宮頸癌の化学療法, 放医研シンポジウム, 千葉, 1979. 12. 12~13.
32. 村上優子, 荒居竜雄, 森田新六, 本家好文, 栗栖 明: 子宮頸癌放射線治療の予後と臨床的パラメーター—第1報. 第17回癌治療学会, 東京都, 1979. 9. 30.

〔環境放射生態学研究部〕

1. 内田滋夫, 福井正美\*, 桂山幸典\*: イオン交換樹脂および土壌カラム内における重金属イオンの挙動, 農業土木学会, 日本大学 (東京), 1979. 5. 5. (\* 京都大学原子炉)
2. Ohmomo, Y.: Selection of Critical Group in Relation to the Release of Radionuclides from Nuclear Spent Fuel Reprocessing Plant. The Third NEA Seminar on Marine Radioecology, Press Center, Japan, Oct., 1979.

3. 大桃洋一郎：放射性ヨウ素の環境から生物への移行(1)大気から植物へ，第7回放医研環境セミナー，最近の環境における放射性ヨウ素の諸問題，放医研講堂，1979.11.29.
4. 大桃洋一郎，住谷みさ子：重金属等有毒元素の人体への移行，文部省環境特研昭和54年度成果報告会，植物—(動物)—人間系における重金属等有毒元素の挙動，静雲荘，1979.2.
5. 鎌田 博：放射性ヨウ素のモニタリングと迅速測定法—ミルクマトリックス法による迅速測定法— 第7回放医研環境セミナー，放医研（千葉），1979.11.30.
6. 鎌田 博：陸圏における放射性核種の挙動に関する研究，環境放射能安全研究（被曝線量試験研究）成果発表会，原研本部（東京），1979.12.4.
7. 鎌田 博，佐伯誠道：陸圏における放射性核種の挙動に関する研究，環境放射能安全研究成果発表会，原研本部（東京），1979.12.4.
8. 鎌田 博，渡部輝久，内田滋夫：環境微量放射性物質の分析測定法と挙動に関する研究，環境放射能の挙動及び測定法に関する短期研究会，京都大学原子炉実験所（大阪），1980.2.27.
9. 河村日佐男，野村悦子，田中義一郎，J.F. McInroy\* (LASL Health Research Division)：一般人における<sup>90</sup>Srおよび<sup>239,240</sup>Pu 負荷量，日本放射線影響学会第22回大会，大阪，1979.11.25
10. 河村日佐男：DR. J. H. Harley 講演（「モニタリングをめぐる諸問題—ユタ州における放射性降下物」）の解説，第7回放医研環境セミナー，千葉，1979.11.29.
11. Saiki, M. : Some comments in connection with Japanese Experience on Pre-estimation of Radiation Dose to Man due to the Coastal Release of Liquid Radioactive Wastes. The Third NEA Seminar on Marine Radioecology, Press Center, Japan, Oct., 1979.
12. Sumitya, M. and Ohmomo, Y. : Further Report on Dietary Survey around Nuclear Sites in the Tokai Area and Their Radiological Significance to the Relevant Population. The Third NEA Seminar on Marine Radioecology, Press Center, Japan, Oct., 1979.
13. 住谷みさ子，大桃洋一郎：海産物摂取による内部被曝線量推定に関する調査研究，日本放射線影響学会第22回大会，大阪府立労働センター，1979.11.24.
14. 住谷みさ子：東海村乳幼児の食品消費実態調査，第7回放医研環境セミナー，最近の環境における放射性ヨウ素の諸問題，放医研講堂，1979.11.30.
15. 田中義一郎，河村日佐男，野村悦子：<sup>90</sup>Sr分析法におけるYの回収率決定法の検討，第16回理工学における同位元素研究発表会，東京，1979.6.27.
16. 田中義一郎，河村日佐男，野村悦子：標準日本人（Reference Japanese Man）Ⅱ，元素組成について，日本放射線影響学会第22回大会，1979.11.25.
17. 田中義一郎：放射性ヨウ素の体内分布と代謝—甲状腺への蓄積，第7回放医研環境セミナー，千葉，1979.11.30.
18. 田中義一郎：標準日本人（Reference Japanese Man）設定に関する研究，環境放射能安全研究成果発表会，原研本部（東京），1979.12.
19. 田中義一郎：環境中超ウラン元素の食品人体系における移行の研究，環境放射能安全研究成果発表会，原研本部（東京），1979.12.
20. 田中義一郎，河村日佐男，野村悦子：人体組織器官中の元素濃度について，第50回日本衛生学会総会，1980.4.2.
21. 本間美文，大桃洋一郎：土壌植物系における亜鉛の動態に関する研究（第1報）<sup>65</sup>Znで汚染させた，土壌のDT PA, EDTA, HCl抽出について— 日本土壌肥科学会，北海道大学，1979.8.3.
22. 本間美文：環境中におけるヨウ素について（解説）第7回放医研環境セミナー，最近の環境における放射性ヨウ素の諸問題，放医研講堂，1979.11.29.
23. 本間美文，大桃洋一郎：放射性物質および安定元素の土壌から植物への移行に関する調査研究—放射性物質および安定元素の土壌中における挙動に関する調査研究— 文部省科研費総合研究(A)昭和54年度成果報告会，放出放射能による環境汚染と被曝評価に関する研究，京大館，1980.2.15.
24. 村松康行：牛の甲状腺中の<sup>129</sup>Iに関する調査及びヨウ素の再揮発について（解説）第7回放医研環境セミナー，最近の環境における放射性ヨウ素の諸問題，放医研講堂，1979.11.29.

25. 渡部輝久, 鎌田 博: 原子力発電所周辺の環境試料中のコバルト-60, マンガン-54について, 日本放射線影響学会第22回大会, 大阪府立労働センター (大阪), 1979. 11. 23. 1.

[海洋放射生態学研究部]

1. 石井紀明, 鈴木 譲, 松葉満江, 小柳 卓: 海産生物中の微量元素の定量—Ⅲ 藻類の外部および内部形態における微量元素の分布について, 昭和54年度日本水産学会秋季大会, 北大 (函館), 1979. 10. 5.
2. 上田泰司, 鈴木浜治\*, 中原元和, 石井紀明, 鈴木 譲: 中深層魚の金属元素量について, 昭和54年度日本水産学会春季大会, 東水大 (東京), 1979. 4. 4. (\* 動燃安全管理部)
3. Ueda, T., Suzuki, H., Nakahara, M., Ishii, T. and Suzuki, Y.: The Concentration Factors of Some Elements for Cephalopods, 第6回国際放射線研究会議, 全共連ビル (東京), 1979. 5. 15. (\* 動燃安全管理部)
4. Ueda, T., Suzuki, Y. and Nakamura, R.: Radioecology of  $^{60}\text{Co}$  in Urazoko Bay Seminar on Marine Radioecology OECD-NEA, プレスセンター (東京), 1979. 10. 2.
5. 上田泰司, 鈴木 譲, 石井紀明, 中原元和, 鈴木浜治\*: 中深層魚の濃縮係数, 日本放射線影響学会第22回大会大阪府立労働センター (大阪), 1979. 11. 24. (\* 動燃安全管理部)
6. 上田泰司: 頭足類における濃縮係数, 海洋シンポジウム (原安協) 東海大会館 (東京), 1979. 11. 27.
7. 上田泰司, 鈴木 譲, 中村良一: 沿岸海域試料の解析調査-2 第21回環境放射能調査研究成果発表会, 放医研 (千葉), 1979. 11. 28.
8. 上田泰司: 海洋における放射性核種の挙動に関する研究, 環境放射能安全研究発表会原研 (東京), 1979. 12. 4.
9. Koyanagi, T.: Effect of Sediment-Bound Radionuclides on Marine Organisms, 水生生物に対する放射線の影響に関するシンポジウム, ナギサホテル (逗子), 1979. 5. 11.
10. Koyanagi, T. and Misonou, J.\*: Retention of Sediment-Bound Radionuclides by Marine Demersal Fishes, 第6回国際放射線研究会議全共連ビル (東京), 1979. 5. 15. (\* 電力中央研究所水域生物部)
11. Koyanagi, T., Nakahara, M. and Matsuba, M.: Radionuclide Accumulation by Marine Demersal Fishes Seminar on Marine Radioecology OECD-NEA, プレスセンター (東京), 1979. 10. 7.
12. 小柳 卓, 石井紀明, 飯村満江: 海産底生魚の放射能汚染, 日本放射線影響学会第22回大会, 大阪府立労働センター (大阪), 1979. 11. 24.
13. 小柳 卓: 放射性ヨウ素の環境から生物への移行, 海水から生物へ, 第7回放医研環境セミナー放医研 (千葉), 1979. 11. 29.
14. 鈴木 譲, 中原元和, 上田泰司: 魚類による金属元素の蓄積-V マハゼによる  $^{95}\text{Zr}$ - $^{95}\text{Nb}$  の水からの取り込みと排出, 昭和54年度日本水産学会春季大会, 東水大 (東京), 1979. 4. 4.
15. 鈴木 譲, 上田泰司, 清水千秋\*: 魚類による金属元素の蓄積-IV 放射性物質とタンパクとの結合について, 昭和54年度日本水産学会秋季大会 北大 (函館), 1979. 10. 5. (\* 東京大学農学部)
16. 鈴木 譲, 上田泰司, 清水千秋\*: 海産魚蛋白と放射性物質の結合について, 日本放射線影響学会第22回大会, 大阪府立労働センター (大阪), 1979. 11. 24. (\* 東京大学農学部)
17. 鈴木 譲, 中原元和, 上田泰司: マハゼによる  $^{95}\text{Zr}$ - $^{95}\text{Nb}$  のとり込み・排出, 日本放射線影響学会第22回大会, 大阪府立労働センター (大阪), 1979. 11. 24.
18. 鈴木 譲: 海洋試料中の安定同位元素に関する研究, 環境放射能安全研究発表会原研 (東京), 1979. 11. 24.
19. 中原元和, 小柳 卓, 上田泰司, 清水千秋\*: マダコの鰓心臓によるコバルトの蓄積について, 昭和54年度日本水産学会春季大会, 東水大 (東京), 1979. 4. 4. (\* 東京大学農学部)
20. Nakahara, M., Ueda, T., Suzuki, Y., and Suzuki, H\*.: Concentration Factors of Mesopelagic Organisms Seminar on Marine Radioecology OECD-NEA, プレスセンター (東京), 1979. 10. 4. (\* 動燃安全管理部)
21. 中原元和, 小柳 卓, 上田泰司, 清水千秋\*: マダコによる放射性核種の蓄積について, 日本放射線影響学会第22

回大会 大阪府立労働センター（大阪）1979. 11. 24.

(\* 東京大学農学部)

22. 長屋 裕, 中村 清: 日本近海深層水中の人工放射性核種濃度について, 1979年度日本海洋学会春季大会, 全共連ビル (東京), 1979. 4. 19.
23. Nagaya, Y. and Nakamura, K.: Distribution of  $^{90}\text{Sr}$  and  $^{137}\text{Cs}$  in Deep Waters around Japan Seminar on Marine Radioecology OECD-NEA, プレスセンター (東京), 1979. 10. 2.
24. 長屋 裕: 沿岸域における汚染物質の挙動 —人工放射性核種の挙動— 文部省科研費環境科学特別研究研究会 静雲荘 (箱根), 1979. 11. 26-27.
25. 長屋 裕, 中村 清: 日本周辺海域深層水中の  $^{90}\text{Sr}$  および  $^{137}\text{Cs}$  量について, 第21回環境放射能調査研究成果発表会, 放医研 (千葉), 1979. 11. 28.
26. 平野茂樹, 小柳 卓:  $^{60}\text{Co}(\text{II})$  のアミノ酸錯体放射化学討論会, 大阪, 1979. 10. 11.

## 2. 職員海外出張及び留学

所 属	氏 名	期 間	国 名	目 的
臨 床	井 戸 達 雄	S. 54. 4. 1~54. 4. 7	米国 (ホノルル)	日米合同化学会年会, ハワイ会議
生 病	岡 田 安 弘	S. 54. 4. 20~54. 12. 9	米国 (ワシントン) 国立公衆衛生院	「自然発生癌における RNA 腫瘍ウイルスの研究」について共同研究
”	阿 部 史 朗	S. 54. 5. 2~54. 6. 1	米国	米国スリーマイルアイランド原子力発電所の事故調査
所 長	熊 取 敏 之	S. 54. 6. 9~54. 6. 23	オーストリア(ウィーン) ドイツ連邦共和国	第28回国連科学委員会
環 境	市 川 龍 資	S. 54. 6. 9~54. 6. 17	オーストラリア (ウィーン)	”
物 理	山 本 幹 男	S. 54. 7. 1~54. 7. 17	仏国 (パリ)	第 6 回医用画像情報処理国際学会
生 物	中 沢 透	S. 54. 7. 3~54. 7. 16	米国(ロサンゼルス) (デトロイト)	生体膜, エネルギー国際研究会第11回国際生化学会議
臨 床	井 戸 達 雄	S. 54. 7. 3~54. 8. 25	米国 (ニューヨーク)	加速粒子の化学作用とその核医学への応用に関する研究
障 基	小 林 定 喜	S. 54. 8. 4~55. 8. 12	アメリカ合衆国	原子力発電所事故状況等調査
化 学	森 明 充 興	S. 54. 8. 26~55. 8. 25	米国, スタンフォード大学	放射線による突然変異の誘発機構の研究
薬 学	小 沢 俊 彦	”	”	放射線障害の初期過程で生ずる活性酸素の化学的研究
物 理	中 島 敏 行	S. 54. 8. 27~54. 10. 10	米国(サンパウロ) (シアトル, ブラジ) ル	ワシントン大学講演 第10回医学物理学会記念大会講演会, 研究交流
生 物	松 平 寛 通	S. 54. 9. 8~54. 9. 17	連合王国 (ロンドン)	ICRP Committee
臨 床	恒 元 博	S. 54. 9. 21~54. 9. 30	オーストリア(ウィーン)	放射線生物学研究の放射線治療への応用に関する諮問委員会
環 衛	樫 田 義 彦	S. 54. 9. 22~54. 9. 30	オーストリア	IAEA主催「低レベルトリチウム測定のコソナルクントグループ会議」出席
障 基	小 泉 彰	S. 54. 9. 29~54. 11. 12	連合王国, 西ドイツ フランス, 米国	「保健物理実務に関する高級コース」研修実験施設の実施調査
物 理	田 中 栄 一	S. 54. 10. 13~55. 8. 21	米国 (ハワイ)	第 4 回国際身体画像会議
所 長	熊 取 敏 之	S. 54. 10. 13~54. 10. 22	米国(ロサンゼルス) (ノックスビル)	「放射線事故にそなえて医学的基礎」国際会議
障 臨	平 嶋 邦 猛	S. 54. 10. 14~54. 10. 22	米国(ロサンゼルス) (ノックスビル)	「放射線事故にそなえて医学的基礎」国際会議



所 属	氏 名	期 間	国 名	目 的
環 境	白 石 義 行	S. 54. 10. 21～54. 10. 28	米 国 (リ ッ チ ラ ン ド)	第19回ハンフォードライフサイエンスシンポジウム
"	内 山 正 史	"	"	"
臨 床	館 野 之 男	S. 54. 10. 27～54. 11. 4	シ ン ガ ポ ー ル	第 3 回 ア ジ ア オ セ ア ニ ア 放 射 線 会 議
技 術	吉 川 元 之	S. 54. 10. 26～54. 11. 12	連 合 王 国, 西 ド イ ツ フ ラ ン ス, 米 国	実験施設の实地調査
環 衛	市 川 龍 資	S. 54. 11. 4～54. 11. 16	フ ラ ン ス	大 西 洋 放 射 性 廃 棄 物 投 棄 海 域 再 評 価 専 門 家 会 議 環 境 モ ニ タ リ ン グ に 関 す る 諮 問 グ ル ー プ 会 議
養 訓	安 本 正	S. 54. 11. 2～54. 11. 14	ベ ル ギ ー 連 合 王 国	ア ク チ ナ イ ド 核 種 及 び そ の 崩 壊 生 成 物 に 関 す る 保 建 問 題 に つ い て の 作 業 班 会 議 緊 急 医 療 対 策 等 に つ い て の 意 見 交 換
伝 遺	平 井 百 樹 (延 長)	S. 53. 11. 21～55. 2. 20 (54. 11. 21～55. 2. 20 (延 長))	オ ラ ン ダ 国	原 子 力 留 学 「放 射 線 誘 発 染 色 体 進 常 に 関 す る 研 究」
遺 伝	中 井 斌	S. 54. 11. 29～54. 12. 14	オ ラ ン ダ オ ー ス ト リ ア, 連 合 王 国, フ ラ ン ス	国 際 原 子 力 機 関 協 同 研 究 集 会 ヒ ト に つ い て の 遺 伝 的 リ ス ク 評 価 を 目 的 と し た 放 射 線 誘 発 染 色 体 異 常 の 研 究
環 境	阿 部 史 朗	S. 54. 1. 3～54. 1. 24	ソ 連	日 ソ 文 化 交 流 短 期
"	稲 葉 次 郎	S. 54. 1. 7～54. 1. 18	ア メ リ カ	核 融 合 に か か る 日 米 協 力
薬 学	大 石 洵 一	S. 55. 2. 15～56. 2. 14	ア メ リ カ, オ レ ゴ ン 大 学	生 物 学 的 研 究 の た め の 新 し い 試 薬 の 研 究
遺 伝	佐 藤 弘 毅	S. 55. 3. 1～55. 12. 31	ブ ル ッ ク ヘ ブ ン 国 立 研 究 所	哺 乳 類 突 然 変 異 放 射 株 に お け る デ オ キ シ リ ボ 核 酸 の 修 復 に つ い て の 研 究
環 境	市 川 龍 資	S. 55. 3. 1～55. 3. 15	英 国 プ リ ス ト ル ス ベ イ ン 海 洋 研 究 所 ポ ル ト ガ ル 国 立 エ ネ ル ギ ー 産 業 技 術 研 究 所	第 5 回 SWG (海 洋 底 処 分 検 討 グ ル ー プ) 会 議 に 出 席 お よ び 海 洋 処 分 調 査 研 究 機 関 訪 問
遺 伝	村 田 紀	S. 55. 3. 2～55. 3. 8	米 国 (ホ ノ ル ル)	大 腸 癌 と 胃 癌: 発 癌 と 保 健 因 子 疫 学 及 び 化 学 放 射 線 発 癌 合 同 セ ミ ナ ー ル
環 境	田 中 義 一 郎	S. 55. 3. 7～55. 3. 31	イ ス ラ エ ル, ス ペ イ ン, イ タ リ ア, 西 ド イ ツ ス ウェーデンデンマーク	標 準 日 本 人 (Reference Japanese Man) に 関 す る 研 究
生 物	松 平 寛 通	S. 55. 3. 15～55. 3. 24	連 合 王 国	国 際 放 射 線 防 護 委 員 会 総 会 及 び 第 一 専 門 委 員 会
物 理	中 島 敏 行	S. 55. 3. 28～55. 4. 6	フ ラ ン ス (ト ウ ル ー ス)	国 体 線 量 計 測 に 関 す る 国 際 会 議

### 3-1 来所外国人科学者

氏名	国名	講演課題	期間
Prof. Dr. Helmut Glubrecht	西ドイツ (ハノーバー工業大学生物物理研究所)	①「牛の甲状腺中の <sup>129</sup> Iに関する調査及びヨウ素の再揮発について」 ②「西ドイツサクソン州における再処理施設建設計画に伴う環境放射生態学研究について」①第7回放医研環境セミナーで講演	54. 11. 28～ 54. 11. 29
Dr. John H. Harley	米国 (合衆国エネルギー省 FML 所長)	①「モニタリングについて」 ②「米国エネルギー省環境測定実験所の研究活動—特に Ge (Li) スペクトロスコープシステムについて」①→第7回放医研環境セミナーで講演	"
Sir. Edward E. Pochin	連合王国 (放射線防護院)	①「ICRR No26に関する量的概念基礎」 ②「放射線被曝におけるレベルについて」	54. 5. 24～ 54. 5. 25

### 3-2 来所外国人科学者 (第6回 ICRR 関係訪問者)

氏名	国名	行事	期間
Prof. Haran-Ghera	イスラエル ワイズマン科学研究所	講演及びデスカッション	54. 5. 28
Dr. R. Castro	米国サンフランシスコ マウントサイオリ病院	セミナー	54. 5. 24～25
Dr. M. Goitein	米国 マサチューセッツ総合病院	"	"
Dr. M.R. Raju	米国 ロスアラモス科学研究所	"	"
Dr. A. Gauvenet	フランス、原子力安全防護局安全担当理事 安全委員会委員	視察	54. 5. 30
中国科学院代表团 (15名)	中国科学院	"	54. 6. 4
Dr. W. Lashowski	西ドイツ ベルリン自由大学生物物理研究所	"	54. 6. 1～2
Dr. P.P.W. van Buul	オランダ 国立ライデン大学	"	54. 5. 19
Dr. A.D. Tates	"	"	"
Dr. E. Moustacchi	フランス ラジウム研究所	"	54. 5. 27
Prof. R.H. Haynes	カナダトロント ヨーク大学	"	54. 6. 4
(東大から一名随行) Prof. Johann Peurhling	オーストリア ザルツブルグ大学	"	54. 5. 18
Dr. J. B. Little	米国 ハーバード大学公衆衛生学部	"	54. 5. 17
Dr. H. Nagasawa	"	"	"
Prof. M.L. Griem	米国 シカゴ大学医学部	"	"
Dr. D.L. Willis	米国 オレゴン州立大学	"	54. 5. 10
Dr. H. Hansen	デンマーク 国立研究所	"	54. 5. 8
Dr. E. L. Lloyd	米国 アルゴンヌ国立研究所	"	54. 5. 17
Dr. Nans Bichsel	米国シアトル ワシントン大学	"	54. 5. 17
Dr. A. Brahme	スウェーデン カロリンスカ研究所	"	54. 5. 17
Prof. H.H. Evans	米国、クリーブランド・オハイオケイス・ ウェスタン・リザーブ大学	"	54. 5. 25～26

氏名	国名	行事名	期間
Dr. B. G. Blaylock	米国 オークリッジ国立研究所	視察	54. 5. 17
Dr. D. W. Engel	米国 海洋水産学研究所	"	"
Dr. W. L. Templeton	米国 バツテルメモリアル研究所	"	"
Dr. M. R. Quastel	ネゲブ・ベア・シェバ・ベンガリオン大学	"	54. 5. 18
Dr. H. Hansen	デンマーク リソ国立研究所	"	54. 5. 17
Dr. J. A. G. Dariss	オランダ 放射線生物学会エネルギー調査財団会長	"	54. 5. 25
Dr. D. Harder	西ドイツ ICRU 委員	"	54. 5. 17
Dr. D. Scott	英国, マンチェスター クリステール病院	"	54. 5. 24
Dr. E. Ckardt	"	"	54. 6. 4
Dr. H. M. Patt	米国 カリフォルニア大学放射線生物学研究所	"	54. 5. 25
Dr. C. A. Tobias	米国 カリフォルニア大学	"	54. 5. 17
Dr. M. Talas	ハンガリー, 国立科学アカデミー 微生物学研究グループ	"	"
Dr. H. Bichsel	米国シアトル ワシントン大学	"	"
Dr. C. K. Yu	中国 国立ツィンファ大学	"	"
Dr. Y. K. Fu	中国 原子力研究所	"	"
Dr. S. C. Roy	インド カルカッタネース研究所	"	"
Dr. R. J. M. Fry	米国 オークリッジ国立研究所	"	"
Dr. R. L. Ullrick	"	"	"
Dr. E. L. Lloyd	米国 アルゴンヌ国立研究所	"	"
Dr. D. J. Fluke	米国 デューワ大学	"	"
Dr. A. Rubach	米国 ワシントン大学	"	"
Dr. D. Krishnan	インド バーバ原子力研究センター	"	"
Dr. S. J. Yang	米国 メソディスト病院	"	"
Dr. B. Tribukait	"	"	"
Dr. C. Streffer	西ドイツ エッセン大学	"	"
Dr. R. S. Kaheu	イスラエル ソレグ原子力研究センター	"	"
Dr. H. S. Ducoff	米国 イリノイ大学	"	"
Dr. T. S. Veninga	オランダ 放射線病理研究所	"	"
Dr. H. Fvans	米国 ケイスウェスタンリザーブ大学	"	"
Dr. T. Evans	"	"	"
Dr. E. Kartashev	ソ連邦 全邦放射線工学研究所	"	"
Dr. V. Komar	"	"	"
Dr. A. D. Woodhead	米国	"	"

氏名	国名	行事	期間
Dr. A. Sadowska	ポーランド 遺伝産研究所	視察	54. 5. 17
Dr. E. G. Alekseev	ソ連邦 レニングラード核物理研究所	"	"
Dr. P. S. Lin	米国, タフズニューイングランド・ メデカルセンター	"	"
Dr. M. Quintiliani	イタリア 学術審議会	"	"
Dr. L. B. Sztanyik	ハンガリー, 国立放射線生物学 放射線衛生学研究所	"	"
Dr. R. Sridhar	カナダ オクラホマ医学研究財団	"	"
Dr. C. F. Perez	米国 ローレンス・バークレイ研究所	"	"
Dr. J. W. Baum	米国 ブルックヘブン国立研究所	"	"
Dr. Hander Pietrich	不明	"	"

#### 4. 外来研究員一覧表

氏名	所属機関名	研究課題	所属研究部	研究期間
浜名康栄	群馬大学・医療技術 短期大学部 助教授	ヌクレオソームの構造に関する研究	化学研究部 (座間)	54. 4. 1~55. 3. 31
川島誠一郎	東京大学理学部動物 学教室 助教授	ゲツ歯類胚の初期発生に対する放射線の影 響に関する研究	生物研究部 (中沢)	54. 4. 1~55. 3. 31
横井 弘	東北大学・非水溶液 化学研究 構造化学 部門助教授	有害金属の排泄除去に関する錯体化学的研 究	薬学研究部 (花木)	54. 4. 1~55. 3. 31
児島 紘	東京理科大学・理工 学部助手	居住環境におけるラドンならびにその娘核 種濃度測定法の研究	環境衛生研 究部 (阿部)	54. 4. 1~55. 3. 31
北村幸彦	大阪大学・医学部付 属癌研究施設腫瘍代 謝部門助教授	骨髄の全分化能幹細胞の本態とその白血病 との関連性に関する研究	生理病理研 究部 (関)	54. 4. 1~55. 3. 31
本庄重男	国立予防衛生研究所 筑波医学実験用霊長 類センター	霊長類の病原腸内細菌叢の検索に関する研 究	遺伝研究部 (中井)	54. 4. 1~55. 3. 31
飯尾正宏	都養育院付属病院核 医学放射線部長	サイクロトロン製造放射性薬剤の臨床応用 研究	臨床研究部 (館野)	54. 4. 1~55. 3. 31
堀 匡四郎	(財)化学品検査協 会 化学品安全セン ター	微量金属元素の魚貝類への濃縮性に関する 研究	海洋放射生 態学研究部 (小柳)	54. 4. 1~55. 3. 31

#### 5. 研究生, 実習生名簿

所属研究部	氏名	所属	テーマ	期間
生物	江口清美	千葉大学理学部	組織細胞の増殖調節機構に関する細胞生物学 的研究	54. 4. 1~55. 3. 31
"	加藤秀紀	" "	ミトコンドリアを構成するタンパク質の研究	54. 3. 31~55. 3. 31
"	三谷啓志	東京大学, 理学部	魚類培養細胞における放射線障害	54. 4. 1~54. 9. 30
"	真野幸子	" "	" の実習	54. 4. 1~54. 9. 30

所属研究部	氏 名	所 属	テ ー マ	期 間
生 物	吉見孝人	早稲田大学・教育学部	マウス初期胚の発生に対するトリチウムの影響の実習	54. 4. 1~55. 3.31
障害基礎	松井美恵子	産業医科大学・医学部	MM46 系腫瘍細胞の in vivo 及び in vitro における放射線感受性について	54. 4. 1~54. 5.31
"	森田嘉一	東邦大学・理学部	染色体解析技術の習得	54. 4. 1~55. 3.31
"	近藤真理子		ヒト白血病の染色体	54. 4. 1~55. 3.31
"	村松 晋	農林水産省畜産試験場・育種部	哺乳動物細胞に LET の異なる放射線を照射しその影響を細胞遺伝学に比較研究する	54. 4. 1~55. 3.31
障害臨床	石川達雄	千葉大学医学部第2外科	ヌードマウスを用いる食道癌移植実験	54. 4. 1~55. 3.31
環境衛生	一政祐輔	茨城大学理学部助教	トリチウム水 (HTO) からの T の生体構成分子への動態に関する研究	54. 4. 1~55. 3.31
物 理	岩井一男	日本大学大学院歯学研究科	医量被曝の線量評価に関する研究	54. 4. 1~55. 3.31
"	西沢かな枝	杏林大学医学部助手	医療放射線による人体各臓器の吸収線量及び国民線量の測定計算原爆による被曝線量の推定	54. 4. 20~55. 3.31
薬 学	牧野恒久	慶応義塾大学医学部	放射線による生殖腺障害の生理化学的研究	54. 4. 1~55. 3.31
"	森 誠	東京大学農学部	生殖腺の放射線障害に関する生理学的研究	54. 4. 1~55. 3.31
"	小野田真	星薬科大学大学院	白血球幹細胞増殖因子に関する研究	54. 4. 1~54. 5.31
"	萩原澄子	東京理科大学	" の研究のための技術実習	54. 4. 1~55. 3.31
"	岩動孝一郎	国立病院医療センター	放射線による生殖腺障害の生理化学的研究とくに睾丸機能障害について	54. 4. 1~55. 3.31
"	石田 肇	東大医学部附属病院	放射線による生殖腺障害の生理化学的研究	54. 4. 1~55. 3.31
養成訓練部	前田和美	千葉大学大学院	植物を用いたトレーサー実験 (材料: 水生植物, <sup>32</sup> P 使用)	54. 4. 1~55. 3.31
臨 床	岩川真由美	千葉大学医学部小児外科	悪性腫瘍治療の研究	54. 4. 1~55. 3.31
臨 床	中川圭介	日本大学松戸歯学	速中性子線に関する基礎的ならびに臨床的研究	54. 4. 1~55. 3.31
"	河村 司	東京女子医大心臓血管研究所	中性子照射による鶏心奇形の実験的作製とくに円錐一動脈幹奇形の形態形成についての研究	54. 4. 1~55. 3.31
"	御影文徳	日本大学大学	高LET放射線の哺乳動物細胞に対する影響に関する基礎的実習	54. 4. 1~55. 3.31
病院部	金子作蔵	千葉大学第三内科	循環器疾患のアイソトープ診断	54. 4. 1~55. 3.31
"	河合裕子	今井町診療所	X線と抗癌剤の併用による癌治療の基礎的臨床的研究	54. 4. 3~55. 3.31
生理病理	野呂信弘		自己変異抗原に対する免疫応答能の加齢変化に関する研究	54. 4. 1~55. 3.31

所属研究部	氏 名	所 属	テ ー マ	期 間
生理病理	松 寄 理	千葉大医学部	$^3\text{H}$ -labelled NFN のマウス肺への移行について	54. 4. 1~54. 9.30
"	田 辺 政 裕	千葉大医学部附属病院	培養哺乳動物放射に対する抗癌剤およびX線の細胞致死効果に関する研究	54. 4. 1~55. 3.31
化 学	田 中 博	千葉大理学部化学科	放射線感受性および耐性機構の生化学的研究—細胞レベルでの研究— (フィザルムの細胞周期の生化学的研究)	54. 3.15~55. 3.14
技 術 部	鈴 木 利 秋	東京都老人総合研究所	SPF動物 (マウス) の実験施設の管理技術	54. 3.12~54. 3.17
"	岩 田 吉 弘	駒場学園高等学校	実験動物の飼育管理技術の習得	54. 3.12~54. 3.17
那珂湊支所	清 水 千 秋	東京大学農学部付属水産実験所	海産物の金属代謝	54. 4. 1~55. 3.31
"	柳 内 登	国立療養所晴嵐荘病院	放射性物質の病巣組織内埋め込みによる肺癌治療の研究	54. 4. 1~55. 3.31
薬 学	石 井 良 之	生化学教室	白血球幹細胞増殖因子に関する研究	54. 6. 5~55. 3.31
臨 床	森 下 和 広	筑波大学医学専門学群	放射線治療	54. 6.11~54. 6.15
"	大 山 永 昭	東京工業大学総合理工学研究科, 物理情報工学科博士1年 東京工業大学	コーデッド, アパーチャによるRIイメージングの研究	54. 6.15~55. 3.31
"	本 田 捷 夫	像情報工学研究施設	"	54. 6.15~55. 3.31
障害基礎	西 野 陽 子		放射線による代謝障害とその修飾に関する研究	54. 6. 1~55. 3.30
物 理	米 山 高 彦	フィルムバッジサービズ部	職業上の被ばくによる臓器線量の測定	54. 6. 1~55. 3.31
"	寿 藤 紀 道	"	"	54. 6. 1~55. 3.31

## 6. 養成訓練部講師一覧

### A. 所外講師

氏 名	所 属 機 関	氏 名	所 属 機 関
秋 山 芳 久	千葉県がんセンター	長 内 忠 亮	日本原子力発電 (株)
有 水 昇	千葉大学医学部	岡 野 真 治	理化学研究所
飯 尾 正 宏	東京都養育院付属病院	笥 弘 毅	帝京大学医学部
池 田 長 生	筑波大学	笠 井 篤	日本原子力研究所
池 田 勲 夫	ダイナボット, RI 研究出	木 下 富 士 美	千葉県がんセンター
出 村 黎 子	東京女子医科大学	郡 司 信 之	科学技術庁原子力安全局
内 山 暁	千葉大学医学部	斉 藤 三 郎	神奈川県衛生部
井 上 晃 次	動力炉・核燃料開発事業団	高 橋 暁 正	

氏名	所属機関	氏名	所属機関
橋正道	千葉大学医学部	松本紘一郎	科学技術庁原子力安全局
田辺真次	科学技術庁原子力安全局	松本健	電子技術総合研究所
津屋旭	がん研究会付属病院	宮野敬治	日本分析センター
沼宮内弼雄	日本原子力研究所	宮坂駿一	核物質管理センター
野崎正	理化学研究所	村上悠紀雄	北里大学
野口正安	日本原子力研究所	山県登	国立公衆衛生院
広田鍋藏	大阪大学名誉教授	山田潔	富士写真フィルム(株)
藤井正一	芝浦工業大学	矢部明	日本原子力研究所
福田整司	動力炉・核燃料開発事業団	油井信春	千葉県がんセンター
浜田達二	理化学研究所	三枝健二	千葉大学医学部
樋口英雄	日本分析センター	南保俊雄	第一化学薬品(株)
芳西哲	小西六写真工業(株)	和田勝	東京医科歯科大学

### B, 所内講師

氏名	所属	氏名	所属
熊取敏之	所長	岩倉哲男	"
田中栄一	物理研究部	白石義行	"
喜多尾憲助	"	稲葉次郎彦	"
野田豊	"	新井清彦	"
河村正一	化学研究部	内山正史	"
渡利一夫	"	阿部道子	"
柴田真夫	"	本郷昭三	"
今井清子	"	武田之洋	"
松平寛通	生物研究部	館野之男	臨床研究部
山口武雄	"	飯沼武	"
中沢透	"	井戸達男	臨床研究部
江藤久美	"	福田信男	"
浅見行一	"	平嶋邦猛	障害臨床研究部
山田武	"	杉山始	"
湯川修身	"	齡亀一郎	技術課
上野昭子	"	平本俊幸	サイクロترون管理室
古野育子	"	吉川元之	放射線安全課
中井斌	遺伝研究部	神谷基二	"
戸張敵夫	"	原勢千恵子	"
佐藤弘毅	遺伝研究部	石沢義久	"
安田徳一	"	芳田典幸	"
関正利	生理病理研究部	倉田泰孝	"
渡部郁雄	"	鎌倉幸雄	"
松岡理	障害基礎研究部	栗栖明	病院部
鹿島正俊	"	伊賀浩	"
市川竜資	環境衛生研究部	村上優子	"
樫田義彦	"	内田サツ子	"
阿部史朗	"	伊沢正実	那珂湊支所長
岡林弘之	"	鎌田博	環境放射生態学研究部

氏名	所属	氏名	所属
田中義一郎	環境放射生態学研究部	越島得三郎	"
上田泰司	海洋放射生態学研究部	青木一子	"
安本正	養成訓練部	上島久正	"
加藤義雄	"	上蓑義明	"

## 7. 職員名簿

(昭和55年3月31日現在)

所長 熊取敏之  
 科学 研究官 寺島東洋三  
 管理 部長 藤岡淳介  
 庶務 課長 内田信之  
 高貫秀雄  
 稲坂正行  
 鶴岡良宣  
 富田千秋  
 田辺寿男  
 酒井政吉  
 金山貴子  
 吉岡清子  
 近藤和子  
 小塚光男  
 松本清子  
 高野和夫  
 遠藤忠一  
 安藤輝行  
 丸山博一  
 鯨井榮一  
 浅野了平  
 小川良石  
 森谷石治  
 會計 課長 岡田恒雄  
 永田孝行  
 佐藤昭吾  
 佐藤俊介  
 並木良夫  
 春山広彦  
 永井幸彦  
 坂本広雄  
 吉田登志雄  
 川又昭男  
 海老原正  
 足立仁勇  
 佐々木照一

矢野敏男  
 黒澤正弘  
 土屋義男  
 前田栄  
 新井清一  
 和田ちか子  
 山本節子  
 貝沼育子  
 亀井慎子  
 布施きく  
 企画 課長 平山量三郎  
 秋山武久  
 田中昭一  
 石原照一  
 小木曾清士  
 長谷川泰資  
 石田正美  
 森田恭子  
 柴田信夫  
 小平和子  
 石澤昭子  
 田茂山晋  
 大日方信治  
 岡本延夫  
 大島一藏  
 物理 研究部長 橋詰雅  
 物理第1研究室長 田中栄一  
 野原功全  
 富谷武浩  
 山本幹男  
 村山秀雄  
 千葉美津恵  
 物理第2研究室長 川島勝弘  
 中島敏行  
 星野一雄  
 平岡武



物理第3研究室長	丸山隆司	宇津木豊子
	白貝彰宏	遺伝第3研究室長
	山口寛	(併) 中井 斌
	野田豊	辻 秀雄
物理第4研究室長	松澤秀夫	星野さつき
	河内清光	遺伝第4研究室長
	喜多尾憲助	安田徳一
	金井達明	村田 紀
化学研究部長	河村正一	伊藤 緯子
化学第1研究室長	河村正一	生理病理研究部長
(併)		関 正利
	沼田幸子	生理第1研究室長
	座間光雄	佐渡敏彦
	森明充興	武藤正弘
	三田和英子	相澤志郎
	古瀬雅子	久保 ぬい子
化学第2研究室長	澤田文夫	神作仁子
	奥村和千代	生理第2研究室長
	松本信二	渡部 郁雄
	島津良枝	大原 弘
	東 智康	坪井 篤
化学第3研究室長	渡利一夫	野尻 イチ
	黒滝克己	岡田安弘
	柴田貞夫	五日市ひろみ
	今井靖子	病理第1研究室長
	竹下 洋	大津裕司
生物研究部長	松平寛通	小林 森
生物第1研究室長	山口武雄	崎山比早子
	江藤久美	安川美恵子
	岩崎民子	古瀬 健
	上野昭子	野田 攸子
	田口泰子	病理第2研究室長
	古野育子	(併) 関 正利
生物第2研究室長	中澤 透	吉田和子
	浅見行一	木村正子
	山田 武	西村まゆみ
	湯川修身	障害基礎研究部長
	斉藤千枝子	石原隆昭
遺伝研究部長	中井 斌	障害基礎第1研究
遺伝第1研究室長	佐藤弘毅	室長
	稲葉浩子	小林定喜
	佐伯哲哉	完倉孝子
	町田 勇	小島栄一
	塩見忠博	田中 薫
	塩見尚子	植草 豊子
遺伝第2研究室長	戸張 巖夫	障害基礎第2研究
	堀 雅明	室長
	平井百樹	佐藤文昭
	高橋 永一	佐々木俊作
		川島直行
		小高武子
		福津久美子
		障害基礎第3研究
		室長
		南沢 武
		早田 勇
		山本邦子
		南久松真子
		障害基礎第4研究
		室長
		松岡 理

鹿島正俊  
小林宏子  
内部被ばく実験準備室長(併) 松岡理  
小泉彰  
小木曾洋一  
福田俊  
石樽信人  
山田裕司  
高橋千太郎  
宮本勝宏  
飯田治三  
薬学 研究部長 玉置文一  
薬学第1研究室長 花木昭  
大石洵一  
小澤俊彦  
上田順市  
薬学第2研究室長(併) 玉置文一  
稲野宏志  
鈴木桂子  
鈴木清美  
薬学第3研究室長 色田幹雄  
常岡和子  
大野忠夫  
環境衛生研究部長 市川龍資  
環境衛生第1研究室長 阿部史朗  
阿部道子  
藤高和信  
藤元憲三  
環境衛生第2研究室長(併) 市川龍資  
白石義行  
木村健一  
稲葉次郎  
須山一兵  
西村義一  
環境衛生第3研究室長 岩倉哲男  
新井清彦  
井上義和  
田中霧子  
武田洋  
環境衛生第4研究室長 岡林弘之  
大野茂  
内山正史  
本郷昭三  
湯川雅枝

臨床研究部長 恒元博  
臨床第1研究室長 井戸達雄  
福士清  
入江俊章  
岩田鍊  
臨床第2研究室長 飯沼武  
須田善雄  
中村讓  
松本徹  
遠藤真広  
臨床第3研究室長 館野之男  
福田信男  
山根昭子  
穴戸文男  
臨床第4研究室長(併) 恒元博  
古川重夫  
安藤興一  
小池幸子  
岡本良  
障害臨床研究部長 平嶋邦猛  
障害臨床第1研究室長 杉山始  
池田柁一  
田代ふみ子  
田中美喜子  
障害臨床第2研究室長(併) 平嶋邦猛  
大山ハルミ  
川瀬淑子  
別所正美  
大谷正子  
技術部長 川越正信  
技術課長 黒澤保雄  
益子孝  
山下義久  
増澤武男  
増齡亀一郎  
長澤志保子  
元吉貞子  
秋葉繁  
今関等  
中山隆  
遠藤節子  
近江谷敏信  
松本登美子  
根本和義  
土屋一男  
小坂三夫  
篠原秀雄

高川大黒榎館立宮内大  
 (併) データ処理室長 福久健二郎  
 武田森稲飯  
 (併) 放射線安全課長 吉川元之  
 神成村魚原種倉芳吉松  
 (併) 鎌元石川桜  
 動植物管理課長 福田宗一  
 川長山富早山佐平澤松  
 検疫室長 (併) 福田宗一  
 山下椎  
 開発室長 (併) 福田宗一  
 岡本武  
 サイクロトロン

石島大黒榎館立宮内大  
 (併) 福久健二郎  
 武田森稲飯  
 (併) 吉川元之  
 神成村魚原種倉芳吉松  
 (併) 鎌元石川桜  
 動植物管理課長 福田宗一  
 川長山富早山佐平澤松  
 検疫室長 (併) 福田宗一  
 山下椎  
 開発室長 (併) 福田宗一  
 岡本武

管理課長 平本俊幸  
 近藤三曾田玉田鈴藤隈山鈴佐小  
 藤輪我澤手代木井元田木藤川  
 龍健和克直芳孝和幸博  
 雄実吾実彦人方亮一信年夫嗣  
 正  
 養成訓練部長 安岡田春夫  
 教務室長 (併) 鶴子一郎  
 成毛千鶴子  
 指導室長 加藤義雄  
 越島得三郎  
 青木一子  
 上島久正朋  
 上蓑義明  
 病院部長 栗栖明  
 事務課長 増田久夫  
 長谷川芳夫  
 鈴木正道彦  
 小駒谷恒弘  
 高岡森田和幸子  
 橋井ふさ子  
 酒佐榎鈴木竹小宮安瀬  
 井藤本木垣林岡室尾  
 和陸富士シ平喜代和典子  
 三雄ズ平子子子  
 医務課長 荒居竜雄  
 森青宮村伊奈兼小  
 田木本上賀賀良平泉  
 新芳本上賀賀良平泉  
 六朗昭子浩雄裕  
 雄

岡崎実  
 坂下邦雄  
 熊谷和正  
 小山田光孝  
 朽木満弘  
 桜井瑞穂  
 栗栖明  
 鶴子一郎  
 三浦正司  
 遠藤愛子  
 守屋弘子  
 野口洵子  
 大内隆三  
 鈴木友子  
 内田サツ子  
 神保敏子  
 佐原伸子  
 岡崎悦子  
 佐藤洋子  
 三瓶薫子  
 高橋たけ子  
 中村洋子  
 宮崎浪枝  
 田村ハナ子  
 須納瀬昭子  
 村田シズ子  
 河野民枝  
 飯塚順子  
 森谷八重  
 徳山憲子  
 原美智子  
 築地トミ子  
 猪俣春海  
 山本サチ子  
 平川一枝  
 鈴木瑞枝  
 一宮千恵子  
 原美谷子  
 福原宏美

検査課長  
(併)

総看護婦長

秋山巳佐  
 植竹満子  
 北島幸子  
 幡司康江  
 伊澤正実  
 高木昭  
 岡田富次  
 高山橋正弘  
 山内隆一  
 木村裕一  
 黒澤勝治  
 佐伯誠道  
 鎌田博  
 渡部輝久  
 内田滋夫  
 大和田節子  
 大桃洋一郎  
 本間美文  
 村松康行  
 住谷みさ子  
 田中義一郎  
 河村日佐男  
 野村悦子  
 上田泰司  
 長屋裕  
 鈴木讓  
 中村清  
 石川昌史  
 中村良一  
 小柳卓  
 平野茂樹  
 中原元和  
 石井紀明  
 松葉満江

那珂湊支所長  
管理課長

環境放射生態学  
研究部長

環境放射生態学  
第1研究室長

環境放射生態学  
第2研究室長

環境放射生態学  
第3研究室長

海洋放射生態学  
研究部長

海洋放射生態学  
第1研究室長

海洋放射生態学  
第2研究室長

## 8. 人 事 異 動

### 転 出・退 職 者

所 属・職 名	氏 名	転 出 先 等
病院部事務課長	個人情報保護 の為、非公開	国立療養所南横浜病院
管理部企画課長補佐		科学技術庁原子力局動力炉開発課
〃 会計課		〃 長官官房会計課
養成訓練部長		辞職（神野学園中日本自動車短期大学長）
那珂湊支所環境放射生態学研究部環境放射生態学第1研究室		辞職
病院部事務課		〃
技術部技術課データ処理室 (併) 科学技術庁研究調整局調整課		科学技術庁研究調整局調整課
病院部総看護婦長付看護婦		国立療養所千葉東病院
〃 医務課		国立国府台病院
管理部庶務課		辞職
技術部技術課作業主任		〃
生理病理研究部病理第2研究室		〃
那珂湊支所管理課		死亡
障害基礎研究部障害基礎第3研究室		辞職
病院部総看護婦長付看護婦		〃
病院部総看護婦長付看護婦		国立習志野病院
管理部企画課専門職		科学技術庁原子力局調査国際協力課
病院部医務課医師		広島大学
管理部会計課経理係長		辞職（宇宙開発事業団）
環境衛生研究部環境衛生第3研究室長		辞職
病院部総看護婦長付看護婦		〃
技術部技術課作業主任		〃
病院部医務課		〃（富山県）
那珂湊支所管理課		〃（茨城県）
技術部動植物管理課長		〃（日本原子力船開発事業団）

### 採 用・転 入 者

所 属・職 名	氏 名	前 任 官 署 等
管理部企画課長補佐	個人情報保護 の為、非公開	科学技術庁原子力局技術振興課
病院部事務課長		厚生省大臣官房統計情報部衛生統計課
養成訓練部指導室		
那珂湊支所 環境放射生態学研究部環境放射生態学第1研究室		
障害基礎研究部内部被ばく実験準備室		
管理部庶務課		
管理部会計課		
技術部放射線安全課		

所 属 ・ 職 名	氏 名	前 任 官 署 等
障害基礎研究部内部被ばく実験準備室 障害基礎研究部障害基礎第2研究室 臨床研究部臨床第4研究室 技術部技術課データ処理室 (併)科学技術庁研究調整局海洋開発課 病院部総看護婦長付看護婦 病院部医務課 障害臨床研究部障害臨床第2研究室 病院部総看護婦長付看護婦 病院部総看護婦長付看護婦 管理部企画課専門職 障害基礎研究部障害基礎第1研究室 管理部会計課経理係長 病院部総看護婦長付看護婦 病院部医務課医師 技術部動植物管理課 技術部放射線安全課 障害臨床研究部障害臨床第1研究室 技術部技術課データ処理室 那珂湊支所管理課 那珂湊支所環境放射生態学研究所環境放射生態学第1研究室	個人情報保護 の為、非公開	科学技術庁研究調整局海洋開発課  国立仙台病院  科学技術庁原子力局調査国際協力課  宇宙開発事業団  長崎大学

## 9. 放 医 研 日 誌

昭和54年		昭和55年度予算における重要事項ヒヤリング
4月9日	第45回放射線防護課程開講(～5月11日)	(～5日)
11日	所議	6日 所議
18日	橋詰物理部長及び樫田環境衛生室長, 研究功績者表彰受賞	9日 熊取所長(～23日)及び市川環境衛生部長(～17日), 第28回放射線影響に関する国連科学委員会出席(オーストリア, 他)
19日	所内一般公開(科学技術週間行事)	
23日	昭和53年度外来研究員経過報告書提出	13日 原子力局提出概算要求額の決定
24日	所議	20日 会計実地検査(本所・～21日)
	昭和55年度予算概算要求編成方針の決定	27日 所議
29日	昭和54年春の叙勲, 元管理部庶務課守衛長加藤義一氏勲七等瑞宝章授与 5月20日所長により勲章, 勲記の伝達式を挙	30日 昭和55年度予算要求書原案を原子力局へ提出
		7月1日 国家公務員安全週間(～7日) 放医研海の家開設(～8月31日)
5月9日	所議	3日 安全点検(設備)
10日	安全点検(屋外全般及び環境整備状況)	4日 那珂湊支所施設開設10周年記念
19日	業績表彰及び勤続精励表彰	6日 原子力委員会に対する昭和55年度概算要求説明
21日	新規職員研修(～24日)	
28日	昭和55年度予算ヒヤリング(～31日)	10日 所内軟式テニス大会
6月4日	第46回放射線防護課程開講(～7月6日)	11日 所議

	放射線緊急被曝看護課程（前期・～7月13日，後期・23日～25日）		Harley. 来所
	行政管理庁管理官，茨城県内原子力施設および那珂湊支所を視察（～12日）		「米国エネルギー省環境測定実験所の研究活動一特に Ge(Li) スペクトルコピーシステムについて」講演，ならびに29日放医研環境セミナーで「モニタリングについて」講演
16日	長田裕二科学技術庁長官，茨城県内原子力施設および那珂湊支所を視察（～17日）		西独 ハノーバ工科大学生物物理研究所長，Prof. Dr. Helmut. Glufrect. 来所
17日	昭和53年度指定研究の成果発表		「西独サクソン州における再処理施設計画に伴う環境放射生態学研究について」講演，ならびに29日放医研環境セミナーで「牛の甲状腺中 $^{129}\text{I}$ に関する調査及びヨウ素の再発について」講演
25日	所議		
8月31日	所議		
9月1日	実験動物安全会議設置 放射線安全会議・放射性廃棄物焼却処理検討専門委員会設置		
8日	松平生物部長，国際放射線防護委員会第1回専門委員会出席（～9月17日，連合王国）	29日	第7回放医研環境セミナー「最近の環境における放射性ヨウ素の諸問題」開催（～30日，放医研講堂）
12日	所議		中井達伝部長，人についての遺伝的リスク評価を目的とした放射線誘発染色体異常の協同研究その他（～12月14日，オーストリア）
18日	安全点検（支所，物品の整理整頓及び清掃状況）	12月6日	防火演習実施（本所・支所）
19日	安全点検（本所，整理整頓状況）	12日	所議
21日	恒元臨床部長，放射線生物学研究の放射線治療への応用に関する諮問委員会出席（～30日，オーストリア）	13日	第11回放医研シンポジウム「癌の集学的治療」開催（～14日，放医研講堂）
26日	所議 霊長類実験棟披露（動物慰霊祭）	55年	
10月2日	健康週間，支所長衛生管理全般点検	1月9日	所議 昭和55年度業務計画編成作業開始（～3月26日）
4日	所長厚生施設等における衛生管理状況点検		
9日	所議	21日	第31回核医学課程（～22日） 第15回 RI 生物基礎医学課程（～22日）
13日	熊取所長，平嶋障害臨床部長，放射線事故に備えた医学的基礎国際会議出席（～22日，アメリカ合衆国）	22日	安全点検（本所，整理整頓状況）
15日	第2回環境放射線モニタリング技術課程（～26日）	23日	所議
24日	所議	31日	安全点検（支所，整理整頓状況）
11月2日	安本養成訓練部長，国際保健機構（WHO）アクナイド核種及びその崩壊生成物に関する保健問題について作業班会議出席（～14日，ベルギー，その他）	2月5日	所内卓球大会（～12日）
4日	市川環境衛生部長，大西洋放射性廃棄物投棄海域評価専門家会議出席（～16日，フランス）	6日	所議
7日	所議	20日	所議
15日	第48回放射線防護課程（～12月7日）	27日	長田裕二科学技術庁長官，来所
19日	所内バレーボール大会（～30日）	3月1日	市川環境衛生部長，海洋底処分検討グループ会議出席（～15日，連合王国，スペイン）
20日	所議	4日	北消防署，放医研の合同消防訓練実施
27日	安全点検（消防用設備及び電気，ガス設備）	5日	所議
28日	米国エネルギー省 EML 所長，Dr. John H.	15日	松平生物部長，国際放射線防護委員会出席（～24日，連合王国）
		25日	所長安全総点検（本所）
		26日	所議 昭和55年度外来研究員決定
		28日	所長安全総点検（支所）