

放射線医学総合研究所年報

昭和 51 年 度

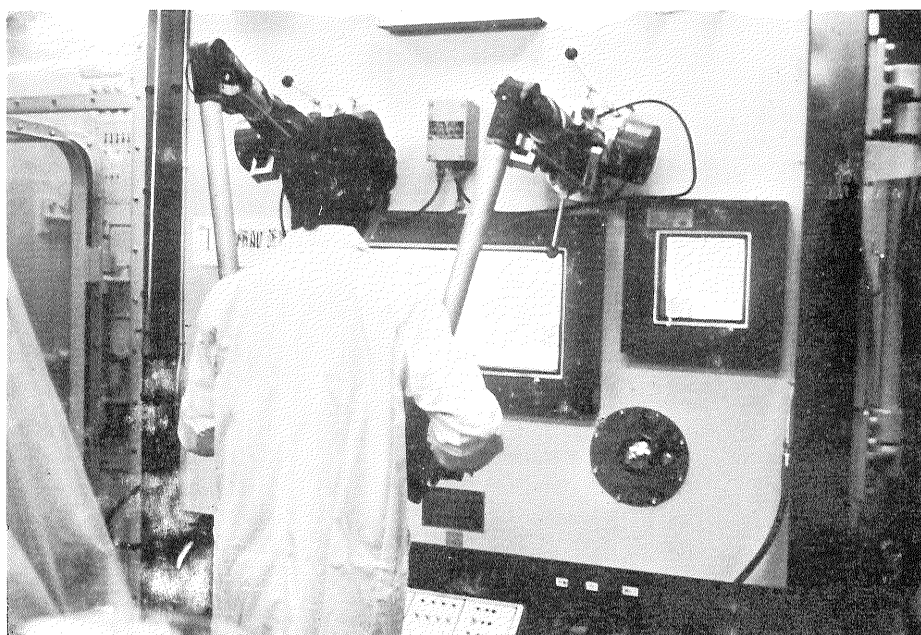
放射線医学総合研究所

放射線医学総合研究所年報

昭和 51 年 度



晩 発 障 害 実 験 棟



ホ ッ ト セ ル

序

この一年は見掛けの繁栄の裏側では、資源小国の悲哀が徐々に浸透してきだした年であったといえよう。幸にして昭和51年度の放医研予算は前年対比11%の伸びであったが、物価の上昇により実質的にはやり繰り算段を余儀なくされる面もあった。しかし、明るいニュースもいくつかあり、大事故もなく比較的順調な年であったともいえよう。

機構的には、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」のうち内部被曝及び遺伝障害に関する研究の進展を図るため、障害基礎研究部に内部被曝実験準備室及び技術部動植物管理課に、実験動物開発室が新たに設置された。

研究活動においては、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」に関し、本調査研究に重要な役割りを果たす那珂湊支所の実験研究棟及び組織体制が充実整備され、51年9月30日には那珂湊支所開設披露を実施することができた。また、「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」に関して晩発障害関係では、「晩発障害実験棟」の建設が継続される一方、予備的動物実験その他が進められた。さらに、遺伝関係、内部被曝関係についても、研究計画の新段階に対処して調査研究が進められた。

昨年度から治療研究を開始した医用サイクロトロンによる速中性子線治療は、その後順調に実施され予期したとおりの効果を挙げている。本年度からは、医用サイクロトロンを利用し、総合的な研究体制のもとに、疾病の診断及び治療の研究を推進することを目的として「サイクロトロンの医学利用に関する調査研究」が開始された。この調査研究に当っては関係各方面と密接な協力体制を保ちながら、国際協力にも留意し、治療基準、治療結果の相互比較を可能ならしめるよう努力が払われた。

日米癌協力事業の一環として、年度内には放医研から2名が渡米し、アメリカからは5名の研究者が来訪し意見の交換が行われた。

日本政府公賓として来日された、フランス共和国首相、ジャック・シラク氏が51年7月30日本所を訪れ、科学技術分野における日仏技術協力の成果であるサイクロトロン等の施設を見学された。

国際的にも活発な活動が行われ、いくつかの国際学会に出席者を派遣した外に9月から10月にかけてアメリカで開催された「日米癌協力セミナー」に放医研からも数名の研究者が参加した。

52年2月と3月には、オーストリアで開催された「放射線事故の取扱いに関する国際シンポジウム」及び「ロンドン海洋条約における放射性廃棄物に関する定義及び勧告案の海洋法上の根拠の再検討」等の国際会議にそれぞれ研究者が参加した。

長年続けられた地道な研究が、国際レベルで実を結ぶことは喜ばしいことである。

放医研は創立20周年を目前にしている。この時期に当って新しい息吹を吸収し、さらに一層の研究の発展を期しようよう脱皮してゆくことが大切である。

研究活動を高い水準に維持するには、研究者の精進が第一であることはいうまでもないが、外からの適切な批判もまた重要である。

本年報を発行するに当って、今後のご指導とご叱正を関係各位に心からお願いする次第である。

昭和52年9月1日

放射線医学総合研究所長

御 園 生 圭 輔

I 概

本研究所は、設立以来19年をむかえたが、この間、放射線による人体の障害および放射線の医学利用に関する調査研究ならびに、これらに関する技術者の養成訓練について先駆的役割を果たしつつ、着実に成果をあげてきた。一方、近來のエネルギー危機にともない原子力エネルギーへの期待は増大してきているが、反面、環境保全に対する国民の関心もまた高まりつつある。原子力に対するきびしい情勢下にあつて、本研究所の研究活動に対する国民一般から寄せられる期待はますます強くなつてきている。

昭和51年度は、社会的・経済的に低成長率の時代に突入する一方、世界的にエネルギー、資源問題、環境保全問題などが注目をひいた反省の年ともいえた。本研究所も社会情勢に対応して、研究の方向に対する望ましい方向づけと体制の見直しを必要とするようになってきた。

20年近い時を経てマンネリズムに落ち入りやすい研究をみつめ直し、新しい息吹きを与え、さらに一層の発展をみ、国民の期待に応えるためには、研究の今後進むべき方向を明確にすることと、研究体制をより有機的、機能的に総合性を生かすことであると考え、研究総合会議を一部改変して研究の大綱を審議する最高の諮問機関としてスタート（4月）させた。これは所の設置目的からみて、研究部門を大きく、臨床医学部門、基礎医学・生物部門、環境放射線部門の3部門に分けて、研究の充実と成果の向上をはかることとしたものである。

本研究所の研究は大別すれば、経常研究と特別研究とに分けられる。

すなわち、研究部門においては本研究所の特色である総合性を発揮して関係部の協力による特別研究等の進展をはかるとともに、設置目的に応じた研究活動の源泉であり、研究レベルの基盤をなすものである経常研究の推進をはかった。

特研関係の主要なものとしては、まず、那珂湊支所の実験研究棟および組織体制の整備をはかり、環境放射線関係調査研究の推進に努めた。また生物影響研究関係では建設計画が遅延している「晩発障害実験棟」の建設を継続するとともに遺伝障害研究および内部被曝障害研究の新たな進展を図った。さらに、所外関係機関の協力を

況

得て、速中性子線による悪性腫瘍の治療など、医用サイクロトロンの効果的な利用にかかる調査研究を推進した。

技術部門においては、研究業務の円滑な推進を図るため研究環境の整備と維持に努めた。特に実験動植物の生産、飼育および検疫ならびに開発業務の促進を図った。さらに、医用サイクロトロン安全管理の充実を優先しつつ、その運転体制の確立と関連設備の整備を推進した。

養成訓練部門及び診療部門においては、関連各部の協力のもとに技術者の養成訓練、診療内容の一層の向上をはかった。

研 究 業 務

1. 特別研究

特別研究は、本研究所の特色である総合性を生かし、とくに大規模に行う必要のあるもの、重点的に推進すべき性格を有する研究である。本年度は以下の3課題を実施した。

I) 環境放射線による被曝線量の推定に関する調査研究

本調査研究は、昭和48年度から5ヶ年計画で実施してきたが、昭和50年度において、那珂湊支所実験研究棟施設が完成し、組織体制も整い、一層の総合性を発揮して以下の調査研究グループのもとに研究を実施した。

- (1) 低レベル放射性廃液の沿岸放出による人体被曝の予測に関する調査研究グループ
- (2) 大気、土壌、水圏における放射性物質の移行に関する調査研究グループ
- (3) 標準日本人の各元素摂取量と体組織濃度の決定に関する調査研究グループ
- (4) 体外被曝線量の推定及び放射性気体のモニタリング法の開発に関する調査研究グループ
- (5) トリチウムの食物連鎖における動向と生物への影響に関する調査研究グループ

II) 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年度からほぼ10ヶ年計画で実施

している。本年度は、前年度に引き続き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以下の3研究分野について研究を実施した。

- (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

Ⅲ) サイクロトロン医学利用に関する調査研究

本調査研究は、昭和51年度より3ケ年計画で医用サイクロトロンを利用し、総合的な研究体制のもとに、疾病の診断及び治療の研究を推進することを目的として、以下の研究グループを編成して研究を実施した。

- (1) 短寿命及び陽電子R Iの医学利用の開発に関する研究グループ
- (2) 粒子線の医学利用に関する基礎的及び臨床的研究グループ

2. 指定研究

指定研究として、経常研究のうちで将来の発展が予想される課題もしくは、緊急に着手、推進すべき課題7課題を実施して本研究所における調査研究の充実に努めた。

3. 経常研究

前年度に引き続いて、放射線障害、放射線の防護、放射線障害の診断および治療、放射線の医学利用などの分野について各研究部が主体性をもって長期的な見通しにたち独創的基盤的な研究を実施した。

4. 放射能調査研究

放射能調査研究として例年通り関係諸機関と協力して、放射性降下物によるレベル調査、施設周辺のレベル調査およびデータセンター業務についての解析研究を実施した。

5. 実態調査

研究に関連する問題のうち、必要な以下の2課題について実態調査を実施した。

- (1) ビキニ被災者調査
元第5福竜丸乗組員について、前年度に引き続き臨床的諸検査を実施した。
- (2) X線集団検診による国民線量の推定調査
医療被曝による国民線量の推定の一環として、本年度はX線集団検診による日本人の国民線量への寄与

を推定した。

6. 外来研究員制度

本研究所における調査研究に関し、広く所外から関連分野の専門研究者を招き、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ことを目的として、本年度は以下の研究課題について、それぞれ担当する研究部に外来研究員を配属し、研究を実施した。

- (1) トロトラスト慢性障害に関する調査研究
- (2) 細胞の障害におけるスーパーオキシドラジカルの作用に関する研究
- (3) 酸素分子に由来するフリーラジカルの化学反応に関する研究
- (4) 造血細胞の増殖と分化の生化学的調節機序に関する研究
- (5) 放射化分析による人体組織中の微量元素の定量に関する研究
- (6) 生物卵におけるトリチウムの摂取、代謝に関する研究
- (7) 胸線機能のエイジングと放射線感受性の研究
- (8) 霊長類による放射線遺伝学的研究のための衛生管理技術の開発に関する研究
- (9) 短寿命R Iの製造と医学利用に関する研究

技術支援

サイクロトロン装置による中性子治療の本格的利用のため定常運転の確保、および放射線安全管理ならびに放射性同位元素の管理体制の強化、また実験動物の生産、供給に関し検疫体制の整備に重点を置き、良質な実験動物の供給、および特殊系統の生産、供給に着手するなど、各研究部の調査研究遂行に関連した必須の技術支援を実施した。

データ処理業務では、前年度に引き続き利用体制を一層円滑化する一方、研究業務の進展にともなう大型システムの導入、ミニコンの有効利用および大型システム化に伴う電子計算機の有効活用等について調査検討を行った。

養成訓練業務

関係各部との協力のもとに効率的且つ合理的な運営により、放射線防護課程を4回、核医学課程および、R I生物学基礎医学課程をそれぞれ1回実施し、放射線の取り扱いにたずさわる研究者、医師、技術者の養成訓練を実施した。

昭和34年開設以来の各課程修了者の累計は、2,041名

に達した。

診 療 業 務

高度の医療を供与するため、医学、医療の専門細分化に対応した所内外の専門スタッフと協力し、悪性腫瘍患者の放射線治療、R I を利用した核医学的診療、放射線障害患者の診療などの診療業務を実施した。

とくに、50年末から開始された医用サイクロトロンによる悪性腫瘍の速中性子線治療をすすめ、51年度末現在の速中性子線治療患者数は178名に達しすぐれた効果をあげた。またこれに係る特別研究に協力するとともに、前年度に引き続き、患者の医療被曝低減についての特別診療研究を実施した。

第 8 回放医研シンポジウム

昭和51年12月9日(木)、10日(金)の両日、本研究所講堂において、「加速器の医学利用」のテーマのもとに第8回放医研シンポジウムを開催した。このシンポジウムでは、放医研サイクロトロンによる速中性子線治療の治療効果が報告されたほか、今までに得られた成果をもとにして活発な討論が行われた。

なお、プログラムは次のとおり。

A 加速器、特に中性子線の癌治療への応用

I. 速中性子線治療施設と線源

1. 放医研サイクロトロン
平本 俊幸(放医研)
2. 医科研サイクロトロン
伊藤 彬(医科研)
3. D-T generator
吉永 春馬(九大放基)

II. 癌治療のための速中性子線

1. 線量測定 川島 勝弘(放医研)
2. 治療技術 丸山 隆司(放医研)

III. 粒子線治療の生物学的基礎

1. 細胞に対する速中性子線の作用
渡部 郁雄(放医研)
2. 高L E T放射線の生物学的効果
浦野 宗保(放医研)

IV. 特別講演

1. Radiobiological Considerations Initiating Neutron Radiotherapy
H. Rodney Withers (M. D. Anderson Hospital)
2. Radiobiological Intercomparisons of Neutron Beams Used For Radiotherapy

Eric Hall (Columbia Univ)

V. 速中性子線の臨床経験

1. 日本における高L E T放射線のクリニカルトライアル
津屋 旭(癌研)
2. 放医研サイクロトロンによる治療経験
恒元 博(放医研)
森田 新六(放医研)
3. ^{252}Cf 小線源の治療経験
金田 浩一(癌研)
4. 速中性子線施設の運営
栗栖 明(放医研)

B 加速器の診断、核医学への応用

I. 診断利用アイソトープの生産

1. 診断利用アイソトープの生産
井戸 達雄(放医研)

II. 加速器による生産各種の診断利用

1. 短寿命陽電子核種のイメージング
野原 功全(放医研)
2. 加速器による生産核種の臨床応用の現状と将来
飯尾 正宏(老人研)

III. 粒子線の診断と将来への利用

1. プロトンによる微量元素分析の病理組織診断への応用
松沢 大樹(東北大抗酸研)
2. 粒子線のラジオグラフィ診断への応用
飯沼 武(放医研)

IV. 総合討論

岡野 真治(理研)
有水 昇(千葉大医)
鳥塚 完爾(京大医)

C 病院内設置を考慮した加速器

I. 医学的にみた加速器科学への要望

田ノ岡 宏(がんセンター)
梅垣洋一郎(放医研)

II. 国内の各種加速器の医学利用計画

平尾 泰男(核研)
西川 哲治(高エ研)
飯尾 正明(中野病院)

III. 病院内設置加速器のプロポーザル

福本 真義(高エ研)
稲田 哲雄(放医研)
野崎 正(理研)
中村誠太郎(日大理)

IV. その将来、パネルディスカッション

岡田 重文(東大放基)

第3回放医研環境セミナー

本研究所では昭和49年から毎年環境セミナーを開催しており、本年度は第4回環境セミナーとして、昭和51年11月18日（木）、19日（金）の両日、本研究所講堂において、「軽水発電炉による環境被曝線量評価の問題」を開催した。今回は原子力平和利用にかかわる環境放射能に由来する人体の放射線被曝水準を評価する問題のうち、軽水型発電炉施設に限定し、事前および事後における評価の方式と技術的問題を討論し、あわせて as low as practicable の考え方を実際に適用する場合の問題点に関する情報の提供を行った。

なお、プログラムは次のとおり。

1. ALAP規制をめぐって

1—1ALAP米国公聴会論争における問題点

市川 龍資（放 医 研）

1—2日本におけるALAP規制

渡辺 博信（放 医 研）

1—3放射線生物学的観点から見たALAP規制

松平 寛通（放 医 研）

1—4 Cost-benefit 比較における集団線量軽減の価値

稲葉 次郎（放医研）

2. 線量評価方法

2—1原子力発電所の事前評価例

志村 重孝（中 部 電 力）

2—2体外被曝線量の評価

今井 和彦（原 研）

2—3体内被曝線量の評価

I. Food-chain における核種の挙動の評価

飯嶋 敏哲（原 研）

II. 被曝線量の計算法

矢部 明（原 研）

3. 原子力施設環境調査からの線量評価

3—1体外被曝線量測定研究の現状と問題点

阿部 史郎（放 医 研）

3—2福井県における線量評価

北川 貞治（福 井 衛 研）

3—3茨城県における線量評価

小池 亮治（茨城公害セ）

4. 総合討論コメンター

吉沢 康雄（東 大 医）

阪上 正信（金 沢 大 理）

伊沢 正実（放 医 研）

沢口 裕介（東 京 電 力）

海外との交流

本年度も、職員の国際会議、国際学会等における研究発表や外国の研究施設での研究活動従事など海外出張が行われるとともに、海外からも関係科学者が多数来所し、講演や討論を行うとともに、知見の交流、情報交換等が活発に行われた。

1) 職員の海外出張

① 昭和51年4月3日から5月1日まで、堀雅明氏（遺伝研究部）はアメリカ、ユタ大学において高等生物の培養細胞での突然変異に関する研究討論及び予備実験に従事した。② 6月21日から3ヶ月間、恒元博氏（臨床研究部）はアメリカ、ヒューストン他の研究所で高LET粒子線治療に関する共同研究を行った。③ 6月3日から6ヶ月にわたり、近藤龍雄氏（技術部）は原子力留学生としてアメリカ、メリーランド大学においてサイクロトロン運転及び保守管理についての調査研究に従事した。④ 7月10日から8月5日まで、玉置文一氏（薬学研究部）は西ドイツ、スペイン、フランス、スウェーデン、オランダ、デンマーク、イタリアの関係研究施設等を訪問し国際アンドロジ学会等に出席した（私費）。⑤ 7月23日から8月9日まで、中沢透氏（生物研究部）は、アメリカ、ブルックヘブン大学、西ドイツ、ミュンヘン大学で開催された第10回国際生化学会等に出席した。⑥ 8月5日から1ヶ月間、平井百樹氏（遺伝研究部）はフィリピン、ルソン島においてルソン島ネグリティ族の集団遺伝学的調査に従事した。⑦ 8月27日から9月24日まで、中井斌氏（遺伝研究部）は、国連科学委員会、国際酵母遺伝学会等に参加するためオーストリア、西ドイツ、オランダへ。⑧ 9月1日から9月19日まで、佐藤弘毅氏（遺伝研究部）は、アメリカ、カナダで開催された第1回国際細胞生物学会等に出席した（私費）。⑨ 9月4日から9月24日まで、御園生圭輔所長はオーストリア、オランダ、フランスで開催された国連科学委員会、IARR会議等に出席した。⑩ 9月4日から9月27日まで、市川龍資氏（環境衛生研究部）はオーストリア、フランスで開催された国連科学委員会及びNEA会議等に出席した。⑪ 9月12日から2週間、稲田哲雄氏（物理研究部）および浦野宗保氏（臨床研究部）はアメリカ、カナダで開催された第2回日米癌研究協力高LET放射線療法セミナー等に出席したほか関連研究施設を訪問した。⑫ 9月12日から2週間、梅垣洋一郎氏、飯沼武氏（臨床研究部）はアメリカで開催された国際粒子線治療会議等に出席した。⑬ 9月

4日から9月12日まで、田中栄一氏（物理研究部）はオーストラリア、シドニーで開催された第1回アジア大洋州核医学会議に出席した。⑭ 9月14日から9月26日まで、森田新六氏（病院部）は第2回重粒子線放射線治療会議等に出席のためアメリカ、カナダへ。⑮ 9月17日から15日間、樫田義彦氏（環境衛生研究部）はアメリカで開催された、第1回国際放射性薬品化学シンポジウム等に出席した（私費）。⑯ 9月23日から10日間、松岡理氏（障害基礎研究部）は第16回ハンホード生物学シンポジウム等に出席のためカナダ、米国へ（私費）。⑰ 9月30日から10月20日まで、阿部道子氏（環境衛生研究部）は日ソ文化交流短期派遣研究員としてソ連の物理数学研究所、物理化学研究所等を訪問した。⑱ 10月1日から52年6月30日まで、篠原邦夫氏（生物研究部）はアメリカ、フロリダ大学において動物細胞における損傷とその修復に関する研究に従事した。⑲ 10月4日から11ヶ月にわたり、湯川修身氏（生物研究部）は原子力留学生として米国、エール大学において放射線による薬物代謝系の障害機構に関する研究に従事するため渡米した。⑳ 10月4日から10月20日まで、玉置文一氏（薬学研究部）はフランス及び香港で開催された、卵巣内分泌学国際シンポジウム、研究討論等に出席した。㉑ 10月16日から11月7日まで、安本正氏（環境衛生研究部）は海外諸国における放射線による不測の被曝事故発生時における医療対策、体制に関する実情調査及び検討のため、イギリス、アメリカ、フランス、西ドイツ、オーストリア各国の関係研究施設等を視察した。㉒ 10月24日から1週間、飯沼武氏（臨床研究部）はアメリカ、ロサンゼルスにおいて、IAEA主催の医用放射性物質による撮影に関するシンポジウムに出席した。㉓ 11月17日から11月28日まで、浦野宗保氏（臨床研究部）は放射線治療の改良のための放射線生物学研究に関する国際シンポジウム等に出席のため、フランス及びオーストリアへ。㉔ 11月2日から11ヶ月にわたり、座間光雄氏（化学研究部）は原子力留学生としてアメリカ、オークリッジ国立研究所において染色体中のDNAの高次構造に関する研究に従事するため渡米した。㉕ 52年2月5日から12月25日まで、堀雅明氏（遺伝研究部）はアメリカ、ユタ大学において高等生物の体細胞における突然変異の研究に従事するため渡米した。㉖ 2月25日から3月13日まで、熊取敏之氏（障害臨床研究部）はイギリス、西ドイツ、フランス、オーストリアにおいて、放射線事故の取扱いに関する国際シンポジウム等に出席した。㉗ 3月19日から3月27日まで、市川龍資氏（環境衛生研究部）はオーストリア、ウィーンで

開催されたロンドン海洋条約における放射性廃棄物に関する定義及び勧告案の海洋学上の根拠の再検討のための諮問グループ会合に出席した。

2) 来所した外国人科学者

① 4月12日から4月30日にかけて、Dr. Peter R. Almond（アメリカ、M. D. アンダーソン病院）、Dr. Hans Bischof（アメリカ、ワシントン大）、Dr. James B. Smathers（アメリカ、テキサス大）が来所し、臨床使用のための中性子線に関する放射線生物学的線量測定について研究、講演、討論等を行った。② 5月21日、金相熙氏（スローンケッタリング研）が来所し、Hyperthermiaによる癌治療の基礎について講演を行った。③ 8月30日、Dr. Huebon Breien Benestad（Inst. Physiol）が来所し、“Murine Haematopoiesis Studied With the Diffusion Chamber Technique”のテーマで講演を行った。④ 9月16日、Dr. John J. Trentin（テキサス M. C）が来所し、“HIM（Hematopoietic Inductive Microenvironment）”について講演及び討論を行った。⑤ 9月20日、Dr. Lars Ernster（スウェーデン、ストックホルム大）が来所し、ミトコンドリアのエネルギー生成、最近の研究の概観について講演、討論を行った。⑥ 12月7日から12月15日にかけて、Dr. Eric J. Hall（アメリカ、コロンビア大）および Dr. H. Rodney Withers（M. D. アンダーソン病院）が来所し、それぞれ、放射線治療に用いた中性子線の放射線生物学的な国際比較についての講演および、速中性子線生物効果比較実験ならびに中性子線治療における放射線生物学的考察についての講演、討論を行った。⑦ 52年1月24日から2月3日にかけて、Dr. Janet Rossy（アメリカ、ワシントン大）および Dr. Raymond E. Meyn（M. D. アンダーソン病院）が来所し、速中性子線生物効果比較実験に関する研究、講演、討論を活発に行った。⑧ 2月16日、Dr. John Brewer（Pharmacie Fine Chemicals AB）が来所し、アフィニティクロマトグラフィーの最新の進歩と将来の発展について講演を行った。⑨ 3月5日から3月20日にかけて、Dr. Paul. W. Todd（アメリカ、ペンシルバニア大）および Dr. Joseph P. Geraci（アメリカ、ワシントン大）が来所し、速中性子線生物効果比較実験に関する講演、討論を行った。⑩ 3月7日、Dr. Lars-Erik DeGeer（National Defence Lab.）が来所し、環境放射能測定に関する討論を行った。

Ⅱ 調 査 研 究 業 務

1. 特 別 研 究

Ⅰ 環境放射線による被曝線量推定に関する調査研究

概 況

本特別研究は原子力の発展にともなう人の環境における放射線被曝を取り上げ、低被曝線量の測定、線量推定に関する研究、幾つかの重要核種につきそれらの重要被曝経路に関する調査研究、日本人の被曝線量算定に欠かさないパラメーターを、身体および体内安定元素について求めるための基礎的調査研究を行う。このため研究を5つのグループ課題に分けそれぞれ研究を継続している。とくに近い将来稼動が予定されている原子力施設、現在稼動中の原子力発電施設に着目し、人の放射線被曝に関係の深い問題の中から迅速に解明されることが必要と考えられる問題と総合研究により、より良い成果が期待される問題を取り上げている。本年は本特別研究実施に必要な那珂湊支所が完成し、研究グループの多くの仕事が支所実験室を中心に行われた。

なお、5グループの分担する課題は次のとおりである。

1. 低レベル放射性廃液の沿岸放出による人体被曝の予測に関する調査研究
2. 大気、土壌、水圏における放射性物質の移動に関する調査研究
3. 標準日本人の各元素摂取量と体組織濃度の決定に関する調査研究
4. 体外被曝線量の推定および放射性気体のモニタリング法の開発に関する調査研究
5. トリチウムの食物連鎖における動向と生物への影響に関する調査研究

本年度は予算の関係から、那珂湊支所施設の充実に力を入れたため、特に4. 5. のグループ課題については来年度に予算措置の重点を移さざるをえなくなり、研究の進展に影響を与えた。

昭和50年に引続き本特別研究班が主体となり、第4回環境セミナーを開催し、“軽水発電炉による環境被曝線量評価の問題”を取り上げた。内容は1. ALAP規制について日米の現状、生物学的に見たALAP規制、集団線量の軽減と経済面、について講演と討論が行われ、2. 線量の評価方法を概説的、解析的の2方面から取り上げ講演と討論が行われた。最後に原子力施設周辺で放射線測定等施設環境周辺で調査を実施、線量評価を行っている測定者の報告と問題点の指摘があった。

(渡辺博信)

(1) 低レベル放射性廃液の沿岸放出による人体被曝の予測に関する調査研究

概 況

海水中に添加された放射性核種は、一部は海底堆積物へ移行し、残りは海水中に存在して生物を経由して、それを食べる人体に移行する。その際問題となるのは、核種の化学形、海底堆積物の核種の蓄積・保持能力、生物の生理・生態とその結果としての濃縮係数、人間の海産生物摂取量等である。

これらの諸点につき前年度に引続き、ラジオアイソトープ・トレーサー法、安定元素分析法および放射性降下物および原子力施設からの放出廃液による海洋汚染の野外調査により、海洋の放射能汚染の機構についての知見を求めた。さらに、海洋の放射能汚染の指標となる生物を検索し、速やかに汚染を把握し得る方法を検討した。

51年度の多くの成果の中の一つとして、海水に放射性物質が添加された場合、生物の汚染に対する海水→生物の経路と海水→堆積物→生物の経路の量的評価を進めたことにより、各課題間の連けいが一層深まると共に、今迄不明とされていた放射性核種が海洋経由で人体に到る場合の堆積物の位置づけがかなり解明された。

1. 海産生物による放射性核種の濃縮及び排出の機構に関する調査研究

海洋放射生態学研究部（小柳卓、鈴木浜治、

平野茂樹, 中原元和, 石井紀明, 飯村満江,
上田泰司, 鈴木譲, 中村良一)

〔目 的〕 低レベル放射性廃液の沿岸放出に起因する人体の放射線被曝量を推定するに当って、海産生物による放射性核種の濃縮係数は、それら生物を水産食品として摂取することにより人体内に取り込まれる放射能の量を明らかにするための重要なパラメーターの一つである。本調査研究は、R I をトレーサーとする水槽飼育実験を中心とし、各種海産生物について濃縮係数を算定すると共に、放射性核種の生物濃縮に対して環境要因（海水、海底堆積物の寄与、放射性核種の物理化学的形態など）、ならびに生物学的要因（生物の生理代謝、生態など）が及ぼす影響の程度を明らかにすることを目的としている。

〔経 過〕 海水から軟体動物へのR I の移行を、 ^{137}Cs をトレーサーとしてマダコ (*Octopus vulgaris*) とヤリイカ (*Doryteuthis bleekeri*) について観察した。海底堆積物の影響に関しては、 ^{60}Co , ^{90}Zr - ^{95}Nb , ^{106}Ru - ^{106}Rh , ^{137}Cs , $^{115\text{m}}\text{Cd}$ をトレーサーとして汚染させた堆積物中でゴカイを飼育し、汚染海水からゴカイ (*Nereis japonica*) への濃縮係数と比較して海水と海底土の寄与の割合を調べた。また、貝類を水中飼育した場合と砂中飼育した場合の添加R I の存在形態の変化と生物濃縮との関係を検討した。更に、食物連鎖を経由してのR I の濃縮について植物プランクトンから二枚貝への ^{60}Co の移行を観測した。

〔成 果〕 マダコの14日飼育時の海水中 ^{137}Cs に対する濃度比は、可食部で5~7で内臓はやや高い8~12程度の値を示した。また、75日間の排出実験で観測した生物学的半減期は遅成分の方が約90日で魚類のそれとほぼ同程度であった。汚染堆積物からゴカイへの放射性核種の移行は、 ^{106}Ru - ^{106}Rh の0.006から ^{137}Cs の0.179までで、水からの移行（濃縮係数）にくらべると $1/30 \sim 1/12000$ の範囲であり、海水からの移行がはるかに大きく寄与することがわかった。海水中および砂中で飼育したハマグリによるR I の濃縮を前年度の ^{60}Co に続き、 ^{54}Mn について検討した結果、 ^{60}Co 同様、初期段階においては砂中飼育の場合に軟体部への取り込みが優先する傾向がみとめられたが、時間の経過と共に飼育条件の差は縮少することがわかった。

^{60}Co で標識した植物プランクトン *Nitzschia closterium*, *Platymonas sp.* 及び *Dunaliella sp.* の3種を2枚貝 *Mercenaria mercenaria* に投与して ^{60}Co の移行割合を観察した結果、移行率は投与時のプランクトンの濃度や種類、貝の大小により変動するが *Nitzschia closterium*

の場合、天然のプランクトン濃度以下での移行率はほぼ45~55%と推定された。

〔研究発表〕

- (1) T. Ueda, R. Nakamura and Y. Suzuki
J. Radiat. Res., **18**, 84~92(1977)
- (2) 中原, F. A. Cross : 昭和52年度日本水産学会春季大会(52. 4)
- (3) 鈴木, 中村, 上田: 同 上

2. 海水、堆積物、生物間の元素の分配機構に関する研究

海洋放射生態学研究部(長屋裕, 中村清,
石川昌史, 中村良一)

〔目 的〕 放射性物質による海洋汚染に関し、室内実験の結果から予測された汚染の様相と野外において観察されたそれとは非常に異なる場合が多い。したがって、その差異の原因と考えられる海洋中の生物学的、化学的、物理学的な種々の要因について検討し、海洋の汚染機構の解明につとめる。

〔経 過〕 昨年に引き続き、(1) ^{106}Ru の海水添加後の化学的変化と海産生物による濃縮の差と、(2)海産生物、特に海藻の放射性物質蓄積における海底堆積物の効果についてトレーサー実験によって検討するとともに、(3)海底堆積物による放射性核種の蓄積機構を野外調査で得られた試料について検討した。

〔成 果〕 ^{106}Ru のニトロシル・クロロ錯体を海水に添加した場合に形成される錯イオン種は陽イオン(4%)、中性イオン(21%)および陰イオン(75%)である。海産生物による濃縮係数(CF)は、陽イオン種が最も高く、中性イオン、陰イオンの順である。海産生物では海藻のCFが最も高い。海藻体表構成成分(アルギン酸等)と ^{106}Ru 錯体との吸着挙動を検討している。

海藻(アナアオサ, *Ulva pertusa*)、海水および海底堆積物間の放射性核種の分配比を深さ4mの開鎖型内湾を想定したトレーサー実験(堆積物と海水の重量比=1:100)で検討すると、 ^{60}Co の場合は約90%が堆積物に、 ^{137}Cs の場合は80%が海水中に分配され、海藻中には数%以下が存在するに過ぎないが、 ^{90}Zr - ^{95}Nb および ^{106}Ru - ^{106}Rh の場合は堆積物(50~60%)と海藻(40~30%)へほぼ同程度分配される。

海底堆積物の粒径別分画中の人工放射性核種(^{60}Co , ^{137}Cs および ^{54}Mn)の量(Y, %)と該分画の粒子表面積間には、 $Y = aX + b$ で表わし得る相関関係があり、aの値は0.7~0.9の範囲にあって、これら核種は大部分が粒子表面へ吸着されていることを示している。

〔研究発表〕

- (1) Ishikawa, M et al.: Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., **42**, 287-297 (1976)
- (2) Ishikawa, M and M, Saiki: Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., (in press)
- (3) Nakamura, R. et al.: J. Radiat. Res., (in press)
- (4) Nakamura, K. and Y. Nagaya: J. Oceanogr. Soc. Japan, **33**(1) (1977)

3. 海洋環境試料中の微量安定元素濃度に関する調査研究

海洋放射生態学研究部（小柳卓，鈴木浜治，石井紀明，飯村満江）

〔目 的〕 海洋環境中に放出される放射性核種の環境中での挙動や海産生物への移行は，海水中に存在する

安定同位体の存在形態や濃度および懸濁物などに左右されると考えられる。したがって，海産生物による放射性核種の濃縮機構の解明のために，海水，海産生物，懸濁物中の微量安定元素の存在状態や濃度を調査し，重要視される放射性核種の魚貝藻類への濃縮に関する情報を得ることを目的とする。

1) 海藻中の微量元素濃度の変動について

〔経 過〕 前報までは，海水，海産生物中の微量元素を定量し，微量元素の海産生物による濃縮機構について検討を行ってきた。本年度はホンダワラ科のアカモクを用い，生長に伴う体内濃度の変動について調査を行った。

〔成 果〕 第1表に生長段階別における各元素の濃度を示した。マンガン，ニッケル，銅，亜鉛等の元素で

第1表 Concentration of Mn, Fe, Ni, Cu and Zn in marine algae (*Sargassum horneri*)

Size	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn
0 — 50 cm	1.5 ± 0.2	20.8 ± 2.1	0.32 ± 0.03	0.26 ± 0.02	1.4 ± 0.2
50 — 100 cm	1.3 ± 0.2	12.3 ± 1.1	0.30 ± 0.03	0.35 ± 0.02	1.5 ± 0.1
over 100 cm	1.3 ± 0.1	8.6 ± 0.8	0.35 ± 0.02	0.29 ± 0.03	1.9 ± 0.2
over 100 cm + Receptacle	1.2 ± 0.1	6.8 ± 0.7	0.37 ± 0.03	0.31 ± 0.02	2.1 ± 0.2

unit ; mg/kg fresh weight

は生長に伴う濃度変動は観察されなかった。これに対して，鉄の場合，生長段階が高くなるにつれて濃度は減少する傾向を示し，他の元素とは異なる現象がみられた。鉄でみられた濃度変動はアカモク自身の生長に伴う形態変化によるものと考えられるが，この点に関しては代謝活性の変化と併せて検討してみる必要がある。

鉄で観察された特異的な現象が放射性鉄についても起こりうるとすれば，このことは海藻を指標生物として用いる場合，生長について十分考慮した試料採取が必要であることを示唆しているといえる。

〔研究発表〕

- (1) 石井，鈴木，小柳：日本水産学会 昭和51年度秋季大会，下関（1976，10）

2) 海水，海産生物試料中のジルコニウムの分析

〔経 過〕 前年度に引き続き，海産生物中の安定ジルコニウムの定量を進めるとともに海水中的ジルコニウムの定量法の検討とその定量を行った。海水中的ジルコニウムの定量に当っては，試水10ℓを用い水酸化アルミニウム共沈と陰イオン交換による前処理濃縮と放射化分

析を組合せて行った。放射化した試料は，前報に述べた海産生物試料の場合と同様にジルコニウムの担体を添加して化学分離を行い，海水中的ジルコニウムを定量した。

〔結 果〕 動燃沖2 kmから6 kmに亘って採水した5試料の海水について分析を行った結果，ジルコニウムの濃度は0.08μg/lから0.19μg/lの濃度を示し，その平均濃度は0.14μg/lであった。また，その濃度は沖合に行くに従って減少する傾向がみられた。したがって，海水中的ジルコニウムの濃度から海産生物による濃縮係数を算出するに当っては，沿岸海水中的その濃度を充分把握することが必要となる。

この0.14μg/lの平均濃度を用いて，海産生物中のジルコニウムの濃度から濃縮係数を求めた結果を第2表に示した。貝類では1,100から2,800倍濃縮し，褐藻類では2,600から3,700倍の濃縮が示された。したがって，ジルコニウムによる海洋汚染を評価するにあたって，これらの底生生物は指標生物として使用出来る可能性が示唆された。

第2表

Concentration factor of zirconium for marine organisms

Hamaguri	<i>Meretrix lamarckii</i>	1.5 x 10 ³
Kotamagai	<i>Gomphina melanaegis</i>	1.1
Igai	<i>Mytilus coruscus</i>	1.8
Hijiki	<i>Hizikia fusiforme</i>	3.7
"	"	3.7
Umitoranoo	<i>Sargassum thunbergii</i>	2.6
"	"	2.4
"	"	2.9
"	"	3.7
Arame	<i>Eisenia bicyclis</i>	3.3

〔研究発表〕

(1) 鈴木, 石井, 小柳: 放射化学討論会, 静岡

(1976. 10)

4. 放射性核種の微量分析による海洋の放射生態学的調査研究

海洋放射生態学研究部 (上田泰司, 長屋裕, 鈴木譲, 中村清, 中村良一)

〔目的〕 放射性核種の沿岸海水, 海底土, 懸濁物, 生物等への分布, 蓄積とその機構について研究し, これらの間の相関関係を沿岸海域について明らかにする。

〔経過〕 原子力施設周辺から海水, 海底堆積物および海産生物を集め, 主としてCoとCsを対象として沿岸海域におけるこれら核種の移動・蓄積について検討した。特に前年度までは, 海水中の⁶⁰Coレベルが非常に低くなった場合の汚染堆積物から溶出した⁶⁰Coによる海藻の汚染について検討したが, 今回は海水中の⁶⁰Coがさらに高くなる場合の海藻の汚染に注目した。〔成果〕 沿岸海域試料の⁶⁰Co, ¹³⁷Cs汚染の季節的変動の実態を把握し, これら試料中の放射能濃度の関係を検討した。また, このことから海洋へ放出された放射性核種の海洋生物を通じて人に到る移行経路上の海底堆積物の位置づけについても検討した。

〔研究発表〕

(1) T. Ueda, R. Nakamura and Y. Suzuki :

J. Radiat. Res. (in press)

5. 海産生物の放射能モニタリング方法の開発に関する調査研究

海洋放射生態学研究部 (小柳卓, 鈴木浜治, 平野茂樹, 石井紀明)

〔目的〕 人体の放射線被曝線量を推定するために

海産生物の放射性核種濃度水準を迅速に把握できる様な指標生物としての適否を, 採取法, 測定法などの点から各種海産生物について検討する。また, 海水中における放射性核種の存在状態や生物への可給性を調査し, 環境の放射能汚染レベル及びその分布と, 指標生物の放射能汚染との相関関係を検討する。

〔経過〕 ⁶⁰Co, ⁵⁴Mn, ⁵⁹Fe, ⁶⁵Zn などの誘導放射性核種は一般に海産生物への濃縮係数が大きく, 特に軟体類はしばしばそれら核種による汚染指標となるとされている。また, それぞれの核種に対応する安定同位元素は海水中濃度が0.05~5μg/l程度と微量で, かつその存在形態も遊離イオンのほかに種々の会合体や錯化合物など多様であり, それが海洋での分布や生物への移行に対しても影響を及ぼすことが知られている。本年度は, 定着性の貝類と海藻類について誘導放射性核種及び安定同位体の濃縮係数を求めて, それぞれの指標性を調べると共に, R I の海水中での存在形態と生物への可給性について検討した。

〔成果〕 茨城県沿岸で大量に捕獲されるコタマ貝 (*Gomphina melanaegis*) の軟体部の安定元素濃度を分析した結果, 海水中濃度に対し, Co, Zn では3,000, Mnでは4,500, Feでは10,000程度の高い濃縮係数を示すことがわかった。R I トレーサー実験の結果では, 海水からの移行は⁵⁴Mnが貝殻に大部分濃縮されるのに対し, ⁶⁵Znは軟体部, 特に筋肉への蓄積が大きい。海水中に添加したR I の存在状態を汙過, イオン交換, キレート抽出等によって追求した結果, Co, Mnでは錯体生成がみとめられ, 特に生物及び底質の共存によってその傾向が促進され, 生物への移行蓄積に影響を及ぼす事がわかった。一方, 海藻についての安定元素分析結果から, 紅藻のハリガネ, 褐藻のウミトラノオ, 緑藻のアオサがCo, Feに対し他種にくらべて5倍~10倍の濃縮を示す種特異性がみとめられ, ヒジキ, ワカメ等有用食用種の放射能汚染に対して指標となることがわかった。

〔研究発表〕

小柳, 飯村: 放射線影響学会第19回大会

(1976. 10)

(2) 大気・土壌・水圏における放射性物質の移動に関する調査研究

概 況

大気・土壌・陸水など, いわゆる陸圏に放出あるいは漏出した放射性核種は, 農畜産物, 飲料水, 淡水系生物などをへて, 人体に到達する。昭和48年度を初年度とす

る本特研では、大気中に放出された放射性ヨウ素の葉面付着に起因する甲状腺被曝線量の推定、土壌に漏出した放射性核種の沿直方向への分布と地下水への移行を研究するに必要な、セミフィールド的ライシメータのモデル実験系の開発、および放射性核種の淡水系生物への移行など、3つの局面について調査研究を進めて来た。51年度においては、放射性ヨウ素の葉面付着率を測定するため、放射性ヨウ素ガス曝射実験装置を設置し、綿密な試運転を行った。またセミフィールド的ライシメータのモデル実験系の開発に資するため、ボーリングを行って、土層の層別物理・化学的性状の検索を行うと同時に、フォールアウト由来の⁹⁰Srを指標として、その沿直方向の分布と地下水への移行について研究した。なお、放射性核種の淡水系生物への移行については、50年度をもって一応のとりまとめを行うこととした。

1. 陸水系生物および農畜産物への放射性物質の移行に関する調査研究—ガス状放射性ヨウ素による人体被曝線量推定に関する調査研究—

環境放射生態学研究部(大桃洋一郎, 中村裕二, 本間美文, 住谷みさ子)

〔目 的〕 環境に放出された放射性物質が、農畜産物をへて、人間に摂取されるまでの経路における放射性物質の移動を追跡し、これら食品を通じて摂取される放射性物質による人体被曝線量推定に必要なパラメータを求める諸研究のうち、特に放射性ヨウ素について、その大気中における物理的、化学的形態との関連において葉菜および牧草葉面への付着に関する研究を行う。また、東海村原子力施設周辺をモデル地区として、甲状腺被曝線量予測に必要な各種環境パラメータを実際に求めることを目的とする。

〔経 過〕 大気中に放出された放射性ヨウ素の葉菜及び牧草葉面への移行率を実験的に求めるため、放射性ヨウ素ガス曝射実験装置を設計、試作し、その性能テストを兼ねて試運転を行った。

また、放射性ヨウ素による甲状腺被曝に関し、criticalな集団と考えられる乳幼児の、criticalな食品、即ちミルクと葉菜の消費量を求めるため、東海村原研職員世帯の6才未満の乳幼児40名を対象として、消費実態調査を行った。前年度年報には、冬期の集計結果を報告したが、本年報には、年間の集計結果を一括して報告する。

〔成 果〕 放射性ヨウ素ガス曝射実験装置について同装置については、ガスもれテストと温度変化に伴うチェンバー内圧の変動を中心に、ほぼ1年にわたる綿密なテストを行った。その結果、装置の回転軸部から、わずかながらガスもれが検知され、5度に渉る補修を行っ

た。チェンバー内室温は、±1°Cの範囲に制御されているが、この変動がもたらす内圧の変化が、予想以上に大きいことが判明した。ホット運転に入った場合、万一のガスもれを想定し、チェンバー内圧は、大気圧よりも水柱にして50mm程度陰圧にして運転する予定であったが、1°Cの室温変動によっては、必ずしも陰圧状態を維持しつづけることはむずかしいかも知れない。

一方、チェンバー内に植物を栽培し、放射性ヨウ素ガスと接触させて、葉面付着率を測定する場合、植物をとり出すめに、新鮮空気と置き換えなければならない。

「放射性ヨウ素雰囲気と植物」という系から「新鮮空気と植物」という系へ移行することによって、平衡がくずれ、一旦葉面へ付着したヨウ素が、大気中に移行する可能性が考えられる。予備実験の結果によれば、その離脱率はおおよそ5%程度と推測されるが、この離脱率を実験的に求めるためには、チェンバーに安定ヨウ素ガスを注入する方法をとらなければならない。このように安全性と実験上の必要性の両面から、当面は安定ヨウ素を用いて実験を進めることとし、葉菜の安定ヨウ素定量法について検討することにした。

2) 乳幼児のミルクと葉菜の消費実態調査：実態調査の対象、実施要領等については、前年度年報に述べた通り

第3表 東海村原研職員世帯乳幼児の年令別、季節別ミルクの平均摂取量

年令区分 (年)	平均摂取量 (ml/日/人)				
	春	夏	秋	冬	年平均
0～0.5	1,100 (1)	—	1,200 (4)	1,000 (1)	1,100
0.5～1.5	600 (6)	650 (5)	550 (6)	650 (7)	600
1.5～3	350 (6)	350 (9)	300 (8)	250 (7)	300
3～5	200 (8)	350 (11)	250 (14)	300 (11)	300
5～6	200 (7)	300 (7)	350 (5)	300 (5)	300

注) () 内の数字は調査対象乳幼児数

第4表 東海村原研職員世帯乳幼児の年令別季節別葉菜の平均摂取量

年令区分 (年)	平均摂取量 (g/日/人)				
	春	夏	秋	冬	年平均
0～0.5	0 (1)	—	0 (4)	0 (1)	0
0.5～1.5	20 (6)	20 (5)	20 (8)	15 (7)	20
1.5～3	25 (6)	15 (6)	30 (8)	30 (7)	25
3～5	25 (8)	15 (11)	40 (14)	50 (11)	35
5～6	45 (7)	30 (7)	60 (5)	50 (6)	50

注) () 内の数字は調査対象乳幼児数

である。第3表及び第4表に、年令別、季節別ミルク及び葉菜の平均摂取量を示した。この調査結果から、乳幼児のミルク及び葉菜摂取量は、少なくとも3つの年令群に分けて考える必要がある。即ち、6ヶ月未満：ミルクのみ1ℓ/日/人、6ヶ月～1才6ヶ月まで：ミルク600mℓ/日/人、葉菜20g/日/人、1才6ヶ月以上：ミルク300mℓ/日/人、葉菜50g/日/人。

〔研究発表〕

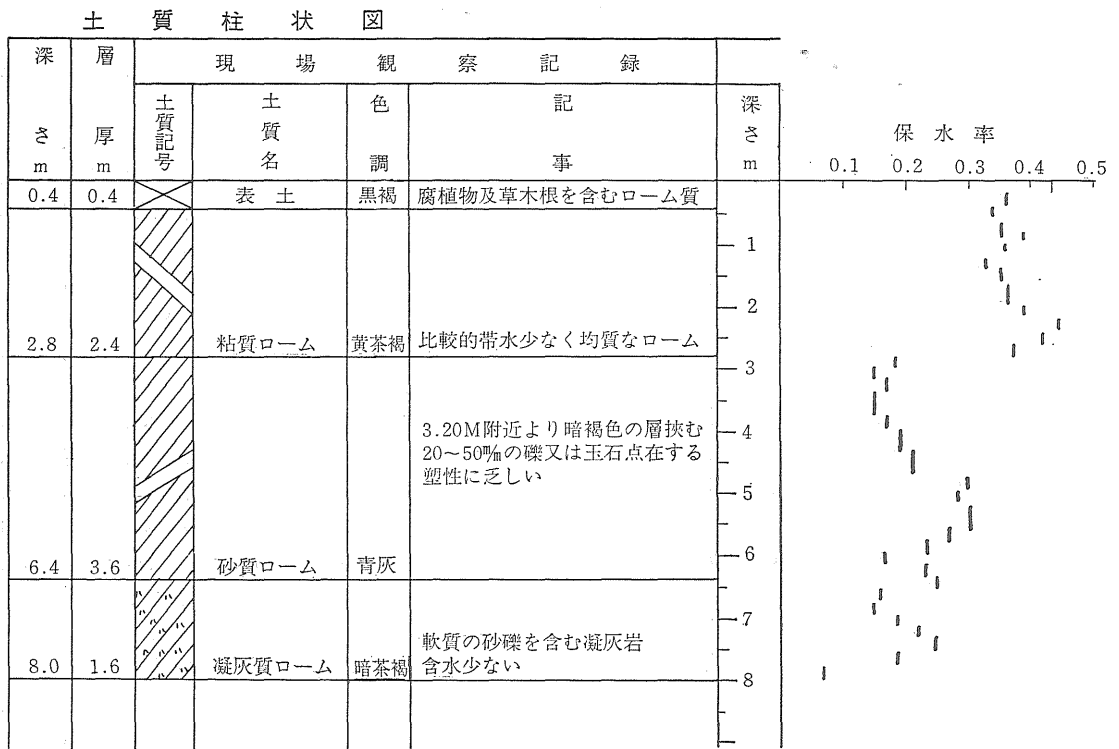
住谷，根本，大桃：日本放射線影響学会第19回大会，広島（1976.10.9）

2. セミフィールド的ライシメータのモデル実験系の開発

環境放射生態学研究部（鎌田 博，渡部輝久）

〔目 的〕 本研究は、放射性物質が土壤中で移動する様相を土性、土質別に究明するために必要なモデル実験系の開発を目的としている。

〔経 過〕 モデル実験系の開発に必要なデータを得るために、前年度に引き続いて実施してきたフィールド実験を主体として研究を進めた。植物の根圏域外に流出した放射性核種の土壤中における深度分布状態の把握と飲料用地下水への影響について調査研究するため、山形県東田川郡羽黒町（トレーサーとしての既存する ^{90}Sr レベルが高い地域である）の貴船水源地（1地点）と深層地下水の涵養域の一地区と目される月山山麓にある羽黒町大字上野新田字東山の未耕地（2地点）で、オールコア・ボーリングを行い、併せて赤川河川水、貴船水源地



第1図 ボーリングによる土壤サンプリング結果
（山形県東田川郡羽黒町大字上野新田字東山、未耕地（標高約300m）
（貴船水源地より南東約8kmの台地にてボーリング）

の6m、30m、100mの各飲料用地下水と台地の麓にある飲料用湧水と爪田川河川水を採取した。また、貴船水源地においては、 ^{90}Sr の飲料用地下水への流出パターン

を把握するために、経季的サンプリングを行った。これら採取された各試料は、土壌については20m毎のコア（66mmφ）について深度8mまで、水試料については、1試

料当り100ℓであり、 ^{90}Sr 濃度や土壌水分等を分析測定して、土壌中 ^{90}Sr 深度分布状態の経年的推移と ^{90}Sr の地下水への流出パターンを観測し、各土層中における ^{90}Sr の移動速度を推定し、飲料用地下水への流出の様相を解析して、これらフィールドで得られたデータを基にして、土壌汚染から飲料水までのモデル実験系の開発に努力している。

〔成 果〕 昭和50年度に引き続いて得られたデータの一部を第1図に集約して示した。なお、 ^{90}Sr の分析測定に関しては、現実施中であり、これらのデータが出揃ってから数理的に解析する予定である。

〔研究発表〕

- (1) 鎌田他：日本原子力学会 昭和51年秋の分科会，東海村（1976，10）
- (2) 鎌田：土壌中における放射性核種の移動に関するパラメーター，日本原子力学会誌，19，5（1977）

（3）標準日本人の各元素摂取量と体組織濃度の決定に関する調査研究

概 況

原子力平和利用にともない、環境中に放出される放射性核種の正確な内部被曝線量を推定するため、日本人の各臓器中の安定体濃度の測定、生物学的半減期の測定を中心として、日本人の体格および食習慣などの特性を重視しつつ調査研究をすすめてつある。本年度は、研究部の支所移転後の実験環境の整備および研究棟の一部空調不備による分析測定機器の故障対策に約半年の期間を割くこととなり、また無塵化装置の設置が年度末であったことなどの理由で、研究の進行に遅延が生じたことを記さねばならない。

1. 標準日本人の化学組成の決定に関する研究

環境放射生態学研究部（田中義一郎，河村日佐男，野村悦子，*丹井田敏）*外来研究員

〔目 的〕 放射性核種の食餌からの人体各臓器への到達率、体内における線量の不均一分布などの推定のため、人体の各臓器における安定体濃度を測定し、統計的处理を経て日本人の化学組成の標準的な値の決定を行うことを最終目標とする。

〔経 過〕 人体臓器試料の収集、保存および前処理法の確立と平行して微量・超微量安定体分析システムの研究を特研前期に行ったが、本年度は4月から9月にかけて機器分析室の高湿度（夜間80～100% RH）に悩まされつつ高感度分析の検討を続けるとともに、懸案であった化学的清浄空間の暫定的整備を行った。外来研究員との共同により、分析値の研究所周比較の研究を行っ

た。

〔成 果〕

① 超高感度原子化法における基本問題の検討：グラフアイト管中での灰化時損失および原子化時の残留は定量値の系統誤差の原因となるので、Zn, Cs, Co および Hg についてそれぞれ ^{65}Zn , ^{134}Cs , ^{58}Co および ^{203}Hg を用いたトレーサー実験を行い、加熱温度一気化率曲線を作成した。これによって、各元素の気化挙動に対する試料マトリクスの影響を明らかにし、最適灰化温度および最適原子化温度を求めることができ、これら元素については超高感度原子化法の適用の基本的問題を解決し得た。

② 臓器中安定体分析における原子吸光分析および熱中性子放射化分析の比較：分析方法、研究者および研究所を異にする分析値間の比較を行うため、本特研で作成した二次生物標準試料（NIRS Bovine Liver, NIRS Bovine Kidney および NIRS Bovine Muscle）および NBS 生物標準試料を用いて半非破壊中性子放射化分析を行った。乾燥粉末試料を高純度石英管に封入して JRR-II によるサイクル照射後、冷却期間を置いて石英管を開封し、照射物質を硝酸処理によって溶液化した。定量は、Ge (Li) 検出器および 4096-ch. ガンマ線スペクトロメーターを用いて行った。本法の正確さを検討し、あわせて実際の人体臓器試料につき、Zn, Co, Cs, Rb, Fe, Sc などの定量分析を行った。なお、本研究の実施場所は東京教育大学理学部である。

③ エネルギー分散型 X 線分析による同時多元素分析法の研究：非破壊法で、かつ通常実験室で高能率に行える方法として、本分析法を昨年度に引き続いて検討し、二次生物標準試料（NIRS Bovine Kidney および NIRS Bovine Muscle）の特性づけを行いつつある。測定データの附属プロセッサによる解析が、分析能率を高めるのに有効であることが強調される。

④ 無塵実験装置の製作と設置：小規模な実験室スペースを化学的に清浄な空間にすることが、本研究の前提条件のひとつであった。諸種の制約下、原則として既設の設備施設を変更せず、実験室および研究棟内外の化学的汚染を除去する必要があったので、本所地下実験室の一部および支所第2研究棟の一部に暫定的に無塵化装置を設置した。整備は年度末に行われたため、清浄空間下での全システムの検討は次年度に繰り延べられたが、外部汚染の除去能率について予備実験の結果を第5表に示す。本装置は基本的に HEPA フィルタ・ユニット、排気型クリン・フードおよびエアタイトな間仕切りから構成されている。

第5表 実験室内外における化学汚染および無塵化装置によるその除去能率

	汚染蓄積の早さ, 10^{-9}g/日 (*)		
	棟外(屋上)	室内(設置前)	室内(設置後)
ナトリウム	190,000	2,700	1,000
カリウム	11,000	700	190
マグネシウム	29,000	200	60
カルシウム	4,000	360	—

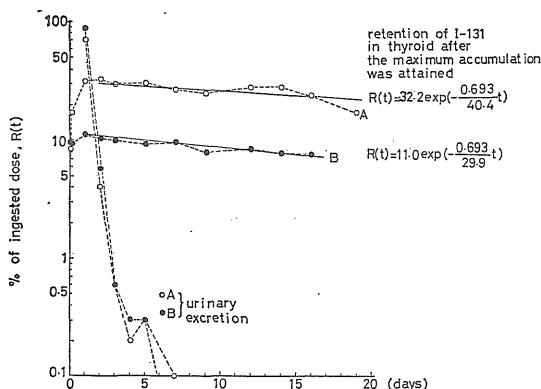
*) 面積 64cm^2 に対する落下塵中の元素の1日あたり重量値測定場所: 那珂湊支所第2研究棟

〔研究発表〕

- (1) 田中, 河村, 野村: 第37回分析化学討論会, 鹿児島 (1976.5)
- (2) 河村, 田中, 野村: 日本分析化学会第25年会, 新潟 (1976.10)

2. 各元素摂取量と体組織元素代謝に関する調査研究 ——放射性ヨウ素の体内残留に関する解析—— 環境放射生態学研究部 (田中義一郎), 環境衛生研究部 (内山 正史)

〔目的〕 環境に放出された放射性ヨウ素で葉面汚染を生じた葉菜の摂取による放射性ヨウ素の甲状腺到達率と, 同時に摂取された安定体量の関連を調査することを目的とする。



第2図

〔経過〕 甲状腺内部被曝線量を推定する基礎実験として, 昨年度2名の成人男子により, 各 74nCi の ^{131}I が経口的に摂取された。甲状腺部位および排泄物に関する ^{131}I 計測が, NaI 型 ヒューマンカウンタで継続しておこなわれた。

また ^{131}I 経口摂取時前後の安定体ヨウ素の摂取量を推定する目的で, 尿中の安定体ヨウ素の測定を計画し, その定量法に関する実験をおこなっている。

〔成果〕 2名の被験者 (A, B) について, ^{131}I の甲状腺への最大到達率 (fw), とその出現に至るまでの投与後の経過時間 (T'), ならびにその後の ^{131}I の生物学的な消失速度 (生物学的半減期, T を第6表に示した。

また ^{131}I に関する甲状腺蓄積量と排泄量を摂取量に対する比で表示して, その経時変化を第2図に示した。

第6表 ^{131}I 代謝に関する若干の数値

	fw	T' (時間)	T (日)
被験者 A	0.33	48	40
被験者 B	0.11	24	30

fw に関する ICRP の数値は 0.3 であるが, 日本人について文献調査をおこない吉沢と草間は, 摂取後24時間値として 0.2 が代表値として適切であることを報告している。

T に関する日本人の数値は 田中らによると 30 日であり, 本研究で得られた数値と一致し, 安定体ヨウ素の摂取量と甲状腺濃度から推定された ICRP の 138 日と比較して, はるかに短いことが明かになった。

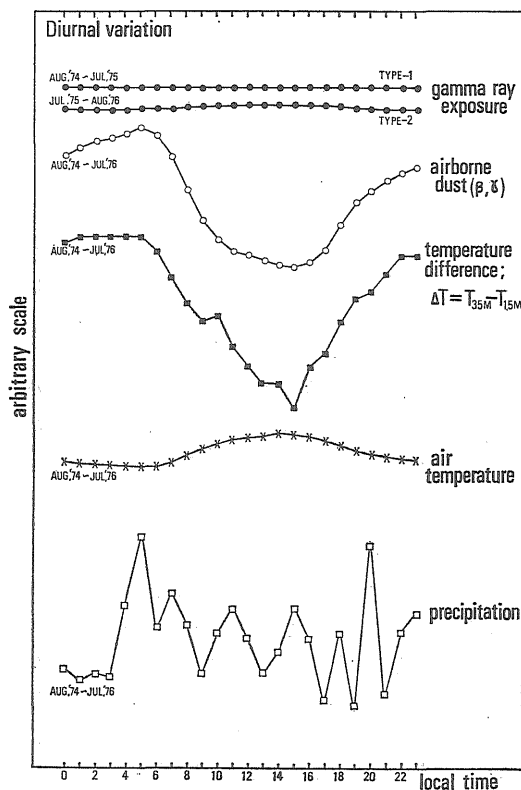
3. 体外被曝線量推定に関する調査研究

環境衛生研究部 (阿部史朗, 藤高和信)

空間放射線の変動が気象要素と深いかわりがあることは, 以前より予想されて来た。気象要素は天体的な条件によって大きく変化するから, この種の現象の研究には長期のデータを集めることが不可欠である。太陽黒点の 11 年周期を考慮することは当面非現実的であろうが, 次に長い周期の要素として惑星波と呼ばれる 26 カ月周期の変動がある。そこで, ここでは京都大学原子炉実験所において 1974 年 8 月 ~ 1976 年 8 月の 25 カ月間にわたって測定して得られた長期間のデータを解析して, 気象要素がどのように空間放射線に影響を与えているか調べてみた。同時測定された項目は 3 種類の r 線検出器による空間 r 線レベル, 空気塵中の β および r 線計数率, 同様に α 線計数率, 2 つの高さ (11m, 35m) における風速, 2 つの高さ (1.5m, 3.5m) における気温, 日射量, 降雨量および 1.5m 高における湿度である。大気の安定度を見つる上で, このように 2 つの高度でデータが得られていると, 他の簡便法に比べてより細かい検討が可能である。全ての項目につき, 25 カ月間欠測なしにデータがあるわけではないが, 既に大半の項目につき平均的な

年変化、日変化を今年度中に得ており、各要素間の相関につき検討中である。以下、結果の一部につき述べる。

注目すべきは、空間 r 線レベルについて、明瞭な日変化および年変化はみられなかったということである（第3図）。個々の例を見ると、空間 r 線レベルは降水（湿度、降雪を含む）によって大きく影響されるため、時として非常に大きな変動を示す。湿度のデータが満足な期間得られていないので、細かく同定できないものの、降雨によって2～3割の r 線レベル上昇は可能である。しかし、降雨は時刻によって偏った分布を持っていないの



第3図

で、非常に長い期間で平均することにより降水に起因する変動を弱めることができる（雨量と空間 r 線レベルの平均的日変化における相関係数は0.13。ただし、個々の例では両者の相関はずっと大きいはずである。）そのようにして得られた空間 r 線レベルは衛研タイプの検出器（図のTYPE-1）を用いた場合、ほぼ日変化は無かったといえる（変動幅0.7%）。また年変化については、夏季にわずかなレベル上昇が見られる外は余り変化は認められない（変動幅9.9%。雨量と空間 r 線レベルの平均的な年変化に於ける相関係数は0.07%）。一方、他のタイプの検出器（図のTYPE-2）を用いると、僅かながら有意と思われる日変化（変動幅6.6%）、年変化（変

動幅12.9%）が得られた。日変化においては日中にレベルが上昇し、夜間は低くなる。また年変化においては、夏季より冬季にレベルが若干落ちる。これらの変動は検出系が気温に対して依存性を持っていたためかも知れない。よく言われるように、空中塵中のレベルが明瞭な日変化をするのだから、空間 r 線レベルとしても対応する変動があるはずだという主張があるが、ここでの解析結果はそれに対して懐疑的である。なぜなら、空気塵中の β 、 r レベルの日変化は極めて明瞭なものであるが、それは日中にレベルが低く、夜間に高いという逆のセンスである。しかも、この空気塵中のレベル変動は最も気象要素を強く反映したものであって、疑問の余地は小さい。我々のデータより2つの高さの気温差 ΔT ($T_{35m} - T_{15m}$)を読み取り、これを逆転層の指標として考えると、夜間は逆転層の発達により空気塵の乱流による上向き輸送が妨げられて下層に濃縮される。逆に昼間（特に晴時）は上方に拡散してしまい、地表付近の濃度は薄められる（ ΔT と空気塵中の β 、 r レベルの平均的日変化における相関係数は0.97。）少なくとも、地表付近に置かれた空間 r 線モニターの結果は、これに対応するパターンの日変化を見せていない。いずれにせよ、空間 r 線レベルの日変化の有無に関しては個々の例では証拠となり得ず、湿度を含めた降水の長期間の測定が必要であると思われる。逆に降水との相関については、Case studyが重要である。空気塵に関する興味深いことは、その月毎の平均日変化の最大値、最小値を調べてみると、最小値は月によって余り変化しないで専ら最大値が年変化をしているということである（空気塵中の r 、 β レベルと、その日変化最大値の平均的年変化に於ける相関係数は0.90）。これも気象要素と結びつくと思われるが、目下検討中である。

4. 放射性希ガス (^{85}Kr) のモニタリング方法の開発に関する調査研究

環境衛生研究部(岩倉哲男, 井上義和, 榎田義彦)

〔目 的〕 原子力施設、とくに核燃料再処理施設の稼動にともない一般環境に放出される可能性のある ^{85}Kr は、半減期が10.7年と長く、海水への吸収や土壌への吸着、沈着がごく僅かのため、大気中を移行拡散し、広範囲の環境大気中の放射能濃度増加に寄与すると考えられる。本研究では、この濃度変動を正確に評価するために、現在の大気中 ^{85}Kr レベルを精度よく測定できる装置および手法を確立し、可能な限り測定値を収集する。

〔経 過〕 前年度までに、反同時計数方式による低バックグラウンド液体シンチレーション計数装置および

低温吸着法による分離精製装置の試作を完了するとともに、液体シンチレータ溶媒に対するクリプトンの溶解度の追試と溶解法の検討、 ^{85}Kr 標準ガスを用いた最適測定条件の決定と絶対測定法の確立を行うとともに、市販クリプトンガス（国産1，外国2）中の ^{85}Kr 濃度測定を実施した。

本年度は市販小型コンプレッサと潜水用小型ポンペの組合せによる野外空気サンプリング法の可能性を検討するとともに、高圧ガス取締り法などによる法的規制に対処するための対外折衝を、技術課および庶務課の協力で遂行した。また、1975年春～1976年夏における、採取時期の明確な国産クリプトンガスについて、 ^{85}Kr の濃度を測定した。

〔成 果〕 1975年5月より、1976年7月まで、姫路市広畑の大気より分離、精製された帝国酸素製 Kr ガス 5 ml～10mlを、トルエン・シンチレータに溶解し、計数効率92%バックグラウンド計数率6.2cpmの条件で測定した。測定の結果を第7表に示す。この結果と、1975年

第7表 1975～1976の大気中 ^{85}Kr 濃度

試 料	^{85}Kr 濃度 (*pCi/m ³ 空気)
1975 年 5 月	14.6 ± 0.3**
8 月	13.8 ± 0.3
11 月	14.2 ± 0.3
1976 年 3 月	14.0 ± 0.3
7 月	14.1 ± 0.3

* 大気中クリプトン濃度を1.14ppmとした。 ** 2 σ

採取試料の測定値 (14.0±0.3pCi/m³) から、ここ数年の間にわたって、大気中 ^{85}Kr 濃度は、ほぼ同じレベルで推移していると考えられる。

5. トリチウムの食物連鎖における動向と生物への影響に関する研究

〔目 的〕 近年ある種類の植物・動物の細胞学的研究により、トリチウムのある濃度以上では染色体異常や細胞死を発現させることがわかってきた。しかし、この現象から直ちに自然環境中の一般人の身体への影響にむすびつけるのは飛躍であり、その過程を食物連鎖、分子生物学、分子遺伝学の実験手法によって解明してからでなければ、トリチウムの人への影響を断定できない。この過程の解明が本研究の目的である。

〔経 過〕 48年度より予備的実験として、(1) トリチウムの植物動物系における動向、(2) メダカ胚核酸及び蛋白質におけるトリチウム代謝、(3) トリチウム水の魚卵発生に及ぼす影響、(4) トリチウムによる染色体異

常の線量効果の研究を行ってきた。

〔内 容〕 51年度は (1)、(3) の実験を継続すると共に、外来研究員として一政祐輔博士（茨城大学理学部生物学教室）の指導をえて、(2) 生物卵におけるトリチウムの摂取代謝に関する研究を実施した。特に近年トリチウムの挙動を水（遊離トリチウム）と有機物（結合トリチウム）とに区分して考察する傾向があるため「トリチウム脱水定量装置」を試作し、実験効率の向上をはかった。以下、その詳細をのべる。

1) トリチウムの植物・動物系における動向

i. 植 物 系

環境衛生研究部（樫田義彦，新井清彦，武田洋 稲葉次郎）

〔目 的〕 食物連鎖におけるトリチウム（以下、T）の動向を追求するとき、植物体内へのTの取り込みの主要な形は、トリチウム水（以下、HTO）と考える。しかし、HTOには、液体だけでなく、気体である水蒸気としての行動もある。

今年は、水蒸気の形態のTがどの程度植物体内に摂取されるかを、研究の主目的とし、同時に前年に引続いて、生育時期と組織によるTの摂取量の違いを観察した。

〔経 過〕 発芽後45日間、 $^1/_{5000}$ アールのワグナーポットに3本ずつ育成した大豆苗を、トリチウム用簡易ファイトロン内に2鉢設置した。その一鉢に、20mCi/500ml/potのHTOを投与培養し、他方は普通水（以下HHO）にて培養して、空気中の水蒸気を通してのTの移行と、直接HTOを投与した場合とを比較した。また、同様の実験を時期を変えて3回行い、時期による差を観察した。

経時的に採取した試料は、水分と乾燥組織とに分離し、乾燥組織は自動燃焼装置により処理して、いずれも液体シンチレーション測定法を用いて、トリチウム濃度を測定した。

〔成 果〕 発芽後45日目の大豆苗において、空気中のT水蒸気を通して、植物体内にTが吸収同化されることが判明した。大豆苗を設置したファイトロン内の、空気中に含まれる水蒸気中の濃度に比べ、組織水（遊離水）中のT濃度は、投与1日後で、約3.5/1であった。これは、かなりの量のTが水蒸気を通じて植物体内に摂取されることを示し、水蒸気によるTの吸収同化が、無視し得ないことの知見を得た。

また、時期別・組織別によるTの摂取量には、葉部と種子部でちがいが見られた。特に種子部では、光合成同

化生産物の転流蓄積期である登熟期において、はげしいTの摂取が見られ、その前後においては少ないことが判明した。

ii, 動物系

〔目的〕 トリチウムのラット生体内挙動についての一連の研究において、これまでに水の形 (HTO) で摂取したTは大半が約3.5日の生物学的半減期ですみやかに排泄されるが、その一部は結合性Tの形で相対的に長く生体内にとどまることを明らかにした。今回はこの結合性Tについて各組織間での比較検討を行い、さらに組織中全Tに対する結合性Tの量的関係ならびに線量寄与率について研究を行った。また、HTOの体内挙動における年令依存性についても調べた。

〔経過〕 Wistar系 ラット (雄, 2.5~3.0ヶ月令) に体重 g 当たり $6.0 \mu\text{Ci}$ の HTO を経口投与し、その後経口的に10コの組織を取り出し、組織中全T濃度と組織結合性T濃度を測定した。

また年令依存性の実験には生後1日, 10日, 25日, 60日, 120日および300日令のラットを使用し経口的に尿中T濃度, 5コの組織の組織水分中濃度と組織結合性T濃度を測定した。

〔成果〕 組織結合性Tは、各組織でかなり異なる取り込みおよび排泄様式がみられた。その濃度は、初期に肝臓や小腸で高く、筋肉や脂肪組織で低い値を示したが、これは20日前後において逆転し、最終的に高いT残留がみられたのは脂肪組織、脳、筋肉であった。全体的には、取り込みが高い組織ほど排泄は早く、取り込みが低い組織ほど排泄は遅いという傾向がみられた。

次に、この結合性Tが組織中全Tの中で占める割合を経時的に調べると、1日目には1~5%程度であるが、40日後には60~80%となり、HTO投与後後期の体内Tは大半が結合性として存在していることが判明した。また、結合性Tからの全被曝線量に対する寄与率を求めると、脂肪組織を除けばすべて10%以内であり線量的にはそれほど大きな値は示さなかった。

T体内挙動の年令依存性に関しては、次のような結果を得た。尿中排泄から推定したTの生物学的半減期は幼若な動物ほど短く、年令の増加と共に長くなる、但し哺乳児では例外的に離乳児より若干長い生物学的半減期を示した。また各臓器ともに組織水分中T濃度に比べて組織結合性Tの相対的濃度が幼若ラットほどすみやかに高くなることがわかった。なお、組織中水分含有量は幼若なものほど大きい傾向にあるが、睾丸では成熟ラットのそれが幼若ラットのそれより僅かに低い値を示した。

〔研究発表〕

- (1) 武田, 新井, 榎田: 日本薬学会第96年会, 名古屋 (1976.4)
- (2) 武田, 新井, 榎田: 日本放射線影響学会第19回大会 広島 (1976.10)
- (3) 稲葉, 西村, 武田, 榎田, 市川: 日本放射線影響学会第19回大会, 広島 (1976.10)
- (4) 稲葉, 西村, 武田, 榎田, 市川: 日本保健物理学会第12回大会, 東京 (1977.2)
- (5) 新井, 武田, 榎田: 日本放射線影響学会19回大会, 広島 (1976.10)

2) 生物卵におけるトリチウムの摂取, 代謝に関する研究

一政祐輔 (外来研究員)

〔目的〕 トリチウム水 (HTO) の生体内の挙動を、貯蔵物質あるいは生体膜の主構成成分として重要な働きをもつ脂質との関連で検討する。

〔経過〕 メダカ *Oryzias latipes* の受精卵は産卵後 25°C の恒温室内で飼育した。トリチウム水 (HTO) の卵内挙動をみるために、HTOでの飼育を6日間続けて行う場合と、始めの3日間をHTOで飼育し、後の3日間を淡水で飼育する場合と、さらに始めの3日間を淡水で飼育して後の3日間をHTOで飼育した場合を比較して調べた。なお、HTOの放射能濃度は 1mCi/ml のものを使用した。

卵からの脂質の抽出は Bligh and Dyer (1959) の方法に準じて行った。脂質の分画には薄層クロマトグラフィーを用いた。各脂質成分の分解は2規定・水酸化ナトリウム溶液中、封管下で 100°C 、2時間行ったのち、まづ不ケン化物を石油エーテルで抽出し、次に中和して脂肪酸を抽出した。薄層クロマト上の放射能はプレートからかきとり、液体シンチレーション法で測定した。

〔成果〕 1) 産卵直後のメダカ卵を HTO を含む水中 (1mCi/ml) で飼育すると、脂質分画へのトリチウム (T) の取り込みは孵化に至るまでほぼ直線的に増加し、6日後には 186dpm/egg に達する。これは上野 (1974) が報告した核酸への取り込み量のほぼ $\frac{1}{2}$ である。卵の水分含量を70%とし、卵水分中の HTO を外液中と等しいと仮定して (実際には1~3日目の間は4.2%, 6日目では34%) 脂質への取り込み率を計算すると0.0086%である。

2) 脂質の各成分への HTO からのTの取り込みを調べると、リン脂質、特にレシチンへの取り込みが最大であり、全脂質への取り込み量の約40%に達する (レシチン含量は全脂質の約14%)。レシチンに取り込まれたTの87%はグリセロールとコリン画分に、10%が脂肪酸に分

布する。なおレシチンにおける H/T は 1×10^{-6} であり、上野 (1974) のデータから計算するとシトシンでは 2×10^{-5} である。

3) 産卵 3 日目に卵を HTO から普通の水 (淡水) に移しても脂質中の T 活性の低下は極めて遅く、3 日後に約 10% 減少するにすぎない。

〔研究発表〕

(1) 一政, 秋田: 日本放射線影響学会第 19 回大会
広島 (1976.10)

3) トリチウム水の魚卵発生に及ぼす影響
環境衛生研究部 (市川竜資, 須山一兵)

〔目的及び経過〕 これまで、トリチウム水中での淡水産魚卵および海産魚卵の発生実験を行い、形態的变化の検出に重点を置いて検討した。今年度から、トリチウムによる生理的变化の検知を目的とし、発生中の魚卵の水中からの物質吸収度を ^3H の濃度別に比較する試みを開始した。

〔内容及び成果〕 今年度は、予備実験として、カルシウムのメダカ卵への取り込みを ^{45}Ca をトレーサーとして測定した。産卵当日のメダカ卵を ^{45}Ca を 10^{-2} および $1 \mu\text{Ci/l}$ の濃度で含む水中で飼育し、1, 2, 3, 5, 7, 9 日目にサンプリングし、赤外線ランプ下で乾燥後、GM カウンタでその放射能を測定した。9 日目に検出された放射能の 40~60% が 24 時間で観察され、その後の増加は緩慢であった。短時間内での取り込みをみるために、飼育開始後 5, 10, 30 および 60 分後にサンプリングし、直ちに測定を行い、急速かつ直線的な放射能計測値の増加を観察した。24 時間後に検出される放射能計測値の約 50% が 1 時間で観測されたが、これは急速な表面吸着が起るためと考えられる。しかし、9 日目に未孵化の卵を洗浄後、清浄水に移し、その後 24 時間で孵化した稚魚から 9 日目の卵と同程度の放射能が計測されたことは単に吸着だけでなく、卵膜を通しての吸収が進行していることを示唆しているものと考えられる。

Ⅱ 低レベル放射線の人体に対する危険度の推定に関する研究

概 況

1) 晩発障害の研究グループの研究状況は、以下のごとくである。48 年度より開始された S P F および C V 動物を用いた放射線照射後の死因分析のパイロット実験は完了した。その結果、腫瘍発生率は必ずしも放射線量に依存しないということ、発生する腫瘍 (とくにリンパ細胞組織系の腫瘍) の種類に一定の変動が起こること、骨

髄性白血病などにとくに明瞭に発生時期の線量依存的促進のあることなど著しい所見がみいだされた。C V 動物との比較では、腫瘍発生率に顕著な差がみられるが、死因競合、腸内菌叢の相異などがその原因と思われる。概括的にいって、S P F 動物の使用の意義が確認されたい。他方、実験動物系の生理学的ならびに病理学的特性の研究は C 57 B L について着々進行し、新たな S P F 動物の開発・生産も動植課の積局的な協力によって進められている。

放射線発癌における白血病ビールの関与については繰返し報告を重ね、第 16 回国際血液学会においても発表された。従来の C 3 H マウス系と別に、R F 系マウスで高率の骨髄性白血病の誘発を確認した。この実験でもビールの関与を示唆するデータがえられている。

発癌における免疫機能の寄与をはかるため、免疫機能に対する放射線の晩発効果が数種のマウス系を用いて研究され、多くの免疫反応について殆どみるべき晩発効果はないと結論された。しかし、同種抗原に対する混合リンパ球反応によると、かなり明瞭な機能低下が証明されたので、C 3 H, C 57 B L 系を用いてさらに詳細な実験に着手した。

他方、放射線によって起こされるラット骨髄細胞の動態の細胞遺伝学的研究がすすめられているが、染色体の詳細な観察から増殖性の高い異数性クローン (モノソミー) の発生することが明らかになった。今後、この種の細胞の骨髄内進展に注目するとともに、白血病発生との関係を検索することになろう。

細胞レベルでは C 3 H 系マウスの培養細胞でトランスホメーションが研究された。その検出には長期間かつ多量の細胞の培養が必要とされ、本年度は人的にも、実験材料の面でもやや困難を経験した。

本年度の特記すべき遂行の第 1 は、C 3 H 系マウスでの免疫機能の晩発効果研究を利用して各研究グループの病理学的、血液学的、細胞遺伝学的協同調査が着手されたこと、第 2 は発癌実験における動物飼料、ベッディングの重要性の観点から、飼料の毒性試験がスタートしたことである。

2) 遺伝障害研究グループは特に低レベル放射線の遺伝効果の解明に主要な努力を傾けており、前年にひき続き着実な成果をあげつつある。まず、霊長類を用いる染色体異常の研究では、末梢血の G₀ 期の照射によっても、顕著な線量率効果のあることを明らかにした。すなわち低線量率照射の場合は高線量率照射に比較して二動原体染色体異常は殆んど one ion track によって生じ、two ion track による染色体損傷の殆んどは修復される

ことが示唆されている。この結果は低レベル放射線の遺伝的リスクを推定する上で、修復との関係を知るのに基本的な重要性を持つもので、今後の研究の進展が特に期待される。

また、前年までのヒトの末梢血を用いたトリチウムの内部照射の研究から、その線量効果は線量域で折れ曲がる二相性を有することが明らかにされた。本年は γ 線の外部照射による比較研究を行い、その線量効果は二相性を示さないことがほぼ明らかとなった。この結果は二相性の線量効果がトリチウム特有のものであることが示唆されるが、一方緩照射に基づく修復の関与の可能性も残っており、今後の解明が望まれる。

霊長類の実験動物システムの研究は、遺伝学的研究の基礎をなすものであり、動物の健康・衛生管理・繁殖等の面で堅実な基礎データ・検査結果を集積しつつある。特に本年は浄化槽も完成し、国際的にもデータが要望されている、霊長類の生殖細胞を用いる照射実験のための衛生面よりの途を拓いたことを記しておくたい。

このほか、原子力委員会招へい外国人専門家としてアメリカ、ミシガン大学チュー博士が来所、今後遺伝的リスクの推定に必要とされる培養哺乳動物細胞の突然変異の研究に有益な助言が与えられ、また中井は、国連科学委員会（UNSCEA）遺伝障害のリスク推定の報告書作成に参加した。なお、上記二題の研究内容は国連報告の中にも引用され、遺伝的リスク推定に役立っている。

3) 内部被曝障害の研究グループは前年に引き続き、ビーグル犬の繁殖学および生理学的データを蓄積し、サルの衛生学および栄養管理の確立を行った。

比較動物学的研究としては骨の代謝について応汎な実験、観察を行い、他種動物との比較による年令対応の問題に関して成果を挙げた。

他方、内部被曝実験準備室の新設に伴い、超ウラン元素取扱いの可能な実験研究施設の第一次概念設計が遂行された。空調、排水処理、死体処理の諸施設の必要条件にもとずいて全体計画がまとめ上げられた。ことに放射性死体処理に伴う技術的問題点が研究され、マイクロ波脱水法を含む多段階処理法が成功したことを特記する。上記の諸成果は実験動物学会、保健物理学会等に報告された。なお、松岡室長は“肺のマクロファージと上皮細胞”に関する Hanford Symposium に参加した。

本研究グループは「実験動物からヒトへの外挿のための資料集」を昭和48年度より調査し、刊行し続けてきたが、来年度初に完結する見込みである。これは、環境毒性学における比較生理学的手法による外挿法の確立に大きな役割を果たすであろうと期待される。

(班長 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

—C₅₇BL-SPF マウスにおける放射線誘発発癌について—

生理病理研究部（春日 孟、野田 攸子、古瀬 健）

従来、C₅₇BL/6系 マウスは自然発生腫瘍の発生率の最も低い系統の一つとされ、発癌実験に用いられている。昭和47年来、当研究所において SPF 化され、生産、供給されている Specific Pathogen Free (SPF) のマウスは Conventional マウスに比して長期間生存し、かつ、CVマウスのLD50/30が610Rに対して、SPFマウスのそれは848Rである。このようにCVマウスに比して高線量照射に耐えるSPFマウスを用いて、腫瘍発生率に及ぼす放射線(γ 線)の効果を投与線量との相関性において、昭和48年より研究をすすめて来たが、その大要が把握出来る迄に進展したので報告する。

〔実験材料および方法〕 放医研動植物管理課によってSPE化され、生産されたC₅₇BL-SPFマウス、12週令、雄を用いた。照射はSPF棟内に設置されたCs¹³⁷- γ 線が用いられた。マウスはプラスチック照射ケージに入れられて、回転照射台上において照射された。照射は、一回照射方式で100~800Rまで100R間隔で段階的に異なる線量で照射が行われた。照射後、マウスは5匹宛アルミニウムケージで飼育された。チョップは滅菌杉材が用いられ、飼料には滅菌された船橋繁殖用固型飼料が用いられた。実験マウスは死亡まで観察され、死亡例は全て剖検され、組織学的に検索された。

〔実験結果および考按〕

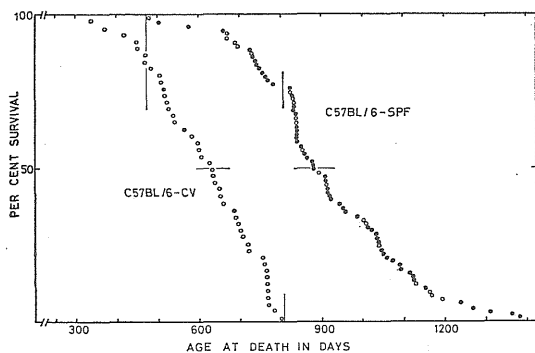
1) SPFマウスにおける自然発生腫瘍発生率

C₅₇BL-SPFマウスの50%生存月数は29ヶ月であり、C₅₇BL-CVマウスのそれは21ヶ月であった。CVマウスにおける自然発生腫瘍は6.7%であるのに対して、SPFマウスは79.8%であった(第1表)。この腫瘍発生率の差が環境差による生存期間の長短によるものか否かは、今後なお検討の余地が残されているが、第1図に示される如く、生後480日~803日の期間に腫瘍をもって死亡したCVマウスとSPFマウスのそれぞれにおける腫瘍発生率を統計的に検討したところ、P<0.001において有意な差がみられた。この点より一応、SPFマウスにみられた高率な腫瘍発生率は、単に生存期間の延長によるもの

ではなく、SPFマウスであることが誘因となっていると考えることが出来る。即ち、常在菌等、それらの相乗、或いは拮抗作用の発癌率に及ぼす効果を考える必要がある。

第1表 Histology and incidence of tumor of C57BL/6 male mice. (NIRS, 1977)

	SPF-mice (%)	Conventional mice (%)
No. of mice	79	45
No. of mice with tumor	55 (69.6)	3 (6.7)
Total no. of tumors	63 (79.8)	3 (6.7)
50% survival(mos.)	29	21
HISTOLOGY: Reticulum cell sarcoma	40 (50.6)	—
Lymphoma	—	1 (2.2)
Thymoma	—	—
Myeloid leukemia	1 (1.3)	1 (2.2)
Plasmocytoma	1 (1.3)	—
Liver tumor	11 (13.9)	—
Lung tumor	6 (7.6)	1 (2.2)
Bone tumor	2 (2.5)	—
Spleen tumor	2 (2.5)	—



第1図

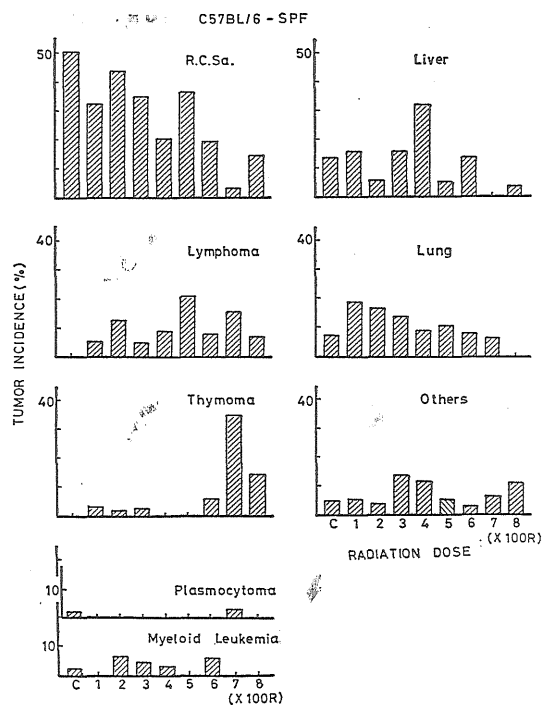
2) 放射線照射線量と各型腫瘍の発生率との関係

第2図に示されている如く、細網細胞肉腫は線量に依存して減少し、リンパ腫は500R照射群にpeakがあり、胸腺性リンパ腫では700Rにpeakがあった。肝腫瘍では400Rに、肺腫瘍では200Rにそれぞれpeakがあるようであった。その他の腫瘍とは骨、皮膚、筋肉、腎、副腎等の腫瘍から成るものである。

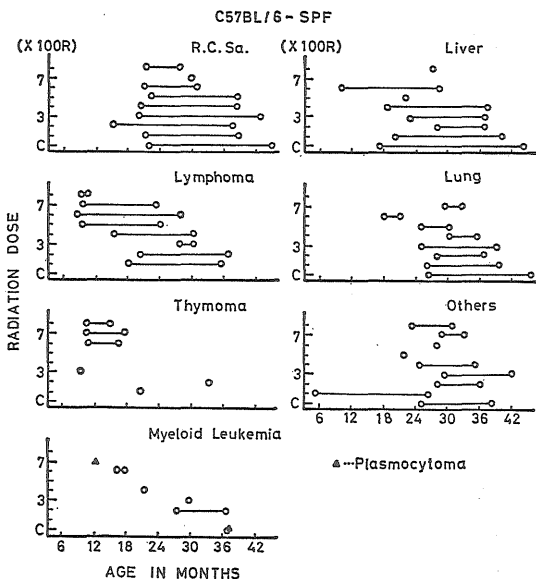
3) 照射線量と各型腫瘍によるマウス死亡時期との関係

第3図に示されている如く、細網肉腫と肺腫瘍は線量に依存して各線量群における最終発生時期のみが早まる。白血病、リンパ腫と肝腫瘍は、線量に依存して各群毎に早くなる。胸腺性リンパ腫は高線量域に高率に発生

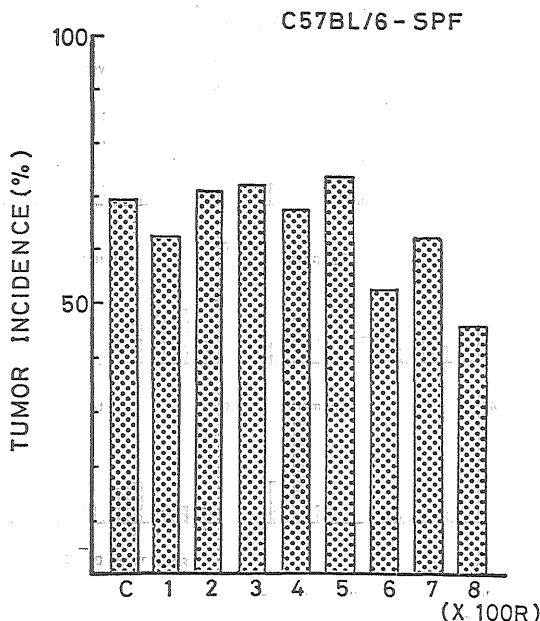
し、発生時期は9~18ヶ月で最も早期であった。



第2図



第3図



第4図

4) 照射線量と全腫瘍発生率との関係

第4図に示す如く、700R照射群までのそれぞれの被照射群における全腫瘍発生頻度には統計的有意差はみられなかった。800R照射群の発生頻度のみ対照群のそれに対して $p < 0.005$ ($\chi^2 = 9.066$) において有意差がみられた。

以上の結果より、放射線は放射線誘発腫瘍、特にリンパ細網系腫瘍型の発生 pattern および腫瘍発現時期を明瞭に変化せしめる。しかし、全腫瘍の発生率でみると、800R 1回照射群においてのみ、腫瘍の発生率が抑制されている。このことは、この線量は腫瘍発生を promote する働きよりも、killing effect としての作用が優位にあるような結果を示していると考えられる。

2. 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，川瀬淑子，大谷正子）

〔目 的〕 白血病発症は、本質的には、血液幹細胞の異常増殖分化に基因すると考えられる。

放射線誘発白血病の発症機序は、幹細胞の異常分化、増殖が開始される機構と、癌化（白血病細胞化）した幹細胞の増殖機構の2段階にわけて考えられる。この際、第一段階では幹細胞が、放射線照射による障害及びその回復過程において、外因性及び内因性の白血病ウイルスに対して感受性が増大する機序の可能性が考えられ、第

二段階では白血病細胞が、照射個体では増殖しやすくなる機構の存在が想定される。以上の点を、実験的に線量効果との関連を考慮しつつ幹細胞動態検索法を用いて、明らかにしてゆくことを目的とする。

〔研究経過〕 現在までの研究内容を順をおって述べると、下記の通りである。

1) 実験動物（C3H/He系マウス）を用いて、骨髓、脾臓、血液中の幹細胞定量的測定法の確立（脾コロニー形成法）

2) 骨髓、脾臓、血液中の幹細胞のX線1回照射（10R→300R）後の障害及び回復過程の検討

3) RNA型白血病ウイルスである Friend 白血病ウイルスにより、腫瘍細胞化した幹細胞の定量的測定法の確立（BC₃F系マウス脾臓腫瘍細胞コロニー法）

4) X線照射後、経時的にウイルスを接種し、一定時間後に採取した脾臓細胞中の腫瘍化した細胞の量を、測定することにより、照射後の幹細胞のウイルスに対する感受性の変化を検討した。併せて、線量の変化による効果の差も求めた。

5) X線照射後、経時的に採取した骨髓細胞を *in vitro* で、ウイルスと孵置した後の腫瘍細胞の量を測定することにより、照射後の幹細胞のウイルスに対する感受性の変化を検討した。併せて、線量効果も検討した。

6) 放射線誘発骨髓性白血病好発系である RF 系マウスを用いて、生後2ヶ月の時点で、X線300R 1回全身照射を行い、経時的に白血病発症を検討した。

7) 上記の実験系に於て、RF系マウスに発症した骨髓性白血病細胞を、C3H/He系マウスに移植して発症経過を検討した。

〔実験成果〕

1) X線1回照射（10R→300R）後の骨髓、脾臓、血液中の幹細胞量は、照射線量に比例して減少するが、その後、活発な再生増殖を行って、2～3週間後には、照射前値にまで回復する。この際、骨髓から血液を介して、脾臓への幹細胞の移動（immigration）がおこる。

2) 照射後の上記の活発な幹細胞の再生増殖及び動員の時期に一致して、Friend 白血病ウイルスに対する幹細胞の感受性は増大する。

3) 幹細胞のこのような照射後の細胞再生増殖期における白血病ウイルスの感受性の増大効果は、照射後、2週間目の時点で最も明確にみられ、25R 以上において線量と直線的な増大効果が認められた。

4) RF系マウスにおける骨髓性白血病の照射後の発症頻度は、照射後、4ヶ月までは0%、5ヶ月13.0%、6ヶ月26.1%、7ヶ月29.4%、8ヶ月より12ヶ月36.4%、

13ヶ月57.1%であり、対照非照射群は0%であった。なお、白血病発症は病理解剖、血液学的検査で確認の後、正常RF系マウスに移植することにより、donor型細胞による（染色体分析の結果）移植骨髄性白血病の成立を確認し得た。

5) RF系マウスの放射線誘発骨髄白血病マウスの脾細胞を、C3H/He系マウスに移植することにより、骨髄性白血病の発症をみた。染色体分析の結果は、この際は、C3H/He系細胞由来の白血病細胞であることが確認されたので、この結果は、放射線誘発白血病ウイルスによる伝達と考えられた。

〔研究発表〕

- (1) 平嶋、熊取：第38回日本血液学会総会、東京(1976.4)
- (2) Hirashima, K. Kumatori, T: 16th Int. Congress. Hematology, Kyoto (1976.9)

3. 造血の場とウイルス性白血病の発生との関係

生理病理研究部（吉田和子、清水志津子、清水まゆみ、関正利）

〔目的〕造血の“場”を構成する細網内皮系細胞の機能異常は、白血病発症と密接に関係すると思われる。単純な“場”の機能の解析方法として開発した *in vitro* CA膜法を用いて、ウイルス性白血病発生に細胞内皮系細胞が及ぼす影響を検索することが本研究の目的である。

〔経過〕これまでの研究により 1)マウスの腹腔内で形成させた細胞層が、*in vitro* でマウスの顆粒球系コロニー形成に必要な不可欠であるところのCSFを産生すること。

2) この細胞層(M-F層)を4,000R照射することにより、顆粒球系コロニーの定量的解析方法として有用であること。

3) 培養液中にエリトロポエチンを加えることにより、赤芽球系コロニーの形成も可能であることが、即ち明らかになった。今回はフレンド白血病ウイルス(FV)に感染させたM-F層を用いて培養を行った場合のコロニー形成に対する影響の検討を行った。また *in vivo* で感染した造血幹細胞の性質についても検討を加えた。

〔方法および結果〕1) C3HマウスにFVを注入し、24時間後に、CA膜を腹腔内へ挿入する。挿入後6~7日後に取り出し、CA膜上に形成させたM-F層を 1)未処置、2)4000R照射、3)未処置で7日間培養、4)4000R照射し、7日間培養の4群とし、これらをC3Hマウスの腹腔内へ再び挿入し、約4週間後にと殺し、FVによる白血病発症の有無を、脾重量及び光顕所見によって判

定した。全群とも、正常マウスの脾重量より、有意な増加が認められた。光顕的にも定型的なフレンド白血病の像を示した。したがって、これらの条件下では、CA膜上のM-F層は、FVを産生し続けていることが明らかになった。このように、FVを産生している人工の造血の場で、正常BM cellをエリトロポエチンを加えることなしに3日間培養を行った。正常のM-F層を用いた場合は、培養液中にエリトロポエチンを加えなければ、赤芽球系コロニーは出現しないのに対して、FV-MF層では、エリトロポエチンを加えることなしに赤芽球系のコロニーの形成が認められた。このことより、FVに感染した人工の造血の場で産生されるFVによって、*in vitro* で造血幹細胞のある段階のものが腫瘍化する可能性が考えられる。

2) FVを注入7日後のC3Hマウスの骨髄細胞を、プラスチックシャーレで接着性分画と非接着性分画に分け、Till-McCullochの方法でCFU-S、軟寒天培養法によりCFU-C、腫瘍化した幹細胞の解析方法としてのThomsonのTCFU法を用いて検索を行った。正常の造血幹細胞は非接着性分画に存在することは明らかであるが、FVに感染した造血幹細胞でもCFU-SとCFU-Cは、接着性分画に存在している。それに対して、腫瘍コロニー形成細胞(TCFU)は接着性分画に30%も存在する。(第2表)接着性分画には、リンパ球とマクロファ

第2表 骨髄細胞のAdhesive及びNon-adhesive分画中におけるCFU-S、CFU-C及びTCFUの比較

	CFU-S		CFU C		TCFU	
	Ad.	Non-Ad	Ad.	Non-Ad	Ad.	Non-Ad
対 照 (健常マウス)	3.6%	96.4%	3.3%	96.7%	—	—
F V 感 染 マ ウ ス	0.5%	99.5%	8.7%	91.3%	30%	70%

ージュが多いと考えられる。そこで、FV-MF層をプロナーゼで処理し、落ちてくる細胞を集めて、CFU-SとTCFUについて検索した。正常なマウスで形成したM-F層からの細胞では、CFU-Sは証明されないのに対して、FV-MF層からの細胞では、CFU-Sは10⁶個の細胞あたり、11~18、TCFUは7~9出現した。すなわち、FVに感染した動物の腹腔細胞のなかには、TCFUが含まれていることは明らかである。

M-F層の細胞が1,000R照射したC3Hマウスの脾にコロニーを生ずることについては、FV-MF層中の細胞の中に、造血幹細胞が存在するのか、あるいはFV感染が、損傷を受けたhostの造血細胞を回復させるため、内因性コロニー形成を活性化したか、いずれかの可能性

が考えられる。これらの点については、今後検討を加える予定である。

〔結 論〕

1) FV-MF 層は、4,000 R 照射直後ではもちろん、照射及び未照射で7日間培養した後でも、ウイルスを産生し続ける。

2) FV-MF 層を用いて、正常骨髓細胞をエリトロポエチンを加えずに培養すると、赤芽球系コロニーが出現する。これは赤芽球系幹細胞がFVウイルスの感染により腫瘍性性格を獲得したことを意味する。

3) FV-MF層 からプロナーゼ処理で落ちてくる細胞のなかに、CFU-S、TCFU の存在が認められた。

これらの結果より、フレンド白血病発症に細網内皮系細胞が、ウイルスの伝達に関与する可能性が考えられる。

〔研究発表〕

関、吉田：第66回、日本病理学会、岡山(1977.4)

4. 免疫機能に及ぼす放射線の晩発効果に関する基礎的研究

生理病理研究部(佐渡敏彦、小林森

黒川ひろみ、神作仁子)

過去数年来、主として普通飼育環境のもとに維持されたBC3F₁/Cum♂あるいはB6C3F₁/Nrs♂マウスを用いて、約10週令で150R～450RのX線を全身照射した場合の免疫機能に及ぼす放射線の晩発効果に関する予備実験を進めてきた。その結果、(1) SRBC に対する抗体産生能、(2) 同種皮膚移植拒絶能、(3) PHA 及び LPS に対する脾細胞の反応力、(4) 脾に含まれる T₁ B リンパ球の数等を指標として見る限り、免疫機能に対する放射線の晩発効果(照射後6ヶ月～18ヶ月)は殆んど認められなかったが、(5) 混合リンパ球反応によって検出される同種抗原に対する反応力は照射後18ヶ月目において400R照射群では対照群に比して明らかに有意に低下し、200R照射群においてもかなりの低下が認められた。この結果は、放射線の晩発効果として、生体(リンパ球)が体細胞の癌化に伴って生じると考えられる新しい抗原を認識する能力を低下させる可能性を示唆することにもなり、そういう意味で、この知見の意味するところは重大であると考えられる。

そこで、今年度からは、すでに生存曲線及び免疫機能のエージングについての予備実験を終了したSPFのC3Hf及びC57BLfマウスを用いて、10週令で143R、286R、429Rあるいは572Rの¹³⁷Cs-γ線の全身照射した場合の免疫機能に及ぼす放射線の晩発効果について上と同

様の実験を開始した。この実験は向う数年間にわたって反復実施して、混合リンパ球反応を中心に幾種類かの免疫学的指標について、特に線量効果関係に重点をおき、かつ放射線誘発がん(特に白血病)の発生と関連づけ乍ら解析を進めていく予定である。これまでに得られているデータはまだ報告するに足るものではない。

なお、先にも触れたように、本研究プロジェクトに関連して、B10シリーズの類似遺伝子系統を含むいくつかの系統のマウスを用いて免疫機能のエージングについて検索を進めているが、これまでにすでに系統により免疫機能のエージングの早いものとおそいものがあることがわかっている。前者に属するものとしてはC57BLfがあり、後者に属するものにはC3Hfがある。両者の雑種であるB6C3F₁はむしろC57BL型のエージングのパターンを示す。免疫機能に及ぼす放射線の晩発効果を調べるには、なるべく非照射群における免疫機能のエージングのおそいものの方が有利であると考えられるので、現在は特にC3Hfマウスに重点をおいて解析中である。

〔研究発表〕

佐渡、小林、片岡、黒川、神作：日本放射線影響学会第19回大会、(広島大学)(1976.10)

5. 放射線による異数性クローンの生成とその特性に関する研究—放射線照射後のラットの骨髓に出現した高増殖性モノソミクローンについて—

障害臨床研究部(石原隆昭、*河野晴一、早田勇)

*研究生

放射線照射によってラットの骨髓には、いろいろなタイプの染色体異常クローンが形成されるが、それらの染色体型は大部分が均衡型で、不均衡型、特に異数性(モノソミーおよびトリソミー)を示すものは非常に少数である。しかし、このような少数の存在である異数性クローンの大半は逆に非常に高い増殖性を示すという矛盾した結果がえられている(Mutation Res. 36:121～128, 1967)。

本研究では、このような高い増殖性を示す異数性クローンに注目して、それらの形成のメカニズムを明らかにしようと努力しているが、一つの研究手段として、骨髓穿刺法を用いて1ヶ月ないし2ヶ月の間隔でラットを生かしたままで骨髓中のクローンの追跡観察を行った。追跡した7個体のラットのうち2個体において、追跡観察中にモノソミー(相同染色体対の一本が欠失した)クローンが出現し、それら一本の染色体欠失に伴って細胞増殖性が著しく増強されるという事実が認められた。

第3表は、X線700Rの全身1回照射を行った2個体

の細胞遺伝学的追跡結果である。Case I は1ヶ月間隔で骨髓を採取し、この中に含まれているクローンの推移を検討し。照射後4ヶ月目にNa14～Na18に属する1本の相同対がモノソミーで、さらにNa2染色体に異常をもつクローンGが出現し、その後も高い頻度で存続した。このクローンGと全く同一なNa2染色体の異常をもつモノソミーでないクローンFが照射後1ヶ月目からすでに少数存在していることから、クローンGはクローンFから1本の染色体が欠失したことによって生じたものと考えられる。このクローンGはクローンFからの染色体

の欠失に伴って著しいクローンの拡大をしているが、クローンFの増殖性には何らの変化も認められていない。Case IIにおいては、照射後3ヶ月目に突然Na17染色体がモノソミーで、さらにX染色体の1本における部分的欠失およびNa1とNa9両染色体の転座をもつクローンBが高い頻度で出現した。このクローンは照射後1および2ヶ月目の観察では全く認められなかったもので、Case Iの場合と同様にこのクローンBを生じたクローンAの存在が想定される。実際にはクローンAは観察されていないが、それからNa17染色体の1本が欠失したこと

第3表 放射線照射ラットの骨髓における異数性クローンの経時的推移

Months after irradiation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	14
Case I											
Clone 70088-F 42,X,Y,2q+		1/52 (1.9)	2/57 (3.5)			1/55 (1.8)	2/55 (3.6)	4/46 (8.7)			
Clone 70088-G 41,X,Y,-14~18,2q+				2/3 (66.7)	41/53 (77.4)	40/55 (72.7)	46/55 (83.6)	40/46 (87.0)	54/55 (98.2)		
Case II											
Clone 73107-A 42,X,Xq-,t(1q-;9p+)											
Clone 7-107-B 41,X,Xq-, -17,t(1q-;9p+)			41/60 (68.3)	52/60 (86.7)	44/60 (73.3)	47/60 (78.3)	40/61 (65.6)	35/60 (58.3)			
Clone 73107-C 42,X,Xq-, -17,+9p+,t(1q-;9p+)					3/60 (5.0)	1/60 (1.7)	1/61 (1.6)	1/60 (1.7)			

によってクローンBが形成され、それに伴って増殖性の著しい増加がもたらされたものと考えられる。このクローンBからは、さらに照射後7ヶ月目にクローンCが形成されている。

以上の観察結果から明らかなように、モノソミーの出現と骨髓細胞における増殖性の増加との関係が示唆される。モノソミー細胞の形成については、染色体不分離によることが考えられるのであるが、これらの出現が照射後のある時間的経過後に観察されること、さらにモノソミーでないものとのクローンが存在することから考えて、染色体不分離の生産が放射線の直接的な効果によるものでないことを示している。この2例を含めて、我々が観察したモノソミークローンはモノソミー以外になんらかの染色体変化を有していることから、染色体不分離の出現には細胞における染色体の不安定性がその一つの原因として考えられうるのではないと思われる。

モノソミーという状態は細胞の生存にとっては極めて重大な障害であって、正常な発生増殖を期待することは一般的には不可能である。ヒトの先天異常、自然流産にはいろいろな染色体異常が認められるが、常染色体のモノソミーは、このような状態においてさえも極めて稀である。しかるに放射線照射を受けたラットの骨髓細胞増

殖では、このようなモノソミー細胞が逆に高い優起性を示すという事実は、今までの生物学的常識は著しく矛盾する結果である。この機構については不明であるが、一つの可能性としては、個体発生過程とは異なって個体の造血過程においては、すべての相同染色体対は必要でなく相同染色体対の1本の欠失が致死的に働くことはなく、逆に造血の調節に関与する遺伝子の欠失により細胞増殖性を増強させることも考えられる。

〔研究発表〕

- (1) Kohno, S. and Ishihara, T.: Mutation Res., **35**, 121~128 (1976)
- (2) Kohno, S. and Ishihara, T.: Proc. Japan Acad. (in press)

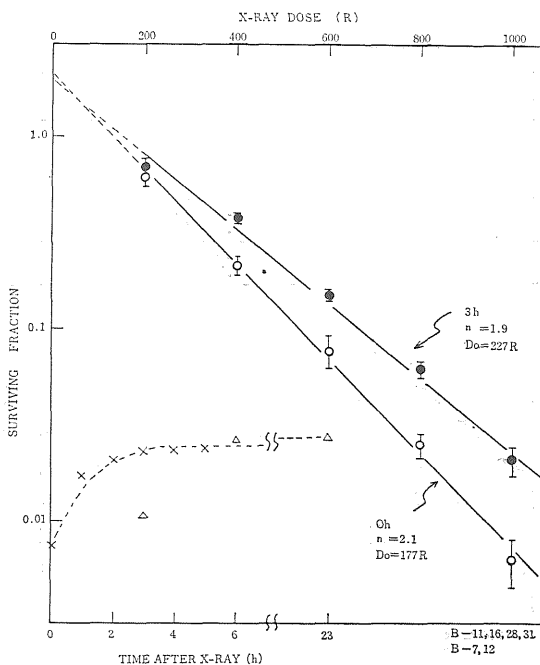
6. 放射線による哺乳類細胞のトランスホメーションの研究

生理病理研究部 (渡部郁雄, 岡田安弘, 安川美恵子, 崎山比早子, 寺島東洋三)

本年度は、C3Hマウス胎児由来の線維芽細胞系10T2/1株を用いてX線によるトランスホメーションの誘発を試みた。当研究では *in vivo* における radiation response を求めるという目的のため、一貫してプラト

一期細胞を用いた。

第5図は同株のプラト一期細胞(90mm²シャーレ当り, 5×10^4 個の細胞を11日間培養したもの)のX線に対する survival response data である。照射直後(白丸)と3時間後(黒丸)にトリプシン分散して線量効果を比較すると, 3時間後に分散した細胞において平均致死線量(D₀)で27%の感受性の低下がみられた。これはプラト一期細胞の potentially lethal damage (PLD)の回復によるものと解釈される。被照射プラト一期細胞を経時的にトリプシン分散して生残率の変化をみると, PLDの経時的回復が観察される(破線。回復率は照射直後にもっとも高く, 次第に減少して3時間で事実上0になることがわかる。



第5図

以上のデータにもとづき, トランスホメーションの実験では照射後3時間でトリプシン分散をおこなった細胞を培養し, 生残細胞の集落の中からトランスホーマントの検出を行った。それは *in vivo* で起こると期待される PLD 回復によるトランスホメーションの誘発への影響を考慮に入れるためである。8週間の培養ののち, トランスホーマントは (i) 細胞密度の高い, (ii) 塩基性色素に染着性の高い集落をつくる, (iii) 集落の辺縁では細胞の並び方が乱れ (disorientation), 相互に重なり合っている (piling-up) のがわかる, という3つの基準を満たすものとしてスコアされた。400 R の X 線照射

を受けた約30,000個の生残集落の検査の結果, $7 \sim 9 \times 10^{-4}$ の頻度で発生することがわかった。(誘発が指数関数的に起こると仮定すると, その倍加線量は 50~145 R と推定される)

当面の問題点は, (1) トランスホーマント検出率とシャーレに接種する細胞密度との関係 (phenomic lag), (2) トランスホメーションと培養用メジウム (血清) との関係, (3) 線量関係の形, (4) PLD 回復あるいは分割照射回復とトランスホメーションの関連, (5) トランスホーマントの生物学的諸性状と腫瘍形成力, 等である。

7. SPF マウスの加齢性変化 (Aging alteration)

に関する病理学的研究—C57BL/6JNrs マウスの剖検時主病変の日齢による推移—

動植物管理課 (山極順二, 山極三郎, 雅名悦子, 富田静男, 早尾辰雄, 沢田卓也)

C57BL/6JNrs マウスの脱毛症の発生に関する調査, および C57BL/6JNrs マウスの脱毛症 (Hormogenic Senile Alopecia) の加齢については既に報告した。(第81回日本獣医学会, 昭和50年度放医研年報)

研究対象例: 本研究所生産 (近交系) の C57BL/6J マウス。飼料: 船橋農場製繁殖用飼料 (高压蒸気滅菌)。飲水: 塩酸添加千葉県営水道水。飼育条件: S P F。剖検時日齢: A. 14~60日齢: 23例, B. 97~500日齢: 45例, C-1. 505~1049日齢: 11例, C-2. 541~1165日齢: 32例である。雌86例, 雄25例。

病理解剖学的所見概要 (各群別病変出現数: 数字はA, B, C-1, C-2の順): 1. 実質臓器の滯濁: 23—45—11—3, 2. 全身發育不全: 7—1—0—0, 3. 内水頭症: 4—1—0—0, 4. 脱毛症: 6—28—3—0, 5. 白内障: 5—0—0—2, 6. 甲状腺發育不全: 1—32—5—?, 7. 生殖器發育不全: 1—24—4—?, 8. 水腎症: 1—0—0—0, 9. 胃潰瘍: 1—0—0—?, 10. 脂肪過多症: 0—13—0—0, 11. 子宮水腫: 0—0—1—0, 12. 心疾患: 0—0—2—18, 13. 肺の鬱血水腫: 0—0—2—20, 14. 脳膜出血: 0—0—1—0, 15. 肝硬変: 0—0—3—9, 16. 腎硬化症: 0—0—0—3, 17. 尿管溜: 0—0—1—0, 18. 腹水症: 0—0—2—?, 19. 骨軟化症: 0—0—0—1, 20. 膀胱結石: 0—0—0—2, 21. 消化管弛緩: 0—0—0—6, 22. 胸腺リンパ腫: 0—0—1—0, 23. リンパ肉腫症: 0—0—2—12, 24. 肺腫瘍: 0—0—0—1。

以上の事実から, 1. C57BL/6JNrs マウスは Hypoplasia (geueal~focal) 易発系とされる可能性が強い。2. Hypoplasia の病変解釈においては剖検時日齢, 全身鏡的見地から先天性 (胎内性) と出生後の変性性変化を

区別する必要が生ずる。3.剖検 C-1 および2群に観察された Lymphosarcomatosis 14例の存在は本系統を用いた長期実験の際には重視せねばならぬ所見である。

(2) 放射線による遺伝障害の危険度推定に関する研究

1. 霊長類における放射線による染色体異常の線量効果

遺伝研究部 (高橋永一, 平井百樹, 戸張巖夫, 中井斌)

ヒトにおける放射線の遺伝障害を知る上で, 染色体異常の出現頻度を指標として実験動物の放射線感受性, 修復能を調査, 比較し正確なパラメータを得ることは極めて重要である。前年度は, 染色体腕数の異なる霊長類3種 (スローロリス, リスザル, カニクイザル) の末梢リンパ球において, γ 線急照射 (総線量100~400 rad) により生じた交換型染色体異常の出現頻度を指標とした線量効果関係を比較したところ, 3種間に有意差はみられず, しかもヒトのリンパ球で得られた線量効果関係と近似することがわかった。本年度は, γ 線誘発染色体異常の修復効果に関するヒトを含む霊長類の間の種差を明らかにする目的で, 染色体異常誘発の線量率効果の研究を行った。

カニクイザル (*M. fascicularis*) の G_0 期の末梢リンパ球に γ 線の急照射 (49.6rad/min.) および緩照射 (17.1/rad/hr.) を行い, 48時間の培養後 dicentrics の出現頻度を調べた。その結果, 総線量が 50, 100, 200 および 400rad における急および緩照射での出現頻度はそれぞれ 1.7, 6.7, 23.5, 80.1% および 1.5, 3.7, 10.6, 21.1%であり, 明らかに線量率効果が見られた。この結果にもとづいて quadratic model ($Y=\alpha D+\beta D^2$) に当てはめて, α および β を求め, 得られた線量効果関係は急照射: $Y = (2.03 \pm 0.26) \times 10^{-4} D + (4.50 \pm 0.07) \times 10^{-6} D^2$

緩照射: $Y = (4.32 \pm 0.82) \times 10^{-4} D + (0.25 \pm 0.23) \times 10^{-6} D^2$

であった (第6図)。緩照射において β がほぼ0に等しいことから, 緩照射ではほとんど one ion track によって dicentrics が生成され, two ion tracks による染色体損傷は大部分修復されることが示唆される。

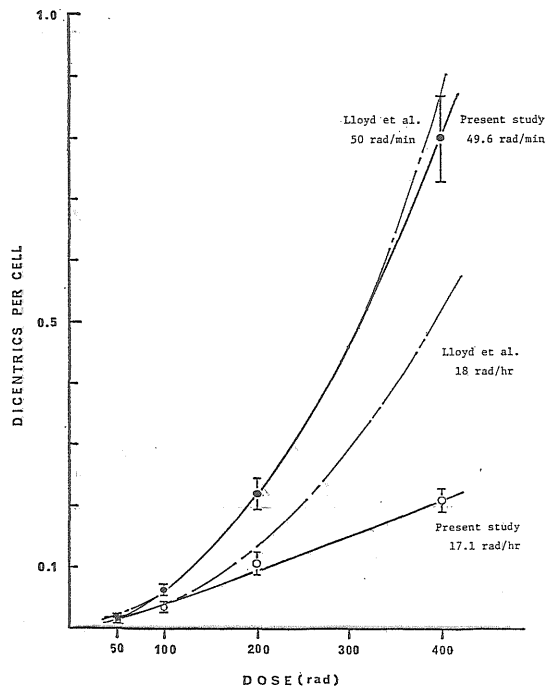
また, Lloyd ら (1975) のヒトでの実験結果から得られた急および緩照射の線量効果関係

急照射: $Y = (1.57 \pm 0.29) \times 10^{-4} D + (5.02 \pm 0.20) \times 10^{-6} D^2$

緩照射: $Y = (1.76 \pm 0.76) \times 10^{-4} D + (2.91 \pm 0.47) \times$

$10^{-6} D^2$

と比較してみると, 急照射ではカニクイザルとヒトとの間で統計的有意差は無く極めて近似した値を示したが, 緩照射においてはヒトよりカニクイザルの方が明らかに G_0 期における染色体異常の誘発頻度が低い。このこと



第6図

はカニクイザルとヒトの間に染色体異常生成の修復能に差のあることを示唆するものであるが, 今後この点について詳細な検討を加える予定である。また 100rad 以下の低線量域での誘発頻度についても詳細な研究を行う。

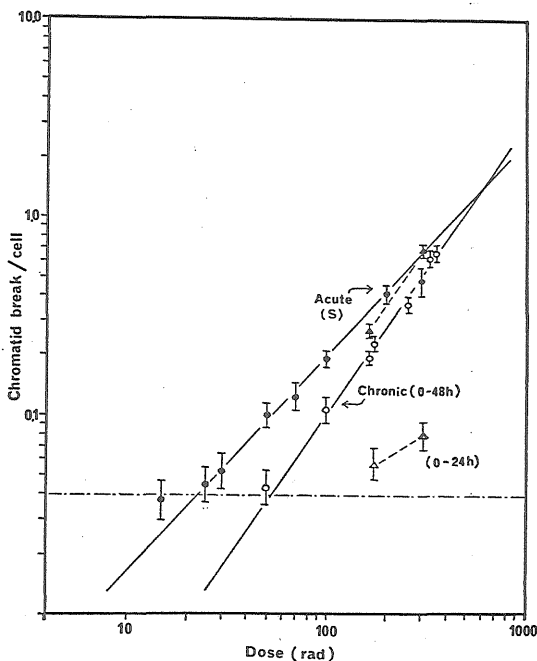
〔研究発表〕

- (1) 高橋, 平井, 戸張, 中井: 日本遺伝学会 第48回大会, 大阪 (1976.10)
- (2) M. Hirai, and S. Nakai: Mutation Res. (in press)

2. 低線量放射線による染色体異常の線量効果の研究 遺伝研究部 (堀雅明, 森谷純子, 中井斌)

トリチウム (3H) の内部被曝による遺伝的危険度を明らかにする目的で, ヒトの培養リンパ球に誘発される染色体異常についての定量的研究を行っている。前年度までの研究成果によって, トリチウム水は主として染色分体型の異常を誘発し, その濃度効果が二相性を有することを明らかにした。特に低濃度の領域において, 誘発効果が約 1 ヒットに相当する, ゆるい勾配を示すこと

は、一般的に低レベルの放射線の遺伝的危険度と遺伝効果の機構を考察する上で重要な問題を提起する。今年度は、この現象が ^3H の内部照射に特有の現象であるか否かを検討する目的で、 r 線による外部照射（急及び緩照射）の効果について研究を行った。（第7図）



第7図

(1) 急照射； G_1 期の照射では染色体型の異常が誘発されその頻度は、 $Y = 1.38D + 5.81D^2$ にしたがって増加し、染色分体型の異常は対照区と変わらない。S期の照射（S期75%， G_2 期25%）では染色分体型の異常は増加しない。

(2) 緩照射；全細胞周期を通じての48時間連続照射では、染色体型、染色分体型の双方の異常が誘発され、染色分体型の異常は25R以上で線量にしたがって増加する。

以上の結果は、 r 線の外部照射の急及び緩照射のいずれによっても、15R以上の線量範囲においてはトリチウムの内部照射にみられた染色分体切断頻度の二相性は認められなかった。このことはトリチウムの実験で示された二相性が、トリチウム特有の遺伝損傷に基づく現象であることを一面示唆するが、なおS期緩照射の修復に基づく可能性も残されており、この両者の可能性について今後十分の検討を加えたい。

〔研究発表〕

(1) 堀，中井日本放射線影響学会第19回大会，広島

1976.10月

(2) T. Hori and S. Nakai: Mutation Res. (in press)

3. 霊長類の実験システムの開発に関する研究

遺伝研究部（岡本正則，武田幸子，中井斌）

障害基礎研究部（福田 俊）

放射線の人に対する遺伝障害の研究はマウスを中心とした実験動物の研究がその基盤をなしてきたが、人への外挿という点においては人と最も近縁の動物である霊長類を用いた実験を進めることが急務であると考えられる。本研究は、霊長類を用いて放射線誘発の染色体異常の線量効果の研究を行うための基礎的研究，特に実験動物学的な見地から霊長類の実験動物化を行うことを目的としている。

〔飼育状況〕 総飼育頭数は現在19頭（第4表参照）で、51年度は繁殖計画により、3頭の仔ザルが増加した。飼育管理面では従来の当動物室内の1ケージ1頭の飼育法

第4表 Species and Numbers of Primates in NIRS
April 10, 1977

Species	Adult		Infant, Young		Total
	male	female	adult male	female	
Macaca fascicularis	5	4	2	4	15
Macaca mulatta	0	1	0	0	1
Hybrid (<i>M. fascicularis</i> × <i>M. mulatta</i>)	0	0	1	2	3
Total	5	5	3	6	19

では異常，または神経質な行動を示す個体が観察され，日常の管理および実験の際の保定に困難を要する。この個体を改良する目的で仔ザルのグループ飼育の試みを開始した結果，行動上の改良が認められた。この結果は多頭飼育のためには省力化の点からも考え飼育形態の改良の必要があることが示され，将来の多頭化への基礎資料となった。

〔衛生管理および実験動物化〕 健康管理面では日常の観察（外部徴候検査，栄養状態，糞便性状）および年2回の定期健康診断において実施している糞便中の細菌，寄生虫卵検査そしてツベルクリン検査の各検査から全頭において健康であることが確認された。このことは現施設の飼育ザルが微生物学的な統御が行われていることを示した。さらに本年度から，自動血球計数器を用いた検査が開始され，血液諸性状（各頭の平均値を第5表に示す）を測定した。この結果，各頭とも正常値を示し，今後とも健康管理上の目安としていく予定である。一方，

実験動物化を行うための各飼育機器の検討を行い、より純度の高い動物生産系の確立を試みた。そして、本年度は長期微量照射を行うための実験棟の設計が完了し、工事のための準備を進めつつある。また、この実験棟に

第5表 Hematological test data

RBC ($\times 10^4/\text{mm}^3$)	644.3 $\pm$ 88.4
WBC ($\times 10^2/\text{mm}^3$)	75.2 $\pm$ 32.8
Hemoglobin (g/dl)	12.6 $\pm$ 1.4
Hematocrit (%)	40.8 $\pm$ 5.1
Serum total protein (g/dl)	11.3 $\pm$ 0.8

付属するサル生活污水处理のための浄化槽が完成した。浄化槽の機能はサル飼育のため従来の活性汚泥法、凝集沈澱法に加え、紫外線放射滅菌装置を組み込んだ新しい処理プラントである。

(3) 内部被曝の障害評価に関する研究

本研究は、内部被曝の障害評価を、動物実験で得られた線量効果関係をヒトへ外挿することによって行うために、外挿のパラメーターを放射性核種の代謝、臓器線量の評価、影響などの各分野で得ることを主たる目標としており、その研究の手法としては、多種類動物の同時使用 (multi-species approach) による比較動物学的検討をめざしている。しかし本目標を達成するためには、その基礎として、必要な施設の建設と実験動物の整備が必要であることから、前年度までこれらの準備にあたってきた。

本年度において、本研究の推進のため、障害基礎研究部に新しく内部被曝実験準備室が新設され、更に本格的な超ウラン元素取扱いの動物実験研究施設の建設をめざす第1次概念設計費がみとめられ、本研究の準備は軌道に乗って進められた。

1. 内部被曝実験研究用の中型動物の整備

障害基礎研究部 (松岡理, 福田俊, 小林宏子)

(a) ビーグルコロニー

1972年以内 27 出産を重ね、遺伝的統御下で約100頭の集団となった。この数は現在の施設の収容限度である。この状況下で飼育管理の経験が積み重ねられ、将来の実験棟に設置予定の3つの異なるタイプの飼育装置の実地テストが行われている。今年度から生産ビーグルのうち、全身凍結切片作製、骨の成長、化骨の研究、死体処理プラント設計の予備実験、環境衛生研究部への協力・供給等に約30頭が使用された。前年度に引きつづき繁殖

学的基礎資料が集積され、また臨床検査として血液検査 (赤血球, 白血球, 血色素量等の正常値, 妊娠時の値, 仔犬の臍帯血) のデータの検討から放医研ビーグル・コロニーの実験動物的性格が把握され、今後検討すべき課題が得られた。

現在のビーグルの毛色は、一般色 (黒, 白, 茶) と赤毛色-red (白, 茶) の2群に分けられ、赤毛色の発生しない系統の固定の検討がなされている。現在保有のビーグル犬の年齢分布は0~5才で、1~2才のものは、雌雄ともに将来の実験群を養成するに十分な数が確保された。今後、年齢別分布を実験群を編成するのに最も適当な構成に保つことを目指す。

(b) サルコロニー

サルコロニーは、内部被曝研究用のものと、遺伝的影響研究用のものが、内部被曝実験準備室と遺伝研究部との共同管理で維持されている。前年度に引きつづきケージ内自家繁殖に努力し、現在19頭を飼育し、各種実験のため使用されている。前年度からの努力により、衛生管理も確立し、定期検査等によりかなりクリーンな状態に保たれている。今年度は更に検査項目に血液検査を加え、新鮮果実、根菜の供与の代りにビタミンCペレットの供給にかえるなどの改善がなされた。今年度からサル取扱い関係者の健康管理の強化として、バイオハザード防止の立場から、ヒトとサルの両方についてチェックするシステムが確立した。人について検査項目として、寄生虫, 赤痢菌, アメーバ, 赤痢, および血清 GOT, GPT, Alp が実施され、更に万一の感染時に備えて、抗体チェックの必要性から、対照血清として血清保存が今年度から実施された。

2. 放射性核種の代謝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〕骨親和性アイソトープ (Pu, Ra, Sr など) の骨への影響を研究する際、動物実験から得たデータを人へ外挿するためには骨の成長過程を時期的にそろえて検討することが要求される。そこで、人と各種実験動物との年齢的対応を中心とした(1)骨の成長に関する比較実験動物学的研究と、骨の代謝と remodeling を中心とした、(2)骨の代謝に関する比較実験動物学的研究、の2課題を実施した。

骨の成長に関しては、従来の報告には前年度提案した多種類動物の同時使用による比較検討 (Multi-species approach) によるものではなく、骨の完成までの全発育過程を明確に示したものは少ない。骨の発育過程を明確にすることは、幼児を含む公衆被曝の、そして骨の完成時

期はとくに職業被曝の影響を評価する上で重要である。各種動物について、同一条件で比較検討する比較実験動物学的方法は実験動物からヒトへの外挿をより正確にするために適切な方法と考えられる。そこで、本研究はこの立場から各種の実験動物の骨の成長を明確にして、骨からみた各種動物相互間の、またそれぞれの動物と人との年令的対応をつけ、人の放射線被曝の影響を評価することを目的とした。

指標として体重、骨の長さ、骨端核 (Secondary center of ossification) を選び、とくに骨端核を重視している。

一方、Pu 等は骨表面に集積する事実から骨の remodeling は被曝線量評価に重要であり、trabecular を中心とした研究が必要である。そこで無脱灰凍結切片による観察を同時に進めた。

〔材料および方法〕実験動物はマウス (C3H)、ラット (Wister)、ウサギ (日本白色種)、イヌ (ビーグル)、サル (カニクイザル) を用いた。実験材料の観察の容易さ、各種動物の共通性から四肢骨を選択した。実験方法は各種動物について同一方法をとること、動物を殺さずに測定できることからX線撮影法によった。マウスについては正確を期すため、アリザリンレッド染色法を合わせて行った。

指標は、体重、骨長、そして骨端核の発育に注目し、骨端核の発育は、大和田、Sutow が示した11段階分類法によって判定した。

〔成 果〕マウス (C3H) については、イヌ、サル、ヒトとの相異、つまり骨端核の融合がかなり遅れることが明らかにされ、また融合のみられない可能性のあることを指摘し得た。これらは他の研究者の組織学的な研究との一致をみた。文献調査の結果、現在までにマウスを使用した骨親和性アイソトープの影響実験に用いられた動物年令が、人の職業被曝の場合を (シミュレート) するには若すぎることが明らかにされ、少なくとも17週令以後に用いるべきと考えられた。

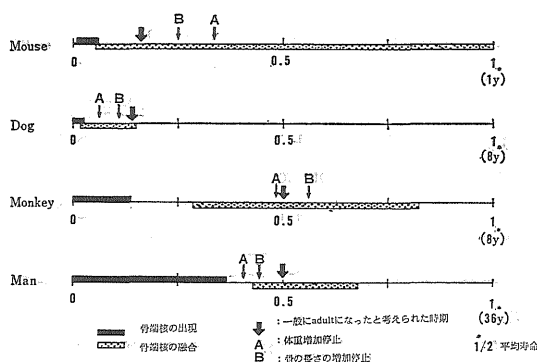
イヌについてはすべての骨に完全融合がみられるのは14ヶ月である。したがって、この年令が骨成熟の指標となるが、これは放射線影響研究でアメリカのプロジェクトが使用しているものと同一年令である。

サルについては、アメリカで多く用いられるアカゲザルに関してはいくつかの報告があるが、わが国で最も多く使用されているカニクイザルについては報告されていない。今回の実験によって初めて骨の成長について明らかにされ、とくに骨端核の発育については明確にされた。骨端核の発育過程、融合時期には雌雄差、骨による

相違のあることが明らかにされた。カニクイザルの骨の融合時期は雄で6年6ヶ月、雌で5年9ヶ月で骨完成までにかかなり長い時間が必要である。ヒトの四肢骨の完成については多くの報告があるが、それによると16才～25才であるとしている。

この実験から各動物の骨端核の発育の過程を中心に、共通点および相違点の検討がなされ、共通点として骨端核の出現に関しては上腕骨遠位端が最も早く、腓骨近位端が最も遅いことが、融合に関しては上腕骨遠位端が最も早くみられた。融合の遅れる部位は、体重等の力が加わりにくい箇所に通してみられ、これらに関連あることが推察される。

実験から得られた年令をそれぞれの動物が平均寿命と対応して検討すると、サルでヒトに近いこと、他の動物ではかなりの相違があった。(第8図) さらに離乳、発情および種々の臓器重量の変化を加えて相互的に検討し、人との対応をつけることを試みている。



第8図

引き続いて骨端軟骨線を中心とした細胞像の観察、および血中の Ca^{2+} 、 P^{2+} 、酵素類の測定を行い代謝を中心とした研究を行う予定である。

骨の無脱灰標本およびイヌ、サルを含む全身の切片から、全身骨格の Trabecular および骨皮質について超軟X線の利用で観察される可能性が予備的検討で明らかになった。動物の年令差による全身骨格の、また骨梁の形態による骨髓の機能、分布から放射線影響を推定することは重要であり、これらのための技術的確立をめざし、現在行っている四肢骨から全身骨格へと検討を進展させる予定である。同時に骨端核の発育についても、X線観察との相違を検討することにより、充実したものになると期待される。

〔研究発表〕

- (1) 福田, 富田, 松岡: 第11回実験動物研究会, 東京 (1976.8)
- (2) 福田, 長, 本庄: 第21回プリマーテス研究会, 愛知 (1977.3)
- (3) 福田, 富田, 松岡: 実験動物, 26, 2 (1977)

3. 内部被曝の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)

(a) 内部被曝研究施設第1次概念設計

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詳細設計の3段階, すなわち合計3カ年の設計期間が予定されている。本年度は, その最初である第1次概念設計を行った。第1次概念設計の内容は, この種の研究施設が成立し得るために必須の3つのプラント, すなわち, ①動物飼育施設と放射性物質取扱施設との両方の性格を満足する空調・換気プラント, ②R I 投与中型動物を使用する上で不可避の放射性し尿浄化システムを含めた排水処理プラント, ③放射性動物死体を施設内で処理するプラント, の設計をメインテーマとした。また, このプラントの設計から施設全体の設計条件がいくつか明らかになったので, これらを含めて全体計画を実施した。

(i) 概念設計の進め方

基本概念設計書および第1次概念設計仕様書を作製した。これに基づいて契約した設計担当エンジニアリング部門と緊密な連絡を保ちながら検討を進めた。また, 関連するプラントや装置等の技術を検索し, メーカーとの技術的な討議あるいは見学を行って, 設計作業に反映させた。設計担当者との打合せ回数は21回, 延べ69時間, 関連するプラント等のメーカーとの討議は30回, 延べ62時間におよんだ。また, 施設, 設備の見学も5回行った。

(ii) 排水処理プラント

放射性し尿排水は生物浄化処理ののち, 凝集沈殿法あるいはイオン交換法などの放射化学的な処理を行うこととした。処理プラントのタンク, パイプ, ポンプなどはすべて地上設置とし, 万一漏水が生じても, 排水が施設外に漏えいしないよう, 建家を二次容器構造とした。また, 排水系統を α 汚染, β - γ 汚染, 非放射性の3つの排水系統に系統分けして, 相互の関連性を持たせた。さらに, α 系統には故障・修理等の場合でも排水の排出を停止できないので, 動的機器に二重性を持たせた。排出水の総量を推定したところ $25\text{m}^3/\text{日}$ であり, 給水量をできるだけ減少させるため, 循環再使用の方式を検討し

た。排水処理設備は約 $1,000\text{m}^2$ ($24\text{m} \times 42\text{m}$) の面積を必要とするので, 別棟とした方が建設費, 保守の面で有利なことがわかった。

(iv) 空調・換気プラント

施設内各室について, 換気回数, 温湿度条件, 発生熱量を定め, 調整給排気量, 調整熱量などプラントの能力を算出した。また, 空調の条件, 部屋の用途, 運転時間, 排出ガスの性状などから, 排気の系統分けを行った。給排気浄化装置はフィルターの交換, 故障に際しても運転停止の無いよう二重性を持たせた。

空調・換気プラントには, 総調整熱量が大きいこと, つまりライニングコストが高いという問題がある。このため, 熱交換器が不可欠であるので, 熱交換の方式をさらに蓄熱プールをも検討して, 運転コストの低減を図った。熱交換を行うこと, 換気回数が多いことから, 機械室, ダクトスペースなど空調・換気プラントは, 占める面積が大きいので施設の建家設計に大きく影響を及ぼすことがわかった。

(v) 放射性動物死体処理プラント

設計に当っては, 施設内で完全処理を行うこと, 処理能力は $15\text{kg}/\text{日}$, 超ウラン元素取扱いの安全性を保障することを前提とした。処理対象はマウスからイヌまでの死体としたが, 排水の生物浄化システムから余剰汚泥の産出がさげられないので, これも含めた。死体処理の原理は多段階処理, すなわち脱水, 熱分解, 灰化を順次行い, 排ガス中の放射能を可能なかぎり低減すると同時に排ガスの浄化を容易にする方法を採用した。プラントの構成は, ①処理前保管, ②前処理, ③乾燥 (マイクロ波脱水), ④熱分解・灰化, ⑤密封・保管廃棄, の各装置となった。各装置ごとに既製の技術を検索し, 本プラントの成立を確認した。

第1次概念設計で検討した3つのプラントは, 一般的な研究施設にも見られる。基本的な設備である, しかし, 内部被曝研究施設が動物実験施設と超ウラン元素使用施設の複合体であることから, これらのプラントは, 通常みられるものとは, 運転の技術やコスト, あるいは維持・保守業務の内容などでまったく異なった設備となる。

今後, 第2次概念設計 (52年度) で各種特殊実験室の仕様, 全体計画, 防災対策などを検討し, 53年度に詳細設計を実施する予定である。

⑤ 放射性動物死体処理に関する基礎的研究

我々が放射性動物死体の処理方法として採用した多段階処理法は, 通常の焼却処理の中に例を見ない方法であ

る。そのため、プラント化するまでには、各段階での死体の状況やR Iの飛散の程度、適切な運転制御など事前に検討しておかななくてはならない事項がいくつかある。本研究は、処理プラントの詳細設計に必要な知見を得るための基礎的研究である。

(f) 多段階処理の実証（トータルシステムとしての実証）

放射性動物死体の多段階処理のプロセスについて、極く少量の死体を用いて、その可能性の実証を試みた。家庭用電子レンジを用いて脱水処理した結果、十分な脱水効果が得られること、死体の破裂やコゲつきなどいくつかの好しくない現象が生じ得ることがわかった。また、段階的な熱分解を灰化処理によって、無煙で塵介を生じないで灰化できること、および ^{60}Co 投与動物死体の場合、 ^{60}Co が灰化処理中にほとんど飛散しないことなどがわかった。

第6表 マイクロ波脱水における重量減少とR I飛散率（7週令マウスによる）

○印は検出限界以下				
投与核種と検体No	dry/wet	R I 投与量 (μCi)	飛散率 ($\times 10^{-6}$)	検出限界 (pCi)
^{137}Cs 1	27.9%	1.71	0	63
" 2	28.9 "	2.08	0	
" 3	30.2 "	2.02	0	
" 4	29.8 "	1.93	0	
" 5	28.8 "	1.74	0	
" 6	29.7 "	1.65	0	
^{60}Co 1	29.2 "	8.71	0	35
" 2	28.9 "	6.05	0	
" 3	29.3 "	5.74	0	
" 4	28.1 "	7.66	0	
" 5	27.3 "	7.66	0	
" 6	30.1 "	10.60	25	
^{85}Sr 1	28.4 "	8.91	0	40
" 2	26.1 "	7.54	0	
" 3	29.7 "	7.65	31	
" 4	26.3 "	7.70	58	
" 5	27.7 "	7.98	170	
" 6	27.8 "	8.32	67	
^{144}Ce 1	29.4 "	5.90	330	237
" 2	28.3 "	5.67	140	
" 3	28.1 "	6.60	0	
" 4	26.8 "	6.65	0	
" 5	27.6 "	4.71	0	
" 6	26.3 "	6.77	0	

(ロ) マイクロ波照射による脱水処理の検討

多段階処理プロセスの中の、マイクロ波による脱水処理について詳細な検討を加えた。家庭用電子レンジを出力調節が可能な形に改造し、適切な出力調節モードを定めることにより、コゲつきなどの異常現象を防止できることを確めた。また、種々の日令のマウスや、仔犬の死体を脱水し、20～30%まで重量を減少できること、水分をほぼ100%除去できることがわかった。さらに ^{60}Co 、 ^{137}Cs 、 ^{144}Ce 、 ^{85}Sr の4核種について、脱水時の飛散の程度を調べた（第6表）。その結果、排ガスにはこれらのR Iがほとんど移行しないことがわかった。また、マイクロ波の出力と脱水速度との関係を検討し、適切な出力モードを算出できることがわかった。

これらの実験から、マイクロ波脱水処理装置の設計に必要な知見はほぼ得られたので、今後は、死体処理中間プラントを試作して、熱分解・灰化プロセス、あるいは灰化物の密封プロセスなどの検討を行う予定である。

◎ その他調査・測定等。

内部被曝研究施設の設計に際して、騒音対策が今後の問題と考えられる。しかし、検討材料となる基礎データがほとんどないので、R I棟および第2研究棟で騒音測定を行なった。騒音源として、犬の鳴声、ブロー（モーターファン）、ダクト吹き出し口、冷凍機、ポンプを対象とした。最大の騒音レベルを示したのは、犬の鳴声とブローで100～110デシベルであった、また、騒音源により周波数特性に差があり、低周波騒音が今後対策を進める上で問題となることが予想された。

施設建設までには、上記のような基礎的な資料・データの調査が必要である。今年度は上記以外にも、地方条例（特に公害関係条例）の調査、収集を開始したが、今後、振動、臭気、塩害などに関するデータ等の収集に努める予定である。

〔研究発表〕

- (1) 松岡、小泉、福田：日本保健物理学会第12回大会、東京（1977.2）
- (2) 小泉、福田、松岡：同上

Ⅲ サイクロトロンの医学利用に関する調査研究

概 況

昭和45年度より6年間にわたって実施された特別研究「中性子線等の医学利用に関する調査研究」により、医用サイクロトロンの建設及びその医学利用のための整備が行われ、いよいよその本格的利用の時機を迎えた。本研究は放医研サイクロトロンの医学利用を所内外の協

力による総合的な研究体制のもとに推進することを目的として、昭和51年度より3カ年の計画で発足した。

研究は、診断への利用と治療への利用の2グループに大別して行われている。

診断利用グループは3部門から編成されており、その1はサイクロトロンによるアイソトープの生産及び放射性医薬品の製造、その2はサイクロトロン生産核種ことに陽電子放射核種の計測、その3はサイクロトロン核種放射性医薬品の臨床応用及びその評価である。アイソトープ生産及び放射性医薬品製造の研究は順調に進捗しているが、その臨床利用のためには厳重な品質管理を必要とする。また放射性医薬品の臨床評価についても、その適応の選定、使用結果の客観的な解析評価を必要とする。このため、本研究に「陽電子及び短寿命R Iの医学利用に関する委員会」を設け、所外委員の研究参加及び協力を得ることとした。委員会は2回開催され、「サイクロトロンにより製造される放射性医薬品の品質管理マニュアル」の原案を作製した。その後の生産は、このマニュアルに従って行われている。

昭和50年度から2カ年計画で製作中であったポジトロンカメラは昭和52年3月にその本体部分が完成し、納入された。このカメラは高速度、高分解能に加えて、3次元像及び動態像処理にすぐれた性能を持ち、その完成はサイクロトロン核種の真価を発揮させるものとして期待されていたが、設置後のテストでもその高性能を実証している。これにより、近い将来核医学はサイクロトロン核種時代を迎えることがほぼ確実となった。

サイクロトロン生産核種の医薬品による臨床検査が活発に開始された。 $^{11}\text{CO}_2$ 、 ^{11}CO 、 ^{123}I 等のすでにその有用性が確立されている検査法の他に、本研究のグループは $^{13}\text{NH}_3$ による肝機能検査法を開発した。この方法は極めて負担の少ない検査法であり、肝機能、肝血流量等を高い信頼度で計測し得る新しい検査法で、臨床医学への大きな寄与となろう。

治療グループでは、昭和50年度に開始された速中性子線治療が本格化している。本研究に設けられた「放医研速中性子線治療研究委員会」により定められた治療方針に従って治療適応症例の選択と治療の実施が行われ、昭和52年3月末日までに計173名の症例が治療を受けた。現在までの治療経験から、適当な適応症例に対しては速中性子線治療が優れた効果を挙げ、しかも治療にともなう障害が比較的少ないことがほぼ明らかになった。

速中性子線治療研究については前年度に引続き、日米癌研究協力事業による米国側との共同研究が進められている。日本側からは恒元博室長が、昭和51年6月から3

月間米国に派遣され、米国の高LET放射線治療施設に滞在し、治療の実況を調査した。昭和51年9月に、米国バークレイ市で開催された国際粒子線治療会議及び日米癌研究協力事業セミナーには梅垣、恒元、浦野、稲田、飯沼が出席した。

米国側からは4月にP. Almond, H. Bichsel及びJ. Smathersの3氏が速中性子線線量相互比較のために、また12月から52年3月にかけて、R. Withers, E. Hall, R. Meyn, J. Rasey, P. Todd及びJ. Geraciの6氏が生物学的効果の相互比較のため来日した。これらの交換科学者による実験結果は、いずれも放医研での線量評価の正確さを裏書している。

速中性子のようにLETの高い放射線の治療効果が優れているとはいっても、その適応は限られている。大部分の症例に対してはむしろ低LET放射線が適しており、その線量分布改善が治療成績改善のために最重要の因子であることは明らかである。このためには、線量分布が限局しており、ビームの制御の可能な重荷電粒子線が適当な線源である。本研究では放医研サイクロトロンにより加速し得る陽子線によるがん治療の基礎的研究を完成させることを一つの目標としている。51年度には、ビーム制御のためのコンピュータシステムの整備に重点がおかれた。52年以降に、ビーム制御及び治療システムを整備するために必要な基礎的資料も検討されている。

以上述べたとおり、サイクロトロンの医学利用の各方面にわたって、研究及び診療の体制が整備され、その利用が本格化している。

(班長 梅垣洋一郎)

1. 短寿命および陽電子放出核種の製造に関する研究

臨床研究部(館野之男、井戸達雄、福士清、入江俊章、岩田 練、野崎 正*)

環境衛生研究部(樫田義彦**)

サイクロトロン管理課(吉川喜久夫、鈴木和年、玉手和彦) * 外来研究員 ** グループ班長

前年度に開発した $^{13}\text{N-NH}_3$ および $^{11}\text{C-CO}$ 、 $^{11}\text{C-CO}_2$ についてルーチ的に製造し、肝機能検査、肺機能検査などの臨床利用に供した。

本年度は特に、静脈注射で投与できる純度の注射薬製造システムの確立を目ざし、短寿命アイソトープ調剤システムを完成させた。

52年6月のポジトロンカメラのルーチン使用開始に時期を合わせるため、 ^{18}F -フッ化ナトリウム液、 ^{13}N -アンモニア水各注射液の製造、品質管理に関する基礎的研究を終え、無菌的、無パiroジェンの最終製品を定期的に得

ることに成功した。

^{18}F の製造, $^{15}\text{N-NH}_3$, ^{11}CO , $^{11}\text{CO}_2$, 等の製造に関しては, 若干の改良を加え, さらに好収量で定めた製造法が開発された。これらの成果については, 1976年9月米国ブルックヘブン国立研究所における第1回国際放射薬化学シンポジウムに発表された。

標識化合物の開発は, ^{18}F -標識芳香族アミノ酸(脾臓スキャン), ^{18}F -標識ステロイド(副腎スキャン)を中心に研究がなされ, 動物体内でのC-F結合の開裂, ハロゲン相違によるステロイド類の副腎集積率の差などの基礎的データを得た。また米国ブルックヘブン研究所に派遣された井戸達雄研究員により, $^{18}\text{F-F}_2$ の大量製造と, ^{18}F -フロデオキシグルコースの臨床応用の研究がなされ, ^{18}F -標識化合物は世界で始めて, 実用レベルに達した。

なお本年度のサイクロトロン整備費により設置された無機核種分離精製装置は, 完全自動で放射性核種の分離精製を行えるものであり, 作業被曝の軽減, アイソトープの定常生産に大いに役立ち, 実用化が期待される。

〔研究発表〕

1. 樫田, 鈴木, 岩田, 吉川, 玉手: "Safety handling for cyclotron production of radiopharmaceuticals", First International Symposium on Radiopharmaceutical Chemistry (Sep. 1976 Brookhaven Nat. Lab. (U. S. A))
2. 福士, 入江, 内川, 樫田, 野崎: "Preparation of ^{18}F -labeled amino acids and purine bases and their organ distribution in rats and mice" .8th International Symposium on Fluorine Chemistry (Aug. 1976 Kyoto)

1) $^{15}\text{N-NH}_3$ 水溶液の製造に関する研究

前年度までに開発した, 液体ターゲット循環照射システムとデバルダ合金還元蒸留装置の組合せにより基本的な生産システムは完成し, 臨床応用も可能であった。しかし ^{15}N -標識アミノ酸などの合成の前物質としては不十分で, 今年度は1回の生産量の増大と, 静注薬としての $^{15}\text{N-NH}_3$ 水溶液の製造を目指した。

〔成 果〕 今年度は入射粒子(プロトン)のエネルギーを15から20MeVに, 照射電流値を10から20 μA にして30分間の照射で250mCiの $^{15}\text{N-NH}_3$ を放射化学的純度99.9%で手に入れることができた。この結果, 今後 ^{15}N -標識化合物の合成に着手可能となった。また今年度購入した調剤システムにより, パイロジェンテスト・細菌テストを繰返してきたが, 無菌・無パイロジェンであることが確かめられた。

2) ^{123}I 水溶液の製造に関する研究

^{127}I (p. 5n) $^{123}\text{Xe} \xrightarrow{P^+, \text{Ec}} ^{123}\text{I}$, 反応により ^{123}I 水溶液を得る基本的な方法は確立されたが, ターゲットにNaI粉末を使用していたためターゲットの後処理において作業者の被曝量に問題が残されていた。今年度はこの問題の解決と医薬品化を検討した。

〔成 果〕 ターゲットにNaIペレットを使用し, 照射終了後蒸留水でペレットを溶解し, そこに生成している ^{123}Xe をHeガスと共に追出し, 液体窒素トラップに捕集することができた。また, ターゲット容器内の残液は直接廃液ビンに回収される。これらは全て遠隔的に行なわれるので前年度の問題は解消された。また前年度まで ^{123}Xe の輸送はテフロンチューブを使用していたが, ^{123}Xe がテフロンに吸着されるためSUS316チューブに変更した。この時の収量は7.0 mCi/ μAhr , 放射化学的不純物は0.1~0.2%の ^{123}I のみが検出された。化学形は陰イオン交換樹脂を用いて調べた結果 $^{123}\text{I}^-$, $^{123}\text{IO}_3^-$ であった。現在 $^{123}\text{IO}_3^-$ を還元して効率よく $^{123}\text{I}^-$ にする方法を検討中である。

3) ^{11}CO , $^{11}\text{CO}_2$ 及び $^{15}\text{N}_2$ の同時生産に関する研究

^{11}C 及び ^{15}N は, 各々 N_2 と CO_2 をターゲットとしてプロトン粒子によるp/ α 反応, 即ち, ^{14}N (p, α), ^{11}C , ^{16}O (p, α) ^{15}N により生成することと, 両者の生成するエネルギー領域に差があることに注目して, ^{11}CO , $^{11}\text{CO}_2$, $^{15}\text{N}_2$ の同時生産を試みた。

照射装置は, 2つのアルミ製チューブをTiホイルで仕切り一列に並べ, 前面に CO_2 を2.6 kg/cm²で, 後面に N_2 を3.0 kg/cm²で満たした。この時, 15MeVのpで照射すると, 各々14~12MeV, 10~5MeVのエネルギー領域のpが ^{15}N と ^{11}C の生成に関与する。照射継続下において, いづれかのターゲットチューブとそれに適した化学処理のラインを電動コックで選択して, 目的物を取り出した。電流値15 μA で照射を行い, 100ml/minの流速でターゲットガスを取り出した結果, 得られた放射エネルギーとその純度は

$^{15}\text{N}_2$ の場合,	3 mCi/分,	純度	99.9以上
^{11}CO	11	"	98 "
$^{11}\text{CO}_2$	12	"	98 "

であった。

4) ^{18}F -標識アミノ酸の合成と動物生体内での代謝

—特に in vivo C-F 切断について

脾臓スキャンを目的とした ^{18}F -標識芳香族アミノ酸の動物実験から, 生体内での酵素的脱Fが示唆された。そこで, この脱Fを積極的に利用し, 遊離した ^{18}F -の骨への集積と尿中への排泄を外部測定し, in vivoで

酵素を assay する臨床的診断への応用の可能性を目的として脱F酵素を決定する為に、種々の阻害剤による酵素検索の実験を行った。さらに、 ^{18}F -アミノ酸の放射能の収量増加の為に、 ^{18}F -製造ターゲットの改良を試みた。

4-1) ^{18}F -アミノ酸の rat 生体内での代謝

$\text{m-}^{18}\text{F-Phe(a)}$, $\text{p-}^{18}\text{F-Phe(b)}$, $5\text{-}^{18}\text{F-Try(c)}$, $6\text{-}^{18}\text{F-Try(d)}$ は静注後、いずれも放射能は骨へ経時的に増加集積し、2時間後では脾臓について高い集積を示した。この骨への放射能の集積は、 $^{18}\text{F};^{14}\text{C}$ -二重標識 p-F-Phe の骨への集積比 ($^{18}\text{F}/^{14}\text{C}$) が、0.5, 1, 2時間後で、2.4, 3.4, 5.7 となることから、生体内脱Fによる $^{18}\text{F}^-$ であることが判明した。この脱Fの機構として、parent アミノ酸のF置換位置を水酸化する特異酵素 (アミノ酸水酸化酵素 (<以下 OHase>)) (1), F-アミノ酸を異物とみなし、F置換位置を水酸化する、肝ミクロゾームの P450 (2); さらに、ハロゲン置換位置をGS化する GSH-tlans-ferase (3) に伴う脱Fが考えられた。そこで、それぞれの酵素の阻害剤として、Phe, p-F-Phe, p-Cl-Phe(1'), SKF525A(2'), Diethyl Malate(3') を $\text{p-}^{18}\text{F-Phe}$ 投与前1時間に前処理し、2時間後での取り込みを骨への集積に注目して検討した (第1表)。Phe, p-F-

第1表 Relative uptake of various inhibitors at 2 hrs in male rats
 $\text{p-}^{18}\text{F-phe}$ (190-340 $\mu\text{g/head}$)

Inhibitor	p-Cl-Phe	p-F-Phe	Phe	SKFD.M.	no treatment
dose/kg	133mg	200mg	133mg	50mg	30mg
organ					
Liver	1.18	0.66	0.67	1.25	1.15
Bone	0.83	1.12	1.34	1.09	1.18
Pancreas	0.75	0.48	0.31	0.26	0.60
Blood	1.48	0.96	0.80	1.32	1.17
Liver Phe-OH ase *	18% (24h)	65% (1h)	97% (1h)		
Protein Incorporation	No	yes			

* B. K. Koe and A. Weissmacol, J. Exp. Therap.; 157, 565. (1967)
Phe-OH ase activity (no treatment: 100%)

Phe で阻害がみられなかったのは、Phe-OHase は、投与阻害剤量は十分まかなえる量で存在する為、Phe OHase 活性は低下せず、かつ、阻害剤アミノ酸は、タンパク合成経路での競争によって、 $\text{p-}^{18}\text{F-Phe}$ の代謝経路への流入の増加をきたしたことによると考えられ、p-Cl-Phe では、タンパク合成経路での競争はなく、Phe-OHase の強い阻害剤である為、阻害効果の発現に

至ったものと考えられる。 $\text{p-}^{18}\text{F-Phe}$ の脱F代謝産物は p-OH-Phe (Tyr) であることが知られており、3' で阻害されなかったことから、3の酵素の関与は否定されるが、2' で阻害が起きなかったこと、特異酵素の存在が知られていない、6-F-Try も脱Fを受けることから、2' では阻害されない群の2の酵素の関与を全面的に否定することは出来ないが、積極的に支持する知見はなく、これらの、F-アミノ酸の脱Fに関与する酵素としては、parent アミノ酸 ($\text{m-}^{18}\text{F-phe}$ は m-F-Tyr) に代謝された後) の特異的な OHase による可能性が強い。したがって、今後、個々の F-アミノ酸の脱F酵素を決定できれば、外部測定により、個々のアミノ酸 OHase の活性の低下、や欠損による症候の診断への利用が考えられる。

4-2) ^{18}F -製造と ^{18}F -アミノ酸の合成

^{18}F は ^{20}Ne (d, α) $^{18}\text{F}(1)$, ^{16}O (α , pn) $^{18}\text{F}(2)$ で製造したが、(1)法による ^{18}F の回収は、理論収量の 10~15% であり、残りは target glass tube 内に trap されている。そこで、回収率を増加する為に、target 内面のコーティングを試みたが、飛躍的な効果はみられなかった。さらに 5~7% の放射能が気体として存在することがわかり、この利用も考えられる。(2)法で得られる ^{18}F -水溶液は、微量の carrier-NaF を加え、石英砂に吸着、乾固し、90%以上の収率で trap でき、これを有機溶媒中で、(1)法と同様に、有機標識合成に用いた。 ^{18}F -アミノ酸は、 ^{18}F -と前駆体 Diazonium fluoroborate との同位体交換により、従来の標識合成法により得られた。

〔研究発表〕

- (1) 入江俊章, 福士 清, 野崎 正: 理研シンポジウム, サイクロトロンによる医用 RI の製造と標識化合物の合成 (1976.12)
- (2) 入江俊章, 福士 清, 井戸達雄, 榎田義彦, 野崎 正: 日本薬学会, 第97年会・東京 (1977.4)

2. 高速ポジトロンカメラの開発利用に関する研究

物理研究部 (田中栄一, 野原功全, 富谷武浩, 村山秀雄)

臨床研究部 (飯沼 武, 須田善雄, 松本 徹, 館野之男)

前年度に検討を行った高速多結晶型ポジトロンカメラの基本設計に従い、今年度はさらに試作にともなう細部構造について、メーカーと協力して検討を加え、装置の試作を完了した。今年度は主として検出部を除く電子回路の設計に重点を置き、その実験的検討および細部設計

を行った。この電子回路は、①高速同時計数回路、②発光結晶決定回路、③データ・ラッチ、④結晶座標のコード変換回路、⑤多事象除去回路、メモリ回路、⑥画像表示回路よりなり、このうち、①、②は高速なエミッタ結合論理素子を用い、③以後は実装の容易なトランジスタートランジスタ論理素子を用いている。上記の諸回路は複雑である上に、高速性を要求されるため、技術的に多くの問題があったが、設計に際して特に留意した点を以下に述べる。

(1) 同時計数回路

本装置では、検出器部で各光電子増倍管の行、列ごとに信号の論理和をとる方式を採用したため、同種のマッシュアップ総合病院の方式に比べ、方式では信号数を224から60に、同時計数回路を356から82に減少することができ、大幅に回路の簡素化ができ、信頼性を向上している。

同時計数出力は再び光電子増倍管の行、列にまとめられたのち、隣り合う行または列間で論理積をとることにより、2つの光電子増倍管にまたがって配置された発光結晶の座標を決定し、データ・ラッチに記憶する。

(2) 2進コード化とコード変換

同時計数した事象は2組の発光結晶座標で表わされ、これを2進コード化する。各座標は4ビットレベルで表わされるので、事象を記憶し、画像を作成するのに、 $(16 \times 16) \times (16 \times 16) = 65,536$ の記憶容量を必要とするが、実際には、特定のマトリックス内の事象のみが有効であり、 $64 \times 64 = 4,096$ の記憶容量でよい。このため、2進法表示された座標をさらにリード・オンリー・メモリを用いて、コード変換し、位置座標のふり直しを行い、記憶容量を必要最小限に圧縮している。このようにすると、コンピュータでデータ収集、処理し、永久記録を作る際にも情報量は最小限ですむ。記憶内容を読み出す際には同様な方法で逆コード変換し、通常の座標に直している。

(3) 多事象除去回路

本方式では光電子増倍管を行、列にまとめて演算を行っているため、簡素化が計れる一方、偶発同時計数の確率が高くなるため、3重に多事象除去回路を設けてある。第1の方法は、一つの座標信号とこれと対になる座標信号の論理和との間で論理積をとることにより、目的とする光電子増倍管マトリックス内の同時計数のみを選択する。第2の方法は座標を2進変換する際に、互に一方は他方の補数になるように、2通りの変換を行う。2組の変換出力間で、排他論理をとると、単一事象の真理値は真であるのに対し、多事象では偽となるので、偶発

的な同時計数をも排除できる。第3の方法は、リード・オンリー・メモリでマード変換する際に、同時計数すべきマトリックス外の事象には特定のコードを割り当てることにより、偶発事象を排除し、動作を確実にしてある。

(4) 画像表示

記憶装置は2組の4kwのユニットより成り、データをスイッチにより選択されたユニットに蓄積する。この装置には専用の記憶装置が備えられているので、測定時の画像表示は事象毎にブラウン管上に輝点表示をせずに、空き時間を利用して記憶内容を逐次読み出し、ブラウン管上に全画像を表示できる。

画像表示法は通常の濃淡表示の他に、鳥かん図表示もでき、立体的に画像を目視できる。

(5) 電子計算機への接続

将来、陽電子放出体を用いた動態機能検査をし得るように、電子計算機によるデータ収集のための圧縮された位置信号および制御信号を取り出し得るように当初から設計されている。

本年度内にボジトロン・カメラの設計、製作を完了し、所期の機能を実現できた。今後は検出器の感度一様性の調整を行うとともに、同時計時間幅、回路の演算時間等の最適化を行い、高計数率特性等を実験的に研究する予定である。

〔研究発表〕

- (1) 野原、富谷、田中、須田、飯沼：核医学，13,615 (9976)
- (2) 野原：癌の臨床，23, 353 (1977)

3. 短寿命および陽電子 RI の診断利用に関する研究

臨床研究部（館野之男，力武知之，福田信男，山根昭子，松本 徹）物理研究部（富谷武浩）病院部（栗栖 明，有水 昇*，木村敬二郎*，武者広隆*，高円博文*） * 千葉大学

〔経 過〕 所内サイクロトロンにより生産される各種アイソトープのうち、今年度は注射を要せずに経気道的あるいは経消化管的に投与して臨床検査の可能なものとして、 $^{13}\text{NH}_3$ 、 ^{11}CO 、 ^{123}I が供給された。また、焦点検出器型ボジトロンカメラが昭和51年1月22日から臨床レベルで使用されるようになって、以前よりずっと精密な画像を得ることができるようになった。以上の技術的發展を背景に、以下の臨床研究を行った。

(1) $^{13}\text{N-H}_3$ による肝機能検査

前年度に引続き、 $^{13}\text{N-}$ アンモニアの経腸投与による、腸管内アンモニア吸収能、門脈循環動態、肝内局所循環

動態、肝細胞アンモニア摂取能、肝細胞アンモニア処理能力、門脈一大循環側副血行路などの評価方法について検討を重ねながら、19例の症例の検査を行った。

〔方 法〕 1) ^{13}N - アンモニアの調整については前報の通りであるが、炭酸アンモニアの形として、PH8.1の腸内容疑似バッファーに溶解し、肛門から40cm前後の深さの直腸内に挿入したカテーテルにより、フラッシュ注入して投与した。

2) データの収集：被検者を仰臥位にして、肝を中心とした腹部の上に遅延電線式ガンマカメラを、またそれと対向した位置に多結晶型焦点検出器を設置して、ポジトロンイメージングを施行し、ポラロイドカメラによるシンチグラムおよびオンライン電子計算機システムによる動態画像の収集、処理を行った。同時に、左側頭部および左下腿部にレノグラム用検出器を照準し、放射能動態曲線を描かせた。さらに肘静脈より経時的採血を行い、シンチレーション・ウェルカウンターによる放射能計測および、陽イオン交換樹脂カラムクロマトグラフィー法による血中 ^{13}N - 化合物の電解質、非電解質の分画検討を行った。

〔結 果〕 以上の方法を、肝硬変症、急性肝炎回復期慢性肝炎、薬物性肝炎回復期、肝機能正常者、など10数例の被検者に施行した。肝機能正常者についての例数が少ないため、正常像が未確定であるが、下記の予備的結果を得た。

門脈一大循環側副血行路の発達が推定される肝硬変患者においては、(1) ^{13}N - アンモニアが腸管から吸収されて門脈を経由して肝に到達する過程が遅延している。(2) 肝外側副血行路を経由して、大循環に ^{13}N - アンモニアが流出して、心筋細胞、肺、脳細胞などに取り込まれるものと推定される。そのために肝の輪廓が不明瞭であるのに反し、心筋が明瞭に描出される。(3) 下腿の放射能に比して、側頭部のその立上りが速かで、高値に達する。(4) 血液中陽イオン型放射能が高値を示す。

(2) $^{11}\text{CO}_2$, $^{13}\text{N}_2$, ^{11}CO ガスによる呼吸機能検査

$^{11}\text{CO}_2$ ガスなどを用いた局所肺機能検査法は、英国のWestらにより早くから行われていたが、当時はポジトロンカメラに良いものがなく、 ^{133}Xe の出現によってほとんどこれに圧倒されてしまった。

しかし、呼吸機能の検査を $^{11}\text{CO}_2$, $^{13}\text{N}_2$, ^{11}CO など生理的なガスで行うことの原理的な利点は論争の余地のない明白なことであるので、我々はポジトロンカメラの臨床応用が可能になってすぐその問題の検討をはじめた。

現在までに5名のボランティアと、4名の呼吸器疾患患者を対象に検査を行っている。

〔方 法〕 $^{11}\text{CO}_2$, ^{11}CO , $^{13}\text{N}_2$ それぞれのガスについて、空気と混じた形で吸入させた。データについては、一回換気、呼吸停止、流れ出しの順序で、ポジトロンカメラからオンラインで電子計算機へ送って収集・処理を行った。処理は関心領域のROIの行動に焦点を合せて行った。

〔結 果〕 これら3種のガスは、 ^{133}Xe とも異なるそれぞれ別の行動をとり、呼吸機能の異なる側面を表わす検査法になりうると示唆された。現在までの予備的結果では $^{13}\text{N}_2$ は局所の換気能検査に、 $^{11}\text{CO}_2$ は局所の肺血流の測定に、 ^{11}CO は局所の拡散能の検査に用いることが可能なのである。そのためのパラメータとして、 $^{13}\text{N}_2$ については洗い出しの減衰係数、半減期、 $^{11}\text{CO}_2$ および ^{11}CO については呼吸停止時の減衰係数、半減期の有用性を検討している。

(3) ^{123}I による甲状腺機能検査

^{123}I による甲状腺機能検査を4例について行った。

市販の ^{123}I が ^{124}I をやや多量に含むのにたいし、放医研の製品にはこれの混入がないので、患者被曝線量の上からは放医研の製品の方が優れている。しかしシンチグラムの画質などについては優劣ははっきりしない。

〔研究発表〕

1) 館野他：日本核医学会関東地方会，東京（1976.3）

2) 館野他：日本核医学会総会，久留米（1976.10）

4. 30MeV $d \rightarrow Be$ 中性子線による生物効果

恒元 博，渡部郁雄，春日 孟，高橋イチ，
稲田哲雄，丸山隆司，隈元芳一，岩崎民子，
古川重夫，轟 健，小池幸子

30 MeV $d \rightarrow Be$ 中性子線の正常組織に及ぼす影響と腫瘍に対する効果に関する研究は、共に速中性子線治療トリアルミを支える重要な課題である。51年度は、昨年に引きつづき1回照射に関する実験が中心であったが、放射線治療モデルとしての多分割照射実験が、次のステップとして実施されなければならない。

(1) 正常組織：

皮膚反応，膀胱粘膜，そして長い伝統を有するアルテミア卵を主な研究対象とした。

皮膚反応には L_3H/He マウスを用い、early skin reaction スコアを指標として実験をすすめた。24時間間隔の2分割照射によって求めた D_2-D_1 線量は、X線、中性子線についてそれぞれ450ラド、250ラドとなった。2MeV 中性子線の D_2-D_1 線量は75ラドであったので、30MeV $d \rightarrow Be$ 中性子線照射後の回復はかなり著しい。

C₃H/He マウスの膀胱粘膜細胞動態を 中心に求めた X 線に対する 30MeV d → B 中性子線の RBE は約 2.0 であった。

アルテミア卵の孵化率を指標とした場合と、細胞障害に着目した場合との RBE は Co⁶⁰ γ 線と比較して、それぞれ 3.0, 2.0 に近い値となった。

(2) 実験瘍癌、及び細胞：

3 種類の人腫細胞, Burkitt lymphoma P3HR-1, Hela S3, HMV の D₀ 値はそれぞれ 58ラド, 63ラド, 67ラドであり, P3HR-1 に及す 30 MeV d → Be 中性子線と 2MeV 中性子線との効果に大差がなかったものの, X 線抵抗細胞に対する効果は 2MeV 中性子線よりも低く, その傾向は皮ふ反応の D₂-D₁ 線量増加とほぼ一致する。今後, 30MeV d → Be 中性子線の therapeutic gain factor を求める必要がある。

C₃H/He マウスの 扁平上皮癌を用いて行った実験結果は速中性子線治療を意味づける点で重要である。in vivo において照射した腫瘍を6時間後に取り出し, TD₅₀ 法により求めた RBE は, 0 時間で取り出した腫瘍の値より大きく, それは tumor growth delay (TGD) を指標として求めた値により近い。すなわち, 30 MeV d → Be 中性子線によって Potentially lethal damage からの Repair が抑制されたことを示し, 速中性子線治療の手がかりとも云える。

反面中性子線のエネルギー分布は, 生体の深さにしたがって刻々変化するので, その生物効果に差があると予測されていたが, Hela cell をファントム中の種々の深さに固定して, その線量生存率曲線を求めてみると, 深さの違いによる RBE の値にそれ程の差がないことがわかった。速中性子線治療を行う立場から見ると, 生体の深さによって求めた RBE の値に大きな変動がないことは治療計画の単純化にも連る。

5. 放医研サイクロトロンによる速中性子線治療

恒元 博, 梅垣洋一郎, 轟 健, 久津谷譲,

森田新六, 荒居竜雄, 栗栖 明, 青木芳朗, 石川達雄, 高沢 博, 岡崎 実, 丸山隆司, 川島勝弘, 星野一雄, 平岡 武, 稲田哲雄

「速中性子線治療, 第1次クリニカルトライアル要領」にしたがい, 50年度に引きつづき, 放医研サイクロトロンを用いて速中性子線治療を行った。

1975年11月より1977年3月までに, 治療を受けた患者は173名である。治療患者の疾患分類は第1表に示すとおり女性性器癌の症例数が55名と最も多く, 骨腫瘍(21) 頭頸部腫瘍(20), 悪性黒色腫(17), 肺癌(16), そして軟部組織肉腫(12)などの順となる。

第1表

site of tumor and number of patients treated with NIRS cyclotron
(November, 1975 - March, 1977)

Female gynecological tumor	55
Osteosarcoma	21
Carcinoma of the head head & neck	20
Malignant melanoma	17
Carcinoma of the lung	16
Soft tissue sarcoma	12#
Carcinoma of the bladder and prostate	6
Brain tumor (Astrocytoma)	5
Carcinoma of the stomach	5
Carcinoma of the esophagus	3
Carcinoma of the breast	3
Chorhoma	3
Others	4

174

Liposarcoma (5), Fibrosarcoma (2), Angiosarcoma (2), Leiomyosarcom (2), and Rhabdomyosarcoma (1)

脳腫瘍, 特に glioblas tomamaltiforme ならびに食道癌をトライアルに含めることについて, 時期尚早との意見があったが, 何れも治療成績は不良であるものの, 重要な臓器の腫瘍であり, 臨床経験を積む目的のもとにトライアルに加えた。chordoma の3例は何れも再発症

第2表 Treatment result for the patients treated wite fast neutronS

November, 1975 - December, 1976. NIRS

	Response of Tumor					Reaction of Normal Tissue			
	(Score)	Local control (1)	Decrease (2)	Residual (3)	No effect (4&5)	No reaction (1)	Mild (2)	Moderate (3)	Severe (4&5)
Neutron only	46	16	17	11	2	2	8	27	9
Mixed Beam	47	26	10	10	1	6	6	31	4
Neutron boost	36	17	9	6	4	1	7	24	4
Total	129*	59	36	27	7	9	21	82	17

例であり、他に積極的な治療法がなく、速中性子線治療によって症状の緩解を目標とした。

治療技術：

30 MeVd $\rightarrow$ Be 中性子線による治療は、はじめ外部電流値 20 μ A のもとで実施されたが、患者数の増加に伴い、30 μ A の出力のもとで治療を行うこととなった。

シュミレーターによる X 線と治療ビームによる重複撮影によって照射野を確認し、その作業が操作室より遠隔操作できたことは治療作業の円滑化と、術者被曝の減少に大いに役立った。

1976年12月までに治療を終了した132名中3名を除く129名の患者について、中性子線単独治療 neutron only、中性子線と X 線、 γ 線との併用による Mixed beam 治療、中性子線による boost 治療の各治療法別に治療成績を集計したのが第2表である。すなわち、各治療群別の local control rate は Neutron only, mixed beam, neutron boost について、それぞれ 16/46, 26/47, 17/36となり、各群についてそれ程大きな相違はない。

Mixed beam 治療には子宮頸癌症例 19例が含まれ、その 16例が治療終了時に local control と判定され、それが neutron only 及び neutron boost 治療よりもやや治療成績がすぐれている原因となっている。

比較的長期経過観察を行った子宮頸癌 22例中には、再発の治療を行った症例が 8例 含まれている。新鮮症例 14 における再発は 1例、障害発生は 4例 に認められたのに反して、再発の治療を行った 8例中、障害発生は 2例、再発 3例 と発生頻度は新鮮症例よりも共にかなり高い。再発症例を止むを得ず治療する場合があるが、すでに前回の治療によって耐容線量に近い線量が投入され、治療を目標とすれば障害、線量をひかえれば再発の頻度が共に増加することになる。再発症例の治療は、トライアルとは別の観点から集計評価しなければならない。

中性子線単独治療の中には、悪性黒色腫 8例、骨肉腫 15例、軟部組織腫瘍 2例と、いわゆる放射線抵抗腫瘍が 25例 含まれている。骨肉腫 15例 中の 8例に治療後の biopsy によって active な腫瘍細胞がみとめられず local control と判定できたものの、下肢関節など原発巣に近い部位の機能障害、並びに化学療法追加による全身的な影響など治療方針に関する重要な課題がある。悪性黒色腫 14例 中放射線治療だけで local control された 3例、中性子単独治療後の手術によって control された 3症例がある。また、軟部組織腫瘍の 1例 は治療終了時の腫瘍縮小は治療開始時の 1/2 に満なかったが 1年経過した現在 1/3 以下に縮小し、regrowth し

ていない。

放射線抵抗性腫瘍に対して、中性子線は X 線、 γ 線よりすぐれた効果を示すが、手術または化学療法などによる治療のつめが必要な場合がある。反面、適切な後処置によって放射線抵抗性腫瘍をコントロール出来る可能性が持てたことは速中性子線治療トライアルの成果の 1つと考えられる。

Moist desquamation は 17名 の患者にみとめられたが、それは全症例の 13% に相当する。

放射線治療効果改善に果す速中性子線の役割を追及することが、このトライアルの大きな目標である。晩期障害の評価によって高 LET 放射線治療の将来がうらなわれると考える。

6. 粒子線治療に関する基礎的研究

物理研究部(稲田哲雄, 河内 光, 金井達明, 川島勝弘, 星野一雄, 平岡 武, 丸山隆司, 倉田泰孝)

速中性子線治療が軌道にのり、週 3 回の治療がルーチン化してきた。物理グループはサイクロトロン of 医学利用をさらに推進するため、陽子線治療の基礎的研究に着手し、(1)照射技術、(2)陽子線の線量測定および(3)陽子線治療における放射線防護の 3 課題について調査研究を行ってきた。

陽子線のエネルギーは現在 60MeV が最大であるが、サイクロトロン of マグネチック・チャンネルの電源を増強することによって 70MeV 程度の陽子線が得られ、深部 4 cm 以内の癌治療が可能である。当初は汎用照射室で水平ビームによる治療を行うとして、治療照射装置の設計試作に取りかかった。昭和51年度は物理第4研究室が中心になって、陽子線治療用スポット走査装置のうち、制御部である B C I の試作を完了した。これは小型電算機(TOSBAC-40C)に接続され、治療計画にもとづく入力命令に応じて所要の時間にて X、Y の励磁出力電圧を変化させる。この出力信号によるシステムの動作を求めるために、高速応答の励磁電源および電磁石と等価なインピーダンスをもつ擬似コイルを設計試作した。このシステムの測定結果から、1.5ms/c/cm の移動速度比でビーム・スポットを最大 20 $\times$ 20cm の照射野内にて任意の形状を走査させるよう励磁電流を制御できることがわかった。

この装置により単位面積要素(1cm $\times$ 1cm)の照射野を 10 $\sim$ 50msec で走査すれば、20 $\times$ 20cm の照射野を 4.6 $\sim$ 20.6sec で終了するよう制御され、ビーム強度の安定な時間内に所要の治療は完了できる。

前述のX, Y方向の照射野形成に対し, Z方向(深さ)の線量分布を形成するため, まず回転デグレーダについて検討した。これはするどいブラック・ピークを腫瘍の厚さに対応して平坦に拡大しようとするものである。この設計のため, 組織内陽子線の線量分布の計算プログラムを作成し, また, ビーム・スポット形成がデグレーダにより散乱拡大する効果を実験的に求め, その補正法を考察してデグレーダのプロトタイプを試作した。これは60MeV 陽子線で深さ 2 ~ 3 cm にわたり平坦な深部量ピークを与えたが, 表面線量をピーク線量の 10% とすることがわかった。

陽子線量測定についてはプロトン吸収線量計を設計試作し, 2, 3 の特性試験を行った。防護関係については文献調査と2, 3 の測定を行うにとどまったが, 速中性子線治療の進行に合わせ, サイクロトロン陽子線利用の時間を増加させ基礎研究を本格化したい。

〔研究発表〕

- (1) 稲田, 河内, 金井: 第31回日医放物理部会, 福島 (1976)
- (2) 同: 第32回日医放物理部会, 横浜 (1976)
- (3) 同: 日本原子力学会, 東海 (1976)

2. 指 定 研 究

1. 骨ずい細胞増殖因子の単離

薬学研究部 (色田幹雄, 常岡和子, 大野忠夫)

〔研究目的〕

骨ずいでは造血幹細胞と呼ばれる根幹的な細胞の増殖と分化によって、各種血球の前駆細胞が生じ、これらの前駆細胞がさらに増殖と分化をして成熟した各種の血球細胞となる。造血幹細胞ならびに各種の血球前駆細胞の増殖と分化は、個々の過程に選択的に作用する局所ホルモン様物質 (細胞増殖因子) の支配下にあると考えられている。本研究においては、顆粒球・マクロファージの前駆細胞の増殖と成熟を促進するホルモン様物質 (CSファクター) を分離精製して、その分子的性質を明らかにすることを目的とした。

〔研究方法〕

CSファクターの原料としては、マウス L・P3 細胞および吉田肉腫細胞株を無血清合成培地で培養した培養液上清を用いた。

顆粒球前駆細胞に対する増殖促進効果は、マウス骨ずい細胞を軟寒天培地中で培養したときに生ずる細胞集落の数をしらべることによって検定した。

CSファクターの精製には、(1) PM-10 膜を用いた限外濾過、(2) 硫酸分画、(3) ウルトロゲルを用いた分子篩クロマトグラフィ、(4) アンフォラインカラムによる等電点分離、(5) DEAEセルロースカラム上での濃度勾配溶出クロマトグラフィ、(6) しょ糖密度勾配上での超遠沈分離などを組合せて行った。

〔結果と考察〕

L・P3 細胞の生産する CSファクターは、分子量が約 60,000 ダルトンで、pH3.5 に等電点をもつ酸性タンパクであることがわかった。酸性溶液中での加水分解またはノイラミニダーゼ処理によって等電点 5.4 のタンパクに変換された。したがって、この CSファクターはシアロ糖タンパクの 1 種であると思われる。未処置の CSファクターの沈降係数が 4.3 S であるのに対して、ノイラミニダーゼ処理によって得られた脱シアロ体の沈降係数は 3.9 S であった。沈降係数の減少の程度から推定すると、この CSファクターはほぼエリスロポエチン並みのシアロ酸含量を有するものと思われる。しかしながら、シア

ロ酸残基を除去した後も生物活性に大きな変化はみられなかった。

吉田肉腫細胞は何種類もの CSファクターを分泌するように思われる。イオン交換クロマトグラフィによって、これらの CSファクターを分離することが可能であるが、これらの CSファクターの相互関係は不明である。最も速くイオン交換クロマトカラムから溶出される CSファクターは、分子量が約 23,000 で pH4.5 に等電点をもつタンパクである。この CSファクターはマウス骨ずい細胞に対して有効であるだけでなく、ヒト骨ずい細胞の培地に加えたときも白血球のコロニーをつくった。

今後、さらにこれらの CSファクターの純化に努力し、これらの CSファクターの物質としての性質の解明と、顆粒球前駆細胞に対する細胞増殖促進効果の機序を追求する予定である。

〔研究発表〕

- (1) Ohno, T. & Shikita, M. : 16th Int. Congr. Hematol., Kyoto (1976,9).
- (2) Shikita, M., Tsuneoka, K., Takagi, Y. & Hirashima, H. : 16th Int. Congr. Hematol., Kyoto (1976,9).
- (3) Tsuneoka, K., & Shikita, M. : FEBS Letters 77, 243 (1977)

2 トロトラスト慢性障害に関する調査研究

物理研究部 (加藤義雄)

昭和51年度は前年度迄に得られたトロトラスト被投与者群の現在の状況をアンケートにより調査した。また新しく約30名のトロトラスト被投与者と思われる人々を発見したが、現在尚検討中である。

生存者は、現在の健康状態をアンケート調査し、今後の調査研究のためのリストを作製した。また当研究所病院部に呼び、Th 全身負荷量及び障害の臨床的調査研究が可能な関東地区については、特に詳細に調査し、現在約15名の来院可能者をリストアップ出来た。今後の調査では、来院可能者は尚増える可能性がある。

死亡者については、その死因を調査し、剖検例については組織を入手し、Th 量と決定臓器吸収線量の推定を行った。現在迄に入手した剖検組織は約120例であり測

第1表 病理診断と組織吸収線量

(1) 肝悪性腫瘍

番号	剖検番号	死 因	潜伏期間	肝 吸収 線量率	臓 吸収線量	脾 吸収 線量率	臓 吸収線量	骨 吸収 線量率	髄 吸収線量	臓器重量 肝 臓 脾 臓	
			y	rad/ y	rad	rad/ y	rad	rad/ y	rad	g	g
1	5	肝胆管癌	22	62	1,364	452	9,944	—	—	900	50
2	24	〃	32	16	512	61	1,952	158	5,056	2,000	180
3	30	〃	33	98	3,234	—	—	563	18,579	1,114	30
4	32	〃	20	57	1,140	474	9,480	—	—	1,050	50
5	34	〃	15	44	660	253	3,795	47	705	1,310	15
6	45	〃	29	5	145	—	—	—	—	1,310	30
7	57	〃	—	118	—	92	—	99	—	640	80
8	60	〃	30	63	1,890	63	1,890	241	7,230	—	200
9	77	〃	31	46	1,426	185	5,735	12	372	750	—
10	90	〃	35	39	1,365	104	3,640	35	1,225	1,610	40
11	96	〃	—	15	—	508	—	—	—	1,090	13
12	98	〃	36	4	144	71	2,556	10	360	3,170	100
13	99	〃	37	14	518	—	—	—	—	—	—
14	111	〃	42	27	1,134	170	7,140	12	504	1,700	70
15	△21	〃	24	21	504	521	12,504	—	—	—	—
16	△22	〃	32	24	768	150	4,800	64	2,048	2,250	50
17	95	〃	32	(134)	(4,288)	(2,261)	(72,352)	(24)	(768)	494	9.6
平 均 値 (№17を含まず)			30	41	1,057	239	5,767	124	4,009		
18	80	肝血管内皮腫	34	25	850	114	3,876	39	1,326	1,060	60
19	87	〃	31	19	589	41	1,271	—	—	1,400	90
20	110	〃	43	16	688	104	4,472	11	473	1,100	14
21	△8	〃	23	54	1,242	596	13,708	—	—	930	40
22	—	〃	—	27	—	145	—	—	—	—	—
平 均 値			33	28	842	200	5,832	25	900		
23	35	肝細胞癌	23	20	460	—	—	88	2,024	1,420	200
24	—	〃	38	4	152	142	5,396	6	228	—	—
平 均 値			31	12	306	142	5,396	47	1,126		
平 均 値 (全体)			31	36	939	223	5,760	99	3,087		
* 日本人の平均臓器重量 (50~59才) 肝臓=1,290g(男性) 1,086g(女性) 脾臓≈100											
(2) 他 の 病 気											
25	16	肝 硬 変	21	20	420	52	1,092	—	—	1,250	200
26	78	〃	35	30	1,050	616	21,560	—	—	1,000	13
27	97	〃	29	25	725	109	3,161	122	3,538	760	45
28	△11	〃	26	64	1,664	—	—	—	—	1,670	55
29	△20	〃	32	77	2,464	49	1,568	—	—	—	—
30	—	〃	—	19	—	45	—	19	—	—	—
平 均 値			29	39	1,265	174	6,845	71	3,538		
31	6	骨 肉 腫	19	110	2,090	550	10,450	—	—	890	60
32	75	急性骨髄性白血病	35	34	1,190	125	4,375	33	1,156	1,000	55
33	76	赤 血 白 血 病	31	21	651	97	3,007	21	651	1,920	115
34	56	再生不良性貧血	31	26	806	—	—	34	1,054	1,050	5
35	65	〃	35	44	1,540	—	—	61	2,135	1,580	6.6
36	93	肺 癌	31	1	31	5	155	4	124	—	—
37	64	トロトロスト 注入部位の肉腫	30	13	390	49	1,470	43	1,290	—	—
38	83	胃 潰 瘍	34	13	442	222	7,548	26	884	930	36
39	—	粟 粒 結 核	—	23	—	118	—	78	—	—	—
平 均 値			31	32	893	167	4,501	38	1,042		

定終了したものは39例である。 ^{232}Th 量の直接測定は難かしいので、 ^{208}Tl 又は ^{228}Ac の γ 線測定より ^{232}Th 量を推定するが、それに伴う誤差が幾分か含まれる。今回、剖検組織の死亡から測定までの時間による各核種の ^{232}Th に対する放射能比を検討し、また一部は今年度から使用した α 線スペクトロメーターにより、 ^{232}Th 量をより正しく推定し得るようになった。その結果を用いて臓器吸収線量の再計算を行った。トロラスト顆粒による自己吸収は肝臓と脾臓で0.5、骨髄で0.1として計算した。

今後、この自己吸収について詳細な検討をする必要がある。

得られた結果を第1表に示す。肝臓癌、肝血管内皮肉腫と肝細胞癌の肝悪性腫瘍の平均潜伏期間は31年、平均吸収線量は肝臓で939rad、脾臓、で5,760rad及び骨髄で3,087radであった。尚 Na17 の例は他に比して異常に高い値を示したので、平均値には含めていない。現在検討中である。ドイツで得た結果は潜伏期間30年、肝臓平均吸収線量は824radであった。これは、われわれの値とかなり合っているが、吸収線量評価に於ける自己吸収や、 ^{232}Th に対する娘核の放射能比の値に若干違いがあるので必ずしも良い一致とは言えない。今後これらの問題について検討する必要がある。

3. ヒトの突然変異発生統計遺伝学的調査研究

遺伝研究部(安田徳一、伊藤純子)

〔研究目的〕

放射線のヒトにおよぼす遺伝障害の目安として突然変異率の倍加線量(10~100ラド)がもちいられるが、自然突然変異率はその基礎となる。またヒトの集団における遺伝障害の評価において、その保有機構を解明する上で、突然変異率は重要なパラメータである。そこで、ヒトの自然突然変異率の統計遺伝学的諸性質をヒトの具体的な疾患について調査研究する。

〔研究方法〕

すでに国立下志津病院、東京大学付属病院、新潟大学脳研究所の協力のもとに伴性劣性遺伝をするといわれるDuchenne型筋ジストロフィー症の患児(発端者)約500名について必要な病歴調査と家系調査を終え、電算化の作業もほぼ終了した。さしあたりの目標であるこの疾患の突然変異率をホールデンの間接法によって求めた。すなわち、突然変異率(m)は罹患率(I)の3分の1($m = \frac{1}{3} I$)から求められる。

〔結果と考察〕

Duchenne型の筋ジストロフィー症は進行性筋萎縮症の1つで腰帯筋がおかされ、筋力の低下が顕著で、多くは10才位で歩行不能となり、15~16才頃までに心不全または肺炎を伴発して死亡する。ほとんどが男子で、1~2才頃に発病し、5才までに70~80%がすでに罹患する。典型的な伴性劣性の遺伝をする疾患で、子供を残さぬため、母方のおじ、いとこに罹患者があらわれることが多い。しかしながら、常染色体性の劣性遺伝をするものもあるといわれ、まれには女兒も罹患することがあり、この場合親の近親婚によって罹患率が高くなる。

上記の諸点を考え、発端者を親の近親婚の有無、母方の罹病者の有無で分類した。もし母親に突然変異が生じて、その結果発端者となったのであれば発端者は単発例として観察される。さらに常染色体遺伝の可能性を除くため親に近親婚のない単発例を新生の突然変異によるものとみなすと、その数は304である。一方、カルテの記録がほぼ昭和33~昭和39年の7年間のものであるのを、その間日本全国で出生した男子中5才まで生存したものを、人口動態統計によって調べると5,660,283人で、調査地域がその約60%であることと、患児を確認する確率が0.39であることから、罹患率(I)は、

$$I = \frac{304}{5,660,283 \times 0.6 \times 0.39} = 22.95 \times 10^{-5}$$

したがって、突然変異率は、

$$m = \frac{1}{3} I = 5.88 \times 10^{-5} / \text{世代}$$

となる。この値はこれまで主として白人について報告されている値の幾何平均 $6.6 \times 10^{-5} / \text{世代}$ とほぼ同じで、すくなくとも日本人と白人との間に差はないと考えられる。

また、患児を確認する確率(π)から、日本におけるDuchenne型の筋ジストロフィー症の患児の総数を推定することが可能である。男子発端者数(A)が495人であることから調査地域の罹患患者数(N)は、

$$N = \frac{A}{\pi} = \frac{495}{0.39} = 1,270 \pm 12 \text{人}$$

したがって、日本全体で $1,270 / 0.6 = 2,116 \pm 12$ 人である。これは従来2,000~3,000人といわれる推定と一致する。

この他、突然変異の男女差、親の年令の効果等、目下検討中だが、このような具体的な調査研究を通じて、調査方法や問題点を把握することは他の遺伝疾患やさらには遺伝障害を評価する上で重要であると考えられる。

4. ヌードマウス(nu/nu)に関する臨床繁殖学的研究

— 自家生産の基礎的資料 —

技術部 動植物管理課(山極順二, 内田晴康,
松本恒弥, 椎名悦子, 中村弘子)

ヌードマウスは Flanagan(1966) によって発見された胸腺欠損動物であり, 免疫学, 腫瘍学研究上で有力な実験動物とされている。本研究所においても, その使用者, 使用数は漸増の傾向があるが, 市販ヌードマウス(SPF)は本研究所生産のSPF動物と規格が異なる(第1表)のでヌードマウスは通常飼育(Conventional)で実験に供されている。従って, 実験中の事故が多く, 本所規格のSPFヌードマウスの生産・供給への要望が高まっている。そこでヌードマウスの繁殖上の特性の調査を中心として, 生産・供給の可能性の有無を明確にする事を目的とした。

〔内容〕 A. 市販SPFヌードマウス(nu/nu & nu/+BALB/c)を導入し, ビニールアイソレーター内で繁殖させ, SPF生産施設における繁殖方法の基礎的資料を得る。B. 帝王切開胎仔の里親としての無菌動物の維持・作出方法の確立。

〔結果〕 A 1. 交配方法: nu/+BALB/c(♀) × nu/nuBALB/c(♂) マウスの交配が最も繁殖効率が良好であった。nu/nuBALB/c(♀) マウスは乳腺發育不全動物であって育成能力を欠いていた(第3表)。2. 出産: nu/nuおよびnu/+マウスが第2表, 第3表に例示するとき比率で出生していた。3. 産仔数: 特殊系としては多産系に属するものと考えられた(第2表)。

4. 離乳: 生後漸時 nu/nuおよびnu/+マウスの体重増加率に差異が観察され, nu/nuマウスの發育遅延が明らかであった(第3表および第1図)。 B 1. 無菌動物維持法: ビニールアイソレーターおよびその付属用品(内・外ロックキャップ, ロックバンド, 栓, 連結用スリーブなど, 空気(2%過酢酸混入), 飼料, 飲水, 床敷などの無菌飼育に関連する物品の完全滅菌方法は, オ

第1表

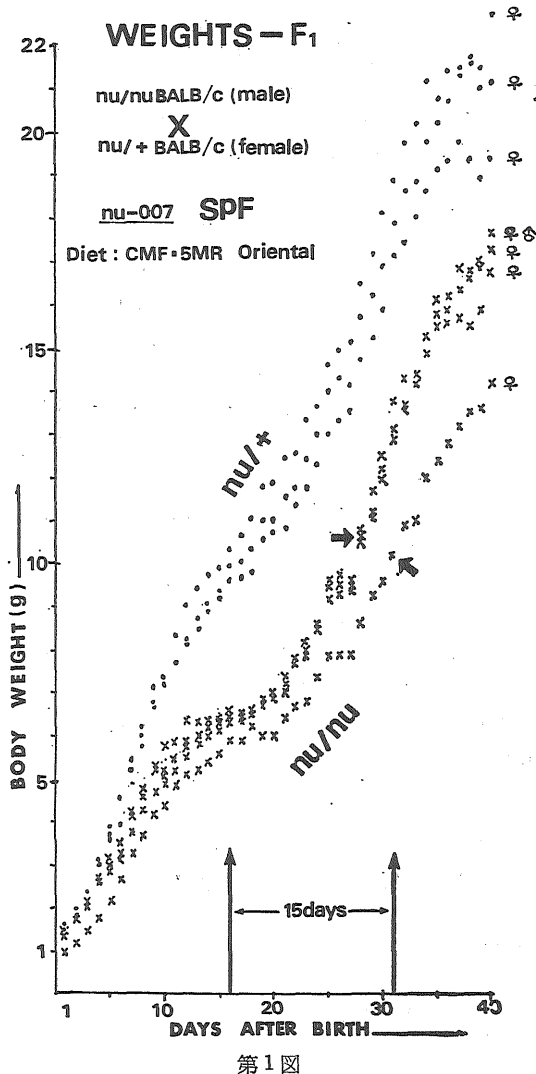
Bacteriological examinations of commercial SPF nude mice

Bacteria***	Nude Mice (4 wks)	Control C57BL/6JNrs (10 wks)
Escherichia coli*	6/6 positive	0/5 positive
Proteus*	6/6	0/5
Staphylococcus**	6/6	2/5

N.B. *** : examined cecal contents

** : examined with Mannitol salt agar / 48hrs aerobically

* : examined with DHL agar / 18hrs aerobically



ートクレーヴ性能, 滅菌缶内設置方法などの試験を重ね第4表に示すごとく物品の性質・形状などにより, それぞれ滅菌方法を異にし, これら方法の厳守により汚染事故から開放される事を明らかにした。因に, 実

第2表

Summary of the nude mouse breeding test — nu/+ (female) x nu/nu (male) —

Parturition	No. of Mothers	No. of Parturition	nu/+ Litters	No. of nu/nu Litters	Total No. of Litters	Mean Litter Size
1st	5	5	27	13	45	9
2nd	5	5	26	20	46	9
3rd*	3	3	11	18	29	9
4th	3	3	15	13	28	9
5th*	1	1	3	2	5	5

N.B. * : Two mother animals died

第3表

Differens of body weight in the litter mates (nu/nu** and nu/* + Mice)

Mother No.	Mating	Parturition	Sexual Distribution ♀ : ♂	Genetical Distribution Het* : Hom**	Increasing of Body Weight of the Litters				
					1st day	7th	14th	21st	28th
nu-007	Het*Hom	2nd	7 : 3	5 : 5	Het	1.52g	5.16(3)	9.20	11.5
					Hom	1.34g	3.88	6.00	7.1
nu-008	Het*Hom	2nd	4 : 4	4 : 4	Het	1.61g	5.30	10.10	13.2
					Hom	1.47g	3.36	5.68(3)	6.9
nu-009	Het*Hom	2nd	5 : 5	7 : 3	Het	1.62g	5.53	9.47	12.4
					Hom	1.60g	3.95	6.00(2)	6.4
nu-003	Hom*Hom	2nd	4 : 3	0 : 7	Hom	1.36	-***	-	-
nu-003	Hom*Hom	3rd	4 : 8	0 : 12	Hom	1.08	-***	-	-
nu-003	Hom*Hom	4th	4 : 5	0 : 9	Hom	1.29	-***	-	-

N.B. * : Heterogeneous ** : Homogeneous *** : slaughtered with cannibalistic mother animals

第4表

Sterilization methods of the materials for germ free animals

(YAMAGIWA & UCHIDA'S METHOD)

Materials	Pre-sterilization & Tests	Sterilization	Temperature	Times	Remarks.
1. VINYL ISOLATOR	<u>SWAB</u> (100% Alcohol) Pinhole test (3 da)	<u>SPRAY</u> (500cc 2% CH ₃ COOOH)	R.T.	1 da	1-1.5yr life
2. AIR	<u>FILTRATIONS</u> (5 times)	<u>MIX</u> (2% CH ₃ COOOH)	R.T.	271/min	
3. LOCK CAPS, BANDS & STOPPERS	<u>SWAB</u> (100% Alcohol)	<u>STEEP</u> (1000cc 2% CH ₃ COOOH) <u>SPRAY</u> (2% CH ₃ COOOH)	R.T.	1 da	3-6mo life
4. STERILE LOCK	<u>SWAB</u> (Dry clothes)	<u>SPRAY</u> (100cc 2% CH ₃ COOOH)	R.T.	1 hr	1-2 wks
5. SLEEVE (Vinyl)	<u>SWAB</u> (Dry clothes)	<u>SPRAY</u> (250cc 2% CH ₃ COOOH)	R.T.	1 hr	1 da
6. DIET (CMF-5MR)	<u>STEEP</u> (2% CH ₃ COOOH)	<u>SPRAY</u> (100cc 2% CH ₃ COOOH)	R.T.	1 da - 1 hr	
7. AIR FILTER (vinyl-stainless Isolator & sterile Canister)	<u>piled up</u> 3-4 times	<u>AUTOCLAVE</u>	121°C	100(97)min	1 yr life
8. STAINLESS ISOLATOR	<u>SWAB</u> (100% Alcohol)	<u>AUTOCLAVE</u>	121°C	100(97)min	3-4 wks
9. FEEDWATER	<u>Distilled & Boiled</u>	<u>AUTOCLAVE</u> (canister)	121°C	100(56)min	1 da
10. BEDDING MATERIALS	<u>AUTOCLAVE</u> 100-119°C (85')	<u>AUTOCLAVE</u> (canister)	121°C	100(81)min	1 da

施約1年後の現在までにいかなる汚染事故にも遭遇していない。2. 無菌動物の作出：市販無菌ICRマウスを無菌ビニールアイソレーターに導入し、帝王切開によって獲られた胎仔の里親として繁殖・飼育したが、里仔の食殺、哺乳拒絶反応を示すものが大部分を占め、現在里親マウスの系統の変更を余儀なくされ、実験を開始している。

〔考察〕 離乳時期の決定は重要であるが、これと関連してヌードマウス育成用ケージ（深い飼料バケツおよび口金の長い給水瓶付）の採用が個体のバラツキ（体重）を縮小する可能性がある。2. 余剰マウスの淘汰時には、nu/nuマウス（♀, ♂）, nu/+（♀, ♂）4者の鑑別が重要で、その熟練が要求される。3. ヌードマウス生産は3産次で中止するのが良質ヌードマウス生産にとって必要かもしれない。4. マウス肝炎等の伝染性疾患発生の予防からSPF生産施設においても、汜過材を装着した飼育棚を使用すべきである。

5. 人の免疫能の年令的变化

障害臨床研究部（平嶋邦猛）病院部（杉山 始）

〔目 的〕

放射線障害症例の診断及び治療に当って、免疫機構の

障害を的確に判定するための基礎資料を求める。

〔方 法〕

(1) 静脈血（ヘパリン加）7mlを採取、その一部より白血球数を算定する。同時に作製した塗抹標本より、リンパ球百分率を得て、リンパ球実数を求める。

(2) 上記ヘパリン加静脈血の大部分をFicoll-Conray液に重層し、所謂比重遠心法によりリンパ球層を分離し、これを3回洗滌してリンパ球浮遊液を作製し、実験に供する。

(3) このリンパ球浮遊液を用いて、羊赤血球結合性リンパ球（E-RFC）、補体結合性リンパ球（EAC-RFC）及び表面免疫グロブリン保有リンパ球（S-Ig）を算定した。E-RFC及びEAC-RFCの測定はFalcon社製Microtestplate（No. 3034）を用いた微量測定法によって行った。

(4) 更に、Limbro社製Microtestplateを用いたリンパ球微量培養法によりPhytohemagglutinin（PHA）添加後の³H-Thymidine Uptakeを計測した。

〔結 果〕

第1表にLymphocyte Subpopulationの結果を示す。Tリンパ球（E-RFC）及びBリンパ球（EAC-RFC, S-Ig）共に、若年者群と老年者群との間に有意の差を認

第1表 Subpopulation of Peripheral Blood Lymphocytes

Age (years)	Cases	Lymphocyte Count (/cmm)	E-RFC		EAC-RFC		S-Ig	
			%	/cmm	%	/cmm	%	/cmm
23-49	7	1843±594	76.2±6.3	1409±474	21.7±10.9	375±198	13.8±4.4	260±127
72-91	31	1870±925	73.3±10.1	1391±731	19.7±11.7	340±229	14.9±7.1	274±186

めなかった。

第2表にPHA-ResponseをCPM及びStimulation Indexで示した。このPHA-ResponseはTリンパ球の機能を表現しているが、この結果も両群間に有意の差を示さなかった。

第2表 PHA Response of Peripheral Blood Lymphocytes

Age (years)	Cases	CPM	Stimulation Index
20-53	10	38733±14776	1.45±0.17
71-93	33	27124±9176	1.48±0.14

〔ま と め〕

人の免疫能をTリンパ球及びBリンパ球の数と機能の面より検討したが、年令的な変化は証明されなかった。

6. コンピューテッド・イメージングの研究

臨床研究部（梅垣洋一郎、飯沼 武、館野之男
須田善雄、松本 徹、遠藤真広）

物理研究部（田中栄一、野原功全、富谷武浩）

技術部データ処理室（福久健二郎）

(1) はじめに

近年、放射線像（X線、RIなど）を用いた医用画像による医学診断の進歩が著るしく、放射線像自体も多様化の一途をたどっている。最も代表的なものはコンピュータ断層撮影法（computed tomography）の驚異的な発

達であろう。我々も放射線像の定量化、高精度化の方向にむけて、いくつかの研究を行ったので報告する。

(2) コンピュータ断層撮影法の研究

ユニークなコンピュータ断層装置として、千葉大学と協同で開発を進めているX線マイクロビーム走査方式のCTについて、実際の臨床データの収集を開始すると共に、画像再構成アルゴリズムについても検討を行った。

まず、CT本のX線出力は120KV、5mAで、ビームの直径は被写体表面で約3mm、測定する投影は1°毎に230°、投影内測定点は128点で、測定時間は最小10秒で20秒、40秒の切換え可能である。

再構成画像は画素数256×256で、黒白TVモニターとカラーモニターに表示されている。臨床例は頭部、胸部、腹部（肝、脾、腎）および腰部について得られている。画質は未だ、円形のアーチファクトと均一性が不十分なため、良好とはいえないが、鋭意改善中である。本CTの特徴は第1に極めて低線量の横断撮影が可能な点であり、1断面の表面線量は20mrad程度で、EMIスキャンの約 $\frac{1}{100}$ である。第2は心拍と連動した断面が切れることで、拡張末期と収縮末期の心臓の断面の撮像に成功している。

再構成アルゴリズムについては、本CTのような扇状ビームによる再構成の問題を検討し、扇状ビームを並べかえて、平行ビームに変換して平行ビームのアルゴリズムを用いる方法に改良を加えた。第2は直接重畳積分法という方法に、平行ビームで使われている最も良好なフィルタを採用した。この2つの方法は計算機でシミュレートした構造体について適用され、その再構成の誤差が比較された。その結果、両者共、平行ビームのCT像に比較すれば若干劣るが、相互には殆ど同等の雑音特性を持っていることが判った。但し、計算時間は扇状ビームの並べかえ法の方が早かった。

最後に、各社のCTに同一ファントムを運んで測定し、その直線性、解像力、雑音について定量的な比較を行った。その結果、全身用のCTは頭部専用のものに比して、解像力、雑音ともやや悪く、異なったメーカーの頭部用CTの間では画質の差が明らかとなった。画質の差は重畳積分法のフィルタの差によるものと推測される。同一メーカーのCTの間のCT数の直線性と絶対値は極めてよい一致を示していた。

(3) RI画像処理の研究

アンガー型シンチレーション、カメラのイメージ情報をオン・ライン電子計算機によって収集する方法の1つとして、生理的信号とエネルギー信号をも同時に取りこむ

多次元情報入力法を開発した。生理的信号としては心電図と呼吸曲線の2種で、両者共、カメラのX・Y信号と別に、250Hzのサンプリング周期で心電図をサンプルして、X・Y信号の他に、心電図信号をリスト・モードで収集した。呼吸曲線の場合もサンプル周期は異なるが、同じ方法で収集した。一方、エネルギー信号はX・Y信号と同期させた単チャンネル波高分析器(S-PHA)の上、下限内の信号で、リニア信号を利用した。これによると、S-PHAで選択された範囲のスペクトルが、X・Y信号と同時にリスト・モードで収集できた。これらの方法を高精度の心電図同期・心イメージの作成と、多重スペクトル・イメージングに応用した。

次に、国際原子力機関(IAEA)の共同プログラム「計算機補助シンチグラフィ技術の相互比較」では、第3回の比較を行った。今回の比較に用いたパターンは死体の肝臓に一樣に ^{99m}Tc をしみこませ、その中に濃度の異なる ^{99m}Tc を封入したプラスチック球を様々な位置にうめこんだ。球の大きさは多段階に変化させており、濃度の大きいものはhot spotとして、濃度0のものがcold spotとして描出される。このような肝を水中において、ガンマ・カメラで撮像し、128×128のデジタル像として、磁気テープに収録して配布された。送られた像はcold 46枚、hot 50枚の計96枚であった。

我々の所ではこれを $\sigma = 1.5$ 画素のガウス状フィルタで処理して、等高線表示を行い、欠損の位置を読影して、IAEAに解答した。世界各施設の読影結果はROC(receiver operating characteristic)解析によって、分析が進行中であるが、中間的な結論として、(1)一般に処理像は無処理の像より欠損を認識しやすい。(2)個人の読影差はあるが、処理法、表示法の違いによる差よりも小さい。(3)しかし、適当な表示法を選べば無処理像でも相当良い成績が得られる。(4)処理像では、ボケ補正を導入したフィルタが良い成績を示した。表示法のうちで、マイクロドット・イメージャーによるX線フィルムへの表示が特に良好であった。

(4) おわりに

上記の他に、コンプトン散乱断層(CST)の基礎的実験と胃X線間接写真の画質と診断能の定量的分析を行って興味ある知見を得たが、紙数の関係で別に報告する。

7. 分裂組止剤による人癌の成長動態の解析に関する基礎的・臨床的研究

病院部(宮本忠昭、大沼直躬*)

* 千葉大、小児科

放射線および抗癌剤の細胞分裂周期に与える効果が明らかにされ、これらの知識に基く新しい有効な癌治療法の開発が求められている。しかし、基礎と臨床とを有機的に結びつけこの期待に答える為には、1)すでに Growth Unit説として提案したような人癌の成長機構を細胞周期の知識にもとづいて合理的に説明し得るモデルの導入と、2)このような機構の Key となる成長のパラメーターを人癌からどのように求めるかの2点が解決されなければならない。従来、この解析は主として、 ^3H -TdR を生体に投与して行われて来たが、この DNA に特異的にとり込まれ、半減期の長い Isotope を人体に投与することは倫理上、問題があり、新しい方法論が求められている。当研究では、その一つの試みとして人癌の治療に用いられている Colcemid (Col.), Vincristine (VCR), Vinblastine (VBL), 等の分裂阻止剤を用いて固型腫瘍の成長のペラメーター (体積倍加時間: VDT, 細胞集団倍加時間: PDT, Growth Fraction: GF, および世代時間: GT) を求める方法を確立するために基礎的実験を行い、その結果得られた方法を用いて小児の神経芽腫細胞腫の成長のパラメーターを求め検討した。

〔材料および方法〕

実験動物及び腫瘍: 8~10週令の雌 C3Hf/He に、同系マウスより自然発生した扁平上皮癌(NRS-1: 浦野)の4代目を移植して解析に用いた。分裂阻止剤: Colcemid 1mg/Ampule (CIBA), Vincristine 1mg/Ampule (塩野義), Vinblastine 10mg/Ampule (塩野義), を生食あるいは F-10 培養液で希釈し、腹腔内投与を行った。分裂指数 (Mitotic Index: MI) の測定: 分裂阻止剤注入後、一定時間後にマウスを屠殺し、腫瘍を剔出し、永久標本を作って検鏡した。: $0.5 \times 0.25\text{mm}$ の矩形中の腫瘍細胞数とその内にある Metaphase にある分裂期細胞の数を400倍の視野下で求めた。この操作を一つの標本で少なくとも50区画以上繰返えて行い、次の式より MI を求めた。MI = 総 Metaphase 細胞数(50区画)/総腫瘍細胞数(50区画)。

〔実験結果〕

分裂阻止剤投与後3時間して集積した Metaphase 細胞の % に対する各薬剤の Dose Response Curve を求めると、Col. は 0.5mg/kg body weight で最も高率に Metaphase 細胞が集まったが、それ以上の濃度では、逆に減少した。VCR は 1.0mg/kg , VBL 2.0mg/kg で最も高率に集まり、それ以上の濃度では同率であったが、次第に pyknotic な分裂期細胞が増えた。

Col. による MI は、他の2剤の半分であるため、更に 0.5mg/kg の Col. 投与後の Metaphase 細胞の集積を1hより

6h まで時間の経過と共に求めてみると、2h から 3h の間で集積能率が落ちることが判った。Col. の場合には、pyknotic な細胞が少なく、むしろ、Telophase の細胞が多く見られるため、薬理学的に不十分用量が投与されたものと考え、第1回投与後から2時間後に更に半量 0.25mg/kg の Col. を追加投与してみた。この結果、VCR, VBL と同率の MI になることが判明した。ここで投与された各分裂阻止剤の濃度を実際に人体に投与できる濃度として比較してみると、Col., VBL, VCR の順に安全であり、VCR の場合は実際には投与不可能の量と判定された。一方、NRS-1 腫瘍の成長曲線を、 5.0×10^4 個の腫瘍を皮内に移植し、経時的にノギスで計測し $\pi(a, b, c)/6$ の式に縦、横、厚さを挿入し体積を求めて描いた。腫瘍の成長様式は、Exponential に成長し、体積が $10 \sim 20\text{mm}^3$ に達すると減速して上に凸の曲線を描く logistic type となった。分裂阻止剤の投与はすべて腫瘍が減速した段階で行われたので、Metaphase 細胞の集積率がこの段階で現われる非分裂細胞によって希釈され低下すること想定した。タイムコースの標本より、Col. 投与後の Metaphase 細胞の集積頻度分布を求めて、分裂分画に担当すると思われる高率集積群の MI を求め、 $GT = t \times \frac{\log 2}{\log(1+MI)}$ (puck の式) より GT を求めると、24h であり、すでに % ラベル分裂期細胞曲線より求められた GT と一致した。すでに求めた MI は、非分裂も画も含めて得られたものであり、この数が 100 % に達する時間は細胞集団倍加時間(PDT)と考えられる。更に NRS-1 腫瘍の成長曲線より VDT を求めると第1表のように NRS-1 腫瘍の各成長のパラメーターが Metaphase Arrest 法 (stathmokinetic 法) によって解析できることが判った。

第1表 Growth Parameters of NRS-1 tumor

	Colcemid	Vincristine	Vinblastine
GT (h)	24.9	21.0	27.2
PDT (h)	36.0	32.8	50.0
GF	0.69	0.64	0.54
VDT (h)	48.0 (day 10)	72.0 (day 12)	72.0 (day 12)
ϕ	0.25	0.54	0.30

GT (generation time) = $t \log 2 / \log(1+MI_r)$

PDT (porulation doubling time) = t / MI_a

GF (growth fraction) = $\frac{GT}{PDT}$

ϕ (cell loss factor) = $(1-PDT/VDT)$

VDT (volume doubling time)

〔人癌への応用〕

左腎部に発生した1才3ヶ月の男児の神経芽細胞腫に対し、手術3.5時間前に0.5mg/kgのCol.を1.5時間前に0.25mg/kgのCol.を分割投与し、手術によって剔出した腫瘍より固定標本を造り、MIを求めた。この結果、MI=0.045であり、PDTは、55時間であった。Col.の投与条件は、NRS-1腫瘍を用い実験より求められたが、人体の場合、充分であったか否かは、標本中の分裂期細

胞にAnaphse, Telophaseが含まれるか、pyknocitなMetaphase細胞が多く含まれるかで判定される。当標本ではpyknogisの分裂期細胞が多く、Col.の量が多いことを示唆していた。

〔研究発表〕

- 1) 大沼, 宮本, 第13回小児外科学会, 仙台 (1976.5)
- 2) 大沼, 宮本, 日本小児外科学会誌 (投稿中)

受 託 研 究

1. 魚卵発生に対する放射性核種の影響

—汚染水中で発生したメダカ胚の染色体異常—
環境衛生研究部（市川竜資，江藤久美*，須山
一兵） * 生物研究部

産卵中のメダカ雌雄を，夕刻，別々の水槽に分離し，翌朝一緒にして，1時間後に採卵した。授精卵を直ちに放射性核種を含む水中に移し，水温 25°C で飼育した。約 8 時間後に卵を押しつぶし，醋酸オルセインで染色して細胞分裂像を観察した。実験開始時の発生段階は，1～2 細胞期，固定時のそれは，初期ないし後期胞胚期であった。染色体異常は，細胞分裂後期（anaphase）および末期（telophase）にみられる染色体橋をとりあげ，

anaphase と telophase にある細胞数に対する割合をもって示した。

^{90}Sr を 0～1000 $\mu\text{Ci}/\ell$ の濃度で含む水中でメダカ卵を飼育した場合の染色体異常の頻度は，コントロールにて 0.4%であったのに対し，10 $\mu\text{Ci}/\ell$ では 1.4%，100 $\mu\text{Ci}/\ell$ では 0.8%，1,000 $\mu\text{Ci}/\ell$ では 3.2%となり， ^{90}Sr 処理群がいずれも高い頻度が観察された。

トリチウム水中で飼育した場合，1 Ci/ℓ で 1.7%，10 Ci/ℓ で 1.2%と染色体異常の頻度が増加した。

細胞分裂像の観察と平行して，各濃度での孵化実験を行ったが，胚発生の初期にみられる染色体異常と孵化率あるいは奇形発生率との間に有意な関係は認められなかった。

3. 経 常 研 究

(1) 物 理 研 究 部

概 況

本研究部は放射線障害、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の研究をすすめ、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的基礎資料を得ることを目的としている。

第1研究室では、アイソトープのイメージングを中心として、核医学および保健物理分野における物理的諸問題に関する研究を推進する一方、多結晶型高速ポジトロンカメラの開発研究（特別研究）を分担した。経常研究としては、従来の横断イメージングに関する研究を基礎として、高速多結晶型ポジトロンカメラを利用したポジトロン横断イメージング（コンピュータ断層法）への進展の準備としての画像処理の検討を行った。また、ガンマカメラと焦点検出器の組合せによるポジトロン・イメージングの研究では、前年度に引き続いて性能向上とデータ収集のオンライン化をはかり、臨床利用に供した。

短寿命R Iの医学利用に関連して、核医学機器の高速化の研究を進展させ、新方式を導入することによって高速ガンマカメラの開発に明るい見通しを得た。また、保健物理分野におけるイメージ技術の応用に関しても種々の有用な知見を得た。

第2研究室では、放射線の吸収線量計測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、前年度に引き続いて、つぎの研究を行った。電離箱線量計の電離イオン再結合損失に関する研究では、グラファイト壁・炭酸ガス充填の電離箱を用いて、 $n \cdot r$ 混合放射線場を測定するときの電離電流飽和特性がイオンの初期再結合と一般再結合の両者に依存することを明らかにした。医用放射線の標準線量の維持統一とトレサビリティに関する研究では、Co γ 線の線量測定について医用放射線測定地区センター（全国11施設）間の相互比較を行い、極めて良好な一致をえた。また、国内20余の病院の放射線治療装置について線量測定を実施して施設の実用値と比較し、Co γ 線とMV X線では $\pm 2\%$ 以内の一致がえられたが、電子線は満足すべき一致がえられなかった。電子線エネ

ルギースペクトルに関する研究では、本年度は測定法を改良して低エネルギー域を測定し、前年度までにえられた結果との総合および解析を試みた。また、放射線エネルギー吸収の微細構造に関する研究の一環としてLET分布の研究を始めたが、本年度は文献調査と比例計数管による測定法の予備実験を行った。

第3研究室では、固体線量計の線量測定に関連した基礎研究と応用研究を行っている。低原子番号TLDの高感度化、加熱条件によるTLDの応答の変化の研究、TLDの一般空洞理論の展開、診断用X線線量測定の相互比較のためのTLD郵送法の検討も行った。また、事故被曝時の線量推定に関連して、TSEEや有機物のフリーラジカルの線量計測への応用についても引き続き検討している。

内部被曝に関しては、当研究室のMIRD変換法が、ORNLで得つつある種々の条件での線量推定値とよい一致を示し、その有要性を確認した。トロトロストの内部被曝に関しても引き続き研究を行っている。

広島、長崎の原爆による決定臓器の吸収線量に関しては、カーマ値に対する決定臓器吸収線量の比を年令層別ファントムを用いて決定した。放射線低減に関しては、バン・デ・グラーフ加速器とサイクロトロンからの中性子のLET分布を測定し、更にファントム内でのLET分布についても検討した。また、医療用放射線使用施設の遮蔽設計基準については新しいデータに基づいて検討した。更に、サイクロトロン施設内外での作業者の被曝低減と患者の無駄な被曝からの防護についても検討した。

第4研究室では、重粒子線の医学利用と、サイクロトロンによるRI利用の物理的技術的問題の基礎研究を進めており、特別研究に参画してサイクロトロン陽子線の照射法の開発を行っている。経常研究では、陽子線ラジオグラフィーのために物質透過陽子線の線束エネルギー分布の理論計算法を開発し、これを用いて分解能と諸因子との関係を求めた。また500 MeV陽子線の医学利用計画について、陽子線診断施設と高エネルギー（破砕反応）中性子による癌治療施設および π^- 中間子線の生物照射装置を立案した。一方、サイクロトロン中性子線

のエネルギー分布を間引かないビームにTOF法を適用して測定することに成功し、この場合の高バック・グラウンドの除去に所要のn- π 弁別法での低閾値エネルギーの設定について研究を継続している。

R I利用の基礎的研究としては、前年に引き続き ^{40}K の崩壊および ^{131}mBa の崩壊についての実験的研究を行った。そのほか、R I利用にともなう放射線被曝、環境放射能(線)による被曝のさいの吸収線量算定の基礎となる核データについて調査研究を行った。

このほか、特別研究「中性子線等の医学利用に関する調査研究」に参加し、多くの成果をあげていくと共に、「医療被曝」による実態調査を行い貴重な資料を多数国連科学委員会に提出している。

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, 村山秀雄,
飯沼 武* (* 臨床研究部)

(a) 高速ポジトロン・カメラ(特研)に関連して、今年度試作、完成した高速多結晶型陽電子シンチグラム装置について、検出器の回転によるポジトロン・カメラの横断イメージングに対する復元処理の検討を行った。本装置の検出器の結晶配列によって形成される同時計数結晶対の検出情報に対し、良好な横断イメージを得るに必要な測定方向の数、検出器間距離、位置分解能等の各パラメータの関係を検討するとともに、電子計算機を使って、人工的な陽電子放出核種の頭部スライスファントムを作成し、横断イメージの復元処理についてのシミュレーション実験を行い、像の粗さ、解像力、測定方向数の検討を行った。なお、この研究は継続中である。

(b) 多結晶型焦点検出器とガンマ・カメラを組み合わせたポジトロン・カメラは基礎的性能を試験し、以下の結果を得た。位置分解能に関しては深さ9cmで6mm F. W. H. M., 深さ24cmでは9mm F. W. H. M.であり、位置分解能は深さにあまり依存しない。検出効率率は深さ5cmで0.5 cps/ μCi , 深さ20cmでは1cps/ μCi であり、同時計数動作をし、コリメータを用いているにもかかわらず、通常のガンマ・カメラと同程度の検出効率である。高計数率特性に関しては、サイクロトロンで生産された ^{13}N (半減期10分)を用いて試験した結果、最高計数率は3.5k cpsで、ガンマ・カメラの高計数率特性から推定した値3.45k cpsとよく一致した。計数10%のロスするとき計数率は約3k cpsであり、高計数率まで比例性が保たれてい

ることが判明し、最高計数率の場合でも解像力の劣化は見られなかった。

ポジトロン・カメラの位置信号を電子計算機でオンライン、リアルタイムで収集し、動態機能検査し得るようにし、ウサギに $^{18}\text{NH}_4$ を静注または直腸経由で動態機能検査を行うとともに、 ^{11}CO , $^{11}\text{CO}_2$ を犬に吸入させ、肺の動態機能検査を行い、装置の試験を行い、検査方法を確立した後、臨床への応用を試み、これらの動態機能検査に有用な事が判明した。

〔研究発表〕

- (1) 富谷, 田中, 野原: Radioisotopes, 25, 9 (1976)
- (2) 野原, 飯沼: 電子通信学会誌, 59, 1236 (1976)
- (3) 野原, 田中: 核医学, 14, 89 (1977)
- (4) 田中, 野原: 第16回核医学会, 久留米市 (1976.11)
- (5) 野原, 田中, 松本, 飯沼, 館野: 同上
- (6) 田中: 同上
- (7) 田中: 第15回原子力総合シンポジウム, 東京 (1977.3)

2. 放射能測定における精度向上に関する基礎的研究

田中栄一, 野原功全, 富谷武浩, 山本幹男,
村山秀雄

(a) ガンマ・カメラ等の核医学計測器の高速化を目的として、前年度までに行なったNaI検出器のバースト立上り時間の短縮に関する研究を進展させ、今年度は光電子増倍管の出力電流に比例する信号パルス(電流パルス)をとり出して、そのパルス幅を遅延電線クリッピング法によって短縮する方法を検討した。さらに高速ガンマ・カメラ実現のためのシステム検討を行い、「待合せサンプリング方式」と名付ける方式を考案してその基礎的事項に関する理論的検討と性能評価を行った。

すなわち、電流パルス信号を電子回路によって短縮したのち積分回路に入れ、その積分信号をある時間後にサンプリングすると、その出力信号の期待値は上記の積分時間に無関係にすることができるが、出力の統計誤差は積分時間とともに減少し、積分時間がNaI(Tl)の発光減衰時定数(0.25 μs)より十分長いときにはパルス短縮を行わない場合と等しくなる。そこで、待合せサンプリング方式では各信号パルスを波形短縮したのち、十分な時間(たとえば1 μs)積分したのちサンプリングして、その出力で位置演算(またはエネルギー分析)を行うが、もし後続のパルスが上記積分時間内に到来した場合には、その後続パルスによって第一のパルスをサンプリングし、ただちに積分器をリセットして第2のパルスの積分を開始する。この方式によると、位置分解能(また

はエネルギー分解能)は計数率の上昇とともに幾分劣化するが、低計数率時における性能は保存され、しかもパルス分解時間は大幅に短縮できることが期待される。この位置分解能と計数率の関係等を理論的に評価して、この方式の有望性を示す結果を得た。

(b) 当室にて開発した2次元比例計数管システムは、放射線の入射位置の2次元座標をスキャンせずに得ることができる。この特徴を保健物理における表面汚染の情報を得るために応用する方法と有用性を前年度に引き続き検討した。

その結果、コリメータを用いず汚染面に検出器窓を密着させる最も簡便な方法によっても、 β -, X-, r -線の各放射線種による汚染に対し、第1表にまとめたごとき性能

第1表 試作2次元比例計数管システムの性能

I. システム自身の性能	金網+マイラー		
◦ 入射窓の面積, 厚さ	20×30cm ² , 4mg/cm ²		
◦ 計数効率の一様性	<±10% (平均値の)		
◦ 微分直線性 (5cmごと)	<± 4% (平均値の)		
◦ 位置分解能 (半値幅)	ΔX = 0.3, ΔY = 0.1cm		
◦ エネルギー分解能 (6KeV, X-線)	20%		
◦ 自然計数率 (実験室)	200 CPM/100cm ²		
II. 核種に依存する性能	²⁰⁴ Tl	⁵⁵ Fe	⁵⁴ Mn
線 質	β MAX	X	r
エネルギー [MeV]	0.77	0.006	0.83
◦ 位置分解能 (半値幅) [cm]	2	1.5	2
◦ 計数効率 (密着)	1×10 ⁻¹	1×10 ⁻²	3×10 ⁻³
◦ 検出限界 [P Ci/100cm ²] (3σ _{BG})	2×10 ² / √t	2×10 ³ / √t	6×10 ³ / √t
t:測定時間[分]			

IIはコリメータなしで線源を窓に密着させた場合性能を持つことを実験的に確認した。R I カメラのこのような方法による応用の利点は、以下のごとくである

I) 汚染の位置・形状 (分布) がスキャンせずに知れる。

II) 定量の精度が、Iにより著しく向上する。

III) 検出器の位置情報出力が電気信号なので、オンラインの情報・画像処理が可能である。

IV) 最低検出限界を低下させ得る。

V) I~IV) が迅速に行え、対策に生かせる。

以上の利点を持つので、この方法は、人体・衣服・床・道具・実験動物の表面汚染の情報を得るのに有用であり、とくに創傷を伴う皮膚の汚染に対して迅速に対策をたてる上で有用であるとの結論を得た。

また、この目的に実用化の容易な1次元位置検出GM計数管の可能性も検討した。

〔研究発表〕

- (1) E. Tanaka : Proc. of 1st Asia and Oceania Congress of Nuclear Medicine, Vol. 2, A-11, Sydney, Sep. 6-10 (1976)

3. 放射線の吸収線量に関する研究

川島勝弘, 星野一雄, 平岡 武, 松沢秀夫

(a) 電離箱線量計を用いる測定法においては飽和電離電流 (電離された全イオン) を測定しなければならないので、電離イオンの再結合が起こるとその補正が必要である。前年度は、組織等価壁・組織等価ガス充填電離箱の電離電流飽和特性について実験的研究を行い、Boagの一般再結合理論が適用できることを明にした。本年度は、グラファイト壁・炭酸ガス充填電離箱を用いて中性子線・ r 線混合放射線場を測定するときの電離電流飽和特性を実験的に検討した。電離電流は、 r 線による寄与と中性子線による反跳重粒子核 (炭素, 酸素) の寄与から成る。反跳核はその経路に沿って密なる電離を生ずるので、電離イオンの初期再結合損失を検討する必要がある。当研究では、平行平板型外挿電離箱 (グラファイト壁, 炭酸ガス充填) を用い、バン・デ・グラーフ装置で発生させた2MeV中性子線 (r 線混在) に対し電極間隔を1~25mmに変えて電離電流の飽和特性を測定した。実験結果を初期再結合損失についてのJafféの理論と比較し、飽和の程度が40%以上では実験と理論が一致するが40%以下では一致しないことがわかった。不一致の原因は r 線の寄与が一般再結合損失 (Boagの理論) に従うからであろうと考え、JafféとBoagの両理論を組合せた理論式と実験結果を比較したところ、良好な一致が得られた。指頭型電離箱 (1cc~10cc) を用いた実験においても同様な結果が得られた。さらに高エネルギー中性子線については、サイクロトロン中性子線を用いる実験を行う予定である。

(b) 放射線治療において、治療データの相互比較や治療成績の向上をはかるための物理的要因は病巣吸収線量の正確な評価と各医療施設間における線量値の相互統一である。当研究では、前年度に引き続き、国内20余の施設の放射線治療装置 (コバルト60 r 線遠隔照射装置, リニアアクセラレーター, ペータトロン) について線量測定を行い、各施設の実用値と比較した。医療用標準線量計, Mix DP 板積層ファントム等を携行し、各施設で次項の測定を行った。(1) コバルト r 線の空中照射線量およびファントム中における校正点吸収線量, (2) 4~10MV X線のファントム中における校正点吸収線量, (3) 4~30MeV電子線のファントム中の吸収線量, (4) フィ

ルム黒化法による照射野の測定。

これらの測定値と各施設の実用値を比較すると、コバルト γ 線およびMV X線の吸収線量については本年度に至り初めて $\pm 2\%$ 以内の施設間一致が得られた。しかし、電子線では施設間における線量の相違が $\pm 5\%$ の範囲に広がっていた。電子線について良好な一致がえられない原因は、電子線ビームの平坦度の変動、モニター線量計の再現性不良、位置決めの際の幾何学的誤差などが指摘されよう。したがって、現状では既設のモニター線量計の常時チェックが必要である。これらの難点を補正できるモニターの開発研究を、次年度以降に計画する予定である。他方、照射野については、フィルム黒化法で測定した照射野(50%黒化度幅)と装置に固定されたライトビームによる幾何学的照射野を比較すると、両者間の相違はMV X線で $0 \sim 4\text{ mm}$ (平均 2 mm)、コバルト γ 線では $0 \sim 9\text{ mm}$ (平均 4 mm)であり、後者について照射野点検の必要性が認められた。

(c) 医用放射線の吸収線量計測における標準線量の維持統一およびトレサビリティの確立に関する研究の一環として、本年度は医用放射線測定地区センター(全国11施設)間の情報交換および標準線量計(JAPM)による線量測定の相互比較を実施した。放医研のコバルト γ 線の空中照射線量を各地区測定センターの担当者が測定し、その測定値と放医研の測定値との比が求められた。この比の平均値は1.001、標準偏差は $\pm 0.8\%$ であり、満すべき一致がえられた。

〔研究発表〕

- (1) 平岡, 川島, 星野, 松沢: 日本医放学会第31回物理部会, 福島市(1976.5)
- (2) 川島, 平岡他: 日医放会誌, 37(2), 185—191(1977.2)

4. 放射線のエネルギー分布およびLETに関する研究 星野一雄, 稲田哲雄, 川島勝弘, 松沢秀夫

(a) 電子線照射の際の吸収線量評価においては、体内の電子線スペクトルに関する情報が不可欠の一因子であ

る。当研究では、電子線治療時に対応する照射条件下で水ファントム中の電子線エネルギー分布の変化を実験的に研究した。電子のエネルギー分析には電磁石型スペクトロメーターを用い、電子軌道半径(ρ)を固定し磁場強度(B)を変えながら運動量($B\rho$)に対応する電子数を検出した。この場合、電子の検出感度は電子エネルギーの減少に従って著しく低下するので、低エネルギー電子の測定精度が低下した。そこで本年度は、軌道半径と磁場強度を固定し一定のモニター値に達するまで検出電子数を積算する方法を用い、数 MeV 以下の低エネルギー電子の測定を行った。この実験結果と前年度までの測定結果を総合したデータの解析を続行中である。

(b) 放射線の生物学的効果を十分に解明するための重要な一因子として、放射線エネルギー吸収の微細構造に関する基礎データが要求される。この研究の一環としてLET分布に関する研究を前年度から始めたが、本年度はこれに関する文献の調査解析および比例計数管の特性試験とCor線について予備実験を行った。

5. 放射線被曝における決定臓器の吸収線量に関する研究

加藤義雄, 丸山隆司, 中島敏行, 白貝彰宏,
山口 寛, 隈元芳一*, 越島得三郎**, 西沢
かな枝***, 橋詰 雅, 松沢隆嗣***, 村山
義彦**** (*サイクロトロン管理課, **養成訓
練部, ***研究生, ****根本特殊化学KK)

(a) 低実効原子番号の熱ルミネッセンス線量計の高感度化について研究した。

従来の銅イオンとマグネシウムイオンを添加したフッ化リチウム結晶に、更に第三の付活剤として燐、珪素またはほう素イオンを添加し、新しい発光体を作った。

第2表は試作した新しいフッ化リチウムTLDと市販されているTLDとの感度の相互比較をした結果である。

この表が示すように、新しい発光体は感度の観点からみると、現在、市販されている高感度発光体に匹敵

第2表 Relative Sensitivity of Some Phosphors to TLD-100 LiF

TLD Material	LiF(TLD-100)	LiF(50P)	Mg ₂ SiO ₄ (Tb)	CaSO ₄ (Dy)	LiF(Mg, Cu, P)
Relative Sensitivity	1.00	5.86	21.2	16.3	22.8

し、Hashaw社のTLD-100LiFの感度の約23倍に相当するものが得られた。これは、低線量計測用の低実効原子番号発光体として利用できるものとの結論を得た。

〔研究発表〕

- (1) 中島, 松沢, 村山: 昭和51年秋, 日本原子力学会, 東海村(1976.10)

(2) 中島, 松沢, 村山: 37回応用物理学会学術講演会, 仙台市 (1976.10)

(3) 中島, 松沢, 村山: Health Physics, 投稿中

(b) 診断用X線線量評価の国内相互比較

X線撮影による患者と術者の被曝が注目され, 多くの施設で調査研究がなされているが, その線量測定法は多様で, 被曝線量の評価が同一レベルで行われているか疑わしい。当研究室は診断用X線線量評価の国内相互比較の必要性を認め, その第1段階として, 高感度TLDの郵送による線量評価への影響について検討した。郵送実験は春, 夏と冬の3回行った。TLDの照射から測定までの期間は約1ヶ月であった。その結果, 10本のTLD素子を1組として, 照射用1組, 郵送中の退行現象の検出用(既照射)1組と郵送中の被曝の検出用(B.G.用)1組の3組を使えば, ほぼ3%以内の精度で各施設の線量測定の相互比較が可能であることがわかった。

(c) 一般空洞理論

空洞理論について引き続き検討してきた。

X, γ 線の吸収線量測定に関連して, 空洞壁の影響を考慮に入れ, Burlinの一般空洞理論を拡張した, 平均質量阻止能比 f_m , を与える式を導入した。

$$f_{m,i} = d_i \left\{ \alpha (S/\rho)_m^i + \beta (S/\rho)_w^i (\mu_{en}/\rho)_m^w \right\} + (1-d_i) (\mu_{en}/\rho)_m^i$$

mは媒質, iは空洞, wは空洞壁, λ は光子を意味する。dはBurlinにより与えられた重みづけ因子, α は媒質中で発生した2次電子の空洞への壁透過率, β は壁中での2次電子の再生率である。(S/ ρ) $_m^i$ は平均質量阻止能の比, (μ_{en}/ρ) $_m^i$ は平均質量エネルギー吸収係数の比を示す。

また, 高エネルギー電子線に対する平均質量阻止能比 $f_{m,e}$ として次式を与えた。

$$f_{m,e} = d_e (S/\rho)_m^i, \quad d_e = D_i/D_{i0}$$

eは電子を意味する。 D_i は一般空洞の, D_{i0} は小空洞の吸収線量で, 高エネルギー電子線のエネルギー付与理論式から近似的に計算される。

空気電離箱, Fricke, LiF-TLDの各線量計による高エネルギーX, γ 電子線の吸収線量測定にこの理論を適用し, 検討を加えた。

〔研究発表〕

(1) 白貝: Phys. Med. Biol. 22,499(1977)

(2) 白貝: 日本医放会誌 37,570(1977)

(3) 白貝: 日本医放会誌 印刷中

(d) MIRD法の体格による変換法

ORNLで試みに行われた子供, 幼児に対するSAFの最新の計算結果を, 我々の変換法で分析したところ, 変換法の有用性がさらに確められた。現在の変換法は, 自己吸収に対する変換と, 自己吸収以外に対する変換とからなっている。また, 今まで困難であった全身, 全骨など全身に広がった臓器に対する変換も, 修正因子を導入することで可能になった。変換法で得られたSAFの推定値は, ORNLのMonte Carlo法による推定値と, factor 2以内で系統的に一致することを見た。ORNLでは, Monte Carlo法で得られなかったSAFをBuild up法で計算する根拠を, factor 2以内での一致と設定しているので, 我々の変換法はBuild up法と同程度の精度を有する推定法であることがわかる。

現在, MIRD法は核医学からより広い保健物理分野へと, その適用範囲を広げつつあるが, 今後は, その際の問題点を検討して行く。

〔研究発表〕

(1) 山口: 第31回日医放物理部会, 福島県立医大 (1976.5.10)

(2) 山口: 第12回日本保健物理学会, 東京 (1976.2.19)

(e) 広島, 長崎における決定臓器の吸収線量の推定

前年度までに原爆放射線被曝者の甲状腺, 生殖腺, 活性骨髄さらに胎内被曝児の吸収線量を推定するため, カーマ値に対するこれら決定臓器の吸収線量の比(D/K)を求めた。今年度から, 改良されたMIRDファントム¹⁾を用い, 上記の臓器のほかに肺, 胃, 肝などの臓器や乳房についてD/Kの算出を開始した。

1945年ごろの日本人の体位(身長, 体重, 胸囲等)を参考にして, 被曝当時の幼児(0~3才), 小児(4~7才), 児童・生徒(8~14才), 成人(15才以上)男・女計5つの数学的ファントムを考案した。これらのファントム中にx, y, z軸を設け, 各臓器・組織の問題とする位置の座標を決めた。いろいろな入射角度で各臓器・組織に入射する放射線の体内経路を算出し, 実験で測定されている(D/K)比の体内分布曲線から各入射角度について(D/K)比を算定した。これらの比に原爆放射線の角度分布の補正を行った。

結果の一例として, 広島で爆心から1,000mの地点で, 背面から原爆に被曝した場合, 胃の中心での(D/K)比は, ガンマ線に対して0.53, 反跳陽子に対して0.12, さらに熱中性子によるH(n, γ)D反応のガンマ線に対して0.10であった。

(文 献)

- (1) W. S. Snyder, M. R. Tord, G. G. Warner, and S. B. Watson : ORNL-5000 (1974)

〔研究発表〕

- (1) 橋詰, 丸山, 西沢, 福久 : J. Rad. Res. **18**, 67—83 (1977)

6. 放射線被曝の低減に関する研究

丸山隆司, 和田 允*, 西沢かな枝*, 橋詰 雅 (* 研究生)

(a) LET分布の測定

EG&G社製LET比例計数管を用い, パン・デ・グラーフおよびサイクロトロン中性子によるLET分布を測定した。使用した計数管はLET-SW 1/2で, 厚さ0.127cmの組織等価物質を壁材とし, 直径0.0007cmの針金を中心電極とした内径1.27cmの球状比例計数管である。メタンガスをベイスにした組織等価ガス(20°C, 760mmHgで1ℓ当り1.062gの質量)を5.25cmHg封入することによって, 直径1μの球状組織(密度1)をシミュレートすることができる。今回は2μ直径の組織中でのエネルギー付与スペクトルを測定し, 得られたY分布を電算機で処理することによりLETでの吸収線量分布D(L)を算出した。

中性子線源として30MeV重陽子によるBe(d, n)反応中性子(サイクロトロン中性子)と2.5MeV重陽子によるBe(d, n)反応中性子(パン・デ・グラーフ)を用い, 組織等価ファントム中のいろいろな深さでのD(L)分布を求めて比較した。D(L)分布から, 陽子ピークの値はサイクロトロン中性子で76keV/μ, パン・デ・グラーフ中性子で85keV/μであった。高エネルギー中性子によるC(n, α)反応からのα粒子のピークが195keV/μにみられた。線量平均LET($\bar{L}_D$)とトラック平均LET($\bar{L}_T$)を計算した。

その結果, サイクロトロン中性子に対する $\bar{L}_D$ は約88keV/μおよび $\bar{L}_T$ は約15keV/μであり, パン・デ・グラーフ中性子では $\bar{L}_D$ が約62keV/μで, $\bar{L}_T$ が約33keV/μであった。ファントム中の深さによるD(L)分布の違いはみられなかった。今後はさらに測定をくり返すと共に, 計数管の壁材からのδ線の影響など細部について検討を加え, LET測定法を確立したい。

〔研究発表〕

- (1) 丸山, 福久, 橋詰, 和田, 西沢 : 第19回日本放射線影響学会, 広島市(1976.10)

(b) 医療用放射線使用施設の遮蔽設計

医療用放射線使用施設の遮蔽設計基準について, 最近のデータに基づいて検討した。国際的にもICRPや

NCRPなどが最新の遮蔽データをまとめると共に, 医療用放射線使用施設の遮蔽設計上の問題点を取上げている。

今回の検討の結果, (1)高エネルギー放射線の散乱線の種々物質による減弱, (2)速中性子の減弱と散乱, (3)核医学における廃棄物処理など解決すべき問題が多いことがわかった。

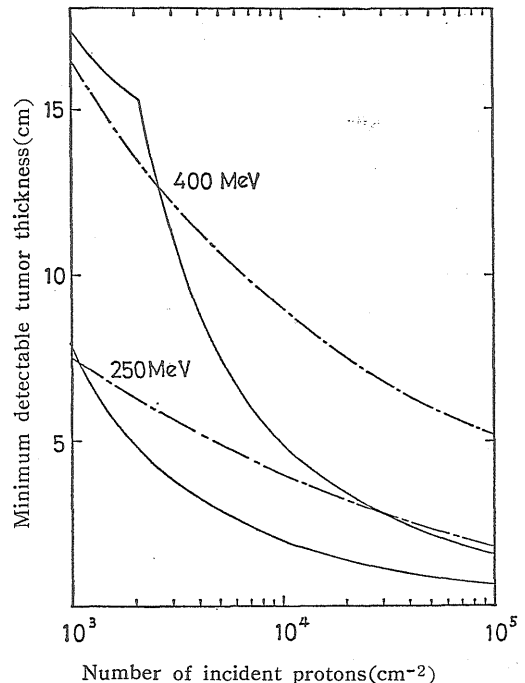
(c) サイクロトロンの保健物理

医用サイクロトン施設内外での保健物理的測定を行い, 放射線作業員の被曝の低減と患者への無駄な被曝を防ぐ方法を検討した。照射室内の残留放射能に特にめだつた変化は認められないが, ^{56}Co や ^{54}Mn など比較的半減期の長いRIが鉄材などから検出された。

7. 大型加速器による重粒子線の医学利用に関する研究

稲田哲雄, 河内清光, 金井達明

(a) 陽子線ラジオグラフィの診断能におよぼす諸因子の寄与をシミュレートするために, 陽子線の物質透過に伴う線束エネルギー分布の理論計算法を開発した。陽子線写真は, ブラッグ・ピークを利用して深さ方向の僅かな電子密度の変化を検出できるとともに, 側方散乱が小さいので輪郭のボケが無視でき, 放射線診断に有力な情報を与えることができよう。しかしながら, 被曝線



第1図

量の軽減、入射陽子線のエネルギー幅および検出器の条件により分解能は変化する。本年度は、入射陽子線束・エネルギーを変えて、人体内でのエネルギー分布の変動を求め、深さ方向への電子密度の異なる腫瘍組織の大きさの検出限界を理論的に算出し、それに伴う被曝線量を推定した。統計誤差が小さくて、対比度の良い電子密度差の検出のために陽子の深部線量分布におけるブラッグ・ピークまたはその曲線降下部の変曲点を求めて平均飛程の変位を見出すことになる。検出器には厚さ1mmのシンチレーターの積層を考えた。

結果の典型例を第1図に示す。被検体厚35cmとし、これに単一250MeVおよび400MeVより減速した250MeV陽子を入射した線束と、これにより検出可能な最小腫瘍サイズとの関係で、実線がブラッグ・ピーク位置の検出、鎖線がブラッグ曲線降下部の変曲点の検出による方法である。なお、腫瘍の電子密度が正常組織のそれと5%異なる場合であり、もし組織中の空洞を検出するならば、この約1/20のサイズの検出が可能であろう。よって、 10^4 ヶの250MeV陽子線用いれば、体厚35cm中の1mmの空洞が検出できよう。なお、この場合の被曝線量は約1mrad/ 10^4 protons $\cdot$ cm $^{-2}$ と算定された。

(b) サイクロトロン中性子線のエネルギー分布を、間引きしないビーム (unchopped beam) について飛行時間法を適用して測定することができた。これによって、あらゆるサイクロトロン中性子のエネルギー分布が実測可能となった。しかし、この場合にはバックグラウンドが高いためにn- π 弁別法の導入が必須であり、同法における閾値エネルギーを低く設定すべく研究中である。

(c) 500MeVの陽子線が高エネルギー物理学研究所のブースター加速器において医学利用等に供されることになり、その計画立案のための調査研究を行った。この結果として、高エネルギー (破壊反応) 中性子線による癌治療および陽子線ラジオグラフィへの適用に着手し、また π^- 中間子線 (約250g $\cdot$ rad $\cdot$ min $^{-1}$) の生物照射装置を設けて基礎研究を画ることとした。

〔研究発表〕

- (1) 稲田, 河内, 金井: 日医放物理部会, 飯坂町 (1976.5)
- (2) 稲田: 第13回理工学における同位元素研究発表会, 国立教育会館 (1976.7)
- (3) 河内: 京大研究会, 熊取 (1976.8)
- (4) 稲田, 河内, 金井: 日本原子力学会, 原研東海研 (1976.10)
- (5) 金井, 河内, 稲田: 日医放物理部会, 横浜県民ホール (1976.11)

(6) 稲田: 第24回応物理学会, 慶応大 (1977.3)

8. RIの医学生物学利用における物理的基礎に関する調査研究

喜多尾憲助, 河野宗治* (* 養成訓練部)

(a) ^{48}K の崩壊に関する研究

前年に引き続いて、 ^{48}K の崩壊にともなう r 線の詳しい測定が、ゲルマニウム検出器を使用して行われた。

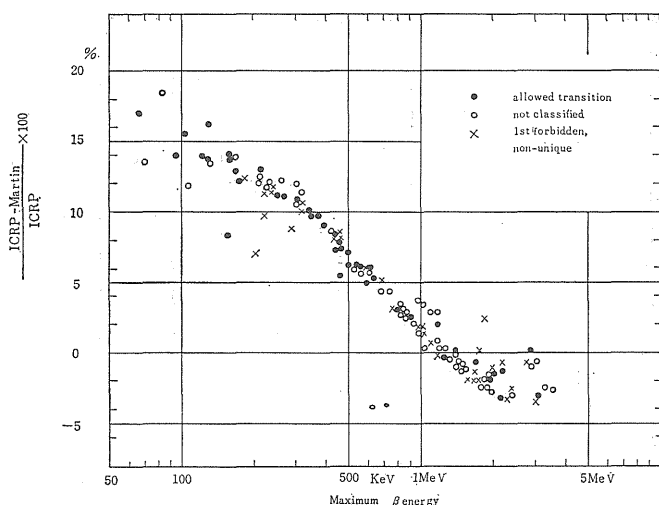
^{48}K は、放医研サイクロトロンにより加速された α 粒子をもちい、 $^{40}\text{A}(\alpha, p)^{48}\text{K}$ 反応によって作られた。 r 線強度の測定とともに、半減期の測定も行われ、 22.7 ± 0.37 時間の値を得た。従来発表されている値は22.2時間である。なお、この研究は鈴木和年(サイクロトロン管理課)岩田練(臨床研究部)らの協力を得た。

(b) 短寿命に関する研究

これまで、十分な測定が行われておらず、崩壊図式も確定していない短寿命核 $^{181\text{m}}\text{Ba}$ (半減期14.6分)の崩壊を研究した。 $^{181\text{m}}\text{Ba}$ は同位体濃縮した ^{180}Ba を京都大学原子炉の高速オンライン照射設備を使用して、2~10分の照射を行って生産した。 r 線スペクトルおよび内部転換電子スペクトルの測定には、ゲルマニウム検出器およびシリコン検出器を使用した。これまでのデータの解析から得られた予備的な結果によると、79keVと108keVの r 線の強度比およびK-X線の強度比から、 $^{181\text{m}}\text{Ba}$ (187.5keV)の励起状態のスピン・パリティは $9/2^-$ で、その崩壊は、 $9/2^-$ (E3: 79keV) $\rightarrow$ $3/2^+$ (M1 + 2%E2: 108.4keV) $\rightarrow$ $1/2^+$ (g. s.) となり、Gizonら(Nucl. Phys. A252(1975)509)のインビーム・スペクトロスコピの結果と一致する。なおこの研究には、佐藤孝次郎(千葉工大)、草刈英栄(千葉大)が参加した。

(c) 核データに関する調査研究

放射性核種の放出する β 線の平均エネルギーについて調査研究した。 β 放出核種の β 線による臓器等の吸収線量を計算する場合、最終的に重要な核データの1つは、 β 線の平均エネルギーである。この値はほとんど実測されていない。1959年ICRP(国際放射線防護委員会)のPublication No. 2では、 β 線の平均エネルギーを計算する式として、 β^- 崩壊に対し、 $E_{av} = (E_m/3)(1 - \sqrt{Z}/50)(1 + \sqrt{E_m}/4)$ を与えている(ここで E_m は β 線の最大エネルギー、 Z は放出核の原子番号)。もっと詳細な値は、基礎的な核データ(β 線分岐比, ft値, β 線の最大エネルギー, 親核のスピン・パリティ, 娘核の励起準位の性質, r 崩壊の性質など)をもとにして、計算によって求めなければならない。最近、核データの蓄積を背景にして、この種の計算が二、三見られる。これらの計算を基



第2図

礎にして、ICRPの式は、どれほどの精度があるものか、を検討してみた。第2図に、許容転移型および第1禁止転移（非単1）型の β 崩壊について、Martinら(Nucl. Data (Tables) 8 (1970) 1)の計算値とICRP計算値との差を示してある。

(2) 化学 研 究 部

概 況

化学研究部は放医研の基礎分野を担当する。研究の分野は、生体に対する放射線影響の物理化学的および生化学的研究、ならびに環境、生体中の放射性核種、安定同位体の分析化学的、錯塩化学的研究である。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) 放射線作用に関与する重要な生体分子である核酸・蛋白質複合体の構造、(2) 放射線感受性および耐性機構の分子レベル、細胞レベル、免疫学的レベルの研究を進めている。一方、後者においては関連する分析法の開発、基礎的問題の解明を行っており、(3) 放射化学分析の基礎的研究。(4) 水溶液中における放射性核種の存在状態に関する錯塩化学的研究を進めている。

これらに関して、本年度もそれぞれ着実に新しい成果をえており、関連の学会または学会誌に報告を行った。

なお、座間光雄は原子力留学生として米国オークリッジ国立研究所生物部で昭和51年11月から研究を行っている。(玉置文一)

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

ヌクレオヒストンのモデルとしてDNAと塩基性ポリペプチド(ポリリジン(poly Lys), ポリオルニチン

(poly Orn), ポリアルギニン(poly Arg))との複合体の研究を進めている。この中でpoly ArgはDNAとの結合に際し、結合様式、DNAの構造変化、DNAの集合体形式の点でpoly Lys, poly Ornとは異なる挙動を示すことが明らかになった。poly Argの特性を知る目的で、poly Argと各種の負イオンとの相互作用をしらべ、以下の結果を得た。

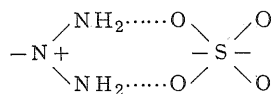
(A) 低分子陰イオンとの相互作用

1) poly Argは2価の陰イオン(SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , HPO_4^{2-} , CO_3^{2-})および $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$, $\text{P}_3\text{O}_{10}^{5-}$ のような多価陰イオンの存在で容易に α -ヘリックスを形成する。これに対し Cl^- , OH^- , H_2PO_4^- , HCO_3^- , ClO_3^- のような1価の陰イオンでは α -ヘリックス形成は見られない。

2) いずれの陰イオンでも高濃度に存在するとpoly Argは β -ターン構造の円偏光二色性を示し、高次の集合体を形成する。

3) poly Lys, poly Ornでは2価イオンによる α -ヘリックス形成は見られず、また高イオン濃度での集合体形成も少ない。

以上の結果からArgのグアニジニウム基が四面体構造をもつ陰イオンと、



の形の水素結合を含む安定な結合を形成すること、またこの結合によってpoly Argの2つのグアニジニウム基

が橋かけされ、poly Arg の α 構造が安定化されることが推測される。この構造は分子構造モデル (C P K モデル) を組むことによって示唆された。

(B) 高分子陰イオンとの相互作用

1) ポリグルタミン酸(poly Glu)、ポリアスパラギン酸(poly Asp) 等の酸性ポリペプチド、ポリアクリル酸(PAA)、ポリエチレンスルホン酸(PES) 等の酸性合成ポリマーは poly Arg の α -ヘリックスを安定化する。特に poly Glu の場合には α -ヘリックスの poly Glu と α -ヘリックスの poly Arg の複合体が形成される。

2) これに対し、未変性および変性 DNA, poly U は poly Arg の α -ヘリックス形成に有効ではなかった。

3) 熱および尿素の効果を調べた結果、複合体の構造の安定性は、PAA-poly Arg > poly Glu-poly Arg > poly Asp-poly Arg > PES-poly Arg, であった。

以上の結果から、poly Arg の α -ヘリックス構造を安定化するためのポリアニオンの条件として、(i) 電荷密度が適度に小さいこと、(ii) α -ヘリックス以外の硬い構造 (たとえば DNA の塩基間相互作用による構造) をとらないこと、(iii) スクレオチドのような大きな残基を含まないこと、が考えられる。

〔研究発表〕

- (1) Zama, M. and Ichimura, S. : Biopolymers, **15**, 1693—1699 (1976)
- (2) Ichimura, S. and Zama, M. : Biopolymers, **16**, 1449—1464 (1977)
- (3) Mita, K., Zama, M. and Ichimura, S. : Biopolymers **16**, in press.

2. 放射線感受性および耐性機構の生化学的研究

(その2) 細胞レベルの研究

松本信二, 東 智康, 森明充興, 島津良枝

紫外線による DNA 障害の修復機構のうち、除去修復の解明を進めている。(1) *qolA⁻ uvrB⁻* は致死になることから、*uvrB* 遺伝子は修復だけでなく正常な菌の増殖にも関与している結果を得たので、DNA の修復と複製の間には関連があると考えた。*polA⁻ uvrB⁻* の致死性を抑制する遺伝子 *spu* の性質の解明は、この両者の関係を明らかにすると考え、*spu* の遺伝解析を行った。*spu* は種々の Hfr を用いた接合実験から *his* 近傍にあり、*his-sup D-spu* の順序であることがわかった。また、P1 形質導入の実験から *sup D-spu* 間の距離は 0.3 分以内であり、*his-spuD-spn-uvrC* と判明した。(2) *polA⁻ uvrA⁻* は生存可能なことから、*uvrA* 遺伝子は修復だけに関与し、修復酵素 UV エンドヌクレアーゼの構

造遺伝子と推定して、酵素の精製法を検討した。大腸菌細胞から、音波処理、相分離、CM Sephadex により酵素を約 50 倍に精製した。また、*uvrA^{ts}* 菌から取った酵素は温度感受性を示し、*uvrA* は UV エンドヌクレアーゼの構造遺伝子と考えられる。

真性変形菌の変形体では核分裂の時期が完全同調しており、照射時期と放射線耐性機構との関連を研究するのには有利である。核分裂の時期の遅れを指標としてみると、X線照射では核分裂期に近い程遅れは大きいのに対し紫外線では逆に遅れは小さくなる。環状—AMP 等の薬剤では投与時期によらず一定の遅れとなる。これより、X線は核分裂開始の制御物質を紫外線照射はその制御物質の生産機構に影響を与えるものと推定した。紫外線照射をすると次回の核分裂周期が短縮されるが、この周期では細胞を飢餓培地で培養しても細胞の位相は進行する。このことは紫外線は核分裂開始の制御物質には影響を与えておらず、核の数を減少させて相対的にその制御物質の濃度を高くしている事を示唆する。この周期中における核および核小体の生長を光学顕微鏡で測定し、非照射の場合と同じ変化を示す事がわかった。これより核および核小体の大きさは紫外線照射および飢餓による細胞質の活性の低下にもかかわらず増大し、細胞周期が進行する事がわかった。

大腸菌 *mtcA* 変異株がドデシル硫酸ナトリウム(SDS) によってフィラメント細胞となる知見に基き、細胞分裂に関する研究を進めている。今年度は *mtcA* 変異株が野生株とは細胞表層部の膜蛋白質のレベルで相異し、変異株は分子量約 5 万の微量に存在する外膜蛋白質が欠落していること、*mtcA* 変異株とは異なる遺伝子上に変異をもち、コリシン *E₁* に耐性となる *mtcB* 変異株も、*mtcA* 変異株と同様フィラメント細胞となること、さらに同一の膜蛋白質を欠落していることを明らかにした。これらとこれまでの成績から、両変異株は細胞表層部が変異した結果、SDS 感受性隔壁形成を呈する様になったものと考えられる。両変異株におけるフィラメント細胞と正常細胞から調製した細胞膜および外膜の膜蛋白質を電泳法で比較したが、有意な差は検出できなかった。細胞分裂に直接関与している蛋白質は、膜分画から失われやすいものか、あるいは検出できない程少量しか含まれていないものと考えている。

〔研究発表〕

- (1) 森明, 島津, 石井: J. Bacteriol. **126**, 529 (1976)
- (2) 森明, 島津: Molec. Gen. Genet. **147**, 243 (1976)
- (3) 島津, 森明: 第48回遺伝学会, 大阪 (1976.10)
- (4) 松本: Cell. Str. Func. **2**, 印刷中

- (5) 松本：第29回細胞生物学会，仙台（1976.11）
 (6) 東：微生物をめぐる分子生物学とその薬学領域における応用面シンポジウム第3回，長崎大（1976.10）

3. 放射線感受性および耐性機構の生化学的研究

（その1）生体高分子における研究

沢田文夫

生物が生命を維持するためには，無数の酵素蛋白質の作用の下に，さまざまな生化学反応が秩序正しく進行する必要がある。中でもアロステリック酵素と呼ばれる一群の酵素では，その作用を受ける物質（基質）以外の生体物質（アロステリック物質）によって酵素活性の強さが巧みに調節されている。このようなアロステリック酵素に対する放射線の作用の研究は生物の放射線感受性の機構を探るために重要であるが，一般にそれらの酵素の構造が複雑なために，困難に遭遇している。しかるにわれわれは，立体高次構造など諸性質が非常にくわしく知られているウシ脾臓リボスクレアーゼAがアロステリック酵素モデルとなることを見出したので，この酵素を用いてアロステリック性に対する放射線の影響の研究を始めた。

初年度においては，リボスクレアーゼAの基質とは化学構造の全く異なる生体物質の葉酸がこの酵素の酵素活性を拮抗的に阻害すること，その作用点は低分子基質の結合部位とは異なること，また酵素に対する葉酸の結合は共同的で最大結合量は3分子であることなどを見出した。

〔研究発表〕

- (1) 沢田，入江：第48回日本生化学会大会，福岡（1975.10）
 (2) 沢田，入江：日本生物物理学会第15回年会，広島（1976.10）
 (3) 浦田，鳥井，三井，飯高，沢田：同 上

4. 放射線感受性および耐性機構の生化学的研究

（その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，市村国彦

免疫反応に関与する各種細胞間の相互作用を細胞学的および生化学的側面から研究するための系として，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。

まず，初歩的段階として，宿主マウスが腫瘍に対し抵抗性を獲得する方法（免疫法）ならびに，この抵抗性に関与する細胞の種類を明らかにするための実験を行い，

次の点を明らかにした。

人工的細胞融合法により，腫瘍細胞に正常細胞成分を導入して生じたハイブリッドのうち，両親細胞と同系の宿主マウスに移植しても，まったく腫瘍を形成しないが，腫瘍移植抗原を保持している細胞（43L）を宿主マウス（C3H/He）の腹腔内に 5×10^5 個以上，1週間間隔で2回注入すると，殆んどすべての宿主は43L細胞と共通腫瘍移植抗原をもつ腹水型化した腫瘍細胞（MM 46）に対して抵抗性を獲得する。更に，この方法で腫瘍に対する抵抗性を獲得した宿主マウス（免疫マウス）の腹腔浸出細胞が腫瘍に対する抵抗性機構に関与している。

この免疫マウスの腹腔浸出細胞の中の，どのような種類の細胞がどのような機序で，抵抗性に関与しているのかは現在研究中である。

〔研究発表〕

- (1) 市村：Jap. J. Microbiol., **20**, 551 (1976)

5. 放射北学分析における基礎的研究

河村正一，渡利一夫，今井靖子，柴田貞夫，
黒滝克己，竹下 洋

現在までに一連のフェロシアン化金属塩の沈殿を作り，その組成およびR Iに対する吸着特性などを調べてきたが，今回は溶液中で同じ種類の試薬を使って沈殿を生成させて，核分裂生成物，誘導放射性核種の捕集率を調べ，R Iの捕集法としての有用性について検討した。

まず，硝酸塩溶液3に対しフェロシアン化ナトリウム溶液を1のモル比の割合で試薬を加え，沈殿を作った。その結果， ^{137}Cs の定量的な捕集には0.1M溶液のコバルト，ニッケルおよび銅を加えたとき，その添加量が6 mlを越えると十分であることがわかった。なお，0.1M硝酸亜鉛およびジルコニルでは定量的な捕集ができなかった。このうち，硝酸ニッケルにフェロシアン化ナトリウムを加えたときに生じた溶液内の沈殿は，沈殿が細かいため沈降に時間がかかった。これに反し，硝酸銅およびコバルトにフェロシアン化ナトリウムを加えて作った沈殿は比較的早く沈降するので有用であると考え，この2つの系について各種R Iに対する捕集率を調べた。その結果，フェロシアン化ナトリウムに硝酸銅を加えても硝酸コバルトを加えてもあまり変わらなかった。すなわち， ^{88}Sr ， ^{144}Ce はほとんど捕集されず， ^{59}Fe ， ^{60}Co の捕集率は硝酸銅にフェロシアン化ナトリウムを加えたときよりも，硝酸コバルトにフェロシアン化ナトリウムを加えたときが大きかった。また， ^{137}Cs はいずれも定量的に捕集された。つぎに，海水中のセシウムの吸着速度を調べたところきわめて早いことがわかった。このとき海水に

加えた試薬と同じ量の沈殿を別に作り、この沈殿をセシウムを加えた海水に加えて吸着速度を調べたところ、溶液内で沈殿を生成させたときより遅かった。ルビジウムの捕集率を調べたところ、ルビジウム担体を加えないときの捕集率は94%、ルビジウム担体10mg加えたときの捕集率は84%であった。したがって、ルビジウムはセシウムと同じようによく吸着されることがわかった。 $^{152-154}\text{Eu}$ の捕集率を調べたところ、セシウム10mg加えても加えなくても捕集率はほとんど変わらなかった。硝酸銅とフェロシアン化ナトリウムを加えたときは8%、硝酸コバルトとフェロシアン化ナトリウムを加えたときは55%であった。セシウム担体量とセシウム捕集率を調べたところ、セシウムを10mg加えたときの捕集率は加えないときとほとんど変わらなかった。上記のフェロシアン化金属塩は、いずれもEDTA溶液に溶解する。したがってイオン交換樹脂によってセシウムを選択的に吸着捕集し、分析に適用できる。

また、これまで、イオン交換樹脂や合成吸着樹脂を保持体とし、その巨大網状構造内に無機あるいは有機の金属塩を生成させた「金属塩—樹脂」を作成し、その放射化学的利用について検討を重ねてきた。なかでも、最近開発された溶存有機化合物に対し高い吸着性を示すMR型の合成吸着樹脂XAD-2は、オキシシン、クペロン、ジチゾンなどと共存させると ^{60}Co , ^{59}Fe , ^{95}Zr , ^{95}Zn , ^{106}Ru 等を効果的に吸着できた。これらの放射性核種の吸着挙動は、それぞれ有機試薬との錯体生成に類似の傾向を示すが、ルテニウムは他核種よりも化学的挙動が複雑であるので、さらに詳しく、時間経過、pH、化学種の違い等による吸着挙動の違いを調べた。

実験はパッチ法で行った。すなわち、XAD-2, 0.2gに ^{106}Ru を含む試料溶液(0.1M酢酸—酢酸ナトリウム)50mlを加えオキシシンを加えたときと加えないときの吸着率を調べた。pH5.7の0.1M酢酸—酢酸ナトリウム中で、48時間振りまぜたとき、Ru-クロロおよびRuNO-ニトラトはともに30%であったが、RuNO-ニトロはほとんど吸着されなかった。オキシシンを添加するとRu-クロロの吸着率は著しく増大し、RuNO-ニトラトはRu-クロロに比べオキシシン添加の効果は小さく、またRuNO-ニトロはその効果がほとんど認められなかった。また、試料溶液にオキシシンを添加したのち、吸着実験を行なうまでの時間が長くなるにしたがい、いずれの化学種も吸着率は増大した。同じ化学形の安定ルテニウムを用いて、同様の吸着操作を行った樹脂を乾燥し、ベンゼンで処理した溶液の吸収スペクトルは、Ru-クロロの場合、435m μ にピークが認められ、Ru-オキシネートの文献値

と一致した。RuNO-ニトラトおよびRuON-ニトロの場合は、Ru-クロロとは異なるスペクトルが得られた。

以上の結果から、放射性ルテニウムは、コバルトや鉄と同様に、条件を選ぶことによりオキシシン塩としてXAD-3に吸着させることが可能であることがわかった。

〔研究発表〕

- (1) 河村, 黒滝, 柴田, 竹下: 第20回放射化学討論会, 静岡 (1976.10)
- (2) 今井, 渡利, 伊沢: 第20回放射化学討論会, 静岡 (1976.10)
- (3) 河村, 柴田, 黒滝, 竹下, 塩崎: 日本放射線影響学会第19回大会, 広島 (1976.10)
- (4) 今井, 渡利, 伊沢: J. Radioanal. Chem, **36**, 125 (1977)

6. 遷移元素とキレート試薬等との相互作用に関する研究

黒滝克己, 柴田貞夫, 河村正一

(a) 水中における金属錯塩の浸透圧係数

溶液中の溶質の活量は基本的な熱力学量であり、その値は溶質の浸透圧係数から算定することができる。尿素クロム錯塩は水中で徐々に分解するため、その浸透圧係数を通常の等圧法(測定時間3日程度)で求めることができない。そこで、10分程度で測定できるサーモオスマーターを作製した。サーモオスマーターは恒温セル内に2ケのサーミスタを取り付けたもので、それらの温度差が測定できる構造になっている。それぞれのサーミスタに試料および参照溶液を付着させ、それらの蒸発速度の違いから生じる温度差を 10^{-4}°C 相対温度まで測定し、参照溶液の濃度を変えることにより試料および参照溶液の等(蒸気)圧濃度を決定した。装置の精度は $[\text{Co}(\text{en})_3]\text{Cl}_3$ (en=エチレンジアミン)の浸透圧係数を求め、文献値と比較して確かめた。金属錯塩の浸透圧(活量)係数の濃度依存性は金属塩のそれと異なり、高濃度まで極小点を持たない。さらに、同一濃度での浸透圧(活量)係数は $[\text{Cr}(\text{urea})_6]\text{Cl}_3 > [\text{Co}(\text{phen})_3]\text{Cl}_3 > [\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3 > [\text{Co}(\text{en})_3]\text{Cl}_3$ (phen=o-フェナントリン)の順であり、金属錯イオンの大きさの順序と一致しない。「水の構造破壊子」である $[\text{Cr}(\text{urea})_6]\text{Cl}_3$, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ の浸透係数がイオンの大きさに比して大きくなる傾向が認められる。今後、測定の精度および信頼性を高める様努力したい。

〔研究発表〕

- (1) 黒滝, 河村: 日本化学会第35秋季年会, 札幌 (1976.8)

(b) 3-アセチル-d-カンファーによるアミノ酸の不斉ラセミ化反応

溶液中の微量金属の存在状態は溶液の物理的・化学的状态と互に影響しあう。このような影響を光学活性な金属錯体を用いて、溶液系内の立体構造の変化から調べた。

表記化合物を銅イオンに配位させたものを触媒としてアミノ酸のラセミ化速度を検討したところ、平衡状態に至る速度定数はD-およびL-アミノ酸でわずかな差しか認められなかったが、平衡状態で触媒濃度に相当する旋

光度が観測された。立体構造模型を組立て、原子間反撥を概算したところ、平衡混合液中に存在した触媒-基質(アミノ酸)複合体のより安定なジアステレオマーからもたらされたものであることがわかった。反応初速度より得られた活性化エネルギーからもこの結論が支持された。

〔研究発表〕

- (1) 柴田, 河村: 第26回錯塩化学討論会, 札幌 (1976.8)

(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診断または治療に寄与する基礎的知見を提供することを目的とする。

本年度は、(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、(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、(3)組織細胞の放射線障害と細胞質機能との関係、(4)個体の発生、成長さらに老化等に及ぼす放射線の効果、等をひきつづき検討した。また、特別研究「サイクロトロン」の医学利用に関する調査研究」にも参加した。

なお、湯川修身研究員が51年10月4日放射線による薬物代謝系の障害機構に関する研究のため、米国イェール大学に留学した。(松平寛通)

1. 個体の発生、成長、老化に対する放射線影響の細胞生物学的研究

江藤久美, 岩崎民子, 田口泰子, 青木一子*,
松平寛通 (* 養成訓練部)

個体における急性ならびに晩発性放射線障害を発生、成長、老化等に対する影響としてとらえるため、比較的寿命が短かく、また環境条件の調節の容易な魚類およびアルテミアを用い、組織・細胞学的に検討した。

(1) メダカ成魚に対する速中性子線照射の影響

25°Cで飼育されたヒメダカ (*Oryzias latipes*) の成魚に 2MeV 速中性子線 (Van de Graaff) および X線のそれぞれ1回照射を行い、30日後の死亡率を調べた。LD₅₀₍₃₀₎の値はX線1,540rad, 速中性子線350radであ

り、これらの値から求めた2MeV速中性子線のRBEは約4.3となった。この値は既報のキンギョにおけるRBE(3.4)よりも大きい。

ついで速中性子線、総計600radを300radずつ、1~10日の間隔で2分割照射をした。非照射および300rad1回照射群の30日後の生残率は90%以上であった。600rad1回および照射間隔1日群での30日後の生残率は0であった。これに対し、照射間隔が3日以上になると、速中性子線の場合にも、X線の2分割照射と同じく、30日後の生残率が高くなり、1回目の照射の影響に回復がみられた。

〔研究発表〕

- (1) 江藤, 田口: 日本放射線影響学会第19回大会, 広島 (1976.10)
(2) メダカの精原細胞に対するr線の低線量率連続照射の影響(そのII)

HTOの生体に対する効果と比較するため、昨年にひきつづき、成体ヒメダカに1.4~206R/日の線量率で、r線の連続照射を行い精巣重量(体重に対する精巣重量の割合, GSI)および精原細胞Id数の変化を調べた。

精巣重量は5R/日以下の線量率では120日まで対照と差がみられないのに反し、15R/日では30日後に対照の50%に低下した。精原細胞Ib数は5R/日以下では、10日目までわずかの減少をしめすが、以後回復(馴化?)する。10R/日以上でははっきりとした減少が起り、80R/日以上では30日以後精原細胞がみられなくなる。

従って、HTO処理はr線連続照射にくらべ、精巣重量を30日間に対照の5%に減少させる線量(率)からみると約1.7倍、精原細胞数を10日および30日間に対照の5%に減少させる線量(率)からみると2.2および2.4倍、効果が大きい。

〔研究発表〕

- (1) 田口：日本放射線影響学会第19回大会，広島
(1976.10)

- (3) メチルアゾキシメタノール(MAM)アセテートによるメダカ肝腫瘍の誘発

化学発癌剤MAMアセテート0.1~3 ppmをふくむ水で，1年令ヒメダカを1~120日間飼育，以後水にもどすと，処理時間をふくめ2~5ヶ月で，好塩基性細胞で分裂像をとまう，Trabecular hepatomaを主とする肝腫瘍が多発した。化学発癌に対するX線照射の影響について検討中。

〔研究発表〕

- (1) 青木，松平：日本環境変異原研究会第5回発表会，東京(1976.10)

- (4) アルテミアの生殖に関する基礎的研究

アルテミアの生殖能力に対する低線量率放射線の連続照射の影響を調べるため，まず産卵様式ならびに卵の孵化条件について検討した。

両性生殖(染色体数 $2n=42$)および単為生殖($4n=84$)を行う地方種のアルテミアはいずれも耐久卵を産出する卵生と，ナウプリウス幼生を産出する卵胎生の両様式をとる。このいずれの様式をとるかは遺伝的に決定されているものではなく，恐らく雌の生理的条件によるらしい。また，卵生で産出された卵はそのまま孵化することは稀で，一度乾燥状態をへるか，または産出された海水より薄い塩分濃度の海水に移されたときのみ孵化するようである。

従って，連続照射による生殖能力の変化を調べるには卵胎生で生ずるナウプリウス幼生と卵生で産出される卵の数の総計を指標とすべきである。

〔研究発表〕

- (1) 岩崎，須山：日本動物学会第47回大会，広島
(1976.10)

2. 組織細胞の増殖調節機構に対する放射線的作用

山口武雄，鈴木順子，山合友一朗*，江口清美*

(* 研究生)

正常組織細胞は増殖調節機構の支配下にあり，癌ではこの機構が攪乱されている。増殖調節物質としてのキャロン(chalone)の検討を行い，表皮 G_2 キャロンの照射による変動が，有核細胞数の変化と相関することを見出した。しかし，生理的にもっと重要な G_1 キャロンについてはよい検定系がないので，その確立につとめ，*in vitro*での検定系をほぼ確立した。

表皮器官培養開始後14時間から，多数の表皮細胞がS

期へ移行する。この時点でキャロンを作用させると， 3H -チミジン標識細胞数の増加が抑制され， G_1 キャロンの検出ができた。表皮粗抽出物の短時間の抑制作用には，アドレナリン添加を要しないが，エタノール沈殿純化で添加を必要とする様になる。粗抽出物中の微量のアドレナリンでも，短時間の G_1 キャロンの作用には充分であると解される。Sephadex G-100で分離した G_1 ， G_2 両キャロンは，互に細胞周期特異性を示した。また，用いたキャロンは非特異的細胞毒でないことも確認された。照射による G_1 キャロンの変化，障害との関係について検討中。

〔研究発表〕

- (1) 山口，広部：Biochemistry of Cutaneous Epidermal Differentiation, Univ. Tokyo Press (1977) p.181

- (2) 山口：日米セミナー，仙台(1976.6)

- (3) 山口，江口，山合：日本動物学会第47回大会，広島
(1976.10)

- (4) 山口，広部，塗師：日本放射線影響学会第19回大会，広島(1976.10)

3. 動物細胞における核酸系の傷害とその発現機構の研究

松平寛通，上野昭子，篠原邦夫，古野育子，
吉沢公利*，矢田俊彦**

(* 養成訓練部，** 研究生)

細胞の核酸系における放射線損傷の分子形態を明らかにし，その修復機構ならびに分子障害と細胞障害との関係を求める。

- (1) r 線照射による培養細胞DNAの損傷とその修復

昨年度開発したhydroxyapatiteカラムを用いるDNA分離法を用い， r 線照射をうけたL5178Y細胞からDNAを分離し，蔗糖勾配遠心法によってDNAの分子量的変化を，またDNAポリメラーゼ反応によって3'OH末端の定量を行った。

その結果， r 線により100，200，1300eVの効率で，総単鎖切断， ϕ 真の単鎖切断，二重鎖切断が生ずること，また ϕ 真の単鎖切断とほぼ同じ効率で3'OH末端が生ずることをたしかめた。また単鎖切断，二重鎖切断とも照射後のインキュベーションで再結合されるが，アルカリ不安定結合の再結合はややおそい。3'OH末端は照射後のインキュベーションで増加する。

以上の結果をもとに，サイクロトロン速中性子線によるDNA損傷の検討をはじめの一方，非分裂細胞のモデルとしてマウス脳細胞におけるDNA損傷と修復についても検討をはじめた。

〔研究発表〕

- (1) 松平, 古野, 上野, 篠原, 吉沢: Biochem Biophys Acta 476, 97 (1977)
- (2) 上野, 松平: Radiat. Res., 69, 541 (1977)
- (3) 松平, 古野, 吉沢: 第35回日本癌学会総会, 東京 (1976.10)
- (4) 松平, 古野, 吉沢: 日本放射線影響学会第19回大会 広島 (1976.10)

4. 放射線障害における細胞質の役割に関する研究

中沢 透, 浅見行一, 山田 武, 湯川修身,
内海耕徳* (* 外来研究員)

細胞を構成する各種生体膜の構造と機能, 代謝調節にあずかる酵素等と放射線障害との関連を追究した。

(1) 細胞の障害におけるスーパーオキシドラジカル ($O_2^{\cdot-}$) の作用に関する研究

最近, 放射線の生物作用において, 活性化された酸素の生成による生体膜の障害が一次的に重要であると考えられている。そこで人工膜, 細胞内膜などについてその可能性を追究した。

リン脂質のホスファチジルセリンから作製した人工膜では4kRのX線照射によって膜構造が変化し, 紫外部の吸収が増大するが, スーパーオキシド・ディスムターゼ (SOD) で処理するとX線の効果はかなり抑制される。この結果はX線が $O_2^{\cdot-}$ の生成を通じて人工膜に変化をひき起すことを示す。

一方, 分離したラット肝小胞体を γ 線200Kradで照射すると, ヘキソバルビタール水酸化酵素の活性が抑制され, 逆に脂質過酸化反応が高まる。これらの変化は抗酸化剤処理で抑えられるが, SODでは抑えられない。

人工膜と小胞体膜での結果の相違について, その理由を検討中。

〔研究発表〕

- (1) 中沢, 湯川, 内海: 日本放射線影響学会第19回大会 広島 (1976.10)
- (2) 細胞膜に対する放射線の作用

細胞外からの情報が細胞内へ伝達されるとき, 細胞膜中の構造体が重要な役割を果す。そのひとつのモデルとして細胞膜のホルモン感受性アデニルシクラーゼについて放射線の作用を検討した。

分離したラット肝細胞膜をX線照射後, ホルモン等を加え保温し, 酵素活性をしらべた。グルカゴン, イソプロテレノール, NaFによって活性化される酵素活性は3~9 kRの照射によって影響をうけなかった。また, ラット耳下腺でイソプロテレノール投与によって誘導されるcAMPレベルの上昇も, X線照射によってマウスほど顕著には抑制されなかった。

ラットでは, 雌雄間でイソプロテレノールによる耳下腺でのDNA合成の誘導の強さに差があるといわれる。イソプロテレノール投与による耳下腺でのcAMPレベルの上昇について調べたところ, 雌雄間でのDNA合成誘導の強さと平行していた。この雌雄差が肝臓での薬物代謝系にみられる雌雄差によるか否か検討中である。

(3) 放射線によるホスホフルクトキナーゼのアロステリック活性の失活の機構

ラット胸腺細胞にみられる間期死の一因が放射線照射によるホスホフルクトキナーゼのアロステリック活性の失活に起因する細胞内ATPレベルの低下であること, この失活はアロステリック部位に関与していると推定されるヒスチジン残基の損傷によること等を報告した。

このアロステリック部位の損傷をさらに明らかにするため, メチレンブルー, ローゼベンガル等の色素を用いた光酸化実験, エトキシホルミールによる酵素の化学修飾実験を行った。光酸化反応の際の一重項酸素によるヒスチジン残基の破壊, エトキシホルミールによるアシル化によりX線照射とほぼ同様な効果がみられること等からヒスチジン残基の関与をさらに確認した。一方, アセチルイミダゾールによる化学修飾実験から, チロシン残基はアロステリック失活には関与していないことを明らかにした。

〔研究発表〕

- (1) 山田: 京大原子炉短期研究会, 熊取 (1976.2)

(4) 遺 伝 研 究 部

概 況

本研究部の目的は, 放射線の人体への遺伝的危険度評価に必要な科学的知見を得ることにある。特に最近, 問題になっている低レベル放射線の人体への遺伝的影響を

推定する研究に, 研究部としての主要な努力を傾注している。このため, 本年は霊長類を用いた細胞遺伝学的研究の推進に一段の努力を払うとともに, 高等生物における突然変異の検出のため, 培養哺乳動物細胞の研究基盤の育成にも力を注ぎ, 研究部としての体制の確立を図っ

た。

第1研究室では佐藤室長を中心として、哺乳類の培養細胞を用いる突然変異の研究を進め、マウス白血病細胞のアラニン要求性株の抑制突然変異の機構についての分子遺伝学的研究及び、チャイニーズ・ハムスター細胞を用いる8アザグアニン突然変異の機構についての研究に著実な成果を収めつつある。また中井の指導のもとに、酵母を用い放射線による遺伝的変異の回復機構の研究を進め、その遺伝的経路、2倍性回復の機構の解析に多くの成果を収めた。

第2研究室は戸張室長を中心として、霊長類を用いる放射線による染色体異常の誘発の特別研究に主要な力を注いでいる。本年は、低レベル放射線の染色体異常の誘発への修復効果に関連して、線量率効果の研究を進め、末梢血での線量率効果と染色体異常誘発についてのquadratic modelの問題解明に大きな前進をとげた。特に放射線損傷修復にヒトとサル生物種差を示唆する結果を得るなど、放射線の遺伝的危険度を推定する上で大きな成果を収めつつある。

第3研究室では中井の指導の下に、今後、放射線遺伝の研究上重要な位置を占める霊長類の実験動物としての基礎研究に大きな努力を払った。すなわち、霊長類の健康、衛生管理の諸問題、生殖生理の技術の発展のほか、霊長類照射施設浄化槽及び諸種の器具類の設計・試作に多くの努力を傾けた。

第4研究室では、安田室長を中心として人類集団遺伝学の研究を進め、前年に引き続き日本人集団(三島地区)通婚圏の統計遺伝学的研究、HLA抗原の集団遺伝学的研究のほか、がんの遺伝疫学的研究(千葉地区)に一般の推進を計っている。またこれとは別に、ショウジョウバエの実験集団遺伝学的研究も着実に成果をあげつつある。なお、指定研究として安田室長は昨年に引き続きヒトの突然変異発生の統計遺伝学的調査研究を進めている。

本年は外国人専門家として、アメリカ・ミシガン大学、チュー博士が来所され、培養細胞遺伝学について有益な知見を与えた。佐藤室長はアメリカ・ボストンの国際細胞生物学会に出席発表を行い、また平井研究員はフィリピンに出張、人類学的調査を行った。さらに中井は、ドイツ・ミュンヘンの国際酵母遺伝学会に出席発表するとともに、オーストリア・ウィーンでの第25回国連科学委員会に出席し、放射線の遺伝的影響の報告書の作成に当った。

本年は新たに第3研究室に岡本正則研究員、武田幸子研究補助員を迎へ、外来研究員として予研・獣疫部の本

庄室長、障害基礎研究部に転出した福田研究員とともに、霊長類の実験動物学的研究を進めた。また第2研究室森谷純子研究補助員は退職した。(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, 稗田尚子

培養哺乳類細胞を用いて、放射線による遺伝物質の損傷ならびにその修復と誘発突然変異との関係を明らかにすることは放射線の遺伝的危険度推定のために1つの根拠を提供するという意味で重要であり、そのためには生化学的に実体のはっきりわかった形質を用いる必要がある。今年度は、形質として温度感受性突然変異ならびに薬剤抵抗性突然変異を選びそれぞれについて分子遺伝学的研究を行った。

(1) 温度感受性アラニン要求株の研究

マウス、リンパ芽球から分離した温度感受性突然変異株 ts3 は高温で増殖にアラニンを要求すること、さらにアラニル転移RNA合成酵素が熱に弱くなっていることを示した。この変異株から高温(39°C)でも増殖しうる復帰突然変異株を分離して、それらの性質を調べた。39°Cでの倍加時間は復帰変異株によって12.2時間から20.7時間まで分布しており、また平板効率の39°Cと33°Cの比は37%から2.5%まで分布していた。これらの復帰変異が変異部位の野生型への復帰によって起こっているかどうかを知るために、アラニル転移RNA合成酵素を野生株・変異株および復帰変異株から抽出して、それらの熱失活の程度を比較した。第1表に示すように、調べたかぎりすべての復帰変異株の酵素は変異株 ts3 の酵素と

第1表 アラニル転移RNA合成酵素の熱安定性

細胞	残 存 活 性 (%)*	
	グリセリンなし	50%グリセリン添加
L5178Y	29.8	39.3
ts 3	5.1	32.2
R303	7.0	40.7
RNO9	9.0	
R2	3.4	
R102	3.5	
R207	3.3	

* 39°C 60分保温後の酵素活性の保温前の酵素活性に対する比

同じ程度の熱不安定性を示し、野生株とは明らかに異なっていた。このことは復帰変異は抑圧遺伝子の作用(サプレッション)によることを示唆している。

またこの実験中に、酵素標品にグリセリンを50%加えると熱失活に対して保護作用があることをみつけた（第1表）。

サプレッションの機構としては次の可能性が考えられる。すなわち、(a) 酵素の比活性の上昇、(b) 酵素産生の増加、(c) 細胞内転移RNA、リボソームRNA、あるいはアラニン濃度の上昇、(d) リボソーム蛋白の変化。

まずアラニル転移RNA合成酵素の比活性を測定したが、野生株のそれと変わらなかった。このことは、(a)および(b)の可能性は少ないことを示すものである。(c)の可能性のうち、アラニン生合成の主要経路に関するアラニン

・アミノ転移酵素の比活性を測定しつつあるが、未だ結論は得られていない。その他の可能性についても実験が進行中である。

(2) 薬剤耐性突然変異株の研究

チャイニーズ・ハムスター細胞より比較的研究の進んでいる薬剤耐性（8-アザグアニン耐性）を遺伝的マーカーとして、その変異株の分離を試みた。EMS(300 μ g/ml, 18時間)処理をした細胞群より独立に分離した8-アザグアニン（8AG, 3 μ g/ml）耐性株と6-チオグアニン（6TG, 6 μ g/ml）耐性株の予備的分析結果を第2表に示している。これらの変異株はすべて、非選択的培地中で安定で

第2表 薬剤耐性変異株の予備的分析結果

変異株	選択培地	コロニー形成能			HPRT酵素活性	
		8AG (3 μ g/ml)	8AG+6TG (3 μ g+6 μ g/ml)	HAT	in vivo	in vitro
Don C (野生株)	—	—	—	+	卅	100(%)
C3	8AG(3 μ g/ml)	+	+	—	—	0.6(%)
C4	+ 6TG(6 μ g/ml)	+	+	—		
C5	"	+	+	—		
C6	"	+	+	—		
C7	"	+	+	—		
C8	"	+	+	—		
C10	"	+	+	—		
C11	8AG (3 μ g/ml)	+	—	+	+	19.0(%)
C12	"	+	—	+		
C13	"	+	+	+		
C14	"	+	+	—		
C15	"	+	+	—		
C17	"	+	+	—		
C18	"	+	+	—		
C19	"	+	+	—		
					—	3.4(%)

ある。6TG存在下で選択した変異株はすべて8AGと6TGに耐性でHAT感受性である。しかし、8AGのみの存在下で選択すると3種類の異なった表現型の変異株が得られた。このことは3AG耐性の遺伝的支配の多様性を示している可能性がある。これらの薬剤耐性形質はX染色体上に座位するHPRT遺伝子によって主に支配されていることがすでに知られている。代表的な3変異株、C5、C12、C13、についてその酵素活性を*in vivo*と*in vitro*で測定した。前者は³H-ヒポキサンチンのIMPへの変換能をペーパークロマトグラフィー法で測定したものである。両測定結果はよく一致しており、酵素活性の高低が表現型の差異を起している可能性が考えられる。これらの表現型がHPRT構造遺伝

子の突然変異によることを更に確かめるため、現在変異株のHPRTの性質の分析とその遺伝学的解析を進めている。

〔研究発表〕

- (1) 塩見, 佐藤: Exp. Cell Res. **100**, 297 (1976)
- (2) 堀: Japan. J. Genet. **52**, 53 (1977)
- (3) 佐藤: 日本遺伝学会第48回大会, 大阪 (1976,10)
- (4) 堀: 日本遺伝学会第48回大会, 大阪 (1976,10)

2. 酵母における放射線感受性の遺伝的支配の研究

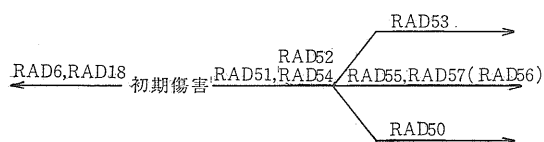
佐伯哲哉, 町田 勇, 中井 斌

大腸菌など原核生物の放射線傷害の回復機構についてはかなり詳細な知見が得られているが、真核生物ではそ

のような知見に乏しい。真核単細胞生物の酵母は多数の放射線高感受性変異体が分離されており、また半数体と2倍体の細胞を互換的に使用することが容易であることから、真核生物の傷害回復の機構を研究する上で良いモデルとなる。今年度は主に、下記2種の研究を行った。

(1) 電離放射線感受性の遺伝子作用経路

酵母の電離放射線感受性発現における遺伝子作用経路を明らかにする目的で、X線高感受性 *rad* の変異体間の種々の2重変異体を合成し、それぞれの単独変異体との間でガンマ線及び紫外線感受性の比較を行った。*rad 18* と *rad 50* 番系変異体群 (*rad 50* ~ *rad 57*) との2重変異体は各々の単独変異体にくらべて著しい高感受性を示す (*synergism*)。したがって、RAD18とRAD50番系遺伝子群とは共通傷害に対する別個の修復経路に作用し、少なくともRAD18はその修復経路の第1段階を支配する可能性が高い。これに反し、*rad 51*, *rad 52*, *rad 54* 変異体群と *rad 50*, *rad 53*, *rad 55*, *rad 56*, *rad 57* 変異体群との2重変異体はその単独変異体と同様の感受性を示す (*epistasis*) ので、両群の遺伝子は一連の経路上に作用すると考えられる。また、*rad 55* と *rad 53*, *rad 55* と *rad 50*, さらに *rad 50* と *rad 53* との間では2重変異体の感受性がそれぞれの単独変異体の感受性の和に近い (*additivity*)。したがって、これらの遺伝子は互いに別個の経路上に作用しており、さらに互いに競合的でないと考えられる。以上の結果から、酵母の電離放射線傷害回復の遺伝的経路は次のように推論される。



(2) ガンマ線致死の液体保持回復

酵母では、放射線による致死傷害に対して染色体の2倍性を必要とする回復がみられる。このような回復の機構を明らかにする研究の一環として、ガンマ線致死の液体保持回復 (LHR) がX線高感受性の *rad* 変異体のホモ2倍体で出現するか否かを調べ、これら変異体の組換え事象誘発能と対比、検討した。*rad 6*, *rad 18* の2倍体は顕著なLHRを示し、また非相反的遺伝子変換および相反的組換えのいずれの誘発能もほぼ正常である (CON⁺REC⁺)。これに反し、CON⁻REC⁻ の *rad 51*,

rad 52, *rad 56* および *rad 57* ならびに CON⁻REC⁺ の *rad 50* はほとんど LHRを示さない。また CON⁺REC⁻ の *rad 53* は小さいが明らかなを示した。したがって、このような液体保持回復の機構は2種の組換え誘発過程に関連しており、とりわけ誘発過程の活性との関連が強いものと考えられる。

〔研究発表〕

- (1) Nakai, Saeki & Machida: 8th Intern. Conf. Yeast Genetics & Molec. Biol. 1976.9 (W. Germany)
- (2) 佐伯, 町田, 中井: 日本放射線影響学会第19回大会 1976.10 (広島)
- (3) 町田, 佐伯, 中井: 日本遺伝学会第48回大会 1976 (大阪)
- (4) 中井, 町田, 佐伯: 酵母遺伝学集談会 (1976.9)

3. 突然変異遺伝子の集団動態に関する研究

戸張徹夫

人類集団に対する放射線の遺伝障害を正確に評価するためには、誘発突然変異遺伝子のヘトロの効果 (h) を知る必要がある。我々はこの問題解明のために、これまでシヨウジョウバエの照射集団を用いて2つの実験を行ったが、一致した結果が得られなかった。その原因は照射時における生殖細胞の差異、線量率の大小、集団の大きさの違い等が考えられ、X線を用いた実験で得られた高い値には誘発致死遺伝子の一部が染色体異常に起因するためと推察される (NIRS-AR-14)。一方、 γ 線照射実験でhの値が全世代にわたって均一で且つ低い値を示したことは誘発致死遺伝子の大部分が点突然変異によることを示唆している。以上の点を明らかにするためには、作用機構の比較的明白な化学物質による誘発致死遺伝子のヘトロの効果調べることが有効な手段と考えられる。この目的から、今回は化学物質としてEMSを用いて予備的実験を行った。実験に用いたハエは41代にわたって Sib-mating を行ったもので、致死遺伝子を全く持っていない系統である。この系統からの雄 (2-3 day old) を約6時間飢餓状態にした後、 2.5×10^{-2} M EMS を含む5% 蔗糖溶液をさせ、Cy/Pm法によってホモの生存率を調べた。その結果、次の様な分布が得られた。

Lethal	Sublethal	Subvital	Normal	Supervital
46.7%	4.2%	16.7%	28.3%	4.2%

この結果から明らかな様に 2.5×10^{-2} M の濃度で処理した場合、調べた第2染色体の約50%近くに、致死ま

たは亜致死遺伝子が誘発されることがわかった。実際の研究目的から考えると、誘発致死遺伝子の頻度が20~25%が適切であり、用いたEMSの濃度を下げることが必要である。

次に、この実験で用いた第2染色体のヘテロでの生存率を調べるために diallel-cross を行った。その結果、平均して32.5%の生存率を得たがこの値は正常値33.3%に近似している。また lethal-lethal ヘテロ (li/li), lethal-normal ヘテロ (li/Ni) および normal-normal ヘテロ (Ni/Ni) の生存率は夫々36.7%, 32.8%, 34.1%でli/li ヘテロ個体の生存率が最も高い値を示しているが、調べた染色体数が必ずしも充分でないため決論的なことは云える段階ではない。

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, 伊藤緯子

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把握することにある。

(1) 三島地区の通婚圏の調査

昨年度に引き続き、静岡県三島市および周辺地区に居住する夫婦について、出生地間距離を調べている。また本年度までに約12,000夫婦について「いとこ結婚」の実態を戸籍により調査した。これは劣性突然変異遺伝子が、一度は集団の中にかくされても、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ものである。現在これらの資料の整理を行っているが、通婚圏資料から予測される「いとこ結婚」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明らかになろう。

さらに市部における実態を知るため、約3,000夫婦についても同様な調査を進めている(本研究は、国立遺伝学研究所、静岡県三島市役所ならびに全国市町村役場の協力のもとに進めている)。

(2) ヒトの組織適合性抗原(HLA)遺伝子と疾患との関連についての統計遺伝学的研究

ヒト白血球膜上で発見されたHLA抗原は、第6染色体上の密接に連鎖した、少なくとも3座位以上の遺伝子群によって支配され、各座位には5~20の対立遺伝子がこれまでに報告されている。集団遺伝学的にはこのような遺伝多型性の保有機構が興味あるところだが、医学で

は直接的には腎移植の際の適合性の検討、間接的には特定の疾患患者群に特定のHLA抗原が多くみられることから、その関連性が今日関心事となっている。この後者の問題について、統計遺伝学的手法の開発を行い、日本人胃がん患者にHLA-A5抗原が関連していることを示した。この研究は東海大学と協力して行っており、資料収集ならびに電子計算機プログラムの開発も行っている。これが完成すれば1遺伝マーカーから、特定の疾患への罹患率も予測できよう。

(3) 千葉県内における悪性新生の死亡率の地理的変異に関する研究

昨年報告したごとく、千葉県内ならびに全国に、悪性新生物死亡率に関して地理的変異の存在することが知られている。この変位に内在する主要な要因を検出する目的で、部位別男女別標準化死亡比間の相関を調べ、またそれを用いて主成分分析を試みた。

まず相関係数については、胃がん男女間、肺がん男女間、食道(女)——胃(男)間の正相関など少数の例を除いて、一般に県内と全国との間に一致点が少なかった。それにもかかわらず、主成分分析の結果、県内ならびに全国における地理的変異に共通の要素が認められた。すなわち、県内変異に関する第1主成分は、肺がんと乳がんがプラスに、胃がん、食道がん(女)、子宮がんがマイナスに寄与していることから、都鄙の差を表わす因子であると考えられる。全国変異についての第4主成分がこれに類似しているのも、やはり都鄙の差による因子であろうと考えられる。次に、県内変異に関する第2主成分は、大部分のがんがプラスに寄与し、しかも男でそれが著しいので、この因子はほとんどあらゆる種類のがんを増加させ、特に男に強く働くようなものであろうと考えられる。類似の因子が全国変異の場合にも、第3主成分として認められる。その他、全国の場合には、東日本に食道、乳がんが好発し、西日本に肝、子宮がんが好発するという、一種の地理的傾斜が認められる。

〔研究発表〕

- (1) 安田, 他: Am. J. Human Genet. in press
- (2) 安田, 辻: 日本人類遺伝学会第21回大会
- (3) 藤木, 中島, 田辺, 安田: 日本人類遺伝学会第21回大会
- (4) 田中, 徳永, 安田, 戸張: スターン「人類遺伝学」岩波書店, 1977,
- (5) 村田, 他: 千葉県医師会報28(6), 7-15, 1976,

(5) 生 理 病 理 研 究 部

概 況

当研究部は昭和48年以来、生物効果特別研究「放射線の晩発効果に関する調査研究」にほぼ全面的に関与し、ために経常研究としては (i) 晩発効果研究の基礎となる開発、(ii) 細胞生物学、病理形態学を基盤とする腫瘍治療の基礎的研究、(iii) 細胞生物学、免疫生物学の研究、の三つにまとめられる。

佐渡研究室は1974年明らかにしたT細胞の放射線低抗性亜群の意義について研究をすすめるかわら、キメラマウスにみられる免疫寛容状態の機構の研究、リンパ球活性化抗原による免疫遺伝学の開拓をめざしている。担当する研究課題のスコープにふさわしい人員の確保に問題点を残している。

渡部研究室は51年6月より旧寺島研究室(関室長兼任)の研究を受け継いだ。研究、運営、人事の諸面で初年度の困難を経験した。大原は臨床研究部との協同で人癌の分離と放射線に対するレスポンスを、坪井は培養細胞膜の認識能と蛋白合成の関係を、崎山は諸種の培養細胞間の接触阻止能への影響をしらべ、いずれも膜と増殖性との関連をめざしている。

春日研究室は黒色腫の転移形成に対する放射線の影響をしらべ、その線量依存性を観察した。その結果、腫瘍と間質との量ならびにそれらの放射線に対するレスポンスなどの諸因子の相互関係において機構の研究をすすめている。

関研究室は造血コロニーの培養のために開発したセルローズ・アセテート膜培養法を利用して腫瘍細胞の増殖性状、間質との相互関係の研究を行った。これは同法の生物学的意義を明らかにするうえでも有力な知見を供給すると思われる。

年度全期間にわたり日米の中性子相互比較研究のため U, Withers, Hall, Meyn, Todd, Geraci の諸研究者が相次いで来所し、渡部研究室は応接にいとまがなかった。9月 Trentin 博士、10月 Kay 博士が関、佐渡研究室を訪れ、それぞれ造血分化機構、加齢機構に関するセミナーと情報の交換を行った。

人事面では6月に岡田安弘が渡部研に、相沢志郎が佐渡研に入室した。部長は科学研究官によって兼任された。

(寺島東洋三)

1. 放射線キメラマウスの免疫生物学的研究

佐渡敏彦, 小林 森, 相沢志郎, 黒川ひろみ,
神作仁子, 広川勝昱* (*外来研究員)

当研究室では過去数年来マウスを実験材料として、主として放射線免疫学領域における研究を進めてきたが、今年度からは経常研究のテーマとして“放射線キメラマウスの免疫生物学”を前面に押し出すことにした。そのねらいは、最近の免疫生物学の急速な発展の基盤の上に、放射線キメラあるいは骨髄移植研究が抱えている免疫学的諸問題を新しい角度から再検討を加え、それを通して免疫生物学に幾分の寄与をすることにある。たとえば、同種あるいは異系骨髄移植に伴って起こる続発症発現の免疫学的基盤は依然として解明されていないし、長期生存キメラ個体の免疫生物学的性状、特に骨髄提供者と宿主との間における免疫トレランスの成立と維持のメカニズムも充分に解明されていない。これらの研究はSPFマウスの利用によって新しい展開が期待される。また骨髄移植の問題に関連して、GVH反応あるいは細胞間相互作用の免疫遺伝学的研究をも併せ行う計画である。

今年度特に力を注いだ研究課題は、①放射線抵抗性T細胞の免疫学的役割、②長期生存キメラマウスの免疫学的性状、及び③Mls座位によって支配されているマウスのリンパ球活性化抗原の免疫遺伝学的研究である。これらの研究課題のうち、特に放射線抵抗性T細胞についての研究結果について述べる。

われわれは先に、マウスのT細胞の中には放射線に対してかなり感受性の亜集団と極めて抵抗性の亜集団とがあり、C3HfあるいはC57BLfマウスのいずれについても、後者の割合が脾に含まれる全T細胞の約8%を占めることを見出した。われわれはこのT細胞がある種の抗原に自然感作されて生じたヘルパーあるいはエフェクターT細胞で、すでに分化の最終段階に達し、細胞増殖能を消失した細胞集団であろうと考えた(Kataoka and Sado, Immunology 29, 121, 1975)。

この可能性を実験的にテストするために、C3Hfマウスを用いて次のような実験を行った。(A) 6週令で胸腺を摘出後、(B) 少量のSRBCで免疫してSRBCに特異的なヘルパーT細胞を誘導し、(C) SRBC注射後3日目に1050Rのr線全身照射により放射線感受性T細胞を

不活化させたあと、同系マウスの骨髓を移植してB細胞を再生させ、(D) 骨髓移植後1ヶ月目にSRBCで再免疫して1週間目の血中抗体価を調べた。対照群としては(A), (B), (C), (D)それぞれの段階で処置群と非処置群を設定した。その結果、胸腺摘出後SRBCで1次感作し、さらに致死量の γ 線照射及び骨髓移植を受けた個体では、胸腺摘出することなく同様の処置を受けた個体と殆んど変わらない程度に高い抗体価を示したが、胸腺摘出後SRBCで免疫することなく γ 線照射、骨髓移植を受けた個体では極めて低い抗体価しか示さないことがわかった。また、2回目の免疫刺激を与えなかった個体は常に比較的低い抗体価を示したことから、ここで得られた抗体価が1回目の免疫による残存抗体によるものでないことは明らかである。この実験結果から、1回目のSRBC感作によって誘導されたヘルパーT細胞は放射線に抵抗性で、それらは致死量の γ 線照射後少なくとも1ヶ月間は、そのヘルパー活性を維持した状態でマウスの体内に残存していることが明らかである。

一方、胸腺摘出、 γ 線照射、骨髓移植を受けたマウスの脾細胞についてPHA(T細胞の分裂誘起剤)に対する反応性を調べると、SRBCによる免疫には関係なく、全ての場合に正常個体から得られた脾細胞よりもはるかに低い反応性を示した。さらにまた、われわれが先に報告した放射線抵抗性T細胞(Thy1.2抗原を持った細胞)が間違いなくリンパ球の形態学的特徴を備えているかどうかを確認するために、1050R照射後1週間目の脾細胞について、抗Thy1.2血清及びパーオキシダーゼ標識抗マウスガンマグロブリン抗体を利用して電顕レベルでの免疫組織化学的検討を行った。その結果、1050R照射後に生き残っている放射線抵抗性細胞集団の中に、形態的にリンパ球の特徴を備え、かつThy1.2抗原を持った細胞(T細胞)が存在することが確認された。これらの結果は、放射線抵抗性T細胞がある種の抗原に自然感作されて生じたヘルパーT細胞あるいはエフェクター細胞であるというわれわれの作業仮説とよく一致する。

一方、今年度外来研究員として当研究室の研究活動に参加した東京医科歯科大学の広川勝彦氏はB6C3F₁♀マウスを胸腺摘出後、致死量のX線照射、骨髓移植によって誘導された、いわゆる“Bマウス”の腎皮膜下に生後1週間目の胸腺を移植した後経時的に免疫機能の回復を調べる方法を用いて、移植される胸腺にあらかじめいろいろな線量のX線を照射することにより、胸腺上皮細胞のT細胞誘導機能に及ぼす放射線の効果を解析した。これまでに得られた結果では、脾細胞のPHAに対す

る反応性あるいはSRBCに対する抗体産生能の回復を指標として見ると、胸腺上皮細胞の放射線感受性のパラメータは大体 $D_q=300R$, $D_0=225R$, $n=1.8$ と推定される。

〔研究発表〕

- (1) 佐渡：京大原子炉短期研究会「放射線障害と免疫現象」, 京大原子炉 (1976.6)
- (2) 佐渡, 小林, 片岡, 黒川, 神作：日本放射線影響学会第19回大会, 広島大学 (1976.10)
- (3) 佐渡：遺伝 30 (臨時増刊号), 143—153 (1976)
- (4) 広川, 佐渡：日本免疫学会第6回総会, 大阪(1976.12)

2. 培養L5178Y細胞の誘導同調に関する研究 渡部郁雄

器壁付着性をもたない(浮遊性)の培養細胞の同調化には、選択採取法は適用できない。そこで、人為誘導による同調化を試みた。その終局の目的は、細胞に対する致死効果の周期依存性とそれを結果する生化学的過程を調べることにある。これまで行われた予備実験から、この細胞ではFUdRがDNA合成を効果的に阻害し、またコルセミドが分裂期で細胞を効果的にブロックすることが明らかになった。そこで、この組み合わせによる誘導法を開発し、そのプロセスを機械化することに成功した。本細胞の周期特性から5FUdR ($5 \times 10^{-9}M$) で4時間DNA合成を阻害し、サイミジン ($2 \times 10^{-6}M$) で解除し、45分たってコルセミド ($0.04 \mu g/ml$) を加え細胞を5時間M期に蓄積させた。同調化はこの集団を洗って新しい培地に再浮遊させると起きる。この過程はタイマーおよび低速モーターの組み合わせによって自動的に行われ、元の周期特性を維持しながら同調率は95%に達した。この系を使ってS期を6分割してX線(1000ラド)照射を行い、DNA合成率の低下を調べた。結果はS期の初めから終りにかけてゆるく低下する曲線がえられ、S後期で感受性はより高いことが明らかになった。

3. ヒト肝癌細胞の放射線による致死効果とその回復に関する研究

大原 弘,*浦野宗保,*小池幸子(*臨床研究部)

ヌードマウスに移植可能となったヒトの肝癌から癌細胞の培養株を樹立し、この細胞のX線による致死効果と分割照射による回復能を調べた。次に、この培養株細胞をヌードマウスに移植、その部位に生じた腫瘍にX線を照射して腫瘍細胞に関する致死効果と回復能について調べた。観察結果は*in vitro* ので細胞の放射線感受性は

in vivo で著るしく修飾され、細胞は腫瘍で明らかに抵抗性となり、回復能も高まっていることを示している。

〔実験方法〕

培養株の樹立はヌードマウスに移植されているヒト肝癌細胞を 0.1% トリプシン処理によって単離細胞とし、この細胞を F10 H I 培地を用いて培養、生育した細胞の中でコロニー形成能のあるものを選択する方法によって達成した。X線の照射は培養細胞および腫瘍細胞共に 200KVp, 20mA の条件下で行い、線量率は 103R/min (F, S, D, 50cm) と 680R/miu (F, S, D, 約15cm) であった。腫瘍細胞は照射後すべて単離細胞とし、CO₂ ガス培養法を用いて照射細胞の生残率を求めた。生残率は培養細胞、腫瘍細胞共に生残細胞の F10 H I 培地 + 10% 仔牛血清という条件下で得られた細胞のコロニー形成能を測定する方法によって計算した。

〔結 果〕

培養株となった肝癌細胞は複葉型の核を有し、細胞質に多数の lysosome を含んでいる。染色体数はほぼ 4 倍体域にあり、核型は異形である。また細胞は α-フェトプロテインを産生しない。培養細胞のコロニー形成能 (播種率 30%) による線量一致死効果曲線の示すパラメーターは $D_0=69R$, $D_q=35R$, $n=1.66$ となり、細胞は X 線に著るしく感受性であった。分割照射法による細胞の回復能は著るしく低い。腫瘍細胞の放射線感受性は移植 ($1\sim5\times10^5$ cells) から 2 週後の腫瘍 (径約 8 mm) における、おそらく二相性とみなされる、線量効果曲線では $D_0=269R$ (terminal component) となり、 D_0 比にして約 4 倍抵抗性であった。この線量効果曲線から腫瘍における抵抗性細胞の分画は約 42% と推定される。また、腫瘍細胞の放射線障害からの回復能に関しては、分割照射による Elkind 型回復および所謂 PLD の回復とも顕著な回復能が観察された。このような *in vitro* と *in vivo* での細胞の放射性感受性の差は腫瘍に存在する低酸素細胞分画が大きく関与していると考えられるが、今後の検討を必要とする。

〔研究発表〕

(1) 第 19 回放射線影響学会大会, 広島大学 (1976.10)

4. マウス L 細胞蛋白の細胞濃度依存性の変動

坪井 篤, 黒津敏嗣, 寺島東洋三

培養細胞の分裂増殖にともなって生ずる蛋白合成能やグルコース吸収等の代謝作用の変動が一般に知られている。本実験では、マウス L 細胞の静置培養においても、細胞の増殖にともなって生ずる蛋白量の低下が観察され

た。この細胞濃度依存性の蛋白量の低下は細胞数の増加にともなう培地中の栄養素の減少に起因するものか、または細胞と細胞の接触の結果生ずる細胞膜機能の低下によるものと考えられるので、その可能性が検討された。

(1) 細胞増殖のための栄養成分の枯渇した培地を用いて、細胞蛋白の経時的変化を試みた。その結果、細胞蛋白量はこの培地によって影響されない。

(2) 静置培養において、細胞の接種濃度を人為的に高めると、その蛋白量は急速に低下する。

(3) 次に細胞間の接触を防ぐため、浮遊培養法を用いて、細胞蛋白が検索された。その結果、細胞濃度の高い定常増殖期にも、細胞蛋白の低下が全く認められなかった。

これらの結果は細胞と細胞の communication あるいは細胞膜機能が細胞の蛋白合成に深くかかわり合っていることを示している。

〔研究発表〕

(1) 坪井: Exp. Cell, Res. 103, 257~261 (1976)

5. 培養細胞における接融性増殖阻止の機構の研究

崎山比早子, 寺島東洋三

正常の培養細胞における増殖制御と悪性化の機構の研究をめざして、つぎの実験を行った。数種の正常細胞及びトランスフォーマントの単層培養を作り、4000R の X 線を照射する。そのプレートを 2 群に分け、その 1 群の上に同数種の細胞を重ねし、他の 1 群はそのまま培養する。重層された細胞の分裂が下層細胞によって影響されるか否かを見るために重層細胞の増殖曲線を検討した。それは重層細胞を接種したプレートの細胞数から下層細胞のみの細胞数を差し引いて得た。使用した細胞は Balb3T3 のクローン A31-714 とそのポリオーマウィルスによるトランスフォーマント SEA-7, C3H マウス線維芽細胞の 10T $\frac{1}{2}$, ラット肝細胞の Hepano 及びハムスター胎児線維芽細胞のハムスター肉腫ウィルスによるトランスフォーマント HSV-2-5 である。

成 果: 接触増殖阻止のよくきく A31-714, 10T $\frac{1}{2}$, Hepano はその同種の単層培養細胞上での増殖は見られない。これに反し SEA-7, 及び HSV-2-5 は同種細胞上でよく分裂増殖する。上記 3 種の正常細胞は下層細胞をグルタルアルデヒド固定すると同種細胞上でも増殖しうる。また、下層細胞を異種の細胞とすると増殖して来る細胞がある。しかし、その上下の組み合わせを変えると、その結果は同一ではない。単層培養細胞上に重層した細胞の増殖能は下記の通りである。

第1表

重層細胞 下層細胞	A31-7i4	10T½	Hepano	SEA-7	HSV-2-5
A31-7i4	—	±	±	+	NT
10T½	+	—	±	NT	NT
Hepano	+	+	—	NT	NT
SEA-7	+	+	+	+	NT
HSV-2-5	±	±	±	NT	+

考 察

調べた限りにおいて、細胞間相互作用の細胞増殖に与える規則性は一つみつけたのみである。すなわち、それは正常細胞の増殖は同種の下層細胞によって阻害されるが、トランスフォーマントのそれは阻害されないということである。接触増殖阻止を起すには、生きた細胞同志の相互作用が必要であることは正常細胞でも下層細胞を固定してしまおうと抑制効果がなくなることから明らかである。どのような細胞間相互作用が細胞増殖を制御しているかを研究することは、今後の問題である。

6. ブレオマイシンによる腫瘍治療の研究

高部吉庸*, 宮本忠昭**, 渡辺道典*, 寺島東洋三 (*: 研究生, **: 病院部)

1969年以来7年間にわたり、千葉大学医学部内科の化学療法グループの協力によって逐行された抗腫瘍抗生物質ブレオマイシンの細胞生物学的研究は本年 GANN MONOGRAPH Vol.19 に総括的に記録された。その成果のうちで、腫瘍治療に深く係わる細胞のレスポンスが少なくとも二つみいだされた。すなわち、ブレオマイシは細胞に(i)薬剤を取り除くと4時間以内に復原されるような、可逆的なブレオマイシン抵抗性を誘導する、(ii)ほぼ7時間で回復される potentially lethal damage (PLD) を誘発する。腫瘍細胞の不活化動態の基礎の上により有効な治療のスケジュールを求めようとする、前者は分割投与、後者は持続投与を支持することになろう。

本実験では Ehrlich 腹水腫瘍細胞と、二相性の薬剤濃度効果関係の上で変曲点の上下に当る二つの薬剤濃度を用い、種々の分割投与および持続投与の効果を検討した。

軟寒天クロン培養法による細胞不活化率の測定から、変曲点以下の濃度 (0.1mg/kg) を用いる限り効果は投与間隔の短かいほど高く、その極限としての持続投与が最適であることがわかった。これは低濃度で誘導される抵抗性が PLD の回復によって起こされる生残率の増加に

比して、不活化動態の上でわずかな影響しかもたないからであった。腫瘍治療において PLD 回復の制御は重要な課題であるが、この結果は本抗腫瘍剤による腫瘍治療に一つの原理を与えている。

〔研究発表〕

- (1) 寺島, 渡辺, 高部, 宮本: Gann Monograph on Cancer Research, Vol. 19, 63, Univ. Tokyo Press (1976)
- (2) 寺島, 高部, 渡辺, 勝俣: Prog. Biochem. Pharmacol. Vol. 11 68, S. Karger Basel (1976)
- (3) 高部他: 癌と化学療法 3. 927, (1976.)
- (4) 高部他: J. Natl. Cancer Inst. in press.

7. 速中性子線照射後のマウス黒色腫の転移頻度について

春日 孟, 古瀬 健, 野尻イチ, 久保多子

悪性黒色腫に対して、2MeV 速中性子線は極めて効果的な腫瘍退縮作用を示す。癌の放射線治療例において、X線照射後急速に、リンパ節ばかりでなく、血行性に広汎に転移することがある症例が報告されている。我々は可移植性B16マウス黒色腫に対する速中性子線の治療効果を検討した実験例での肺転移率を検討した。

C57BL/6N マウスの下腿皮下に移植された腫瘍は移植後11日目に110~210mm³の腫瘍になる。200KV・X線を用い、ネンプタル麻酔下で、腫瘍局所に1,000R 2,000R 4,000R の1回照射を行った。パン・デ・グラフ加速器による2MeV 速中性子線 (-LT=45 KeV/μ) の100~500ラドが、パラフィンコリメータによる照射野内に担癌後肢が集められ照射された。照射後マウスは通常飼育状態で死亡まで、観察、飼育された。死亡例は全て剖検され、顕微鏡的に転移の有無が検索された。

〔実験結果ならびに考按〕

死亡時の腫瘍体積は1453~11921 mm³ の範囲に分布し、平均腫瘍体積は5133±619 S, E) mm³ であった。転移率は第2表に示されている。対照群の転移率 (10%) に対して、X線照射群は1900ラド以上、速中性子線群は440ラド以上で転移率が促進されることが確認された (p<0.005)。有意差を示す線量域での腫瘍再増殖の始まる時期は、照射後7日目であった。死亡時の転移の有無よりみた転移発現日数は対照群では40日、X線群では52日、速中性子線群では38日 (いずれも移植後) であった。X線1,900ラド、速中性子線340ラド以上照射された群の50%生存日数は、対照群のそれ (23日) の2~2.7倍の延長を示した。照射群の腫瘍体積倍加時間は対照群のそれ (39.9時間) の1.5~1.9倍に延長し、増殖率は低下した。表

第2表 Incidence of Metastasis, Doubling Time, Time of Onset of Regrowth and 50% Survival Time of B16 Melanoma after Irradiation

Groups	No. of mice	No. of mice with meta-stasis(%)	Doubling time (hours)	Time of onset of regrowth (days)	50 % survival time (days)
Control	20	2 (10.0)	39.9	—	23
X-ray :					
950 rad	9	2 (22.2)	76.8	3	32
1900 rad	8	6 (75.0)	74.4	7	61
3800 rad	8	5 (62.5)	69.6	15	51
Fast Neutron :					
138 rad	12	2 (16.7)	64.8	3	28
250 rad	11	5 (45.5)	92.0	7	38
340 rad	7	5 (71.4)	64.8	9	46
382 rad	11	7 (63.6)	—	8	44
415 rad	4	3 (75.0)	64.8	10	63
482 rad	7	5 (71.4)	67.2	12	58

に示される転移率を対照群の転移率をとした、線量・相対転移比関係を示す図において、対照の転移率の5倍の値を示す線量をX線、速中性子線それぞれについて求めRBEを算出すると、6.5となった。山本、Kaplan、Olch、Kaae等は、X線が転移を促進することを報告している。今回、速中性子線も転移を促進することを認めた。速中性子線の *in vivo* B16メラノーマに対するTumor control doseより算出されたRBEは5.7~6.7である。このRBEに相当した照射線量において同程度の肺転移率がえられた（最高75%）転移率は死後剖検によって確認された。この結果、死亡時にはTumorは極めて巨大な腫瘍塊となり、表面は潰瘍を作り、側方では全筋肉中に侵入していた。筋肉内移植を行った実験では高い転移率がえられることが報告されているので、腫瘍の筋肉内への侵入が肺転移率の増加に直接的に関係していると考えることが出来る。腫瘍体積と転移率との関係は、今後なお検討する必要があるであろう。

肺転移率は線量依存的であることを示唆する報告があるが、今回の速中性子での実験結果はそれを確認した。肺転移率は速中性子線、X線共に、最高肺転移率は75%であった。Zeidmanらは尾静脈より腫瘍細胞を注入して、その細胞数と肺転移巣の数との相関について報告している。しかしながら、人体における放射線の転移におよぼす影響は、照射された腫瘍の大きさと、Suhlethalなdamageを受けたviable cellの数、周囲正常組織の損傷の程度などとの相関性で決める必要があるため、今後更に研究せねばならない。

8. CA膜培養法（造血コロニー法）の腫瘍研究への応用

関 正利, 吉田和子, 清水志津子, 片岡洋子, 清水まゆみ

本研究室で開発した *in vitro* CA膜法が、造血細胞のコロニーの定量的検索方法として有用なことは既に報告した。ひるがえって腫瘍組織の成り立ちを考えて見ると、その実質と基質との関係は、造血細胞と造血の“場”の関係に類似するものと考えられる。この点を追求する目的で、*in vitro* CA膜法を用いて、各種腫瘍の培養を試みた。

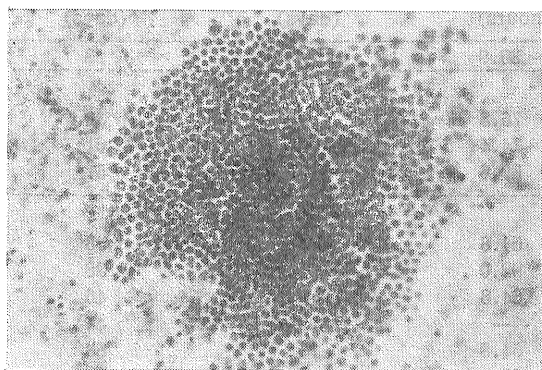
【実験材料及び方法】

培養術式は造血コロニーの場合と同様で、C3H/Heマウスの腹腔内に手術的に挿入してマクロファージュ・線維芽細胞層（M-F層）を形成せしめたCA膜皿に腫瘍細胞の一定数を播き、20%馬血清添加のMcCoy 5a培養液の水面に置き、37°C湿度飽和、5%CO₂の条件下で、4~13日間培養した。M-F層はあらかじめ4,000R照射或いは未照射のものにつき、結果を比較した。培養終了後、ホルマリン固定、ヘマトキシリン染色により光顕標本を作り、25ヶ以上の細胞より成るものをコロニーとして算定を行った。一部のものは培養後それぞれの宿主動物にもどし移植を行って、腫瘍細胞の活性を検討した。培養に用いた腫瘍細胞は次の四種類である。1) ラット腹水肝癌、AH109a。（ドンリュウ・ラットにより継代）、2) マウス白血病L1210。（BDF₁マウスにより継代、）、3) マウス黒色腫、B-16 XI、（C57BLマウスにより継代）、4) ヒト・エリトロポエチン産生腫瘍。（大沢・岡部により継代培養株化されたもの）。

【結 果】

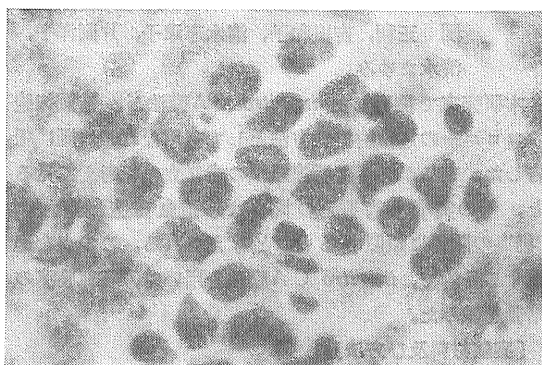
すべての腫瘍細胞は、この培養条件下で増殖し、B-16以外は4~5日目にM-F層中に明瞭なコロニーを形成

した。(第1, 2図)。B-16の増殖はびまん性で、線維芽細胞との境界は明瞭でなく、コロニーとして算定し得ない。



AH 109Aのコロニー, 培養5日,
上……弱拡大 下……強拡大

第1図



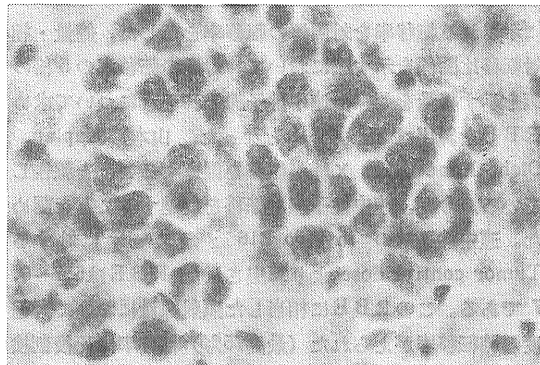
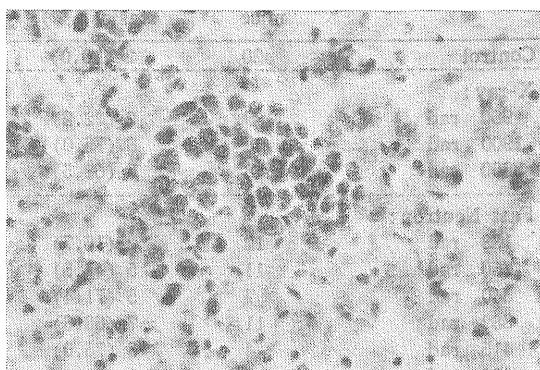
L 1210 のコロニー, 培養4日
上……弱拡大 下……強拡大

第2図

殖した腫瘍のため、移植後8～18日の間に死亡した。なおB-16細胞は培養中はメラニンを作らず、DOPAオキシダーゼも陰性であるが、もどし移植で生じた腫瘍組織には顕著なメラニン合成が見られた。また、エリトロポエチン産生腫瘍のEPO活性を検索する目的で、同腫瘍とマウス骨髓細胞とを混合培養したが、顆粒球系コロニーの発達は良好であるに拘らず、赤芽球系コロニーは形成されず、同腫瘍は継代株化の過程でEPO産生能を失ったものと推定された。

AH109につき、播種腫瘍細胞数とコロニー数との相関を求めた結果を第3図に示す。これはM-F層を4,000R照射して用いた場合のデータであって、AH109の場合未照射のM-F層では、コロニー形成率が著しく低下する(第3表)。一方、L1210では、逆に未照射の方が良好な結果が得られる。このことは両者に対するマクロファージの機能が異なることを示唆している。

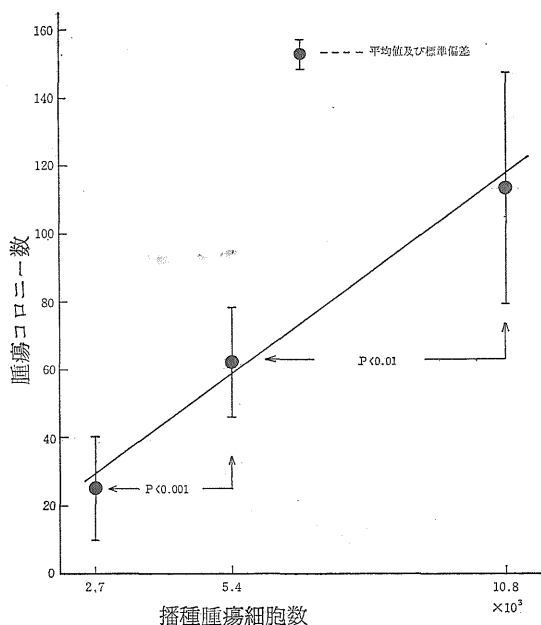
培養後のもどし移植の成績は、AH109(培養4～6日)の場合10例、L1210(培養4～6日)8例、B16(培養13日)2例のすべてが陽性で、宿主は培養組織より増



しかしいづれの場合も、腫瘍細胞は線維芽細胞層中に遊走定着した後増殖してコロニーを形成することは、造血幹細胞の場合と同様で、腫瘍細胞の運動性がコロニー形成の重要な一因子をなす事は明らかである。

〔考按及び結論〕

in vitro CA膜法により、各種の腫瘍細胞の培養が可能であることを明らかにした。特にAH109については、播種細胞数とコロニー数との間に定量的相関関係を証明した。M-F層の照射効果はAH109とL1210では全く逆の結果をもたらすが、これはマクロファージの異物認識機能に関連するものかも知れない。この問題はマクロファージの増殖阻止因子産生を含めて、今後更に検討を要する問題である。ともあれ、*in vitro* CA膜法は腫瘍の実質と基質の関係を追求する上で、有用な手法であると考えられる。



第3図 播種腫瘍細胞数とコロニー数との相関関係 (AH109A)

第3表 M-F層の照射が腫瘍コロニーの発現に及ぼす影響

腫瘍	播種細胞数 ($\times 10^3$)	M-F層 照射	平均 コロニー数	コロニー 形成率(%)
AH109	2.7	4000R	66	2.7
		0R	19	0.7
	4.5	4000R	122	2.7
		0R	3	0.07
L1210	0.27	4000R	4	1.6
		0R	11	4.0

〔研究発表〕

関, 吉田: 第95回日本病理学会総会 (仙台市民会館) (51.5)

(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課題ならびに主なものは下記の通りである。なお, 本年度より内部被曝実験準備室が設立された。この研究室は, 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」での「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組んでいる。

第1研究室: 「放射線による代謝障害とその修飾に関する研究」, a) 細胞自体とくに膜に対する効果を検索しているが, 膜における adenylyl cyclase の活性に対する効果について本年度は検討した。b) 栓球造血系に対する影響を年齢差ならびに抗栓球血清による修飾についての検討を行った。

第2研究室: 「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」, 前年に引きつづいて次の3項目について検討した。a) 成体マウスへのX線照射による寿命の短縮とその死因分析: 全身, 頭部, 胸部, 下肢部の各照射様式において, 対照に対して死因別で寿命の短縮のあることを認めた。b) 周生期(perinatal)放射線照射による発癌について: 胎生期照射で白血病発生は減少するが他の癌の発生の増加などが認められ, また照射の時期により癌の発生率が異なることがしられた。c) 周生期の放射線の照射による糸球体構造の加齢変化の促進が認められた。

第3研究室: (1) 「造血系組織における晩発効果に関する研究」, a) 2系統のマウスを用い加齢マウスと若い成熟マウスについて FUs などの検索を行い, 系統による差異が示唆された。b) 腫瘍をモデルとしての放射線作用における免疫関与について: 昨年度腫瘍をモデルとして局所照射を行った場合の免疫作用の関与について検討しており, 他腫瘍系でも細胞性免疫の関与が示唆され

た。c) MM46腫瘍の培養系への確立について：(b)で用いた腫瘍を *in vitro* 実験が行えるようにその培養系への確立を行った。

(2) 「中枢神経系に及ぼす放射線の影響に関する研究」：a) 従来から視覚誘発電位に対する放射線の効果を検討しているが、2回光刺激に対する反応効果を主として検索した。b) 脳血流に対する影響についても検討を継続した。

第4研究室：(1) 「内部被曝の特異性に関する研究」：a) 生体試料中の Pu 同位体の分別測定に関する研究を行い、 ^{241}Am の存在下での生体試料から ^{239}Pu の存在量を精度のよい分別測定の可能性が示唆された。b) 重合体 Pu による貧血、赤血球寿命の変化の特異性：重合体 Pu 投与により赤血球寿命が短縮することを示したが、この原因について検討中で、まず、循環血球量、循環血液量の低下を認めた。

(2) 「Pu の内部被曝に関する研究」：Pu 投与マウスの肝臓および脾臓の DNA 合成細胞数の消長について検討した結果、機能抑制のある場合でも一部に細胞増殖を示す部分が存在することが示された。

その他、第4研究室と第2研究室の共同で「放射線の危険度推定のための実験動物より人類への外挿法に関する研究が行われ、本年度はプルトニウムの線量効果関係についてのまとめがなされた。(土屋武彦)

1. 放射線による代謝障害とその修飾に関する研究

土屋武彦、佐藤文昭、完倉孝子、小島栄一
植草豊子

本年度は、膜の情報伝達機能を指標として、細胞膜の *adenyl cyclase* 活性への放射線の作用に関する研究と、栓球造血促進因子の放射線障害修飾上の効果に関する研究を行った。

(a) ヒト及び各種哺乳動物赤血球（無核）のナトリウムイオン受動輸送に対する放射線の影響について研究して来た。カテコールアミンによる膜 *adenyl cyclase* 系の stimulation により鳥類有核赤血球のナトリウムイオン受動輸送が増大する現象に着目し、この増加の放射線照射による変化を測定した。ハト赤血球浮遊液に ^{60}Co r 線 2,000 R を照射した後浮遊液にカテコールアミンと ^{22}Na を加え、 37°C で赤血球内への ^{22}Na 取込みを測定したが、catecholamine stimulated ^{22}Na passive transport は照射により約10～15%の低下を示した事を報告して来た。そこで51年度においては、*adenyl cyclase*-cAMP 系が膜機能の一つである情報の伝達及び変換において重要な役割を持つこと、及び *adenyl*

cyclase が SH 酵素で高い放射線感受性が期待されることを考慮し、intact cell でなく、この酵素活性が比較的高いラット肝細胞膜を材料とし、r 線照射後の酵素活性の変化を測定した。Wistar ♀ラット(100 g)の肝を生理食塩水で灌流して血液を除去した後切除し、低張塩溶液中で処理後、蔗糖密度勾配遠心法で細胞膜画分を分離した。この膜サンプルに ^{60}Co r 線 10,000 R を照射した後、*adenyl cyclase* 活性を測定した。照射後の活性低下は約20%で、さきにえられている結果と合するとこの酵素の放射線感受性は高いものではないことが示唆された。

(b) 栓球造血系に対する X 線の効果をマウスの年齢差、照射部位との関係から調べた。

(1) マウスの年齢に伴う末梢血中の栓球数は、生後50週令でやや高い値を示し、以後70週令まで減少する。しかし、90週令では逆に高い値が示された。それに対して、400 R X線照射群（生後10週令で照射）では、非照射群と比して、60週令までは有意に減少した。しかし、70週令では有意な差異が認められなかった。巨核球数の変動は栓球数の場合とよく一致していた。

(2) 部分照射後の末梢血中の栓球数を調べた。部分照射（X線、500 R）、群は、(i) 頭部上肢群、(ii) 胸腹部群、および (iii) 骨盤下肢尾部の3群とした。全身照射後の栓球数は、3日目頃から減少し始め、10日目頃極少値をとりその後回復した。これに対し、部分照射群では、パターンとしては全身照射後の変化と同じ傾向を示すが、減少の強さは全身、腹部、下肢部、頭部の照射群の順序であった。これらの結果は、 ^{59}Fe とりこみ法によって測った活性骨髄細胞推定数との間に平行関係があることから、照射部位に存在する前駆細胞の割合を反映すること、また、前駆細胞の分布は体全体の骨髄に一樣であることを示唆していると思われる。

(c) 抗栓球血清（ATS）投与による放射線障害の修飾とその作用機序を検討した。至適濃度のATSを照射1日前に投与した時、マウスの30日生存率は明らかに上昇した。このATSによる修飾機構を明らかにする目的で、以下の実験をおこなった。

(1) マウスの骨髄有核細胞数、脾臓重量、巨核球の栓球産生能の変化について調べた。その結果は、いずれもX線照射によって低下をきたすが、あらかじめ照射1日前にATSを投与したマウスでは、これらの低下は軽度となり、回復も早いことを示した。

(2) 内因性 CFU_s、外因性CFU_sに対するATSの修飾効果を調べた。内因性脾コロニー数は、X線照射後9日目に算定を行い、その結果、ATS1日前投与群では、X線照射のみの群と比して、明らかな脾コロニー数

の増加が認められた。一方、650R照射1日前ATS投与群と650R照射のみの群のそれぞれのマウス骨髓細胞をdonorとして、それらの外因性脾コロニー形成能について観察したが、両者に差異は認められなかった。

(3) ATSの栓球造血系への作用を検討した。ATS投与後の栓球数は、2時間後に最少値をとり、この値は以後2日目まで続き、3日目から増加し始め、正常値を上回って7日目に最大値に達する。巨核球の栓球産生能は、ATS投与直後、正常レベルをかなり下回るが、その後急上昇して、3日目に最高となる。一方、末梢血中の赤血球数、白血球数、骨髓有核細胞数は、ATS投与によっては有意な変化をきたさない。これらの結果は、ATS投与によって一次的に栓球減少が引き起こされ、このことが引金となって栓球造血が促進されたことを示唆するものと考えられる。時間的経過からみて、まず巨核球 compartment よりも前の段階の前駆細胞 compartment に細胞増殖が起こり、その増加の波が時間の経過とともに分化成熟過程を経て、最終的に末梢血中の栓球数の増加となったと考えられる。

〔研究発表〕

- (1) 小島：日本放射線影響学会第19回大会，広島（1976.10）

2. 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

佐藤文昭，佐々木俊作，川島直行，金岩まさ子，茅野文利*（*国立予防衛生研究所）

前年度に引き続き，以下の3つの研究を行った。

- (a) 成体マウスへのX線照射による寿命短縮と死因分析
X線の部分照射を受けたマウスを終生飼育し，死因及び寿命短縮を調べた。動物は ddY/SLC 雌マウスで，

第1表 死因別の寿命の変化

全身照射群の新生物	短縮
全身照射群の悪性リンパ腫	〃
—— 〃 —— の肺腫瘍	〃
—— 〃 —— の乳腺腫瘍	〃
胸腹部照射群の悪性リンパ腫	〃
下肢部照射群の肺腫瘍	〃
下肢部照射群の乳腺腫瘍	延長
すべての照射群の炎症性疾患	短縮

(注)：短縮又は延長は対照群の同じ，死因に比較しての短縮または延長を表わす。

10週令の時にX線の1回照射を行った。線量，照射野と動物数は以下の通りである。600R全身照射群（59匹），

800R頭部照射群（59匹），800R胸腹部照射群（58匹），800R下肢部照射群（57匹），非照射対照群（57匹）。照射群について死因別に寿命を計算し，対照群の同じ死因の寿命に比較すると有意差のある変化（有意水準5%）は第1表の通りである。

全身照射群での腫瘍の早期発生が著しい。下肢部照射群では，肺が照射野以外なのに肺腫瘍が早期に発生している。一方，胸腹部照射群では悪性リンパ腫（大部分が従隔洞）が早期に発生しているが，肺腫瘍は加速されていない。下肢部照射群で興味あることは乳腺腫瘍が対照群より遅く発生している。非照射対照群の死因別発生頻度は新生物53%（悪性リンパ腫12%，肺腫瘍21%，乳腺腫瘍18%など，炎症性疾患30%が主なものである。死因別頻度で対照群と差のあるもの（有意水準10%）を第2表に示した。

第2表 発生頻度の増加

全身照射群の新生物
全身照射群の悪性リンパ腫
頭部照射群の“その他の腫瘍”
胸腹部照射群の卵巣腫瘍

(注)：“その他の腫瘍”とは下垂体腫瘍，血管腫，横紋筋肉腫，など。

悪性リンパ腫はどの部位の骨髓を遮蔽しても，発生を防ぐことを示している。胸腹部照射群では肺腫瘍や乳腺腫瘍は増加しないが，卵巣腫瘍が増加している。各照射群の特徴は次の通りである。

全身照射群：悪性リンパ腫の早期多発，肺腫瘍，乳腺腫瘍の早期発生

頭部照射群：“その他の腫瘍”の多発

胸腹部照射群：卵巣腫瘍の多発，悪性リンパ腫の早期発生

下肢部照射群：肺腫瘍の早期発生，乳腺腫瘍が遅く発生。なお，すべての照射群を通じて炎症性疾患が早期に発生している。

(b) 周生期（perinatal）放射線照射による発癌の研究
(C57BL/6×WHT/Ht) F₁（略称BWF₁）の対照，交尾後12日令（12dpc）200R照射群，16-18dpc 200R照射群の終生飼育実験は完了した。また 17dpc 150R，同 300R，生後0日令（0dpp）400R，および30-40dpp 400Rの各照射群はその1/2-2/3が死亡した。今までに明らかとなった各時期の特徴は，次の通りである。

- (1) 胎生後期：白血病は対照より多くなることはなく，むしろ減少の傾向である。下垂体腫瘍，肝腫瘍，肺腫瘍が増加する。

(2) 胎生中期：12dpc 200 R 照射群では対照よりも発生率が高い腫瘍はなく、白血球、子宮平滑筋肉腫、肺腫瘍は発生率が低下した。

(3) 新生期：400 R 照射群では、胸腺リンパ腫と肝腫瘍の早期発生と発生率上昇が認められた。なお、本研究は生理病理研究部春日孟室長の協力の下に行われた。

(c) 周生期の放射線照射による糸球体構造の加令性変化の促進

BWF₁ マウス (C V) を用いた実験により、次のことが明らかになった。

(1) 交尾後17日令 (17dpc) 300 R 照射群や、出生後0日 (0 dpc) 400 R 照射により、毛細血管の発達の悪い糸球体が形成され、令の進行に伴い漸進的に加令性の構造変化が加わる。

(2) 10~18dpc の各日令に 200 R の X 線を照射されたマウスの糸球体を 701~900 日令において、形態計測を行い相互に比較した。17~18dpc の照射はそれ以前の照射よりも効果が大きかった。昨年度得た結果と合せて考えると、出生前後の照射により最も大きな影響が与えられると思われる。例外的に 12~13dpc 照射群には、著明な糸球体構造の変化を認めた個体が多かったが、この変化は周生期照射のそれとは異なっており、amyloidosis に伴うものであった。

〔研究発表〕

- (1) 中村, 佐藤, 西本, 川島 : Radiat. Res., **65**, 500 (1976)
- (2) 佐々木, 栗冠 : Radiat. Res., **67**, 361 (1976)
- (3) 佐藤, 川島, 西本, 中村 : Folia biologica, **22**, 209 (1976)
- (4) 茅野, 佐藤, 佐々木 : 第65回日本病理学会総会, 仙台 (1976.5)
- (5) 佐々木 : 第16回日本先天異常学会総会シンポジウム, 名古屋 (1976.9)
- (6) 佐々木, 春日, 佐藤 : 日本癌学会第35回総会, 東京 (1976.10)
- (7) 佐藤, 茅野, 佐々木, 川島 : 日本放射線影響学会第19回大会, 広島 (1976.10)
- (8) 佐々木, 春日, 佐藤, 川島 : 日本放射線影響学会第19回大会, 広島 (1976.10)

3. 造血系組織における晩発効果に関する研究

土屋武彦, 松井美恵子, 米川敬子, 荒武邦子

晩発効果をみる基礎実験として加令マウスの幹細胞数あるいはコロニー形成能について、また晩発効果の発現の機序のために、腫瘍モデルとして放射線作用における

免疫関与の基礎実験を行った。

(a) 2系統マウスでの年齢による骨髓、脾臓中の幹細胞ならびにコロニー形成能の差異について

C57BL/6J/Nrs, と NRH/Nrs (CF#1/Nrs が左のように近交系として登録された : Exp. Anim, **26** (1) 79, 1977参照) の若い成熟マウスと70W令以上のマウスについて、それぞれの骨髓、脾臓中の CFUs と、コロニー形成能について比較検討した。また NRH/Nrs マウスの一部のマウスについては骨髓、脾での ¹²⁵IUdR のとりこみの測定を行った。C57BL では加令マウスについては100週令のものと70週令のものをを用いたが、その両者に明らかな差異は認めなかった。recipient を加令あるいは若いマウスとして、donor をやはり加令あるいは若いマウスとして recipient における脾でのコロニー形成能を比較したが、これについても明らかな差異は認められなかった。NRHマウスでは recipient を加令マウスにした場合ほとんどが早く死亡しよい結果は得られなかった。しかし、若いマウスを recipient にした場合、骨髓細胞中の単位有核細胞数当りのコロニー数は donor が若くても加令でも差異は明らかでないが、脾細胞では加令マウスの方が少ない傾向を示した。また ¹²⁵IUXdR のとりこみでは骨髓細胞を入れた場合の骨髓でのとりこみが若い方で大きい傾向を示したが、脾細胞を入れた場合は骨髓、脾いづれにおいても年齢差が明らかでなく、コロニー形成の場合と必ずしも一致した結果が得られず、今後さらに検討を要すると考えている。

(b) 腫瘍をモデルとしての放射線作用における免疫関与について

(i) 細胞性免疫の関与について : *in vivo* 実験, C3H 由来の MM46腫瘍 (前年度報告) を C3H マウスの左足下肢移植し、これに X 線の局所照射を行い、その後適当な間隔で経目的にそれらのマウスの脾細胞と腫瘍細胞と一緒に腹腔に入れた *in vivo* での中和実験をした。その結果、照射約10日以後のマウスの脾細胞を用いたものでは腫瘍の生着はみられず、局所照射による抗腫瘍細胞性免疫の出現を示唆する結果を得た。

in vitro の実験, ⁵¹Cr を用いて腫瘍に標識し、同様に腫瘍に照射あるいは非照射のマウスの脾を用いて ⁵¹Cr の redease による *in vitro* での中和実験を行った。しかし *in vitro* では、照射マウスでの脾細胞による cytotoxicity はみられなかった。これは技術的なものか、あるいは事実なのかこの点についてさらに検討を要すると考えている。

(ii) 液性免疫について : 腫瘍移植後、腫瘍への照射、非照射のマウスの血清を用いて *in vivo*, *in vitro* での

中和実験を行った。その結果、照射マウスでは時期によって腫瘍の生着をおさえたり、あるいはマイクロプレートによる cytotoxicity が認められたものがあった。しかし非照射マウス血清にも *in vitro* での cytotoxicity が認められるものがあり、さらに検討する予定である。

(c) MM46腫瘍の培養系への確立について(生理病理部、坪井篤氏と共同研究)：MM46腫瘍細胞を *in vitro* でのコロニー形成をみる事が可能となれば *in vivo* での実験と *in vitro* での実験をつなげることが出来るし、*in vivo* での現象の解析が容易になると考えられる。まず腫瘍の *in vitro* での培養化を行い、これに成功した。そこで、この腫瘍細胞をマウスにもどした結果、腫瘍が得られた。さらに、この腫瘍をマウスで維持したものについて *in vitro* でのコロニー形成が得られ、plating efficiency も約 30% であった。この場合牛血清を 20% 必要としたので、さらに少なくするため 10% で行ったが、同様の plating efficiency でコロニーが得られた。この腫瘍細胞を C3H マウス皮下に移植し、MM46 細胞の場合と放射線感受性を比較したが殆んど同じであった。そこで今後、この細胞を用いてさらに検討したいと考えている。

〔研究発表〕

- (1) 早川, 土屋 : Radiat. Res. **66** (2), 384 (1976)
- (2) 早川, 土屋 : Radiat. Res. **68** (1), 31 (1977)
- (3) 土屋 : 日本医学放射線学会誌 **36**, 922 (1976)
- (4) 土屋 : 日本放射線影響学会第19回大会, 広島 (1976.10)

4. 中枢神経系に及ぼす放射線の影響に関する研究

土屋武彦, 南沢 武, 荒武邦子

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継続している。

(a) 視覚誘発電位への効果

脳のか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 (300 R) の X 線照射により、10~22ヶ月の長期間にわたり徐々に減少することを認めた。また、これらの動物の脳を組織学的に検索した結果、小脳の顆粒細胞の減少していることが示された(都立老人研、井上達氏と協同研究)。本年度は、前年度に引き続いて脳への放射線の晩発効果に関する基礎研究として、非照射成体家兎の AEP を長期間記録し、分析を行った。AEP の記録方法はすでに報告しているのと同じように、閃光刺激による誘発電位をコンピュータで 200回加算、平均し、X-Yレコーダーに記録した。単

一刺激の他にこれと 110, 220, 500, 750, 1000msec の各間隔をいたお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。約12ヶ月間の観察期間中、単一刺激による IV と V の波の振幅はあまり大きな変動を示さなかった。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 (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。

IV の波の振幅の R_2/R_1 についてみると、110msec では 1 より大きく、220 と 500msec では各々 0.6 と 0.9 であった。1,000 ではほぼ 1 に回復した。V の波の振幅の R_2/R_1 は 110msec の場合最も小さく約 0.4 で、IV のそれとは著しい差異を示した。220—1000msec については IV の波の値とほぼ同じであった。 R_2 の III の波の振幅は測定出来ないことが多かった。頂点潜時の R_2/R_1 についてみると、III の波は 110msec の場合最も大きく約 1.4 を示し、刺激間隔が長くなるにつれてこの値は減少し、750msec ではほぼ 1 になった。IV と V の波の頂点潜時のについては分析中である。X 線照射によるこれらの波の振幅と頂点潜時の R_2/R_1 の長期間の変化について、脳の半側に 300 R を照射された家兎を用いて研究を開始した。照射約 3 ヶ月後から、照射された側の 220msec 間隔の IV と V の波の振幅の R_2/R_1 が減少する傾向を示した。その後の変化については、52年度において引き続いて検討する。

(b) 脳血流に関する検討

中枢神経系への放射線の影響は血管系を介して発現するとの考え方もあるので、脳波、AEP の記録と同時に脳の局所血流 (regional blood flow, RBF) を heat clearance 法により測定している。対照である非照射家兎の RBF を 1 日 2~3 時間、2~3 日間隔で約 2 ヶ月間記録した結果、AEP の発現と密接な関係を持っている脳幹の RBF は脳波のパターンの変化 (睡眠-覚醒) に平行して増減することが示された。300 R 照射後、この増減の変化する時期およびその大きさは個体により異なっていた。52年度において、個体数を増加して、更に詳細に検討する。

〔研究発表〕

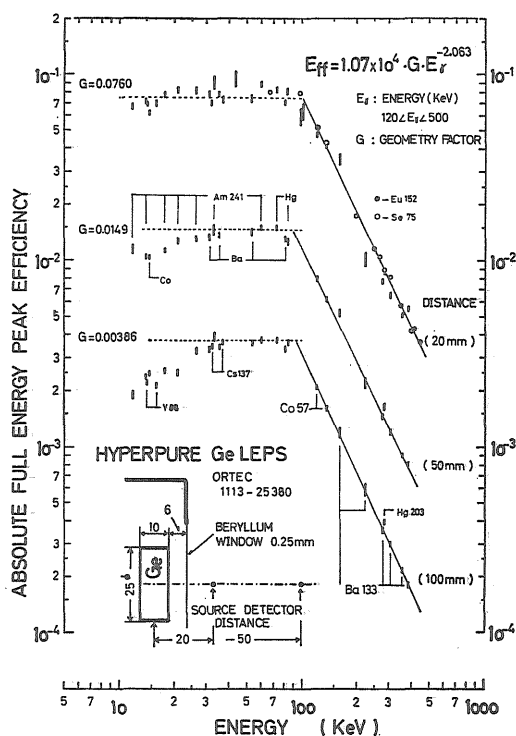
- (1) 南沢, 土屋 : 日本放射線学会第19回大会, 広島 (1976.10)

5. 内部被曝の特異性に関する研究

- (a) 生体試料中の Pu 同位体の分別測定に関する研究
松岡 理, 野田 豊, 小林宏子

生体試料中の Pu 同位体の存在比の迅速測定は、事故被曝の際の障害評価という点で極めて重要な意義をもつ。何故ならば、体内に侵入していた Pu を傷モニター (LX線測定) するとき、同位体の存在比によって ^{239}Pu 侵入量の評価に大きな影響を与えるからである。生体試料での同位体の分別測定は次の4つの測定法が考えられ、その各々は、それぞれ限定された目的にしか用いられず、いくつかを組合せて分別することが要求される。

① 半導体検出器による α 線スペクトロメトリー、② Ge(Li) 検出器による γ 線スペクトロメトリー、③ LEPS



Absolute Full Energy Peak Efficiency
of The Hyperpure Ge LEPS.
by RCC Gamma-ray Reference Source-set.

第1図

(Low Energy Photon Spectrometer) による低エネルギー γ 線スペクトロメトリー、④ NaI(Tl) による軟 X 線測定、⑤ 液体シンチレーション計測による α , β 分別測定、などである。

これらの測定法のうち ^{239}Pu に対して最も正確な情報を提供するの低エネルギー γ 線スペクトロメトリーであるので、本年度は LEPS による ^{239}Pu の分別測定の精度をあげることを中心として検討した。この場合、LEPS はエネルギーの分解能はよいが、既知存在比の標準線源による相対比較法による分別測定が不可能

であるため、定量分析のためには市販の標準 γ 線源を用いて数 KeV ~ 数百 KeV の範囲にわたって、線源と検出器の距離の関数として、全エネルギーピーク効率を求める必要があると考え測定を行った。この効率曲線は第1図の如く、低エネルギー部分の曲線部分と 100KeV 以上の直線部分からなり、100KeV 付近で大きく折れ曲る。しかし、この付近のエネルギーを放出する核種は標準線源には乏しいので、 ^{239}Pu の測定という点では極めて重要であるので、 ^{152}Eu および ^{75}Se を補助線源として用いることにより、測定点を補うことにより湾曲部の精度をあげた。

これらの結果より、Pu 含有の生体試料の迅速測定には、この全エネルギーピーク効率のカーブと、 ^{152}Eu ^{155}Eu , ^{75}Se , ^{182}Ta および ^{177}Lu 等の多種類の γ 線放出核種をサブリファレンスソースとして、計測試料と形状を同じにしたファントムを作製し、計測することにより精度よく計測できると考えられた。本測定と、 α スペクトロメトリーおよび液体シンチレーション計測との組合せにより、Pu 同位体およびその娘核である ^{241}Am の存在下で、生体試料から迅速に ^{239}Pu の存在量を分別測定を精度よく実施しうることが期待される。

(b) 重合体 Pu による貧血、赤血球寿命の変化の特異性
松岡 理, 上島久正, 鹿島正俊, 小林宏子

重合体 Pu による内部被曝では、骨髓、脾臓の造血系、肝臓、脾臓、骨髓の網内系が持続的かつ特異的に RBE の高い α 線で照射されるため、外部照射の実験から類推できない障害が発現することが予想される。前年度まで重合体 Pu の投与によって特異的に起きたと考えられる貧血、赤血球寿命の短縮に注目して、その原因として重合体の赤血球そのものに与える影響とともに、網内系の赤血球処理能力の異常にも帰因するものと考え検討を加えてきた。更に赤血球側の変化として、赤血球浸透圧の脆弱性が低下すること、赤血球直径が増大する事実をあきらかにした。本年度は、赤血球寿命に影響を与える要因として、出血の関与の有無を、 ^{51}Cr 法により検討を加えた。その結果は Pu 重合体の低投与量 ($5\mu\text{Ci/kg}$) では循環血漿量、循環血球量、循環血液量には変化が認められなかったが、比較的高い投与量 ($15\mu\text{Ci/kg}$) では、循環血球量、循環血液量の低下が認められた。この循環血球量、循環血液量の変化を赤血球造血系の低下とみなし、重合体 Pu によって出血は起きていないと考えるか、それとも重合体 Pu によって出血は起きているが、循環血漿量の低下は、循環血球量の変化より容易に回復できるので、結果的に循環血球量の低下がみとめられたとするかの二つの解釈があ

り、今後の検討が必要である。

〔研究発表〕

上島, 鹿島, 松岡: J. Rad. Res 17, 192~203
(1976)

6. Pu の内部被曝に関する研究

—— Pu 投与マウスの肝臓および脾臓の DNA

合成細胞数の消長 ——

松岡 理, 鹿島正俊, 上島久正, 小林宏子

Pu 内部被曝の特徴は、重合体の障害の特性を明らかにすることによりとらえられるので、前年度は肝実質細胞機能と肝網内系細胞機能の両機能と、両者の機能の指標に重大な影響を与える肝血流量の検討を行った。この結果、肝血流量、肝実質細胞の機能の変化は少ないが、肝網内系機能の変化は、重合体の場合にとくに著明であることが明らかにされた。

本年度は組織沈着特性と組織機能変化の関連性を、Pu 沈着組織の沈着部位における構成細胞の変性および再生などの細胞動態を調べることににより、明らかにせんとした。実験方法としては、Pu 投与 U²³⁵F₂1 マウスに ³H-thymidine (³H-TdR) を経時的に投与し、その肝臓および脾臓の部位別の DNA 合成細胞数を、オートラジオグラフィによる ³H 標識率を指標として検討した。

結果は①網内系機能抑制を示した Pu 重合体投与群の肝では、Pu 投与3週後の Littoral cell の ³H 標識率は Pu 沈着の少ない肝小葉中心帯に顕著に増加していることを認めた。②肝実質細胞ではこの期間には対照に比し、減少傾向をみとめるが大差はなかった。③脾臓においては、Pu 重合体投与群に白脾臓の萎縮を認めるが、その構成細胞であるリンパ球の ³H 標識率も3日後に既に減少を示した。④単量体投与群の脾臓においては、3日後、赤脾臓有核細胞の造血系細胞の標識率の上昇を認め、3週間以後顕著な増加を示した。これは Pu 単量体が骨内腔表面に沈着するため、骨髄における造血機能抑制がおこり、その代償性変化とみられた。かよう

に組織機能変化と、その構成細胞動態を関連づけて考えるとき、肝臓網内系組織の局部的増殖、脾臓における骨髓造血系細胞の増加などの例のごとく、組織レベルあるいは全身レベルの Pu 沈着とその寄与を考慮する必要があると考えられた。

〔研究発表〕

(1) 鹿島, 上島, 小林, 松岡: 日本放射線影響学会, 第19回大会, 広島 (1976.10)

7. 放射線の危険度推定のための実験動物より人類への外挿法に関する研究

松岡 理, 佐藤文昭, 佐々木俊作, 村松 晋

放射線障害の評価において、動物実験で得られた結果をヒトへ外挿するためには、①各種の実験動物で得られた基準となる線量効果関係を示すデータを収集すること、②次に実験動物相互とヒトをつなぐための比較動物学的資料を収集、整理すること、③これらをもとに外挿のための理論体系を立てること、の3つの方向で研究を進めて来た。前年度までに基準となる線量効果関係については、寿命の短縮、外部照射による発癌、内部被曝の発癌、遺伝的効果の4つの資料集がまとめられた。更に、今年度プルトニウムの線量効果関係についてのまとめがなされた。外挿のための比較実験動物学的資料については、昭和48年度より特別研究調整費の援助により、外挿のための資料集(1)~(4)までが毎年まとめられ、本年度第5集が印刷刊行された。これによって、6種の実験動物とヒトとを同一基準で比較した正常値のかなりの部分が収集され、更に自然発癌率等の基礎データ、および年令差などのデータが集積された。今後これらの資料をもとに外挿の理論の確立に努力する。

〔研究発表〕

(1) 松岡: 環境放射能研究シンポジウム, KURRI-TR-147 P21~26 (1977)

(2) 松岡: 実験動物よりヒトへの外挿の資料集(4), 1977

(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、薬理学的研究をさらに発展させ、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を開始した。

第1研究室では、放射線感受性を変化させる物質の有機化学合成、物性の確認等の研究を行い、それらの生物に対する作用との関連から、作用発現に必要な基本構造を追求してた。とくに硫黄などのヘテロ原子を含む環

状化合物の中から、いくつかの有効な化合物が見出され、合成化学的研究を行った。放射線照射の初期過程において生ずるフリーラジカルの一つであるスーパーオキシド・アニオンの生成を試み、化学反応性などを明らかにした。第2研究室では、生殖腺の中で相対的に放射線の感受性の低いライデッヒ細胞から、男性ホルモン合成に関与する酵素の一種を可溶化後、純化し、その酵素活性の中心の追求と蛋白化学的レベルでの本体の解明にもつとめてきた。また卵巣における放射線障害の生化学的研究を開始した。第3研究室においては、動物細胞の培養技術をつかって、骨髄細胞の増殖促進作用をもつ物質を検出し、その因子の分離を試み、その純化した因子の性質を生化学的に解明しつつある。(玉置文一)

1. 放射線感受性修飾物質および生物活性物質の有機化学的研究

池上四郎, 大石洵一, 上田順市

放射線感受性を軽減または増幅する物質および生物学的に活性を示すことが期待される物質の合成、それに関連する有機化学的研究を基本として研究を実施した。

主に放射線防護の面での薬物の開発を目指して、代表的薬物(MEG, AET等)の本質的構造を考慮に入れつつ、窒素, 硫黄, 酸素等へテロ原子を含む、環状化合物の合成, 化学構造の確認, 化学反応性を検討して来た。合成した化合物の中には、従来の代表的防護薬物と同等の活性を示すものもあった。硫黄を含む化合物に防護作用及び生理活性を示す物質が多いので、本年は硫黄を含む環状化合物の合成を一般的合成法として確立するために種々検討した。スルフェン酸ハライドは極めて早くオレフィンに付加することが知られている。分子内付加によると、含硫黄環状化合物が合成できる。アルケニルジスルフィドは塩素との反応によりスルフェニルクロライドを生じ、この化合物は直ちに環化して一環性化合物、双環性化合物を高収率で与えた。中間体として多環性のエピスルホニウムイオンが考えられる。このイオンの構成が3及び4員環の時は反応は非常に容易に進行するが、その中に4員環を含む系では付加の速度は遅くなる。従って、この時は希釈法を用いて反応を行わないと分子間付加が先行し期待する化合物が得られなかった。

広い意味での生物活性物質に原子それ生身の特性以外に、化学構造によるもの、その中でも結合を通して、また空間的に影響し合う相互作用が考えられる。テロ原子の非結合相互作用について、硫黄の時は動的相互作用を、窒素の時は静的相互作用をスペクトル測定によって調べた。

これら検討の結果、含硫黄環状化合物の新合成法が確立され、またテロ原子の空間を通しての相互作用が極めて大きいことが明らかになった。このことは今後の薬物のデザインに大きな示唆を与えるものである。

〔研究発表〕

- (1) 池上, 清水, 浅井, 大石: 日本薬学会第96年会, 名古屋明治生命ビル (1976.4)
- (2) 大石, 清水, 池上: 日本薬学会第96年会, 名古屋明治生命ビル (1976.4)
- (3) 大石, 清水, 室田, 池上: 第9回複素環化学討論会, 福岡電気ビル (1976.10)
- (4) 池上, 清水, 浅井, 大石: 第3回基礎有機化学討論会, 仙台文化会館 (1976.12)
- (5) 池上, 清水, 浅井, 大石, 上田: 第5回有機硫黄リン化合物討論会, 筑波大学 (1977.2)
- (6) H. C. Brown, S. Ikegami, K.-T. Liu, and G. L. Tritle, J. Am. Chem. Soc., **98**, 2531 (1976).
- (7) S. Ikegami, J. Ohishi, and Y. Shimizu, Heterocycles, **6**, 387 (1977)

2. 放射線障害の初期過程に関する化学的研究

花木 昭, 小沢俊彦

物質の放射線化学的変化は、照射の直接作用によっても間接作用によっても誘起される。しかし、生物系における生体構成物質の放射線による化学変化は、系の媒体分子、主として水の励起分子、イオン化分子からのエネルギーを受けた間接作用によることが多い。また、好気的条件下で生活する生物では、酸素由来のラジカル種、たとえば O_2H (O_2^-), $\cdot OH$ が活性分子となり障害を誘起する。われわれは、照射により一次的に誘起、生成される活性分子のうち、とくに酸素のラジカル種の化学反応性に関心をもち今年度より研究を開始した。最初は、 O_2H (O_2^-) の生成を行い、その物理的、化学的性質に関する研究を行った。

O_2H (O_2^-) は酸素を定電位電解して生成した。 O_2H (O_2^-) は水溶液中では極めて不安定で通常の計測法によってその存在を証明することはできないが、電気化学的にアセトニトリル溶液として生成した O_2H (O_2H) は比較的安定で室温では3~4時間、77°K (液体窒素中) では一昼夜安定に存在した。そこで、 O_2H (O_2^-) のアセトニトリル溶液を用いて分光学的性質を求めた。電子スペクトルは255nmに吸収極大 ($\epsilon = 1460 M^{-1} cm^{-1}$) を示す。室温ではESRスペクトルは観測されないが、77°Kでは異方性をもったスペクトル ($g_{11} = 2.083$, $g_{12} = 2.008$) を示す。

〔研究発表〕

- (1) 花木：日本薬学会第96年会，名古屋（1976.4）
- (2) 小沢，花木，山本：同上
- (3) 小沢，花木，山本：日本化学会第35秋季年会，北海道大学（1976.8）
- (4) 小沢，花木，山本：第3回反応と合成の進歩シンポジウム，東京，薬学会館（1976.11）
- (5) T. Ozawa, A. Hanaki, H. Yamamoto: FEBS Lett., **74**, 91-102 (1977)
- (6) 小沢，花木，山本：第5回酵素類似様機能をもつ有機化学反応の研究会，大阪府立大（1977.3）

3. 生殖線の障害に関する生理学的研究

玉置文一，稲野宏志，鈴木桂子

生殖腺は放射線に対して感受性が高く，それによって起る不妊現象を解明するため視床下部脳下垂体一生殖腺一標的臓器（付属性腺）系に対する放射線の影響について研究を実施した。

前年度までに，未成熟雄ラットの精巣にX線を局部照射すると成熟した時 *in vivo* および *in vitro* で男性ホルモンの生合成が抑えられていることを証明した。今年度は，男性ホルモン生合成に関与している種々の酵素の活性に対する放射線の影響について検討を加えた。特にテストステロン生合成に直接関与しているステロイド-17 β -水酸基脱水素酵素の放射線照射による活性低下が著しく，このため男性ホルモンの生合成がX線照射により影響されることが示唆された。また，ステロイド-17 β -水酸基脱水素酵素を分子レベルで研究するため，前年度につづいてこの酵素を精製し，純化するに至って本標品を用いて分子量を測定すると35,000を示した。

一方，雌ラットの生殖腺に対する放射線の影響を調べるための基礎的研究を前年度から引き続いて行い，未成熟ラットに生殖腺刺激ホルモンを与えて，同時的な発情期をもたらすことを確認し，その前後におけるステロイド代謝のパターンを酵素学的に検索しつつある。

〔研究発表〕

- (1) Inano, H., Tamaoki, B.: Vth International Congress of Endocrinology, Hamburg Abstracts p. 44. No. 109 (1976)
- (2) Tamaoki, B., Suzuki, K.: International Symposium of Ovarian Endocrinology, Fresnes, France (October, 1976)

4. 放射線感受性修飾物質の薬理学的研究

色田幹雄，常岡和子，大野忠夫

放射線に対する生体の感受性を軽減する薬物（放射線

防護剤）または増幅する薬物（放射線増感剤）および放射線障害の回復を促進する薬物（放射線障害治療薬）に関する薬理学的研究の一貫として，低酸素増感剤ならびに骨髄細胞増殖因子に関する研究を実施した。

腫瘍組織内には，低酸素状態に陥っているために放射線に対する抵抗性が高いガン細胞が含まれていて，腫瘍の放射線療法の際に問題となるが，電子親和性の高い有機化合物を投与することによって，これらの低酸素ガン細胞の放射線感受性を選択的に高めることができる。フリフラマイド（AF-2）はニトロフラン化合物の一種であって，突然変異原作用をもつことが証明されたために食品添加物としての使用を禁止された化合物であるが，その化学構造はこの化合物が放射線増感作用をもつことを予想させた。イーストまたはマウス白血病細胞（L5178Y）を用いた *in vitro* 実験系において，この化合物は低酸素状態にある細胞の放射線感受性を高線量領域では著しく増大させることが判明したが，低線量領域（600R以下）では増感効果が認められなかった。また，この化合物をマウスの乳腺固形腫瘍に直接注射して *in vivo* における放射線増感作用を試験した場合も，大線量X線（3,000R）1回局所照射実験では推計学的に有意な増感効果が認められたが（Enhancement ratio=1.6），低線量×線反復局所照射（800R，5回）実験では毎回照射直前に投与したにもかかわらずその増感作用は推計学的有意差とは認められなかった（Enhancement ratio=1.1），以上の実験結果は，この種の低酸素増感剤を分割照射線療法に使用することに関する限界を示すものであろう。

ワクチンまたはエンドトキシンを注射することによって抗原刺激したマウスの脾を0.154M NaCl中でホモゲネートとし，超遠沈して得た上清をセファデックスG-200ゲル透過クロマトグラフィによって分画した。ヘモグロビン2量体（分子量約40,000）よりもやや遅れて溶出される画分に，放射線障害治療効果が存在することが認められた。X線600Rを全身に被曝したマウスに，被曝後，上記の脾成分を反復皮下注射することによって，被曝個体の死亡率を85%（対照群）から35%（処理液）に下げることができた。別に行った実験では，脾成分の注射を受けたX線被曝マウスでは無処置のX線被曝マウスに比較して，被曝10日後に観察される内因性脾コロニー数が推計学的有意に増加していた。したがって，上記脾成分は直接または間接的に造血機能を亢進することによって被曝個体に延命効果をもたらすものと思われる。

骨髄中の顆粒球・マクロファージ系白血球前駆細胞

の増殖と分化を制御する局所ホルモン様物質に関しては、放射線障害治療薬との関連において研究を行った。詳細は指定研究「骨髄細胞増殖因子の単離」の項に述べたので、ここでは省略する。

〔研究発表〕

(1) Ohno, T., Saeki, T., Urano, M., Watanabe, I., &

Shikita, M.: J. Radait. Res., (印刷中)

(2) Tsuneoka, K., Takagi, Y., & Shikita, M.: J. Radiat. Res., **18**, 102—108 (1977)

(3) 大野, 色田: 日本薬学会第96年会, 名古屋 (1976.4)

(4) 常岡, 色田: 同上

(8) 環 境 衛 生 研 究 部

概 況

本研究部は自然界, 生物界および人体における放射性物質の挙動と放射線被曝の様式, 機構に関する調査研究を実施しており, 一般環境におけるこれらの問題と共に特殊な職業環境における問題をも含めて被曝の評価と, その低減に資する定量的情報を得ることを目的としている。それゆえ, 自然放射能, 核実験フォールアウト放射能および原子力平和利用に起因する人工放射能をとりあげており, 体外被曝および体内被曝の両被曝様式について重要な放射性核種の挙動や放射線水準の把握を行っている。

本年度は環境特研4年目に当り, 低レベル体外被曝線量測定の問題点, 大気中 ^{85}Kr 定量法の開発, ^3H の食物連鎖と生体中挙動および魚卵発生への影響の研究を推進すると共に, 放射能調査業務として全国の空間自然放射線量率の測定, ^{14}C , ^3H の測定を継続して実施した。また, 本年度より新規に人体と環境中の ^{239}Pu 水準の測定を開始した。原子力安全研究協会からの受託研究として, 生物研究部と協同にて放射性物質を含む環境水中で発生中の魚卵における染色体異常の出現を検討した。

年度初期において旧環境汚染研究部から内山, 湯川両研究員を迎え入れたため環境物質の放射化分析, 体内被曝研究関係を強化することができた。

経常研究としては, 大気中 ^{210}Pb , ^{210}Po の挙動, 環境試料中放射性核種定量精度の検討, ラット, ビーグル犬を用いた環境人工放射性物質の体内代謝の研究, 海産生物における放射性核種の挙動, 職場環境の放射性エアロゾル吸入における被曝評価の問題, モルモットを用いて皮膚傷口からの核種の吸収, Pu と Am との体内挙動の相違, 人体組織中元素濃度の定量, 人体の ^{137}Cs 測定, 中国核実験直後における人体胸部に検知される放射能の検討などを実施した。

国際的活動としては, 阿部(道)が51年10月3週間にわたってモスクワの物理化学研究所放射化学研究部およびヴィリニスの物理数学研究所放射線研究所に留学, 大

気中自然放射性物質の挙動について討議を行った。安本は51年10月米国および欧州各国の原子力施設における従業員の被曝管理の状況を視察した。市川は51年9月ウィーンで開かれた第25回国連科学委員会に出席, また52年3月 IAEA の深海投棄にかかわる諮問会議に出席した。

51年度における本研究部の経常研究の概略は以下に述べるようになっている。(市川龍資)

1. 自然環境における放射性物質の挙動に関する研究

〔研究目的〕

自然環境における種々の放射性物質の挙動を明らかにし, 国民線量推定および原子力平和利用に伴う諸問題の解決に資する。また挙動解明に用いられる分析, 測定手法の確立, 精度の確認を行い, 同様な問題解決に役立てる。

〔研究経過ならびに成果〕

(1) 高温型熱分離薄層クロマトグラフ(サーモフラクトグラフ)法の環境物質に対する応用上の問題点の検討

阿部道子, 阿部史朗, 高橋一好*, 桃田道彦* (*理学電機)

人体の被曝線量を評価するとき, いくつかの重要因子が考えられる。大気中の天然放射性核種による呼吸器線量を考慮するときは, 核種のレベルならびに性状について知らなければならない。

比較的半減期の長い ^{210}Pb , ^{210}Po をとりあげ, 昇華法, 溶出法を中心に調べて来た結果, 大気中 ^{210}Po の化学形態として少なくとも2種以上の画然と区別されるものの存在が認められた。更にその詳細を追求するための方法の開発, また広い意味での固体試料中の核種の性状を調べる有効な手段の開発を目指し, 高温での使用が可能なサーモフラクトグラフ装置を試作して来た。サーモフラクトグラフは熱分離と薄層クロマトグラフを組合わせた装置である。

今回、高沸点の無機化合物である PbCl_2 と PbO を用いて、大気中 ^{210}Pb 等との関連の上で基本的な因子の検討を行った。装置の性能ならびに上記化合物による測定結果の概要を次にあげる。

(a) 検出限界

PbCl_2 を Al_2O_3 で希釈した試料の測定では、非放射性物質として $10\mu\text{g}$ あれば十分である。

(b) 捕集率

PbCl_2 10mg を用いて、 $550^\circ\text{C}\sim 720^\circ\text{C}$ における薄層板に捕集された試料を、X線回析により測定した結果、捕集率は約70%であった。捕集率の向上が望まれる。

(c) 混合物における分離

PbCl_2 と PbO の混合物について、 500°C から $1,200^\circ\text{C}$ の温度にて、薄層板に捕集させたところ、 PbCl_2 は $550^\circ\text{C}\sim 720^\circ\text{C}$ 、 PbO は 900°C 以上の二つのゾーンとして分離検出される。

(d) 未知物質の同定

熱分離ののちの未知物質の同定には、薄層マロマトグラフィによる発色法と同時にX線回析も有効な手段である。捕集された PbCl_2 についてX線回析を行った結果、分離された PbCl_2 からの回析線が確認された。放射性核種については、分離捕集後放射線計測を行う。

〔研究発表〕

- (1) 阿部, 阿部, 池田: *Radioisotopes*, **25**, 413 (1976)
- (2) 阿部, 阿部, 池田: *ibid.*, **25**, 644 (1976)
- (3) 阿部, 阿部: 保健物理, **11**, 303 (1976)
- (4) 阿部道子: 原安協・障害防止研究会, 霞山会館 (1976.10)
- (5) 高橋, 桃田, 阿部: 第12回熱測定討論会, 名古屋大学 (1976.10)

(2) 環境試料中の放射性核種定量精度の考察

阿部史朗, 岩島 清*, 笠井 篤**, 清水 誠***

(*公衆衛生院, **原研, ***東大農)

一般に環境の問題を考えていく際には、何らかの意味で数値の比較が行われなければならない。広域的な問題を長期に見ようとするときは、数値の比較が特に重要である。このような比較に際し、比較すべき数値の精度が結果に大きな影響を及ぼす。また数値の持つ意味もその精度、正確さに応じて考えられねばならない。

このような観点から、IAEAの相互校正の結果の再検討を行って来たが、今回は国内の各機関間で実際に比較測定を行い、低レベル放射性核種の定量精度について検討を試みた。

対象物としては、海底土を選んだ。試料の均一性が得

やすいこと、測定可能なレベルの試料が得られること、海水、海産生物のようにレベル、試料量、均一性の点で問題が少ないことの原因からである。試料は実際の環境中から得た。参加機関は、国立のものをはじめ16であった。

試料は適当な前処理後、計測試料として分割し、すべて放医研の Ge(Li) 検出器付のガンマ線スペクトロメータによって計測した上で各機関に配布した。計測試料の不均一性はほとんどないと思われる。

今回の試料中核種濃度は ^{90}Sr , ^{106}Ru , ^{137}Cs , ^{54}Mn , ^{60}Co , ^{40}K に対し、それぞれ 26, 55, 188, 165, 628, 25000 pCi/kg 程度であった。この値は、IAEAの共同校正データを解析した際に見られた濃度の約 1/1000 と低いものであった。各核種の報告値の分布を相対標準偏差で示すと、12~31%の範囲を示した。核種の放射能濃度が低いにもかかわらずIAEAの相互校正結果の再解析とほぼ同等の値を示している。これは、おそらく今回の参加機関の測定技量がかかなり高く、揃っていることによるものであろう。

1回の定量に使用した試料中核種の全放射能に対する機関間の測定値の分布幅をみた。 ^{90}Sr の定量精度は 0.1 pCi に近い低レベルのものに対しても、標準偏差で 10%と良好であった。同様に ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{40}K の定量法も良好であるが、これら核種の定量精度は各機関間で 10%以内になることはなさそうである。

^{106}Ru , ^{54}Mn , ^{144}Ce については、現用の測定手法が安定しているとはいいがたい。

〔研究発表〕

- (1) 阿部, 岩島, 笠井, 清水: 京大炉原子力安全専門研究会シンポジウム, 京大炉 (1976.11)

(3) 多点測定データーの解析による大気中の挙動の推定

藤高和信, 阿部史朗

大気中の放射性ガスからの線量寄与を推定していく過程には、ガスの大気中での挙動を明らかにすることも含まれる。ここでは特に多数のモニタリングステーションの測定値を解析して、分布、変動状況、その原因について調べている。

対象ガスとして、複雑な挙動を示すチン酸化物を例としてとりあげ、その広域的なかつ時間的な変動の状況を調べた。二酸化チン濃度は人口に依存する項と依存したい項の和で表わされることが解明された。前者は人間活動、後者は自然あるいはバックグラウンドに関する項と考えることができる。

年周変動は後者が優越し、日周変動は前者が優越して

いる。

(4) γ 線スペクトルの解析に関する研究

藤元憲三, 阿部史朗

NaI(Tl) シンチレーション・スペクトロメータを用いた空間放射線量を求める方法は、各寄与成分ごとの線量を推定し得る利点をもっている。各成分に分離するにはガンマ線スペクトル中のピークを分離、定量する必要がある。しかしGe(Li)検出器等に比べ、低分解能のNaI(Tl)は数多くのピークには分解できない。NaI(Tl)検出器からの信号によって得られるスペクトルをより有効に活用するための最適データ処理方法について検討中であるが、さらに分解能の計数依存性についても追加検討している。方法はコンピュータを用いたシミュレーションによる。

2. 哺乳動物における放射性核種の動向の研究

市川龍資, 白石義行, 稲葉次郎, 西村義一

幼若期の動物は急激な成長下にあり、生理面で量的のみならず質的にも成熟した動物とは異なることが知られている。したがって、一般環境中の放射性核種による内部被曝線量算定の際にも、幼若期での放射性核種代謝の特殊性に充分な配慮を行なう必要がある。以上のような観点から従来、放射性核種代謝における幼若児の特殊性に関する研究をすすめてきたが、本年度もこれを継続発展させた研究を行った。

トリチウム水の形で動物体内に侵入した ^3H の動態に関し、幼若期の特殊性に注目しながら実験を行った。生後10日目の哺乳期から300日令の成熟期までの種々の日令のラットにトリチウム水を1回経口投与し、その後のトリチウムの尿中排泄と臓器分布を観察したところ、明らかな年令依存性が認められた。尿中排泄から推定したトリチウムの体内残留曲線は各年令群ともに2相の指数関数で記述できるものであり、初期の急激な排泄に見られる生物学的半減期は幼若な動物ほど短く、年令の増加と共に長くなった。ただし、哺乳児では例外的に離乳児よりやや長い生物学的半減期を示した。一般に組織中の水分含有量は幼若なものほど大きく、年令の増加と共に低下する傾向にある。睾丸では逆に哺乳児の方が成熟ラットよりもわずかではあるが、低い水分含有量を示した。各年令群ともに、投与後の時間の経過にしたがって組織水分トリチウム濃度に比し、組織結合トリチウム濃度が相対的に高くなる。この傾向は幼若動物ほど顕著であり、成熟ラットでは乾燥物1g当りのトリチウム量と組織水1g当りのトリチウム量の比が投与後約30日で1より

大きくなるのに対し、投与時30日令の幼若ラットではその比が投与後14日で1よりも大きくなった。このことは、体内のトリチウム量をバイオアッセイする際、尿分析によって推定すると過少評価となる危険性があり、この傾向は幼若な動物ほど顕著となることを示している。

動物実験のデータのヒトへの外挿性の向上を念頭においたビーグル犬哺乳児を使った実験も前年度に継続して行った。イヌではミルクを介して母子免疫が成立し、この際、乳仔のミルク中にある免疫グロブリン吸収能は生後約48時間まで顕著に高く、その後低下するということが知られている。本年度はこの点に留意し、誕生直後のビーグル犬に $^{141}\text{CeCl}_3$ を経口投与して、その後の全身残留をアニマルカウンターによって計測し、昨年度の生後5日あるいは9日令に投与したものと比較した。結果は5日令あるいは9日令投与で吸収率が1~2%であったのに対し、0日令投与では明らかにそれより高い吸収率を示したが、データの変動幅も大きくなった。これは誕生直後の胎便の消化管内での存在状態を反映したものであると考えられ、今後、胎便の排泄を見届けてからの投与により再現性の高いデータを得たい。

セリウムと同様に一般に難吸収性元素と考えられているルテニウムを各種年令のラットに投与し、消化管吸収のちがいを観察した。Adult(80日令)とYoung Adult(40日令)における静脈内および腹腔内投与群での体内残留率は、投与後21日目まで投与量の約30%であった。経口投与群ではAdult, Young Adultとも投与後3日目までにほとんど排泄され、体内残留率は1%以下であった。21日令ラットでの経口投与群においてもAdult, Young Adultと同様の減少傾向をみせたが、これらにくらべて幾分体内残留率は高かった。これに対し、哺乳児(9日令)の経口投与群においては投与後約1週間まで高い体内残留を示し、離乳期が近づくにしたがって急激に減少していった。離乳後はAdult, Young Adultと同様の減少傾向を示した。新生児(0日令)の経口投与群でも哺乳児とほぼ同様であったが、その減少傾向は哺乳児よりもゆるやかであった。その後、離乳期が近づくにしたがって急激に減少していった投与後24日目まで体内残留率は1%以下となった。

海産生物体においてコバルトの一部は有機物、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。これまでの一連の実験により、塩化コバルトよりもシアノコバラミンの方が胎盤、母乳を介して比較的容易に胎児あるいは新生児へ移行することなどを明らかにしてきた。本年度はシアノコバラミンの形で投与した ^{57}Co の

ラット胎児への取り込みと妊娠時間との関係についてさらにくわしく検討を行った。妊娠13日目から19日目までのラット130匹に ^{57}Co ラベルのシアノコバラミンを静脈内投与し、24時間ごとに受胎産物（胎盤、胎膜、羊水）を摘出して、それぞれに含まれる放射能を測定した。妊娠13, 15, 17 および 19日目における ^{57}Co のラット胎児1匹あたりへの取り込み量は投与後48時間目で0.5, 1.2, 3.6 および 4.6%（ト殺時の親の体内残留量を100%とした時の百分率）であった。胎児への取り込み量は妊娠時間がすすむにつれて増加し、妊娠後期に投与したもののほど高い取り込み率を示した。一方、胎盤への取り込み量は胎児とは逆に妊娠時間がすすむにつれて減少する傾向が観察され、胎膜、羊水への取り込み量は少なかった。

環境中で特に食品中での放射性物質の存在状態が、それが体内に入った時の挙動にどのような影響を与えるかという問題に対して、昨年度は海藻（アオサ）を ^{60}Co 添加海水で培養しそれをラットに経口投与するという方法により予備的実験を行ったが、今年度は淡水産生物を使って同様の観察を行うためクロレラの培養に着手し、簡易型培養装置をととのえたと共に培養条件に関し若干の知見を得た。

食物中での放射性核種の存在状態と摂取後の消化管吸収率および体内残留率との関係を検討するとき、哺乳児に対しては、主要な食物であるミルクにおける放射性核種の存在状態にとくに留意する必要がある。このような観点から、哺乳令ラットにおいて、母乳経路による放射性核種の消化管吸収率を調べている。本年度は、重金属放射性核種にあって、いわゆる“中程度吸収性”核種群の代表的な $^{59}\text{FeCl}_3$, $^{60}\text{CoCl}_2$, $^{65}\text{ZnCl}_2$ の各核種を含む母乳を乳哺乳令ラットへ経口投与した後、これらの消化管吸収率を測定し、このデータを、対応する各核種の水溶液および母乳混合液の両型で投与して得られる測定データと比較した。なお、試哺乳令ラットの個体数および核種含有乳の搾取量の十分な確保に留意した。その結果、放射性核種を含む母乳、核種の水溶液、核種と母乳の混合液を各々の哺乳令ラットへ投与し、消化管吸収率を求めたところ、これら3者型の間に有意な差異は認められなかった。したがって前年度に報告したいわゆる“難吸収性”核種群の場合と同様に、“中程度吸収性”核種の水溶液型投与による哺乳令ラットの消化管吸収率は、母乳経路による摂取時の吸収率として使用できることが示唆される。

〔研究発表〕

(1) 稲葉, 西村, 武田, 樫田, 市川: 第19回日本放射線

影響学会, 広島大 (1976.10)

- (2) 西村, 稲葉, 市川: 第19回日本放射線影響学会, 広島大 (1976.10)
- (3) 稲葉, 西村, 武田, 樫田, 市川: 第12回日本保健物理学会, 都立産業会館 (1977.2)
- (4) 西村, 稲葉, 市川: J. Rad. Res, 17, 240~246 (1976)

3. 食物連鎖における放射性核種の動向の研究

市川龍資, 木村健一

^{59}Fe は原子力発電所から生ずる放射性廃棄物に僅かではあるが含まれている。魚貝類への ^{59}Fe の転移、蓄積についての定量的情報を得るため、本年度は貝類における ^{59}Fe の蓄積および排泄について調べた。

アサリの各器官における ^{59}Fe の取り込みは、内臓 (Visceral mass)、鰓、貝殻が高く、閉殻筋では小さい

第1表 アサリにおける ^{59}Fe の濃度比(4個体の平均値)

器 官	対 照 区	EDTA (10mg/l) 添 加 区
閉 殻 筋	20	2.1
足	36	6.1
外 套 膜	102	5.7
入 出 水 管	64	5.8
鰓	195	13
内臓(visceral mass)	281	15
貝 殻	153	7.9

(第1表)。16日目における内臓、鰓、貝殻の濃度比は200-300程度で、閉殻筋では20であった。全身放射能に対する軟体部のしめる割合は30%程度で、 ^{106}Ru や ^{60}Co の場合に比べて軟組織への蓄積が大きいことが認められた。 ^{59}Fe のアサリへの蓄積に対するキレート剤の効果は顕著で、EDTA（飼育海水1ℓにつき100mg）を添加することにより1桁程度とりこみが抑制された。

アサリ (Whole body) に取り込まれた ^{59}Fe の排泄は緩慢で、非汚染海水に移して32日後でも62%が残存することが認められた。 ^{59}Fe の排泄は軟体部より貝殻の方がかなり遅く、EDTAの排泄に及ぼす効果はいずれも小さかった。アサリにおける ^{59}Fe の生物学的半減期は65日であった。

〔研究発表〕

- (1) 木村, 市川: 第19回日本放射線影響学会, 広島大学 (1976.10)

4. 放射性エアロゾルの吸入被曝評価の基礎的研究

本郷昭三, 安本 正

内部被曝の危険度は核種によって大きく異なり, 最大許容濃度は $10^{-13}\mu\text{Ci}/\text{cm}$ から $10^{-9}\mu\text{Ci}/\text{cm}$ まで 10^{10} に渡る広範な値をとっている。したがって, 原子力発電所等のように多核種による空気汚染が考えられる作業環境の内部被曝危険度評価結果は真の危険度に比してケタはずれに多きくなったり, 小さくなったりする可能性がある。空気汚染の可能性のある核種すべてについて, 核種別濃度を求めることができれば, 危険度評価の誤差は最大許容濃度そのものの正しさの問題となろう。しかし, 現実的に, 核種別濃度をすべし求めることは不可能に近く, それゆえ測定値から考えられる最大の危険を想定して評価する必要がある。本年度は γ 線計測により空气中濃度を評価する場合の問題点を明らかにし, 「 γ 線計測による空气中濃度評価指標」を求めた。この指標を用いることにより, 「最大危険想定核種」, 「最大危険想定濃度」(測定値を最も危険な核種一種による汚染と仮定して求める)を系統的に誤りなく求める事ができる。また, この方法は他の測定法や危険度評価にも応用可能である。

〔研究発表〕

- (1) 本郷, 安本: 原子力学会51年秋の分科会, 東海 (1976.10)

5. 原子力産業職場における放射能皮膚汚染管理に関する基礎的研究

安本 正, 稲葉次郎, 本郷昭三, 成田玲子

放射性核種の人体への侵入経路は経口, 経気道, 経皮膚などに分けられるが, 放射能を取扱う職場での人体の汚染には経気道吸入と共に皮膚, 特に傷口のある皮膚からの侵入が重要な意味を持つ。しかし, 皮膚特に傷のついた皮膚を介しての放射能の吸収に関する定量的な情報は人体でも実験動物でもきわめて乏しい。そこで, 前年度の予備的研究に引続いて, 本年度は種々の放射性核種の経皮膚吸収速度を観察した。

成熟モルモットの大腿部の毛を刈り取り, ネンプター麻酔下で種々の方法により種々の状態の皮膚を作り, モルモットを動物固定板にしっかりと固定した。傷のついた皮膚の部分に $^{137}\text{CsCl}_2$, $^{60}\text{CoCl}_2$, あるいは $^{144}\text{CeCl}_2$ の約 $1\mu\text{Ci}$ を約 1cm^2 に塗布し, ヘヤードライヤーにより急速に乾燥した後, カテーテル型シリコン検出器を塗布面から約 5mm の位置に固定し, マルチスケーラーによって計数率の経時変化を観察した。正常な皮膚では

各核種とも吸収はわずかであるが, 傷がつくと吸収は速やかとなり, 特に表皮角化層を欠落するとこの傾向が顕著となる。核種別では Cs で吸収速度が最も大きく, Ce は最も小さい。スコッチテープでストリップした皮膚に ^{137}Cs を塗布した場合, 塗布量の約80%が塗布後10分迄に吸収された。 ^{60}Co をストリップ皮膚に塗布した場合には, 塗布後20分迄に塗布量の約50%が吸収された。 ^{144}Ce の場合には吸収はきわめてゆるやかで, ストリップした皮膚と正常皮膚の間に顕著な差はなかった。

以上から, 表皮角化層を欠落した皮膚では, ^{137}Cs や ^{60}Co のような体内移行性の高い物質は容易に, しかもきわめて急速に吸収されることが明らかとなり, もし事故的にせよ, 角化層を失った皮膚がこのような核種に被曝した場合は初期の処置法がきわめて重要な意味を持つと言える。

6. 原子力開発に伴う核燃料物質などによる内部被曝評価に関する研究

岡林弘之, 安本 正, 本郷昭三

原子力開発に伴い核燃料物質などの取り扱い量が急激に増加している。そして, これらの物質による内部被曝の危険を無視することは出来ない。体内に摂取された Pu の量を体外から測定する場合にプルトニウムと共存する ^{241}Am より放出される 60KeV の γ 線を測定する方法が利用されている。Pu と Am が生体内で同じ挙動をする場合には, この方法が利用されるが両者の挙動が異なる場合には誤った推定をするおそれがある。そこで Pu・Am の生体内挙動の差異をしらべる目的で本研究を行った。

Am を含む硝酸プルトニウムエアロゾルを吸入させたラットの肺を完全に湿式灰化し正確に 100ml の 8N 硝酸溶液としたものから 1ml を採取し, ステンレス板上に滴下乾燥後焼き付けたものを半導体検出器を備えた P.H.A にて Pu と Am のスペクトルをとり, 両者の放射能比を算出した。

$^{241}\text{Am}/^{239+240}\text{Pu}$ の比は, エアロゾル吸入直後に $(11.8 \pm 0.27)\%$ であったものが, 1ヵ月後に $(9.46 \pm 1.18)\%$, 2.5ヵ月後に $(8.40 \pm 0.64)\%$ と変化し, このことからラットの肺においては Am の方が Pu よりも早く除去されることが明らかにされた。この結果から, ^{241}Am より放出される 60KeV の γ 線測定のみによって Pu の体内量を推定する場合, Pu 量を過少評価するおそれがあるということが出来る。

なお, 残渣の多い試料から Am のみをイオン交換樹脂

脂を用いて分離する方法を検討中である。

〔研究発表〕

- (1) 岡林：日本放射線影響学会，第19回大会，広島
(1976.10)

7. 放射化分析を利用した，環境における微量元素の循環に関する研究

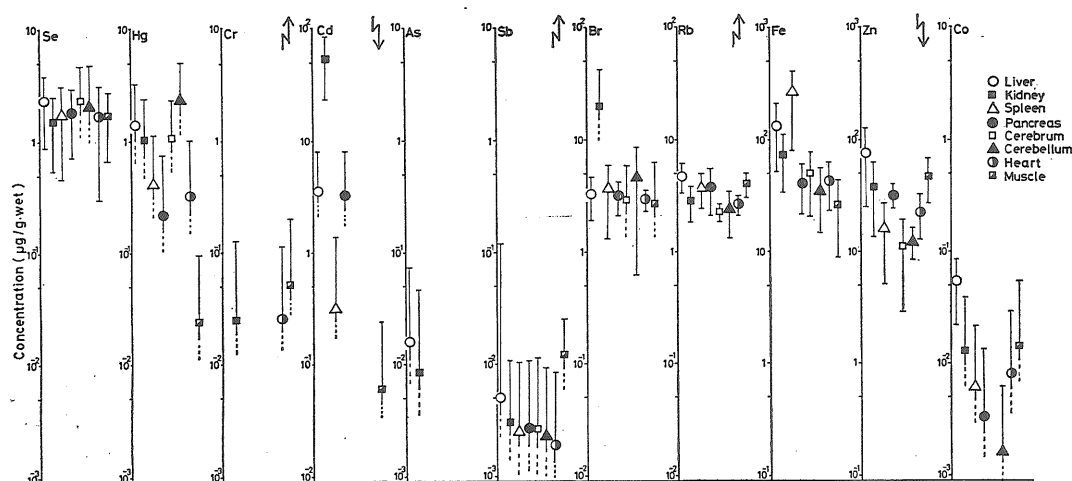
湯川雅枝，安本 正，本郷昭三，天野一秀*

(*研究生)

一昨年より行ってきた非破壊中性子放射化分析による生体試料中の微量成分の多種目同時定量に関して，今年度もひきつづきその定量法の開発および実測定量を実施した。

試料としては，人の眼の各組織と，肝，腎，脾，膵，心，肺，脳，血管，筋肉などの人体臓器切片および岩手県山村部の住民25名の血液である。血液は全血および血清を凍結乾燥粉末とし，臓器切片と眼の組織は凍結乾燥し，それぞれポリエチレン袋に封入して立教大学原子炉で 5×10^{11} n/cm² で24時間中性子照射を行った。照射試料はGe(Li)検出器および1024チャンネル波高分析器により γ 線スペクトルをとった。スペクトルより検出できる元素の核種同定および定量は，標準試料との比較法により行い，解析の一部にはコンピュータを用いた。

今回の長時間照射により，人体臓器中に検出定量できた元素は，Se, Hg, Cr, Cd, As, Sb, Br, Rb, Fe, Zn, Coであった。解析結果の一部を第1図に示す。検



第1図 Concentrations of elements in human organs

体数はそれぞれ，肝14，腎22，膵11，脾9，大脳11，小脳9，心臓12，筋肉10である。

〔研究発表〕

- (1) 湯川，安本，寺井，天野：日本衛生学会第47総会
(1977.4)

8. 環境の人工放射性物質から受ける内部被曝線量に関する研究

- (1) ¹³⁷Cs の人体負荷量の推定
内山正史，安本 正

フォールアウト中の¹³⁷Csを摂取することで受ける全身内部被曝線量を成人男子と完全人工栄養児について把握する目的で下記の研究を行った。

経過および成果：成人男子の内部被曝線量。同一構成の成人男子26名の¹³⁷Cs体内量と全身カリウム量を放電

研のNaI型ヒューマンカウンタで3ヶ月間隔で計測した。バックグラウンドおよび⁴⁰Kの寄与の変動の日差を考慮に入れた¹³⁷Csの計数値の1標準偏差を検出限界とし，この検出限界以下の数値は，検出限界に等しいものとして処理した。1976年5月以降の結果を次に示した。¹³⁷Cs体内量と共にカッコ内に付記した数は検出限界以下の体内量を示した被験者数である。

$$^{137}\text{Cs}(\text{nCi}) : 1.0 \pm 0.5(4), 0.9 \pm 0.5(7), 0.6 \pm 0.4(10), 0.9 \pm 0.6(8)$$

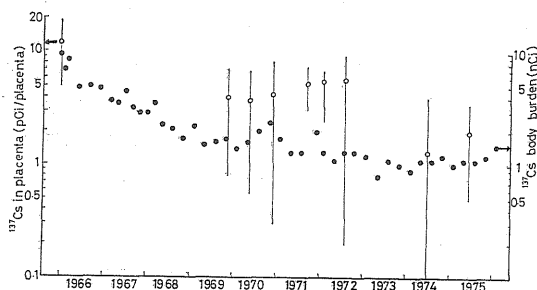
$$\text{K}(\text{g}) : 131 \pm 11, 129 \pm 11, 131 \pm 11, 130 \pm 12$$

$$^{137}\text{Cs} \text{による被曝線量} : 0.1 \text{ mrad/年}$$

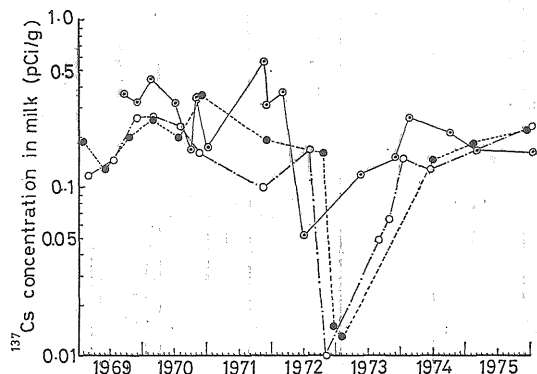
$$^{40}\text{K} \text{による被曝線量} : 18.5 \text{ mrad/年}$$

② 千葉大学付属病院から継続して入手した人胎盤と，市販の育児用粉乳について，¹³⁷Csおよびカリウム濃度をNaI型ホールボディカウンタで定量した。1969年以

降1975年までの ^{137}Cs の濃度変化を胎盤と育児用粉乳について第2, 3図に示した。カリウム濃度は胎盤と育児用粉乳について $550\text{mg}/\text{胎盤}$ と $5\text{mg}/\text{g of milk}$ 前後の一定値を示した。



第2図 育児用粉乳中の ^{137}Cs 濃度の経時変化



第3図 人胎盤および成人男子中の ^{137}Cs 濃度の経時変化

千葉または東京に在住し、標準的な発育状態にある乳児を仮定して、特定の育児用粉乳を摂取することで生後6ヶ月間に受ける ^{137}Cs による全身内部被曝線量を完全人工栄養児について計算した。線量計算は生長に伴う粉乳摂取重量および体重変化を考慮してMRID法を用いて行い、新生児の体内量初期値は胎盤濃度から推定し

た。生物学的半減期に関する報告値の変動を考慮すると、完全人工栄養児が ^{137}Cs から受ける内部被曝線量は、同時に成人男子が受ける線量の3ないし4倍であり、20倍に達する場合も観察された。

通常の食品摂取形態において、母乳児は人工栄養児よりも ^{137}Cs による内部被曝線量が小さいこと、および成人と同質の食品摂取形態に達した幼若期の ^{137}Cs 摂取量は相対的に少ないことを考慮すると、完全人工栄養児はフォールアウト中の ^{137}Cs 摂取に関する内部被曝において、現在においてもクリティカル・グループであると考えられる。

〔研究発表〕

(1) 内山, 安本: 第19回日本放射線影響学会, 広島大学 (1976.10)

(2) 内山: J. of Radiat. Res., (in press)

(2) フォールアウト中の中短半減期放射性核種の吸入によって受ける内部被曝の推定

内山正史, 安本 正

内部被曝の一経路である吸入被曝に関して、フォールアウトによる内部被曝における意義を把握する目的で下記の研究を行った。

経過および成果: 第19回中国核実験直後から1977年1月まで、5回にわたって成人男子4名の胸部の残留放射能の計測を行った。計測はヒューマンカウンタでコメリタを使用して胸部のみを2,000秒計測した。計測時間の制限から、定量的な結果については検討中であるが、通常値の約2倍の放射能が胸部に検出された。また胎児および乳児期における中短半減期放射性核種による内部被曝線量を把握する目的で、胎盤および育児用粉乳に関する γ 線による計測を実施中である。

(9) 臨床 研 究 部

概 況

本研究部の業務は、放射線の医学的利用の研究とその臨床応用である。放射線は臨床医学の各領域で広く用いられており、とくに最近のコンピュータトモグラフィー

を中心とする画像処理技術の急速な進歩により、臨床診断の中核となっている。また、サイクロトロンを初めとする高LET放射線によるがん治療はようやく実用化の段階に入り、その普及も時日の問題となった。核医学の領域では画質の向上及び医療被曝の軽減の見地から短寿命

アイソトープの使用が主流になっているが、その最終的な形態はサイクロトロンにより生産される陽電子放射核種の利用である。

本研究では上に述べた放射線医学の進歩に沿って、新しい放射線診療機器の開発、画像処理技術の研究、医学情報処理システムの整備、放射性医薬品の開発と生産等、ハードウェア及びソフトウェアの両面にわたって研究を進めている。また研究開発された機器技術を用いて診療を行い、その評価を行っている。本研究部は特別研究「サイクロトロンによる医学利用に関する調査研究」に全面的に参加し、診断及び治療の両面にわたって研究を推進している。

第1研究室は、サイクロトロンによる放射性医薬品の生産及びその医学利用のための基礎研究を担当している。第2研究室は医学物理、とくに医学情報処理システム及び画像処理技術の研究を行っている。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。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及び診療を担当している。

昭和51年6月1日に中島康文が第4研究室研究員に採用された。8月31日第4研究室安藤興一研究員は辞職し、日本大学歯学部助手となり、直ちに米国ヒューストン市・アンダーソン病院癌研究所実験放射線治療部門に留学した。9月1日轟健が千葉大学医学部第2外科から第4研究室研究員に採用された。10月16日井戸達雄主任研究官が、1年半のブルックヘブン原子力研究所での研究を終え帰国後、環境衛生研究部から第1研究室に配置換えとなった。昭和52年3月31日第4研究室浦野宗保研究員は2年間の予定で、ボストン市マサチューセッツ総合病院放射線医学部門に研究のため出向した。

以下に研究の概況を述べる。(梅垣洋一郎)

1. 短寿命 RI 及び標識化合物の生体内代謝に関する研究。特に放射性ハロゲン標識ステロイドの代謝について

福士 清, 入江俊章, 野崎 正*, 福田信男,
井戸達雄 (*理研)

(1) 放射性ハロゲン標識コレステロール誘導体の合成と副腎集積性の比較。

核医学での有用な副腎スキャンニング剤の開発を目的として、多数の ^{18}F , ^{77}Br , ^{82}Br , ^{123}I , ^{131}I 標識コレステロール誘導体を合成し、副腎への集積性に及ぼハロゲンの差、導入位置、化学形の効果を比較した。合成した化合物群は、(1)cholesteryl-F, Br, I(2)3-acetoxy-5-hydroxy-6-(F, Br)-cholestan, 3-acetoxy-5-(F, Br)-6-hydroxy-

cholestan, 5-Br-6-hydroxy-cholestan-3 β -ol, (3)19-I-cholesten-3 β -ol, 3-acetoxy-19-I-cholestan, (4) 6-(Br, I)-methyl-19-norcholesterol-5(10)-en-3 β -ol, 3-acetoxy-6-1-methyl-19-norcholesterol-5(10)-en, (5) excitation labelling 法を用いた ^{77}Br , 及び ^{123}I 標識コレステロールである。

(1)群の比較により、ハロゲンによる差異と共に、副腎集積性に及ぼす3位の水酸基の役割が明らかとなった。F標識体はラットへ投与後短時間(30~60分)で速かに副腎へ取込まれ、以後は徐々に排泄された。*in vivo*での脱フッ素は少なかった。一方、Br, I標識体の場合には全く異なったパターンを示した。短時間での副腎への取込みは少ないが、単調に増加し、最大となるのはBr標識体の場合、マウスで2~3日後であった。また、*in vivo*での脱ヨウ素は少なかった。3位のハライドが長期間、副腎内へ保持されることは、副腎内で3位の水酸基がエステル化されて保持されるとする定説では説明されない興味深い結果である。

(2)群の fluorohydrin と bromohydrin の比較は、投与後短時間では(1)の結果と大差無かった。しかし、cholesteryl fluoride と fluorohydrin の比較では、後者の方が副腎への取込み速度が大きく、また血中からの clearance も速いことがわかった。(3)群の比較では文献にも見られる様に、19-Nor 体の方が副腎への集積性と *in vivo*での安定性の上で優れていた。新たな興味ある知見としては、6-CH₂I 体の方が 6-CH₂Br 体よりも高い副腎集積性を示すことと、19-CH₂I 体の副腎集積性に対して、3位がフリーの水酸基であることが必須であるのに対して、6-CH₂I 体では、3-acetoxy のエステル体でもフリーのものにそれ程劣らず副腎へ集積することであった。これらの結果は、ステロイドを標識している放射性ハロゲンの副腎内保持に対して代謝が関係していることを示唆し、この保持機構の解明が重要であろうと思われる。(6)Br, I 標識コレステロールは、標識位置の大きな相異にもかかわらず、多くは数日間は集積の増加と保持が見られ、同程度の高い血液比、腎臓比を示した。したがってサイクロトロンを用いた excitation labelling 法による簡便な cholesterol の直接標識法は有効と思われる。

〔研究発表〕

(1) 野崎, 福士, 入江: 1st Int. Symp. on Radiopharm. Chem., BNL USA, Sep. 1976

(2) 福士, 入江, 野崎: 理研シンポジウム, サイクロトロンによる医用 RI の製造と標識化合物の合成 (1976.12)

(2) Br 標識 Progesterone の合成とマウス生体内分

布 *in vivo* での Radio Receptor Assay を行い乳癌の鑑別、転移の発見を行う目的で、今年度は Progesterone の Br 標識体を合成し、マウス子宮への集積性、*in vivo* での安定性を検討した。合成した化合物は、Progesterone の4位と21位の Br 標識体とそれらの ^3H 標識体で、合成収量は第1表の通りである。21-Bromopregesterone は、

化学的安定性の小さいものであった(室温、水溶液中で $\sim 40\%/ \text{day}$ の分解速度)。又、比較的安定性が高いと予想した 4-Bromoprogesterone も、*in vivo* では容易に脱ブロムされることが、2重標識の実験で判明した。短時間では、4-Br 体の方が 21-Br 体よりも速かに子宮へ取込まれることがわかった。

第1表

Bromoprogesterone	Yield (%)		Activity ($\mu\text{Ci}/\text{mg}$) Specific
	Radiochem.	Chemical	
(1) 4 - ^{82}Br - pg	7.7, 8.8	22, N. D.	25, N. D.
(2) 4 - ^{77}Br - pg	17	N. D.	N. D.
(3) 21 - ^{82}Br - pg	56, 79	45, 79	150, 106
(4) 21 - ^{77}Br - pg	71	carrier free	carrier free
(5) ^3H - 4 - Br -pg	* 3.2, * 8.1	7.7, 3.1	34, 26
(6) ^3H - 21 - Br -pg	61	70	61

* 40~60% of ^3H (1,2-2) were exchanged during synthesis.

〔研究発表〕

- (3) 富士, 入江, 井戸, 樫田, 野崎: 日本薬学会第97年会東京 (1977.4)

2. RI を利用した生体内代謝の診断に関する研究 (機能画像検査法の基礎理論とその応用)

福田信男, 松本 徹

機能画像とは放射性薬剤投与後の被検者の集積臓器の放射能動態画像データから、適切な代謝モデルに基づき、各微小領域曲線のあてはめにより、臓器内微小循環動態、細胞の取り込み能力、代謝放出能力などの各種パラメータの地図を抽出し、臓器の機能、形態の総合診断能力の向上に資することを目的とした、電算機処理画像である。本法を臨床応用するにあたっての基礎的検討として、1) RI 投与量、2) 動態画像収集の時間間隔と回数、3) 臓器の区画わけの程度、4) 被曝量、5) 費用、の諸点を総合的に考慮して、最適計画計画を決める必要がある。本研究は1), 2) の因子を固定した場合に、最大情報を得るのには3) をどのようにしたらよいかについての目安を得るための基礎理論の構築を目的としている。これは具体的には、分画の程度が細か過ぎると、そこでの放射能動態曲線が、揺動の著しいものになり、その理論曲線あてはめにより得られる、パラメータの標準偏差が大きくなるので、パラメータ地図(機能画像)はむらが多いものになるのに反し、区画分けがあら過ぎると、微小欠損領域などの見落としを来し易くなるが、この両因子を総合して最適化しようということであり。このために、曲線あてはめによるパラメータの分

散の有効不偏推定値の理論式を利用した。これを用いると、パラメータの最大尤度法推定値とその有効不偏分散の平方根の比としての、信号対雑音比は、全画像を $N \times N$ 分割することにより、分割しない場合に比し、各区画において $1/N$ に低下することが証明出来る。この定理を使用して、全機能画像の情報容量を最大ならしめる最適分割数の理論式を導き、肺の ^{133}Xe 洗い出し曲線に適用し興味ある結果を得た。この結果は、 ^{11}C , ^{13}N , ^{15}O , などのサイクロトロン製造短半減期 RI による機能画像検査法の実施に際しても利用できる。

3. X線体軸断層像復元の電子計算機によるシミュレーション

遠藤真広, 飯沼 武

近年、細いX線束により走査を行い、その測定値を計算機により処理し体軸断層像を得る CT-Scan の技術が開発されたが、その計算機処理の方法について検討を加えた。断層像復元法のうち、現在、最良とされている1次元重畳積分法に対して、各種補正関数の比較、分解能と雑音の関係、標本点数の画質(復元誤差)に及ぼす影響及び多色X線のアーチファクトとその修正法を計算機のシミュレーションにより検討した。その結果、装置の設計に役立ついくつかの知見を得た。

また、CT-Scan は高速走査の方向へ発展しているが、その際、パラレルビーム(PB)のデータ収集方式復元に代えてファンビーム(FB)のデータ収集方式が必要となり、アルゴリズムも異なったものが必要となる。FBに対して、何が最良の復元法かは、まだ明解な結論が得

られていない。著者達はFBの測定データを組み合わせてPBのデータとし、その復元法を適用する方法を考察した。また、Hermanによって提案されたFBのデータに直接に重畳積分法を適用する方法を一部改良して、両者とPBの復元像とをシミュレーションにより比較した。その結果、両者とも、PBの復元像に対して若干劣り、また、それぞれは一長一短あるが、ともに実用に耐えることがわかった。この知見は装置の開発に役立つものと思われる。

〔研究発表〕

- (1) 遠藤, 飯沼, : 第31回目医放物理部会 (1976.5)
- (2) 遠藤, 飯沼, : 第32回目日医放物理部会 (1976.11)

4. デジタル・ビデオデシントメトリー・システム

須田善雄, 梅垣洋一郎, 飯沼 武

この研究の目的は、動態画像処理装置、殊にデジタル・ビデオデシントメトリー (DVDM) に必要な機能を包含した実用性のあるシステムを開発することにある。

DVDMに必要な機能を実操作手順に従って列挙すると、以下のとおりである。

- 1) 全域ディスプレイ (モニタ)
- 2) Region of Interestの指定 (データ収集ウィンドウの設定)
- 3) 複数ウィンドウからの実時間データ収録注1)
- 4) 各ウィンドウ内データの動態画像への変換
- 5) 全域ディスプレイへ出来た動態画像を埋め込む注2)

注1: 人体動態は非再現、非周期運動とみなすべきである。

注2: 局部情報は身体の概略の構造との照合に於て臨床的に有意義である。

具備すべき主なハード構造は以下のとおりである。

- 1) ウィンドウメモリー (32K Byte)
512×512 マトリックスのグラフィックディスプレイメモリーと同等である。
- 2) フレームリフレッシュメモリー (256K Byte) 濃度3ビットのADCされたデータをそのまま記憶でき、サブメモリーとしても機能する。

3) 実時間DMA転送

複数ウィンドウ内データを主メモリーに実時間転送し、フレームリフレッシュメモリーのウィンドウ外のデータは転送しない。

DVDMを特徴づけるハード機構 (2次元 256K Porify Encoder)

前に示したように、このシステムは多量のメモリを備え、しかも前の3に示したようにフレームリフレッ

シュメモリに入れられた画像データの中で Region of interest にあるデータのみをDMA転送する機能が要求される。このためには、通常のDMA転送のような規則的增加または減少型の番地発生機構 (カウンタにより構成される) は使えず、1つのブロック内では連続番地を発生し、次のブロックへ移る時は空いた空間分を飛躍した番地の発生が必要となる。しかもウィンドウの取り方は任意に撰べるから、本質的にはランダムアドレスの発生機構が必要となる。この発生は例えば発生すべき番地のコード全てを時間的順序に記憶し、規則的に読みだせばよい。しかし、この方式で必要な記憶量は各番地毎18ビット、全部でフレームメモリーのマトリックスの大きさだけ必要となり、扱うデータ全体よりも数倍も多いメモリが必要となってしまふ。

ところで、あるマトリックス内に存在するデータの位置を最小の情報量 (ビット数) で表現するには、同じ大きさと型をもつマトリックスでデータ長が1ビットのものを用意し、アドレスメモリーとして用いればよいが、マトリックス内の特定データのアドレスはアドレスメモリー内の対応するデータのタテ、ヨコ座標のコードを発生することによって得られる。幸いこのシステムでは、既に示したようにこの型のアドレスメモリーに転用できるグラフィック用メモリーを設けている。

アドレスメモリーにおいて、ウィンドウ内データに対応して“1”が書かれそうでない所には“0”が書かれる。この“1”の書かれた場所のみをTV走査方向に読み出すことによりウィンドウ内データのみの転送が行える。

2次元 256K Priority Encoder の構造は、次の3種の主な構造によって極少の素子で作成することができる。

- 1) ADRSメモリーの利用 (32K Byte)
- 2) 順序の分解: グループに対する順序を決めてからグループ内を順序を定める。
- 3) 直並列変換: データ転送速度の高速化及び遅い素子による高速機能の実現

〔研究発表〕

- (1) 須田, 梅垣, 飯沼: 第35回目医放総会 (1976)
- (2) 同 上 : 放射線像研究 6 (4), (1976)
- (3) 須田, 飯沼: 電子通信学会誌 59 (11), (1976)

5. RI イメージングシステムにおける多次元情報入力

松本 徹, 飯沼 武, 福久健二郎, 館野之男, 力武知之

臓器の形態と機能に関する定量的情報を非観的に求めることを目的として、RI イメージ情報と生理学的情報を多次元的に組合せて入力する方法を検討した。

RI イメージの情報源はガンマ・カメラ(東芝製 GCA 202 型遅延線方式)である。生理的情報源は心電計(島津製バイオモニタ SBR202 型)と熱線式スパイロメータ(ミナト製)の2つである。ガンマ・カメラから取り出せる情報のうち、 r 線の入射位置を表わす座標信号(X, Y)と2台のシングルチャンネル波高分析器の出力信号(E^1, E^2), または、主 r 線の 5%~80% までのエネルギーウィンド幅内のエネルギー信号(E), 及び E^1 , または E^2 との同期信号(C)の入力を考慮した。心電計からは、R 波との同期信号や R 波サイクル内の任意の位相、任意の時間幅(20/200msec)の設定で発生する信号及び、0~10Volt の範囲で変動するアナログ心電圧、の3種を検討した。スパイロメータの場合は 0~10 volt の範囲で変動する flow-rate 曲線、またはその積分値である volume 曲線を入力することにした。アナログ心電圧及びアナログ呼吸曲線を RI イメージと共にデジタル入力する時は、サンプリング回路を用いて、コシシデンス信号 C によるランダムサンプリングまたはパルス信号による等時間間隔(250点/秒)サンプリングを試みた。さらに時間情報 T として電算機のタイマ信号を利用した。以上より、次のような組合せの多次元情報入力をリストモードで実行した。即ち、

- (1) 従来より行われている方式(X, Y), (X, Y, T)
- (2) RI イメージをエネルギーの関数として求める方式(X, Y, E, T), または, (X, Y, E^1 または E^2, T),
- (3) 生理的情報(P)の関数として求める方式(X, Y, P, T)
- (4) さらに(2)と(3)を組合せた方式(X, Y, P, E, T)などである。これらの各収集法を実用例に応用し、multi-window imaging や心、肺 gated image 処理の有用性を現在検討中である。

〔研究発表〕

- (1) 松本, 飯沼, 福久, 館野: 日医放会物理部会 (1976.11)

6. 膀胱癌治療の最適照射法に関する研究

久津谷談, 恒元 博, 古川重夫, 中島康文

膀胱癌治療照射法として、従来から用いられてきた、前方中央からの1門、後方から直腸部を避けて両側120°の方向から照する固定3門照射は後方からの2門による皮膚―病巣間距離が長いため、皮膚などの組織障害を生ずる場合もあり、根治治療を行う上で問題になっている。

これに代る照射法について検討した。

最適線量分布を求める条件として、次の4点を選んだ。

- (1) 治療領域内の線量分布は均等であること。
- (2) 周囲の正常組織の被曝線量はできるだけ少なくすること。
- (3) 放射線感受性の高い特定臓器への線量は耐容線量以下に抑えること。
- (4) 積分線量を少なくすること。

まず(1)の均等な線量分布を作る照射条件を求め、次いで(2)~(4)の条件を満足する条件の良い最適照射条件を求めた。治療装置はテレコバルトと 10MV X線を選び、体横断面は短径20cm、長径28cmの楕円柱体を標準とし、膀胱病巣中心が体中心から 1, 3, 5cm ずれた場合について検討した。

均等な線量分布は dose gradient 法を採用し、前方から1門を従来通りとし、両側の2門に wedge filter を併用し、その入射角度に応じ、vector 表示された dose gradient を 0 にするように wedge angle を求めた。患者の総被曝線量(積分線量)は膀胱照射部位を身体軸に垂直な平面で細分し、それらの各平面内の線量を積分することにより求めた。特定近傍臓器は直腸とした。

求められた最適照射条件は前方中央からの1門に、両側2門を前方からの 60° の入射角度で照射し、wedge angle 50° の filter を併用する照射法である。もし 50° の wedge filter がない場合は一般に用いられている 45° filter を使い、線量比を前方中央の1門を両側のものに比べ 0.732 の割合で減らし照射することにより求められる。

これらの照射法は従来のものと比べ積分線量の点で少なくなり、病巣位置が前方にずれることによりより少なく、3cmの場合約2割少ない。この照射法による臨床治療も行われている。

〔研究発表〕

- (1) 久津谷, 恒元, 古川: 日医放線会誌, 37, 2, 140~147 (1977)

7. RI による心肺局所機能評価

力武知之, 館野之男, 松本 徹,
木村敬二郎, (千葉大学呼吸器科)
長谷川鎮雄, (筑波大学呼吸器科)

1) ^{133}Xe による肺局所機能の解析

臨床呼吸生理の分野で行われている診断のための検査は、おもに肺全体としての機能検査であるが、例えば V/Q 比のように肺局所における分布の異常に基づく障

害の検査は不可能である。R I を用いて局所肺機能を求める研究が続けている。¹³³Xe ガスおよび溶解液を使用し、一回換気法 (Single breath method) および恒常法 (Steady state method) による肺へ R I の吸入、洗い出し、または呼吸停止 (Breathhold) 時に R I の静注および洗い出しを行い、ガンマカメラオンライン電子計算機に I NC 方式で集録し、局所の R I 動態を求める方法を先年にひきつづいて用い、すでに得た Static indices および Dynamic indices のパラメーターを、検査を行った各種疾患患者に適用した。本年は主に進行性全身性硬化症 (PSS) を中心とした肺線維症患者の換気、血流および V/Q 比について局所肺機能の検討を行った。

正常 7 例に比し、PSS 症 9 例について検討した結果、Ventilation index は両側下肺野に低下が認められ、主に横隔膜側に換気の低下がおこなることが認められた。また、同疾患患者の傾向として V/Q 比の異常を示す領域が多かった。

2) ²⁰¹Tl による冠血流の検討および心筋動態の検討

近年心臓カテーテル法による検査方法は広く普及し、心臓疾患診断に行われてはいるが、これらは被験者にとっても医療従事者にとっても多大の被曝量を招き、装置や検査のための人員は大がかりとなり、費用も膨大である。このため検査可能医療施設も限定されている。すでに非観血的方法は RI angiography などで行われているが、直接心筋の標識はサイクロトロン生産核種である ²⁰¹Tl が市販されるようになって容易に行われるようになった。これによって非観血的な冠血流検査および心筋動態検査の可能性があらわれ、これら検査法の検討を行なった。

① 冠血流検査はゲイト回路を用いガンマカメラより心電図上の特定時相のみの信号を集め、積算し、静止状態に近い画像を複数枚撮像した。また別に多方向より撮像し、患者の症状、病歴、X - P、心電図などと比較検討した。

② 心筋動態検査はガンマカメラより得た位置信号を時間信号および心電図信号と共にオンライン電子計算機に集め、これに基づき心電図上の特定時相の心筋イメージを作製する。

結果としては冠血流検査においては心電図において比較的判別しにくい、後壁および下壁の虚血状態をとらえやすく非観的に充分検査し得る結論を得た。心筋動態検査においては電子計算機記録の画像処理の検討を行っている。電子計算機を用いずにイメージからの検討では、特定部位の心筋運動不良を指摘することができる。

〔研究発表〕

- (1) 力武他：第16回日本胸部疾患学会総会 (1976)
- (2) " 第30回日本胸部疾患関東支部会 (1976)
- (3) " 第55回肺癌学会関東支部会 (1976)
- (4) " 千葉医学会誌, 52, 31~35 (1976)
- (5) " 日本胸部臨床, 35, 456~464 (1976)

8. Rubidium の人赤血球へのとりこみについて

山根昭子, 福田信男, 荒居竜雄*, 森田新六*
(*病院部)

Bauer らは、⁸⁶Rb を用いて乳がん患者の赤血球寿命を測定し、5年以上生存したものでは正常値を示し、1年以内に死亡したものについては、短縮の傾向が認められたと報告している。この赤血球異常を解明する手段として、*in vitro* の条件で、カリウムのトレーサーとしての ⁸⁶Rb の赤血球へのとりこみを測定し、乳がん患者については低値を示したことはすでに報告した。今回は放医研病院部に入院した子宮がんの患者および、子宮がんの診断を受け、以前に治療した患者で定期検診のため再来した患者の赤血球と健康人女子の赤血球(主に看護婦さん)を同じ条件のもとに ⁸⁶Rb uptake を測定した。その結果はやはり、受動輸送では、正常人女子とくらべ、低値を示した。しかし、能動輸送では有意の差はみられなかった。(第2表) さらに加齢、MCV、血漿コレステロールなどの相関

第2表

Subject	Age	⁸⁶ Rb(passive) %uptake/RBC10 ⁶ 120 min at 37°C ±SD	⁸⁶ Rb(active) %uptake/RBC10 ⁶ 120 min at 37°C ±SD	MCV(μ ³)*** ±SD	plasma Cholesterol mg/100 ml ±SD
Female Control n=18	36 - 50	8.93 ± 1.74	6.41 ± 1.22	106.1 ± 10.4	148.4 ± 23.9
Cancer n=38	28 - 77	6.60 ± 1.44	6.20 ± 1.55	98.0 ± 8.2	185.3 ± 28.5
After treatment n=14	44 - 68	5.47 ± 0.96	5.75 ± 1.45	97.9 ± 5.6	163.3 ± 21.6

* 放医研で子宮がんの診断を受け入院した患者より治療前に採血

** 子宮がんの診断を受けて治療し、定期検診のため来院した患者より採血 (1年から5年生存例)

*** 平均赤血球容積

を求めたところ、いずれも高い相関は得られなかった。

しかし、無関係だと即断できかねる問題も多く、腎機能障害や糖尿病などの合併症をもつ場合は異常値を示し、コレステロールの濃度は正常値より非常に高くても、また低くすぎても、Rbの輸送に影響を及ぼすのではないかと考えられる。定検患者については、現在がんは臨床的に認められない症例について集めたもので、低値を示す理由がはっきりわからない。実験動物により、この問題を確め、医学的診断の有用性について考えてみる予定である。

9. Eibrosarcoma の *in vitro* line の establishment

恒元 博, 御影文徳* (*研究生)

C3Hマウスに自然発生し、現在 *in vivo* で継代移植されている fibrosarcoma の *in vitro* cell line を確立することにより、実験治療への応用を目的としている。

1) C3H マウスに継代移植されている fibrosarcoma を3回分離、各々について Eagle's MEM 培地、15% Calf Serum を用い、3つの Cell line として *in vitro* にて継代した。現在、これらは週一回の割合で継代されており、各々9代から13代の間にある。

2) 各 cell line について *in vitro* から *in vivo* に再移植を試み nude mice 及び C3H mice について満足すべき成績を得た。現在、*in vitro* にて継代中の fibrosarcoma の plating efficiency を高める努力をしている。

10. *Corynebacterium liquefaciens* の単独投与並びに放射線併用による抗腫瘍効果に関する研究 轟 健, 浦野宗保, 小池幸子, 鈴木康夫*, 恒元 博 (*新潟大医学部)

〔目 的〕

嫌気性コリネバクテリウム *C. parvum* は非特異的免疫療法剤の一つとして、担癌宿主の免疫反応力を刺激し高めることにより抗腫瘍効果をもたらすとされ、すでに欧米では臨床応用されている。*C. liquefaciens* は細菌学的に *C. parvum* と近縁であり、腫瘍増殖抑制効果のあることが実験的に報告されている。しかしながら、これらの細菌製剤による免疫療法単独では癌を治療するには不十分で、他の治療法との併用が必要とされている。我々は、C3H/He マウス自然発生線維肉腫を用いて、*C. liquefaciens* の腫瘍増殖に及ぼす影響を、投与量、投与回数、投与時期を変えて検討し、放射線局所照射との併用効果についても検討した。

〔材料及び方法〕

S P F 飼育の C3H/He マウス (8~12週令) を用いた。腫瘍は同系マウスに自然発生した線維肉腫を各実験毎に経代移植して増殖させ、これから一定の生きた腫瘍細胞を含む細胞浮遊液を調製して、マウス大腿皮下に注入した。腫瘍増殖曲線は一定数の腫瘍細胞をマウス大腿皮下に移植した後、週に3~4回腫瘍径を測定し、 $V = 6/1\pi abc$ の式から体積を算出して経時的に片対数グラフ上にプロットして求めた。この曲線上で、ある一定の大きさ (500mm^3) に腫瘍が増大するまでの日数 (Growth time) を求め、処置群と無処置群との日数差、すなわち Tumor growth delay time (TGD time) を算出して、特定の処置が腫瘍増殖に及ぼす効果を検討した。

〔結 果〕

C. liq. の投与量と増殖抑制効果との関係を検討すると、マウス当り 0.02mg 腹腔内1回投与では TGD time は1日、 0.1mg では2.2日、 0.5mg では4.2日、 2.0mg では5.2日では日と投与量に応じて増殖抑制効果が増強する傾向が示された。次に、腫瘍細胞を移植する14日前から移植後7日にいたる種々の時期に、C. liq 1.0mg をマウス腹腔内に投与して、増殖抑制効果と、投与時期との関係を検討した。移植14日前に投与した群を除き、いずれの群でも顕著な増殖抑制が認められた。移植後投与群では移植前投与群に比べて増殖抑制効果が遅れて出現したため、腫瘍の大きさが 1000mm^3 になるまでの TGD time を算出すると、移植7日前投与で4日、移植3日前投与で7.1日、移植と同時に投与で5.5日、移植後3日目投与で7.6日、移植後7日目投与で4.1日となった。次に C. liq の多数回投与の効果を検討した。

0.02mg , 0.05mg , 0.2mg , 1.0mg の各投与量について、それぞれ1回投与群と週2回の頻度で合計9回の累積投与した群とでは、多数回投与による累積投与量の多いものに TGD time の延長がみられた。すなわち、 0.2mg 1回投与では TGD time が3.5日であるのに対し、 0.2mg 9回投与では6.5日であった。移植した腫瘍の直径が $7\text{mm} \sim 8\text{mm}$ の大きさに達した時に照射を行い、照射単独群および照射と同時にマウス当り 1mg の C. liq を腹腔内に投与した併用療法群において、TGD time はいずれの照射線量群においても照射単独群に比べて併用群における延長は著明であった。また C. liq と放射線併用した場合の TGD time は照射線量が増大するに従って低下する傾向を示した。1000 rad 単独では TGD time は0.9日であるのに対し、C. liq 併用では2.5日、3,000 rad 単独群では6.9日に対し併用群で18.3日と著しい延長を示したのに比べ、5000 rad 単独群の TGD time は

22.7日であり、C. liq を併用しても28.4日とわずかな延長を認めるにすぎなかった。

以上、C. liq の腫瘍増殖抑制作用が、C. liq の Cytocidal な効果によるか否かを TD50 法並びに TCD50 法により目下検討中である。また、C. liq の細胞動態に対する作用もマイクロオートグラフィー法により実験中である。

11. 脾、胆道癌の術中照射療法

轟 健、恒元 博、梅垣洋一郎、岩崎洋治*、
中野政雄** (*筑波大学外科)、(**千葉がん
センター放射線部)

最近の診断技術の進歩により、脾、胆道系悪性腫瘍の手術成績は向上している。しかし診断された時には、すでに切除不能な進行例も多い。我々は昭和49年11月より切除不能な脾癌、胆のう癌、胆管癌に術中照射法を行ない治療成績の向上に努めている。昭和51年12月までに開創照射を行った症例は肝門部胆管癌2例、広汎性胆管癌3例、胆のう癌5例、脾体部癌2例の計12例である。術中照射の適応は、現在のところ手術不能例で腹膜播種および遠隔臓器に転移がなく病巣が直径 10cmφ の照射野内に入るものとしている。

胆管癌の術前の適応基準は、1) 左右肝管の第2分岐部をこえて癌の浸潤を認め1側の肝葉切除を加えても切除できない症例。2) 固有肝動脈ならびに静脈に浸潤を認める症例。3) 左右肝動脈に同時に悪性所見を認める症例。4) 胆のう癌で肝実質および胆管あるいは十二指腸などに癌浸潤がおよんだ症例などである。脾、胆道癌の切除不能例では、総ビリルビン値が 20mg/dl 以上を示す高度黄疸例が多く、症例に応じて術前からの経皮的胆管ドレナージが必要となる。また脾癌などでは十二指腸の通過障害を伴う症例があり、栄養摂取が不十分な場合には中心静脈栄養法により全身状態の改善をはかり術中照射を行っている。開腹後病巣の範囲、深達度を確認して最終的に照射の適応を決める。胆のう摘出術や Billroth II 法胃切除術などを行い、凹凸の著しい肝門部や脾臓を十分照射野に展開し、照射筒を病巣に密着させ正常腸管を照射野から排除する。また、十二指腸を収置して潰瘍形成や狭窄等の照射による障害および癌浸潤による通過障害に対する対策とした。病巣の深さに応じて電子線のエネルギーを選択し病巣背後の正常組織の障害を少なくする。術中照射例12例中6例に胃切除術を行い十二指腸断端が照射野に含まれたが、縫合不全、潰瘍形成等はみられなかった。また、脾癌例以外に脾が照射された症例は6例あるが、いずれにも脾壊死や高アミラーゼ血症は認めなかった。術中照射の局所効果について検

討すると、まず胆管造影上では、照射後2～3週で行った造影により全例、閉塞胆管の再開通ならびに腫瘍の縮小が認められている。次に照射による組織学的効果について剖検例6例と照射後105日目の切除例を検討した。照射後33日目の組織像では腫瘍細胞の配列が乱れ、核は濃縮縮小し、細胞質も好酸性が増強して変性萎縮像が明らかに認められた。また照射後、105日目に縮小した残存腫瘍を切除した標本では、線維化、硬化の認められる間質の中に萎縮した腺管構造がみられ、腫瘍細胞は著明に変性萎縮している。しかし、一部には比較的管腔形成が良好で、変性の軽度な腫瘍細胞もみられた。照射後1年以上を経過して癌の全身性の転移により死亡した症例では、照射野に含まれた部位にも腫瘍細胞が認められて、照射部位の再発あるいは周囲の残存病巣からの浸潤がうたがわれる。

術中照射例の遠隔成績について検討すると、胆道癌では手術時治癒切除と判定された症例に長期生存例が多いのは当然であるが、非治癒切除に終わった6例では、手術後12ヶ月以上生存出来た患者は1例にすぎない。そして、上記症例群より、より進行した症例について術中照射を行った。10例中6例が12ヶ月以上生存している。また手術から死亡までの平均生存期間では、黄疸軽減術のみの姑息治療が行われた症例では、5.5ヶ月、切除不能な症例の術中照射例では10ヶ月である。一方治癒切除例の平均生存期間は8.7ヶ月であった。術中照射後12ヶ月と10ヶ月を経過した症例が生存中であり、術中照射を実施することにより、ある程度の延命効果が期待できそうである。脾癌症例では非切除例43例の黄疸軽減術または開腹術後死亡までの平均生存期間は5.1ヶ月である。これに対し、術中照射例は2例にすぎないが、1例は照射後12ヶ月、1例は2ヶ月経過した現在生存中である。

以上胆道癌、脾癌の切除不能進行例12例に術中照射療法を施行し、電子線3,000～3,500 rad の1回照射により、全例に腫瘍縮小効果を認め、照射野の直径を10cmφ 以内にとると、重大な合併症はみられなく延命効果もある程度期待できる。術中照射療法は今後更に線源、線量、手術との併用方法、化学療法との併用など工夫検討を加えることによって手術不能症例の延命と症状の緩解が期待できる治療法であると考えられる。

12. 放射線治療病歴情報処理に関する調査研究

恒元 博、梅垣洋一郎、飯 沼武、久津谷譲、
荒居竜雄*、森田新六*、栗栖 明*、福久健二
郎** (*病院部、**技術部)

1961年に病院部が開設されてから1974年までに登録さ

れた悪性腫瘍治療患者は4,050名（男性：1,273名，女性：2,777名）であり，そのうち3,411名（男性：1,012

名，女性：2,399名）の患者が放射線治療を受けた。

第3表に示すように子宮頸癌患者が1,381名と全治療

第3表

Distribution of the patients treated to radiotherapy at NIRS hospital (1961 - 1974)			
Anatomical Site (MOTNAC Code)	Male	Female	Total
Head & Neck (1400-1499, 1610-1619)	179	55	234
Tongue (1410-1419)	41	14	55
Larynx (1610-1619)	60	8	68
Esophagus (1500-1509)	220 (1)	49	269 (1) *
Stomach (1510-1519)	110	55	165
Rectum (1514)	36	30	66
Lung (1621)	111 (1)	44	155 (1)
Skin (1730-1739)	33 (2)	25 (1)	58 (3)
Breast (1749)	4	316 (1)	320 (1)
Utrine cervix (1800-1809)		1381	1381
Uterine corpus (1829)		94	94
Ovary (1830)		105 (1)	150 (1)
Urinary bladder (1889)	56	19	75
Brain (1910-1919)	48	41	89
Others	215 (1)	185	400 (1)
Total	1012 (5)	2399 (3)	3411 (8)

* () double cancer.

患者数の1/2以上を占め，それが放医研の特徴ともなっている。1972年までに治療を受けた全症例2,933名の患者について調査した5年生存率は粗生存率34.3%（相対生存率46%）であり，女性及び男性の粗生存率は，それぞれ41.8%（54.1%），21.1%（27%）となり，女性患者に占める子宮頸癌患者が多い特徴を考慮に入れても，女性患者の生存率は男性患者の約2倍の値となっている。

頭頸部腫瘍，及び子宮頸癌の治療に放射線治療は重要な役割を果たしている。第4表は主な臓器腫瘍について調査した放射線治療成績を示し，すべての病期を含めた値である。

舌癌，及び喉頭癌の粗5年生存率はそれぞれ40.0%，51.0%，相対生存率はそれぞれ49.2%，63.8%を示し，子宮頸癌の粗，相対生存率はそれぞれ42.6%，61.5%となり，これらの臓器腫瘍患者の約半数が5年間生存したことになる。特に喉頭癌患者の相対生存率は3年以降，7年に至る期間を通じて，それぞれ66.3，61.3，63.8，63.7，そして66.1%と，ほとんどその率は一定している。すなわち，3年以上生存した患者の大部分が再発することなく長期生存する。

反面，肺癌の5年粗，相対生存率は，それぞれ8.0%，

10.0%の値を示し，治療開始後1年間に大半の症例が死の転帰をとっている。放射線治療を目的として紹介されて来る患者の大半は手術が適応とならない進行症例，または高年齢患者であり止むを得ない治療成績と言えるかも知れないが，治療成績改善のために手術，放射線，そして化学療法との総合的な治療体制の整備が必要である。食道癌243例についての5年粗生存率は，5.8%であり，生存のパターンは肺癌と変らない。

消化器癌の治療には手術が優先する。しかし，直腸癌症例については，術前照射，或いは術後照射を組合せることによって治療成績を向上させる可能性があり，治療体制を整備することにより，現在の23%の5年粗生存率を改善することができるかも知れない。

乳癌患者の再発，転移は5年以上経過した後にもかなり認められ，生存率は徐々に下降を続けている。

卵巣癌の場合には，腹腔全体を放射線治療の範囲として含めねばならず，治療成績も他の女性性器癌より劣る。

膀胱癌のT₁症例に対する放射線治療は対症的役割を果たすにすぎない。反面，放射線治療が成功した場合には3年以上経過してから再発は比較的少ないようである。

脳腫瘍，特に glioblastoma multiforme に関しては

手術，あるいは放射線治療の価値そのものについて引きつづき論議がある。放医研における治療症例の粗，相対5年生存率は，それぞれ13.6%，25.4%を示し，良好とは言えない。しかし照射野が適切だった症例の治療成績

が適切を欠く症例より明らかに優れているので，本症例群の治療成績を改善しようとすれば tumor radiology の見直しが必要と考える。

第4表 Crude and Relative Survival Rate for the Patients treated at NIRS
Hospital : 1961~1972

Site	No. Patient	0 — 1		1 — 2		2 — 3	
		crude	relative	crude	relative	crude	relative
Head & Neck	137	79.4	82.0	61.8	67.1	48.4	55.5
Tongue	44	81.8	83.5	59.5	63.1	47.6	51.8
Larynx	51	90.1	93.0	76.0	81.4	59.1	66.3
Stomach	121	27.9	29.4	12.5	13.5	8.3	9.2
Rectum	99	59.4	59.5	42.6	43.6	35.2	36.3
Lung	157	33.1	33.6	14.5	16.1	10.5	11.8
Skin	58	58.6	60.3	45.4	50.4	36.5	44.9
Breast	334	92.0	92.8	79.6	81.8	68.9	74.2
Uterine Cervix	917	84.5	85.9	69.5	73.0	60.5	67.1
Uterine Corpus	95	71.2	72.0	61.1	64.0	52.5	62.2
Ovary	39	61.7	62.2	47.8	50.1	37.5	45.4
Urinary bladder	75	66.2	68.7	50.9	54.9	40.0	47.3
Brain	90	82.0	82.4	66.2	67.8	50.6	54.0

Site	No. Patient	3 — 4		4 — 5		5 — 6		6 — 7	
		crude	relative	crude	relative	crude	relative	crude	relative
Head & Neck	137	41.1	50.9	39.1	52.7	37.8	53.9	33.3	50.6
Tongue	44	42.8	47.8	40.0	49.2	40.9	50.8	30.7	42.1
Larynx	51	51.0	61.3	51.0	63.8	47.8	63.7	46.6	66.1
Stomach	121	7.7	8.8	7.7	9.0	7.7	9.2	7.7	9.4
Rectum	69	27.2	30.2	23.0	27.0	18.5	23.5	16.1	23.9
Lung	157	9.2	10.6	8.0	10.0	1.0	10.3	7.3	9.8
Skin	58	30.6	42.7	29.1	43.8	26.0	45.4	19.5	34.2
Breast	334	60.0	69.5	51.1	67.3	44.4	63.9	39.7	62.9
Uterine Cervix	917	51.7	63.3	42.6	61.5	34.2	59.2	2.79	58.8
Uterine corpus	95	45.5	63.2	32.7	59.4	27.7	60.2	23.0	57.4
Ovary	39	27.8	42.4	17.1	40.0	10.7	40.3	7.6	28.9
Urinary bladder	75	37.1	45.7	31.4	40.2	26.8	40.0	23.8	37.2
Brain	90	4.21	48.5	39.1	47.1	32.8	47.4	25.0	47.5

* Ca. of the Stump of uterine cervix is included.

(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および治療についての調査研究を行っている。

従来から逐年的に追跡調査を行ってきたビキニ被災者については、本年度は病院棟改修工事その他の理由で、7名のみの検査を実施した。この調査研究は今後も継続して行っていく。 ^{132}Ir からのガンマ線被曝者やトロトラス被投与者についても、系統的に検査を実施し、経過を観察することが重要である。

細胞遺伝学的研究も引き続き実施した。被曝者に関しては、ビキニ被災者の末梢リンパ球の染色体異常頻度はなお正常対照例よりも高く、また ^{132}Ir からのガンマ線被曝事故者では、半数において血球染色体異常頻度が正常の10~90倍位であった。トロトラス被投与例についても観察を行っている。一方、白血病に関しては症例を追加し、分染レベルでの染色体分析を行って、白血病の発症と染色体特徴との関連を追求している。また、先天性異常個体およびその同胞について染色体調査を行い、遺伝相談を行った。さらに、高令者についてのY染色体欠失についての知見を追加した。

放射線被曝者の造血障害の解明や治療には、造血幹細胞に関する研究が不可欠である。培養法により、ヒト骨髓細胞のコロニー形成数からみると、 ^{132}Ir 事故被曝者の一部、トロトラス被投与例では、正常人より低値であった。また、末梢血培養法でも同様である。一方、ヒト末梢リンパ球を用いて、リンパ球の芽球化率を見ると、前記 ^{132}Ir 事故被曝者の一部やトロトラス被投与例では、低下していた。また、子宮癌の治療照射例についても追跡調査したが、芽球化率の低下は照射後著しく、その回復には約2年かかることが判明した。これらのことはさらに継続する必要がある。

従来から行ってきたラット胸腺細胞の放射線照射によるエネルギー代謝障害の研究をさらに発展させ、高温処理により、照射効果が抑制されている結果を得たが、この構造の解明は、細胞間期死の発現機構を知る上にも重要なことと考え、さらに検討を加えている。(熊取敏之)

1. 各種線源よりの被曝者に関する臨床的研究

熊取敏之，石原隆昭，平嶋邦猛，南久松真子，川瀬淑子，大谷正子，大内ふみ子，杉山 始*，

森田新六*，河野晴一** (*病院部，**研究生)

本研究は、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との関係を明らかにすることを目的としている。

昭和51年度は、病院棟の改修工事の日程等との関連で、ビキニ被災者については、21名中7名についてのみ検査し、その他の者に関しては昭和52年度に実施することの止むなきに至った。7名はすべて放医研病院において入院検査を受けた。一般状態は良好であるが、医学的検査結果では多少の異常値を示すものがある。血液学的には全員異常を認めない。骨髓塗抹標本でも著変を認めなかった。末梢血リンパ球および骨髓細胞について細胞遺伝学的検査を行ったが、これについては他の被曝者の細胞遺伝学的検査の結果と共に、次項で記す。肝機能検査では3名にGOT値およびGPT値の上昇がみられたが、前年度に比べて殆ど変わらず、むしろ低下の傾向にあった。リンパ球の芽球化に関する検査も行った。眼科的検査では、水晶体混濁の認められた例もあったが、いずれも年令相当の変化であり、また、それによる視力障害を起こしている例はない。ベータ線による皮膚傷害の痕跡は、耳部、腹部の臍周辺に見られ、色素脱失や血管拡張像、表皮の萎縮が3例に認められたが、悪性化の徴候はなかった。現在の状態では、1954年における被曝の影響としては、上記の皮膚傷害の痕跡の他、次項に記す血球染色体の変化があげられる。

1971年に発生した ^{132}Ir 線源からのガンマ線被曝事故者(6名)については、1972年以来 follow-up を続けているが、昭和51年度には4名について検査した。一般状態は良好である。2名は手指および手掌に、表皮の萎縮、乾燥、落屑が著明で、指の牽縮があり、特に1名ではX線像で、右示指、拇指の骨に、萎縮および骨緻密質の粗鬆化が見られた。その他、血液学的には著変はみられなかった。細胞遺伝学的変化、リンパ球の芽球化に関する検査結果は次項以下に述べる。

トロトラス被投与例については、昭和38年以来、横浜市大森博士、放医研物理研究部加藤室長と連絡を保ちつつ、症例のある毎に臨床的検査を行ってきた。昭和51年度においては1例の入院検査を実施した。本症例は、X線撮影によって、肝、脾等にトロトラスの沈着を証明し得た(注入量12mCiと推定)が、臨床的には特別の変

化を認めなかった。今後も各症例の健康管理, follow-up を続行すると共に, 新しい症例の検索を行う。

〔研究発表〕

- (1) 熊取: In "The Effects of Environment on Cells and Tissues" pp. 123-135, Excerpta Medica, 1976
- (2) 熊取他: The International Symposium on Handling of Radiation Accidents, IAEA, Vinna, 1977年2月。

2. 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, 熊取敏之,
杉山 始, 河野晴一* (*研究生)

本研究は, 放射線によって造血組織に生ずる染色体異常が晩発障害発現に対して如何なる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。以下, 本年度の成果の概要を述べる。

(1) 被曝例に関する研究^{1,2,3}): ビキニ被災例7名について, 被曝後23年目の末梢リンパ球および骨髓細胞における染色体調査がなされ, 現在解析検討中であるが, なお正常対照例をはるかに上まわる染色体異常が認められる。イリジウム事故被曝例については, 本年度が被曝5年目で, 6名中4名について末梢リンパ球と骨髓細胞の細胞遺伝学的な推移が検討された。その結果, dicentric + rings の出現率は最重症 S. H. 例で1.8%, 次いで Y. S. 例で0.6% K. J. 例で0.02%と正常対照例 (0.02%) に比して, それぞれ90, 30, 10倍と現在でも高頻度の存在が示されている。しかし, M. I. 例においては, 観察した1000細胞中にはそれらの異常は認められていない。ビキニおよびイリジウムの両被曝例については, 長年にわたる追跡観察を併せて第16回国際血液学会議における「放射線による血液学的, 細胞遺伝学的晩発効果」と題するシンポジウムにおいて発表した。その他, トロトラスト被投与例4名についても末梢リンパ球および骨髓細胞の染色体調査を実施した。今後, このような内部被曝例における放射線影響の指標としての染色体異常の役割にも注目して研究を進めていく予定である。

(2) 白血病に関する研究: 本年度対象とした白血病を主とする血液疾患は, 慢性骨髓性白血病16例, 急性白血病7例, 赤白血病2例, 真性多血症7例など合計59例である。この中では, 特に慢性骨髓性白血病に重点をおいて分染レベルでの染色体特徴を解析したが, これら16例中14例においては, No.9とNo.22との間の標準型の ph^1 転座を示すものであった。しかし, 残りの2例は例外型の Ph^1 転座を示すもので, 1例においては No.1, 7,

22の3つの染色体を含む複雑な Ph^1 転座が, 他の1例はNo.7, 9, 11, および22の4種の染色体が含まれる複雑な Ph^1 転座と標準型 Ph^1 転座を示すクローンが混在する複合型を示した。後者については, 両クローンの変動が約1ケ年にわたって病態の推移と関連づけて追跡されている。その他の血液疾患についても, 分染レベルでの染色体特徴が明らかにされているが, さらに多くの資料を集積して, 発症と染色体特徴との関連を追究する予定である。

(3) 先天性異常個体および老年令個体に関する研究⁴): 本年度は先天性異常個体とその同胞23例の染色体調査が行われたが, この中で10例において染色体異常 (X/XXX , $X/XXq-$, XX/XXY , $+21$, $13p^+$, $9qh^+$: $16qh^+$) が見出された。これらのうち必要なものについては分染法を用いて詳細な解析を行い, それぞれの遺伝相談に応じた。

老年令個体については, 比年度に引続いて観察個体数を増して検討したが, 70才以上の個体においてY染色体欠失を示す細胞が増加するとの前年度の主張をさらに裏付ける結果がえられた。

〔研究発表〕

- (1) 石原: 広島医学, 29, 307~310 (1976)
- (2) 石原, 熊取: 第16回国際血液学会議シンポジウム講演, 京都 (1976)
- (3) 石原, 平嶋, 熊取, 杉山, 栗栖: 第39回日本血液学会総会講演, 金沢 (1977)
- (4) 杉山, 石原: 第16回国際血液学会議講演, 京都 (1976)

3. 造血機構の放射線障害およびその治療に関する因子の検索に関する研究

平嶋邦猛, 川瀬淑子, 大谷正子, 熊取敏之,
杉山 始*, 荒居竜雄*, 森田新六*, 栗栖 明*
(*病院部)

〔目 的〕

造血機構の放射線障害の診断, 治療上に新しい局面をひらくためには, 血液幹細胞動態面よりの検索法を確立することが必要である。

血液幹細胞の中, 多分化能をもった幹細胞は, 現在の技術段階では, 実験動物 (マウス) を用いてのみ検索可能であるが, 赤血球系幹細胞, 白血球系幹細胞は, 培養法を用いて, ヒト臨床検査材料を用いても検索可能である。本研究の目的の一つは, 実験動物を用いて行った多分化能血液幹細胞及び, 赤, 白血球系幹細胞の放射線照

射による障害及び回復過程を詳細に検討すると共に、放射線障害患者及び放射線照射治療患者の骨髓、血液について、培養法による赤、白血球系幹細胞動態の変化を検討し、放射線障害についての造血系細胞の診断、治療法に役立てると共に、すすんでヒト臨床検査材料を用うる多分化能幹細胞の定量的検索法を確立することである。

更に、免疫系に対する放射線照射の影響を、定量的に検索するために、ヒト末梢血リンパ球の mitogen に対する芽球化反応を利用して、放射線障害患者及び放射線照射治療患者のリンパ球について検索を行った。

〔研究経過及び成績〕

1) ヒト臨床材料を用うる血液幹細胞の検索

軟寒土培養基に、正常人白血球を feeder layer とし、14日間培養し、白血球系幹細胞の定量的検索を行った。骨髓細胞については、有核細胞 2×10^5 あたりのコロニー数によって表現した。

放射線障害患者（イリジウム事故及びトロトラスト注入患者）では、正常人対照よりも低く、また、各種血液疾患の中、急性白血病（AML）に低く、慢性骨髄性白血病に高い値を示す事実が認められた。

末梢血液細胞につれては、Lymphoprep を用いて分離した単核細胞 1×10^6 あたりのコロニー数によって表現し、その結果、放射線障害患者（イリジウム及びトロトラスト）で、低値になるが、子宮癌に対して放射線治療をうける前後における比較では、有意の差を認め難かった。

2) ヒト末梢血リンパ球を用うる細胞性免疫能の検索
ヒト末梢血を Lymphoprep を用いて、リンパ球を分離し、PHA を加えた培養液中で72時間培養し、培養終了前17時間に高比放射能の ^3H -thymidine を加え、TCA を用いて酸不溶性分画を分離し、sample oxidizer で焼いて、DNA 分画の ^3H -thymidine のとりこみを測定することにより、リンパ球の芽球化率の定量的検索を行った。放射線障害患者（イリジウム事故及びトロトラスト注入患者）では、著名な芽球化率の低下を示す症例が見出された。

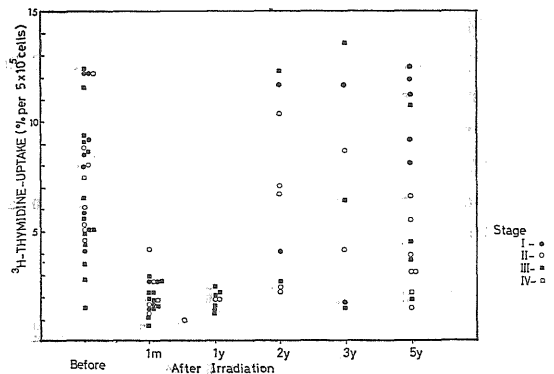
また、子宮癌患者の放射線治療を行った症例については、照射治療前後5年間にわたって、検討を行った。

放射線治療（局所照射）により、芽球化は、著しく低下し、その低下傾向は1年後も持続し、2年後より、照射前値に復してくる様である（第1図）。

現在、同一症例を、長期間にわたって、検討することにより、この事実を確認中である。

3) ヒト骨髓細胞を用うる多分化能幹細胞の検索

正常人骨髓細胞及び白血病骨髓細胞を、ヌードマウス



第1図 子宮癌患者末梢血リンパ球芽球化率の照射（放射線治療）前・後の変化

（BALB/NuNu）に移植する試みを、昨年度にひきつゞき検討したが、未だ成功していない。

4. リンパ球の放射線照射による代謝障害

大山ハルミ、平嶋邦猛

本研究はリンパ球の放射線高感受性の機構を解析することを目的として、リンパ球系の細胞であるラット胸細胞を用い昨年までに放射線による期間死発現にエネルギー代謝障害が関与することを逐次明らかにして来た。すなわち、照射による間期死はATP低下と平行して生じ、このATP低下は細胞内の解糖系の一酵素であるホスホフルクトキナーゼの異常亢進が一因となって惹き起こされ、ATP分解が促進するためであると考えられた。これを裏付ける一つの証拠として、照射後、低温温置による放射線効果の抑制がある。照射後通常の37°Cよりも低温の25°Cに温置すると、37°C温置の際みられる照射による間期死、ATP低下などが生じなくなり、ホスホフルクトキナーゼ反応の異常亢進も抑えられている。このことは低温温置によるホスホフルクトキナーゼの反応の低下が障害発現抑制の一因になっていると考えるとよく説明出来る。

近年がん治療に関連し、高温による放射線効果の修飾（Hypothermia）が注目されているが、間期死に対する温度の重要性に照らして興味ぶかいので、本年度は高温効果について検討した。なお、間期死について的高温効果は他に報告されていない。

実験には、2～3ヶ月令、オス Wistar ラット胸腺細胞を用い、Krebs Ringer リン酸緩衝液に浮遊させ、氷冷 *in vitro* 1KR 照射後 10mM グルコースを加え、37°C に4時間まで振盪温置し、直ちに細胞死（エリスロシン

Bによる染色性の変化、ATPなどを測定した。この間、高温処理の効果をみるために、細胞の一部を43°Cに一定時間(30分～4時間)温置し対照と比較した。

(1) 長時間高温処理の効果：高温処理を2時間、4時間行くと、非照射のものでも高温処理自体により間期死、ATP低下が急激におこる。しかし、照射群、非照射群を比較すると細胞死、ATP低下共、両者ほとんど差がなく生じており、照射の効果は高温処理により小さくなっている。この事実から、高温長時間処理の場合、それ自体により障害がおこるが照射効果は軽減することがわかった。

(2) 短時間高温処理の効果：照射後直ちに30分ないし1時間高温処理を行った場合には、長時間処理の場合と異なり43°C処理そのものによる障害はみられず、さらに、この短時間処理の場合には放射線障害の発現を著しく軽減する効果をもつことがわかった。すなわち、照射細胞でも、高温処理群は対照の37°C温置群に比べ、細

胞死、ATP低下共減少し、照射効果が抑制されている。この結果は、43°C処理により何らかの変化が生じ、以後の障害の発現に抑制的に働くと考えられる。そこで、このような短時間処理による障害抑制が照射後いずれの時点でも生ずるかどうかを検討するため、43°C 30分処理の開始時点を変え測定した。その結果、照射直後から2時間目までに処理した時には有効であるが、それ以後では効果が少ないことがわかった。このことは43°C処理は、すでに発現した障害を回復させるものではないことを示している。43°C処理によって生ずる放射線障害発現抑制の機構については、まだ詳細は明らかではないが、間期死発現機構を知る上で興味ぶかい現象であり、現在その解析を進めている。

〔研究発表〕

- (1) 大山、山田：日会本放射線影響学会第19回大会、広島(1976.10)
- (2) 大山：京大原子炉短期研究放、熊取(1977.2)

(11) 環境放射生態学研究部

概 況

本研究部は、環境(海洋環境を省く)中に存在し、あるいは原子力施設等から環境に放出された放射性物質の大気、土壌、動植物など相互間の移行、蓄積その他の挙動を研究して、これら放射性物質に起因する個人と集団の放射線被曝を推定し、予測し、ひいては被曝低減の方策に資することを目標としている。

年度当初に本研究部は那珂湊に移転して研究を開始するようになった。その内容は前年度にひきつづいて特別研究「環境放射線による被曝線量の推定に関する調査研究」の一環として行われたものが大部分で、これらの課題に関しては「特別研究」の章に記されている。そのほか、本研究部で担当した放射能調査についても別章を参照されたい。

したがってここでは、経常研究として行われた3課題について次に述べる。経常研究、特別研究、および放射能調査は、当然のことながら研究者の専門に応じ、お互いに密接に関連して行われているものである。第1研究室は主として土壌-陸水系における放射性物質の挙動とモニタリング用分析、測定法の開発を、第2研究室は土壌-動植物系と、とくに放射性ヨウ素の沈着挙動を、また第3研究室は放射性物質の人体摂取と体内分布を、それぞれ主題としている。

本年度はかねて懸案となっていた、微量元素分析用の“無塵実験室”の工事が行われて、本格的に使えるようになった。しかし、那珂湊の増設が未完のため、研究の一部分は千葉において行わなければならない状況であった。(伊沢正実)

1. 環境モニタリング試料の β ・ γ 放射性核種の簡易定量法に関する研究

鎌田 博、渡部輝久

〔目 的〕

本研究は、大気浮遊塵、土壌、各種食品等の試料に灰化、濃縮等の前処理を施し、必要に応じて簡易な化学分離を行った後に、低バックグラウンド β 線スペクトロメータ、ならびにGe(Li)半導体検出器によって、スペクトロメトリで、放射化学分析測定の簡易化、迅速化、精密化をはかることを目的としている。

〔経 過〕

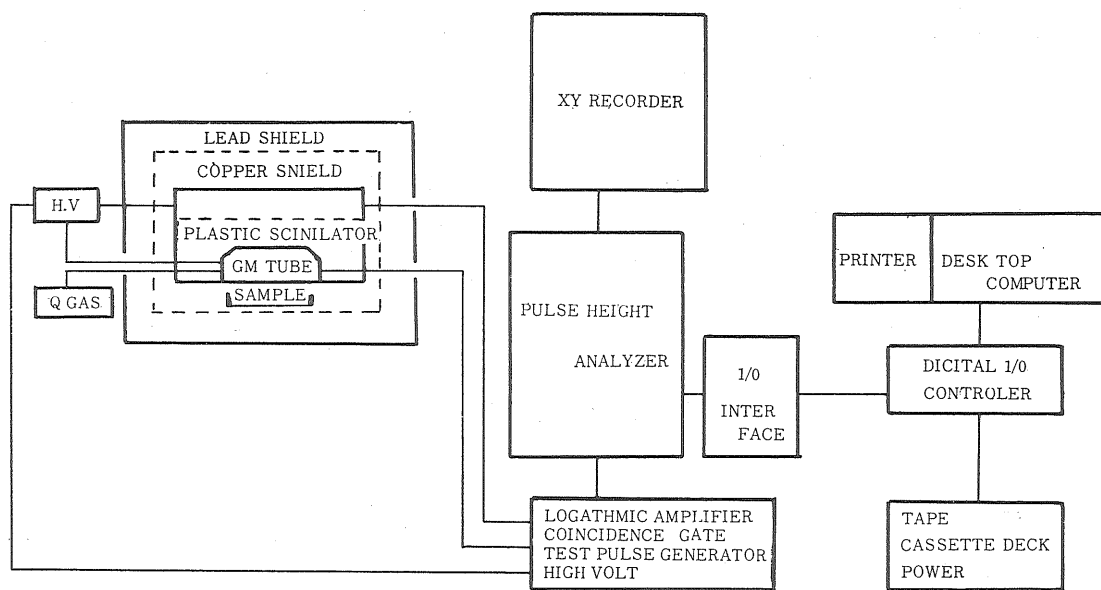
β 線スペクトルの自動解析装置の開発がほぼ終了し、これに伴って、研究生2名(環境放射能モニタリング技術者と計測器メーカー技術者)が来所した。また、国際間で総合的なクロスチェックの機会があったので、通常法との比較と言う意味においても、これに参加した。

〔成 果〕

β 線スペクトルの自動解析装置は、同定された各放射

性核種のスタンダード・ライブラリと半減期、試料採取年月日時間、供試量、添加担体量、測定試料重量、化学的回収率算出係数、測定開始年月日時間、測定時間、自然計数の各データをエントリーし、これに測定試料の β 線スペクトルのチャンネル当たりのカウント数をオン・

ラインで順次インプットせしめ、重みつき最小自乗法により解析して、試料採取時における混在する各放射性核種の単位量当たりの放射能(pCi)とその計数誤差を自動的にプリント・アウトする装置である。この自動解析装置のブロック・ダイアグラムを第1図に示した。



β -RAY ANALYZING MODULE

第1図

液体試料として、WHO のInternational Reference Center for Radioactivity (IRC) より送付された、フランスの核燃料再処理工場直近の小川の表流水(1976年6月1日採取)について、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs は放射化学分離後に本法による β 線スペクトロメトリ、 γ 線放出核種はGe(Li)検出装置によるマリネリピーカーでの直接測定を行った。その結果、 ^{90}Sr 、 ^{106}Ru — ^{106}Rh 、 ^{125}Sb 、 ^{137}Cs が検出され、定量結果は、WHO・IRCの測定結果と一致したデータが得られた(WHO・IRC・No 62 173—I, J Z/NG, Dec, 27, 1976)。

固体試料としては、WHO・IRCより送付された、フランスの原子力発電所の下流にある河底堆積物(1976年9月21日採取)について、前記と同様の方法により測定したが、 ^{54}Mn 、 ^{60}Co 、 ^{90}Sr 、 ^{106}Ru — ^{106}Rh 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{144}Ce が検出され、定量したが、各核種は試料内で不均一分布の様相を呈していた。

〔研究発表〕

(1) 鎌田, 湯川, 渡部: 原子力平和利用研究成果報告書(第15集) 6—3—(5), pp199~201 (1976) 科学技術庁。

(2) 鎌田: 分析機器, 15(3), 1~14, 23 (1976)。

2. 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

本間美文, 大桃洋一郎

〔研究目的〕

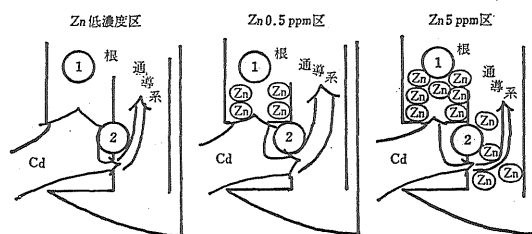
放射性物質の土壌から植物を経て人間に摂取されるまでの経路における化学挙動を明らかにし、農畜産物を通じて人体に移行する放射性核種の量を予測するに必要なパラメータについて研究すると共に、放射性核種の植物への移行に及ぼす共存元素の影響について研究し、人体の放射能汚染低減化に資することを目的とする。

〔研究経過ならびに成果〕

土耕, 水耕を問わず、培地または水耕液に亜鉛とカド

ミウムを共存させ、その濃度比が10の時（即ち亜鉛 0.5 ppm に対し、カドミウムが 0.005ppm 存在する時）、カドミウムのイネ茎葉部への移行が促進される現象を認めた。この現象は、亜鉛とカドミウムが共存する場合ばかりでなく、亜鉛 0.5ppm を含む水耕液でイネを栽培し、ついでカドミウム 0.05ppm を含む培地に移して、あとからカドミウムを吸収させた場合にも顕著に認められた。これとは反対に、まずカドミウムを吸収させておき、あとから亜鉛を吸収させた場合には、カドミウムの茎葉部への再移行促進は認められなかった。

これらの実験結果から、イネの経根的なカドミウム吸収経路には、相互に比較的独立する2つの経路が存在し、この両経路における亜鉛の存在が、カドミウム吸収、移行に影響をおよぼすことが推測された。この場合2経路とは、根への集積経路と、茎葉への移行経路の2つをいい、第2図に、その模式図を示した。共存する亜



第2図

鉛濃度が低い場合は、カドミウムは根に集積し、茎葉へも移行するが、後者の量は多くはない。共存する亜鉛濃度がそれよりもやや高くなると（第2図では亜鉛 0.5ppm—共存するカドミウム濃度 0.05ppm に対して）、集積経路は亜鉛で占有されてしまうので、カドミウムは移行経路を通じて茎葉部へ移行する。結果としてカドミウムの茎葉部への移行量が増大する。共存する亜鉛濃度がもっと高くなると、集積経路も移行経路も亜鉛に占有さ

れ、カドミウムの根集積量および茎葉への移行量は減少する。一方、カドミウムを前もってイネに吸収させ、あとから亜鉛を吸収させた実験からは、根の counter anion ともいべき結合基と強固な結合をするためか、亜鉛をあとから吸収させても、カドミウムの根から茎葉部への再移行を促進させる効果は認められなかった。

〔研究発表〕

- (1) 本間他：日本土壤肥科学雑誌，47，314～320(1976)
- (2) 本間他：日本土壤肥科学雑誌，48，49～52(1977)

3. 環境の放射能汚染にともなう内部被曝に関する研究

1) 日本人における ^{90}Sr 骨蓄積および骨線量の予測に関する研究

河村日佐男，野村悦子，田中義一郎

〔目 的〕

日本人集団における ^{90}Sr の食餌から骨への移行・蓄積の予測式を得て、環境の放射能汚染により一般人の内部被曝線量の推定することを目的とする。

〔経 過〕

骨中の ^{90}Sr 濃度の経続的実測値にもとずき、食餌中の ^{90}Sr の平均的水準を基礎として、予測モデルのパラメータを前年度に引き続いて検討した。本年度は、研究部の移転にともなう研究計画の一部遅延が余儀なくされた。

〔成 果〕

本年度は、 ^{90}Sr の体内分布について、既に本研究で得られた予測パターンにおける時間的影響を解析するために現時点における ^{90}Sr の骨内分布の測定に重点を置いて研究を行った。 ^{90}Sr の骨蓄積における地理的影響についても検討したが、結論を得るまでには至らなかった。 Sr/Ca 比および、 $^{90}\text{Sr}/\text{Sr}$ 比（比放射能）を用いて予測モデルのパラメータ（年間交代速度，O. R 値など）を乳幼児および青少年群について検討中である。

(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いは海洋に放出された放射性物質に由来する人体被曝線量を推定すること、将来の海洋環境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。

主として、放射生態学的研究により上記の目的に添った仕事を継続している。第1研究室、第2研究室とも、昭和48年発足の特別研究「環境放射線による被曝線量に関する調査研究」に大多数の研究員を参加させ別記の成果を挙げている。経常研究としては、第1研究室は対象

を深海にとり、ここに投棄された放射性物質の特異な挙動を、深海に共存する物質との関連において明らかにしようとしている。第2研究室は海洋生物を取り巻く海洋環境物質中の安定微量の遷移元素を取り上げ、環境、生物中の濃度分布等の測定から、これ等微量の遷移元素の動態を明らかにしようとしている。

人事の面では、昭和51年1月米国に原子力留学生として派遣された中原元と研究員が同年12月に帰任した。

(渡辺博信)

1. 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影響に関する研究

長屋 裕, 中村 清

日本近海表層および深海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量の分布を調べ、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。

日本近海および北太平洋西部の海水を深度別に大量採取し、海水中の ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、および ^{144}Ce 量を測定している。またメンブレンフィルターで濾過した海水懸濁物について、その有機および無機物質含有量と放射性核種濃度の相関関係を検討中である。

また海底付近における放射性核種の分布と、これにおよぼす懸濁物の影響、海洋表面における放射性核種量の経時的および水平方向の変動を検討している。

〔研究発表〕

- (1) Nagaya, Y. and Nakamura, K.: J. Oceanogr. Soc. Japan, 32, 228—234 (1976)

2. 安定元素分析およびRIトレーサー実験による無機物の環境中移動追跡法に関する研究

平野茂樹, 鈴木浜治, 石井紀明, 小柳 卓

〔目 的〕

本研究は放射化分析その他の方法によるフィールド試料中の微量安定元素濃度の分析測定値及びRIトレーサ

ーの海洋での動向の追跡結果から、無機物の環境での循環分布や生物への移行蓄積の様相を把握する手法の開発に資する事を目的としている。

〔経 過〕

遷移金属元素の海洋環境中での動向を検討するため前年度に引続き、 ^{60}Co を用いて海水中における存在化学種の追求を行った。また、海藻中の重金属元素濃度を定量して、その地域的季節的変動をもたらす環境要因について検討すると共に、各種海産生物中のアルカリ金属の濃度分析結果から元素間の濃縮係数の相関をしらべた。

〔成 果〕

^{60}Co の海水中における化学種を推定するため、海水中に多量に存在する Cl^- イオン及び SO_4^{2-} イオンと Co^{2+} イオンの会合定数を NaClO_4 溶液中で求め、それぞれの化学種の存在割合を推定した。すなわち、 ^{60}Co で標識し、種々のイオン濃度に調整した NaClO_4 溶液について陽イオン交換樹脂に対する Co の分配係数を求め、Fronaeus法及びSchubert法によってイオン会合定数を計算した結果、 SO_4^{2-} イオンとの会合定数 β_1 は pH 7.80~8.20の範囲で3.1~4.2、 Cl^- イオンに関しては0.78~1.0の値が得られた。これらの会合定数から、塩分濃度35‰、 pH 8.20の海水(Cl^- イオン濃度=0.546ml/l, SO_4^{2-} イオン濃度=0.0282ml/l, Co^{2+} イオン濃度=6.62×10⁻⁹ml/lとし、 Cl^- 及び、 SO_4^{2-} イオン以外のイオンとの錯体は無視できると仮定した場合)中での Co^{2+} の化学種として、遊離の Co^{2+} イオン62%、 CoCl^+ 31%、そして CoSO_4 7%と言う存在割合の推定ができる。天然の海水中では、当然他のイオンとの会合反応も考慮する必要があり、更に個々の検討を要すると思われる。

海藻中の濃度の分析結果から、成長段階における濃度変化あるいは海底堆積物中の濃度分布等により、季節変動や地域的変動のもたらされる可能性のある事がわかった。又、アルカリ金属元素濃度の分析結果から求めた観察比 ORcs-k は魚肉では約6程度であるのに対し、褐藻類はほぼ1前後で海藻への取り込みに関しては差別がみとでめられなかった。

4. 放射能調査・実態調査

(1) 放射能調査

1. 環境中の空間ガンマ線量調査

環境衛生研究部（阿部史朗，藤高和信）

沖縄県公害衛生研究所（宮国信栄，金城義勝，
洲鎌久人）

日本における各地の自然空間放射線の線量レベルの測定を行ってきている。現在で、九州，四国，中国，近畿，中部，東北，北海道の各地方を測定してきたが，今回は南西諸島（沖縄諸島（沖縄県），薩南諸島（鹿児島県南部の島々））の測定を行った。人口密度，地質分布，地理的条件，測定点密度を考慮したうえで，38 測定地（50測定地点）を選んだ。測定時期は1975年4月，5月である。

主な測定器として 200mmφ，3mm 厚のプラスチック電離箱，振動容量電位計，記録計の組合せと 1"φ×1" NaI (Tl) シンチレータ付のサーベイメータを用いた。他に 2"φ×2" NaI (Tl) シンチレータ付レートメータを併用した。測定結果の数値は，すべてプラスチック電離箱の値に換算した。測定地点は，なるべく広くかつ平坦な裸地とし，測定高さは 1m とした。地点内測定値の偏りを避けるため，地点内で 5 地点以上の測定を行った。

戸外における照射線量（宇宙線寄与も含む）の単純平均値±標準偏差を，府県別に示すと第1表のようである。

第1表 南西諸島におけるバックグラウンド空間放射線量（μR/hr）

（大地，大気からの放射線，宇宙線寄与を含む）

県または区域	人口(千人)(a)	単純平均線量 (±標準偏差)	測定地点数
沖 縄	1,043	8.3 ± 2.0	37
薩南諸島	218	7.8 ± 2.0	13

a) 1975年国勢調査

2. 環境中のトリチウム調査

環境衛生研究部（樫田義彦，岩倉哲男，
井上義和，田中霧子）

〔目 的〕

原子力施設から放出されるトリチウムの環境への寄与を明らかにする目的で，昭和42年以来，原子力施設周辺

の環境水として，(1) 1次冷却水の原水である河川水，井水，(2) 2次冷却用海水（取水，放水）および(3) 飲料水などを採取した。他方，フォールアウト由来のトリチウムレベルを把握するため，千葉，福井両市の毎月の降水と千葉における大気水蒸気とを採取分析した。本年度の採取施設，時期は次の通りである。

茨城県東海・大洗地区（50年12月16日，51年7月19日，51年12月13日，静岡県浜岡地区（51年4月7日，福井県敦賀・美浜・大飯・高浜地区（51年10月13日），島根県鹿島地区（50年6月18日，12月21～28日），愛媛県伊方地区（51年10月11日），佐賀県玄海地区（51年11月6日）。

〔方 法〕 前年度と同じ。

〔結 果〕 河川，海水とも48年から51年の間で年変動は，ほとんどなく一定レベルで推移しており，季節変動も観測されなかった。河川のレベルは，100～300pCi/l，沿岸海水は，20～50pCi/l の範囲にあり，河川については，地域により2倍前後の差が認められた。福井・千葉における毎月の降水のトリチウムレベルは，昭和48年から昭和51年の間で，ほぼ一定（30～300pCi/l）であり，春一夏に高く，秋一冬に低いフォールアウト起源の特徴を示した。千葉における大気水蒸気のトリチウムレベルは，48～50年の間で，一定レベル（50～1000pCi/l）が保れており，降水のレベルより2～3倍高い。これらの事実は，なおフォールアウト起源のトリチウムが，大気圏に残存していることを示す。ほぼ10年間，施設周辺および一般環境の水のトリチウムレベルを全国的に観測してきた結果から，既存の施設から放出されたトリチウムが，一般環境水のレベルを上昇させることはなく，そのレベルはむしろフォールアウト由来のトリチウムに支配されてきたといえる。今後は，従来の調査とともに，多量のトリチウム放出源である再処理施設周辺のトリチウムに着目する必要がある。

次にトリチウム電解濃縮係数を求める方法の改良に関する試みについて述べる。

〔目 的〕 従来の濃縮係数決定法は，試料と並列に電解したトリチウム既知量を含む標準試料の濃縮率から求めた（スパイク法）。しかしこの方法は，試料のレベ

ルと比較して高濃度のトリチウムを使用することにより、試料が汚染される恐れがある。また、各個の試料水の電解条件の相違を無視して同じ濃縮係数を適用するので誤差が大きい。これらの欠点を除く方法として、試料水の中に天然に含まれている重水素の濃縮係数からトリチウムのそれを求める方法がある。その際必要な重水素測定技術としては、質量分析法と密度法があり、密度法の中にも落滴法、浮標法、ピクノメータ法などがある。質量分析法は、高精度であるが、精密・高価な質量分析計を必要とし一般的でない。その他の方法も従来は非常に困難で精密なる操作を必要とした。本年度購入した高精度密度計により、簡易重水素測定法の確立を試みた。本密度計は、流体の振動数が密度により異なることを原理としており、試料の量や計測時間が少く、操作も簡単である。

〔方 法〕 Anton Paar 社製高精度振動式密度計 DMA 02D、密度測定範囲 $0 \sim 3 \text{ g/cm}^3$ 、サンプル量 $\sim 0.7 \text{ cm}^3$ 、最大測定誤差は、 $\pm 0.01^\circ \text{C}$ の恒温下で $3.5 \times 10^{-6} \text{ g/cm}^3$ である。水試料を数回の凍結・真空蒸留により精製し、測定セル (Duran50 ガラス製) に注入する。温度平衡 (約10分) 後、計測を開始する。計数値は、ある振動数に達するまでの時間を精密水晶発振子により計測し、その値が 10^{-5} 秒の単位まで記録される。密度既知 (標準) 試料についてその密度と周期との関係を求めておき、未知試料に適用することで試料の密度が求められる。

計測セルの温度は、HAAKE社製FK型恒温槽を用い、 $4.0 \pm 0.03^\circ \text{C}$ に設定し、その温度変動を、サーミスタによりアナログ出力として記録した。 4°C では、水の密度が、最大になるため、温度変動に伴う密度変動が小さく、誤差を小さくできると期待した。

市販の重水を秤量法により純水で希釈して、重水濃度 0.01% から 1.0% までの範囲のものを7種、調製した。絶対濃度は、東京工業大学松尾禎士研究室の重水専用質量分析計を借用し、測定した。これらの試料を密度計で測定し比較検定した。

〔結 果〕 0.1% 以上の重水で相対誤差 1% 以内で両者の値は、一致した。 0.1% 以下の重水では、密度計の値の方が大きくなり、相対誤差も 8% に近い。この原因としては、温度制御、溶存炭酸ガスの量、密度の温度関数の精度などが考えられる。電解濃縮後の重水濃度は、 0.2% 付近であるのでほぼ使用に耐えらる。今後は、実際の試料水を測定して、濃縮係数の算出に応用したいと考える。

〔研究発表〕

- (1) 井上, 岩倉, 樫田: 第19回日本放射線影響学会, 広島大学 (1976.10)
- (2) 井上, 岩倉, 樫田: 第18回放射能調査研究成果発表会, 放医研 (1976.11)

3. 降下性 ^{14}C の濃度調査研究

環境衛生研究部 (岩倉哲男, 新井清彦, 樫田義彦)

〔目 的〕 原水爆実験に起因する降下性 ^{14}C の環境中における濃度変化を調査する目的で、34年より主として植物精油、および醗酵アルコール中の ^{14}C 濃度を測定してきた。また、原子力平和利用による ^{14}C 濃度の有意の増加の有無をも調査する。

〔経 過〕 これら植物中の ^{14}C 濃度は、大気中炭酸ガスの ^{14}C 濃度変化をよく反映し、指標物質として適切な材料であることがわかった。1963年においては、日本における大気中および一年生植物中の ^{14}C 濃度は自然平衡レベル (14.0 dpm/g 炭素) の約 90% 増の値を示したが、その後数年の間は指数的に減少したのち、フランス、中国の核爆発実験の影響と思われるレベルの変動が見られた。数年前から現在に至るまでは、 $17 \sim 19 \text{ dpm/g}$ 炭素の範囲内にあり、レベルの変化は顕著でない。

第1表 醗酵アルコール中の ^{14}C 濃度

原 料	産 地	工 場	^{14}C 濃度 (dpm/g炭素)
生 甘 し ょ	鹿 児 島 県	鹿 屋	17.68 ± 0.23
生 甘 し ょ	熊 本 県	肥後大津	17.49 ± 0.23
粗留アルコール	オーストラリア		
果 糖	汁熊 本 県	肥後大津	17.37 ± 0.23
粗留アルコール	密フィリピン		
	オーストラリア	鹿 屋	17.68 ± 0.23
"	インドネシア	肥後大津	17.72 ± 0.23
"	フィリピン	磐 田	17.93 ± 0.24
"	インドネシア	出 水	18.47 ± 0.24
"	インドネシア	出 水	17.09 ± 0.23
"	中 国	千 葉	18.30 ± 0.24
"	アルゼンチン	"	18.56 ± 0.24
"	不 明	"	18.60 ± 0.34
パ ル プ 材	米 国	"	14.66 ± 0.22
粗留アルコール	イ ン ド	"	18.10 ± 0.24
"	フィリピン	"	18.13 ± 0.24
糖	密フィリピン	近 永	18.35 ± 0.24

〔試料ならびに方法〕 精油試料は、放医研圃場で栽培された“やまじそ”より、チモールを抽出し、メチルエーテルに変え、これを溶媒として液体シンチレーション法で測定した。たまたま収穫時に第19回中国核実験が

行われたため、その影響を確かめる目的で、核実験前と、核実験後の収穫試料につき、 ^{14}C 放射能を測定したが、前者は 17.35dpm/g 炭素、後者は 17.42dpm/g 炭素であり、有意の差は見られなかった。

醗酵アルコール中の濃度は、米国産のパルプを原料とするものが例外的に低い値 (14.69dpm/g 炭素) を示した以外は、17.09~18.60 dpm/g 炭素) の値であり、全世界的に、次第に同一レベルに近づくつあるといえよう。醗酵アルコール中 ^{14}C 濃度の測定結果を第 1 表に示す。なお、醗酵アルコールは通産省の各地アルコール工場の御厚意で入手したものであり、ここに謝意を表す。

4: 環境試料・人体臓器中のプルトニウム等の濃度測定

環境衛生研究部 (岡林弘之、坂本正一)

〔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拡散し、徐々に地上に降下している。また原子力平和利用の進展に伴い環境中の超ウラン元素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中の超ウラン元素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〕 この研究は本年度より開始された。本年度には放射能測定法基準化委員会のプルトニウム分析法作成分科会において分析法を検討する機会があり食品・土壤・浮遊塵などに含まれるプルトニウムの分析法が確立された。この方法にもとづいて日常食・胎盤に含まれているプルトニウム -239+240 の濃度を測定した。

〔成果〕 前に千葉市で採取した胎盤から $\text{Pu}-239+240$ が 1 試料当たり (42.5±30.7) fCi/1 認められ、本年度は秋田市で採取した試料について測定を行い (34.8±24.5) fCi/1 試料という結果が得られ千葉市の試料の方が高いような結果が得られたが、この両平均値については統計的に有意の差は認められず胎盤中のプルトニウム濃度に地域差は認められなかった。また昭和43年・44年の日常食について現在分析を実施中である。

5: 大気浮遊塵中の放射性核種の調査

環境放射生態学研究部 (鎌田 博、渡部輝久)

環境衛生研究部 (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〕 前年度と同様、大量連続集塵装置を用いて、数ヶ月間、大気浮遊塵を採集し、前処理を施し、

Ge (Li) 半導体検出装置による γ 線スペクトロメトリと放射化学分析——低バックグラウンド β 線スペクトロメーターによる放射性核種の同定および定量を行った。

〔成果〕 前報に引き続いて得られたデータを第 1 表に示してある、が那珂湊支所の発足に伴う移転等の

第 1 表 集塵および前処理結果

集塵期間	集塵日数	通気量 ($\frac{10^3}{m^3}$)	灰化重量 (g)
1975.10.16 ~ 1976. 1. 7.	84	1209.6	55.38
" 1. 8 ~ " 3.18.	71	1022.4	43.71
" 3.19 ~ " 6. 3.	66	950.4	26.35
" 6. 4 ~ " 8. 1.	故 障		修 理
" 8. 2 ~ " 9. 1.	30	432.0	7.95
" 9. 2 ~ " 11. 9.	68	979.2	$\left\{ \begin{array}{l} * 4.89 \\ ** 7.12 \\ *** 1.44 \end{array} \right\} 13.45$
" 11.10 ~ 1977. 1.25.	76	1094.4	$\left\{ \begin{array}{l} * 10.74 \\ ** 7.69 \\ *** 1.43 \end{array} \right\} 19.86$
" 1.26 ~ " 3.15.	48	691.2	

*プレフィルター部、**電気集塵部、***メカニカルビルター部、

諸作業等、測定機器の運搬に伴う不調故障のため分析測定が遅延している。

〔研究発表〕

- (1) 鎌田 博、湯川雅枝、渡部輝久：第18回放射能調査研究成果論文抄録集 (49~51), 1975

6: 陸上試料の調査

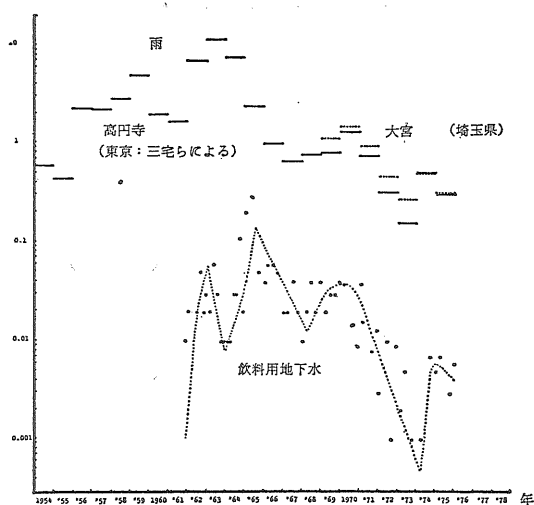
環境放射生態学研究部 (鎌田 博、渡部輝久、清水みち子)

〔目的〕 雨水・塵等の放射性核種を分析測定し、陸上試料における、これらの核種の挙動を明らかにすると共に、環境の放射能汚染を長期的な観点から把握し、国民の被曝線量の推定に資するデータを得る。

〔経過〕 昭和47年度より、茨城県および福井県を対象地区として、雨・塵等に含まれる放射性核種の分析

測定を実施し、現在でも続行中であるが、本報では、土壌——流出水系における放射性核種の挙動を把握することを目的として、長寿命で、しかも、土壌——流出水系の中で移動の比較的速いと言われている ^{90}Sr を着目核種として、飲料用地下水への流出パターンについてデータ解析を行った結果を報告する。なお、この調査にあたっては、埼玉県庁の関係機関の方々の御協力を頂いた。

〔成 果〕 放射性降下物により地表汚染があった場合、 ^{90}Sr は雨水と共に、土壌粒子に吸着、溶出等の固相——液相間の分配を繰返し乍ら、土壌深部に移動し、地下水層に達して、帯水層を移動し、取水されて飲料用等生活用水として利用されている。この飲料用地下水への ^{90}Sr の流出パターンを第1図に示した。



第1図 飲料用地下水と雨水ちりの ^{90}Sr 濃度の経年変動

^{90}Sr による土壌表層の汚染があってから、地下水中にこの ^{90}Sr が出現するまでの経過期間は、土壌汚染ピーク時期から地下水汚染ピーク時期までの期間として表すことが出来る。土壌表層の汚染ピーク7時期は、1959年、1963年、1970年、1965年の四時期である。地下水汚染ピーク時期は、1963年、1965年、1970年、1974年であり、これを対応させて ^{90}Sr の地下水への出現期間を解析計算すると、それぞれ、3.6年、2.3年、<1年、<1年である。降水濃度の約3に達することもあるが、ピーク出現時期が年々早くなってきている。この原因については、地下水の揚水量が年々増加していることと、これにより地下水位が年々低下していること等から、地盤沈下が起っており、このような場合には、土壌水の“絞り出し現象”が起り、土壌中の水の移動が速くなると言

われていることから、 ^{90}Sr についても流出が速められていると推定される。

〔研究発表〕

- (1) 鎌田 博，渡部輝久，清水みち子，中沢清明，丹野 幹雄：第18回放射能調査研究成果論文抄録集（44～48）1975

7. 茨城県沿岸原子力施設周辺住民の食品消費実態調査

環境放射生態学研究部（住谷みさ子，大桃洋一郎）

〔目 的〕 原子力施設周辺住民の食品を通じて摂取する放射性物質による内部被曝線量を推定しようとする場合、問題となる海域あるいは問題となる地域でとれる食品の地域住民による消費状況を把握することが必要である。本調査は茨城県沿岸住民を対象とし、特に海産物及び農畜産物の消費状況を把握することを目的とする。

〔経 過〕 この調査は昭和44年度から実施しており、現在までに、茨城県沿岸原子力施設周辺住民に関して、海産物及び農畜産物の消費傾向をある程度明らかにする事ができた。今年度から放射能調査の一環として新たな角度で、調査を開始した。即ち現在までの全海産物を対象とする消費調査の結果から、消費量が多く、東海村原子力施設周辺の海が漁場となっている海産物数種を選び、それ等を多く食べる可能性のある人、つまり漁獲物を自家消費している漁業者に的をしぼり、調査することとし、51年度は、大洗町と那珂湊市で調査を実施した。大洗については、大洗漁業協同組合に所属しているシラス曳、貝曳専従の漁業者20名に対し貝類（特にコタメ貝）小エビ、頭足類の消費調査を行い、那珂湊市の場合は、平磯、磯崎、両漁業協同組合所属の漁業者で、特にシラス曳漁を行い採藻用の鑑札を持っている人々の中からそれぞれ10名ずつ選び、シラス及び海藻（特にワカメとヒジキ）についての消費調査を実施した。調査方法は2週間ずつの消費日誌形式をとり、年4回、四季毎に実施した。調査用紙の配布、回収は、個別訪問により行った。

〔成 果〕 大洗町での調査は現在集計中であるが、小エビを食べている世帯が比較的少く、その消費量も少かった。貝類では、コタメ貝の消費量が多いようである。頭足類に関しては、タコの漁獲量が少い年であったためか、少く、イカは良くたべられており、消費量も多かった。

那珂湊市のシラス、ワカメ及びヒジキの調査結果を第1～3表に示す。

シラス、(シラウオを含む)の消費量は、禁漁期である

第1表 Seasonal variation of average daily intake of "SHIRASU"* by fisherman's families in Nakaminato city in spring of 1976 to winter of 1977 (Wet and edible part only)

No. of families	Average daily intake (g/d/p)				
	Spring	Summer	Autumn	Winter	Annual ave.
1	125	74	77	72	87
2	22	21	21	0	16
3	8	17	2	0	7
4	132	58	38	21	62
5	79	42	43	16	45
6	25	62	15	3	26
7	0	0	0	0	0
8	12	10	23	8	13
9	11	8	46	6	18
10	2	15	30	0	12
11	4	0	13	5	6
12	5	12	12	5	9
13	9	11	8	8	9
14	3	5	6	6	5
15	12	10	11	5	10
16	11	3	15	15	11
17	7	14	13	18	13
18	13	8	7	10	10
19	20	7	4	8	10
20	22	4	0	0	7
Average	26	19	19	10	19

* "SHIRASU" : Young anchovy, *Engyaulis Japonica* TEMMINCK et SCHLEGEL

第2表 Seasonal variation of average daily intake of "WAKAME"* by fisherman's families in Nakaminato city in spring of 1976 to winter of 1977 (wet and edible part only)

No. of families	Average daily intake (g/d/p)				
	Spring	Summer	Autumn	Winter	Annual ave.
1	84	36	49	76	61
2	89	693	57	137	244
3	35	38	11	23	27
4	141	129	72	41	96
5	112	53	18	46	57
6	20	26	20	36	26
7	59	165	106	35	91
8	38	59	38	41	44
9	20	55	9	8	23
10	10	11	4	13	10
11	10	7	14	28	15
12	8	11	7	20	12
13	15	31	11	11	17
14	4	6	10	14	9
15	12	20	10	24	17
16	9	14	7	15	11
17	10	61	20	8	25
18	31	32	41	31	34
19	29	13	20	20	21
20	15	8	9	6	10
Average	38	73	27	32	43

* "WAKAME" : *Undaria pinnatifida* SURINGAR

第3表 Seasonal variation of average daily intake of "HIJIKI" by fisherman's families in Nakaminato city in spring of 1976 to winter of 1977 (wet and edible part only)

No. of families	(Average daily intake (g/d/p))				Annual ave
	Spring	Summer	Autumn	Winter	
1	0	35	16	78	32
2	0	0	0	11	3
3	3	0	23	0	7
4	15	56	10	23	26
5	15	19	15	60	27
6	0	3	9	3	4
7	0	24	0	10	9
8	12	4	25	12	13
9	12	18	30	20	20
10	0	3	8	4	4
11	7	0	4	4	2
12	9	10	16	2	9
13	0	2	3	5	3
14	13	0	3	13	7
15	13	12	0	12	9
16	6	5	0	0	3
17	41	0	15	9	16
18	13	3	7	5	7
19	12	0	0	0	3
20	9	0	2	7	5
Average	9	10	9	14	10

* "HIJIKI" : *Hijikia fosifopme* OKAMURA

冬に最も少く、春が最も多い。一年間の平均摂取量は1人1日当り19gであった。海藻(ワカメ、ヒジキ)に関しても漁獲期である冬のヒジキ、夏のワカメの消費量が最も高かった。ヒジキとワカメとではワカメのほうが良く食べられており、1年を通じた平均摂取量は、ワカメ43g/日/人、ヒジキ10g/日/人であった。

〔研究発表〕

1. 住谷, 根本, 大桃: 日本放射線影響学会第19回大会, 広島(1976, 10.9)
2. 住谷, 根本, 大桃: 同上 同上
3. 住谷, 大桃: 第18回放射能調査発表会, 千葉(1976, 11.12)

8. 人骨の放射性核種の解析調査

環境放射生態学研究部(田中義一郎, 河村日佐男, 野村悦子)

〔目的〕核爆発実験に由来する ^{90}Sr の人骨中の濃度を測定し、人体の被曝線量算定を目的とする。

〔経過〕昭和50年4月より51年8月までに死亡した人の骨で、主として東京、北海道からの人骨試料を採取した。なおすでに採取されていた、昭和46年、47年、48年に死亡した東京、北海道の人の骨を比較のため分析した。

〔結果〕昭和50年における骨中 ^{90}Sr 濃度水準は前年度に比較して著しい減少は見せていないが、昭和48年から同51年に至る水準を通覧するとごく緩慢な減少傾向が認められる。北海地地区の成人脊椎骨データが年次変化観測の良い情報を与えることがわかった。

昭和37年から47年に至る11年間に骨に蓄積した ^{90}Sr (および娘核種 ^{90}Y)のベータ粒子が骨組織に与えた線量を推定した。骨中 ^{90}Sr 濃度の調査結果にもとづいて国連科学委員会の採用した成人骨に対する線量率係数が

第1表 年令群別人骨中 ^{90}Sr 濃度

死亡年(年令群才)	測定数	pCi ⁹⁰ Sr/gCa		
		最小値～ 最大値	平均値±標準偏差	
1975	胎 児	29	0.44～0.95	0.65±0.11
	5～10	21	0.59～2.22	1.25±0.38
	≥20	47	0.60～4.51	1.40±0.92
1976	胎 児	16	0.29～0.97	0.62±0.17
	5～19	6	0.69～1.51	1.13±0.26
	≥20	18	0.47～2.19	1.14±0.47

直接適用可能と仮定して、上記期間における積算骨線量および積算骨内臓線量を計算した。また、日本人の骨の標準的生長曲線を仮定して年令の関数として骨の

geometry を求め、骨全体に対する積算吸収線量を年令別に計算した。後者の推定方法によれば、ほぼ11~13才、およびほぼ23~28才（昭和50年現在の年令）の2つの年令層において積算吸収線量が極大値を示すことがわかった。（第1表）

〔研究発表〕

田中、河村、野村：第18回 放射能調査研究成果発表会、千葉（1976.11）

9. 沿岸海域試料の解析調査

海洋放射生態学研究部（上田泰司、長屋 裕、鈴木 譲、中村 清、中村良一）

〔目 的〕 原子力施設周辺（浦底湾、東海村沿岸の海水、海底土、海産生物の放射性核種濃度を調べ、施設周辺海域の放射能汚染を長期的観点から把握するとともに、試料相互の関連性を求める。それらの結果をまとめて将来の海洋汚染を予測することを目的とする。

〔経 過〕 海底土、海産生物について福井県浦底湾については ^{60}Co 、 ^{137}Cs 、また東海村沿岸については ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 ^{144}Ce （海水海底土）の分析を行った。成果の一部は第18回放射能調査研究成果論文抄録集に報告した。

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方向および鉛直方向の分布の様相から、海洋におけるこれら核種の挙動の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2点において3,000m深の深層から各200gの海水を

採取して、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs および ^{144}Ce 等を分析中である。また日本近海各地の表面海水についても分析している。

(2) 実 態 調 査

1. ビキニ被災者調査

障害臨床研究部（熊取敏之）

昭和51年度においては、病院棟改修工事等とも関連して、7名の入院検査を行った。被災者の一般状態は良好である。末梢血検査では赤血球、白血球、栓球共に異常はなかった。骨髓像においても著変を認めなかった。肝機能検査では、GOT値およびGPT値の上昇を3名に認めたが、前回に比し、むしろ低下の傾向にあった。眼科的検査でも、放射線被曝に関係づけられるような変化は見られていない。ベータ線による皮膚傷害の痕跡は、臍周辺等に見られるが、悪性化の徴候はない。末梢リンパ球の染色体異常頻度は正常対照例よりも、かなり高い。本例の追跡調査は今後も続ける必要がある。

2. 胸部集検による国民線量の推定

物理研究部（橋詰 雅、丸山隆司）

胸部の集団検診は昭和49年から大きく変わり、今まで毎年撮影されていた小中学生が小学校は1年生（一部4年生）、中学生は2年生（一部3年生）のみとされた。その外結核に対する認識が高まったこともあって一般の事業所や一般住民の間でも被検率が低下した。そのため国民線量は大きく減少した。昭和50年度の被検者の数は学校関係は文部省の調査、事業所については労働基準局、一般住民に対しては厚生省の値を基礎として推定した。その性別、年令別の撮影件数を第1表に示す。

第1表 性別、年令別、X線胸部間接撮影件数（ $\times 10^6$ ）

年 令	-10	-15	-18	-24	-29	-34	-39	-44	-49	-54	-59	60 <	計
男	0.6	0.6	2.3	3.3	2.4	2.1	1.8	1.7	1.6	1.1	0.5	0.5	18.5
女	0.6	0.6	2.3	2.2	1.9	1.6	1.4	1.4	1.3	1.1	0.3	0.4	15.1

撮影条件は実態調査によれば、ミラーカメラが大部分であり、被曝線量は背中 の皮膚面で平均成人女子175、男子198mrad、中学生135mrad、小学生75mradであった。生殖腺の防護はよくおこなわれていたが、一部の果ではまだ完くおこなわれていないところもあった。これ等の条件から求めた平均生殖腺線量は成人の場合男43.5、女134、中学生男34.6、女112.6、小学生男50.4、女949

mradであった。又骨髓線量は成人男32.6、女31.2、中学生23.8、小学生17.5mradであった。

これ等の値から遺伝有意線量（GSD）と平均骨髓線量（CMD）および白血病有意線量を求めると第2表の如くGSDは男7.5、女24.5、計32mrad、CMD男5.5、女4.2、計9.7 LSD 男5.2、女41、計9.3mrad per person per year となった。

第2表 胸部集検による性別、年齢別の、GSD、CMD、LSD (per person per year)

		<10	-15	-18	-24	-29	-34	-39	-44	-49	-54	-59	60<	計
GSD mrad	男	0.6	0.40	1.81	2.6	1.46	0.44	0.12	0.03	0.01	0	0	0	7.5
	女	10.3	1.19	5.4	4.9	2.3	0.47	0.07	0.01	0	0	0	0	24.5
	計	10.9	1.59	7.2	7.4	3.8	0.19	0.19	0.04	0.01	0	0	0	32.0
CMD mrad	男	0.11	0.14	0.69	1.0	0.73	0.62	0.55	0.53	0.57	0.33	0.14	0.16	5.5
	女	0.1	0.13	0.66	0.63	0.53	0.45	0.41	0.40	0.37	0.32	0.10	0.13	4.2
	計	0.21	0.27	1.35	1.63	1.26	1.07	0.96	0.93	0.84	0.95	0.24	0.29	9.7
LSD mrad	男	0.11	0.14	0.68	0.99	0.71	0.60	0.53	0.50	0.43	0.28	0.11	0.10	5.2
	女	0.1	0.13	0.65	0.63	0.53	0.44	0.40	0.39	0.35	0.29	0.09	0.09	4.1
	計	0.21	0.27	1.33	1.62	1.24	1.04	0.93	0.89	0.78	0.57	0.20	0.19	9.3

3. 胃集検による国民線量の推定

物理研究部 (橋詰 雅, 加藤義雄, 丸山隆司)

昭和50年における胃集検におけるX線間接撮影では、

日本人が何人検査を受けたかを調査した。調査は対がん協会、県衛生部、集検施設等に別けて年間の全件数を男女別、年齢別に調査した結果第1表の如く年間 男子238.3万人、女子173.6万人、計約412万人となった。

第1表 性別、年齢別、X線胃間接撮影件数 ($\times 10^3$)

年 令	<19	-24	-29	-34	-39	-44	-49	-54	-59	-69	70<	計
男	4.7	22.2	70.9	136.1	310	492.6	496.8	369.2	274	205.6	51.8	2383.9
女	2.3	11.1	30.0	94.9	216.5	331.3	331.3	279.1	193.2	207.5	39.2	1736.9
計	7.0	33.3	100.9	231.0	526.5	823.9	828.1	648.3	467.2	412.1	91.0	4120.8

一件あたりの撮影件数は115施設の平均で5.82枚となり位置決め透視は蛍光板で59秒、TVで89秒であった。これ等の値から一件あたりの線量を推定すると、生殖腺線量は男10.4mrad、女453mrad、骨髄線量は男151mrad、女392mrad、となった。これに子供期待率と白血病発生因子を考慮して遺伝有意線量 (LSD) と平均骨髄線量

(CMD) と白血病有意線量 (LSD) を求めると第2表の如く GSD は男0.03、女0.12、計0.15mrad/person/year、CMD は男10.2、女6.3、計16.5mrad/person/year、LSD は男8.9、女5.7、計14.6mrad/person/year となった。これ等の値を一般診断と比較すると GSD ではわずかに1%であるが、CMD、LSDでは15.5%となる。

第2表 胃集検によるGSD、CMD、LSD

	年齢	-19	-24	-29	-34	-39	-44	-49	-54	-59	-69	70<	計
GSD μ rad per person per year	男	0.89	4.15	10.2	0.57	4.7	2.0	0.68	0.155	0.03	0.005	7.0004	30
	女	6.0	28	42	33	12.5	1.83	0.05	—	—	—	—	123
CMD mrad per person per year	男	0.02	0.093	0.297	0.57	1.3	2.07	2.08	1.54	0.15	0.86	0.02	10.2
	女	0.008	0.04	0.109	0.34	0.79	1.2	1.2	1.01	0.7	0.75	0.14	6.28
LSD per person per year	男	0.02	0.092	0.291	0.55	1.25	1.95	1.89	1.31	0.9	0.55	0.09	8.9
	女	0.008	0.04	0.108	0.33	0.77	1.16	1.14	0.91	0.6	0.56	0.07	5.7

4. X線診断による胎児の被曝線量

物理研究部 (橋詰 雅, 丸山隆司, 隈元芳一)

産科におけるX線撮影は胎児に対する影響が大きいといえただけさけるべきことがしばしば言われているが未だ相当数の撮影が予想されたことと、妊婦の胸部撮影等による胎児への影響も考えられたので、これ等の実態

を調査した結果を第1表に示す。

第1表 妊婦のX線撮影件数と枚数 ($\times 10^3$)

	胸部	腹部	骨盤	産科 (骨盤計測を含む)
撮影件数	318.4	117.6	45.4	204.4
枚数	322.7	136.9	68.4	285.7

各撮影における胎児線量は撮影条件の実態調査から胸

部0.32, 腹部60, 骨盤110, 産科270mrad と推定した。

以上の結果から胎児の集合線量 (Collective dose) を推定した結果を第2表に示す。

第2表 胎児の集合線量と母親の年齢分布
($\times 10^3 \text{man rads}$)

母親の年齢	15-19	20-24	25-29	30-34	35-	計
胸部	—	0.02	0.05	0.03	—	0.1
腹部	—	3.8	3.5	0.6	0.3	8.2
骨盤	0.4	3.9	2.2	0.8	0.3	7.5
産科	—	28.0	38.0	10.1	1.03	77.2
計	0.4	35.7	43.7	11.5	1.6	93.0

これ等の結果からGSD, CMD, LSDに対する寄与を計算すると, それぞれ1.44, 0.81, 0.79mrad per person per year となる。

5. 歯口内法撮影による国民線量の推定

物理研究部 (丸山隆司, 橋詰 雅, 西沢かな枝 安藤正一*, 篠田宏司*, 相沢 恒*)(*日歯大)

昭和49年度医療被曝実態調査から推定された年間歯科用線撮影件数にもとづき, 眼や甲状腺などの collective dose さらに集団線量として遺伝有意線量および骨髄線量を推定した。

歯科用X線診断としては①口内法, ②咬合法, ③オルソパントモグラフィなどがあるが, 最も頻度の多いのは口内法である。前に行われた実態調査によれば, 昭和49年に全国で行われた口内法撮影件数は8992万1千枚であ

った。

日大歯学部放射線科の歯科用X線撮影装置を使用して, ファントム実験により照射皮膚面, 眼, 甲状腺, 生殖腺および骨髄の線量を測定した。撮影件数の実態調査のときに得た撮影条件 (管電圧, 管電流, 曝射時間など) と線量測定結果から, 口内法撮影条件での臓器・組織線量を撮影部位別に算定した。撮影部位別, 性別, 年齢別の口内法撮影件数を用い, collective dose と集団線量を計算した。眼および甲状腺の collective dose はそれぞれ 3.2×10^5 および $1.0 \times 10^5 \text{man. rad}$ であった。一方, 遺伝有意線量は 0.013 mrad per person per year であり, 平均骨髄線量は 3.7 mrad per person per year であった。白血病有意線量は 3.4 mrad per person per year であった。

〔研究発表〕

1. 橋詰 雅, 丸山隆司: 胸部集団検診による国民線量の推定, 日医放会誌, 37, 6 (1977)
2. 橋詰 雅, 加藤義雄, 丸山隆司: 胃集団検診による国民線量の推定, 日医放会誌, 37, 6 (1977)
3. 橋詰 雅, 丸山隆司, 隈元芳一: 診断用X線による国民線量の推定, 第4報, 胎児の被曝線量, 日医放会誌, 36.7 (1976)
4. 丸山隆司, 橋詰 雅, 西沢かな枝, 安藤正一, 篠田宏司, 相沢 恒: 歯科口内法撮影による国民線量, 日歯放, 17(1), 52—63 (1977)

Ⅲ 技 術 支 援

1. 概 況

技術業務関係では、基本施設（変電、ボイラ、空調）の老朽化設備の更新を、前年度に引き続き行うとともに、円滑な運転に努めた。共同実験施設および共同実験用各種測定・分析機器関係では、各研究部との密接な連絡のもとに、施設設備の整備および機器の更新・新規導入を行った。照射施設および照射機器関係では、線量計校正を中心とする物理実験を集中的に実施できるよう、第2ガンマ線棟のスタンド形照射装置をX線棟標準線源室へ移設する工事を行った。パン・デ・グラフでは、トリチウムターゲットの使用に伴う安全対策として、従来の油回転ポンプを完全密封形に更新した。データ処理室関係では、平常業務は前年度並みに行われ、研究活動も活発に行われている。また、前年度に引き続き晩発障害実験棟建築工事の促進にあたった。

放射線安全業務にあつては、放射線障害防止法および核燃料規制法（共に略称）ならびに人事院規則、医療法等に基づいて、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、健康管理手帳の制定、X線棟に密封放射性同位元素照射室の設置、サイクロトロンに中性子シャッターの設置、サイクロトロンで生産された短寿命核種を用いた投与実験等について、その内容、安全性等に関する検討が主な議題であった。この他、放射性物質を含む有機溶媒処理対策、被ばく推定線量、環境放射線測定、サイクロトロンの4つの各専門委員会において、廃棄物処理、個人被ばく管理、環境測定、サイクロトロン安全管理等の各分野について、専門的、技術的検討を行った。

この他、サイクロトロン安全管理については、その利用が軌道にのったのに伴い各種の定期的測定、中性子シ

ャッター設置による各照射室の立入の安全確保等が行われた。

動植物管理業務関係では、引き続き研究に必要な実験動植物の生産、供給に力を傾注したが、幸いにして本年度は重大かつ大規模な感染事故もなく、S.P.F動物、C.V動物ともに順調な生産活動を行うことができた。関連施設の管理、運用については、適正な飼育環境条件を常時維持するため、新たに温度警報装置を各施設ごとに設置し、異常の早期発見、事故対策の一助とした。

一方、実験動物の衛生管理については、従来に比し、細菌・ウィルス・内外寄生虫等定常的検査項目を拡大し微生物学的チェック体制の強化をはかった。また、検疫病理業務に関しては、主としてマウスの諸系統について各種疾病の獣医・病理学的研究を継続して進め、着々成果をあげつつあるが、本年度は特に、指定研究として、「ヌードマウスに関する臨床繁殖学的研究——自家生産の基礎的資料——」を実施した。なお、実験動植物委員会（松平委員長）は本年度前後4回にわたって開催し、所要の審議を行った。

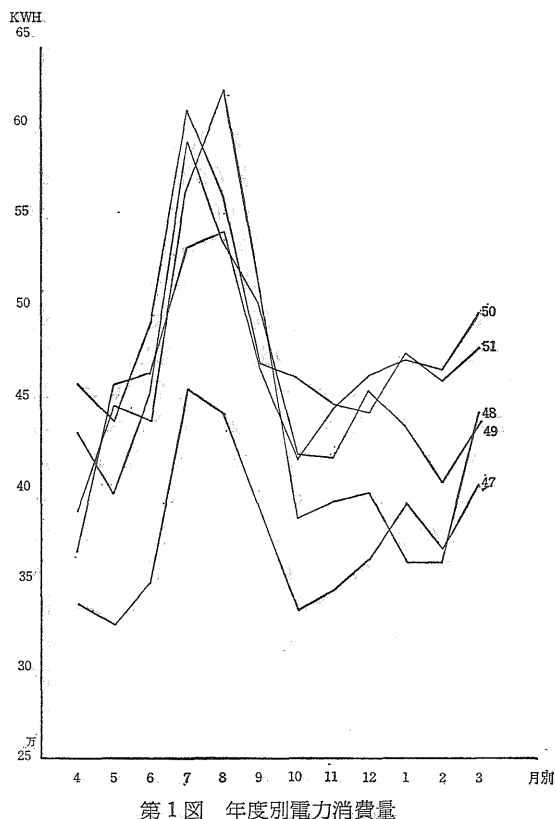
サイクロトロンの運転は本年度も順調に行われた。特に、速中性子治療トライアルを効果的に進めるため、マシンタイムの30%近くをこれにさくとともに、治療用のビーム強度の増強が行われた。このためビーム取り出し装置の損傷が目立つようになった。これらの損傷の他、小規模の故障は依然として多いが、修理の殆どは管理課によって遂行された。性能向上に関する研究も研究用機器の整備の進行とともに、次第に軌道にのりつつある。

アイソトープに関する業務では、生産施設として無機核種分離精製装置、短寿命R.I調剤装置を整備した。試験生産も7核種、9種類に達し、一部は、核医学用機器の調整、臨床研究に試験的に供給される段階に達した。

2. 技 術 業 務

2-1 施 設 関 係

本年も前年度に引き続き、老朽施設の更新計画に基づき、第1研究棟の冷凍設備、 α 線棟の空調用熱風炉、ならびにR I棟空調設備の自動制御機器等の更新工事を行った。第1研究棟の冷凍設備は昭和49年度に冷凍機、ブラインタンク等の一部を更新したので、今回は、各冷蔵庫室内および地下機械室から4階までの冷水管等の更新工事を行った。従来の冷却方式は、冷却コイルが天井に吊り下っており、水滴が落ち、実験上種々支障をきたして



いたので、今回の工事では、ファンコイルユニットを各室の天井に設置し、冷風による冷却方式に改めた。 α 線棟の熱風炉については、空調用として昭和37年度に設置され、経年による炉内の劣化が著しく、暖房期間中しば

しば故障があったので、これを更新した。また、従来、熱風炉の煙突は、 α 線棟の排気塔と併用されてきたが、燃焼効率を高めるため、単独にこれを設置した。昭和36年度設置のR I棟の空調設備は最近特に、温度の制御が不安定になったので、自動制御関係の機器（電子式温度調節器、モジュートロールモータ、温度検出器等）を更新した。

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表 昭和50年度部別工作申込件数調

部 別 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	病 院 部	養成 訓練 部	技 術 部	管 理 部	合 計
木工	5	13	3	5	3	2	6	4	0	1	2	2	8	16	70
金工	13	3	0	0	0	1	3	2	11	0	1	2	15	14	65
計	18	16	3	5	3	3	9	6	11	1	3	4	23	30	135

2-2 共 同 実 験 室

(1) 本年度は、研究棟関係では、分光器の更新1台と新規に走査型電子顕微鏡1台の要求が認められた。

分光器はキャリー14型自記分光光度計の更新として、キャリー17D型自記分光光度計（パリアン社製）1式を導入し、これを整備した。また、走査型電子顕微鏡は日本電子製JSM-F7型1式を導入し、これを整備した。

これらの装置は、今後生化学の分野において有効に利用されることが期待される。

(2) R I使用施設関係では、凍結超ミクローム装置（クリオスタット）1台の新規導入が認められ、英国スリー社製（HRL型）を導入し、これを整備した。

本装置は、特に内曝関係の研究向上のために供するもので、特にオートラジオグラフィ用超薄切片試料作成のため多くの利用が期待される。

なお、その他各共同実験用施設、機器については、前年度同様各種分析装置など活発な利用が見られた。その

主要機器の使用状況は第2図に示すとおりである。

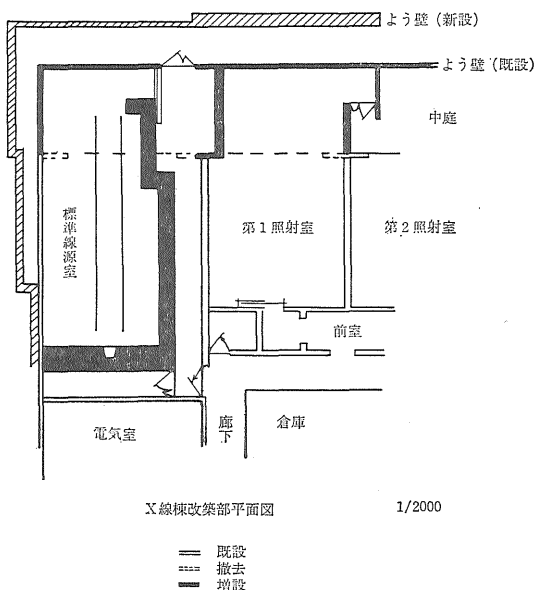
機 種 別	台数	使用 研究 部	年 間 平 均 使 用 率 %	実 動
			0 50 100	
電子顕微鏡	2	生理病理		180日 900時間
分光光度計	6	薬学、環衛、化学、生物 障基、生理病理		200日 1600時間
核磁気共鳴装置	1	薬学、環衛、物理		250日 1000時間
液体シンチレーションカウンタ	3	薬学、環衛、化学、生物、臨床 生理病理、臨臨、遺伝		283% 300日 6800時間
放射能測定装置	各種	薬学、環衛、化学、生物、障基、 物理、臨床、臨臨、生理病理		300日 1900時間
遠 心 機	各種	薬学、化学、生物、生理病理		300日 2500時間
ヒューマンカウンタ	1	物理、臨床、環衛		240日 1600時間
電子スピン共鳴装置	1	薬学、物理		100日 600時間

第2図 昭和51年度共同実験室主要機器使用状況

--- 日数に関する使用率
--- 時間に関する使用率

2-3 照 射 棟

(1)X線棟：本年度は、第2ガンマ線棟第2照射室のスタンド形照射装置を本棟標準線源室に移設することとなり、そのため標準線源室及び第1照射室を第3図のよう



第3図 標準線源室・第1照射室改築図

線源室には、従来、同室に設置されていた標準線源遠隔操作装置と前記のスタンド形装置が併設されることになり、安全管理上に必要な種々のインターロックなどを設けた。この改築により、前記2室は、線量計校正などを主体とする物理実験に適した施設になった。

装置の運用面については例年どおりで、照射用X線装置では、マウス、ラットの全身および部分照射が主で、他に細胞、メダカ、キンギョなどの生物照射と測定器の校正などの物理実験があり、撮影用軟X線装置では、ラットやマウスの全身撮影が主であった。標準線源遠隔操作装置は主に線量計の校正に使用された。

装置の管理面については、前記の改造工事のため、11月16日以降標準線源室、第1、2、照射室のEX-300、および第3照射室の愛信-250第4号は、工事期間中使用を中止した。各装置にはいずれも大きい故障はなかったが、信愛-250.3台については、経年劣化による真空管、マイクロスイッチ、タイマ、水圧リレー用ベローズなど低圧回路での部品の交換や修理を行った。

(2)第1ガンマ線棟：第1照射室（大線量照射装置）の⁶⁰Co線源更新を11月12日から同月20日にかけて行い、線源の総量を3,000Ciとして、12月初旬より使用を再開した。線量測定はフリッケ、アクリル樹脂、電離箱を使用して線量率及び線量率分布の測定を行った。線量率の最も高いところで毎分18,280ラドであった。

(3)第2ガンマ線棟：前年度第1照射室の¹³⁷Cs10Ciを

に改築し、室の拡張と放射線防護の強化を計った。標準

第1ガンマ線棟第2照射室に移設した後、第2照射室のスタンド形照射装置のみ稼働してきたが、第2ガンマ線棟の使途変更にもなう工事が行われることとなり、その開始前に使用中止とし、さらに同装置をX線棟標準線源室に移設した。照射内容は線量計の校正が主であったが、他にメダカ、血液などへの照射があった。

(4)中性子線棟：前年同様養成訓練部の実習と測定器の校正のために使用された。

各装置の年間使用状況は第2表のとおりである。

第2表

装 置 名	使 用 件 数	使用時間
標準線源室	33件	102時間
E X - 300照射装置	10件	32時間
信愛250 X線発生装置(4号)	256件	491時間
信愛250 X線発生装置(5号)	421件	853時間
信愛250 X線発生装置(R I 棟)	163件	231時間
K X C - 19 X線発生装置	119件	89時間
軟 X線装置(照射用)	148件	336時間
軟 X線装置(撮影用)	29件	25時間
第1ガンマ線棟第1照射室	287件	513時間
第1ガンマ線棟第2照射室	連続	5,208時間
第2ガンマ線棟第2照射室	53件	472時間
中性子線棟	5件	44時間

(5)ベータートロン：稼動状況は、本体上下運動機構の故障と抵抗器の劣化断線などが数回あった他は順調であった。使用内容は、物理研究部が主で、ベータ線スペクトルメータによる電子線エネルギーの測定、フィルムバッジ、T L D、ガラス線量計の照射などであり、年間使用時間は100時間であった。

(6)バン・デ・グラーフ：装置の運用面では4月に加速管の交換、6月と12月にはイオンソースを交換した。以上の調整期間をのぞいては、ほぼ順調に稼動し、年間使用時間は521時間であった。

各研究部の使用時間は、物理研究部の239時間が全体の46%を占め、臨床研究部の75時間、放射線安全課の65時間が主なもので、その他は、生物研究部19時間、生理病理研究部12時間であった。なお、年間使用時間には、装置の保守のために使用した111時間が含まれている。

使用内容は、物理系では、中性子線の深部量の測定、速中性子線に対するしゃへい、L E Tの測定、中性子線のエネルギー測定などであり、生物系ではメダカ、マウスによるR B Eの決定、種々の培養細胞における中性子線のDNAに対する影響および線量効果曲線の研究などである。

本年度は、バン・デ・グラーフに関する安全対策として以下のことを行った。本装置は従来加速器本体のタン

ク内絶縁ガスとして窒素ガスと炭酸ガスの混合気体(20 kg/cm³)を使用してきたが、六弗化硫黄(100%, 6 kg/cm³)を使用できるようにするためガスハンドリング装置を設置した。これはガスリザーブタンク、コンプレッサー、真空ポンプ、ガス乾燥器などからなるものである。また、主として、物理実験に使用されているトリチウムターゲットが非密封線源として取り扱われることになったため、排気系の改造を行った。これは、真空系の排気を水フィルター3段を通して棟外へ排気するもので、排気はトリチウムモニターで監視する。これにともない、油回転ポンプもポンプ自体からのトリチウムの洩れと、排気ガスの水フィルター通過に要するガス圧力を得るために、完全密封形油回転ポンプに更新した。

(7)線量管理：信愛4号と5号のX線発生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。校正に使用している線量計は、放医研の一次標準計を校正し、校正線源により定期的に感度の校正を行っている。モニター線量計の校正は、照射線量の再現性を±3%程度に保つことを目的としており、過去2年間で、この範囲を越えたのは、4号に使用しているラドコン形線量計では一度だけで、5号に使用しているデュプレックス形線量計では校正回数の約20%であり、その範囲は±4%であった。照射用軟X線装置については、3ヵ月ごとに出力の測定を行っている。その結果、過去7年間出力は、ほとんど、低下していない。ベータートロンについても、3ヵ月に1度X線出力の測定を行っているが、ここ数年、出力の低下はみられない。

2-4 データ処理室

(1) 電算機稼動状況

電子計算機 TOSBAC 3400 model 31 DAC on line system の使用状況は、昨年に引き続いて順調な伸びを示し、放射線科学の各研究分野の進展に伴って多岐多様な利用が行われた。反面、導入後7年余を経過した本電算機には、定期保守ではカバーできない突発的故障や複合原因による障害も多くなってきており、利用者に多くの支障をきたした。特に、モーターやローラー類に付随するメカニカルな部品の総合磨耗(カーブ・プロッタ、磁気テープ装置、磁気ディスク、タイプライタなど)および電源系劣化などに起因するものが多く、カーブ・プロッタは、約1ヵ月にわたってオーバー・ホールを実施した。

第3表に本年度における月別使用件数、使用時間、パンチ・カード枚数などをかかげた。本年度における特徴は次のとおりである。

第3表 昭和51年度電子計算機使用状況一覧

月別	事項 使用可能 日 数*	使用件数 (オンラインを除く)	使用時間数(単位時間分)			稼働率 %	パンチカード (単位枚数)
			オンライン	バッチジョブ	合計		
51.4	22.0	294	18.50	167.38	186.28	113.0	6,516
5	20.5	145	11.05	150.02	161.07	104.8	5,686
6	22.0	242	22.25	158.48	181.13	109.8	5,388
7	22.5	147	45.15	140.44	185.59	110.2	4,716
8	22.0	220	23.20	157.11	180.31	109.4	4,498
9	18.0	251	31.00	156.49	187.49	139.1	7,326
10	20.5	264	50.50	161.28	212.18	138.1	6,062
11	19.0	257	15.35	147.21	162.56	114.1	6,028
12	19.0	189	21.50	126.30	148.20	104.1	4,088
52.1	18.5	200	3.30	146.56	150.26	108.4	5,228
2	18.5	208	35.27	116.19	151.46	115.6	10,546
3	22.5	263	30.40	177.55	208.35	123.6	9,206
計	244.0	2,680	309.47	1,807.41	2,117.28	115.7	75,288
累計	1722.5	26,310	3,406.28	11,660.12	15,066.40	116.6	599,243

* 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)

① オンライン処理

オンラインによるデータ収集・処理業務は、現在ほとんど核医学関係であり、ガンマ・カメラがその中心となっている。本年度は、心電、呼吸を gate としてその間の微小時間内における収集データを重ね合わせることによって心臓・肺の一連の動きを image に編成するための gated image に関する実験、前年度より開始したサイクロトロンによる短半減期ボジトロン核種(^{13}N , ^{11}C など)の臨床診断へのルーチン活用、ボジトロン・カメラからのデータ収集に関する基礎実験など新しい診断技術の開発研究が実施された。これらの試行には、データ収集よりもその後の処理に長時間を要し、これらのルーチン化には新しい電算機の導入が不可欠であることも確認された。その他、 ^{133}Xe による肺呼吸機能、脳血流機能検査への応用、千葉大医学部との協力による肝シンチグラム収集(静態像)もルーチン化し、業務の多様化が目立った。

② 科学技術計算

使用件数は前年に比して約 800 件の減であったが、これには前述のオン・ライン関係の大部分が含まれていないので単純に比較できない。しかし、ここ 3 年間位の間の特徴として処理件数そのものの減少は確かである。その主な理由は、㊸利用者の転出、㊹ルーチン業務の増加、㊺新プログラムの開発期間・回数の短縮化などである。その反面、一回あたりの処理の長時間化、記憶装置

容量の不足、入出力装置の低速、緊急業務割込の不可能などによってデータ処理室におけるオペレータのスケジュールが非常に難しくなっている。このことは、表中における稼働率の変化(104.1%~139.1%)にも明らかであり、早急な対策が望まれる。

③ 処理室業務

データ処理室における業務は、㊻電算機の運転とそれに係る時間調整、㊼利用者等のカード・パンチ(プログラムおよびデータ)とその検孔、㊽利用者への技術的アドバイス及び指導、㊾汎用プログラム開発およびソフトウェアシステム管理、㊿新しい電算機開発状況の調査などである。特に、本年は、病歴システムに対する各種の問い合わせや利用希望があり、ほぼ、満足な状態で対処することができた。

また、電子計算機運営委員会においては、電算機のレベル・アップをはかるべく各種調査・検討を強力に実施した。

2—5 研究活動

1. 電子計算機による RI イメージの収集・表示および特徴抽出に関する論査研究

福久健二郎, 飯沼 武, 松本 徹

本調査研究の目的は、電子計算機を用いて各種 RI イメージ装置からのデータをオン・ラインで収集し、各種

の処理を行なって診断に役立つ情報を得ようとするものであり、画質改良、特徴抽出、時間変化解析、生体信号を用いた解析、立体像の収集・構成など多様な分野にわたって、主に、ソフトウェアの面から研究を実施した。本研究は、最終的には、医療情報処理システムの一部である医用画像処理のモデル・システムとしても、重要な役割をはたすものと考えている。

本年は、静態像については、まず、IAEA のシンチグラフィ技術国際相互比較の第3回の作業が実施され、処理方法や表示方法の工夫を行って、回答を提出した。現在、IAEA では、1972年からの3回にわたる作業の総合結果をまとめつつあるが、処理法や表示法の違いによる正診率への影響は、きわめて大きいようである。また、千葉大学医学部との協力のもとに、肝シンチグラム所見と手術所見を電算機に登録し、あわせて、そのR I イメージを紙テープに記録して、処理・再現に活用することにより、総合的に肝シンチグラムの読影効果を解析するための作業に着手した。

48年より開始した動態像処理研究の一部として、心拍、心電、呼吸などの生体情報を gate とする gated image の収集・処理の研究、サイクロトロンで生産したポジトロン核種 ($^{13}\text{NH}_3$, $^{11}\text{CO}_2$ など) を用いた動態像収集の実験およびポジトロン・カメラからのデータ収集に関する基礎研究などが、臨床研究部、物理研究部、病院部など関連部との協力のもとに、実施されたが、データ処理室においては、これらのデータ収集法をサポートするソフトウェア・システムの改良・開発を行った。

さらに、R I イメージのみならず、X線像、CT像などの医用画像処理に適した電子計算機、およびその周辺機器の開発の利用状況について調査検討を行った。

〔研究発表〕

- (1) 福久、飯沼、松本、永井：第16回日本核医学会 1976.11 (久留米)
- (2) 福久、飯沼、松本、永井：日本医放学会 第276回 関東地方会、1976.12 (東京)
- (3) 福久、飯沼、松本、永井：情報処理学会 医療情報処理研究会資料、M I 15-3

2. 放射線診療歴のファイリング・検索および統計処理に関する研究

福久健二郎、緒志栄子、飯沼 武

電子計算機による病歴ファイリング・システムが、各

種の診療機関で活用されるようになってきた。しかし、その多くは簡単な検索を目的としたものであり、本質的な活用、すなわち、疾患の治療法の改良・開発にまでいたるものは少い。本研究は、癌の放射線治療に関する詳細な情報を収録し、一方では、医療統計のごとく、簡単な検索・集計の迅速・正確化を目指し、他方では癌の性状に応じた放射線治療法の効果および障害などを長期的に多くの患者のデータ集積から解析することにより、最適の治療法の開発にまで役立て、また、他の医療情報のデータ・ベースとしても活用し、もって、医療情報処理システムのモデルを確立することを目的とする。

本年は、前年度に作成した新病歴システム（ワークシート10種類）の入力・ファイリング・ソフトウェアを開発し、そのデータ収録を開始して、その評価を行う一方、一部の統計・検索用プログラムの開発にも着手した。

また、予後5年以上を経過した子宮頸癌新鮮症例患者の5年目までの情況（障害、臨床検査、転帰）を蓄積して、詳細な解析を行うためのシステムも入力を開始し、各種の統計表示用のプログラムも開発した。

これらのシステム利用による各種の成果は、臨床研究部、病院部などから報告されているが、その他、多数の外部診療機関においても、これらのシステムをモデルとする動きが活発に行われており、診療記録の積極活用をはかるファイリング・システムのテスト・ケースとしての役割も十分はたしている。

〔研究成果〕

- (1) 福久、梅垣、飯沼、恒元、荒居、他：第35回 日本医学放射線学会総会、1976.5 (福島)
- (2) 福久、飯沼：臨床放射線、21, 557 (1976.5)
- (3) 福久、緒志、梅垣、飯沼、他：日本医放学会 第31回 物理部会、1976.5 (福島)
- (4) 福久：第71回北関東医学会例会シンポジウム、1976.6 (前橋)
- (5) 福久、梅垣、飯沼、荒居、森田、久津谷：日本医放学会第32回物理部会、1976.11 (横浜)

3. 放 射 線 安 全 業 務

3-1 申 請 業 務

昭和51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の使用変更承認申請を次のとおり行った。
- ① X線棟に密封放射性同位元素貯蔵室を設置する件について（51.6.21申請—51.9.1承認）
- ② 第2r線棟で使用中の ^{60}Co 、50Ci、 ^{137}Cs 、100Ci、水平固定照射装置を使用廃止し、同線源照射装置をX線棟で使用する件について（51.12.23申請—52.1.29承認）
- ③ サイクロトロン棟で使用中のガスクロマトグラフ（装着線源、 ^3H 、300mCi、 ^{63}Ni 、10mCi）を使用廃止する件について（51.12.27）申請—52.2.9承認）
- (2) 非密封放射性同位元素の使用変更承認申請を次のとおり行った。
- サイクロトロン棟に付属した廃棄施設（気体状廃棄物貯留タンク）を設置する件について（51.7.2申請—51.8.18承認）
- (3) 放射線発生装置等の使用施設の使用変更承認申請を次のとおり行った。
- サイクロトロンに中性子シャッタを新設する件について（51.12.27申請—52.2.9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変更改の届出を4件行った。（51.6.10、51.8.16、51.12.16、52.1.6）
- (5) 核原料物質、核燃料物質の使用変更承認申請を次のとおり行った。
- アルファ線棟で ^{242}Pu を使用する件について（51.5.14申請—51.7.3承認）

3-2 放 射 線 安 全 会 議

会議は本年度9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) 心得、要領等の制定に伴う案件：(i)健康管理手帳の制定について、(ii)管理区域における作業心得（那珂湊支所、サイクロトロン棟）の一部改正について
- (2) 放射線施設の安全性に伴う案件：(i) X線棟に密封放射性同位元素貯蔵室を設置する件について、(ii) X線

棟に密封放射性同位元素照射装置を設置する件について、(iii) サイクロトロンに中性子シャッタを設置する件について、

- (3) 放射線障害防止に関する案件：(i) サイクロトロンで生産した短寿命RIの経気道投与による実験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（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）、伊沢環境放射生態学研究部長（那珂湊支所東海施設放射線取扱主任者）、河野養成訓練部指導室長（本所放射線取扱副主任者）、今村管理部長、川越技術部長、栗栖病院部長、望月技術部放射線安全課長、安本環境衛生研究部第4研究室長、河村化学研究部第3研究室長の10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 放射性物質を含む有機溶媒処理対策専門委員会：日本アイソトープ協会で放射性物質を含む有機溶媒の引き取りを停止したため、保管、焼却等について当面の対策と将来の問題について審議を行うため、昭和51年4月30日に設置され本年度5回開催された。
- ② 被曝推定線量専門委員会：当所職員で職業上の被曝のうち、他の職場で放射線作業を行った者の被曝については測定記録のないものが多いので、職員の過去の作業をもとに推定を試みるため、昭和52年3月4日に設置され、本年度は1回開催された。
- ③ 環境放射線測定専門委員会：昭和50年7月30日各放射線施設の事業所境界における放射線量及びこれに寄与する各種放射線の調査を行うため設置されたが、昭和52年3月9日調査結果が得られ報告が行われた。
- ④ サイクロトロン専門委員会：サイクロトロン利用に伴う放射線及び放射能に対する安全管理上の問題並びに対策等について審議するために設置されたもので、本年度も、サイクロトロン作業計画書に基づく安全対策、安全管理測定結果に対する評価等について10回開催された。

3-3 個 人 被 曝 管 理

個人被曝線量測定は、フィルムバッジを中心として実施している。フィルム着用期間は1カ月であり、使用フィルムはX線用、r線用、広範囲用（X線+r線）、中性子線用の4種類である。フィルムバッジ利用者は、サイ

クロトロン関係を含めて350名で、うち294名が職員、他は外来研究員、研究生などである。昭和51年度の放射線

被曝状況は第1表のとおりである。

第1表 昭和51年度放射線被曝状況 (mrem/年)

従事者区分	被曝線量 10～以下	10～50	60～100	110～300	310～500	510～1,000	1,010～2,000	バッジ着用者数 (人)
研究者	175	10	1	2	1			189
研修担当者	1	4						5
診療関係者	45	7	3	4	2			61
管理担当者	37	3	2	7	1			50
その他	45							45
合計	303	24	6	13	4			350

(注) 那珂湊支所関係を除く

3-4 健康管理

放射線作業にかかわる健康診断は、次のとおり実施した。

(1) 血液検査は5月と11月に実施し、受検者数は延男子372名、女子150名、計522名であった。

(2) 眼の検診、中性子線およびアルファ線を扱う作業者を対象にして51年9月、9月、12月、52年3月に実施した。延受検者数は、サイクロトロン関係を含めて319名であった。

(3) 皮膚の検査および問診、皮膚の検査は、51年6月、9月、12月、52年3月に実施し、延814名の受検者があった。

以上の健康診断の結果、放射線によって健康に影響を受けたと評価されたものはいなかった。

3-5 放射線安全管理

(1) 管理区域

放射線による被曝および放射能汚染、または放射性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は管理区域を設けているが、52年3月現在では、19の管理区域(那珂湊支所を除く)が設定されている。

なお、前年度R I 棟貯蔵庫に立入自動記録システムの導入をはかり、貯蔵時に対する対策を講じたが、51年度は、このシステムを棟管理区域出入口に設置し、使用時の安全管理についても充実をはかった。

(2) 放射性同位元素の受け入れ

51年度に受け入れた密封・非密封放射性同位元素は、それぞれ第2表および第3表に示す。入荷されたこれらの放射性同位元素は、個々に管理番号がつけられ、使用施設別に管理されている。

第2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	⁹⁰ Sr	5mCi	—	—
第2群	⁶⁰ Co 他16核種	52.6mCi	¹⁶⁰ Yb 他1核種	10mCi
第3群	¹⁹⁸ Au 他9核種	137.9mCi	¹³¹ I 他2核種	4161.3mCi
第4群	¹⁴ C 他2核種	2254.6mCi	⁶⁷ Ga 他1核種	55mCi
総計	—	2450.1mCi	—	4226.3mCi

注) 1. 群別は、「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律」に基づく分類を示す。

2. 那珂湊支所関係を除く。

第3表 密封放射性同位元素入荷量

研究用		診療用	
⁶⁰ Co	2000Ci	—	
³ H	5Ci		

注) 那珂湊支所関係を除く。

使用にあたっては、4半期ごとに、作業員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定期的に調査を行い、管理の万全を期した。

(3) アルファ線管理

作業の安全管理にいつては、事前に提出される作業計画書により、作業目的、作業内容、危険度などについて放射線安全課が中心となり、十分検討するとともに、必要に応じて放射線安全課員の立ち合いのもとに作業が行われた。

(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放射線量率の測定は、定期的
に実施し、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20カ所に設置されたモニタリングポイント
(フィルムおよび熱蛍光線量計収容)の結果では、自然
放射能のほか、有意の線量は認められなかった。

管理区域内の表面汚染測定は、定期的および随時にサ
ーベイ、スミア等を実施し、4半期ごとに提出される作
業計画書および毎月の使用状況調査に合わせ、汚染の早
期発見、拡大の防止および被曝など事故の防止に努め
た。

(5) 放射線安全管理者

管理区域または、管理区域の群ごとにおかれていた放
射線安全管理者は、現在13名(うち那珂湊支所および東
海施設1名)が指名され、放射線安全管理についての情

報、問題点についての交換を行い、担当管理区域内の安
全管理に努めた。

3-6 放射性廃棄物の処理、処分

放医研内の各実験施設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51年度排出状況を第
4表に示す。中レベルおよび低レベル廃液については、
高速薬品凝集沈殿装置、重力式緩速汚濁機、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は、一部処理したのち、い
づれも、R I濃度が放流許容濃度以下であったので、放
流したが、この他、一般環境に放出される際の排水中の
放射能濃度の監視を一段と強化するため、排水サンプリ

第4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	28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	164本	
動 物		20ℓ陶びん	22本	"
フ ィ ル タ ー		0.15m ³ 箱	87個	"
液 体	高 レ ベ ル	25ℓ び ん	46本	"
	中 レ ベ ル	5m ³		化学処理したのち測定後放流
	低 レ ベ ル	683m ³		"
	極 低 レ ベ ル	2,025m ³		測定後放流(一部を処理したのち)
	し 尿	240m ³		測定後放流

ング装置を設置し、サンプリング測定を行ったが、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、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き渡した
が、動物死体については、処理機関における処理方法
の変更に伴い、従来のホルマリンづけを止め、完全冷凍状
態を保持するため、放射性廃棄物冷凍庫を設置した。

3-7 サイクロトロン安全管理

(1) 放射線安全管理

照射室相互間及び、照射室実験中、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、非
密封R I施設を中心とした表面汚染検査、照射後の残留
放射能と、照射室内に設置されているエリアモニタとの
関係等について、月1回、定期測定を行った。特に、残
留放射能については、サイクロトロン施設の本格的利用
開始(50年4月)後の経過等も考慮し、本体室、生物・
治療・R I生産等の各照射室について、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、昭和51年8月～9月、
昭和51年12月～昭和52年1月の2回、波高分析器により
行った。これらの測定結果については、月1回開催され
るサイクロトロン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わせ、検討・評価を行
い、利用者に、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、移動型のモニタ線量計、中性子サー
ベイメータ等の整備を行うと共に、モニタコントロール
室に、照射室内監視用モニタテレビ、室内ガスモニタ、
エリアモニタを移設する等、使用施設内外環境も含めた
集中監視が可能になった。

(2) 管理区域における作業心得(サイクロトロン 棟)の改正について

本心得は、昭和51年2月3日付で施行されたものでは
あるが、本年度、生物照射室に中性子シャッターが設けら
れ、これに関連し、心得の一部改正が行われた。

なお、生物照射室については、ビームポートの設置条件等から問題があったが、この中性子シャッターの設置により、R I 生産・汎用照射室の使用時でも生物照射室

への入室が可能になった。

(注) 治療照射室と生物照射室は、安全管理上、同一照射室と見なされている。

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

前年度に引き続き、当所において維持した実験動物の系統は第1表に掲げたC3H, C57BL, NRH(マウス)およびWistar(ラット)のほか、A, AKR, C57L, CBA, CBA/T6T6, DBA, HTH, HTI, NH, NZB, RF, SJL, WB, Wⁿ, W^vの諸系統ならびに類似遺伝子系統 Congenic Strain (C57BL/10シリーズ6系統)のマウスであり、それぞれ順調に継代が続いているが、前年度来これら近交系核マウスの一部にパスツレラ菌, MHV(マウス肝炎ウイルス)が検出されているため、本年度から帝王切開術による清浄マウスの作出作業を開始し、すでにC3H, C57BL, NRH, W^rならびにC57BL/10シリーズについては清浄化をはかることができた。他の系統についても逐次清浄化を進める予定である。ラットについては、現在クローズド・コロニーにより維持、繁殖を行っているが、当所において近交化をはかるべく、51年6月、作業を開始した。

なお、従来のCF#1マウスは当所において近交系を達成したので、新たに系統名をNRHと命名し、日本実験動物研究会系統部会にて、登録、申請を行なったところ、51年1月、公表、承認された(今後NRH

と改名)。

(2) 実験動物の生産と供給

本年度は、SPFマウスとして、C3Hf/HeMsNrs, C57BLf/6JNrs, NRHfの3系統、コンベンショナル(CV)マウスとして主にC3Hf/HeMsNrs, C57BLf/6JNrs, BC3F₁(C57BL♀×C3H♂)の3系統およびラットWistar/Msをそれぞれ生産した。生産数と供給数の推移は第2表に示すとおりである(生産数と供給数との差は購入数)。

マウス総供給数(生産、購入)は29,709匹で、前年度に比べやや増加しているが、これは主としてCV生産マウスが感染、疾病事故もなく、生産数が増えたことによるものである。マウス総供給数の内訳は、当所生産分83.9%(SPF 10, 248匹, CV 14,681匹), 購入分16.8%(4,980匹)であるが、当所生産分のうち、マウス系統別生産数は第3表に示すとおりで、SPF関係では、C3H 70.0%, C57BL 19.0%およびNRH 11.0%, CV関係では、C3H 57.4%, C57BL 16.7%, BC3F₁, 20.6%および類似遺伝子系統等5.3%である。一方、ラットは当所生産分96.3%(4,665匹), 購入分3.7%(177匹)である。

購入マウスの内訳はddY-SLC, C57BL, DBA/2, ICR, ヌード・マウス(nu/nu)であり、購入ラットは“どんりゅう”である。ウサギ(日本白色種),

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	放医研での 近交代数	来 由	特 性	備 考
マウス (Mus musculus)				
C3Hf/HeMsNrs	37	1952 Heston → 阪大医病理 → 遺伝研 1963 → 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, 腰椎数6 が主, hepatoma 雄で85%	
C57BLf/6JNrs	34	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	44	1950 Carworth Farm → 武田光 → 1960 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	放医研で近交化 従来のCF#1
ラット (Rattus norvegicus)				
Wistar/Ms	non- inbred	1951 1960 北大理 → 遺伝研 → 放医研	アルビノ, 温順, 繁殖良好	現在クローズド・ コロニーで繁殖

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 当所生産分(A)	(A)+購入分	供 給 当所生産分(B)	(B)+購入分	供 給 (購 入 分)	供 給 (")	供 給 (")
47	25,908 (12,450)	55,140	8,129	8,264	128	67	
48	21,273 (15,114)	36,368	3,929	4,854	70	80	2*
49	16,770 (10,237)	27,833	3,911	4,433	139	102	3 4*
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	0

() は内数で, S P F マウス

* はサル

第3表 年度別系統別生産供給数(最近5年間)

区 分		CV (Conventional)								SPF (Specific Pathogen Free)								計
系 統		C3Hf/He MsNrs		C57BLf/ 6JNrs		NRHf		BC3 F ₁		C3Hf/He MsNrs		C57BLf/ 6JNrs		NRHf				
性別		♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂			
年度																		
47		3,390	4,843	1,100	1,957	627	1,484			2,693	4,256	659	1,718	987	2,137	25,908 ¹⁾		
48		1,214	2,586	529	687	222	726			3,311	5,581	756	2,822	522	2,122	21,273 ²⁾		
49		1,300	2,431	615	931			305	590	1,959	3,707	530	2,184	160	1,697	16,770 ³⁾		
50		2,666	4,057	947	1,826			888	998	3,098	4,676	649	1,408	240	575	22,570 ⁴⁾		
51		3,453	4,968	752	1,705			1,508	1,516	2,829	4,353	699	1,244	230	893	24,929 ⁵⁾		

表記以外の近交系核からの生産供給数 1)57, 2)95, 3)361, 4)722, 5)776を含む。

モルモット(ハートレイ系)はすべて購入である。

4-2 実験観察施設の管理と利用

(1) S P F 動物照射実験棟

S P F 動物照射実験棟(S P F 棟)では, 前年度に引き続き, 6 研究グループ(特別研究, 経常研究)による S P F 動物実験が行われた。本棟への入棟者は約25名である。

本年度は病原微生物による棟内飼育動物の汚染事故もなく, 動物衛生管理は順調であった。適正な飼育環境条件を維持するべく, 空調設備の定常的保守, 点検に細心の注意を払ったが, 本年度も時折不測の機器故障に見舞われ, その対策に腐心したが, 前年度末に設置した温度警報装置の作動, 異常の早期発見により, 動物のへい死被害は免がれ, 影響を最少限にいくとめることができたので, 実験, 研究への直接の支障はなかった。

一方, 前年度来問題となっている冬期における棟内壁面の結露水は本年度も出現し, 汚染の危険性が増大したため, 一時的に棟内湿度を下げることににより結露の発生を防止したが, 依然として問題が残っている。

本棟で飼育されている大部分のマウスは特別研究, 経常研究ともに, life span(寿命)を単位とするいわゆる長期飼育実験用のものである。このため, 飼育棚の占有期間が非常に長く, 本年度は飼育スペースの不足が目につきはじめてきた。

(2) 哺乳動物実験観察棟, その他

実験観察棟においては, 前年度同様マウス, ラット, ウサギ, モルモット等主として C V 動物の飼育, 観察が行われた。本棟への入棟者は常時, 随時合わせ約80名である。

本年度は, 本棟における作業環境ならびに飼育環境の改善方策として, 入棟者は原則として帽子, マスク(ガーゼ)を着用することとしたほか, マウス, ラットのケージおよび床敷の滅菌方法を改め, オートクレーブの使用能率と滅菌効果との向上をはかった。次に, 本棟の運用もようやく軌道にのりつつあるが, さらに管理の充実を期するため, 新たに温度警報装置を設置した。本棟の空調機は48年5月より中央コントロール方式となっており, 特に, 夜間, 休日における飼育室内異常チェックが

従来から問題となっていたが、本装置により異常の早期発見が容易となり、迅速な応急対策のもとに万一事故時の被害を防止、軽減することが可能となった。

51年10月、第2ガンマ線棟の霊長類関係施設としての改修工事開始に伴い、同棟飼育室を使用していたマウスグループが第1ガンマ線棟飼育室に再移転することとなったので、以下の整備を行った。すなわち、従来第1ガンマ線棟飼育は3室であったが、耐熱材によりこれを4室に間仕切り、各室自動照明方式に切換えけるとともに、これまでルーム・クーラー各室1台であったものを各室2台を配し、温度調節に万全を期することとした。

一方、従来実験観察棟の一部等を利用していただマウスの飼育については、当面第1研究棟3階の1室を専用飼育室に当てることとなり、前室の設置等の改修、間仕切り、ルーム・クーラーの取付、その他の整備を行ない、51年10月から使用が開始された。

(3) 水生昆虫舎、飼育池

水生昆虫舎においては、引き続き水生生物（キンギョ、メダカ、アルテミア）、ショウジョウバエによる各種実験、研究のほか、無菌状態での真性変形菌の継代培養が行われた。一方、飼育池における水生生物の生産、飼育に関しては、本年度は特に産卵期の5月頃に低温の日が多かったために、産卵やふ化に弊害を生じ、例年に匹敵するほどの生産実績を確保することができなかった。生産供給数の推移は第4表のとおりである。なお、水生生物の生飼料糸ミミズの使用量は150kgであり、ショウジョウバエの飼料調整数は大管瓶、小管瓶およびゲージ・カップ合わせて約25,000本である。

第4表 水生生物生産供給実績（最近5年間）

年 度	キ ン ギ ヨ		メ ダ カ	
	生 産	供 給	生 産	供 給
47	4,600	120	1,500	7,000
48	1,685	800	18,400	12,000
49	2,700	550	14,300	4,858
50	4,091	129	16,090	1,971
51	796	77	11,750	4,631

(4) 栽 培 施 設

本年度も温室、植物育成場等において水稻、麦、大豆、甘藷、ミズワラビ、ムラサキツユクサなど約120鉢を栽培した。その他、生産原種の保存と試作用植物の育成や植物組織培養の基礎的実験を行い、今後の研究の進展に備えた。また、温室に設置の³H用簡易ファイトトロンを使用して、大豆を主とする食物連鎖に関する研究が行

われた。他方、圃場においては、前年度に引き続き放射能調査研究の一環として、シロバナヤマジソを栽培し、収穫した約300kgの茎葉から水蒸気蒸溜により約500mlのヤマジソ油を採取し、¹⁴C自然放射能測定用試料とした。

4-3 実験動物の衛生管理

(1) 生産動物の衛生管理

S P F生産動物：本年度から、病原微生物検査技術の向上、研究の深化に伴うマウスの質に対する研究者側の要求の厳密化に呼応して、当所生産S P Fマウスにおける排除すべき特定病原菌 specific pathogen の範囲を大幅に拡大し、これに従って検査方法にも改良を加えることとした。検査項目、方法等は第5表に示す。毎月の定常的検査結果については、C V動物の検査結果と合わせ、Animal Microbiological Test Report として使用者等に報告している。なお、ウイルスの検査は現在のところ当所に適当な検査設備がないため、国立予防衛生研究所に依頼している。

C V生産動物：C V生産マウスについては、第5表に示した病原微生物はいずれもフリーであった。現在、系統維持用核マウスは哺乳動物舎（C V生産施設）と第1ガンマ線棟飼育室（51年10月までは第2ガンマ線棟飼育室）で飼育しているが、双方の核マウスともに、気管からパスツレラ菌を分離、オーレオマイシンの投与によって大部分は除去されたが、なお一部が本菌により汚染されている。第1ガンマ線棟飼育室の核マウスは本菌のほかに、H V J、MHVに汚染されているので、現在、子宮切断術による清浄化を進めている。C V生産ラットについては、51年9月に♀ラット2匹よりマイコプラズマ菌を分離、同月と52年3月の2度にわたりタイロシン（抗生剤）の投与を行ったが、完全には除菌されずに今日に至っている。その他の微生物に関してはフリーである。

(2) 実験観察施設動物の衛生管理

本年度は衛生対策の強化により、幸い特に大規模な流行性疾患の発生はみられなかったが、若干の疾病発生例をあげると以下のとおりである。51年12月、第2研究棟飼育室C3Hマウスの一部に肺炎が発生し、マイコプラズマ菌とH V Jの混合感染と診断。同月、実験観察棟ラット2匹死亡、マイコプラズマ菌とプロテウスによる肺炎であった。これらはいずれも散発的であった。52年2月、実験観察棟ddY-S L Cマウスよりネズミコリネ菌を分離、直ちに同室のすべてのマウスを殺処分し、室内消毒を行い、これにより他の飼育室への伝染は防ぐこ

第5表 実験動物の微生物学的検査項目

検 査 項 目	方 法	材 料	培 地 等	検 査 結 果
緑 膿 菌 Pseudomonas aeruginosa	培 養	盲 腸 内 容 物	NAC 寒 天	—
サルモネラ菌 Salmonella sp	”	”	DHL 寒 天	—
腸 粘 膜 肥 厚 症 菌 Escherichia coli O115 a. c.	”	”	”	—
パ ス ツ レ ラ 菌 Pasteurella pneumotropica	”	気 管 粘 液	血 液 寒 天	—
ネズミコリネ菌 Corynebacterium kutscheri	”	盲 腸 内 容 物	HBジフテリア 寒天(基礎培地)	—
チザー病菌 Bacillus piliformis	剖 検	コーチゾン処置		—
マイコプラズマ菌 Mycoplasma sp	培 養	鼻および気管粘液	P P L O 寒 天 (Chanock)	—
センダイ・ウィルス HVJ	C F テスト*	血 清		—
マウス肝炎ウィルス MHV	” *	”		—
マウス・アデノ・ウィルス Murine adeno virus	” *	”		—
レオウィルス3型 Reo 3 virus	” *	”		—
ジアラジア Giardia sp	鏡 検	十二指腸内容物	倍 率 1 0 0	—
ヘキサミータ Hexamita sp	”	”	”	—
内 外 寄 生 虫 Exo & endo parasite	剖 検	皮ふおよび盲腸 内 容 物		—

* 国立予防衛生研究所に依頼

とができた。

4—4 実験動物の検疫および病理学的研究

室開設満2年目の検疫室は、本年度も引続き実験動物の疾病に関する獣医病理学的、微生物学的診断を中心とする検疫ならびに研究業務を遂行した。さらに、無菌動物に関連する問題について後述の理由から、昭和51年度指定研究課題「ヌードマウス (nu/nu) に関する臨床繁殖学的研究——自家生産の基礎的資料——山極ら」を一つの契機として検討を重ねた。すなわち、1.現SPF生産マウス (C57BL/6JNrs, C3H/HeMsNrs および NRH: CF#1/Nrs) の親交換期が来ていること、2.特殊系マウス (ヌードマウス, B10系 (類似遺伝子型6系統), RFマウス, その他) のSPF化が強く要望されているからである。検討の結果の一部は指定研究報告に記載した。業務の概要は下記の通りである。

(1) 生産施設 (SPFおよびCV) に発生した疾病

SPF生産施設には特記すべき病の発生は観察されなかった。CV生産施設においては C3H/He マウス繁殖

集団中の雌親から急死するものが多発し、それらについて病理学的ならびに微生物学的検索を行った。その概要は下記の通りである。

臨床上特記すべき事項: 1. CV繁殖用 C3H/He マウス (♀), 2. 哺乳中 (多くは離乳直前), 3. 急死, 4. 生前下痢症状を伴うものが存在する。以上の5項目中 Nos. 1~3について罹患動物のほぼ全例が該当していた。

病理解剖学的所見(概要): 1.消化管障害 (特に大腸における慢性便秘, 小腸アトニー), 2.全身性貧血, 3.腸間膜リンパ節の腫大, 4.肝における小巣状壊死巣, 5.心筋変性症, 6.右心室の拡張, 7.肺の鬱血水腫などが所見された。

微生物学的所見: 腸内容, 腸間膜リンパ節および心血の培養の結果, 大腸菌群 (Escherichia group) が大量に分離される例が多数含まれていたが, 分離されない例も存在していた。

以上の所見から推察されることは、1.大腸便秘が原因不明のメカニズムで発生 (先行) する。2.C3H/He の骨盤腔の先天的特性に妊娠に伴う消化管圧迫が加わることが推察される。3.妊娠に伴う全身性の消耗性状態, 4.泌

乳に伴う消耗(脱水)状態, 5.便秘に伴う小腸の拡張, 6.特に小腸における細菌繁殖, 7.全身の感染中毒性状態, 8.自律神経失調などが掲げられる。本症の大量発生(繁殖障碍)は計画生産を著しく妨げるので, 昭和52年度にはその明確な発生状況と本症の病理学的本態を究明し, 適切な予防処置を検討したい。

(2) 第1回実験動物連続セミナー(52.2.24~7日間, 計約18時間)

一昨秋に流行したマウスHVJ肺炎の大量発生を教訓として, 防疫体制の強化, 衛生思想の向上に努力して来たが, 現在SPF生産施設ならびにSPF棟が使用開始後5~6年を経過し, 更に晩発棟動物室開設も間近となっていることから, 実験動物の生産・飼育に関する問題を再認識すると同時に, 今後の問題点を模索しようという主旨で, 当室主催で開催した。演者は動物飼育繁殖の専門家である当課の長沢, 山崎, 富田, 松本の各氏を中心に疾病の観点から山極, 動物実験の立場から佐渡敏彦氏(生病), 平嶋邦猛氏(障臨)から問題点が提起された。特に, 動物飼育施設の維持(特に長期にわたっての飼育・実験)はヒト, 動物および施設の3者の質とその調和に依存するがごとく考えられた。

4-5 研究業務

(特別研究: 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の一部を担当, 報告の一部は特別研究の項に記載)

1. C57BL/6JNrs マウスの低体重仔(SPF)に関する追跡調査ならびに病理学的研究

山極順二, 椎名悦子, 富田静男, 早尾辰雄, 沢田卓也
本年度経常研究課題として提出し, その由来はC57BL/6Jマウスの先天性の内分泌障碍(第81回日本獣医学会(病理)報告, 昭和50年度放医研年報, 31頁 7.一(1)及び(2)参照)の研究から生じたテーマであるが, 材料の収集が不成功に終り, その原因が, 指定研究(ヌードマウス(nu/nu)に関する臨床繁殖学的研究)を遂行する中で, また他系統の帝王切開術を施す中でマウス子宮内胎仔中には胎仔数には無関係のごとく70~80%の発現率で, 発育不全, 奇型胎仔が存在することが明らかとなった。これらの事実は死産~流産, あるいは, 分娩直後直ちに母マウスによって, いわゆる「食殺」されることがより確さを持って考察され, 材料収集が出来なかった事実の有力な証左と見做された。しかしながら, 他系統即ち, 若干のC3H/He, NRH(CF#1/Nrs)およびnu/nuBALB/cマウスの低体重仔(未熟仔)を検索が出来たので, 今後も収集を続行し, 系統的報告は今後にゆづりたい。

5. サイクロトン管理業務

5-1 技術・運転関係

本年度におけるサイクロトンの運転時間は、1415.8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……………	402.3時間	(28.4%)
短寿命R I の生産法開発と利用…	341.7	(24.1%)
粒子線線量測定研究……………	282.5	(20.0%)
生物照射実験……………	176.7	(12.5%)
放射線安全（保健物理）測定 ……	50.9	(3.6%)
調整運転……………	109.2	(7.7%)
新ビーム開発 ……………	12.0	(0.8%)
サイクロトン改良研究 ……………	40.5	(2.9%)

速中性子治療トライアルの本格化にともない、治療へのマシンタイムの配分は、前年度に比して著増している。治療運転の内容についても、トライアルの目標症例数の効率の達成に協力するため、昭和51年5月より治療用ビーム強度をそれまでの1.5倍の30 μ Aとし、治療照射時間の短縮をはかった。速中性子治療効果の評価に関連し、米国の3ヶ所のサイクロトン治療施設と放医研との間で、治療用中性子線の相互比較が日米癌研究協力事業の一環として行われた。すなわち、物理的相互比較は昭和51年4月に、生物学的相互比較は昭和51年12月より昭和52年3月にわたって行われた。

なお、本年度間に利用された粒子の種類ならびにエネルギーを第1表に示した。

第1表

陽 子		重 陽 子		$^3\text{He}^{++}$ 粒子		アルファ粒子	
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)	エネルギー (MeV)	運転時間 (hr)
60	102.8	30	847.5	93	2.5	70	11
40	18.3	28.2	1.5	66	2.5	45	33.3
21.5	3.5	22.5	6.1	43	4.5	32	17.7
20	29.1	16	39.5	31.9	1.6		
15	127.6	15	17.4	($^3\text{He}^{+}$)			
12	22.4	12	111.5	25.5	5		
		10	8.2	18.9	2.3		
	303.7		1031.7		18.4		62.0

サイクロトンの故障は、極く小規模のものまで含め

ると、平均して1週間に約1回の割合で発生した。これらの修理は、冷却水循環ポンプを除き、すべて、運転・技術係によって遂行された。ターゲット電流30 μ Aと治療用ビームの強度を上げたため、ビーム取り出し電極の損傷が激しくなり、交換回数も前年度に比べて多くなっている。定期的な点検調整は、前年度と同様、年3回の運転休止期間を設けて行った。

サイクロトンの実験利用を効率的に行うため、本体室と生物照射室の間に、中性子シャッターを新設した。生物照射室は、本体室内のビームストッパーの前方方向にあるため、ビームを生物照射室以外で利用しているときでも、ビームストッパーからの中性子がビームダクトを通過してくるため、生物照射室への入室は禁じられていたが、この中性子シャッターの設置により安全が保たれるようになり、実験準備等のための入室が可能となった。

この他、実施された主な改良は、次のとおりである。

- 1) 主排気ポンプ用冷凍機の交換強化
- 2) エクストラクションプローブの積分型から微分型への改良
- 3) 主プローブ位置指示の高精度化
- 4) 治療用ビームモニターの改良——水晶板とTVによる方式の採用。

サイクロトンの稼働率低下予防のため、ビームによる損傷あるいは駆動による機械的損傷の恐れのある大型部品として、本年度はマグネティックチャネル、イオン源用ケーンを発注整備した。

5-2 医用サイクロトン装置および設備に関する研究

隈元芳一、小川博嗣、山田孝信、佐藤幸夫

本研究は、サイクロトン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。

(a) サイクロトンの運転条件で重要なものの一つに、ビームの位相があげられる。放医研のサイクロトンでは、位相は間接的な方法でしか測定できないため、新たに、位相プローブを作製し、位相を直接的に測定する方法の実験を進めた。測定方法としては、真空箱内に挿入したプローブからのビーム信号から、加速高周波の干渉を排するため第2高調波をとり出し、それと加速高周波

の第2高調波との位相を比較する。この方法によって得られる位相差信号を磁場にフィードバックすることにより、ビーム位相を安定化できる見とおしが得られた。

また、ビームの時間幅を直視するために、ビームポートにピックアップシリンダーを設け、サンプリング法でビーム波形を調べる方法について実験し、ピックアップシリンダーとサンプリングヘッド間の信号の反射、減衰の問題を解決した。

(b) 将来の重イオン利用にそなえ、重イオン用イオン源について調査をおこない、イオン源ならびにイオン源用電源の設計を行った。

5-3 アイソトープ関係

サイクロトロンを利用した短寿命放射性同位元素の生産に関しては、前年度までに生産用各種装置の開発整備や各種測定器の整備を行ってきたが、今年度は、さらに、以下に述べる装置を整備し、生産施設の拡充をはかった。

(1) 無機核種分離精製装置

本装置は、サイクロトロンで製造されたR Iの分離精製を自動的（一部手動）に行うためのものである。本装置にはマイクロコンピュータが内蔵されており、蒸留、

抽出、クロマトなどの化学操作を行い、それらの結果をUV, HP, 伝導度、放射能について各測定器で測定し、それらの値はメーター等に表示される。また、これらの操作過程が一目で分かるよう、完結流路系のみが発光ダイオードで表示されるようになっている。

(2) 短寿命RI装置

サイクロトロンで製造した放射性物質を医学的に使用可能な薬剤として調製するためには、管理された清浄な室で無菌的に操作を行い、かつ、その製品の品質検査をして無菌、無発熱物質を確認する必要がある。

本装置は、出入口の無菌管理、使用器具の洗浄・滅菌・乾燥各装置ならびに発熱物質測定器等からなり、上記目的を達成するものである。

RI生産の開発、試験は従来と同様関連特研班の協力のもとに行われている。数種の核種については、すでに整備された施設を用いて試験生産を行い、生産法の検討、改良を行いながら定常生産に入っている。これらのうちの一部は、生物実験用、診断用、あるいは診断用機器の調整に供されている。診断のための需要は、まだ少ないが診断用機器の整備とともに漸増していくものと思われる。第2表は、今年度中に生産された核種ならびに生産量である。

第2表

核 (形)	種 (態)	¹¹ C (気体)	¹³ N (気体)	¹³ N (液体)	¹⁸ F (無機)	¹⁸ F (有機)	⁴³ K (固体)	⁶² Zn (液体)	⁷⁷ Br (液体)	¹²³ I (液体)
生	産 量 (mCi)	662.8	83	(2960)	633.3	514	2.5	3.9	0.01	50.4
生	産 回 数	13	6	28	13	16	5	3	1	13
提 (診	供 断 量 用) (mCi)	283.9	—	886.7	—	—	—	—	—	—
提 (測	供 定 量 用) (mCi)	—	—	8.5	0.7	—	—	—	—	—
提	供 回 数	5	—	14	1	—	—	—	—	—

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の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18年目をむかえ、各課程の修了者は、すでに2,041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18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努力してきた結果であろう。

昭和51年度の養成訓練は「放射線医学総合研究所長期業務計画（昭和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、一昨年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、ワーキンググループを設置し検討を進めている。

次に、各課程の概略を示す。

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7週間、30名、年2～3回実施してきた。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も多い。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。

なお本課程は本年度4回実施する計画であったが、うち1回実施分を医療監視員の放射線防護の研修にあてた。

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。R I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. R I 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。R I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・農・水産・薬などすべての分野にわたっている。

4. 医療監視員放射線防護課程

昭和50年度に開講した本課程は、医療機関の指導監督に従事している医療監視員に対し、放射線防護に必要な物理学、化学、生物学および医学の基礎知識ならびに実務上必要な技術を修得させることを目的とする。対象者は国、都道府県および保健所を設置する市・区の医療監視員である。研修期間は3週間、20名、年2回実施した。

(2) 業務内容

昭和51年度の業務は、前述のごとく放射線防護課程3回、核医学課程1回、R I生物学基礎医学課程1回および医療監視員放射線防護課程2回の計7回を次のように実施した。

1. 放射線防護課程

- 第34回 昭和51年4月5日から昭和51年5月20日まで
- 第35回 昭和51年5月31日から昭和51年7月15日まで
- 第36回 昭和51年8月30日から昭和51年10月14日まで

2. 核医学課程

- 第28回 昭和52年1月17日から昭和52年2月17日まで

3. R I 生物学基礎医学課程

- 第12回 昭和52年1月17日から昭和52年2月17日まで

4. 医療監視員放射線防護課程

- 第2回 昭和51年11月1日から昭和51年11月18日まで
 - 第3回 昭和51年11月29日から昭和51年12月16日まで
- 本年度の5課程（医療監視員放射線防護課程を除く）を通じて応募者217名のうち123名が受審とし、平均1.8倍の応募者があり、従来どおり選考委員会を開催し、厳正な選考を行った。

（課程別）

放射線防護課程	応募者	受講者数
第34回	58名	30名

第35回	53名	30名	医療監視員放射線防護課程
第36回	42名	30名	第2回 (厚生省より推せん) 18名
核医学課程			第3回 (") 21名
第28回	29名	14名	第1表に養成訓練各課程の教科目, 第2表に研修生所
R I 生物学基礎医学課程			属機関の都道府県別, 付録 (184頁) に講師名とその所
第12回	35名	16名	属を示す。

第1表 各課程の科目内容一覧

数字は単位を示す (1単位は1時間30分)

区 分	講 義 科 目				実 習 科 目
	基 礎	利 用	安 全 管 理	そ の 他	
放 射 線 防 護 課 程	基 礎 物 理 原 子 炉 概 論 放 射 線 計 測 放 射 化 学 標 識 化 合 物 放 射 線 生 物 学 放 射 線 遺 伝 学 放 射 線 障 害	放 射 線・R I の利用 オートラジオグラフィ	法 令 放 射 線 の 許 容 線 量 安 全 取 扱 サ ー ベ イ 及 び モ ニ タ 放 射 線 遮 蔽 放 射 線 施 設 汚 染 及 び 除 染 廃 棄 物 処 理 事 故 対 策	環 境 放 射 線 トピックス 実 習 講 評 映 画 見 学 セ ミ ナ ー	放 射 線 計 測 R I 安 全 取 扱 法 放 射 線 化 学 基 礎 放 射 化 分 析 オートラジオグラフィ 急 性 放 射 線 障 害 R I の 生 体 内 分 布 サ ー ベ イ 及 び モ ニ タ 汚 染 管 理 除 染 作 業 廃 棄 物 処 理 演 習
	32	4	22	16	70
核 医 学 課 程	基 礎 物 理 統 計 学 及 び 推 計 学 放 射 線 計 測 放 射 線 生 物 学 放 射 線 遺 伝 学 障 害 基 礎 放 射 線 病 理 学 放 射 性 医 薬 品 動 態 解 析	核 医 学 概 論 R I 診 断 物 質 代 謝 シンチグラフィ R I 画 像 処 理 全 身 カ ウ ン タ RIの基礎医学への利用 オートラジオグラフィ	法 令 許 容 量 及 び 保 健 安 全 安 全 取 扱 法 サ ー ベ イ 及 び モ ニ タ 研 究 室, 病 室 設 計 廃 棄 物 処 理	トピックス 実 習 講 評 映 画 見 学 セ ミ ナ ー	放 射 線 計 測 R I の 安 全 取 扱 法 サ ー ベ イ メ ー タ 放 射 化 学 基 礎 アイソトープの代謝 オートラジオグラフィ 汚 染 管 理 臨 床 実 習 ラジオイムノアッセイ
	22	24	7	8	67
R I 生 物 学 基 礎 医 学 課 程	基 礎 物 理 放 射 線 計 測 統 計 学 及 び 推 計 学 実 験 計 画 法 放 射 化 学 標 識 化 合 物 放 射 線 生 物 学 放 射 線 遺 伝 学 放 射 線 障 害	R I 生 物 学・基 礎 医 学 へ の 利 用 概 論 生 理 学 領 域 に お け る R I の 利 用 物 質 代 謝 に お け る R I の 利 用 オートラジオ グラフィ	法 令 許 容 量 及 び 保 健 安 全 安 全 取 扱 法 サ ー ベ イ 及 び モ ニ タ 廃 棄 物 処 理 研 究 室 設 計	トピックス 実 習 講 評 映 画 見 学 セ ミ ナ ー	放 射 線 計 測 R I 安 全 取 扱 法 放 射 化 学 基 礎 標 識 化 合 物 オートラジオグラフィ 甲 状 腺 ホ ル モ ン の 分 離 定 量 ¹⁴ CO ₂ の 同 化 物 の 取 込 サ ー ベ イ メ ー タ 汚 染 管 理
	33	13	6	8	68

医療 監視員 放射線 防護 課程	基礎物理学 放射線生物学 放射線遺伝学 放射線障害 放射線計測	インビトロ試験	放射線遮蔽 放射線許容線量 法令 安全取扱 汚染及び除染 廃棄物処理 事故対策 放射線施設	実習講評 補講 映画 見	波高分析器デモ R I の安全取扱 サーベイメータ G M カウンタ 汚染管理 放射化学基礎 シンチレーション カウンタ 演習
	15	1	13	3	27

第2表 研究生所属機関の都道府県別一覧

都道府県名	課程名	第34回 防護課程	第35回 防護課程	第36回 防護課程	第28回 医学課程	第12回 生物課程	第2回 監視員課程	第3回 監視員課程	計
北海道	道	1	3	1			1		6
青森県	森				1				1
岩手県	手					1			1
宮城県	城	1	1	1		1			4
秋田県	田		1		1			1	3
福島県	島	2	2	1			1		6
茨城県	城	1	3	4		1			9
群馬県	馬		1						1
埼玉県	玉	1						1	2
千葉県	葉	1	1	3	2	3	1		11
東京都	都	8	6	8	3	4	8	5	42
神奈川県	神	1	1	1			2		5
新潟県	潟				2			1	3
福井県	井		2	2				1	5
長野県	野	1						1	2
岐阜県	阜				1				1
静岡県	岡	3				1	1	1	6
愛知県	知	3	2	2				2	9
三重県	重		1			1		1	3
滋賀県	賀		1					1	2
京都府	都		1	1		1			3
大阪府	府	4	1	1	3		1	1	11
兵庫県	取					1			1
岡山県	山					1			1
広島県	島			1			1		1
山口県	口			1			1		2
徳島県	島		1						1
愛媛県	媛		1					1	2
福岡県	岡	2	1					3	6
佐賀県	賀			1					1
長崎県	崎					1			1
熊本県	本			1			1	1	2
宮城県	島			1					1
鹿児島県	島			1					1
沖縄県	沖	1			1				2
計		30	30	30	14	16	18	21	159

V 診 療 業 務

概 況

低成長安定経済、不況と物価高という経済情勢下、研究病院としての病院部は、高度専門医療を要求される故に、その運営には少なからぬ支障を伴う。幸いに部内外からの協力により、本年度も大過なく業務を遂行することをえ、年度当初の才入予算額 164,880千円 に対し、才入決算見込額は凡そ 215,000千円 位に達するものと推定される。

病院棟における施設、設備の整備のうち主なものとして腐食著しい排水管の取替工事が行われた。

医療機器の整備面では、X線断層撮影装置の更新がなされたのみである。

職員人事では、事務課長（安藤）、外科担当医師（石川）の更迭、内科青木医師の 帰国（フランス 留学）をはじめ、若干の移動があったが、看護婦定員は辛うじて確保された。なお、本年度は、総定員法にもとづく一人の定員削減があった。

放射線障害患者の診療においては、その疑似患者のみで緊急被曝者はなかった。晩発障害患者に関連してビキニ被災者、イリジウム事故被曝者並びにトロトラスト沈着症患者の診療を例年どおり行った。

放射線の医学的利用に関しては、各種悪性腫瘍患者の諸臓器の形態的診断、その他一般患者における肝、腎、心、肺等諸臓器の機能的診断を、サイクロトロン生産核種を含めた R I 利用により実施した。また、高エネルギー放射線による悪性腫瘍患者の治療を行い、適応に応じて、小線源組織内照射や腔内照射等のほか、外科手術、化学療法あるいは増感剤等の併用治療を行うとともに、サイクロトロン速中性子線治療を行った。後者については、年度当初 100人を予定したが、年度内総計 133人に及んだ。これら治療患者はすべて電算機室に登録され、爾後の追跡調査が行われる。

主な医事統計資料を別表に示したので参照されたい。

(1) 調査研究業務

1) 特別診療研究

放射線診療における患者の被曝低減に関する研究

栗栖 明、岡崎 実、菅野健夫

予算執行上、本年度は X 線写真のマイクロ化のみを行った。

(2) 経常研究

1) 放射線障害の臨床的研究

杉山 始、青木芳朗、栗栖 明、平嶋邦猛*

石原隆昭*、篠原恒樹**（*障害臨床研究部、

**浴風会病院）

本研究は人体における急性および晩発性放射線障害の診断、治療に関し、その指針確立に資するためのデータを集積することを目的とし、放射線障害、悪性腫瘍等の症例について末梢血リンパ球培養法を用いる等の方法により、免疫機能の障害を検討し興味ある所見をえつつある。また、放射線の加令に及ぼす影響について、晩発効果評価のための基礎的データをえるため、老化に伴う骨髄細胞染色体の変化を検討した結果、男性で Y 染色体の欠員を示したものが 50 才以下では 0%であったのに対し 70 才以上では 2.4%の頻度にとめられた。

一方急性放射線障害の生化学的指標をえるための基礎実験として生体アミンの超微量定量法を試み、マウスを用いてドーパミン、ノルアドレナリン、セロトニン等の測定を行い、臨床応用への可能性を示す成績をえた。

〔研究発表〕

1. 杉山、石原：第 38 回日本血液学会総会、東京 (1976.4)

第 16 回国際血液学会議、京都 (1976.9)

2. 杉山：第 18 回日本老年医学会総会、仙台 (1976.10)
3. 杉山、篠原：第 13 回老年医学会総会、仙台 (1976.10)
4. 青木他：J. Chromatography. 及び Comptes Rendus 投稿中、

2) 癌の放射線治療技術の開発

荒居竜雄、森田新六、宮本忠昭、石川達雄、

栗栖 明、寺島東洋三*

臨床研究部、技術部 電算機室、千葉大第 2 外科、千葉大第 1 内科、千葉大産婦人科との協同 (*科学研究官)

本研究では、より安全で精度の高い放射線治療技術の開発と、より有効な癌治療方法を開発することを目的とし、諸臓器の悪性腫瘍患者を対象に腫瘍の種類、進展度患者の病状に応じた適正治療を目標とする治療研究を行った。コバルト60（ガンマ線）、リニアック（X線及び電子線）、治療等のほか、小線源組織内照射あるいは腔内密着照射等の従来の放射線による治療を駆使した治療を行い、その成績には国際的にも高く評価されうるものがある。放射線抵抗性癌とよばれる一群の悪性腫瘍患者については、再発癌を含めてサイクロトロン速中性子線治療を前年度に引続き実施し、本年度は133例の症例を重ね、かなりの成績をおさめた。治療経過中、転移をみとめた症例については適正な化学療法を確立することにより、患者の延命効果に寄与するところが大きいという結果をえつつある。また、放射線療法と外科手術との併用、ことに胃癌患者における術中照射による局所の残存リンパ節転移病巣を含めた治療方法については、本年度は12症例を重ね、その遠隔成績が期待されている。このほか、増感剤の開発利用についても若干の検討を行った。

これらの治療患者はすべて電算機による病歴管理システムに登録し、治療成績の解析に利用し、適時評価の資料とした。

〔研究発表〕

1. 森田, 荒居他, 速中性子線治療特研班: 第35回日本医学放射線学会, 福島 (1976.5)
2. 森田, 荒居, 栗栖: 同 上
3. 荒居, 森田, 栗栖: 同 上
4. 荒居外: 第14回日本癌治療学会, 仙台 (1976.10)
5. 荒居, 阪口他: 同 上
6. 森田他: 粒子線治療国際討議会, パークレイ (1976.9)
7. 大沼, 宮本他: 第13回日本小児外科学会総会, 福島 (1976.5)
8. 宮本, 高部, 渡辺, 寺島: 第35回日本癌学会, 東京 (1976.10)
9. 宮本, 高部, 渡辺: 第14回癌治療学会 (1976.10)
10. 森田, 荒居, 栗栖: 癌の臨床, 22: 771, (1976)
11. 栗栖: 日本医事新報, 2730: 28, (1976)

12. 宮本: 癌と化学療法, 3: 1225, (1976)
13. 荒居, 森田, 栗栖: 癌の臨床, 22: 1417, (1976)
14. 森田他: 癌の臨床, 23: 327 (1976)
15. 栗栖: 癌の臨床, 23: 338 (1976)
16. 荒居, 森田, 梅垣: 臨床婦人科, 産科, 31: 23 (1977)

3) 悪性腫瘍における転移機転の基礎的研究

高沢 博

本研究は、ヒト悪性腫瘍における転移機転を解明するため、腫瘍細胞の脈管内侵入機序について形態学的電子顕微鏡的に追求し、その治療と予防に役立てることを目的とし、ヒト子宮頸癌を中心に上記にもとずき検討した。その結果、治療開始前既に局所リンパ管あるいは毛細血管内への侵入像をみとめるものもあり、かかる例では明かに予後が不良であった。今後さらに症例を重ねて検討したい。

〔研究発表〕

1. 高沢, 清水: Gann, 67, 403. (1976)

4) 核医学検査による臓器疾患の形態と機能診断および検査技術の研究開発

石川達雄, 館野之男他

本研究は、各種臓器疾患の診断時にその精度を高め、放射線診断における患者の被曝線量を低減するとともに患者に対し診断のための苦痛を与えない核医学的診断方法を開発することを目的とし、各種RI及びサイクロトロンで生産された短寿命RI、陽電子RIを利用し、ガンマカメラと新たな開発になるポジトロンカメラを用いて、各種臓器の形態と機能検査技術の検討を行い、概ね実用に供しうる段階に至りつつある。なお、本研究の大部分は、臨床研究部及び特別研究グループにより行われた。

〔研究発表〕

1. 石川: 第16回日本核医学会総会, 久留米 (1976.11)
2. 石川: 第562回千葉医学会, 例会, 千葉 (1976.12)
3. 栗栖: 日本保健物理学会一勉強会—東京 (1976.12)
4. 佐原: 看護技術, 22: 143 (1976)

(3) 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	取扱患者	1日平均	病 床	平均在	新患	延 数	1日平均	平均通
総数	男	女	総数	死亡	その他	延 数	延 数	患者数	利用率	院月数	者数		患者数	院回数
517	92	425	525	16	509	16,750	17,275	45.87	65.55	32.14	897	9,047	30.25	10.08

$$\text{病床利用率} = \frac{\text{入院患者延数}}{70 \times 365} \times 100$$

$$\text{平均在院日数} = \frac{\text{入院患者延数}}{\frac{1}{2} (\text{入院患者数} + \text{退院患者数})}$$

$$\text{平均通院回数} = \frac{\text{外来患者延数}}{\text{新外来患者数}}$$

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 令 性 別	総 数		9才以下		10～19		20～29		30～39		40～49		50～59		60～69		70～79		80才以上	
	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女
総 数	503		8		19		14		31		87		108		164		70		2	
	81	422	3	5	12	7	6	8	8	23	8	79	6	102	27	137	11	59	0	2

第2表—II 悪性新生物による入院患者数・疾病別

疾 病 分 類		D57 口腔および 咽頭の悪性 新生物		D58 胃の 悪性新生物		D60 直腸および 直腸S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 喉頭の悪性 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	
総 数		5		16		4		11		2		22		19	
男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女
81	422	3	5	9	7	2	2	9	2	2	0	12	10	13	6

D66 皮膚の 悪性新生物		D67 乳房の 悪性新生物		D68 子宮頸の 悪性新生物		D70 その他子宮 悪性新生物		D71 卵巣の 悪性新生物		D72 その他および詳細 不明の女性性器の 悪性新生物		D74 睪丸の 悪性新生物		D75 膀胱の 悪性新生物	
0		24		304		13		16		0		4		1	
男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女
0	0	0	24	0	304	0	13	0	16	0	0	4	0	1	0

D77 脳の 悪性新生物		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 性新生物	
15		37		0		7	
男	女	男	女	男	女	男	女
9	6	15	22	0	0	2	5

第3表 悪性新生物の放射線照射件数

総 数		2,000Ci ⁶⁰ 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 治療		⁶⁰ Co管 腔内照射		ラドンシー ド組織内照射		¹³⁷ Cs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	実数	延数	実数	延数
780	11,365	69	1,968	348	7,316	31	101	12	79	2	5	11	11	98	387	0	0	5	5

サイクロトロン
30MeV
速中性子線
照射

実数	延数
159	1,493

第4表 ラジオアイソトープ投与患者数

実 数			延 数		
総 数	性 別		総 数	性 別	
	男	女		男	女
573	163	410	856	235	621

第5表 X線透視撮影回数

		回 数
透 視		677
撮 影		13,096

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
16	4	12	12	3	9	87.50

(注) 昭和51年4月1日～昭和52年3月31日間調

第6表 臨床検査件数

総 数		83,988
尿 検 査		8,917
糞 便 検 査		946
血 液 検 査	血液化学的	37,425
	末梢血液	32,414
	骨髄検査	138
採取液・穿刺液検査		31
細菌検査		403
免疫血清反応		2,478
生理機能検査		651
病理組織検査		585

第8表 剖 検 に よ る 診 断

剖検番号 住 所	年齢, 性 職 業	臨 床 診 断	病 理 学 的 診 断 名	治 療
318 市 川 市	55才 ♂ 会 社 員	細 網 肉 腫	細網肉腫術後再発(右辜丸)転:両肺, 肝, 両腎, 副腎, 脾, 腰椎, 大腿骨, 虫垂, [リ] 傍腸骨動脈, 傍大動脈, 縦隔, 鎖骨上窩 1.水腎症	手・放・ 制 癌
319 東 京 都	71才 ♂ 元公務員	肺 癌 の 疑 い	副腎皮質癌(左側)転:肺, 右副腎, 左上腕骨骨髓, 肺, 肋骨 1.血栓症(下空静脈, 肝静脈) 2.食道静脈瘤 3.腹水 4.胃潰瘍	放
320 神奈川県	66才 ♀ 主 婦	乳 癌	乳癌(右側, 髓様腺管癌)転:肺, 肝, 右腎, 腰椎骨髓, 両側副腎髓質, [リ] 皮膚, 両側腋窩, 頸部, 縦隔洞 1.胸水症 2.無気肺	放
321 茨 城 県	40才 ♀ 主 婦	悪性リンパ腫	リンパ肉腫症(全身リンパ節萎縮)十真菌症 1.真菌症性心筋炎 2.栓塞症 3.心筋軟化症 4.肺出血梗塞 5.脾梗塞 6.腎梗塞	制 癌
322 山 武 郡	51才 ♀ 主 婦	子 宮 頸 癌	子宮頸癌(角化扁平上皮癌)転:傍子宮結合織, 肝, 横隔膜, 癌性腹膜炎(1,200ml) 右癌性肋膜炎(1,600ml) [リ] 後腹膜, Virchow	放・制癌
323 千 葉 市	48才 ♀ 主 婦	卵 巢 癌	古卵巢癌術後(漿液乳頭嚢胸腺癌)転:癌性腹膜炎 1.気管支肺炎 2.多発性肝膿瘍 3.胆石症 4.出血素因 5.左腸骨静脱血栓症	放・制癌
324 成 田 市	36才 ♀ 主 婦	乳 癌	乳癌術後再発(右側, 乳頭腺管癌)転:左乳房, 両肺, 心外膜, 肝, 副腎, 甲状腺, 左卵巢, 腹膜, 背椎骨, [リ] 両腋窩, 右頸部, 縦隔洞, 後腹膜	放・制癌
325 松 戸 市	42才 ♀ 主 婦	卵 巢 癌	左卵巢術後再発(ジスゲルミノーマ)転:肺, 肝, 脾, 心外膜, 腎, 骨髓, 腹膜, 胸膜, [リ] 後腹膜, 肝門, 脾頭, 縦隔, 鎖骨上窩, 頸部	放・制癌

(注) 昭和51年1月1日～昭和51年12月31日間調

VI 那珂湊支所管理業務

概 況

本年度は、支所の発足（50.8.5）から1年半が過ぎ、新組織体制のもとに施設設備と運営面を重点的に思考して整備を図り、支所業務が円滑に推進できるよう努力を払った。

那珂湊支所として、支所の運営に関する諸問題を審議するため、「那珂湊支所運営会議」を51年5月8日に発足させ支所長、部長、各研究室長および管理課長の各委員により構成し、13回にわたって支所運営会議を開き、支所の使命達成に努力を重ねた。また51年6月4日に各部課より担当者を選出し「那珂湊支所図書利用打合せ」を発足させるとともに、本所図書室よりの長期借受図書および洋雑誌の取扱いについて昭和51年6月21日付をもって「那珂湊支所における図書取扱実施要領」を定め、図書閲覧貸出の円滑な運営を図った。更に放射線管理区域の円滑な利用を目的として、「那珂湊支所RⅠ施設利用打合せ」を発足させた。その他、放射線医学総合研究所庁舎の管理に関する規則第5条第2項、第6条第3項および第14条第3項に基づき那珂湊支所庁舎に係る「鍵等の取扱要領」を昭和52年2月1日付をもって制定し庁舎等国有財産の管理に万全を期した。

組織的には前年度同様であったが、外国留学中の海洋放射生態学研究部第2研究室の中原研究員が帰国した。また管理課伊藤技官が、本所養成訓練部における第35回放射線防護コースの研修を、5月31日より7月15日まで研修生として受講し修了した。

那珂湊支所開設披露を、久良知事務次官をはじめ、各原子力関係機関、地方自治体および各報道機関等関係者多数の出席をえて、施設設備および研究機器類の公開を含め盛大に昭和51年9月30日に行った。

対外的活動としては、「茨城県原子力施設周辺の安全確保および環境保全に関する協定」に基づく「支所年間事業計画」および各4半期ごとに「放射性物質使用等」の報告を茨城県、那珂湊市および東海村に行った。またこれに関連して前年度に引続き、同協定の円滑な運営を図るため「原子力安全協定推進協議会」の一員として支所長が参加した。その他前年度に引続き、茨城県原子力

行政に対し「県原子力審議会」に環境放射生態学研究部長が、「県東海地区環境放射線監視委員会」に技術的専門家として海洋放射生態学研究部第2研究室長が技術委員としてそれぞれ委嘱された。

広報関係は、地域住民をはじめ各方面への広報を行うため、水戸原子力事務所をはじめ、各原子力関係機関で構成する「東海、大洗地区原子力関係機関広報委員会」で広報用パンフレット「知っていますか、ラジオアイソトープ利用のいろいろ」等を前年度同様作成し、関連市町村および一般見学者への配布を行い、原子力の平和利用の理解を深めるよう努めた。

視察、見学者については、宇野科学技術庁長官の視察をはじめ、各新聞社（朝日新聞6大都市支局記者）、等大学関係者および関連原子力機関ならびに関係市町村議員等41件471名に対し、本支所の施設案内、説明を行った。特に科学技術週間（昭和51年4月12日～昭和51年4月18日）の一環として行った所内一般公開では地元一般住民への理解を深めることに努め有意義であった。その他、日本原子力文化振興財団主催および茨城県高等職業訓練校に講師の派遣を行った。

東海施設については、支所研究員による日本原子力研究所東海研究所の原子炉照射試料の化学分析、測定等また国立療養所晴嵐荘病院医師（研究生）による癌治療に関する研究が行われるためそれぞれ実験室を利用した。設備面では、東京大学工学部付属原子力工学研究所の研究棟建設のため、本施設の水道およびガスの埋設配管の位置の変更が行われた。また敷地出入口境界地点に原子力発電株式会社によって当該会社の平常時における放射線の連続測定を行うためモニタリングポストが設置された。その他、東海村村議会原子力問題特別委員会委員11名による地元原子力機関視察の一環として、昭和51年11月9日本施設の視察が行われ、本所から熊取部長および木田課長が立会し、研究所の概況および施設利用状況等の説明を行った。

放射線安全管理業務

本年度は、実験研究棟が完成されたことによって、管理区域の立入利用頻度および放射性同位元素の取扱い量

の増加など研究業務が多岐にわたった。これにともなう新たに下記のとおり核原料物質および核燃料物質の使用承認申請の手続を行った。

- (1) 硝酸トリウム-232, 硝酸ウラニル-238の使用,
〔昭和51年7月28日申請—昭和51年9月14日付承認〕
 - (2) Ru-236, 239, 242, の使用〔昭和52年2月4日申請—昭和52年3月15日付承認〕
- また支所管理区域における作業心得(昭和51年5月26日)の改正も行った。

放射線取扱業務を円滑に遂行するため、支所として放射線取扱主任者をはじめ各部の放射線作業指導者および

代表者ならびに放射線安全管理者の構成で「那珂湊支所RI施設利用打合せ」が発足し、RI施設利用の種々の問題について検討し、放射線安全管理業務の万全を期した。

1. 個人被曝管理

個人被曝管理は、支所職員(30名)、部外者研究生等(11名)合計(41名)にガンマー線用フィルムパッチの貸与(1カ月更新)サービスを行った。また必要に応じポケット線量計の貸与を行い、フィルムパッチと併用して実施した。

フィルムパッチによる被曝線量測定結果は、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	10 ~ 50	60 ~ 100	110 ~ 340	パッチ使用者
対称者区分					
研 究 者	16	5	—	—	21 人
管 理 担 当 者	9	—	—	—	9
研 究 生	9	—	—	—	9
そ の 他	2	—	—	—	2
合 計	36	5	—	—	41

2. 健康管理

放射線作業従事者の健康診断は、国立療養所晴嵐荘病院において第2表のとおり実施した。

第2表 健康診断結果

検査項目	実施回数 (年)	受診者数 (延)	結 果
皮 膚	4 (回)	137 (名)	異常なし
白 血 球	2 "	68 "	"
赤 血 球	2 "	68 "	"
血 球 素 量	2 "	68 "	"
血 液 像	2 "	68 "	"
眼	2 "	0 "	"
特別健康診断	4 "	136 "	"

なお血液検査と合せて直接面断を実施した。

本年度における健康診断実施者で放射線被曝による健康上影響を受けたと診断された者、また再検査等を必要とする者いずれも該当者はなかった。

3. 放射性同位元素等の受入れ

本年度は、研究の進展にともなう第3表のとおり使用核種、使用、数量とも昨年度を大幅に上廻った。

第3表 非密封放射性同位元素の受入核種および数量

群 別	核 種	那珂湊 支 所	東海施設	合 計
第2群	¹³⁷ Cs 他16核種	(mCi) 115,325	放 射 化 試 料	(mCi) 115,325
第3群	¹³¹ I	7		7
	⁵⁹ Fe	7		4
第4群	¹⁴ C〔グリコース〕	0.25		0.25
	¹⁴ C〔L-アラニン〕	0.05		0.05
合 計	21 核 種	126.625		126,625

一方東海施設においては、原子力研究所東海研究所で原子炉を利用しての放射化分析が行われ、それら照射試料が受入れられた。

4. 放射性廃棄物

本年度放射性廃棄物の処理量は、従来に比べ余り変動は見られないが、これまで処理困難だった大型水槽循環ポンプ、フード等の金属類は、特殊固体不燃物としてこれを解体し、他の廃棄物と同様日本原子力研究所東海研究所に、また動物死体〔海産生物〕については、日本放射性同位元素協会にそれぞれ引渡し処理を行った。廃棄物の処理状況は第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	400	400	0	200	0	200
	不 燃 物	1,600	1,600	0	400	0	400
	特 殊 不 燃 物	2,400	2,400	0	400	0	400
液 体	高 レ ベ ル	160	0	160			
	低・極低レベル	208 ^(t)	208	0	29 ^(t)	0	29
フタ イ ル	高性能フィルター	29 ^(枚)	29	0	8 ^(枚)	0	8
	グ ラ ス ウ ール	43 ^(枚)	43	0	8 ^(枚)	0	8
動 物 屍 体		160 ^(ℓ)	160	0			

5. 空間線量率測定と表面汚染密度の検査

那珂湊支所および東海施設の管理区域内外および使用施設の空間線量率測定は、障害防止法に基づいて1カ月に1回定期的に管理区域境界（30ミリレム/週）および事業所境界（10ミリレム/週）を主体に実施したが、年間を通して法定許容濃度を超える場所は認められなかった。また日本原子力研究所内に設置してある廃液貯留タンクの境界においても異状は認められなかった。

表面汚染密度の検査は、各実験室の定点を定め（10～20ヶ所）スミヤ法による表面汚染検査を定期的に行った。さらに汚染またはそのおそれのある場所についても随時に追加検査を行い汚染の早期発見ならびに拡大防止に万全を期した。空気中の放射能濃度は、ダストモニターによる連続測定を行い屋内、屋外とも法定許容濃度以下であった。

6. 管理区域内設備工事

第2研究棟測定室および機器分析室に除湿装置、第3化学実験室および機器分析室に無塵化装置をそれぞれ設置するために昭和52年3月15日から3月31日まで工事を行った。着工前に装置設置箇所の床面等をビニール汚紙等でおおい、工事者にはポケット線量計を着用させ、汚染の拡大と被曝管理について万全を期した。

7. 環境放射能監視

水戸原子力事務所が中心で実施している「東海、大洗地区放射線管理技術委員会」において本年度は、環境放射能の監視の一環として、測定技術および測定結果の統一を計るため「環境試料の全β放射能測定法」について検討した結果成案が出来上り、昭和51年7月1日から新たにこの測定法に基づき従来どおり4半期ごとに「東海大洗地区放射線監視技術委員会」に環境監視の結果を報告することになった。

Ⅶ 図書および編集業務

1. 図書

ここ数年書庫が狭いため、収集された資料の一部が配架せず山積を余儀なくされるなど、深刻な状態を迎えながらも、研究所既存施設の中では書庫に転用できるようなスペースの余裕もなく解決策を見出すことができなかった。しかし、那珂湊支所開設に伴い研究部の一部が移転され空室のできたのを機会に図書室に隣接している庶務課の一部が分割され、25㎡ではあるが書庫に改造することが認められた。また、現在寄贈交換等により収集している国内資料約300種の利用度の総点検を行い、特に利用度の高い73種を書庫に残し、特定の研究部のみが利用する資料108種については関係の研究部に保管を依頼し、その他比較的利用度の低いと思われる資料124種については取敢ず倉庫の一部を借り受け保管をすることとしたため、資料の山積状態は解消され、一応窮状から脱することができた。しかし、年間の収集量を考慮すれば決して十分なスペースとはいえず、配架についての見通しは、52年度製本予定雑誌を配架すると残るスペースは全く無くなり、早速にも抜本対策の必要に迫られている。

学問の進展に伴い、情報は益々細分化される傾向にあるが、一機関で収集でき得る資料は、予算的にも施設の面からも限界があり、これを補うため関連する図書館と強力な相互貸出制度を確立することが急務であることと、所内では支所が改称拡大されたことにより、新しく組織的な問題が生じてきたこと、これらの状況に対処するため、「図書閲覧貸出規程」の一部改正を行った。

一方、文献等の複写業務も年々増加の傾向にあり、現在の複写設備では、需要に応えることが無理であるため、図書委員会の協力を得て機能的に高い複写機の選定を行い、新年度を目途に交換し充実を図ることとした。

図書購入費について、オイル・ショック以来の図書の急激な高騰に対処するため、本年度より比較的利用度の低い外国雑誌28誌、不定期刊行物9誌（50年度価格3,111千円）の購入を中止したにもかかわらず、予算額は23,128千円となり、前年度対比12.8%のアップとなった。この他研究部の購入希望図書は1,418千円であった。

収書等業務実績については、以下の表に掲げる。

昭和51年度に収集した資料の概要

1. 外国学術雑誌	282種
2. 外国不定期刊行物	63種
3. 国内学術雑誌	38種
4. 国内不定期刊行物	7種
5. その他（寄贈雑誌等）	125種

1. 蔵書数（昭和52年3月末現在）

単行書	7,502冊
製本雑誌	15,101冊
各種レポート	11,355冊
計	33,958冊

2. 収集（昭和51年4月～52年3月）

単行書	305冊
製本雑誌	1,379冊
各種レポート	438冊
計	2,122冊

3. 貸出状況（昭和51年4月～52年3月）

単行書	3,986冊
雑誌小冊子等	2,506冊
その他	48冊
計	6,540冊
貸出者延数	4,144人

4. 相互貸借（昭和51年4月～52年3月）

借 受	国立国会図書館	13冊
貸 出	千葉大学付属図書館	47冊
	“医学部分館	13冊
	“薬学部分館	102冊
	“生物活性研究所図書館	54冊
	微生物工業技術研究所	15冊
	その他	5冊

文献複写依頼件数	164件
レファレンス処理件数	331件

5. 写真・複写

写真作成	3, 8 9 3 枚
スライド作成	7, 2 1 7 枚
複写機による複写	4 6 8, 3 1 1 枚
リーダー・プリンター複写	1, 8 4 1 枚

2. 編集業務

放射線医学総合研究所（放医研）では、毎年所内で行われた研究成果、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、関係者または希望者に配布している。それらは以下のような刊行物であるが、入手希望の方には部数に余裕があるかぎり無料配布している。

1. 定期刊行物

- 1) 放射線医学総合研究所年報（昭和50年度）：NIRS-AR-18

本研究所における昭和50年度中の研究成果を中心に編集。概況、調査研究業務、技術支援、養成訓練業務、診療業務、那珂湊支所等から構成。昭和51年10月刊、B 5判、177p。

- 2) Annual Report 1975（英文年報）：NIRS-15

50年度の所内研究成果を英文で集録したもの。物理分野、生物分野、医学分野、環境分野における論文70篇のほか、発表論文一覧、研究著名簿からなる。51年12月刊、レターサイズ判、90p。

- 3) 放射線科学（月刊雑誌）：放医研編集、実業公報社発行販売。

放射線に関する一般情報、とくに放射線障害とその予防、安全管理、放射線診療、研究論文のほか、国外の最新情報等を掲載。毎月25日発行、B 5判。51年度は第19巻第4号から第20巻第3号まで。

- 4) Radioactivity Survey Data in Japan（放射能調査英文季報）：NIRS-RSD-41～42

国内の各種機関で実施された放射能調査のデータを収録。レターサイズ判。

2. 不定期刊行物

- 1) 放射線医学総合研究所昭和51年度業務計画：NIRS-M-12

本研究所における51年度の研究業務計画を集録。「放射線科学」第19巻第5号付録、51年5月刊、B 5判 57p

- 2) 第7回放医研シンポジウム「加齢の生物学」論文集：NIRS-M-13

50年12月9日～10日、当所で行なわれた上記シンポジウムの論文集で、10セッション24篇の論文を集録。「医学のあゆみ」第67巻第9号別刷、51年7月刊、B 5判、164p

- 3) 第3回放医研環境セミナー「環境の人工放射性物質による体内被曝の諸問題」論文集：NIRS-M-14

51年2月28日～3月1日、当所で行われた上記セミナーの論文集。原子力施設から環境に放出される放射性物質による被曝について14篇の論文を集録。51年12月刊、B 5判、100p

- 4) NIRS—Chiba Isochronous Cyclotron 1976, by Feb5, 1977：NIRS-M-15

51年度の放医研医用サイクロトロン英文業務報告、B 5、12p

- 5) A Selected Bibliography on Natural Radiation
I. Primordial Radioactive Nuclides. March. 1977, 72p：NIRS-M-16

自然放射線に関する世界中の文献アブストラクトを再編集したもの。B 5、72p

- 6) 第8回放医研シンポジウム「加速器の医学利用」論文集：NIRS-M-17

昭和51年12月9、10日放医研で開催された同シンポジウムの論文集。「癌の臨床」23巻4号別刷、B 4、52年3月刊、183p

- 7) 放射線医学総合研究所昭和52年度業務計画：NIRS-M-18

昭和52年度、本研究所の研究業務計画を集録。「放射線科学」20巻4号付録、52年3月刊、B 5、55p

- 8) 特別研究「サイクロトロン医学利用に関する調査研究」報告書：NIRS-M-19

昭和45年度から、サイクロトロン特別研究に関して発表された論文87篇を収録、約800頁、52年3月刊、B 5

- 9) 特別研究「環境放射線による被曝線量推定に関する調査研究」中間報告書：NIRS-R-5

48年度から開始された上記特別研究の研究成果報告書。低レベル放射性廃液による被曝の予測、放射性物質の移動、標準日本人の元素摂取量、トリチウムの食物連鎖等のテーマ毎に20篇の論文を集録。51年12月刊、B 5判、80p

3. その他

- 1) 那珂湊支所要覧

茨城県那珂湊市にある本研究所那珂湊支所の紹介パンフレット。研究内容、施設を中心に12頁、B 5判、51年7月刊。

- 2) 英文要覧

本研究所の紹介英文パンフレット。研究内容を中心に32頁、A 5、52年、3月刊。

VIII 総

務

1. 組織および人員

組織については、障害基礎研究部に内部被ばく実験準備室、技術部動植物管理課に開発室をそれぞれ新たに置いた。

人員については、障害基礎研究部に4名、技術部に2名、病院部に1名の計7名の増員、公務員の削減計画に伴い6名の減員があり、総定員は前年比1名増の419名となった。

第1図 機 構 図

昭和51年度(7)(△6)419

所 長 科 学 研 究 官	管 理 部 56(△1)	庶 務 課	18
		会 計 課 (△1)	23
		企 画 課	14
	物 理 研 究 部 20(△1)	物理第1研究室	6
		物理第2研究室 (△1)	5
		物理第3研究室	6
		物理第4研究室	2
	化 学 研 究 部 17	化学第1研究室	4
		化学第2研究室	6
		化学第3研究室	6
	生 物 研 究 部 13	生物第1研究室	6
		生物第2研究室	6
	遺 伝 研 究 部 18(△1)	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 (△1)	2
	生 理 病 理 研 究 部 19(△1)	生理第1研究室	5
		生理第2研究室	4
		病理第1研究室	5
		病理第2研究室 (△1)	4
	障 害 基 礎 研 究 部 27(4)	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	6
		障害基礎第4研究室	5
	薬 学 研 究 部 12	内部被ばく実験準備室 (4)	4
		薬学第1研究室	5
		薬学第2研究室	3
		薬学第3研究室	3

所 長 科 学 研 究 官	環 境 衛 生 研 究 部 25(△1)	環境衛生第1研究室 (△1)	5
		環境衛生第2研究室	6
		環境衛生第3研究室	8
		環境衛生第4研究室	5
	臨 床 研 究 部 19	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	6
	障 害 臨 床 研 究 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 76(△1 -1)	技 術 課 (-1)	25
		データ処理室	3
		放 射 線 安 全 課	14
		動 植 物 管 理 課	12
	養 成 訓 練 部 8	検 疫 室	2
		開 発 室 (2)	2
		サイクロترون管理課 (△1)	17
		教 務 室	3
	病 院 部 62(1)	指 導 室	4
		事 務 課	16
		医 務 課 (1)	13
		検 査 課	5
	那珂湊支所 長 36(+1)	総 看 護 婦 長 付	27
		管 理 課 (+1)	8
	環 境 放 射 生 態 学 研 究 部 15	環境放射生態学第1研究室	6
		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 12	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	8

() 内は51年度新規増員を示し、(△)は減員 (+)は振替増員 (-)は振替減員を内数で示す。

2. 予算及び決算

昭和51年度予算の概要

51年度は、わが国経済にとって、石油危機後のいわゆる経済の調整過程の仕上げの年であるとともに、新しい中期計画の出発点となる年であり、わが国経済を長期安定成長路線に乗せていくためにきわめて重要な年である。従って、これまでに達成された物価の安定傾向を維持しつつ、景気の順調な回復を実現すること及び中長

期的に我が国経済が抱えている諸問題の解決のために足がかりを築くことが51年度の課題である。

51年度の予算及び財政投融资計画は、「昭和51年度の経済見通しと経済運営の基本的態度」にのっとり、国民生活と経済の安定及び国民福祉の充実に配意しつつ、財政の改善合理化を図るとともに、景気の着実な回復に資するための施策を実施することとし、編成された。

一般会計予算の規模は、24兆2,960億円となり、前年度当初予算に比べ14.1%増、同補正後予算に比べ16.6%増となっている。

1. 科学技術振興費

この経費は、原子力、宇宙等の開発関係経費、各省所管試験研究機関の経費及び試験研究費補助金等科学技術の振興を目的とする経費であって51年度は、主として

(1) 原子力関係では、動力炉・核燃料開発事業団による動力炉開発計画を引き続き計画的に推進するとともに、同事業団において核燃料の長期的安定的確保に資するための遠心分離法によるウラン濃縮研究開発及び再処理施設の整備を行うほか、日本原子力研究所を中心とする核融合研究を拡充することとしている。また日本原子力研究所、動力炉・核燃料開発事業団、および本研究所等において行われている原子力の安全研究につき、前年度に引き続きその拡充強化が図られている。

(2) 宇宙開発関係では、宇宙開発事業団を中心に宇宙開発計画に基づき人工衛星並びにこれを打ち上げるためのロケットの開発及び研究の推進が図られている。

(3) 海洋開発関係では、大陸棚における有人潜水作業技術の研究開発、海洋科学技術センターに対する助成等海洋開発を推進することとしている。

(4) 大型工業技術関係では電磁流体力発電等大型工業技術の開発を促進するとともに、新たに資源再生利用技術システムの研究開発に着手することとしている。

(5) 新エネルギーの研究開発として、太陽エネルギー、地熱エネルギー、合成天然ガス及び水素エネルギー等の研究開発を促進することとしている。

(6) 電子計算機関係では、新機種の開発を助成するための電子計算機等開発促進費補助を引き続き行うこととしている。

(7) 国立試験研究機関における研究体制の充実、民間における研究の助成等を行うこととしている。等各般にわたり予算の増額を図って、わが国科学技術の振興を一段と促進することとしている。

2. 放医研予算の概要

昭和48年9月に策定した「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

の総合性を十分に発揮するよう研究業務ならびに施設等を積極的、計画的に強化推進をはかるために必要な経費として29億4,082千円（50年度予算額24億19,732千円に対し20%増）を大蔵省に要求した。これに対し大蔵省査定額は26億60986千円（要求額の91.6%）で50年度予算の10%増となった。

3. 歳出予算

昭和51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	27,658	18,075
経常研究	306,891	11,974
外来研究員等	2,603	△ 210
実態調査	528	△ 11
特定装置運営	27,103	△ 17,387
廃棄物処理運営	18,614	5,858
病院部門運営	23,313	△ 343
養成訓練部門運営	9,668	△ 974
那珂湊支所運営	32,279	△ 171
研究設備整備	44,810	△ 8
サイクロトロン設備整備	301,265	△ 2,442
受託研究	2,214	2,214
特別研究	183,636	53,983
診療経費	114,572	14,478
営繕等施設整備	199,034	0

(a) 研究員当積算庁費

実験の(B)単位は正として1,160千円を要求したが980千円（50年度970千円）の査定をうけた。

(b) 特別研究

前年度より引き続き「環境放射線による被曝線量に関する調査研究」「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」および51年度より3カ年計画で発足する「サイクロトロンの医学利用に関する調査研究」の3課題に対し、3億5086千円要求したが、2億16,443千円の査定であった。

(c) サイクロトロン設備整備

速中性子線及び陽子線による悪性腫瘍の治療および短寿命ラジオアイソトープの医学的利用の研究を円滑に推進するためサイクロトロン装置および付属設備の整備に必要な経費として3億34,88千円を要求したが3億1,265千円の査定であった。

(d) 施設費

48年度より2カ年計画の晩発障害実験棟が5カ年計画に変更され、51年度分として3億2,653千円単年度とし

て特高変電所遮断器用コンプレッサー更新工事4,500千円病院棟污水管改修工事15,000千円要求したが晩発障害実験棟新築工事, 病院棟污水管改修工事で1億97,063千円の査定であった。

4. 放射能調査研究費

50年度の放射能調査研究費は, 放射能レベル調査および線量調査と放射能データ・センター業務として35,211千円要求したが, 32,464千円の査定があった。

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及び51年度より新たに予算化された受託調査及試験収入等である。診療収入は基礎患者を入院1日平均70人, 外来1日平均25人とし, 1億64,880千円, その他雑収入として12,585千円が計上された。

昭和51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

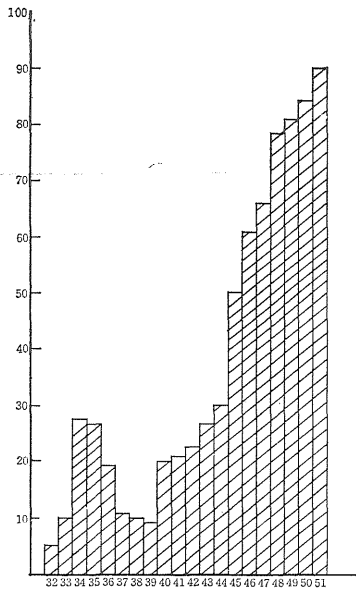
出予算現額は, 24億66,202千円であって, 支出済歳出額24億39,780千円であり, 差額26,422千円のうち, 翌年度繰越分23,600千円を除いた2,822千円は不要額となった。

なお, 詳細は別表昭和51年度歳出予算決算額調を参照されたい。

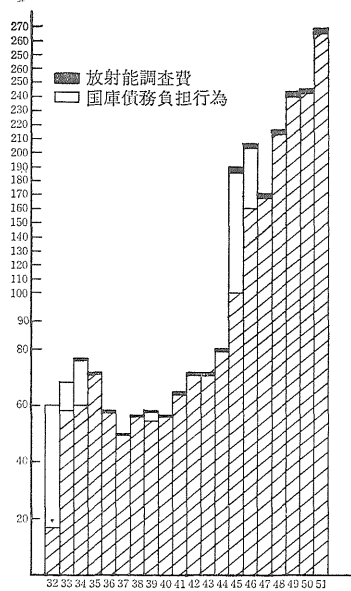
2. 歳入算決

1) 病院収納済歳入額	210,681,750円
入院1日平均	46人
外来1日平均	30人
2) 雑収入	
国有財産貸付収入	3,571,286円
国有財産使用収入	3,036,053円
受託調査及役務収入	1,727,291円
弁償及返納金	50,700円
物品売払収入	305,205円
雑入	66,798円

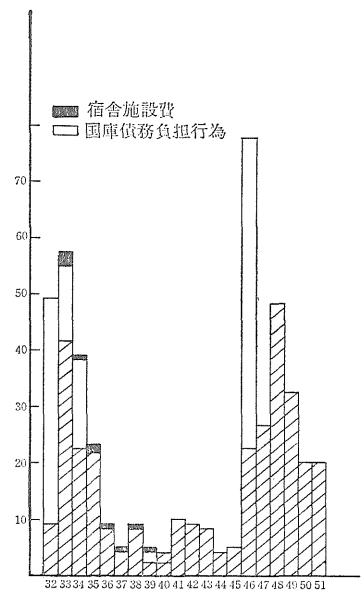
昭和32年度以降予算の推移



試験研究費

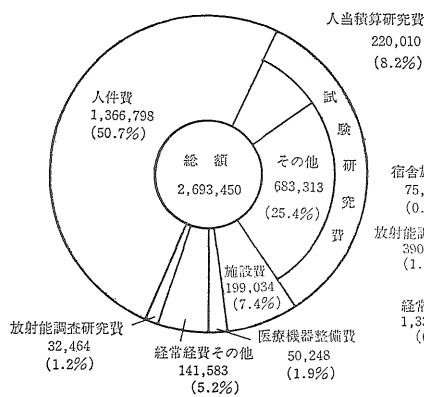


予算総額

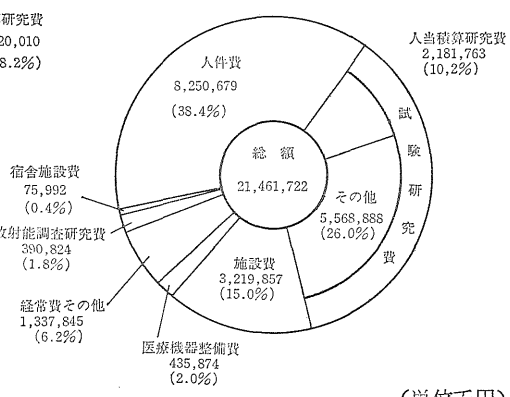


施設整備費

51年度予算



予算累計



(単位千円)

昭和51年度予算事項別科目別総表

事 項 科 目	1 人 件 費			特 別						
	(1) 既定定 員 分	(2) 新規増 員 分	計	2	基 準 的 行 政					
				(1) 一 般 管理運営	(2) 各 部 門 運 営					
					經常研究	外 来 研究員等	実態調査	特 定 装置運営	廃 棄 物 処理運営	計
③ 放射線医学総合研究所に必要な経費	1,356,921	9,877	1,366,798	27,658	306,891	2,603	528	27,103	18,614	355,739
02 職員基本給	838,481	6,862	845,343							
01 職員俸給	788,948	5,878	794,826							
02 扶養手当	21,060	462	21,522							
03 調整手当	28,473	522	28,995							
03 職員諸手当	456,295	2,335	458,630							
01 管理職手当	51,701	178	51,879							
02 初任給調整手当	12,252	0	12,252							
03 通勤手当	14,775	198	14,973							
04 特殊勤務手当	4,116	0	4,116							
06 宿日直手当	1,786	0	1,786							
07 期末手当	283,679	1,483	285,162							
08 勤勉手当	83,549	420	83,969							
11 住居手当	4,437	56	4,493							
04 超過勤務手当	62,145	680	62,825							
05 非常勤職員手当				528						
05 児童手当				720						
06 諸謝金					70		104			174
08 職員旅費				1,478	6,354		230			6,584
08 受託業務旅費										
08 委員等旅費										
08 外来研究員等旅費						1,436	109			1,545
09 庁費				24,727			85			85
09 試験研究費					300,467	1,167		27,103	18,614	347,351
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						
科学術技庁試験研究所施設整備に必要な経費										
08 施設施工旅費										
09 施設施行庁費										
15 施設整備費										
合 計	1,356,921	9,877	1,366,798	27,658	306,891	2,603	528	27,103	18,614	355,739

(単位千円)

経 費											営 繕 等 施設整備	合 計
費			計	3 各 部 門 運 営			4 受 託 研 究	5 放射線医 学特別研 究特別研 究	6 病院部門 運 営 診療経費	計		
(3) 病 院 部 門 運 営	(4) 養 成 訓 練 部 門 運 営	(5) 邦 奏 所 運		(1) 研 究 設 備 整 備	(2) サイクロ トロン設 備整備	計						
23,313	9,668	32,279	448,657	44,810	301,265	346,075	2,214	183,636	114,572	1,095,154		2,461,952
												845,343
												794,826
												21,522
												28,995
												458,630
												51,879
												12,252
												14,973
												4,116
												1,786
												285,162
												83,969
												4,493
												62,825
1,061			1,589							1,589		1,589
			720							720		720
754	754		1,682					219		1,901		1,901
840		1,443	10,345					271		10,616		10,616
							20			20		20
	155		155							155		155
			1,545					1,426		2,971		2,971
20,658	8,759	2,659	56,888							56,888		56,888
		28,177	375,528	44,810	301,265	346,075		181,720		903,323		903,323
							2,194			2,194		2,194
									50,248	50,248		50,248
									52,662	52,662		52,662
									11,662	11,662		11,662
			205							205		205
											788	788
											1,183	1,183
											197,063	197,063
23,313	9,668	32,279	448,657	44,810	301,265	346,075	2,214	183,636	114,572	1,095,154	199,034	2,660,986

昭和51年度歳出予算決算額調

項	目	歳出予算額	前年度繰越額	予備費使用額	流用等増△減額
218	科学技術庁試験研究所	2,452,987,000	29,410,000	0	△ 16,195,000
13073-211-02	職員基本給	845,343,000	0	0	△ 2,937,000
13073-211-03	職員諸手当	458,630,000	0	0	△ 14,583,000
13073-211-04	超過勤務手当	62,825,000	0	0	1,062,000
13073-211-05	非常勤職員手当	1,589,000	0	0	0
13089-261-05	児童手当	720,000	0	0	270,000
13073-210-06	諸謝金	1,844,000	0	0	0
13073-212-03	職員旅費	9,434,000	0	0	0
13073-212-08	受託業務旅費	20,000	0	0	0
13073-212-08	委員等旅費	155,000	0	0	0
13073-212-08	外来研究員等旅費	2,897,000	0	0	0
13073-213-09	庁費	56,552,000	0	0	0
13073-213-09	試験研究費	896,007,000	29,410,000	0	0
13073-213-09	受託研究費	2,194,000	0	0	0
13073-223-09	医療機器整備費	50,248,000	0	0	0
13073-213-09	医療費	52,662,000	0	0	0
13073-213-09	患者食糧費	11,662,000	0	0	0
13199-233-09	自動車重量税	205,000	0	0	△ 7,000
220	科学技術庁試験研究所施設費	199,034,000	77,697,000	0	0
13073- 22-08	施設施工旅費	788,000	480,000	0	0
13073- 23-09	施設施工庁費	1,183,000	477,000	0	0
13073- 24-15	施設整備費	197,063,000	76,740,000	0	0

(単位 円)

歳出予算現額	支出済歳出額	翌年度繰越額	不 用 額	備 考
2,466,202,000	2,439,780,066	23,600,000	2,821,934	
842,406,000	841,554,039	0	851,961	
444,047,000	443,275,369	0	771,631	
63,887,000	63,886,968	0	32	
1,589,000	1,588,827	0	173	
990,000	990,000	0	0	
1,844,000	1,759,000	0	85,000	
9,434,000	9,428,710	0	5,290	
20,000	19,930	0	70	
155,000	151,620	0	3,380	
2,897,000	2,889,926	0	7,074	
56,552,000	56,551,478	0	522	
925,417,000	901,816,626	23,600,000	374	
2,194,000	1,205,318	0	988,682	
50,248,000	50,248,000	0	0	
52,662,000	52,662,000	0	0	
11,662,000	11,660,955	0	1,045	
198,000	91,300	0	106,700	
276,731,000	276,702,000	0	29,000	関東地建支出委任分
1,268,000	1,268,000	0	0	
1,660,000	1,660,000	0	0	
273,803,000	273,774,000	0	29,000	

付 録 目 次

1. 職 員 研 究 発 表
2. 職員海外出張および留学
3. 外 来 研 究 員 名 簿
4. 研 究 生・実 習 生 名 簿
5. 養成訓練部講師一覧
6. 職 員 名 簿
7. 人 事 異 動
8. 放 医 研 日 誌

57
4

1. 職 員 研 究 発 表

A 原 著 論 文

(* 印は所外共同研究者)

〔物理研究部〕

1. W. Nakamura*, T. Inada, Y. Nishimoto*, C. Akiba**: Efficacité biologique relative des neutrons (2MeV) et des rayons X pour la capacité de division de cellules de mastocytome, *Comptes rend des seances la Societe de Biologie* **170**, 2, 486—490 (1976) (*愛知県ガンセンター, **神奈川私大)
2. 稲田哲雄: 病院内設置加速器のプロポーザル—重イオン加速器, 癌の臨床, **23**(4), 416—419 (1977)
3. 稲田哲雄: KEK ブースターの医学利用, 放射線, **3**(2), 60—70 (1976)
4. 稲田哲雄: 医療用重イオン加速器施設の提案, 放射線, **4**(1), 1—16 (1977)
5. T. Inada, T. Kasuga, I. Nojiri, T. Furuse, T. Hiraoka: Linear energy transfer-dependent radiosensitivity of Burkitt lymphoma cells, with special References to human melanoma HMV, HeLa-S3, and L5178Y cells, *Gann*, **67**, 399 (1976)
6. T. Inada, T. Kasuga, I. Noiri, T. Furuse, T. Hiraoka: Recovery in Burkitt lymphoma cells after X-ray Irradiation. *Gann*, **67**, 451 (1976)
7. 西尾碩人, 稲田哲雄, 他: 高線量率電子線照射に対する生物学的効果, I. マウスの早期皮膚反応, 日本医放会誌, **36**(9), 841—847 (1976)
8. 川島勝弘: 速中性子線の線量測定, 癌の臨床, **23**, 268—271 (1977)
9. 川島勝弘, 平岡 武, 星野一雄, 松沢秀夫: 円筒型対電離箱の再結合損失, 日本医放会誌, **37**(2), 185—191, (1977)
10. 喜多尾憲助: 高速パルス炉の開発と利用の現況 V - 6 医学・生物学への利用, 日本原子力学会誌, **19**(2), 20 (1977)
11. 星野一雄, 川島勝弘, 平岡 武, 久津谷譲: 放医研サイクロトロンからの速中性子線の線量分布, 日本医放会誌 **37**(3), 248—255 (1977)
12. 田中栄一, 飯沼 武: Correction functions and statistical noises in transverse section picture reconstruction, *Computers in Biology and Medicine*, **6**, 295—306 (1976)
13. 田中栄一, 飯沼 武: コーデット・アパーチャ・イメージングにおける信号対雑音比と雑音の性質, 核医学, **13**, 95—102 (1976)
14. 田中栄一, 飯沼 武, 松本 徹, 有水 昇: 回転スリットを用いたコーデット・アパーチャ・イメージング, 核医学, **13**, 103—110 (1976)
15. 富谷武浩, 田中栄一, 野原功全: 多結晶型焦点検出器を用いたポジトロンカメラ, *Radioisotopes*, **25**(11), 693—698 (1976)
16. 中島敏行: On the Competing Trap model for the non-linear thermoluminescence response, *Japanese J. Applied Physics*, **15**(6), 1179
17. T. Nakajima, S. Watanabe*: Influence of heating conditions on the thermoluminescence sensitivity of TLD-LiF phosphors, *Intern. J. Appl. Radiat. & Isotopes*, **27**(2), 113—121 (1976)
18. 中島敏行: TLDの原理と問題点, 原子力工業, **22**(11), 9—13 (1976)
19. 中島敏行: 熱ルミネッセンス線量計, 放射線科学, **20**(1), 3—9 (1977)
20. 野原功全, 田中栄一: 断層シンチカメラの点線源応答と深度分解能, 核医学, **14**(1), 89—98 (1976)
21. 野原功全, 飯沼 武: RI画像の処理, 電子通信学誌, **56**(11), 1236—1243 (1976)

22. 野原功全: 短寿命陽電子放出核種のイメージング, 癌と臨床, **23**(4), 353—357 (1967)
23. T. Hashizume, T. Maruyama, K. Nishizawa, K. Fukuhisa: Mean bone marrow dose of atomic bomb survivors in Hiroshima and Nagasaki, *J. Radiation Research*, **18**(1), 67—83
24. 橋詰 雅, 丸山隆司, 隈元芳一: 診断用X線による国民線量の推定 (1974). 第4報胎児の被曝線量, 日本医学放射線学会誌, **36**(7), 645—651 (1976)
25. 平岡 武, 川島勝弘, 星野一雄, 松済秀夫: 中性子線用組織等価物質の試作, 日本医放会誌, **36**(5), 420 (1976)
26. A. Shiragai, F. Sato, T. Hiraoka, T. Inada, K. Kawashima, and H. Matsuzawa: Kinetics of cell populations in the intestinal epithelium of mice after partial-body irradiations with X-ray and neutrons, *Int. J. Radiat. Biol.* **29**(4), 377—383 (1976)
27. 丸山隆司, 橋詰 雅, 西沢かな枝*, 安藤正一*, 篠田宏司*, 相沢 恒*: 歯科口内法撮影による国民線量の推定, 歯放誌, **17**(1), 52—63 (1977)
28. 丸山隆司: 速中性子線治療のための治療技術, *Jap. J. Cancer Clin.* **23**(4), 272—276 (1977)
29. 丸山隆司, 倉田泰孝, 本郷昭三: 医療用サイクロترون施設における残留放射能, *KURRI-TR-143*, 59—63, (1976)
30. 丸山隆司, 橋詰 雅, 西沢かな枝: 小児X線診断による国民線量への寄与, 小児外科・内科, **8**(7), 934—938, (1976)

〔化学研究部〕

1. K. Ichimura: Suppression and stimulation of the *in vitro* immune response by chlorpromazine, *Japan. J. Microbiol.* **20**(6), 551—554 (1976)
2. K. Imai, K. Watari, M. Izawa: Radiochemical uses of a non-ionic resins adsorbent of macro-reticular type, *J. Radioanal. Chem.* **36**(1), 125—131 (1976)
3. M. Zama, S. Ichimura: Induced circular dichroism of acridine orange bound to double-stranded RNA and transfer RNA, *Biopolymers*, **15**, 1693—1699 (1976)
4. M. Morimyo, Y. Shimazu, N. Ishii: Isolation and genetic analysis of amber *uvrA* and *uvrB* mutants, *J. Bacteriol.* **126**, 529—532 (1976)
5. M. Morimyo, Y. Shimazu: Evidence that the gene *uvrB* is indispensable for a polymerase deficient strain of *Escherichia coli* K-12, *Molec. gen. Genet.* **147**, 243—250 (1976)
6. S. Matsumoto: Onset time of signal for mitosis estimated from mitotic delays in UV-irradiated plasmodia of *Physarum polycephalum*, *Cell Str. Func.* **2**(2), 101—109
7. K. Mita, T. Okubo*, N. Ise*: Theoretical studies of polyelectrolyte "Catalysis" of ionic reactions part 2. — Interionic reactions between similarly charged species, *J. C. S. Faraday I*, **72**, 1033—1042 (1976)
8. K. Mita, T. Okubo*, N. Ise: Gegenion binding in aqueous solutions of tetra-alkylammonium polyacrylates and poly(styrene-sulphonates), *J. C. S. Faraday I*, **72**, 1627—1632 (1976)
9. M. Shikata*, S. Kim*, K. Mita, N. Ise*: "Catalysis" by anionic and cationic polyelectrolytes on reactions between cationic species: outer and inner sphere electron transfer reactions of Co complexes, *Proc. R. Soc. Lond. A*, **351**, 233—243 (1976)

〔生物研究部〕

1. L. Ernster*, K. Asami, K. Juntti*, J. Coleman*: Dynamics of membrane-associated energy-transducing catalysts. A study with mitochondrial adenosine triphosphatase inhibitor, *Structure of biological membranes* (ed. S. Abrahamsson and I. Pascher), 135—156 (1977)
2. T. Iwasaki, Y. Kumamoto: The effect of oxygen on the radiation sensitivity of *Artemia* eggs: A preliminary result of OER on dry eggs, *Radiat. Res.* **67**(1), 168—172 (1976)
3. I. Suyama, T. Iwasaki: Radiation-induced life span shortening of *Artemia* under different temperature

conditions, *Exp. Geront.* 11, 133—140 (1976)

4. T. Nakazawa, O. Yukawa, S. Ushijima, S. Fujimori: Effects of X-irradiation on drug-metabolizing enzyme systems in liver microsomes of male and female rats, *Radiat. Res.*, 66(2), 373—383 (1976)
5. Y. Hyodo - Taguchi, N. Egami: Cell population change in initiation of spermatogenesis following exposure to high temperature during sexually inactive seasons in the teleost, *Oryzias latipes*, *Annot. Zool. Japon*, 49(2), 96—104 (1976)
6. Y. Hyodo-Taguchi, N. Egami: Effect of X irradiation of spermatogonia of the fish, *Oryzias latipes*, *Radiat. Res.*, 67(2), 324—331
7. T. Yamaguchi, T. Hirobe*: The effect of chalone on the cell kinetics in the epidermis during wound Healing or organ culture, *Biochemistry of Cutaneous Epidermal Differentiation* (M. Seiji and I. A. Bernstein ed.) Univ. Tokyo Press, 181—201 (1977)
8. Akiko M. Ueno, H. Matsudaira: Comparison of single - strand breaks in the DNA of rat thymocytes induced by irradiated histidine and γ rays, *Radiat. Res.*, 67, 541—552 (1977)
9. Y. Hyodo-Taguchi, J. Tabachnik, K. Manaka: Effect of needle puncture and intradermal fluid injection on epidermal cell kinetics of albino guinea-pig skin, *Arch. Derm Res.*, 255, 83—92 (1976)

〔遺伝研究部〕

1. 塩見忠博, 佐藤弘毅: A temperature-sensitive mutant defective in mitosis and cytokinesis, *Experimental Cell Research*, 100, 297—302 (1976)
2. M. Hirai, S. Nakai: Dicentric yields induced by γ -radiation and chromosome arm number in Primates. *Mutation Research*, 43, 147—158 (1977)
3. 村田紀, 高山喜美子, 他: 千葉県における地域がん登録の役割と現状, 千葉県医師会報, 28(6), 7—15 (1976)
4. 安田徳一, 他: HLA Antigen in Japanese Populations, *Ann. J. Hum. Genet.* 28, 390—399 (1976)
5. 村田 紀, 戸張巖夫: Changes in frequency and allelism of recessive lethals in experimental populations of *Drosophila melanogaster*.

〔生理病理研究部〕

1. H. Ohara, T. Terasima: Colcemid effects on mitotic synchrony and synchronized cell, *Cell Structure and Function*, 1, 187—195 (1976)
2. T. Sado: Cellular aspects of immunity with special emphasis on the histocompatibility antigens and T-B cell interactions in antibody response, *Gunma Symposia on Endocrinology*, 12, 3—22 (1975)
3. T. Miyamoto, M. Watanabe, Y. Takabe, T. Terashima: Synchrony of Burkitt lymphoma cells induced by hydroxyurea, *Cell Structure and Function*, 1, 177—185 (1976)
4. T. Terasima, Y. Takabe, M. Watanabe, T. Miyamoto: Action of bleomycin on proliferating capacity of mammalian cells, *Gann Monograph*, 19, 63—82 (1976)
5. T. Terasima, Y. Takabe, M. Watanabe, T. Katsumata: Effect of bleomycin on cell survival and some implications for tumor therapy, *Progress in Biochem. Pharmacol*, 11, 68—77 (1976)
6. 宮本忠昭, 渡辺道典, 高部吉庸, 寺島東洋三: Tumor Cell Population Kinetics にもとづく Futraful の抗腫瘍作用の解析と単独・併用療法の投与諸原則, 癌と化学療法, 3, 155 (1976)
7. 高部吉庸, 渡辺道典, 宮本忠昭, 勝俣剛志, 寺島東洋三: ブレオマイシンのエールリッヒ腹水腫瘍細胞に対する致死効果, およびその最適投与方法の提案, 癌と化学療法, 3, 927—934 (1976)
8. A. Tsuboi, T. Kurotsu, T. Terashima: Changes in protein content per cell during Growth of mouse L cells, *Experimental Cell Research*, 104, 257—261 (1976)
9. T. Inada, T. Kasuga, I. Nojiri, T. Furuse, T. Hiraoka: Recovery in Burkitt lymphoma cells after X-ray irradiation, *Gann*, 67, 451—453 (1976)

10. T. Inada, T. Kasuga, I. Nojiri, T. Furuse, T. Hiraoka: Linear energy transfer-dependent radiosensitivity of Burkitt lymphoma cells, with special references to human melanoma, HMV, HeLa-S3, and L5178Y cells, *Gann*, **67**, 399—401 (1976)
11. I. Watanabe, T. Kasuga, I. Nojiri: Cell inactivation effects of melanoma extract on human melanoma (HMV) cells *in vitro*. In "Biochemistry of Cutaneous Epidermal Differentiation," 220—229, Eds, M. Seiji and I. A. Bernstein. Univ. Tokyo Press. (1977)

〔障害基礎研究部〕

1. S. Sasaki, M. Sakka: Arrest of metamorphosis induced by X-ray in flesh fly, *Sarcophaga peregrina*, *Radiation Research*, **67**, 361—370 (1976)
2. W. Nakamura, F. Sato, Y. Nishimoto, N. Kawashima: Prediction of radiosensitivity of a mouse from its physiological characteristics before X-irradiation, *Radiat. Res.* **65**(3), 500—510 (1976)
3. F. Sato, N. Kawashima, Y. Nishimoto, W. Nakamura: Prediction of radiosensitivity of individual mice by multi-dimensional analysis, *Folia Biologia*, **22**, 209—216 (1976)
4. 土屋武彦, 伊藤国彦, 他: ^{131}I で汚染された患者尿の処理装置について, 核医学, **13**(2)165—168 (1976)
5. 土屋武彦: 局所照射における免疫作用の役割, 抗腫瘍細胞性免疫について, 日医放誌, **36**(10) (1976)
6. J. Hayakawa*, T. Tsuchiya: The long term effect of single whole-body irradiation of Graft-versus Host reactivity in mice in comparison with the effect of bone marrow reconstitution and of continuous Irradiation, *Radiat. Res.*, **68**(1) (1976)
7. J. Hayakawa*, T. Tsuchiya: Plasma haptoglobin levels and radiation chimeras in mice, *Radiation Research*, **66**(2), 354—392 (1976)
8. M. Matsui, A. Shima*, N. Egami*: Autoradiographic detection of the template primer activities of DNA by exogenous DNA polymerases in fixed mouse tissues, *J. of the Faculty of Science, University of Tokyo Sec. IV*, **13**(4), 399—404 (1976)
9. 上島久正, 鹿島正俊, 松岡 理: 液体シンチレーションカウンタによる生物試料中プルトニウムの測定, 保健物理, **11**(2), 97—103 (1976)
10. H. Joshima, M. Kashima, O. Matsuoka: The effects of polymeric plutonium on erythrocyte Survival in mice, *J. Radiation Research*, **17**(3), 192—203 (1976)
11. Y. Toyokura, T. Takasu, O. Matsuoka: Experimental studies utilizing radio-nuclides of clequinol as tracer in vivo, *Jap. J. Medical Science and Biology*, **28**, 79—86 (1975)
12. S. Muramatsu, O. Matsuoka: Comparative studies of radiationinduced chromosome aberrations in several mammalian species, *Biological and Environmental Effects of Low-Level Radiation*, **1**, 229—236, (1975)

〔薬学研究部〕

1. H. C. Brown*, S. Ikegami, K-T. Liu, G. L. Tritle: Structural effects in solvolytic reactions. 14. Solvolysis of the 2-Aryl-2-benzolnorbornenyl p-Nitrobenzoates. Application of the tool of increasing electron demand as a test for π -Participation in high Exo:Endo Rate Ratios, *J. Am. Chem. Soc.* **96**, 2531—2536 (1976)
2. H. Inano, K. Mori, B. Tamaoki, J. Å. Gustafsson: *In vitro* metabolism of testosterone in hepatic tissue of *Eptatretus burgari*, *Gen. Comp. Endocrinol*, **30**, 258—266 (1976)
3. 稲野宏志, 玉置文一: ステロイド・ホルモン・レセプター「アンドロジェン」, 総合臨牀, **25**, 2123—2130 (1976)
4. T. Ozawa, A. Hanaki, H. Yamamoto: On a spectrally well-defined and stable source of superoxide ion, O_2^- , *FEBS Letters*, **74**, 99—102 (1977)
5. 大野忠夫, 色田幹雄: Hypoxic sensitizers: Potency of furylfuramide (AF-2) as a radiosensitizer in vitro, 癌の臨牀, **22**(9), 648—655 (1976)

6. M. Shikita, K. Tsuneoka: Non-oligomeric nature of porcine testicular 20α -hydroxysteroid dehydrogenase, *FEBS Letters*, **66**(1), 4—7 (1976)
7. M. Morisaki, K. Bannnai, N. Ikekawa, M. Shikita: Cholesterol 20, 22-epoxides: No conversion to pregnenolone by adrenal cytochrome P-450sec, *Biochem. Biophys. Res. Comm.* **69**(2), 402—488 (1976)
8. 色田幹雄, 稲野宏志, 玉置文一: ステロイドホルモン合成と電子伝達系, 代謝, **13**, 983—993 (1976)
9. M. Morisaki, S. Sato, N. Ikekawa, M. Shikita: Stereocemical specificity at carbon -20 and -22 of hydroxylated cholesterol for side-chain cleavage by adrenocortical cytochrome P-450sec, *FEBS Letters*, **72**, 237—340 (1977)
10. 鈴木桂子, 玉置文一: アンドロジェンの作用機序, 蛋白質, 核酸, 酵素, 別冊 1 月発行, 75—87 (1977)
11. S. C. Chery*, K. Suzuki, W. Saito, B. W. Harding: Effects of spironolactone, camenore and canuhoite-K on Cytochrome P-450sec and 18-hydroxylation in bovine and human adrenal cortical microsome, *Endocrinology*, **99**(4), 1097
12. 常岡和子, 色田幹雄: 骨髓細胞培養におけるコロニー形成促進因子(CSF)および赤血球因子の効果, 組織培養, **2**(5), 157—160 (1976)
13. 花木 昭: 金属錯体の触媒反応, 化学の領域, 増刊, **113**, 53—64 (1976)
14. A. Hanaki: An electron spin resonance study of the oxido-reductive interaction of Cu(II)-glycylglycine and cysteine in a neutral aqueous solution, *Chem. Letters*, 1225—1228 (1976)
15. 稲野宏志, 玉置文一: ステロイドホルモンの比較生物学, 代謝, **14**, 279—289 (1977)
16. H. Inano, S. Hayashi, B. Tamaoki: Prostate 3α -hydroxysteroid dehydrogenase: Its partial purification and properties, *J. Steroid Biochem.* **8**, 41—46, (1977)

〔環境衛生研究部〕

1. 阿部道子, 阿部史朗, 池田長生*: Volatility of ^{210}Po in airborne dusts in an atmosphere of argon, *Radioisotopes*, **25**, 413—414 (1976)
2. M. Abe, S. Abe, N. Ikeda*: Solubility of ^{210}Po contained in airborne dusts, *Radioisotopes*, **25**(10), 644—647 (1976)
3. 阿部史朗, 阿部道子: 試料中 $^{210}\text{Pb}(\text{RaD})$ - $^{210}\text{Bi}(\text{RaE})$ - $^{210}\text{Po}(\text{RaF})$ 放射能比の移り変り, 保健物理, **11**(4), 303—307 (1976)
4. 市川龍資, 白石義行, 稲葉次郎, 西村義一, 野田 豊: 哺乳期ビーグル犬における経口投与した ^{141}Ce の消化管残留と臓器分希, (幼児児における放射性核種代謝の特殊性に関する研究—II), 保健物理, **11**(3), 201—206, (1976)
5. Y. Nishimura, J. Inaba, R. Ichikawa: Whole body retention of $^{60}\text{CoCl}_2$ and ^{58}Co -cyanocobalamin in young and adult rats. *J. Rad. Res.* **17**, 240—246 (1976)
6. M. Suzuki-Yasumoto, J. Inaba: Absorption and metabolism of radioactive cobalt compounds through normal and wounded skins, Proceedings of an international seminar on diagnosis and treatment of incorporated radionuclides, *IAEA*, 119—136 (1976)
7. M. Uchiyama, S. Akiba, Y. Ohmomo, G. Tanaka, T. Watabe, T. Ishihara, Y. Takizawa: ^{203}Hg -labelled methyl chloride retention in man after inhalation, *Health Physics*, **37**, 335—342 (1976)
8. 鈴木和年, 岩田 鍾, 玉手和彦, 吉川喜久夫, 井戸達彦, 樫田義彦: サイクロトロンを用いた短寿命 R I の遠隔量産システムその開発と R I の生産, ラジオアイソトープ, **26**(2), 67—73 (1977)
9. C. Yamaguchi*, Y. Kasida, K. Suzuki, K. Tamate: A simple and easy way of calculating the MPC values for short-lived radionuclides, *KEK-Preprint-76-19*, (1977)

〔臨床研究部〕

1. T. Iinuma: Current research on radiological imaging in the National Institute of Radiological Sciences. *Workshop on tumor localization and treatment planning for heavy ions, Berkeley, Calif. U. S. A.* 1976.9.6

2. 飯沼 武, 遠藤真広, 梅垣洋一郎: 読影過程を含むX線診断等の定量的評価, (ROC曲線と情報理論による試み), ME学会誌, **14**(3), 200—206 (1976)
3. 浦野宗保, 小池幸子, 安藤興一, 根住直史, 鈴木康夫: 水性プレオマイシンの連続投与と油性プレオマイシンの腫瘍内投与の腫瘍増殖におよぼす効果, *Jap. J. Antibiotics*, **29**(8), 721—724 (1976)
4. 遠藤真広, 飯沼武: X線体軸断層像再構成の電子計算機によるシミュレーション, 放射線像研究, **6**(2), 70—77 (1976)
5. 遠藤真広, 飯沼武: X線体軸断層像再構成の電子計算機によるシミュレーション(第2報), 放射線像研究, **6**(4), 159—166 (1976)
6. M. Endo, T. Iinuma, Y. Umegaki, Y. Tateno, H. Tanaka, and K. Tsuchiya: Antomatd diagnosis of congenital dislocation of the hip, *Radiology*, **122**(1), 25—30 (1977)
7. S. B. Field*, S. Hornsey*, Y. kutsutani: Effects of fractionated irradiation on mouse lung and a phenomenon of slow repair, *British J. of Radiology*, **49**, 700—707 (1976)
8. Y. Tateno, H. Tanaka: Low-dosage X-ray imaging system employing flying spot X-ray microbeam, *Radiol*, **121**, 189—195 (1976)
9. 館野之男, 飯沼 武: 誤診などに関する用語提案, 医学のあゆみ, **97**(8),
10. 久津谷 謙, 恒元 博, 古川重夫: 膀胱癌治療の最適照射法に関する研究, 日医放学会雑誌, **36**(11), 140—147 (1977)
11. N. Fukuda, N. Yago: Population dynamics of mitochondria II. Turnover and aging of rat liver mitochondria, *J. Theoret. Biol*, **58**(1), 131—142 (1976)
12. 福田信男, 矢後長純: 加齢の細胞動態論的モデルと生命表のシミュレーション, 医学のあゆみ, **97**(9), 492—497 (1976)
13. 福田信男, 矢後長純: 成長, 成熟老化と死の細胞動態論的モデル, 総合臨床, **26**(1), 137—142 (1977)

〔障害臨床研究部〕

1. 河野晴一, 石原隆昭: Radiation-induced aneusomic clones in bone marrow of rats, *Mutation Research*, **35**, 121—128 (1976)
2. T. Kumatori: Clinical aspects of the effects of ionizing radiation, *The Effects of Environment on Cells and Tissues*, 123—135, Excerpta Medica (1976)
3. 熊取敏之: ビキニ被災者の20年間の臨牀的, 特に血液学的観察, 日本血液学会雑誌, **39**(6), 635—645 (1975)
4. I. Hayata, M. Oshimura, M. J. Martnello, R. M. Bannerman*, A. O. Sandberg*: Non-disjunction of an unusual X chromosome, *J. Medical Genetics*, **13**(4), 320—323 (1976)
5. 平嶋邦猛: 白血病と造血幹細胞, クリニカ, **3**(1), 55—60 (1976)
6. 平嶋邦猛: 血液幹細胞と放射線障害, 臨床科学, **13**(2), 174—186 (1977)

〔環境放射生態学研究部〕

1. M. Sumiya, Y. Ohmomo: Factors used for the estimation of radioactive nuclide intake through foodstuffs by inhabitants in Coastal Area of Ibaraki Prefecture (V), Consumption of marine Foods in Nakaminato City, 保健物理, **11**, 115—122 (1976)
2. 本間美文, 平田 照: イネの生育およびカドミウム吸収移行におよぼす亜鉛共存の影響, 日土壌肥料学誌, **47**(7), 314—320 (1976)
3. 本間美文, 平田 照: イネのカドミウム吸収移行におよぼす亜鉛の影響, 日土壌肥料学誌, **48**(2), 49—52, (1977)

〔海洋放射生態学研究部〕

1. M. Ishikawa, T. Koyanagi, M. Saiki: Studies on the chemical behaviour of ^{106}Ru in sea water and its

uptake by marine organisms-(1), Accumulation and excretion of ^{106}Ru by clam, *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* **42**(3), 287—297 (1976)

2. T. Ueda, Y. Suzuki, R. Nakamura: Comparison of influences of sediments and sea water on accumulation of radionuclides by worms, *J. Radiat. Res.* **18**(3), 84—92 (1977)
3. Y. Suzuki, R. Nakamura, T. Ueda: Radioecology of ^{60}Co in Urazoko Bay: Correlation between levels of ^{60}Co in sargassoes and marine sediments, *J. Radiat. Res.* **17**(3), 115—126 (1976)
4. Y. Nagaya, K. Nakamura: ^{90}Sr and ^{137}Cs contents in the surface water of the adjacent seas of Japan and the North Pacific during 1969—1973, *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **32**(5), 228—234 (1976)

〔技術部〕

1. 福久健二郎, 飯沼 武: 癌の放射線治療病歴管理システムと生存率計算, 臨床放射線, **21**(6), 557—558 (1976)
2. 福久健二郎, 飯沼 武, 松本 徹, 永井輝夫: I A E シンチグラフィ技術の国際相互比較プログラムについて 情報処理学会医療情報研究会資料, M I **15**(3) (1977)
3. 富田静男, 早尾辰雄, 内田晴康, 沢田卓也: 雌雄同居 (1:1) 飼育によるマウスの繁殖成績と寿命について, 実験動物, **25**(3), 135—140 (1976)
4. K. Suzuki, R. Iwata: A novel method for the production of ^{13}NN proton irradiation of an aqueous solution of ammonia, *Radiochemical and Radioanalytical Letters*, **28**, 263—268 (1977)
5. 鈴木和年, 岩田 鍊, 玉手和彦, 吉川喜久夫, 井戸達雄, 樫田義彦: サイクロトロンを用いた短寿命 R I の遠隔量産システム, —その開発と R I 生産—, *Radioisotopes*, **26**, 67—73 (1977)

〔病院部〕

1. 荒居竜雄, 森田新六, 栗栖 明: 子宮頸癌放射線治療による局所障害—低線量率および高線量率腔内照射の相違について, 癌の臨床**22**(15), 1417—1423 (1976)
2. 荒居竜雄, 森田新六, 梅垣洋一郎: 進行癌はどこまでなおせるか, 一放射線療法の立場から: 子宮頸癌Ⅲ期の放射線治療—, 臨床婦人科産科, **31**, 23—28 (1977)
3. 宮本忠昭, 外: Tumor cell population kinetics にもとづく Futraful の抗腫瘍作用の解析と単独・併用療法の投与諸原則, 癌と化学療法, **3**(6), 1225—1235 (1976)
4. S. Morita, T. Arai, A. Kuris: Evaluation of postoperative radiotherapy in cancer of the uterine cervix *Jap. J. Cancer Clin.* **22**, 771—776 (1976)

B 総説, その他

〔物理研究部〕

1. 石原豊秀*, 加藤 朗*, 山本峯澄*, 丸山隆司: 放射線管理計測法, 日本保健物理学会 (1976)

〔生物研究部〕

1. 岩崎民子: Artemia の出産様式と温度および飼料との関係, 動物学誌, **85**, 229—236 (1976)
2. 岩崎民子: 磁気的生物学的効果—核融合炉開発において考慮すべき問題, 放射線科学, **20**(3), 47—55 (1977)
3. 江藤久美: 魚類の生殖腺および胚発生に対する放射性核種の影響, 保健物理, **11**(3), 183—191 (1976)

〔遺伝研究部〕

1. 平井百樹: ヒトの染色体, 自然科学と博物館, **43**(2), 89—92 (1976)
2. 福田 俊: サル類の飼育および衛生管理, 放射線科学, **19**(4) (1976)

- 517
3. 堀 雅明, 中井 斌: 低レベルトリチウムの遺伝的効果について, 保健物理, **11**, 1—11 (1977)
 4. 田中克己, 徳永千代子, 安徳田一, 戸張巖夫: 「スターン人類遺伝学」原書第3版, 岩波書店, (1976)

〔生理病理研究部〕

1. 佐渡敏彦: 免疫遺伝学, 遺伝, **30**(12), 143—153 (1976)
2. 関 正利: CFU-S と CFU-C, 臨床科学, **13**(2), 193 (1977)
3. 寺島東洋三: 腫瘍・宿主関係からみた腫瘍治療 (序論), 癌の臨床, **22**, 637 (1976)
4. 吉田和子, 関 正利: *in vitro* CA膜法による造血コロニー, 組織培養, **1**(5), 14—18 (1976)
5. 渡部郁雄, 寺島東洋三: 細胞の同調培養法, 医学のあゆみ, **100**(8), 635 (1977)

〔障害基礎研究部〕

1. 佐藤文昭: 加齢に伴う腎の変化, 医学のあゆみ, **97**(9), 488—491 (1976)
2. 松岡 理: 線量の不均等分布と生物効果, 一タンプリンのホットパーティクル提案をめぐって—, *Radioisotopes*, **25**(10) (1976)
3. 松岡 理: タンプリンの提案からNRCの却下まで, 放射線科学, **19**(11), 201—204 (1976)
4. 松岡 理: 放射線の人体への影響と職業被曝, 日本獣医師会誌, **29**(12), 661—666 (1976)
5. 松岡 理: 低線量放射線の内部被曝への影響, 原子力工業, **2**, 22—26 (1976)
6. 松岡 理: プルトニウムに関する線量効果関係, 環境放射能研究シンポジウム (線量効果関係と閾値の問題) *KURRI-TR147*, 21—26 (1976)

〔環境衛生研究部〕

1. 阿部史朗: NBS シンポジウム放射線の安全使用のための測定とNBS (米国標準局), 保健物理, **11**(3), 239—251 (1976)
2. 阿部史朗: NBS (米国標準局), 放射線科学, **19**(7), 127—130 (1976)
3. 阿部史朗: 一言の撫でた巨象NBSアイソトープニュース, (9), 14—17 (1976)
4. S. Abe, M. Abe, K. Fujitaka, K. Fujimoto: A Selected Bibliography on Natural Radiation I. Primordial Radioactive Nuclides, *NIRS-M-16*, i—v, 1—72 (1977)
5. 樫田義彦: 放射性医薬品, I 核種の選定, II 放射核種の製造, 核医学大系, **7**, 実業公報社, (1976)
6. 市川龍資: ソ連の原子力発電所設計衛生規則について, 保健物理, **11**(3), 227—230 (1976)
7. 市川龍資: 放射性物質と食物連鎖, 広領域研究, **1**(4), 6—9 (1977)
8. 鈴木間左支: 職業性障害の歴史と展望, 労働衛生, **17**(7) (1976)

〔臨床研究部〕

1. 飯沼 武: 物理と医学II 核医学—原子核物理の応用, 日本物理学会誌, **32**(2), 95—99 (1977)
2. G. W. Reed, 飯沼 武, 武沢訳: 物理と医学XLeed大学の医用物理学科—その成立から今日に至るまで, 日本物理学会誌, **32**(2), 167—172 (1977)
3. 梅垣洋一郎: 臨床医学の展望, 臨床放射線医学治療面, 日本医事新報, (2714), 12—27 (1976)
4. 梅垣洋一郎: コンピュータトモグラフィ—はどう発展するか, 映像情報, **8**(7), 12—15 (1976)
5. 飯沼 武: コンピュータを用いた体軸断層像の構成 (特別講演), 第7回画像工学コンファレンス論文集, **30**
6. 梅垣洋一郎: 現代外科学大系年刊追補, 放射線療法, 中山書店, 253—267
7. 梅垣洋一郎: 加速器の医学利用, *Radioisotopes*, **26**(1), 49—59 (1977)

8. 梅垣洋一郎：放射線治療—加速器の医学利用を中心として，日本物理学会誌，**32**(2)，109—118 (1977)
9. 梅垣洋一郎：がん治療と加速器，総合臨床，**26**(2)，298—309 (1977)
10. 梅垣洋一郎，遠藤真広：コンピュータトモグラフィと放射線医学の将来，映像情報，**8**(16)，14—19 (1976)
11. 梅垣洋一郎：サイクロトロンに関連した放射線医学，医学のあゆみ，**100**(1)，221 (1977)
12. 遠藤真広，梅垣洋一郎：新しいX線撮像法—コンピュータ断層撮影—，医用電子と生体工学，**14**(5)，369—378 (1976)
13. 久津谷 譲：治療と診断に利用できる重粒子線，新医療，**3**(8)，90—95 (1976)
14. 須田善雄，飯沼 武：X線処理，電子通信学会誌，**59**(11)，1230—1236 (1976)
15. 館野之男，飯沼 武：R I イメージング，電気 I D 学会連合大会論文集，**4**，67—70 (1976)
16. 館野之男：各種 C T の概況と将来の展望，胃と腸，**11**(12)，1553—1561 (1976)
17. 力武知之：著明な低酸素血症を示した肝硬変症例，日本胸部臨床，**35**(12)，(1976)

〔障害臨床研究部〕

1. 石原隆昭：被曝線量に関連して，生物学的方法による線量の推定，広島医学，**29**(3)，307—310 (1976)
2. 熊取敏之：放射線障害，新内科大学系，**59**(B)，159—191，中山書店，(1976)
3. 熊取敏之：ビキニ被災者20年間の臨床的観察，広島医学，**29**(3)，123—128 (1976)
4. 早田 勇：人癌と染色体異常，細胞，**8**(12)，13—26 (1976)

〔環境放射生態学研究部〕

1. 鎌田 博：雨水，ちり中の放射性核種濃度分布、分析機器，**15**(3)，1—14，23 (1977)

〔技 術 部〕

1. 長沢文男：放医研における動植物管理と施設，実験動物技術，**11**(11)，1—4 (1976)
2. 富田静男，早尾辰雄，沢田卓也：C3 H マウス (SPF) の分娩可能日齢と産仔数について (中間報告)，実験動物，**25**(3)，135—140 (1976)

〔養成訓練部〕

1. 飯田博美：放射線に関する S I 単位，非破壊検査，**25**(4)，203—204 (1976)
2. 飯田博美：新しい放射線単位，放射線管理実務，**1**(3)，6—8 (1976)
3. 飯田博美：アジアの原子力，中部原子力情報，**48**，1—4 (1976)
4. 飯田博美：電離放射線の分野における S I 単位，東京放射線，**23**(8)，16—18 (1976)
5. 飯田博美：放射線の新しい単位，日本放射線技師会誌，**23**(8)，22—25 (1976)
6. 河野宗治，小島昌治*：原子核研究，電気工学年報 (電気学会)，338—339 (1976)

〔病 院 部〕

1. 栗栖 明：サイクロトロンによる癌の速中性子線治療，日本医事新報，**2730**，28—31 (1976)
2. 佐原伸子：R I センターにおける脳神経関係検査の介助，看護技術，**22**(8)，143—149 (1976)
3. 森田新六，荒居竜雄，栗栖 明：子宮頸癌術後放射線治療の検討，癌の臨床，**27**(10) (1976)

C □ 頭

〔物理研究部〕

1. 稲田哲雄:高速中性子源と癌治療への応用, 第24回応用物理学会, 慶応大学, 1976.3.26
2. 稲田哲雄, 河内清光, 金井達明, 久津谷 譲, 遠藤真広: K E Kブースターの医学利用, 日本医学放射線学会, 第13回物理部会, 福島市, 1976.5.11
3. 稲田哲雄: 中性子線量当量の推定—L E T分布推定を利用した場合—, 第13回理工学における同位元素研究発表会, 国立教育会館, 1976.7.1
4. 稲田哲雄, 河内清光, 金井達明: バンドグラフを用いた厚いLiターゲット(d,n)反応による中性子生成, 日本原子力学会, 昭和51年秋の分科会, 日本原子力研究所, 東海研究所, 1976.10.5
5. 稲田哲雄: 高エネルギー放射線の人体への影響, 京大原子炉実験所短期研究会, 1976.11.24
6. 稲田哲雄: 病院内設置加速器のプロポーザル, 第8回放医研シンポジウム, 1976.12.10
7. 加藤義雄: 線量測定その3—T L D—, 日本医学放射線学会, 物理部会, 福島市, あづま荘, 1976.5.10
8. 加藤義雄, 橋詰 雅, 西村明久*, 浦橋信泰**, 鎌田力三郎**, 辛嶋 博***, 込山豊蔵***: 診断用X線線量のT L Dによる相互比較(1), 日本医学放射線学会, 物理部会, 福島市, あづま荘, 1976.5.11
* 川崎大 ** 日大 *** 兵庫がんセンター
9. 加藤義雄: トロトラストのドシメトリー, 影響学会, 広島, 1976.10.8
10. 金井達明, 河内清光, 稲田哲雄: サイクロトロン陽子線の深部線量分布(ブラッグ・ピーク)補正用デグレター, 日本医学放射線学会, 第32回物理部会, 神奈川県民ホール, 1976.11.13
11. 川島勝弘: 中性子計測の問題点—生物医学利用, 産業計測標準委員会研究会, 1976.11.5
12. 川島勝弘: 線量測定, 第8回放医研シンポジウム, 1976.12.9
13. 河内清光, 金井達明, 稲田哲雄: 診断用陽子線のポリスチレン多重層通過に伴うエネルギー分布の算定, 日本医学放射線学会, 第32回物理部会, 神奈川県民ホール, 1976.11.13
14. 河内清光, 金井達明, 稲田哲雄: サイクロトロンを用いた厚いLiおよびBe(d,n)反応による中性子生成, 日本原子力学会, 昭和51年秋の分科会, 日本原子力研究所, 東海研究所, 1976.10.5
15. 河内清光, 金井達明, 稲田哲雄: サイクロトロンによる細束陽子線深部深量, 日本医学放射線学会, 第13回物理部会, 福島市, あづま荘, 1976.5.11
16. 河内清光: 医療用電子線線量分布計算への年令拡散方程式の応用, 京大原子炉短期研究会, 京大原子炉実験所, 1976.8.2—3
17. 喜多尾憲助, 河野宗治, 佐藤彦次郎: ^{111}Ag の励起準位, 日本物理学会, 1976年秋の分科会, 福井大学, 1976.10.2
18. 田中栄一, 野原功全: 画像処理によるコリメーター隔壁透過の修正, 第16回日本核医学会, 久留米市, 石橋文化センター, 1976.11.4
19. 田中栄一: 横断シンチグラフィにおける欠損の検出能, 第16回日本核医学会, 久留米市, 石橋文化センター, 1976.11.4
20. 田中栄一: 医用イメージ測定技術, 第15回原子力総合シンポジウム, 国立教育会館, 1976.3.1
21. 田中栄一, 飯沼 武: 横断イメージングにおける補正関数と画質, 日本医学放射線学会, 物理部会, 福島市, あづま荘, 1976.5.11
22. 田中栄一: Development of gamma camera technology — A possibility of a high speed gamma camera, 第1回アジア大洋州医学会議, シドニー, 1976.9.6—9
23. 中島敏行, 松沢隆嗣, 高橋正夫: 高感度弗化リチウムT L Dの試作, 応用物理学会, 仙台, 1976.10.2

24. 中島敏行: TLD特性の理論的考察, 応用物理学会, 仙台, 1976.10.2
25. 中島敏行, 村山義彦, 松沢隆嗣: 高感フッ化リチウムTLDの特性, 原子力学会「昭和51年秋の分科会」, 原研東海, 1976.10.6
26. 中島敏行, 松沢隆嗣, 村山義彦, 前川 寛, 大島俊則: 弗化リチウム系高感度TLDについて, 影響学会, 広島 1976.10
27. 中島敏行, 村山義彦, 加藤義雄, 松沢隆嗣, 橋詰 雅: 試作高感度 LiF-TLD の諸特性, 日本医学放射線学会, 物理部会, 横浜, 1976.11.13
28. 中島敏行: Theoretical consideration on response of thermoluminescence dosimeter, 5th Intern. Conf. on Luminescence Dosimetry, Feb. 1977 São Paulo, Brasil 2/14
29. 野原功全, 田中栄一, 松本 徹, 飯沼 武, 館野之男: ガンマカメラによるポジトロンイメージングとその画像処理, 第16回日本核医学会, 久留米市, 石橋文化センター, 1976.11.4
30. 野原功全, 富谷武浩, 田中栄一, 飯沼 武, 須田善雄: 高速多結晶型シンチグラム装置, 第16回日本核医学会, 久留米市, 石橋文化センター, 1976.11.4
31. 野原功全: 短寿命陽電子放出核種のイメージング, 第8回放医研シンポジウム, 1976.12.10
32. 橋詰 雅, 松沢秀夫, 加藤義雄, 稲田哲雄, 隈元芳一: 放医研医療用サイクロトロン, 日本医学放射線学会, 福島市, 文化センター, 1976.5.13
33. 平岡 武, 川島勝弘, 星野一雄, 松沢秀夫: 対電離箱 飽和特性 その2 円筒型, 日本医学放射線学会, 物理部会, 福島市, あづま荘, 1976.5.10
34. 平岡 武, 川島勝弘, 星野一雄, 松沢秀夫: 放医研サイクロトロンの出力測定, 日本医学放射線学会, 福島市, 県文化センター, 1976.5.12
35. 星野一雄, 川島勝弘, 平岡 武, 久津谷 譲: 放医研サイクロトロンからの中性子線量分布, 日本医学放射線学会, 福島市, 県文化センター, 1176.5.12
36. 丸山隆司, 稲田哲雄, 平岡 武, 河内清光, 川島勝弘, 金井達明, 橋詰 雅, 恒元 博, 久津谷 譲, 梅垣洋一郎, 荒居竜雄, 栗栖 明, 岡崎 実: 放医研サイクロトロンの速中性子治療用コリメーターの特性, 日本医学放射線学会, 福島市, 市福祉会館, 1976.5.14
37. 丸山隆司, 白貝彰宏, 山口 寛, 橋詰 雅, 倉田泰孝, 村越善次, 岡本延夫, 本郷昭三: 放医研サイクロロン施設の保健物理的測定, 日本医学放射線学会, 福島市, 文化センター, 1976.5.12
38. 丸山隆司: 治療技術, 第8回放医研シンポジウム1976.12.9
39. 丸山隆司, 福久健二郎, 橋詰 雅, 和田 允*, 西沢かな枝*: サイクロトロンおよびバンデグラーク中性子の分布の比較, 日本放射線影響学会第19回, 広島, 1976.19.10
40. 和田 允*, 丸山隆司: ^{252}Cf 中性子線の LET 分布の測定, 日本放射線影響学会第19回, 広島, 1976.10.10
41. 森武三郎*, 丸山 隆*, 津屋 旭(癌研), 畠山 茂(東医歯大), 加藤義雄: わが国の「トロトラス」注入剖検例の系統的検索(第2報), 日本医学放射線学会, 福島市, 市福祉会館, 1976.5.12 (* 神奈川衛生短大)
42. 山口 寛: 大きさの異なる人体への MIRD の適用について—その4—, 日本医学放射線学会, 物理部会, 福島市, あづま荘, 1976.5.11
43. 山口 寛: 大きさの異なる人体への MIRD の適用について—その2—, 日本保健物理学会, 1977.2.19

〔化学研究部〕

1. 東 智康, 鈴木桴之(東海大医), 尾辻 望(九大薬): 大腸菌の狭窄形成過程に関する研究—界面活性剤を突然変異株を用いての解析, 微生物をめぐる分子生物学とその薬学領域における応用面シンポジウム第3回, 長崎大学 1976.10.29
2. 市村幸子, 三田和英, 座間光雄: ポリー-L-アルギニンの二価陰イオンによる構造転移, 日本生物物理学会第15回年会, 広島大学, 1976.10.14

3. 今井靖子, 渡利一夫, 伊沢正実: 巨大網状構造合成吸着樹脂の放射化学への利用(4)ルテニウムの吸着(その1), 第20回放射化学討論会, 静岡大学, 1976.10.5
4. 河村正一, 黒滝克己, 柴田貞夫, 竹下 洋: フェロシアン化金属塩沈殿生成による RI の捕集, 第20回放射線化学討論会, 静岡大学, 1976.10.5
5. 河村正一, 柴田貞夫, 黒滝克己, 竹下 洋, 塩崎 愈(海上保安庁): 放射性セリウムの放射化学分析の検討, 日本放射線影響学会第19回大会, 広島大学, 1976.10.9
6. 黒滝克己, 河村正一: 尿素クロム錯塩水溶液の熱力学的性質, 日本化学会, 第35秋季年会, 北海道大学, 1976.8.29
7. 浦田幸秀*, 鳥居和郎*, 三井幸雄*, 沢田文夫, 飯高洋一*: X線分析法による R Nase-S と葉酸フラグメントおよび 4-チオウリジル酸との相互作用の研究, 日本生物物理学会第15回年会, 広島大学, 1976.10.12 (* 東大薬)
8. 沢田文夫, 入江昌親*: リボヌクレアゼと葉酸の相互作用, 日本生物物理学会第15回年会, 広島大学, 1976.10.12 (* 星薬大)
9. 座間光雄, 市村幸子: RNA に結合したアクリジンオレンジの誘起円二色性, 日本生物物理学会第15回年会, 広島大学, 1976.10.12
10. 柴田貞夫, 河村正一: 3-acetyl-d-camphor によるアミノ酸の不斉ラセミ化反応(第3報), 第26回錯塩化学討論会, 北海道大学, 1976.8.31
11. 森明充興, 島津良枝: 大腸菌 pol A⁻ uvr B⁻ のサプレッサー変異 spu について, 日本遺伝学会第48回大会, 大阪, (日本生命中島ビル), 1976.10
12. 松本信二: フィザルムの核小体の大きさと細胞周期, 日本細胞生物学会, 仙台市民会館, 1976.11.19
13. 松本信二: 紫外線照射による次の核分裂周期の短縮, 京大原子炉短期研究会, 京大原子炉実験所, 1976.2.22

〔生物研究部〕

1. 青木一子, 松平寛通: Methylazoxy methanol acetate によるメダカ肝腫瘍形成と作用時間についての検討, 日本環境変異原研究会第5回発表会, 東大医科研, 1976.10.16
2. Asami, K., Yasumasu, I*, Fujiwara, A*: Electron transport system of sea urchin eggs and its activation upon fertilization., 10th International Congress of Biochemistry, Congress Hall Hamburg, 1976.7.26 (* 早稲田大学)
3. 浅見行一, 中沢 透, 安増郁夫*, 藤原昭子*: ウニ卵ミトコンドリアの活性に及ぼす Ca イオンの作用, 日本動物学会第47回大会, 広島大学, 1976.10.2 (* 早稲田大学)
4. 岩崎民子, 須山一兵, 卵生により生じたアルテミア卵の孵化について, 日本動物学会, 第47回大会, 広島大学, 1976.10.4
5. 岩崎民子, 丸山隆司, 隈元芳一: アルテミア卵に対するサイクロトロンからの中性子線照射の影響, 日本放射線影響学会, 広島大学, 1976.10.8
6. 江藤久美, 田口泰子: メダカに対する中性子線 2 分割照射の影響, 日本放射線影響学会第19回大会, 広島大学, 1976.10.8
7. 大山ハルミ, 山田 武: 細胞間期死におよぼす温度の影響, 日本放射線影響学会, 第19回大会, 広島大学, 1976.10.9
8. 田口泰子: メダカの精子形成に対する γ 線の連続照射の影響, 日本放射線影響学会, 第19回大会, 広島大学, 1976.10.10
9. 中沢 透, 布川友之: 好・嫌気条件におけるミトコンドリアのエネルギー共役と脂質の動態との関連, 生化学会第49回大会, 北海道大学, 1976.9.2
10. 中沢 透, 湯川修身, 内海耕健*: γ 線照射及び superoxide radical による肝小胞体薬物代謝酵素系の変動と脂質過酸化との関連性について, 日本放射線影響学会, 第19回大会, 広島大学, 1976.10.8 (* 外来研究員)
11. 中沢 透, 布川友之*, 吉岡 保*: 嫌気状態の肝細胞におけるミトコンドリアエネルギー共役とアデニンヌク

レオチド, 生体エネルギー研究会, 第2回討論会, 大阪科学技術センター, 1976.12.21

(* 千葉大・理・生物) (** 倉敷成人病センター)

12. 松平寛通, 古野育子, 吉沢公利: r 線照射による培養細胞のDNA損傷とその修復, 第35回日本癌学会総会, 経団連ビル, 1976.10.7
13. 松平寛通, 古野育子, 吉沢公利: DNAポリメラーゼ反応による培養細胞DNAの r 線損傷ならびに修復の検出, 日本放射線影響学会, 第19回大会, 広島大学, 1976.10.8
14. 山口武雄: 細胞周期上, 特に G_1 期における表皮 Chalone の作用時点, 日本動物学会, 第28回関東支部大会, お茶の水女子大学, 1976.4.3
15. 山口武雄: Effect of chalone on cell kinetics in the epidermis during wound healing or organ culture, Japan - U. S. Seminar, 仙台市, 長陵会館 (東北大・医), 1976.6.2-4
16. 山口武雄, 江口清美, 山合友一朗: 器官培養した表皮の細胞周期に対する Chalone の効果, 日本動物学会第47回大会, 広島大学, 1976.10.3
17. 山合友一朗, 山本芳弘*, 山口武雄, 鶏胚終脳形成時の細胞動態, 日本動物学会第47回大会, 広島大学, 1976.10.3
(* 千葉大学)
18. 山口武雄, 広部知久, 塗師恵子: 全身照射後のマウス表皮における細胞数および Chalone 含量の変化, 日本放射線影響学会第19回大会, 広島大学, 1976.10.9
19. Yukawa, O., Nakazawa T.: Mitosomal drug metabolizing system in rat liver during development, 10th International Congress of Biochemistry, Congress Hall Hamburg, 1976.7.27

〔遺伝研究部〕

1. 稲葉浩子, 溝淵 潔*: バクテリオファージ BF23 の FST-DNA の機能, 分子生物学シンポジウム, 武田薬品研究所, 1976.12.15
(* 東大・理・生化)
2. 佐伯哲哉, 町田 勇, 中井 斌: 酵母におけるガンマ線致死の液体保持回復の機構, 日本放射線影響学会第19回大会, 広島大学総合科学部, 1976.10.9
3. 佐藤弘毅: A mammalian cell mutant with an altered alanyl-tRNA synthetase, The First International Conference on Cell Biology, Sheraton-Boston, Massachusetts, U. S. A., 1976.9.6
4. 佐藤弘毅: 培養哺乳類細胞の復帰変異について, 日本遺伝学会第48回大会, 大阪, 日本生命, 中之島研究所, 1976.10.29
5. 高橋永一, 平井百樹, 戸張巖夫, 中井 斌: カニクイザル末梢リンパ球における r 線誘発染色体異常の線量率効果, 日本遺伝学会第48回大会, 大阪日本生命, 中之島研究所, 1976.10.29
6. 高橋永一, 小竹 隆*, 近藤典生*: マダガスカル産原猿7種の核型分析による系統関係, プリマテス研究会, 日本モンキーセンター, 1976.3.12-13
(* 進化生物学研究所)
7. 戸張巖夫: キイロシヨクジョウバエにおけるアイソザイム多型と染色体多型の相互関係について, 日本遺伝学会第48回大会, 大阪日本生命, 中之島研究所, 1976.10.28
8. 戸張巖夫, 松田宗男*, 戸張よし子*: アイソザイム多型と染色体多型の相互関係, 文部省野沢班研究発表会, 京大豊長研, 1976.2.21-22
(* 都立大)
9. 中井 斌: 遺伝的影響の推定, 原子力安全研究総合発表会, 全共連ビル, 1976.5.22
10. 中井 斌: 酵母における突然変異と回復, 酵母細胞研究会, 日本女子大, 1976.12.18
11. 中井 斌, 町田 勇, 佐伯哲哉: Genetic pathways of rad genes controlling radiation-induced recombination and repair, 8th International Conference yeast genetics and molecular biology, Shlensee. West Germany, 1976.8.29-9.4
12. 中井 斌, 町田 勇, 佐伯哲哉: 酵母の放射線傷害回復のgenetic pathway, 酵母遺伝学集団会, 東京都勤労会館, 1976.10.11
13. 平井百樹, 尾本恵市(東大), 三沢省吾*, 原田勝二*: フィリピン集団遺伝学的研究IV, フィリピン人における

Y染色体の形態的変異について, 日本人類学会第30回大会, 名古屋愛知会館, 1976.11.13 (* 筑波大)

14. 平井百樹: 染色体からみた霊長類の進化, 京大霊長類研究所シンポジウム, 京大霊長研, 1976.2.24-26
15. 平井百樹, 高橋永一, 森谷純子, 長 文昭*, 本庄重男*: カニクイザルの集団細胞遺伝学的研究, プリマーテス研究会, 日本モンキーセンター, 1976.3.12-13 (* 予研・獣疫部)
16. 福田 俊, 長 文昭*, 本庄重男*: カニクイザルの骨の成長に関する研究一回肢の骨の長さの成長と骨輪核の発育, 第21回プリマーテス研究会, 日本モンキーセンター, 1976.3.12 (* 予研)
17. 堀 雅明, 中井 斌: r線の急照射および連続照射によるヒト培養リンパ球での染色体異常, 日本放射線影響学会第19回大会, 広島大学総合科学部, 1976.10.8
18. 堀 雅明: 有核生物での染色体DNAの複製一特に複製単位について, 日本遺伝学会第48回大会, 大阪, 日本生命中之島研修所, 1976.10.29
19. 町田 勇, 佐伯哲哉, 吉川邦衛, 中井 斌: 酵母における環境変異原高感受性テスター, 日本環境変異原研究会, 東大医科研, 1976.10.16
20. 町田 勇, 佐伯哲哉, 中井 斌: 酵母の放射線感受性の遺伝的支配, 日本遺伝学会第48回大会, 大阪, 日本生命中之島研修所, 1976.10.29
21. 安田徳一: 突然変異の統計遺伝学的研究, 放医研大会議室, 1976.5.17
22. 安田徳一: HLAの集団遺伝学, 血液センターセミナー, 東海大学医学部, 1976.5.25
23. 辻 公美*, 安田徳一, その他5名: Comparative Study between Gastric Cancer Patient and Normal Healthy Control Against HLA Antisera, First International Symposium on HLA and Disease, パリ, フランス, 1976.6.23-25 (* 東海大医)
24. 安田徳一, 辻 公美*: HLAと胃がんの関連について, 日本人類遺伝学会第21回大会, 京都, 京都会館, 1976.11.19 (* 東海大医)
25. 藤木慶子*, 田辺敬子*, 中島 章*, 安田徳一: 先天性盲における遺伝的荷重, 日本人類遺伝学会第21回大会, 京都, 京都会館, 1976.11.19 (* 順天堂大医・眼)
26. 安田徳一: ヒトのHLAの集団遺伝学, 九州大学理学部生物学セミナー, 九州大理学部, 1976.2.5

〔生理病理研究部〕

1. 大原 弘, 浦野宗保, 鈴木和年, 安藤興一, 小池幸子: ヒト肝癌細胞の放射線感受性, 放射線影響学会, 広島大学, 1976.10
2. 大原 弘, 他: 抗腫瘍性物質クロロカルシンの作用機作について, 癌学会, 東京経団連ホール, 1976.10
3. 春日 孟: 実験動物の癌—SPFマウスにおける自然発生癌および放射線誘発癌について(シンポジウム老化と癌化), 老人研—日本学術会議老化研連, 共催老人研, 1976.12.3
4. 春日 孟, 野尻イチ, 古瀬 健, 久保えい子, 野田攸子, 菅野晴夫, 坂元吾偉: 色素形成の強いヒト黒色腫培養細胞株(HMV-II), 癌学会, 東京経団連ホール, 1976.10
5. 岡田安弘, 羽倉 明: ポリオーマウイルス ts-121 でトランスフォームした細胞(121-6-5)の形質発現における温度影響について, ウィルス学会, 名古屋, 1976.10
6. 佐々木俊作, 春日 孟, 佐藤文昭: 胎仔期または幼若期のマウスへのX線照射による晩発影響: 各種腫瘍の発生率, 日本放射線影響学会, 広島大学, 1976.10
7. 佐渡敏彦: 骨髄移植の免疫学, 京大原子炉短期研究会, 京大原子炉(大阪府熊取), 1976.6.25
8. 佐渡敏彦, 小林 森, 片岡 泰, 黒川ひろみ, 神作仁子: 免疫機能に対する放射線の晩発効果に関する研究II, 脾に含まれるT, Bリンパ球のMitogen及び同種抗原に対する反応性の検討, 日本放射線影響学会, 広島, 1976.10
9. 関 正利, 吉田和子: CA膜培養法(造血コロニー法)の腫瘍研究への応用, 第65回日本病理学会総会, 仙台市民会館, 1976.5.21
10. 大和田英美, 河野俊彦, 林 豊, 関 正利: 肺線維化巣へのPolonium 210(発癌性物質)の沈着に関する実験的研究, 第65回日本病理学会総会, 仙台市民会館, 1976.5.22

11. M. Seki: Symposium: Regulation of Granulopoiesis. "Regulation of granulopoiesis studied by means of in vivo and in vitro CA membrane methods", 第16回国際血液学会議, 国立京都国際会議場, 1976.9.8
12. 関 正利: In vitro CA 膜法による造血コロニーと腫瘍コロニー, セミナー, 千葉癌センター, 1976.5.27
13. 中村 弥, 古瀬 健, 春日 孟: S P F マウスにおける放射線骨髓死と栓球輸血の効果, 日本放射線影響学会, 広島大学, 1976.10
14. 中村 弥, 古瀬 健, 春日 孟: Comparative Studies on Radiation-Induced Thrombocytopenic Death in SPF and CV Mice of a Same Strain, 第16回国際血液学会, 京都国際会館, 1976.9
15. 古瀬 健, 中村 弥, 野田攸子, 松本恒弥, 春日孟: S P F マウスにおける放射線造血器障害死一脳出血と血小板輸血, 日本放射線影響学会, 広島大学, 1976.10
16. 古瀬 健, 久保あい子, 春日 孟: 黒色腫の転移形成率におよぼす放射線の影響, 癌学会, 東京経団連ホール, 1976.10
17. 吉田和子, 関 正利: In vitro CA 膜法の改良と赤芽球系コロニー形成, 第38回日本血液学会総会, 日本都市センター, 1976.4.11
18. K. Yoshida, M. Seki: Hematopoietic colony formation in vitro with peritoneal macrophage-fibroblast layer, 第16回国際血液学会議, 国立京都国際会議場, 1976.9.6
19. Raymond U., 丸山隆司, 渡部郁雄: NIRS サイクロトロン速中性子線の各種培養細胞に対する不活化効果, 日本放射線影響学会, 広島, 1976.10
20. 渡部郁雄, 春日 孟, 野尻イチ: 悪性黒色腫抽出物質のヒト培養黒色腫細胞 (HMV) に対する細胞不活化効果について, 日本組織培養学会, 東京, 1976.11
21. T. Terashima, Y. Takabe, M. Urano, M. Watanabe, T. Miyamoto: Cell survival kinetics after bleomycin administration, Symposium on Nitrosourea and Bleomycin (US-Japan Cooperative Cancer Research Program), Kona, Hawaii. (1976)

〔障害基礎研究部〕

1. 小島栄一: 抗栓球血清によるマウス造血系の放射線障害の修飾, 日本放射線影響学会第19回大会, 広島大学総合科学部, 1976.10.9
2. 佐々木俊作: 胎児期・幼児期の放射線照射による晩発性影響, 第16回日本先天異常学会総会, シンポジウム, 名古屋港湾会館, 1976.9.18
3. 佐々木俊作, 春日 孟, 佐藤文昭, 川島直行: 胎仔期または幼若期のマウスへのX線照射による晩発影響: 各種腫瘍の発生率, 日本放射線影響学会第19回大会, 広島大学総合科学部, 1976.10.10
4. 茅野文利*, 佐藤文昭, 佐々木俊作: dd Y マウスにおけるX線一回照射の晩発効果, 特に腫瘍発生率の増加について, 第65回日本病理学会総会, 仙台市市民会館, 1976.5.22 (* 国立予研)
5. 佐藤文昭, 茅野文利*, 佐々木俊作, 川島直行: X線の部分照射によるマウスの晩発障害: 死因統計と寿命短縮, 日本放射線影響学会第19回大会, 広島大学総合科学部, 1976.10.10 (* 国立予研)
6. 土屋武彦: 「低線量率放射線の生物学的影響の推定に関する諸問題」NCRP 報告, NAS-NRC 勧告を中心として, 第9回原子力安全研究総合発表会, 全共連ビル, 1976.5.20
7. 土屋武彦: 免疫系に対する放射線の晩発効果, 京大原子炉短期研究会, 京大原子炉研 (熊取), 1976.5.20
8. 土屋武彦: 個体での放射線作用における免疫機構の関与について第2報, 日本放射線影響学会第19回大会, 広島大学総合科学部, 1976.10.10
9. 南沢 武, 土屋武彦: 脳の局所血流へのX線照射の影響について(予報), 日本放射線影響学会第19回大会, 広島大学総合科学部, 1976.10.10
10. 松井美恵子, 嶋 昭紘*, 江上信雄**: マウス組織切片での細菌のDNA合成酵素に対する銅基活性の検出, 日本放射線影響学会第19回大会, 広島大学総合科学部, 1976.10.8 (* 滋賀医科大学, ** 東大理)
11. 鹿島正俊, 上島久正, 松岡 理: プルトニウムの組織沈着特性, 第81回日本獣医学会, 日本都市センター, 1976.4.7

12. 福田 俊, 富田静男, 松岡 理: 骨の成長に関する比較実験動物学的研究, 第1報 マウスにおける骨の成長と骨化, 日本実験動物研究会, 第11回研究発表会, 農協ビル, 1976.8.26
13. 鹿島正俊, 上島久正, 小林宏子, 松岡 理: プルトニウム投与動物の肝および脾におけるDNA合成, 日本放射線影響学会第19回大会, 広島大学, 1976.10.7
14. 松岡 理: トロトラス研究の今日的意義, 日本放射線 影響学会第19回大会, 広島大学, 1976.10.6-5
15. 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 多段階処理の考え方とその可能性の実証, 日本保健物理学会, 東京都立産業会館 6 階ホール, 1976.2.21
16. 小泉 彰, 福田 俊, 松岡 理: 放射性動物死体の処理に関する基礎的研究, 第2報 マイクロ波加熱脱水処理の検討, 日本保健物理学会, 東京都立産業会館 6 階ホール, 1976.2.21
17. 佐々木俊作, 春日 孟, 佐藤文昭: 胎仔期マウスへのX線照射による肺腫瘍, 日本癌学会第35回総会, 経団連会館, 1976.10.5
18. 福田 俊, 長 文昭*, 本庄重男*: カニクイザルの骨の成長に関する研究, 四肢の骨の長さの成長と骨端核の発育, 第21回プリマーテス研究会, 日本モンキーセンター, 1976.3.12 (* 予研)

〔薬学研究部〕

1. 小針孝司*, 渡辺周次*, 池上四郎: Betamethazone - 1, 2 - ^3H 17 - Benzoate の合成, 日本薬学会第96年会, 名古屋, 1976.4.5 (* 研究生)
2. 池上四郎, 清水保夫*, 浅井 武*, 大石洵一: 隣接基関与の存在する系における Hammett 則, 日本薬学会第96年会, 名古屋, 1976.4.7 (* 研究生)
3. 池上四郎, 浅井 武*, 大石洵一, 清水保夫*: 隣接基関与のある系における Hammett 則, 第27回有機反応機構討論会, 仙台市民会館, 1976.12.9 (* 研究生)
4. 池上四郎, 浅井 武*, 清水保夫*, 上田順市, 大石洵一: 加溶媒分解反応における Dual β -S- 関与について, 第5回有機硫黄リソ化合物討論会, 筑波大学大学会館, 1977.2.9 (* 研究生)
5. 野津 薫*, 稲野宏志, 鈴木桂子, 森 誠*, 玉置文一: ステロイド代謝酵素反応における水素転位の立体特異性, 日本薬学会第96年会, 名古屋, 1976.4.5 (* 研究生)
6. 稲野宏志, 玉置文一: 睾丸のステロイド-17 β -水酸基・脱水素酵素の分子量測定, 日本薬学会, 名古屋, 1976.4.6
7. 稲野宏志, 川倉一彦*, 玉置文一: 超遠沈法によるステロイド-17 β -水酸基・脱水素酵素の active form の解析, 第24回日本内分泌学会東部部会総会, 東京(都市センター), 1976.10.2
8. 大石洵一, 清水保夫*, 室田常行**, 池上四郎: 含硫黄環状化合物の合成と反応, 第9回復素環化学討論会, 福岡(電気ホール), 1976.10.26 (* 研究生) (** 実習生)
9. 大石洵一, 清水保夫*, 池上四郎: 反応中間体としての Episulfonium Ion について, 日本薬学会第96年会, 名古屋, 1976.4.7 (* 研究生)
10. 大野忠夫, 色田幹雄: 吉田肉腫細胞培養液中の骨髓細胞増殖因子(CSF)の性質, 日本薬学会第96年会, 名古屋, 1976.4.6
11. T. Ohno, M. Shikita: Colony-stimulating factor(s) from medium conditioned to Yoshida sarcoma cells, The 16th International Congress of Hematology Kyoto, 1976.9.9
12. 小沢俊彦, 花木 昭, 山本晴彦*: Superoxide Ion O_2^- の生成とその性質に関して, 日本薬学会第96年会, 名古屋, 1976.4.5 (* 東大)
13. 小沢俊彦, 花木 昭, 山本晴彦*: Superoxide Ion O_2^- の生成とその分光学的性質, 日本化学会第35秋季年会, 北海道大学, 1976.8.30 (* 東大)
14. 小沢俊彦, 花木 昭, 山本晴彦*: Superoxide Ion O_2^- (酸素の活性種) の分光学的性質, 第3回反応と合成の進歩シンポジウム, 東京(薬学会館), 1976.11.4 (* 外来研究員)
15. 小沢俊彦, 花木 昭, 山本晴彦*: Superoxide Ion O_2^- (酸素の活性種) の分光学的性質およびその挙動, 第5

回酵素類似様機能をもつ有機化学反応の研究会, 大阪府立大学, 1976.3.31 (* 北大薬)

16. 色田幹雄, 森崎益雄, 坂内 清, 池川信夫: Cholesterol 20, 22-epoxide は副腎皮質 cytochrome P-450_{sc} の反応中間体ではない, 日本生化学会, 北海道大学, 1976.9.1
17. M. Shikita, K. Tsuneoka, Y. Takagi, K. Hirashima: Enhancement of the action of Colony-Stimulating Factor by soluble component(s) of erythrocytes, The 16th International Congress of Hematology, Kyoto, 1976.9.9
18. 色田幹雄, 常岡和子: 睾丸 20 α -ヒドロキシステロイド脱水素酵素はモノマー酵素である, 第24回日本内分泌学会東部部会, 東京都市センター, 1976.10
19. 鈴木桂子, 玉置文一: 雄ラット腎臓におけるテストステロンの代謝および 5 α -ダイヒドロテストステロン結合蛋白, 日本薬学会第96年会, 名古屋, 1976.4.6
20. 鈴木桂子, 玉置文一: 雄ラット腎臓によるテストステロンから, 5 α -ジヒドロテストステロンへの変換, および サイトソールリセプター蛋白による 5 α -ジヒドロテストステロンの核へのとりこみ (*in vitro*), 第24回日本内分泌学会, 東部々会東京 (都市センター), 1976.10.2
21. 玉置文一: Recent Progress on Androgen Receptor, 癌研セミナー, 東京, 1976.4.6
22. 玉置文一: アンドロジェンの生成と作用, 造血研究会, 東京, 経団連ビル, 1976.5.8
23. 玉置文一: ステロイドホルモンのレセプター, 阪大生理化学懇談会, 大阪, 1976.5.14
24. B. Tamaoki: Testosterone Metabolism in vitro in Hepatic Tissue of a Hagfish, *Eptatretus burgeri* Karolinska Institutet, (Stockholm), 1976.7.29
25. B. Tamaoki: Recent Studies in Testicular 17 β -Hydroxysteroid Dehydrogenase, Erasmus Univ. Dept. of Biochemistry, (Rotterdam), 1976.8.2
26. 玉置文一: 男性ホルモン等の作用機構にまつわる問題点, 第24回日本内分泌学会東部々会 (シンポジウム), 東京 (都市センター), 1976.10.2
27. H. Inano, B. Tamaoki: Biochemical Studies on 17 β -Hydroxysteroid Dehydrogenase Purified from Porcine Testicular Microsomes, International Congress of Endocrinology (Hamburg), 1976.7.19
28. 玉置文一: 分子レベルからみた内分泌, 千葉大医学部, 千葉大医学部講堂, 1976.12.9
29. 常岡和子, 色田幹雄: 顆粒球の増殖を促す赤血球成分, 日本薬学会第96年会, 名古屋, 1976.4.6.
30. 花木 昭: Oxidaseモデル反応としての錯体触媒反応—チオール類の自動酸化の機構—日本薬学会, 名古屋, 1976.4.5.

〔環境衛生研究部〕

1. 阿部史朗: 測定法等の基準化 (環境における放射能測定), 第7回原子力施設と沿岸海洋シンポジウム (施設周辺の環境放射能モニタリング), 気象庁講堂, 1976.11.17
2. 阿部史朗: 体外被曝線量測定研究の現状と問題点, 第4回放医研環境セミナー, 放医研, 1976.11.19
3. 阿部史朗, 岩島 清*, 笠井 篤**, 清水 誠***: 海底土試料中の放射性核種の測定, 第2回原子力安全専門研究会, 京大原子炉, 1976.11.25 (* 国立公衆衛生院), (** 原研), (***) 東京大学農学部)
4. 阿部史朗: モニタリング上の問題と解析, 環境放射線測定専門委員会成果報告会, 虎ノ門共済会館, 1976.1.26
5. 阿部道子: ²¹⁰Po の環境中における挙動, 第22回障害防止研究部会 (原安協), 霞山会館, 1976.10.27
6. 新井清彦, 樫田義彦, 武田 洋: HTO培養作物のT分布(2), 日本放射線影響学会, 広島 (広島大学), 1976.10.9
7. 市川龍資: 米国ALAP公聴会論争における問題点, 第4回放医研環境セミナー, 放医研, 1976.11.18
8. 稲葉次郎: man-remあたりコストの文献的検討, 日本保健物理学会円卓討議, 学士会館, 1976.6.24
9. 稲葉次郎, 西村義一, 武田 洋, 樫田義彦, 市川龍資: ラットにおける1回投与 THO の全身残留および臓器分布の年令依存, 第19回日本放射線影響学会, 広島大学, 1976.10.8

10. 稲葉次郎: Cost-benefit 比較における集団線量軽減の価値, 第4回放医研環境セミナー, 放医研, 1976.11.18
11. 稲葉次郎, 西村義一, 武田 洋, 樫田義彦, 市川龍資: 幼若期ラットにおけるTHO代謝, 日本保健物理学会第12回研究発表会, 都立産業会館, 1977.2.21
12. 井上義和, 岩倉哲男, 樫田義彦: 最近('73-'76)の環境中のトリチウムレベルについて, フォールアウトおよび原子力施設からの寄与, 第19回日本放射線影響学会, 広島大学, 1976.10.9
13. 岩倉哲男, 新井清彦, 樫田義彦: 降下性 ^{14}C の調査, 第18回放射線調査研究成果発表会, 放医研, 1976.11.11
14. 内山正史, 鈴木 正: フォールアウト ^{137}Cs による乳児の全身内部被曝線量の推定, 第19回日本放射線影響学会, 広島大学, 1976.10.10
15. 岡林弘之: 硝酸プルトニウムエアロゾルを吸入させたラットの肺内における Pu-Am の挙動の相異, 第19回日本放射線影響学会, 広島大学, 1976.10.9
16. Y. Kashida, K. Suzuki, R. Iwata, K. Yoshikawa K. Tamate: Safety handling for cyclotron production of radiopharmaceuticals, 1st Symp. Radiopharm. Chem. Brookhaven Nat. Lab., (Upton, N. Y. USA) 1976.9.22
17. 樫田義彦, 井上義和, 岩倉哲男: 環境中におけるトリチウムの測定調査, 第18回放射能調査研究成果発表会, 放医研, 1976.11.11
18. 樫田義彦: 「核融合にともなう環境および生物的問題」シンポジウム, 3. トリチウム研究における問題点, 第19回日本放射線影響学会, 広島, (広島大学), 1976.10.10
19. 樫田義彦: 軟 β 放射核種の測定について, 日本私立大学連盟放射性障害防止連絡会, 東京, (私学会館), 1976.12.1
20. 木村健一, 市川龍資: アサリにおける ^{59}Fe の取込みと排泄について, 第19回日本放射線影響学会, 広島大学, 1976.10.10
21. 高橋一好*, 桃田道彦*, 阿部道子: 高温型サーモフラクトの試作, 第12回熱測定討論会, 名古屋大学, 1976.10.10
(* 理学電機科)
22. 武田 洋, 新井清彦, 樫田義彦: トリチウムの生物への影響, トリチウム水のラッテへのとりこみ, 日本薬学会第96回年会, 名古屋 (愛知県産業貿易館), 1976.4.5
23. 武田 洋, 樫田義彦: 溶解法による生物試料の液シン測定, 一最近市販の溶解剤を用いて, 第13回理工学における同位元素研究発表会, 国立教育会館, 1976.7.1
24. 西村義一, 稲葉次郎, 市川龍資: ^{57}Co -Cyanocobalamin のラット胎児における取込みと妊娠時間との関係について, 第19回日本放射線影響学会, 広島大学, 1976.10.10

〔臨床研究部〕

1. 安藤興一, 恒元 博, 小池幸子, 浦野宗保: マウス食道粘膜の細胞動態—正常及びX線照射後の回復過程について, 第35回日医放総会, 福島県文化センター, 1976.5.14.
2. 飯沼 武: 医用画像の読影と画像処理, 第35回日医放総会, 福島県文化センター, 1976.5.12.
3. 飯沼 武: 体軸横断層撮影, TV学会シンポジウム, 東京機械振興会館, 1976.7.7.
4. 飯沼 武: CTの現状と将来—その基礎的問題, 成医会総会, 慈恵医大高木講堂, 1976.10.14.
5. 飯沼 武: Third intercomparison on computer-assisted scintigraphic techniques, IAEA symposium, Los Angeles Hotel Ambassador, 1976.10.25.
6. 飯沼 武, 館野之男, 橋詰 雅, 北島 隆: 胃集検の利益と危険の評価, 第22回日医放物理部会, 神奈川県民ホール, 1976.10.13—14.
7. 飯沼 武: 粒子線ラジオグラフィの診断への応用, 放医研シンポジウム, 放医研, 1976.12.9.
8. 井戸達雄: $^{18}\text{F}\cdot\text{F}_2$ の大量製造, 理研シンポジウム, 理化学研究所, 1976.12.8.
9. 井戸達雄: 医用RIの製造, 放医研シンポジウム, 放医研, 1976.12.9.

10. 入江俊章, 福士 清, 内川 澄, 樫田義彦, 野崎 正 (理研): ^{18}F -標識アミノ酸誘導体の合成(phenylalanine tryptophan)とラット生体内での分布と代謝 (第II報), 日本薬学会第96年会, 名古屋愛知産業貿易会館, 1976.4.6.
11. 入江俊章, 福士 清, 館野之男, 樫田義彦, 野崎 正 (理研): $\text{F}-18$ による標識合成法の最近の進歩について, 第16回核医学会総会, 石橋文化センター, 1976.11.4.
12. 入江俊章, 他: ^{18}F 標識核酸塩素とアミノ酸, 理研シンポジウム, 理研, 1976.12.8.
13. 岩田 鍊, 鈴木和年, 井戸達雄, 樫田義彦, 野崎 正: R I 診断用短寿命放射性気体のオンライン製造システム, 第13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, 1976.6.30.
14. 岩田 鍊, 鈴木和年, 吉川喜久夫, 玉手和彦, 樫田義彦, 野崎 正 (理研): ^{11}C 及び ^{13}N 標識ガスの製造, 第16回核医学学会総会, 石橋文化センター, 1976.11.4.
15. 岩田 鍊, 鈴木和年: ^{13}N , ^{11}C , ^{15}O の製造, 理研シンポジウム, 理研, 1976.12.8.
16. 梅垣洋一郎: 放射線治療の現況と将来, 第28回日本産婦人科学会特別講演, 1976.5.23.
17. 梅垣洋一郎: R I 放射線の医学利用における最近の進歩, 第13回理工学における同位元素研究発表会特別講演, 東京国立教育会館, 1976.7.3.
18. 梅垣洋一郎: 医用画像処理, T V 学会シンポジウム, 東京機械振興会館, 1976.7.7.
19. 梅垣洋一郎: 放射線診断の定量化, 日本ME学会計量診断治療研究会, 文部省統計数理研究所, 1976.7.21.
20. 梅垣洋一郎: コンピュータトモグラフィーの癌診断への応用原理と装置, 日本癌治療学会パネルディスカッション, 仙台市市民会館, 1976.10.2.
21. 梅垣洋一郎: 癌治療の現況と将来—放射線療法, 九州医学会, 熊本市市民会館, 1976.11.13.
22. 梅垣洋一郎: 医学的に見た加速器科学への要望, 放医研シンポジウム, 放医研, 1976.12.10.
23. 梅垣洋一郎: 放射線治療の基礎的問題, 第10回脳神経外科特別問題懇談会, 経団連会館, 1977.2.25.
24. 梅垣洋一郎: 放射線療法の効果判定規準と臨床評価, 放射線による制癌シンポジウム, 医歯大講堂, 1977.2.26.
25. 浦野宗保, 安藤興一, 小池幸子: 実験腫瘍細胞の動態に対する放射線の影響, 第35回日医放総会, 福島県文化センター, 1976.5.12.
26. 浦野宗保: 放射線と化学療法剤との併用に関する基礎, 兵庫県がん研究会, 神戸国際ホテル, 1976.6.12.
27. 針木康夫, 浦野宗保, 安藤興一, 森 辻, 小池幸子: Potentially lethal damageのrepairについて, 広島大学, 1976.10.10.
28. 浦野宗保, 小池幸子, 鈴木康夫, 安藤興一: Low LETおよびHigh LET照射後のマウス腫瘍細胞のpotentially lethal damageの回復, 第19回放射線影響学会, 広島大学, 1976.10.10.
29. M. Urano, O. Nesumi, K. Ando, S. Koike, N. Ohhama: Repair of potentially lethal radiation damage in a spontaneous animal tumor in WHO, IAEA symposium, IAEA hall, Vienna, Austria, 1976.11.26.
30. 浦野宗保: 高LET放射線の生物学的効果, 放医研シンポジウム, 放医研, 1976.12.10.
31. 浦野宗保: 放射線および抗癌剤の基礎的な問題, 2. 放射線療法の立場から, 第7回放射線による制癌シンポジウム, 東京医科歯科大学, 1977.2.25.
32. 遠藤真広: 先天性股関節脱臼の自動診断, 第15回ME学会シンポジウム, 愛知産業貿易会館, 1976.4.27.
33. 遠藤真広, 飯沼 武: 体軸断層像の再構成アルゴリズム (第1報) 1次元フィルター法の計算機シミュレーションによる検討, 第31回日医放物理部会, 飯坂温泉あづま荘, 1976.5.11.
34. 遠藤真広, 飯沼 武: 低線量X線像のシミュレーションによる創出とその処理の検討, 第35回日医放, 福島市福祉会館, 1976.5.12.
35. 遠藤真広, 飯沼 武: 体軸断層像再構成の計算機によるシミュレーション, R I 研究会, 東東NAC会議室, 1976.6.19.
36. 遠藤真広, 飯沼 武: 電子計算機による体軸断層像再構成のシミュレーション, (第2報) ファンビームの再構

成アルゴリズム, 日医放32回物理部会, 神奈川県民ホール, 1976.11.27.

37. 遠藤真広, 飯沼 武: X線体軸断層像再構成の電子計算機によるシミュレーション, (第2報) ファンビームの再構成アルゴリズム, 第50回 R I I 研究会, 放医研, 1976.11.27.
38. 遠藤真広, 飯沼 武, 館野之男, 須田義雄, 竹中栄一: C T断層像の画質比較, 第5回断層撮影法研究会, 福岡国際ホール, 1977.2.12.
39. 久津谷譲, 古川重夫, 恒元 博: 最適線量分布の検討(第3報), 第31回日医放物理部会, 飯坂温泉あづま荘, 1976.5.10.
40. 久津谷譲, 川島勝弘, 星野一雄, 平岡 武: サイクロトロンによる速中性子線の線量分布計算法, 第31回日医放物理部会, 飯坂温泉あづま荘, 1976.5.10.
41. 久津谷譲, 恒元博, 梅垣洋一郎, 飯沼 武, 荒井龍雄, 森田新六, 岡崎実, 栗栖 明, 丸山隆司, 稲田哲雄, 隈元芳一: サイクロトロンによる速中性子線治療システム, 第35回日医放総会, 福島県文化センター, 1976.5.13.
42. 久津谷譲, 飯沼 武, 古川重夫, 福久健二郎, 荒井龍雄, 森田新六: N S D, T D F による子宮頸癌治療の線量評価, 第32回日医放物理部会, 神奈川県民ホール, 1976.11.13.
43. 久津谷譲, 飯沼 武, 恒元 博, 浦野宗保, 中島康夫, 梅垣洋一郎, 岡崎 実, 熊谷和正, 荒井龍雄, 森田新六: 放医研速中性子線治療計画システム, 第32回日医放物理部会, 神奈川県民ホール, 1976.11.13.
44. 小池幸子, 浦野宗保, 安藤興一: マウス腫瘍放射線治療の局所発癌について, 第35回日医放生物部会, 福島県文化センター, 1976.5.13.
45. 須田善雄, 梅垣洋一郎, 飯沼 武: 動態画像システム, 第35回日医放総会, 福島県文化センター, 1976.5.12.
46. 須田善雄, 梅垣洋一郎, 飯沼 武: デジタル型ビデオデジタメトリシステム, 日医放第32回物理部会, 神奈川県民ホール, 1976.11.14.
47. 須田善雄, 梅垣洋一郎, 飯沼 武: 二次元 256k Priority Encoder の設計及び動態画像収集システムへの応用, 第50回 R I I 研究会, 放医研, 1976.11.27.
48. 館野之男, 田中 仁: X線マイクロビームを利用した診断装置(第二報)一装置の概要一, 第35回日医放総会, 福島県文化センター, 1976.5.12.
49. 中田勝雄, 館野之男, 他: チャンネルプレートの放射線診断領域における応用一透視診断について一, 第35回日医放総会, 福島県文化センター, 1976.5.12.
50. 内山 暁, 館野之男, 他: 心機連動装置を利用した心動態機能検査, 第35回日医放総会, 福島県文化センター, 1976.5.12.
51. 土屋恵一, 館野之男他: チャンネル増幅器を利用した低線量股関節撮影装置, 第35回日医放総会, 福島県文化センター, 1976.5.14.
52. 松本 徹, 館野之男, 飯沼 武, 福久健二郎, 秋山芳久: 電算機処理による Xe-133 肺シンチグラムの局処機能検査への利用, 第35回日医放総会, 福島県文化センター, 1976.5.14.
53. 高崎克彦, 館野之男他: チャンネルプレートの R I 領域における利用, 第35回日医放総会, 福島県文化センター, 1976.5.14.
54. 川名正直, 館野之男他: 食道癌の放射線治療, 第35回日医放総会, 福島県文化センター, 1976.5.14,
55. Y. Tateno, H. Tanaka: Dynamic Scanner, An Imaging System Employing Flying Spot X-ray Microbeam, Society of Nuclear Medicine, 23rd Annual Meeting, Dallas, Texas, USA, 1976.6.10.
56. 館野之男: ダイナミックスキャナーについて, 東北医学会, 仙台市星陵会館, 1976.10.1.
57. 館野之男: コンピュータトモグラフィーの癌診療への応用 J E O L スキャナーの使用経験, 日本癌治療学会, 仙台市市民会館, 1976.10.2.
58. Y. Tateno, et al : Imaging system employing a flying spot X-ray microbeam generator, International Symposium on CT., NIH, Bethesda 米国, 1976.10.11.
59. 恒元 博: 放医研サイクロトロンによる治療経験, 放医研シンポジウム, 放医研, 1976.12.10.

60. 恒元 博, 梅垣洋一郎, 浦野宗保, 森田新六: Cyclotron による速中性子線臨床トライアル,
61. 恒元 博, 梅垣洋一郎, 森田新六: 放医研における速中性子線治療トライアル, 文部省がん特別研究, 癌の基礎的研究班, 経団連会館, 1977.2.19.
62. 恒元 博: 放医研における速中性子線治療の現況, 文部省科学研究費総合研究発表会, 東京大学, 1977.2.19.
63. 恒元 博: 臨床放射線治療における問題点, 悪性腫瘍の核生物医学シンポジウム, 京大原子炉実験所, 1977.3.16.
64. 福士 清, 入江俊章, 内川 澄, 樫田義彦, 野崎 正 (理研): ^{18}F 及び ^{181}F で標識Puriue誘導体の合成と, マウスでの生体内分布及び代謝について (第2報), 日本薬学会第96年会, 名古屋愛知産業貿易会館, 1976.4.6.
65. 福士 清, 入江俊章, 館野之男, 樫田義彦, 野崎 正 (理研): ^{18}F -標識化合物の臨床応用の検討, 第16回核医学会総会, 石橋文化センター, 1976.11.4.
66. 福士 清: 放射性ハロゲン標識ステロイド, 理研シンポジウム '理研', 1976.12.8.
67. 福田信男, 他: $^{13}\text{NH}_4\text{Cl}$ による肝の Tunetional Imaging, 第16回核医学会総会, 石橋文化センター1976.11.4.
68. 福田信男, 矢後長純 (マリアンナ医大): 成長, 成熟, 老化と死の細胞動態論的モデル, シンポジウム, エイジングにおける生体保持機構の発達とその破綻, 東京(株)エイザイ講堂, 1977.2.5.
69. 古川重夫, 恒元 博, 小池幸子: X線, 速中性子線照射後の tumor nest response, 第35回日医学会総会, 福島県文化センター, 1976.5.14.
70. 秋山芳久, 国保能彦, 松本 徹, 飯沼 武: 脳腫瘍の Delayed Scan における認識能, 第35回日医放総会, 福島県文化センター, 1976.5.13.
71. 松本 徹, 福田信男, 飯沼 武, 福久健二郎, 秋山芳久, 木村敬二郎, 長谷川鎮雄: ^{133}XC -Dynamic image による肺局所機能の解析, 第35回日医放総会, 福島県文化センター, 1976.5.14.
72. 松本 徹, 飯沼 武, 館野之男, 小武知云, 福久健二郎, 宿谷武治: ガンマカメラオンライン電子計算機Xシステムによる各次元情報入れ (生理的信号とエネルギー信号), 日医放第32回物理部会, 神奈川県民ホール, 1976.11.14.
73. 松本 徹: ガンマ・カメラの感度不均一性の測定について (プレトリーセッション), 第16回核医学会総会, 石橋文化ホール, 1976.11.4.
74. 福士 清, 入江俊智, 内川 澄, 樫田義彦, 野崎 正: Preparation of ^{18}F -labeled amino acids and purine bases, and their organ distribution in rats and mice, 8th International Symposium on Fluorine Chemistry, Kyoto, Japan, 1976.8.22.~27.
75. 野崎 正, 福士 清, 入江俊章: On some radiohalogen deriuatiues of cholesterol, 1st International Symposium on Radiopharmaceutical Chemistry, Upton, N. Y., USA, 1976.6.21.~24.

〔障害臨床研究部〕

1. 石原隆昭, 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): 分染法による40症例の検討, 第38回日本血液学会総会, 東京, 都市センター, 1976.4.10
2. Ishihara, T. and Kumatori, T.: Chromosome changes and radiation dose in Japanese fishermen and laborers exposed to Iridium-192, 16th International Congress of Hematology, Kyoto International Conference Hall, 1976.9.8
3. 大山ハルミ, 山田 武: 細胞間期死におよぼす温度の効果, 日本放射線影響学会19回大会, 広島大学, 1976.10.9
4. 大山ハルミ: 高温処理による間期死の抑制, 京大原子炉短期研究会, 放射線生化学の基礎過程, 京大原子炉実験所, 1976.2.22
5. 平嶋邦猛, 熊取敏之: 実験白血病に関する研究一放射線照射による造血幹細胞の FRIEND 白血病ウィルスに対する感受性の変化について, 第38回日本血液学会総会, 東京, 都市センター, 1976.4.10
6. Hirashima, K. and Kumatori, T.: The increased susceptibility of hematopoietic stem-cells to Friend leukemia virus in the repopulating period, 16th International Congress of Hematology, Kyoto International Conference Hall, 1976.9.7

7. Hirashima, K. and Kumatori, T.: Age-related changes of hematopoiesis, 16th International Congress of Hematology, Kyoto International Conference Hall, 1976.9.6

〔環境放射生態学研究部〕

1. 大桃洋一郎, 住谷みさ子, 根本陽子: 茨城県沿岸原子施設周辺における食品消費実態調査, 第18回放調発表会, 放医研講堂, 1976.11.12
2. 鎌田 博: ^{90}Sr の飲料用地下水への流出パターンについて, 原子力学会, 東海村, 1976.10.6
3. 鎌田 博, 渡部輝久, 清水みち子: 陸上試料の調査, — ^{90}Sr の飲料用地下水への流出パターンについて—, 第18回放調発表会, 放医研講堂, 1976.11.12
4. 鎌田 博: 土壌中における RI の移動のパラメーター, 放射性廃棄物の地上保管研究専門委員会, (原子力学会), 1976.9.20
5. 河村日佐男, 田中義一郎, 野村悦子: 人体中微量元素のフレームレス原子吸光分析—放射性同位体による元素気化挙動の検討, 日本分析化学会第25年会, 新潟大学, 1976.10.12
6. 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海産物の消費実態調査(Ⅱ)平潟, 日本放射線影響学会第19回大会, 広島大学, 1976.10.9
7. 住谷みさ子, 根本陽子, 大桃洋一郎: 原子力施設周辺乳幼児のミルクと葉菜の消費調査, 日本放射線影響学会第19回大会, 広島大学, 1976.10.9
8. 田中義一郎, 河村日佐男, 野村悦子: 人骨中の ^{90}Sr について, 第18回放射能調査研究成果発表会, 放医研講堂, 1976.11.12
9. 本間美文: イネのカドミウム吸収移行に及ぼす亜鉛の影響(その4), 土壤肥料学会, 神戸大学, 1976.4.2

〔海洋放射生態学研究部〕

1. 石井紀明, 鈴木浜治, 飯村満江, 小柳 卓: 海産生物中の微量元素の定量—Ⅲ, 昭和51年度日本水産学会秋季大会, 下関水産大学校, 1976.10.10
2. 上田泰司, 中村良一, 鈴木 譲: 海産二枚貝の放射能汚染, 昭和51年度日本水産学会秋季大会, 下関水産大学校 1976.10.10
3. 上田泰司: 指標生物の考え方, 第7回原子力施設と沿岸海洋シンポジウム, 気象庁, 1976.11.17
4. 上田泰司: 海底堆積物から生物への放射性核種の移行, (堆積物→生物), 51年度第2回原子力安全専門研究会, 京都大学原子炉実験所, 1976.11.25
5. 小柳 卓, 飯村満江: 放射性核種の存在形態と海産生物への濃縮, 日本放射線影響学会第19回大会, 広島大学, 1976.10.10
6. 鈴木浜治, 石井紀明, 小柳 卓: 海洋環境試料中のジルコニウムの定量(第1報), 海産生物中のジルコニウムの定量と生物濃縮, 第20回放射化学討論会, 静岡大学, 1976.10.6
7. 長屋 裕: 海底堆積物中の放射性核種, (海水→堆積物), 51年度第2回原子力安全専門研究会, 京都大学原子炉実験所, 1976.11.25

〔養成訓練部〕

1. 佐藤孝次郎*, 喜多尾憲助, 河野宗治: ^{111}Ag の励起準位, 日本物理学会分科会, 福井大学, 1976.10.2
(* 千葉工大)
2. 江川 薫*, 山本雄弘*, 青木一子: メダカの発生にともなう脳下垂体の分泌について, 第47回日本動物学会大会, 広島大学, 1976.10.2
(* 千葉大)
3. 青木一子, 松平寛通: MAMA によるメダカ肝腫瘍形成と作用時間の検討, 第5回日本変異原研究会, 医科研, 1976.10.16

〔技術部〕

1. 福久健二郎, 緒志栄子, 梅垣洋一郎, 飯沼 武, 恒元 博, 荒居龍雄, 森田新六: がん病歴登録による生存率算出とその問題点, 第31回日本医学放射線学会物理部会, 福島市飯坂町あづま荘, 1976.4.10
2. 福久健二郎, 梅垣洋一郎, 飯沼 武, 恒元 博, 久津谷 譲, 遠藤真広, 荒居龍雄, 森田新六, 栗栖 明: 放医研における放射線治療病歴管理システム(新システムの開発), 第35回日本医学放射線学会総会, 福島県文化センター, 1976.4.12
3. 福久健二郎: 病歴管理システム, 第71回北関東医学会例会シンポジウム, 前橋市昭和町, 群馬大学医学部, 1976.6.18
4. 福久健二郎, 飯沼 武, 松本 徹, 永井輝夫* (群大医・放): IAEA-第3回「計算機補助シンチグラフィ技術の相互比較プログラム」について, 第16回日本核医学総会, 久留米市石橋文化ホール, 1976.11.4
5. 福久健二郎, 梅垣洋一郎, 飯沼 武, 久津谷 譲, 荒居龍雄, 森田新六: 放医研における病歴管理システム(第5報) 子宮頸癌新鮮症例登録システムの開発, 第32回日本医学放射線学会物理部会, 神奈川県立県民ホール, 1976.11.11
6. 福久健二郎, 飯沼 武, 松本 徹, 永井輝夫*: 電算機によるRI像処理・表示技術の相互比較, 一第3回のIAEA国際相互比較プログラムを中心として, 第276回日本医放放射線学会関東地方会, 東京慈恵会医科大学, 高木会館講堂, 1976.12.18 (* 群大医)
7. 福久健二郎, 飯沼 武, 松本 徹, 永井輝夫: IAEA シンチグラフィ技術の国際相互比較, プログラムについて, 医療情報処理研究会, 機械振興会館, 1977.3.22
8. 倉田泰孝, 丸山隆司, 村越善次, 岡本延夫, 望月尚文, 西沢かな枝* (杏林医・放): 医用サイクロトロン of の安全管理測定(第3報), 第12回日本保健物理学会, 都立産業会館, 1977.2.14-21
9. 松本恒弥: SPF マウスを使用した放射線照射実験に対する E. cloacae の影響, 1報: 致死線量照射後の平均生存日数に対する影響, 第23回実験動物談話会 (東京), 1976
10. 山極順二, 山極三郎, 椎名悦子, 富田静男, 早尾辰雄, 沢田卓也: SPF マウスの加齢性変化 (Aging alteration) に関する病理学的研究, II. C57BL/16J Nrs マウスの脱毛症 (hormogenic senile alopecia) と加齢, 第81回日本獣医学会 (東京), 1976.4 (* 杏林医・放)
11. 山極順二, 山極三郎, 富田静男, 早尾辰雄, 沢田卓也, 椎名悦子: SPF マウスの加齢性変化 (Aging alteration) に関する病理学的研究, III. C57BL/16J Nrs マウスの剖検時主病変の日齢による推移, 第82回日本獣医学会 (岩手大学), 1976.10
12. 鈴木和年, 岩田 鍊, 玉手和彦, 吉川喜久夫, 樫田義彦: サイクロトロンによるRI生産用ターゲットシステム第13回理工学における同位元素研究発表会, 東京虎の門, 国立教育会館, 1976.6.30
13. 鈴木和年, 岩田 鍊, 玉手和彦, 吉川喜久夫, 樫田義彦: ^{124}I を含まない高純度 ^{123}I の生産について, 核医学会, 久留米大学 (石橋文化センター), 1976.11.4
14. 玉手和彦, 鈴木和年, 岩田 鍊, 吉川喜久夫: 高比放射能 ^{13}N 標識アンモニアの製造, 核医学会, 久留米大学 (石橋文化センター), 1976.11.4

〔病院部〕

1. 荒居龍雄, 森田新六, 栗栖 明, 飯沼 武, 久津谷 譲, 梅垣洋一郎, 福久健二郎: 子宮頸癌病歴管理システムとその利用, 第35回日本医学放射線学会, 福島, 1976.5.14
2. 荒居龍雄, 森田新六, 栗栖 明, 飯沼 武, 久津谷 譲: 高線量率腔内照射による子宮頸癌新鮮症例の放射線治療, 第14回日本癌治療学会, 宮城県民会館, 1976.10.1
3. 荒居龍雄, 阪口禎男*, 菊池義公*, 他: 子宮頸癌に対する治療法別予後, 第14回日本癌治療学会, 宮城県民会館 1976.10.1 (* 千葉大医学部)
4. 石川達雄: 肝転移に関するシンチグラム所見と手術所見の比較検討, 第16回日本核医学会, 日本核医学会総会, 石橋文化センター, 1976.11.4
5. 石川達雄: 胃癌に於ける肝シンチグラム所見と手術所見, 比較検討, 第592回千葉医学会例会 第12回佐藤外科例

会, 千葉大学講堂, 1976.12.19

6. 大沼直躬, 宮本忠昭, 高橋英世*, 真家雅彦*, 大川治夫*: 小児固型腫瘍の増殖動態に関する検討, 第13回日本小児外科学会総会 (福島), 1976.120
(* 千葉大第2外科)
7. 栗栖 明: 放射性ヨウ素取扱いの保健物理一勉強会一, 投与時の汚染実例, 日本保健物理学会, 学士会館 (東京神田), 1976.12.2
8. 栗栖 明: 加速器の医学利用—速中性子線施設の運営, 第8回放医研シンポジウム, 放医研講堂, 1976.12.9
9. 杉山 始, 石原隆昭: 人骨髓細胞染色体の老化に伴う変化, 第38回日本血液学会総会, 東京日本都市センター, 1976.4.12
10. H. Sugiyama, and T. Ishihara: The chromosomes of bone marrow cells from ageing human males, 16th International Congress of Hematology, Kyoto International Conference Hall, 1976.9.9
11. 杉山 始: 老年者の染色体に関する研究 (第2報), 第18回日本老年学会総会, 宮城県民会館, 1976.10.21
12. 杉山 始, 篠原恒樹*: 老年者の血清蛋白ならびに免疫反応 (第8報)—経年的規察—, 第18回日本老年医学会総会, 宮城県民会館, 1976.10.22
(* 浴風会病院)
13. 宮本忠昭, 高部吉庸*, 渡辺道典*, 寺島東洋三: Tumor cell population kinetics に基く FT-207 (Futraful) の抗腫瘍作用の解析と FT-207 (Futraful) 治療の基本原則, 第35回日本癌学会, 経団連会館, 1976.10.7
(* 千葉大第1内科)
14. 宮本忠昭, 高部吉庸*, 渡辺道典*: 転移性日本癌全例 (子宮頸癌由来) に腫瘍の完全消失をもたらした Bleomycin と Mitomycin の連続併用療法について, 第14回肺癌治療学会, 宮城県民会館, 1976.10.2 (* 千葉大第1内科)
15. 宮本忠昭: 原発性肺癌に対するブレオマイシンとマイトマイシンの連続的併用 (B-M) 療法による2-3の治験例について, 第291回千葉県下国立病院療養所定例連合研究会, 放医研, 1977.2.23
16. 森田新六, 恒元 博, 浦野完保, 久津谷 譲, 梅垣洋一郎, 荒居竜雄, 栗栖 明, 丸山隆司, 稲田哲雄, 川島勝弘, 平岡 武: 放医研サイクロトロンによる速中性子線治療 (第1次クリニカルトライアルについて), 第35回日本医学放射線学会総会, 福島県文化センター, 1976.5.13
17. 森田新六, 荒居竜雄, 栗栖 明: 子宮頸癌放射線治療におけるS字結腸障害について, 第35回日本医学放射線学会 (福島), 1976.5.14
18. 森田新六: 加速器の医学利用, 速中性子線治療, 婦人生殖器治療の適応について, 第8回放医研シンポジウム, 放医研講堂, 1976.12.9
19. 森田新六, 荒居竜雄, 石川達雄, 栗栖 明, 恒元 博: 放医研医用サイクロトロンによる癌の速中性子線治療, 第291回千葉県下国立病院療養所定例連合研究会, 放医研, 1977.2.23
20. 森田新六, 恒元 博, 梅垣洋一郎, 浦野完保, 荒居竜雄, 栗栖 明: 放医研医用サイクロトロンによる速中性子線治療の臨床経験, 第7回放射線による制癌シンポジウム, 東京医科歯科大学, 1977.2.26
21. S. Morita, H. Tsunemoto, Y. Umegaki: Preliminary Clinical Results of Fast Neutron Therapy with NIRS Medical Cyclotron, An International Conference, Particles and Radiation Therapy, Berkeley U. S. A. 1976.9.15

2. 昭和51年度職員・海外出張及び留学

所 属	氏 名	期 間	国 名	目 的
遺 伝	堀 雅 明	51. 4. 3～51. 5. 1	アメリカ (ユタ大学)	高等生物の培養細胞での突然変異に関する研究討論及び予備実験
臨 床	恒 元 博	51. 6.21～51. 9.21	アメリカ (ヒューストン他)	高L E T粒子線治療に関する共同研究
技 術	近 藤 龍 雄	51. 6. 3～51.12. 2	アメリカ (メリーランド)	サイクロトロンの運転及び保守管理についての調査研究
薬 学	玉 置 文 一	51. 7.10～51. 8. 5	西ドイツ, スペイン, フランス, スウェーデン, オランダ, デンマーク, イタリア	国際アンドロジ学会出席等
生 物	中 沢 透	51. 7.23～51. 8. 9	西ドイツ (ミュンヘン)	第10回国際生化学会及び同関連集会出席
遺 伝	平 井 百 樹	51. 8. 5～51. 9. 4	フィリッピン (ルソン島)	ルソン島ネグリティ族の集団遺伝学的調査
"	中 井 斌	51. 8.27～51. 9.24	オーストリア(ウィーン), 西ドイツ (ミュニッヒ), オランダ (ライデン)	国連科学委員会, 国際酵母遺伝学会 議及び関連施設訪問
"	佐 藤 弘 毅	51. 9. 1～51. 9.19	アメリカ, カナダ	第1回国際細胞生物学会出席等
所 長	御園生圭輔	51. 9. 4～51. 9.24	オーストリア(ウィーン) オランダ (アムステルダム), フランス (パリ)	国連科学委員会 I A R R 会議出席及び 関連施設訪問
環境衛生	市 川 龍 資	51. 9. 4～51. 9.27	オーストリア(ウィーン), フランス (パリ)	国連科学委員会及びN E A 会議出席
物 理	稲 田 哲 雄	51. 9.12～51. 9.26	アメリカ (バークレー), カナダ (バンクーバー)	第2回日米癌研究協力高L E T放射 線療法セミナー出席, 関連施設訪問
臨 床	浦 野 宗 保	"	"	"
"	梅 垣 洋 一 郎	"	ア メ リ カ	国際粒子線治療会議出席等
"	飯 沼 武	"	"	"
環境衛生	樫 田 義 彦	51. 9.17～51.10. 2	ア メ リ カ	第1回国際放射薬品化学シンポジウ ム出席等
障害基礎	松 岡 理	51. 9.23～51.10. 1	カナダ, アメリカ	第16回ハンホード生物学シンポジウ ム出席等
病 院	森 田 新 六	51. 9.14～51. 9.26	アメリカ (バークレー), カナダ (バンクーバー)	第2回重粒子線放射線治療会議出席, 関連施設訪問
物 理	田 中 栄 一	51. 9. 4～51. 9.12	オーストラリア (シドニー)	第1回アジア・大洋州核医学会議出 席
環境衛生	阿 部 道 子	51. 9.30～51.10. 20	ソ連 (モスクワ等)	研究討論及び施設訪問
生 物	篠 原 邦 夫	51.10. 1～52. 6.30	アメリカ (フロリダ大学)	動物細胞におけるDNA損傷とその 修復
"	湯 川 修 身	51.10. 4～52. 9. 3	アメリカ (エール大学)	放射線による薬物代謝系の障害機構 に関する研究
薬 学	玉 置 文 一	51.10. 4～51.10.20	フランス (フレスニー), 香港 (香港大学)	卵巣内分泌学国際シンポジウム出席 及び研究討論

所 属	氏 名	期 間	国 名	目 的
環境衛生	安 本 正	51.10.16～51.11. 7	連合王国, アメリカ, フランス, 西ドイツ, オーストリア	海外諸国における放射線による不測の被曝事故発生時における医療対策, 体制に関する実情調査及び検討
臨 床	飯 沼 武	51.10.24～51.10.31	アメリカ (ロサンゼルス)	I A E A主催, 医用放射性物質による撮影に関するシンポジウム出席
〃	浦 野 宗 保	51.11.17～51.11.28	フランス (ヴィルジュイク), オーストリア (ウィーン)	放射線治療の改良のための放射線生物学研究に関する国際シンポジウム出席他
化 学	座 間 光 雄	51.11. 2～52.10. 1	アメリカ (オークリッジ国立研究所)	染色体中のDNAの高次構造に関する研究
遺 伝	堀 雅 明	52. 2. 5～52.12.25	アメリカ (ユタ大学)	高等生物の体細胞における突然変異の研究
障 臨	熊 取 敏 之	52. 2.25～52. 3.13	連合王国, 西ドイツ, フランス, オーストリア(ウィーン)	放射線事故の取扱いに関する国際シンポジウム他
環境衛生	市 川 龍 資	52. 3.19～52. 3.27	オーストリア(ウィーン)	ロンドン海洋条約における放射性廃棄物に関する定義及び勧告案の海洋学上の根拠の再検討のための諮問グループ会合

3. 昭和51年度外来研究員名簿

氏 名	所属研究部	研 究 課 題	研 究 期 間	所 属 機 関 名
森 武三郎	物 理 (加藤)	トロトラスト慢性障害に関する調査研究	51. 4. 1～52. 3.31	神奈川県立衛生短期大学
内海 耕造	生 物 (中沢)	細胞の障害におけるスーパーオキシドラジカルの作用に関する研究	51. 4. 1～52. 3.31	岡山大学医学部
山本晴彦	薬 学 (花木)	酸素分子に由来するフリーラジカルの化学反応に関する研究	51. 4. 1～52. 3.31	東京大学薬学部
藤岡成徳	障 害 臨 床 (平嶋)	造血細胞の増殖と分化の生化学的調節機構に関する研究	51. 4. 1～52. 3.31	千葉大学医学部
丹伊田 敏	環境放射生態学(田中)	放射化分析による人体組織中の微量元素の定量に関する研究	51. 4. 1～52. 3.31	東京学芸大学附属高等学校 (東京教育大学理学部客員研究員)
一政 祐輔	環 境 衛 生 (樫田)	生物卵におけるトリチウムの摂取, 代謝に関する研究	51. 4. 1～52. 3.31	茨城大学理学部
広川勝昱	生 理 病 理 (佐渡)	胸腺機能のエイジングと放射線感受性の研究	51. 4. 1～52. 3.31	東京医科歯科大学医学部
本庄重男	遺 伝 (中井)	霊長類による放射線遺伝学的研究のための衛生管理技術の開発に関する研究	51. 4. 1～52. 3.31	国立予防衛生研究所村山分室
野崎 正	臨 床 (内川)	短寿命R I の製造と医学利用に関する研究	51. 4. 1～52. 3.31	理化学研究所

4. 昭和51年度研究生・実習生名簿

所属研究部	氏 名	所 属	テ ー マ	期 間
薬 学	川 倉 一 彦	農林省畜産試験所	放射線による生殖腺障害の生化学的研究	51. 4. 1～52. 3.30
生 物	* 布 川 友 之	千葉大学理学部	ミトコンドリアのエネルギー代謝に関する研究	〃

所属研究部	氏 名	所 属	テ ー マ	期 間
〃	*江口清美	〃	組織細胞の増殖調節機構に関する研究	〃
薬 学	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	〃
〃	岩動孝一郎	〃	〃	〃
〃	牧野恒久	東京歯科大学	〃	〃
物 理	西沢かな枝	杏林大学医学部	国民線量の推定・R I 管理	〃
環 衛	天野一秀	労働衛生検査センター	放射化分析による人体臓器中微量元素の分析	51. 4. 5～51.10. 4
薬 学	鈴木雄二	科研薬化工機	放射線感受性を軽減または増巾する物質及び生物活性を示す物質の合成、それに関連する有機化学的研究	51. 4.12～52. 3.31
生理病理	大和田英美	千葉大学医学部	SJ系ラットにHCTFBを注入し、肺癌の発生及び線維化巣へのポロニウムの沈着について検索する	51. 4.10～52. 3.31
障害臨床	*湯浅 淳	東邦大理学部	染色体に対する放射線の影響	51. 4.10～52. 3.31
障害基礎	*新美一之	〃	〃	51. 4.17～52. 3.31
生 物	山合友一朗	千葉大大学院理学科	組織細胞の増殖調節に関する研究	51. 4.22～52. 3.31
化 学	*金坂 洋一	千葉大理学部化学科	放射線感受性及び耐性機構の生化学的研究	51. 5. 1～52. 3.31
物 理	和田 允	慶大医学部(助手)	速中性子線の医学利用に関する研究	〃
薬 学	竹本由美子	東京理科大学薬学部	放射線感受性修飾物質の薬理学的研究	〃
〃	室田常行	〃	放射線感受性を軽減又は増巾する物質及び生物学的に活性を示す物質の合成、それに関連する有機化学的研究	〃
〃	盛中泰洋	三菱油化薬品機	〃	51. 5. 8～52. 3.31
〃	鈴木和夫	国立公害研究所	放射線による生殖腺障害の生理化学的研究	〃
生理病理	武市宣雄	広島大学原医研(助手)	免疫実験操作法(リンパ球培養)その他	51. 5.17～51. 6. 3
海洋放射生態学	清水千秋	東大農水産実験所	海産生物の微量元素の分析	51. 6. 1～51. 9.30
〃	古川 清	東大大学院農	〃	〃
病 院	国保能彦	千葉労災病院	R I の臨床応用	51. 4. 1～52. 3.31
〃	高円博文	千葉大医学部	$^{15}\text{NH}_4^+$ を用いた肝機能検査の応用	〃
〃	大久保秀樹	〃	〃	〃

所属研究部	氏 名	所 属	テ ー マ	期 間
障 害 基 礎	村 松 晉	農林省畜産試験場	動物細胞に対する放射線の影響に関する細胞遺伝学的研究	51. 9. 1～52. 3.31
薬 学	森 誠	東大大学院	放射線による生殖腺障害の生化学的研究	51. 8. 1～52. 3.31
病 院	* 斉 藤 勉	国立病院医療センター	放射線物理学実習	51. 6. 9～51. 8.31
那珂湊支所	柳 内 登	国立療養所村松晴風荘	放射性物質の病巣組織内埋め込みによる肺癌治療研究	51. 4. 1～52. 3.31
〃	渡 辺 定 友	〃	〃	〃
〃	林 郁 夫	〃	〃	〃
〃	大 谷 一	〃	〃	〃
〃	照 沼 重 正	〃	〃	〃
環 境 衛 生	* 佐 藤 兼 章	(財)日本分析センター	トリチウムの分析法について	51. 6.14～51. 7.13
〃	* 高橋希代子	東邦大学薬学部	^3H 等の分析測定	51. 7. 1～52. 3.31
〃	* 清 水 敬 子	〃	〃	〃
臨 床	御 影 文 徳	日本大学大学院歯学科	高L.E.T放射線の哺乳動物細胞に対する影響に関する基礎研究	51. 7. 1～52. 6.30
環 境 衛 生	徳 山 崇 彦	愛媛県公害研究所	環境水中の低レベルトリチウムの測定法に関する研究	51. 6.21～51. 7. 3
〃	* 勅使川原晴彦	東邦大学薬学部	^3H 等の分析測定	51. 7. 1～52. 3.31
薬 学	* 儀同千栄子	共立薬科大学	放射線による生殖腺障害の生理化学的研究	51. 9.11～52. 3.31
〃	* 野崎とも子	千葉大養護教諭養成所	骨づい細胞増殖因子に関する生化学的研究	51. 8. 2～51. 8.30
環 境 放 射 生 態 学	秋 本 修	富士電機製造㈱	低バックグラウンド β 線スペクトロメーターによる分析	51. 8. 4～52. 3.31
生 理 病 理	岡 部 哲 郎	東京大学医学部	ヌードマウス移植がんの分離	51. 8. 4～51.12.30
環 境 放 射 生 態 学	* 丸 山 進 三	関西電力㈱	低バックグラウンド β 線スペクトロメーターによる測定のためのソフト技術の研究	51. 8.20～51. 8.26
技 術	* 五日市末広	日本曹達㈱	実験動物の病理組織標本の作製について	51.8.23～51.～8.27
病 院	* 西 井 正 子	今井町診療所	X線と抗癌剤の併用に関する研究	51. 9. 1～52. 8.31
海 洋 放 射 生 態 学	清 水 千 秋	東大水産実験所	海産生物の微量元素の分析	51.10. 1～51.12.31
障 害 臨 床	河 野 晴 一	東邦大学理学部	染色体に対す放る射線の影響	51.10.13～52. 4.12

所属研究部	氏 名	所 属	テ ー マ	期 間
臨 床	河 村 司	東京女子大	中性子照射及びX線照射による円錐動腺幹奇型の発生を鶏胚を用いて実験的に研究する	51.11. 1～52. 3.31
生 理 病 理	武 市 宣 雄	広島大学原医研	免疫装作法の実習	51.11.15～51.12.14
障 害 基 礎	伊 藤 梅 男	東京医科歯科大学	標識化合物の代謝に関する全身オートラジオグラフィー	51.11.15～52.11.14
生 理 病 理	中 嶋 征 男	千葉大学附属病院	腫瘍細胞培養とその臨床的応用	51.11.17～52.11.16
生 物	矢 田 俊 彦	京都大学工学部	放射線による動物細胞のDNA損傷とその修復について	51.12. 2～52. 3.31
障 害 基 礎	永沼真理子	慶応大学医学部	標識化合物の生体分布および代謝に関する全身オートラジオグラフィーについて	51.12.15～52. 4.30
環 境 衛 生	田 村 義 男	京都府衛生公害研究所	Ge (Li) 半導体検出器を使用する核種分析及び液体シンチレーションカウンターの測定と解析方法	52. 1.17～52. 2.12
薬 学	カルメンザ・ドクエ	東京工大ユネスコ奨学生	チトクロームP-450の精製と分子的性質に関する研究	52. 1.10～52. 3.31
臨 床	土器屋卓志	国立病院医療センター	サイクロトロン中性子線による悪性腫瘍の治療について	52. 2. 1～53. 1.31
環 境 衛 生	*石川宏明	中国電力 [㈱] 島根原子力発電所	環境試料中のトリチウム測定	52. 1.31～52. 2. 5
病 院	*竹 中 司 郎	今井町診療所	診断に必要な諸検査（血液学的、生化学的など）	52. 2. 1～52. 3.31
〃	アルトゥール・マルチネ	国立ガンセンター コロポ計画研修員	放射線療法及び化学療法について	52. 2. 7～52. 2.10
生 理 病 理	岡 部 哲 郎	東大病院第三内科	ヌードマウス移植ヒト腫瘍の分離	52. 2.19～52. 3.31
生 物	*中 沢 恒 子	日本女子大家政学部	発生に伴うエネルギー代謝の変換	52. 3. 1～53. 3.31
海 洋 放 射 生 態 学	*大 竹 二 雄	東大農学系研究科	海産物の放射性物質のとりこみ	52. 3. 7～53. 3. 6
物 理	佐 方 周 防	千葉県がんセンター	高エネルギーX線、電子線の吸収線量に関する研究	52. 3.11～53. 2.28
生 理 病 理	*高 部 吉 庸	千葉大医学部	1. フトラフルのエールリッヒ腹水腫瘍に対する致死効果 2. インビボレベルでのフトラフルとX線との併用効果 3. インビボレベルでのプレオマイシン、MMCの連続的併用効果	51.10. 6～52.10. 5
〃	*渡 辺 道 典	〃	〃	〃
薬 学	佐野由美子	帝京大医学部	放射線による生殖腺の障害に関する生化学的研究	52. 1.17～52. 3.31
〃	渋谷 はる	〃	〃	〃

* 印は実習生

5. 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
有 水 昇	千葉大学医学医学部	横 島 徹 熹	第一化学薬品(株)東海研究所
飯 尾 正 宏	東京都養育院附属病院	広 田 鋼 藏	千葉工業大学
出 村 黎 子	東京女子医科大学	渋谷 正 夫	農林省農業技術研究所
内 山 曉	千葉大学医学部	代 谷 次 夫	東京大学理学部
池 田 長 生	東京教育大学理学部	末 吉 徹	富士写真フィルム(株)足柄研究所
井 上 晃 次	動力炉・核燃料開発事業団	高 橋 眺 正	東京大学医学部
大 塚 巖	理化学研究所	橘 正 道	千葉大学医学部
長 内 忠 亮	日本原子力発電(株)東海研修所	角 田 準 作	日本原子力研究所東海研究所
寛 弘 毅	帝京大学医学部	津 屋 旭	財団法人がん研究会附属病院
加 藤 正 夫	東京大学生産技術研究所	新 田 毅	東京農工大学農学部
菊 地 晟	日本アイソトープ協会	沼宮内 弼 雄	日本原子力研究所東海研究所
倉 田 邦 夫	ダイナボット R I 研究所	野 崎 正	理化学研究所
黒 川 良 康	動力炉・核燃料開発事業団	宮 坂 駿 一	日本原子力研究所東海研究所
日 高 丘 平	日本原子力研究所東海研究所	村 上 悠紀雄	東京都立大学理学部
福 田 整 司	動力炉・核燃料開発事業団東海事業所	森 内 和 之	工業技術院電子技術総合研究所
藤 井 正 一	芝浦工業大学	守 屋 忠 雄	日本消防検定協会
芳 西 哲	小西六写真工業(株)事業開発グループ	山 口 秀 甫	東京農業大学農学部
齊 藤 三 郎	神奈川県衛生部	吉 田 哲 彦	厚生省医務局
三 枝 健 二	千葉大学医学部	吉 田 芳 和	日本原子力研究所東海研究所
山 県 登	国立公衆衛生院	中 沢 圭 治	北里大学医学部

B 所内講師

氏 名	所 属	氏 名	所 属
御園生 圭 輔	所 長	鹿 島 正 俊	障害基礎研究部
吉 川 元 之	企 画 課	上 島 久 正	"
橋 詰 雅	物理研究部	野 田 豊	"
田 中 栄 一	"	完 倉 孝 子	"
河 村 正 一	化学研究部	色 田 幹 夫	薬学研究部
渡 利 一 夫	"	花 木 昭	"
柴 田 貞 夫	"	樫 田 義 彦	環境衛生研究部
松 平 寛 通	生物研究部	阿 部 史 朗	"
山 口 武 雄	"	安 本 正	"
中 沢 透	"	岡 林 弘 之	"
江 藤 久 美	"	岩 倉 哲 男	"
浅 見 行 一	"	白 石 義 行	"
山 田 武	"	稲 葉 次 郎	"
中 井 斌	遺伝研究部	新 井 清 彦	"
関 正 利	生理病理研究部	武 田 洋	"
渡 部 郁 雄	"	飯 沼 武	臨床研究部
土 屋 武 彦	障害基礎研究部	館 野 之 男	"
松 岡 理	"	福 田 信 男	"

氏 名	所 属	氏 名	所 属
熊 取 敏 之	障害臨床研究部	鎌 田 博	環境放射生態学研究部
齡 亀 一 郎	技術課	田 中 義一郎	"
望 月 尚 文	放射線安全課	上 田 泰 司	海洋放射生態学研究部
魚 路 益 男	"	飯 田 博 美	養成訓練部
原 勢 千恵子	"	河 野 宗 治	"
石 田 正 美	"	越 島 得三郎	"
芳 田 典 幸	"	青 木 一 子	"
伊 沢 正 実	環境放射生態学研究部	吉 沢 公 利	"

6. 職 員 名 簿

(昭和52年 3 月31日現在)

所 長 御園生 圭 輔
 科学研究官 寺 島 東洋三
 管理部 長 今 村 陽次郎
 庶務課 長 内 田 信 之
 高 貫 秀 雄
 稲 坂 正 行
 川 端 音 三
 川 部 時 男
 酒 井 政 吉
 金 山 貴 子
 吉 岡 清 子
 近 藤 和 子
 岡 田 和 夫
 中 川 登
 小 塚 光 男
 松 本 清 子
 高 野 和 夫
 遠 藤 忠 一
 安 藤 輝 行
 鯨 井 栄 一
 浅 野 了
 浮 島 豊次郎
 小 川 良 平
 森 谷 石 治
 会 計 課 長 高 橋 清
 海老原 昇 二
 佐 藤 昭 吾
 長谷川 芳 夫
 富 田 千 秋
 小木曾 清 士
 山 下 義 久

坂 本 広
 田 辺 寿 男
 山 内 隆
 吉 田 登志雄
 海老原 正
 佐々木 照 一
 桜 井 清 人
 和 田 ち か
 土 屋 義 男
 前 田 栄
 新 井 清 一
 足 立 仁 勇
 山 本 節 子
 貝 沼 育 子
 亀 井 慎 子
 布 施 き く
 企 画 課 長 米 本 弘 司
 志 村 光 雄
 吉 川 元 之
 石 原 照 一
 北 爪 雅 之
 淵 上 辰 雄
 秋 楽 八 郎
 森 田 恭 子
 高 森 弘 子
 石 田 正 美
 柴 田 信 夫
 小 平 和 子
 田 茂 山 晋
 大日方 信 治
 関 和 一 郎

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

倉 田 妙 子

物理第2研究室長 松 沢 秀 夫

川 島 勝 弘

星 野 一 雄

平 岡 武

物理第3研究室長 加 藤 義 雄

丸 山 隆 司

中 島 敏 行

白 貝 彰 宏

山 口 寛

物理第4研究室長 稲 田 哲 雄

河 内 清 光

喜多尾 憲 助

金 井 達 明

化学研究部長(併) 玉 置 文 一

化学第1研究室長
(併) 玉 置 文 一

沼 田 幸 子

座 間 光 雄

森 明 充 興

三 田 和 英

古 瀬 雅 子

化学第2研究室長 沢 田 文 夫

奥 村 和千代

市 村 国 彦

松 本 信 二

島 津 良 枝

東 智 康

化学第3研究室長 河 村 正 一

渡 利 一 夫

黒 滝 克 己

柴 田 貞 夫

今 井 靖 子

竹 下 洋

生物研究部長 松 平 寛 通

生物第1研究室長 山 口 武 雄

江 藤 久 美

岩 崎 民 子

上 野 昭 子

田 口 泰 子

古 野 育 子

生物第2研究室長 中 沢 透

浅 見 行 一

山 田 武

篠 原 邦 夫

湯 川 修 身

斉 藤 千 枝 子

(併) 吉 沢 公 利

遺伝研究部長 中 井 斌

遺伝第1研究室長 佐 藤 弘 毅

稲 葉 浩 子

町 田 勇

佐 伯 哲 哉

稗 田 尚 子

遺伝第2研究室長 戸 張 巖 夫

堀 雅 明

平 井 百 樹

高 橋 永 一

武 田 幸 子

宇津木 豊 子

遺伝第3研究室長
(併) 中 井 斌

岡 本 正 則

(併) 福 田 俊

星 野 さつき

遺伝第4研究室長 安 田 徳 一

村 田 紀

伊 藤 緯 子

生理病理研究部
長(併) 寺 島 東洋三

生理第1研究室長 佐 渡 敏 彦

小 林 森

相 澤 志 郎

黒 川 ひろみ

神 作 仁 子

生理第2研究室長 渡 部 郁 雄

大 原 弘

坪 井 篤

安 川 美 恵 子

岡 田 安 弘

村 松 正 子

病理第1研究室長 春 日 孟

古 瀬 健

野 尻 イ チ

崎 山 比 早 子

久保 えい子
 野田 攸子
 病理第2研究室長 関 正利
 吉田 和子
 清水 志津子
 清水 まゆみ
 障害基礎研究部長 土屋 武彦
 障害基礎第1研究
 室長(併) 佐藤 文昭
 完倉 孝子
 小島 栄一
 植草 豊子
 障害基礎第2研
 究室長 佐藤 文昭
 佐々木 俊作
 川島 直行
 小高 武子
 金岩 まさ子
 障害基礎第3研
 究室長(併) 土屋 武彦
 南沢 武
 松井 恵美子
 米川 敬子
 荒武 邦子
 障害基礎第4研
 究室長 松岡 理
 鹿島 正俊
 上島 久正
 野田 豊
 小林 宏子
 内部被ばく実験準
 備室長(併) 松岡 理
 小泉 彰
 福田 俊
 薬学研究部長 玉置 文一
 薬学第1研究室長 花木 昭
 池上 四郎
 大石 洵一
 小沢 俊彦
 上田 順一
 薬学第2研究室長
 (併) 玉置 文一
 稲野 宏志
 鈴木 桂子
 石田 安代
 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 竜資
 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 竜資
 白石 義行
 木村 健一
 稲葉 次郎
 須山 一兵
 西村 義一
 秋山 玲子
 環境衛生第3研究
 室長 榎田 義彦
 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(併) 市川 竜資
 岡林 弘之
 内山 正史
 本郷 昭三
 湯川 雅枝
 臨床研究部長 梅垣 洋一郎
 臨床第1研究室長
 (併) 館野 之男
 福田 信男
 井戸 達雄
 福士 清
 岩田 鍊
 入江 俊章
 臨床第2研究室長 飯沼 武
 須田 善雄
 中村 譲
 松本 徹
 遠藤 真広
 臨床第3研究室長 館野 之男
 山根 昭子
 力武 知之
 臨床第4研究室長 恒元 博
 古川 重夫
 轟 健

小 池 幸 子
 中 島 康 文
 障害臨床研究部長 熊 取 敏 之
 障害臨床第1研究室長 石 原 隆 昭
 早 田 勇
 南久松 真 子
 大 内 ふみ子
 障害臨床第2研究室長 平 嶋 邦 猛
 大 山 ハルミ
 川 瀬 淑 子
 大 谷 正 子
 技 術 部 長 川 越 正 信
 技 術 課 長 黒 沢 保 雄
 益 子 孝
 鶴 岡 良 宜
 増 沢 武 男
 令 亀 一 郎
 長 沢 志 保子
 元 吉 貞 子
 川 村 和 章
 秋 葉 繁
 今 関 隆
 中 山 子
 遠 藤 節 信
 近江谷 敏 子
 小 沼 昭 子
 根 本 和 義
 佐々木 末 雄
 三 橋 千代義
 土 屋 一 男
 小 坂 三 夫
 篠 原 秀 雄
 高 石 重 義
 川 島 利 雄
 大 竹 孝
 黒 沢 進
 榎 本 昭 雄
 館 林 幹 夫
 立 石 実
 宮 原 文 男
 福 久 健 二 郎
 緒 志 栄 子
 (併) 飯 沼 武

放射線安全課長 望 月 尚 文
 神 谷 基 二
 岡 本 延 夫
 小 高 庄 二
 村 越 善 次
 魚 路 益 男
 原 勢 千恵子
 種 田 信 司
 倉 田 泰 孝
 芳 田 典 幸
 吉 田 九二三
 (併) 小 沼 昭 子
 元 多 誠
 石 沢 義 久
 動植物管理課長 福 田 宗 一
 並 木 良 夫
 長 沢 文 男
 松 本 恒 弥
 山 崎 友 吉
 富 田 静 男
 佐 藤 貞 男
 早 尾 辰 雄
 内 田 晴 康
 山 極 順 二
 椎 名 悦 子
 (併) 岡 本 正 則
 (併) 武 田 幸 子
 サイクロトロン管理課長 平 本 俊 幸
 小 川 博 嗣
 近 藤 竜 雄
 三 輪 実
 吉 川 喜久夫
 田 沢 実
 玉 手 和 彦
 田 代 克 人
 伊 藤 和 方
 鈴 木 直 一
 限 元 芳 信
 山 田 孝 年
 鈴 木 和 夫
 佐 藤 幸 夫
 養成訓練部長 飯 田 博 美
 教 務 室 長 岡 田 春 夫
 (併) 鶴 子 一 郎

指導室長 成毛千鶴子
 河野宗治
 越島得三郎
 青木一子
 吉沢公利
 病院部長 栗栖明
 事務課長 安藤弘
 田中昭
 春山広
 新井章夫
 小林道彦
 駒谷恒夫
 橘幸子
 松本登美子
 酒井ふさ子
 鈴木富士男
 榎本睦三
 竹垣シズ
 小林平
 小宮岡喜代子
 杉本義雄
 安室和子
 瀬尾典子
 医務課長 荒居竜雄
 杉山始
 森田新六
 青木芳朗
 関克義
 宮本忠昭
 石川達雄
 小泉利喜雄
 成田和義
 岡崎実夫
 菅野健夫
 坂下邦雄
 熊谷和正
 朽木満弘
 松田和子
 検査課長 高沢博
 鶴子一郎
 三浦正司
 遠藤愛子
 守屋弘子
 野口徇子
 大内隆三

藤田友子
 内田サツ子
 神保敏子
 武本照子
 佐原伸子
 岡崎悦子
 小山美喜枝
 三瓶薫子
 高橋たけ子
 中村洋子
 宮崎浪枝
 須納瀬昭子
 伊藤茂子
 末治子
 村田シズ子
 成沢美代子
 鈴木瑞枝
 一宮千恵子
 小林由美子
 安井美佐子
 長峰一枝
 福原宏美
 栗林美伊子
 秋山巳佐子
 植竹満子
 北島幸江
 幡司康江
 那珂湊支所長 渡辺博信
 管埋課長 高木昭
 岡田富次
 永井幸彦
 高橋正弘
 川又昭男
 根本権三郎
 黒沢勝治
 (併) 伊藤敬一
 環境放射生態学
 研究部長 伊沢正実
 環境放射生態学
 第1研究室長 鎌田博
 渡部輝久
 清水みち子
 環境放射生態学
 第2研究室長 大桃洋一郎
 本間美文
 中村裕二

環境放射生態学
第3研究室長 住 谷 みさ子
田 中 義一郎
河 村 日佐男
野 村 悦 子
海洋放射生態学
研究部長（併） 渡 辺 博 信
海洋放射生態学
第1研究室長 上 田 泰 司
長 屋 裕
鈴 木 讓
中 村 清

石 川 昌 史
中 村 良 一
海洋放射生態学
第2研究室長 小 柳 卓
鈴 木 浜 治
平 野 茂 樹
中 原 元 和
石 井 紀 明
伊 藤 敬 一
飯 村 満 江

7. 人 事 異 動

採 用・転 入 者

所 属 ・ 職 名	氏 名	前 任 官 署 等
養成訓練部	個人情報保護 の為、非公開	51. 4. 1 新 規
障害臨床研究部		" "
遺伝研究部（併技術部動植物管理課）		" "
"		" "
病院部医務課		" "
技術部放射線安全課		" "
管理部企画課		" "
遺伝研究部（併技術部動植物管理課）		" "
生物研究部		" "
技術部長		" 航空宇宙技術研究所
病院部事務課長		" 国立大蔵病院
生理病理研究部		" 千葉大学
臨床研究部		4. 16 国立国府台病院
"		6. 1 新 規
生理病理研究部		6. 16 大阪大学
"		6. 16 大阪大学
障害基礎研究部		7. 1 新 規
薬学研究部		7. 1 "
環境衛生研究部		7. 1 "
技術部放射線安全課		7. 26 "
病院部総看護婦長付		8. 1 国立習志野病院
物理研究部		9. 1 新 規
臨床研究部		" "
病院部医務課		10. 1 "
" 事務課		12. 10 "
" 総看護婦長付		12. 16 "
管理部庶務課長		52. 3. 1 資源調査所
" 庶務課		3. 16 新 規
遺伝研究部		" "

退 職・転 出 者

所 属 ・ 職 名	氏 名	転 出 先 等
技術部長	個人情報保護 の為、非公開	51. 4. 1 辞 職
管理部庶務課		" "
" 会計課		" "
病院部事務課長		" 国立小児病院
障害基礎研究部主任研究官		5. 1 金沢大学
生物研究部		5. 15 辞 職
障害基礎研究部主任研究官		6. 1 農林省畜産試験場
病院部総看護婦長付		6. 15 辞 職
生理病理研究部		6. 30 "
管理部企画課		7. 16 科学技術庁
臨床研究部		8. 31 辞 職
環境放射生態学研究部		9. 1 科学技術庁
病院部医務課		6. 30 辞 職
管理部庶務課		10. 16 資源調査所
休職（前管理部長）		10. 31 辞 職
病院部事務課		12. 9 "
" 総看護婦長付		12. 15 "
遺伝研究部		52. 3. 1 "
病院部総看護婦長付		3. 31 "
"		" "
"		" "
環境衛生研究部環境衛生第4研究室長		" 動力炉・核燃料開発事業団

8. 放 医 研 日 誌

昭和51年	21日 金相熙氏来所講演
4月5日 第34回放射線防護課程開講（～5.20）	24日 新規職員研修（～27日）
8日 研究総合会議	27日 編集委員会
12日 科学技術週間所内一般公開（那珂湊支所，15日）	31日 第35回放射線防護課程開講（～7.15）
17日 所議	6月2日 所議
19日 共同実験施設運営委員会	11日 環境セミナー準備委員会
21日 Dr. Peter R. Almond, Dr. James Smathers., Dr. Hans Bichsel 来所講演	16日 所議
23日 20年史編さん委員会	23日 所内ソフトボール大会始まる
28日 放射性有機溶媒対策専門委員会設置，所議	26日 速中性子線治療研究委員会
5月15日 養訓教科委員会	7月1日 海の家開設（～8.30），図書委員会，原子力委員会説明（7.9）
17日 所議，指定研究発表会	3日 短寿命及び陽電子P Iの医学利用に関する研究委員会
19日 ヒヤリング開始（～26日）	6日 避難誘導訓練（病院部）
20日 放医研シンポジウム準備委員会	12日 会計検査（～15日）

15日 フランス大使来所
 21日 原子力委員会委員来所、所議
 30日 ジャック・シラク、フランス首相来所
 8月27日 晩発障害実験棟建設準備委員会
 30日 第36回放射線防護課程開講（～10.14）
 Dr. Huebon Breien Benestad 来所講演
 9月1日 所議
 4日 御園生所長、市川環境衛生部長および中井遺
 伝部長、国連科学委員会へ出発
 6日 仏電力公社放射線防護委員長、デルプラ氏来
 所
 8日 大木原子力行政懇談会委員会来所
 16日 Dr. John J. Trentin 来所講演
 20日 Dr. Lars Ernster 来所講演
 27日 実験動植物委員会
 29日 所議、実験動物慰霊祭
 30日 那珂湊支所移転披露
 10月4日 玉置薬学部長、国際シンポジウムへ出発
 13日 所議、創立20周年記念行事準備委員会設置
 20日 業務考査（～21日）
 22日 20周年記念行事準備委員会
 24日 所内バレーボール大会始まる
 26日 原子力の日、真理アンヌ1日所長に就任、図
 書委員会
 27日 所議
 29日 29年史編さん委員会
 30日 運動会
 11月1日 医用サイクロトン委員会、第2回医療監視
 員放射線防護課程開講（～18日）
 8日 アーネスト、H. Y チュー博士来所講演
 （～29日）
 9日 所議
 11日 放射能調査研究発表会（～12日）
 16日 所内テニス大会始まる
 18日 第4回放医研環境セミナー（～19日）
 24日 所議、職員健康管理手帳作成

29日 第3回医療監視員放射線防護課程開講
 （～12月16日）
 12月2日 外来研究員審査会
 7日 Dr. Eric J. Hall, Dr. H Rodney Withers
 来所講演（～15日）
 8日 所議
 9日 第8回放医研シンポジウム（～10日）
 13日 図書委員会
 22日 所議、内部被ばく研究、医療検討委員会設置
 昭和52年
 1月6日 所議
 17日 第12回R I 生物学基礎医学課程開講（～2月17
 日）第28回核医学課程開講（～2月17日）所議
 24日 所議、Dr. Janet Rasey, Dr. Raymond
 Meyn 来所講演（～2月3日）
 26日 内部被ばく研究委員会、医療検討委員会
 29日 ヒヤリング開始（～2月5日）
 2月2日 科学技術庁長官那珂湊支所へ
 8日 実験動植物委員会、所内一般公開委員会
 16日 所議、Dr. John Brewer 来所講演
 21日 障害基礎研究部長に土屋武彦氏
 22日 創立20周年記念行事準備委員会
 25日 熊取障害臨床部長、放射線事故の取扱いに関
 する国際シンポジウムへ出発（～3月13日）
 28日 所内卓球大会開始
 3月2日 図書委員会
 3日 所議
 5日 Dr. Paul W. Todd., Dr. Joseph P. Geraci
 来所講演（～3月20日）
 16日 所議、放射線従事者皮膚検査
 19日 市川環境衛生部長、ロンドン海洋条約におけ
 る放射性廃棄物に関する定議、及び勧告案の
 海洋学上の根拠の再検討会議へ出発（～3月
 27日）
 31日 所議、研究総合会議