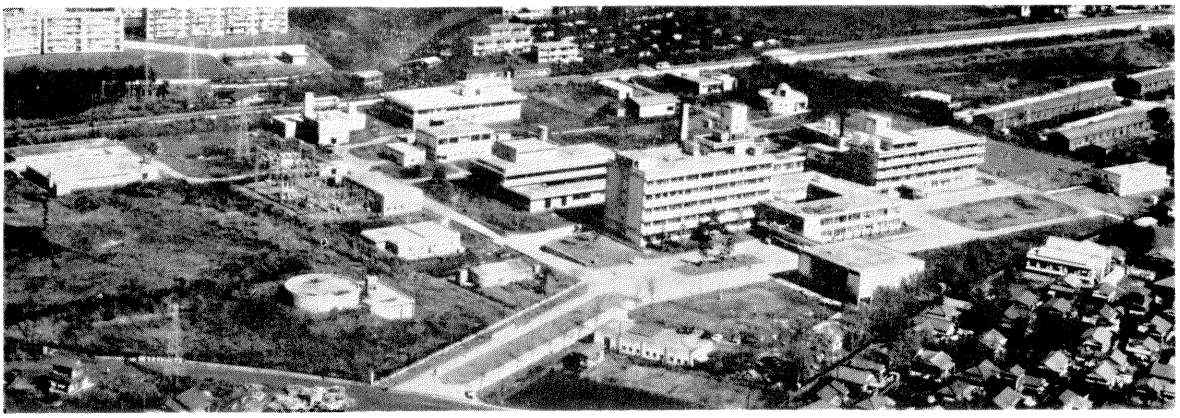
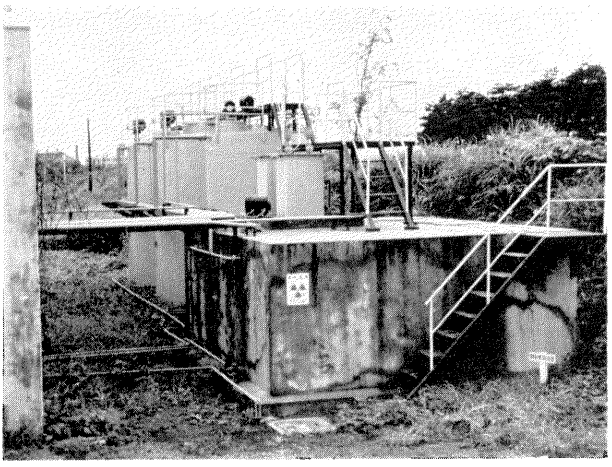
放射線医学総合研究所年報

昭和39年度

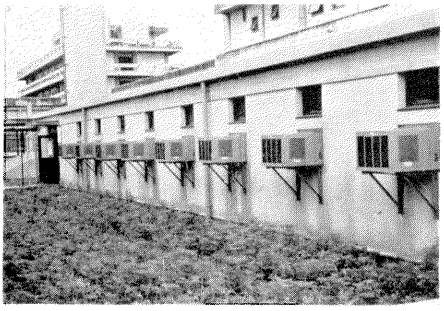
放射線医学総合研究所



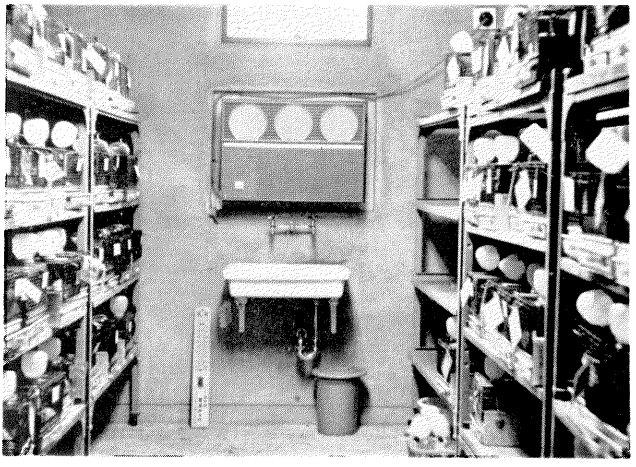
放射線医学総合研究所全景（39年11月撮影）



アルファ線棟低レベル廃液処理施設



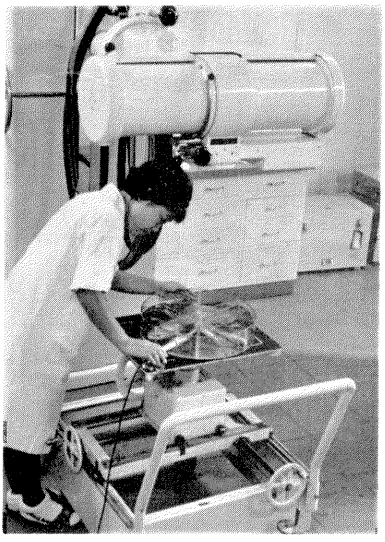
哺乳動物実験観察棟外景



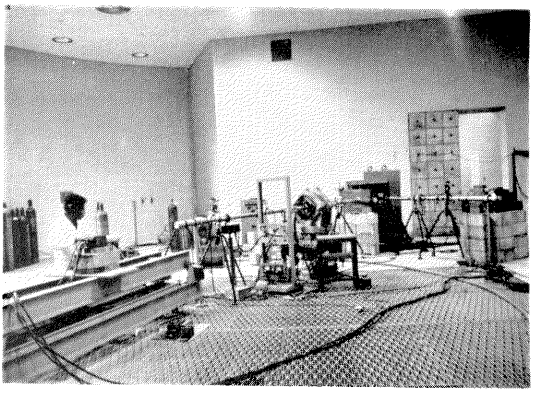
哺乳動物実験観察棟内部　マウス飼育室

植物栽培フード
$^{14}CO_2$ の植物への摂取機構を調べる





キンギョにエックス線照射
個体の調節機構に対する放射線の影響を調べる



バンデグラフ加速器（3 MeV）照射室
中性子線のエネルギー測定



アルファ線実験棟内部
マウスを使って内部被曝の全身に対する影響を調べる。左はマウス用全身放射能測定装置

序

本研究所は，32年7月設立以来関係方面のご支援と所員各位の努力の結果，その組織，人員，施設等を逐年着々と整備してきた。ふりかえってみると，35年度頃から本格的に研究業務に着手できるようになって，現在までその活動を続けてきている。

39年度においても，引続き各般の業務が経常的に行なわれたが，特に研究の面では，前年度から継続しているプロジェクト研究をさらに強化して，原子力の平和利用の発展に対応する体制を整えるように心がける一方，各研究部の一般研究においても，それぞれの分野で着実にその成果を収めることができたと信じている。

しかし，設立後8年余を経過した現在，ある意味では，研究所自体のあり方について，一つの曲り角に立ち至っているとも考えられ，従来の歩みを謙虚に反省しつつ，あらためて研究所の今後進むべき方向を慎重に検討する必要が感ぜられる。特に，広汎多岐にわたる研究分野を包括する本研究所がいかにしてその特色を十分に生かし，総合研究の実をあげ得るような運営の体制を確立するかが今後に課せられた重要な課題である。この意味で，39年度は所内において，研究所の将来の在り方につきいろいろな面から検討を行なった。

われわれは，もちろん単に所内の殻に閉じこもる考えは毛頭ない。国際的な感覚をも含めて広く所外各方面からのご意見，ご批判を十分に尊重し，常にこの研究所の本来の使命を認識して，今後のこの研究所の進展をはかり，ご期待にそいたいと念願している。

39年度年報を刊行するにあたり，各位の一層のご支援とご鞭撻をお願いする次第である。

昭和40年10月1日

放射線医学総合研究所長

塚　本　憲　甫

I. 概　　況

概　観　39年度は，研究所の設立以来8年を経過したが，既に当初設置計画を一応充足したものの，新たな諸般の情勢に即応して研究所業務を円滑に遂行するため，組織，人員，施設等をさらに整備するとともに，所内における研究体制を一層強化するべく，積極的な努力をはらった。

研究業務については，各部の一般研究をそれぞれの分野で着実に推し進める一方，38年度に着手したプロジェクト研究をさらに2課題追加設定（計4課題）して実施し，また，外来研究員制度の有効な運用をはかって所外の専門研究者との緊密な共同研究を行なった。

これらの研究成果は関係学会等において発表された。

養成訓練業務については，新たに放射性薬剤短期課程を開設してコースの拡充をはかり，38年度に建設した養成訓練棟の整備を行なった。放射能調査研究業務については，組織の改正に伴ない，従来の体制をあらため，研究部門において定常的に実施し得る体制を整備した。

内外の情勢と関連して，本研究所における研究体制と運営方針の確立は特にこの一両年緊要な課題となっており，既に38年度末，所内に将来計画検討委員会を設けてこれらの問題の検討を開始したが，同委員会は39年度においても引続き検討を続け，前後19回の会合を重ねたのち，39年10月，その最終報告をとりまとめた。

将来計画検討委員会は，研究所に対する学問的，社会的および行政的要請を考慮に入れて，将来における放医研のあるべき姿を明確にすることを主眼として審議を進めた結果，最終報告のなかで，放医研の研究のあり方としてベースの研究（経常研究）と共同研究（特別研究）とをあげ，共同研究において放医研の特色が発揮されるべきこと，および研究（特に共同研究）を円滑に実施するため所内に研究会議を設置すべきことを提案し，また，そのほかの関連する諸問題についても現状における問題点を指摘した。

その後，最終報告の取扱いについて別途に協議打合せを行なった結果，40年度より各部の経常研究のほか，特別研究の実施を考慮することとなり，40年2月，所長の諮問機関として研究会議（議長，江藤秀雄障害基礎研究部長）が発足し，特別研究に関する基本的方針の審議を行なうこととなった。

組織と人員　39年度の組織については，総理府令第9号により組織規則の一部改正があり，これに伴なって事務分掌規程の一部が改正されて，39年4月1日よりこれを施行した。主な改正点は次のとおりである。

まず，従来の技術部放射能検査課を研究部門に組替えるとともに，環境衛生研究部（従来6研究室）の一部を分離して，新たに環境汚染研究部（3研究室）を設置した。新設の環境汚染研究部では，従来の環境衛生研究部の業務の一部ならびに旧技術部放射能検査課の業務を受けつぎ，放射性物質による汚染および汚染除去に関する調査研究ならびに放射能水準に関する調査研究を実施することとなった。これにより，環境衛生研究部は4研究室の構成となり，放射線の生活環境および職業環境に及ぼす影響ならびに放射性物質による人体の汚染に関する調査研究を行なうこととなった。なお，技術部は放射能検査課の廃止に伴ない，技術課および放射線安全課の2課の構成となった。

このほか，従来3研究室からなっていた臨床研究部に，新たにアイソトープによる疾病の治療に関する調査研究を行なう第5研究室が設置された。

次に，管理部門では，企画課に新たに専門職（1名）をおき，放射能水準の調査に関する文献および資料の解析に関する業務を行なうこととなった。

また，病院部門では，従来医務課におかれていた栄養係を事務課の所属とし，医務課に新たに庶務係がおかれた。

一方，人員については，前年度に比べて12名増員し，定員総計403名となった。

研究業務　39年度においても研究業務は38年度と同様，各部の一般研究と関連研究部の共同によるプロジェ

クト研究とに分けて実施した。一般研究は38年度に設定した7つの研究目標，すなわち，1) 放射線の測定法および吸収線量の算定法に関する開発，2)細胞に対する放射線の影響の基礎的解明，3) 放射線による遺伝的影響の解明，4) 放射線による身体的影響の解明，5) 放射線による身体的障害の臨床的疫学的解明，6)人体および環境における放射性核種の動向の解明，および 7)RIおよび放射線による診断法，治療法の開発等に従がい，各研究課題相互の関連性を重視しつつ，それぞれの分野で活発な研究活動を行なった。

一方，プロジェクト研究については，38年度に設定した「緊急時対策に関する調査研究」および「医用原子炉に関する調査研究」のほか，さらに「内部被曝の許容量に関連する放射性核種の沈着に関する調査研究」および「核分裂即発中性子線およびガンマ線の線量推定に関する調査研究」の2課題を追加し，それぞれプロジェクト・リーダーをおいて研究を実施した。追加2課題のうち，前者は，原子力施設の進展に伴ない放射性核種，特にアルファ放射体による内部被曝の影響ないし危害評価が緊急かつ重要な課題となっている現状にかんがみ，必要な基礎的実験方法の検討を行なうため，また後者は，37年度よりABCCおよび ORNL等と協力して継続してきた広島，長崎の原爆の被曝線量の推定研究について，さらに精度の高い推定値を得るため，それぞれプロジェクト研究として実施することとなったものである。

人　事　35年4月より39年3月まで国際原子力機関の職員として，同機関の Health Safety and Waste Disposal Division に勤務していた元環境衛生研究部環境衛生第2研究室長鈴木正氏は，39年4月1日付をもって環境衛生第3研究室長に就任した。旧技術部放射能検査課長望月尚文氏は，同課の廃止に伴ない，管理部企画課専門職に配置換となり，4月1日付で発令された。また環境汚染研究部の新設に伴ない，旧環境衛生第5研究室長佐伯誠道氏は環境汚染第1研究室長に，旧技術部放射能検査課放射能検査第1係長田中義一郎氏は環境汚染第2研究室長にそれぞれ4月1日付で発令された。さらに，技術部放射線安全課長小岩規男氏は原子力局放射線安全課に転任し，後任には原子力局研究振興課長補佐石川友清氏が決定，この旨4月1日付で発令された。

塚本憲甫所長により兼務されていた養成訓練部長には，4月16日付をもって同部指導室長飯田博美氏が昇任し，後任の指導室長には東京教育大学助教授河野宗治氏が就任した。

生物研究部生物第1研究室長江上信雄氏は7月1日付をもって生物研究部長に昇任し，これに伴ない生物研究部長（遺伝研究部長兼務）仲尾善雄氏は遺伝研究部長に配置換えとなった。

管理部企画課長小玉知巳氏は8月20日付をもって厚生省に出向し，後任には厚生省医務局より山中和氏が同日付をもって就任した。

生物研究部生物第1研究室長には生物第2研究室山口武雄氏が昇任し，障害基礎研究部障害基礎第4研究室長には同研究室松岡理氏が昇任，また，東海支所研究室長には同研究室中村正好氏が昇任することとなり，それぞれ40年1月1日付で発令された。

建　設　39年度に建設した主な施設は哺乳動物実験観察棟，水生昆虫飼育舎増設分およびアルファ線棟廃棄物処理設備等である。

哺乳動物実験観察棟(平屋建，336 m²)は放射線照射後および対照群の実験動物を飼育，観察する施設で，研究棟とラジオアイソトープ棟との間に位置を占めている。内部の構成は，ラット，マウス，モルモット等の飼育室11，ウサギ飼育室，実験室，洗滌消毒室，管理室その他からなっており，飼育室総面積は182 m²で，各室ごとにウインドー型クーラーによる空気調節を行なう方式を採用した。

水生昆虫飼育舎増設分（118 m²)は従来の飼育舎に接続して建設されたもので，魚飼育室，稚蚕飼育室，低温飼育室，その他からなっている。

アルファ線棟廃棄物処理設備は，アルファ放射体を含む低レベル廃液処理を主目的とした施設で，凝集沈殿装置，ロ過装置，イオン交換装置および付属装置からなっており，設計処理能力は毎時 0.5 m³である。既設のベータ・ガンマ放射体を含む低レベル廃液処理施設と異なる特色としては，アルファ放射体の吸入による危険を防護するため，クローズド・システムをとっていること，および除染効果の高い方式が採用されていること等があげられる。

以上のほか，39年度は道路簡易舗装，土留工事等の雑工作および職員宿舎の新設工事を行なった。

海外との交流　39年度においても，国際会議等への参加，海外研究施設の視察，外国人科学者の来所等が頻繁に行なわれ，活発な海外との交流活動が進められた。39年6月29日より7月10日まで，ニューヨークの国連本部において第14回 UNSCEAR（国連科学委員会）が開催され，日本政府代表として塚本憲甫所長が，また代表代理として田島英三立教大教授とともに環境汚染第1研究室長佐伯誠道氏がそれぞれ出席した。この会議では，第19

回国連総会に提出すべき国連科学委員会1964年報告について，その草案“Radio-active contamination due to nuclear explosion”および“Radiation carcinogenesis in man”等の検討，審議が行なわれた。

一方，化学研究部長伊沢正実氏は，6月22日から27日までニューヨークで開催されたICRP（国際放射線防護委員会）第Ⅱ専門委員会に出席し，1965年秋の第11回ICR（国際放射線学会）に提出すべきICRPの新しい勧告について，第Ⅱ専門委員会（体内被曝に関する委員会）の立場から検討に参画した。また，臨床第3研究室長永井輝夫氏は，6月17日から20日までカリフォルニア州バークレーで開催された第11回米国核医学会年会に出席し，物理研究部との共同により，放医研のヒューマン・カウンターを利用して行なった体内カリウム測定研究の結果を，“Gross body composition as a function of chronological age”として発表した。

7月22日から8月1日までニューヨークで開催された国際生化学会には，薬学第2研究室長玉置文一氏が，また，8月17月から22日までロンドンで開催された第2回国際内分泌学会には，生物研究部長江上信雄氏および上記の玉置文一氏がそれぞれ出席し，江上信雄氏は“Evolutional aspects of reproductive function in lower vertebrates”，玉置文一氏は“*in vitro* biosynthesis of LH”と題して研究発表を行なった。

9月20日からニューヨークで開催された第7回国際神経放射線学会1964年会には，障害基礎第3研究室長土屋武彦氏が出席した。

11月16日から20日まで，ウィーンにおいてIAEA（国際原子力機関）主催の「分子レベルでの放射線感受性」に関するパネルが開催され，化学第2研究室長鈴木孚之氏がこれに参加した。同氏は38年からIAEAとの委託研究契約により，細胞の放射線感受性に関する研究を行なっているが，上記パネルでは，“An approach to the cellular radiosensitivity on molecular basis”と題して講演を行なった。

臨床第3研究室長永井輝夫氏は，マニラで行なわれたIAEAおよびフィリッピン政府共催の第6回核医学教育（放射性同位元素の医学利用）課程の客員講師として，11月21日から26日まで東南アジアの研修性を対象に講義と実習指導を行なった。

40年3月8日から1週間，ウィーンにおいて，IAEAおよびWHO（世界保健機構）共催の「外部および内部放射線による高レベル被曝の個人線量測定」に関するシンポジウムが開催され，物理研究部長伊藤岳郎氏がこれに出席した。

一方，39年度に来所したおもな外国人科学者は次のとおりである。

第1回放射性薬剤短期課程（39年4月8日～5月2日）に外国人講師として，カリフォルニア大学医学部放射線科助教授Manuel Tubis博士を招き，薬学および医学分野におけるアイソトープの利用等につき講義と実習指導が行なわれた。また，11月には，日米科学会議“Mechanism of dose rate effect of radiation of the genetic and cellular levels”，第6回日本アイソトープ会議等の出席者のうち，下記の科学者が来所し，講演あるいは研究討論が行なわれた。R. F. Kimball (Biol. Div., ORNL), I. I. Oster (Inst. for Cancer Research), Kallman (Stanford Univ.), W. K. Sinclair (Div. Biol., ANL), M. M. Elkind (Nat. Cancer Inst., NIH), J. Sternberg (Dept. of Medicine, Univ. of Canada), A. Sparrow (Biol. Dept., BNL), H. Gaul (Max Plank Inst.), O. A. Ross (Thermonuclear Div., ORNL), H. N. Wagner (Johns Hopkins Hospital)。

40年3月には，IAEA技術援助により，フランスのラジウム研究所（Laboratoire Pasteur de Institut du Radium）副所長Jean F. Duplan博士を迎えた。Duplan博士は発癌に関する免疫学，血液学の専門家として知られており，“Radiation-induced lymphoid leukemia in mice”その他の講演および関連研究部の研究者と研究討論を行なった。

外来研究員　外来研究員制度は38年度に新設されたものであるが，その目的は，本研究所における調査研究に関し，他の大学，試験研究機関，その他これに準ずる機関の研究者の参加を得て，本研究所において共同研究を実施することにある。39年度は，1）放射線障害に関する生物学的指標としての「血中セロトニン量」の検討，2）放射性ヨードの甲状腺ならびに全身負荷軽減に関する研究，3）^{14}C, ^{3}Hに関する研究—植物の炭酸摂取機構の研究，4）放射線障害に対する予防薬の薬学的研究，および5）放射線障害発現における細胞核の機能の5課題について，研究機関，大学等に募集を行なったが，このうち4課題について4名の外来研究員が決定し，それぞれ所定の研究期間研究に従事した（付録，298頁参照）。

Ⅱ. プロジェクト研究

A. 緊急時対策に関する調査研究

概　　況

日本における原子力の開発はこの数年の間に飛躍的進歩を遂げ，日本原子力研究所を始めとして，処々に原子炉が設置され，また，今後原子力発電その他大型原子炉の建設が進められることも予想される。一方，外国の事例にかんがみても明らかなように，原子炉による不測の事態の発生を常に念頭において，その対策に万全の措置を講じておかねばならない。

しかしながら，原子炉の事故の場合に予測される事態は極めて復雑多岐にわたるものであって，その全般の対策を樹立することは到底限られた時日のうちには不可能であるので，特に緊急に解決されねばならぬ問題をとりあげ，一応3カ年で結論に達することを目標とした。そのための研究題目は以下のごとく，大きく2つに分けられる。

（1） 放射線被曝線量推定に関する調査研究

（2） 放射線障害の予防ならびに治療に関する調査研究

第1の問題については，中性子線量を誘導放射能から推定するため，38年度は血液中のナトリウム，毛髪中の硫黄の中性子による誘導放射能である ^{24}Na および ^{32}P の分析法を確立し，また中性子線量との関係を食塩水，血液，毛髪を用いて検討した。39年度は，家兎に中性子を照射し，生体内の誘導放射能をアニマル・カウンターによって測定し，中性子の吸収線量と体内誘導放射能との関係を明らかにした。

第2の問題については，38年度に AET, APT, MEA, チアゾリジン-4-カルボン酸など4種の防護剤の合成，さらにその誘導体4物質を合成しその防護効果について検討を加えたが，39年度は新しい数種の防護薬剤，さらにその誘導体の合成に成功し，放射線障害に対する防護効果，毒性についての実験を行なった。

同じく第2の問題の1つとして，原子炉事故に際して空気中に飛散する放射性ヨウ素をとりあげ，これにもとづく甲状腺および全身の放射能負荷の軽減に関する研究につき，38年度は無機ヨウ素の投与効果を検討したが，39年度は無機ヨウ素の投与量，投与の時期，その他各種の薬物について効果の比較検討を行なった。

（臨床研究部長　田中　茂）

1. 放射性ヨウ素の甲状腺ならびに全身負荷軽減に関する研究

臨床第1研究室
田　中　　茂*
熊　取　敏　之
辰　口　益　三
藪　本　栄　三

*臨床研究部長

原子炉等の事故に際しては，大量の放射性ヨウ素が大気中に放出される危険性がある。この場合，放射性ヨウ素は肺，消化管等より容易に体内に吸収される。また，最近のように，放射性ヨウ素が臨床的に頻繁に用いられると，あやまって大量の放射性ヨウ素が投与される危険性も絶無とはいい難い。一方，放射性ヨウ素による障害として，白血病あるいは甲状腺腫の発生例の報告もまれではない。

われわれはこのような不測の事態に備え，いったん体内に移行した放射性ヨウ素をできる限り早く体外へ排泄し，甲状腺ならびに全身の放射腺負荷を軽減させるための研究を行なった。

（1） 方　　法

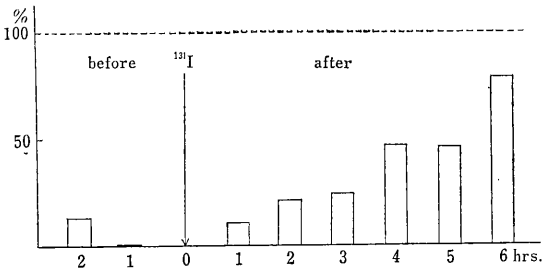
甲状腺機能の正常なものに，^{131}I の 20～40 μCi を経口的に投与し，^{131}I の甲状腺摂取率，尿中排泄率，血中濃度およびアーム・カウンターによって前膊中に含まれる放射性ヨウ素量を48時間以上にわたって測定した。ついで，約1週間の間隔をおき同一人に ^{131}I を前回の倍量程度投与し，その前後に無機ヨウ素，ロダンカリ，メルカゾール等を与え，これらの薬物が ^{131}I の甲状腺摂取率，体内分布，体外排泄に及ぼす影響について観察した。なお，一部の患者では ^{131}I を静注し，甲状腺の前方にシン

チレーション・ディテクターをあて，30分間の ^{131}I－甲状腺摂取率曲線および腎クリアランス値を求めた。この値を対照とし，一定期間をおいて同一人に，NaI 100mgを経口投与，60分後同様の方法によって甲状腺および腎の ^{131}I クリアランス値を求めた。

（2） 成　　績

1） 無機ヨウ素その他薬物の甲状腺 ^{131}I 摂取率に及ぼす影響

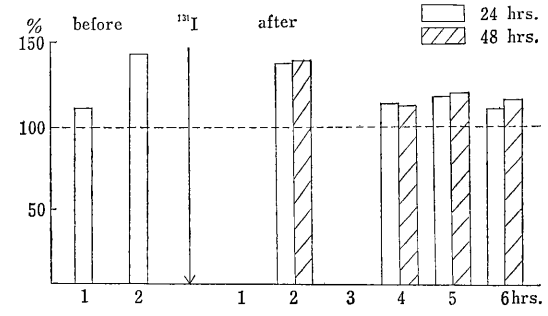
^{131}I のみの投与，すなわち，対照の甲状腺摂取率を100とすると，NaI 100 mgを2時間前に与えた場合は約10％，1時間前では0％であった。^{131}I の投与後1時間してNaIを与えるときは，対照の10％，ついで時間の経過とともに抑制効果が少なくなり，4時間を過ぎると対照の50％以上となる（第1図）。その際NaIの量を500～1,000 mgに増量しても，100 mg 投与との間に差異は認められなかった。なお，NaI 以外の他の薬物であるロダンカリ，メルカゾール等の抑制効果はNaIに劣っていた。



第1図　Effect of NaI (100 mg) on thyroidal uptake of ^{131}I at 24 hours in enthyroid subjects

2） ^{131}I の尿中排泄に及ぼすNaIの影響

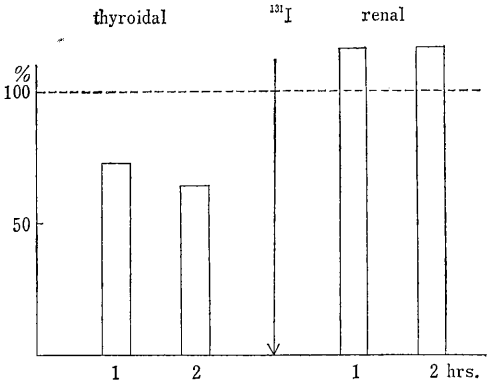
この場合は甲状腺の摂取率とほぼ逆の関係を示し，無機ヨウ素を与える時間が遅くなるほど排泄量が少なくなる（第2図）。



第2図　Effect of NaI (100 mg) on urinary excretion of ^{131}I in 24 and 48 hours

3） NaIの甲状腺および腎クリアランスに及ぼす影響

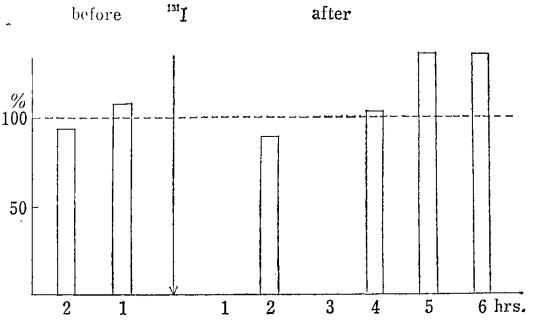
第3図のごとく，NaIの100 mgを投与することによって，^{131}I の甲状腺クリアランスは減少し，腎クリアランスは増加する。



第3図　Effect of NaI (100 mg) on thyroidal and renal ^{131}I clearance

4） 甲状腺以外の体組織に残留する ^{131}I 量

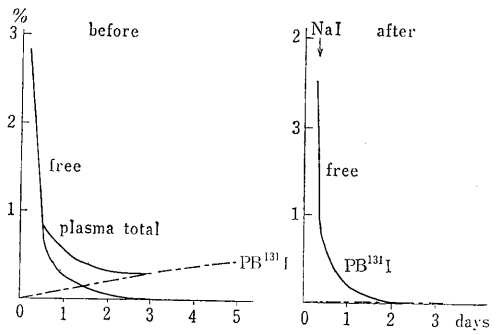
早期にNaIを与えると，体内残存量の減少がみられるが，4時間以上経て与えた場合は逆に増加する傾向がある（第4図）。



第4図　Effect of NaI (100 mg) on extrathyroidal retention of ^{131}I in 24 hours

5） 血漿中の無機および蛋白結合放射性ヨウ素

血漿中の無機 ^{131}I はNaIの投与によってほとんど影響を受けないが，ホルモンである蛋白結合ヨウ素 ^{131}I の出現の速度および絶対量は減少する（第5図）。このことは，無機ヨウ素の作用は単なる希釈効果のみではなく，甲状腺におけるホルモンの合成および分泌を抑制するためと考えられる。血液および全身の諸臓器が ^{131}I から受ける放射線量は，無機の ^{131}I と $PB^{131}I$ との両者であり，前者を1とすると後者はその約2倍程度であり，したがって，NaIの投与によって全身の放射線量は約1/3程度に抑えられることとなる。



第5図　Effect of NaI (100 mg) on plasma radioiodine concentration as iodide and in hormone after an oral dose

以上を要約すると，NaIの100 mgを含む溶液あるいは錠剤を予め用意しておき，万一放射性ヨウ素が体内に移行した場合，これを3時間以内に投与すると，甲状腺の放射線負荷は1/5以下に，全身の負荷は1/3以下に抑えることができる。NaI以外に甲状腺ホルモンの合成を阻止するロダンカリ，メルカゾール等の単独投与はNaIに劣っている。

2. GEDおよび2-AT誘導体の合成

薬学第1研究室
日野　亨
田名網和子
山田和子
赤星三弥*

* 薬学研究部長

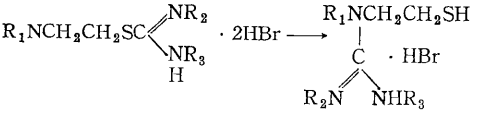
(1) 研究目的

AET(S,2-aminoethyl-isothiuronium bromide hydrobromide) は著名な放射線防護剤として知られているが，その効力は注射時または生体内で変化したMEG (mercaptoethylguanidine) によるものとされている。MEGは，水溶液中では不安定で酸化され，GED (guanidineethyldisulfide)に容易に変化する。また，AETは水溶液中では不安定で，2-AT (2-aminothiazoline) に変化する。GED，2-ATについてはよくその効力が検討されているが，これらのN-置換誘導体についてはあまり効力が検討されていないので，これら化合物を合成し，構造の変化による効力の変化を追求することを目的として，本研究を行なった。

(2) 研究方法

1) MEG誘導体の合成

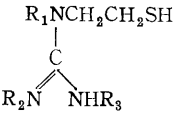
38年度において合成したAET誘導体を用い，1当量のアルカリを加えて合成した。



(AET)　(MEG)

得られたMEG誘導体は，2つを除きいずれも油状物で結晶の場合も精製困難であり，picrateとして確認した(第1表)。$R_2=C_6H_5$，$R_1,R_3=H$のAETの場合は，グアニジン転位をし得るにもかかわらず，2-AT誘導体のみが得られた。

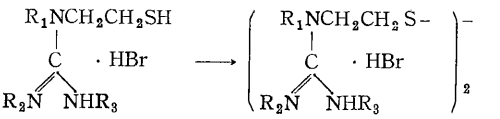
第1表　M E G 誘 導 体



Compd. No.	R_1	R_2	R_3	HBr salt	mp of picrate
Ⅰ	H	H	H	oil	
Ⅱ	CH_3	H	H	oil	180～180.5°
Ⅲ	C_6H_5	H	H	crystal	200～210°
Ⅳ	H	CH_3	H	oil	143～144°
Ⅴ	H	CH_2-CH_2		oil	182～184°
Ⅵ	H	$CH_2CH_2CH_2$		amorphous solid	170～171°

2) GED誘導体の合成

上記MEG誘導体の水溶液に少量のアルカリを加え，pH 8～9に調整して空気を導入し，空気酸化で合成した。

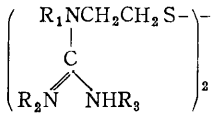


GED誘導体はいずれも結晶として得られた(第2表)。HBr塩が吸湿性で精製困難の場合には，HI塩にして精製した。GED誘導体は，水溶液中では245 mμ附近に弱い紫外部の極大吸収がみられる。一方，MEG誘導体は，1/10*N* NaOH中での紫外部吸収は235 mμ附近に大きな極大吸収があり，酸性溶液中ではこの吸収が消失する。この紫外部吸収の変化を利用してMEG→GEDの変化を追求することができる。

3) 2-AT誘導体の合成

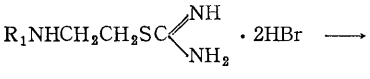
38年度に合成したAET誘導体を水溶液中で加熱すると，2-AT誘導体を生ずる。この変化は，AET誘導体

第2表　G E D 誘 導 体

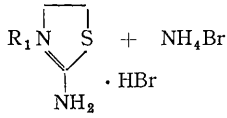


Compd. No.	R_1	R_2	R_3	HBr salt	Picrate
Ⅶ	H	H	H	196.5～197°	239～240.5°
Ⅷ	CH_3	H	H	218°	250～252°
Ⅸ	C_6H_5	H	H	222～223°	284°
Ⅹ	H	CH_3	H	123°(HI salt)	178～180°
Ⅺ	H	CH_2–CH_2		215.52～16.5°	243～245°
Ⅻ	H	CH_2–CH_2–CH_2		154～156°	193～195°

について3つに分類できる。a) AETのアミノ基のNが置換されている場合には，3-置換-2-ATのみが好収量で生成する。

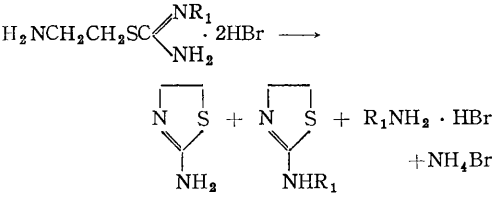


(AET)



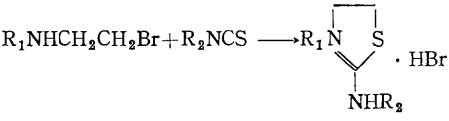
(2-AT)

b) AETのチオ尿素のNの一方が置換されている場合には，2-AT自身と2-置換-2-ATとの混合物を与える。$R_1=CH_3$ の場合には，主生成物は(A)であるのに対して，

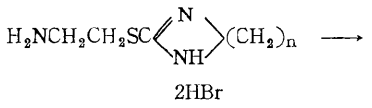


(A)　(B)

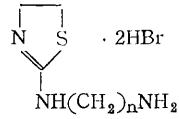
$R_1=C_6H_5$ の場合は，主生成物は(B)である。これは中間体における CH_3 と C_6H_5 の電子的効果の差により，よく説明できる。a)，b)で得られた2-AT誘導体の構造は下記のごとく別途合成によって確認した。



c) AETのチオ尿素のNがともに置換されている場合には，NH_4Br またはアミン・HBr塩の脱離がなく，AETの異性体である2-ATを生ずる。



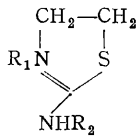
2HBr



n＝2の場合の変化はn＝3に比るべと非常に早い。

a)，b)，c)で得られた各種2-ATの恒数は第3表に示す。a)，b)で得られた2-ATはいずれもアルカリで遊離

第3表　2-A T 誘 導 体



Compd No.	R_1	R_2	HBr salt	Free base	Picrate
XIII	H	H	173°	80～81°	241～244°
XIV	CH_3	H	161～161.5	oil	202～205°
XV	C_6H_5	H	221.5～222°	47.5～48°	166～167°
XVI	H	CH_3	115～118°	88～88.5°	218～223°
XVII	H	C_6H_5	125～126°	163～164°	214°
XVIII	H	CH_2CH_2·NH_2	229～232°	—	208～210°
XIX	H	CH_2CH_2·CH_2NH_2	226～228°	—	183～185°

塩基を与えるが，c)で得られたものはアルカリの作用により，遊離塩基のほかにMEGおよびGED型に変化した化合物を副生することも判明し，興味深い結果を得た。

3. AETおよびMEAの放射線障害防護効力と毒性との関係

薬学第2研究室

篠田雅人

岡　孝己*

岩田京子*

玉置文一

赤星三弥**

*研究生

**薬学研究部長

(1) 研究目的

AET (S, 2-aminoethyl-isothiuronium bromide hydro-

bromide) および MEA (2-mercaptoethylamine) は，ともに代表的な放射線障害防護物質であり，既に世界的に広くその効力が研究されているが，この両者はいずれも毒性が強いために，実用には供し得ないといわれている。そこで，同一条件下でこれらの薬剤の毒性と防護効力との関係を測定し，実用化に関する基礎的事項を観察した。

(2) 研究方法

実験動物：約1週間予備飼育したddY系雄マウスの生後5～6週令のものについて，日令の変動を±1日以内，体重の変動を±2g以内に揃えたものを使用し実験した。

試料の調製：AETとMEAはともに薬学第1研究室において合成したものを用いた(放医研年報，37年度参照)。

試料の濃度は，投与液量が 0.2 ml/20 g マウス体重になるように定め，薬物を蒸留水に溶解し，AETは NaOH で，また，MEAは HCl で pH を 7.0 に補正して試料とした。試料は投与前15分以内に調製し，使用した。

照射方法：マウスをプラスチック製照射用固定器に入れ，X線は 200 kVp，20 mA，フィルター 0.5mm Cu＋0.5mm Al，距離 50 cm，線量率 92 R/min. の条件で背部より全身照射した。

毒性試験：試料を1群10～12匹のマウスの腹腔内に注射し，30日間の生存率を測定した。

防護効力試験：マウスを1群10匹とし，試料は毒性試験の場合と同様に腹腔内に注射した。X線照射後30日間の生存率と平均生存日数を求め，また，週2回体重を測定し，体重変動率を算出した。

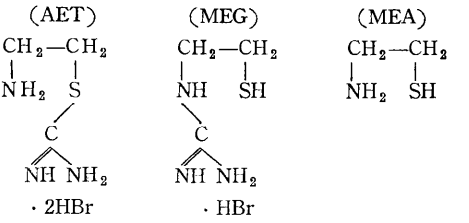
(3) 研究結果

1) 毒　　性

AETの水溶液は酸性を示し，NaOH で pH 7.0 附近に補正すると，その化学構造が MEG (mercaptoethylguanidine) に変化することが知られている。このような変化は，体内においても起り得ると予想されることではあるが，投与時の液性の差による化学構造上の変化が毒性に及ぼす影響を測定した。AETまたは MEG の毒性による死亡現象は著しく急性であり，ほとんどが投与後24時間以内に認められた。また，Probit 法によって求めた AET の LD_{50} は第1表に示すごとく，溶液の pH を補正しない AET 型の場合と，pH を補正した MEG 型の場合とを比較して，毒性には差のないことを認めた。

第1表　AET および MEA の毒性

薬剤	分子量		LD_{50} (mg/kg)	LD_{50} (mmol/kg)
AET	281.04	AET型	657.3(626.0～690.3)	2.33
		MEG型	635.3(610.9～662.2)	2.26
MEA	77.15		400.9(380.1～422.8)	5.19



MEA の毒性も AET の場合と同様に著しく急性であり，死亡例はほとんど投与後24時間以内に認められた。

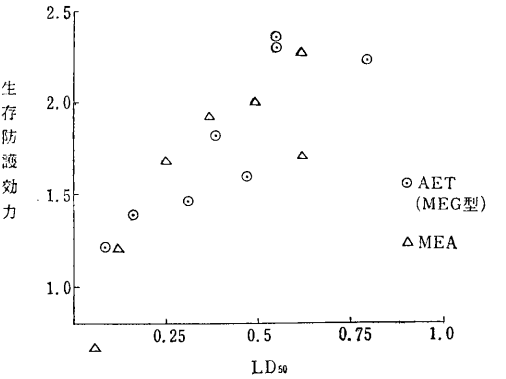
AETと MEA の毒性をそれらの化合物のモル比から比較すると，第1表のごとく，AETの方がMEAより約2.3倍毒性が強いことが判明した。

2) 防護効力と毒性との関係

薬剤の投与量が，AETは 50～500 mg/kg，MEAは 25～250 mg/kgの範囲で，X線 600 R 照射マウスに対する防護効力を測定し，防護効力と毒性との関係を検討した。なお，薬剤投与の時期は現在までの研究で最も有効と考えられる条件で，AETは照射前30分，MEAは照射直前を選んだ。

生存防護効力は次式に示すごとくして求め，薬剤の投与量は第1表に示すそれぞれの薬剤の LD_{50} に対する比をもって表わし，両者の関係をまとめると第1図のごとくなる。

$$\text{生存防護効力} = \frac{(\text{X線照射＋薬剤投与})\text{群30日間平均生存日数}}{\text{X線照射群30日間平均生存日数}}$$



第1図　AET および MEA の生存防護効力と毒性との関係 (ddY マウス♂，X線 600R)

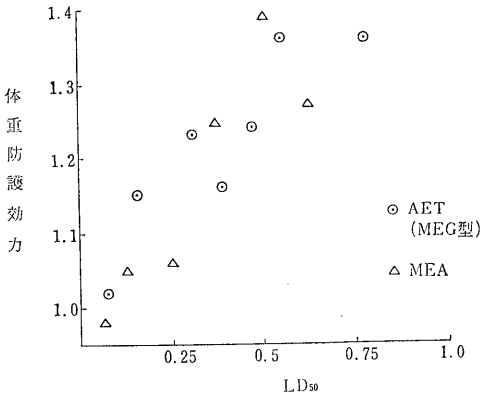
AETと MEA の生存防護効力をそれらの毒性と比較すると同様の傾向を示しており，毒性の面からみた両薬剤

の生存防護効力はほとんど等しいことがわかった。

X線照射に伴なうマウスの体重減少反応に対するAETおよびMEAの防護効力についても，生存防護効力と同様の方法で測定を行ない，次式に従がって体重防護効力を算出した。なお，マウスの体重変動率を指標とする防護薬剤の効力試験法に関する基礎的研究は，既に薬学研究部において行なっている。

$$\text{体重防護効力} = \frac{(\text{X線照射}+\text{薬剤投与})\text{群2週間体重変動率}}{\text{X線照射群2週間体重変動率}}$$

AETとMEAの体重防護効力をそれらの毒性と比較すると，第2図に示すごとく，この場合にも生存防護効力と同様に，両薬剤が等しい傾向を有することが認められた。



第2図　AETおよびMEAの体重防護効力と毒性との関係（ddYマウス♂，X線600 R）

（4）総　　括

AETとMEAはともに急性毒性があり，これらの薬剤の致死量をマウスの腹腔内に投与すると，死亡反応はほとんどが24時間以内に起る。

AETはその水溶液をNaOHでpH 7.0に補正してMEG型に変化させても毒性（LD_{50}）は変化しない。

AETとMEAの毒性をモル比から比較すると，AETの方がMEAより約2.3倍強い。

AETとMEAのマウスに対する生存防護効力および体重防護効力と毒性との相関はほとんど等しいことなどの結果を得た。

4. AET誘導体の放射線障害防護効果について

薬学第2研究室
篠田雅人
後藤百子*
岩田京子*
日野亨**
玉置文一
赤星三弥***

*研究生　**薬学第1研究室
***薬学研究部長

（1）研究目的

AET（S, 2-aminoethyl-isothiuronium bromide hydrobromide）の放射線障害防護効力については既に広範に研究され，その有効性が認められているが，一方では，その毒性の著しいことから，未だ実用には供し得ないことも報告されている。本研究室においてもこの点について追試を行ない，その有効性を確認したが，有効投与量が毒性（LD_{50}）に接近していることから，AETを直ちに臨床応用面の研究に供することは困難であり，さらに基礎的な研究が必要であることも知った。そこで，実用に供し得るような防護薬剤を開発する目的で，AETの放射線防護効力はそのまま維持しつつ，毒性を軽減することのできるAETの誘導体を発見するべく，スクリーニング・テストを行なった。

38年度のプロジェクト研究により，薬学第1研究室において，AETの化学構造上基本となるべき10種のNアルキル置換誘導体が合成され，その化学的性質が明らかにされたので，これらの化合物について，薬学研究部において確立したマウスの生存率を指標とする放射線防護薬剤の効力試験法（放医研年報，38年度，10頁参照）にもとづいて，毒性試験と効力試験を行ない，AET関連物質の化学構造と防護効力との関係を研究し，あわせて，AETの防護効力発現の化学的機序を究明するための資料を得た。

（2）研究方法

実験動物：生後4週令のddY系雄マウスを1週間予備飼育したのち，体重のばらつきが±2gの範囲のものを揃え，実験に使用した。

照射方法：マウスをプラスチック製照射用固定器に入れ，X線200 kVp，20 mA，フィルター0.5mm Cu+0.5 mm Al，距離50 cm，線量率92 R/min.等の条件で，700Rを背部より全身照射した。

試料の調製：試料はその注射液量が0.2ml/20gマウス体重になるように，あらかじめ薬剤を蒸溜水に溶解し，必要に応じてNaOHでpH 7.0に補正して調製した。試料はいずれも投与前30分以内に調製し使用した。

毒性試験：試料の3～5用量を1群9～12匹のマウスの腹腔内に注射し，1週間観察してその生存率を測定した。

防護効力試験：マウスを1群10匹とし，試料をX線照射前10分に腹腔内に注射した。照射後30日間観察し，次式に従がって生存防護効力と体重防護効力を検定した。

$$\text{生存防護効力} = \frac{(\text{X線照射＋薬剤投与})\text{群30日間平均生存日数}}{\text{X線照射群30日間平均生存日数}}$$

$$\text{体重防護効力} = \frac{(\text{X線照射＋薬剤投与})\text{群2週間後体重変動率}}{\text{X線照射群2週間後体重変動率}}$$

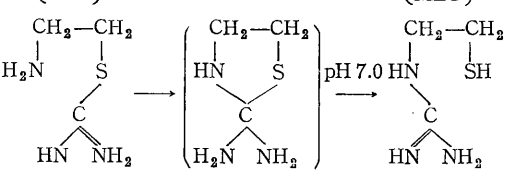
(3) 研究結果および考察

AETおよびそのNアルキル置換誘導体10種について，それぞれの毒性，およびX線700R照射マウスに対する生存防護効力と体重防護効力を測定し，第1表に示す結果を得た。

毒性については，N′-methyl-AET (No. 4) を除いた他の誘導体がいずれもAETより増加しており，AETのアルキル置換は一般に毒性を強めるものと考えられる。特に，N-またはN′-phenyl置換体 (No. 3 および No. 5) はこの傾向が著しく現われた。N′-methyl-AETのみAETと同程度の毒性を示した。

防護効力試験の際の薬剤の投与量は，化合物によって毒性が著しく異なっていたため，等モルで行なうことができなかったので，各化合物ごとにその LD_{50} の1/2量に相当する附近の2用量を選んだ。これらの化合物の生存防護効力を比較すると，N-methyl-AET (No. 2) とN′-methyl-AET (No. 4) にAETと匹適する防護効力がみられ，また，N′-phenyl-AET (No. 5) にもいくぶん効力が認められた。これに反して，N, N-dimethyl あるいはN′, N′-のethyleneまたはpropylene化合物 (No. 6～10) はいずれも効力が消失しており，さらに悪化させる傾向すらみせている。これらの事実から，AETの防護効力に対して，NまたはN′のmonomethyl置換は影響を及ぼさないが，dimethyl置換を行なうと効力の消失することは，AETの効力発現にグアニジン転位の可能性が大きな役割をもっていることを示すものと考えられ，この点興味ある知見が得られた。

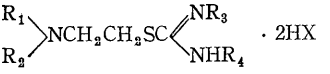
(AET) (MEG)



これらの化合物の体重防護効力も，生存防護効力とほとんど同様の傾向を認めた。

防護効力の認められたN-methyl-AET (No. 2) とN′-methyl-AET (No. 4) の毒性と効力の関係をAET (No.1) のそれと比較すると，N′-methyl-AETは毒性，効力ともにAETと等しいが，N-methyl-AETは毒性が著しく強いため毒性軽減の目的は果していないが，その効力をモル比で比較するならばAETよりもかなり強力な化合物

第1表　AET誘導体の放射線防護効力と毒性



No.	R_1	R_2	R_3	R_4	X	LD_{50} (mg/kg)	投与量 (mg/kg)	生存防護効力	体重防護効力
1	H	H	H	H	Br	657.3	350 200	1.95 1.47	1.28 1.10
2	CH_3	H	H	H	Br	146.9	100 50	1.84 1.33	1.21 1.07
3	C_6H_5	H	H	H	Br	100～150	100 50	0.95 0.95	1.04 1.06
4	H	H	CH_3	H	Br	500～600	350 200	1.91 1.59	1.21 1.08
5	H	H	C_6H_5	H	Br	50～100	100 50	1.35 1.13	1.01 1.10
6	CH_3	CH_3	H	H	Cl	150～200	50 25	0.74 0.83	0.95 0.96
7	H	H	$-CH_2CH_2-$		Br	100～200	50 25	0.59 0.84	0.94 0.97
8	CH_3	CH_3	$-CH_2CH_2-$		Cl	300～400	200 100	0.58 0.50	0.90 0.91
9	H	H	$-CH_2CH_2CH_2-$		Br	＜300	100 50	0.71 0.66	0.96 0.92
10	CH_3	CH_3	$-CH_2CH_2CH_2-$		Cl	＜300	100 50	1.03 0.69	0.92 0.95

X線：700R

であるといえる。以上の結果から，AETの効力はそのまま維持しつつ，毒性のみを低下させる手段として，AETのNまたはN′アルキル置換は不十分あるいは不適当であることを認めた。

（4） 総　　括

AETのNまたはN′アルキル置換誘導体の放射線障害防護効力と毒性とを測定し，AETと比較した結果，N-methyl-AETとN′-methyl-AETがAETに匹適する防護効力を有することを認めた。また，N,N-またはN′,N′-のdiアルキル置換を行なうと，AETの防護効力は消失することを確認した。

5. 事故時における被曝中性子線量の推定

物理第3研究室
橋　詰　　雅
丸　山　隆　司
化学第3研究室
河　村　正　一
伊　沢　正　実*
大　網　保　司
障害基礎第3研究室
南　沢　　武

＊化学研究部長

（1） 緒　　言

38年度において，血液，毛髪，その他所持品等の誘導放射能から，事故時における被曝中性子線量を推定する予備実験を行なった。今回は家兎を用いて動物実験を行なった。家兎に中性子を照射し，体内の誘導放射能をanimal counterで測定した。また，一定量の血液を血採し，その誘導放射能を測定した。毛髪の誘導放射能から速中性子線量の推定を行なった。

（2） 実　　験

a） 中性子照射

中性子源としては，前回同様3 MeV Van de Graaff加速器で，Be(d, n)B反応から発生した中性子を用いた。家兎（♂）をBe targetから50 cmの位置におき，腹側面から中性子を照射した。

照射用ケージにはダンボール箱を用いた。この中性子源による組織の吸収線量はHurst counterでの測定の結果（川島；private communication）によれば，40.7 rad/deuteronの電気量（クーロン）at 1mであった。Van de Graaff加速器による中性子照射条件は，beam current 50 μA，照射時間3,600 sec.であった。この条件での組織の吸収線量は29.3 radである。照射中の中性子束のモニターにはロングカウンターを用いた。毛髪試料を1gずつとり，これらを水ファントムのおわりにつけて放射化した。

b） 測定方法

壊変数がわかった^{24}Naを家兎に静注しanimal counterの校正を行なった。

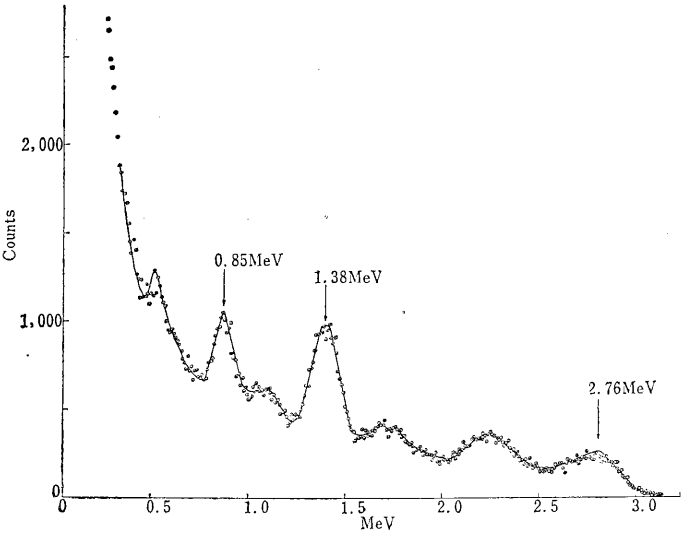
家兎の誘導放射能はanimal counterで測定した。また，中性子照射後の家兎の血液を一定量(5g)採血し，これらの放射能をwell type NaI scintillation spectrometerで測定した。

いずれの場合もγ線スペクトルを測定し，^{24}Naの2.76 MeVのγ線によるphotopeakだけを計数した。

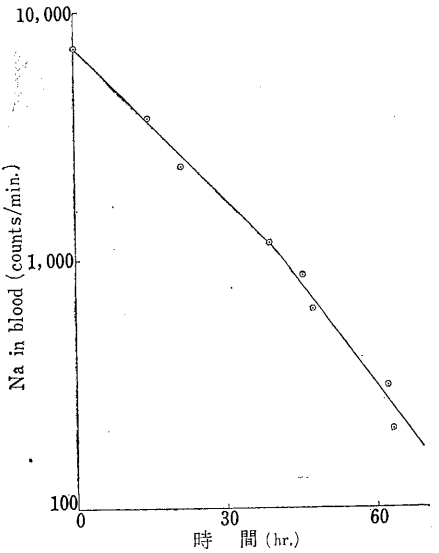
毛髪は化学的処理後，同時計数型低バックグラウンド・スペクトロメーターで測定した。

（3） 実験結果と考察

animal counterで測定した血液のγ線スペクトルを第1図に示した。図から明らかなように家兎の誘導放射能のほとんどが血中Naの放射化によるものである。0.85



第1図　家兎のγ線スペクトル（3″ϕ NaI (Tl) crystal）



第2図　血液中の ^{24}Na の半減期

MeV附近にある photopeak は半減期2.6時間程度であるところから，^{55}Mn (n, γ) ^{56}Mn 反応で生じた ^{56}Mn と思われる。第2図に血中 ^{24}Na の減衰曲線を示した。第2図で11時間までは食餌を与えなかったため，排泄は全然なかった。したがって，半減期は物理的半減期と同一で15時間であった。しかし，30時間以後は水，食餌等普通に与えた。その結果，実効半減期として11時間を得た。組織の吸収線量と家兎の血液の誘導放射能とを第1表に示す。

体重1kg当りの血中Naの誘導放射能は平均20.33mμCiである。家兎と人間では身体の大きさも異なり，身体中における速中性子の熱中性子化の割合は相当違うと思われる。したがって，この結果をそのまま人間の場合に適用できないが，一応の目安にはなる。

採血法によって得た血液1g当りの誘導放射能を第2表に示す。

第　1　表

	体　重	吸収線量	血中Naの誘導放射能	体重1kg当りの誘導放射能
C	3.15kg	29.3rad	65.93mμCi	20.93mμCi/kgwt
D	3.15	29.3	71.44	21.92
E	3.55	29.3	64.67	18.21
F	3.50	29.3	71.0	20.28

第　2　表

	血液量	誘導放射能	吸収線1rad当り血液1g当りの血中誘導放射能
C	5.58g	0.334mμCi/g	0.0114 mμCi/g·rad
D	5.42	0.299	0.0102
E	5.57	0.259	0.00884
F	5.20	0.351	0.0120

毛髪試料の測定結果を第3表に示す。吸収線量はいずれも30 radであった。毛髪試料数が少ないので，はっきりしないが，男性に比して女性の方が毛髪中の ^{32}S の含有量が多いと考えられる。この点に関しては40年度に明らかにされるものと思われる。

第　3　表

毛髪試料	^{32}P の activity
♀ A	3.51dpm/hair 1g
♂ B	2.88
♂ C	4.27
♂ D	2.26
♂ E	1.64
♂ F	1.62

B.　医用原子炉に関する調査研究

概　　況

本研究は，38年度に引続き，医用原子炉調査委員会および物理研究部医用原子炉研究室が中心となって行なった。

39年度業務計画に掲げられた研究題目と担当部は，

1)　炉内大量中性子線の測定に関する研究（物理研究部）

2)　原子炉中性子および短寿命アイソトープの生物学および医学への利用に関する調査研究（各研究部，病院部）

3)　医用原子炉の運転および安全管理に関する調査（物理研究部，技術部）

の通りであるが，2）については，38年度末(39年2月)に上記医用原子炉調査委員会の小委員会として設けられたワーキング・グループが約1カ年にわたり文献調査を行なった。その調査結果については，別途報告書を作成する予定である。

1）に関連して，医用原子炉研究室では，38年度に引続き，人体に対する中性子照射の際の体内中性子分布を推定するため，組織等価物質について理論的研究を行なったほか，体内中性子のエネルギー別分布の詳細を調べるため，物質中における中性子減速スペクトルに関する研究を計画し，必要な機器の整備を始めた。

3）については，設置を予想される原子炉の形式，出力，利用計画など，かなり具体的なデータが調査実施の前提として必要である。39年度業務計画では，本項目の充実を予定していたが，その後の状況の変化により，緊急性が失なわれたので，積極的にはとりあげられなかった。しかし，このテーマに関連し，将来の準備として原子炉技術，原子炉運転，安全管理技術の習得のため，物理研究部から米国アルゴンヌ研究所（期間1カ年）および日本原子力研究所原子炉研修所（期間半年）へ，それぞれ1名あて派遣した。

（物理研究部長　伊藤岳郎）

1. 医用原子炉に関する調査研究

医用原子炉調査委員会
ワーキング・グループ

39年2月，医用原子炉調査委員会の要請により設けられたワーキング・グループは，これまで明確な方針をもたなかった医用原子炉に関するプロジェクト研究について，方針策定の基礎となるような資料の作成を目標として，約1カ年にわたり作業を行なった。これらの調査結果は，

1） 医用原子炉，およびその他生物科学，放射線障害の研究に使用されている原子炉の現状
2） 医用原子炉の見通し
3） 放医研における研究用原子炉の利用

の諸点を中心としてまとめ，別途報告書を作成することになっている。これまでの調査によると，

1） 原子炉の医学生物学面での利用実績は主として短寿命RIの生産，放射化分析に集中している。
2） 熱中性子型原子炉の医学利用，特に，治療面への利用のほとんど唯一の根拠であった熱中性子捕獲治療は期待されたほどの成績を収めていない。これは，熱中性子が生体組織中に十分深く滲透せず，所定の深さにおいて必要な中性子線量を得ようとすれば，かなり高い外部線量を要し（たとえば，放医研年報　38年度，16～19頁，高久・河内；“水ファントム中の中性子束分布”，“組織等価物質中の中性子束分布”参照）表層における悪性の障害をさけることができない。そこで，むしろ熱中性子よりも高いエネルギーの中性子（熱外中性子あるいは速い中性子）による中性子治療への関心が高まり，高速中性子型の原子炉や加速器中性子の利用が指摘されている（たとえば，J. F. Fowler ; Biological effects on neutron and proton irradiation, 2, 185, IAEA, 1964）。
3） いわゆる原子炉は生物学，医学の研究用に適するように作られておらず，生体組織に対する放射線効果などの基礎研究を通して，新しい概念のもとで，生物学・医学研究用原子炉を考えるべきこと

などが明らかになった。

なお，ワーキング・グループは物理研究部医用原子炉研究室をはじめ，管理部，生物，遺伝，障害基礎，臨床の各研究部，技術部および病院部より各1名の委員をもって構成した。

2. 生体内中性子束分布の推定

医用原子炉研究室
河　内　清　光
高　久　祐　治
喜多尾　憲　助

生体内における中性子束分布を推定することは，中性子照射治療あるいは中性子被曝の際の体内線量推定の基礎データとして必要である。

38年度に引続いて，水ファントムおよび組織等価物質ファントムを使って，熱中性子束分布および高速中性子束分布を実験，理論の両面から調べた。

組織等価物質についての実験では，金箔の放射化による実測値と計算値との間には有意の差が認められた。これは，計算に用いられた中性子吸収断面積，中性子エネルギー・スペクトルなどに対する値の選び方に問題があり，ファントム内各点での中性子エネルギー・スペクトルを測定する必要がある。

また，中性子の入射エネルギーを変えることにより，ある程度ファントム内の任意の深さで最大の熱中性子束を得る可能性のあることがわかったが，高速中性子は熱中性子比べて，first collision doseが極めて大きく，したがって，高速中性子を生体に入射させたときは，体内線量への寄与は中性子のエネルギー・スペクトルに大きく左右される。

そこで，われわれは，物質内の中性子エネルギー別分布を詳細に調べるため，中性子スペクトロメーターを製作し，その実験計画を進めている。

C．内部被曝の許容量に関連する放射性核種の沈着に関する調査研究

概　　況

（1） 目　　的

原子力施設の発達に伴ない，放射性核種による体内被曝の影響の評価はますます重要かつ緊急の課題となりつつあるが，これに対しては必要な多くの科学的基礎資料が欠如している。本研究の目的は，原子力施設における特にアルファ放射体による危害の評価に必要な基礎的実験方法の検討を行なうにある。

（2） 経過と現況

39年度には，第1段階として次の3研究題目をとりあげ，研究に着手した。

1）放射性ゾルの発生装置試作に関する研究

各種放射性ゾル，ダストの発生法を明らかにし，発生装置の試作を行なうことを目的とし，LaMer-Sinclair改良装置の整備，Dautrebande改良型装置の試作，Wright Feeder 改良型装置の試作に着手したが，現在なお予備的段階にある。

2）吸入による内部被曝の研究

アルファ核種を含む放射性核種の吸入時における問題を処理するため，肺線量算定のための測定法，肺のバックグラウンド線量の測定，放射性物質の肺内における代謝について研究することを目的とし，39年度は肺線量に大きな寄与を与えるといわれているPo-210核種をとりあげ，肺および大気中の同核種の分離測定法を確立し，人肺試料，大気試料につき測定を行なった。

3）アルファ放射体の動物実験の実施方法に関する調査研究

アルファ放射体の人体への影響の評価の基礎的資料となるべき動物実験による研究については，実験の実施ならびにその結果の人体への適用に多くの困難があるので，まず，動物実験の目的の明確化，結果の適用性の検討，動物実験の実施の具体的方法の確立を目標として，39年度は主として文献的調査研究，アルファ放射体の取扱いによる障害発生の危険性に関する問題点の検討，アルファ放射体の内部被曝に関する動物実験用（投与，長期観察測定などのための）装置の試作検討などに重点をおいた。

（障害基礎研究部長　江藤秀雄）

1. 放射性ゾルの発生法と発生装置試作に関する研究

環境衛生第1研究室
阿　部　史　朗

従来発生に関しては，DOP粒子に対するヨウ素ガス付着（一部未完成），改良型DOP粒子発生装置試作と発生条件の確認，ダスト発生実験用ボックスの試作，Dautrebande改良型装置の設計，Wright Feeder改良型装置の設計，その他各種新発生装置の検討，文献調査などを主として取扱ってきた。これらの成果の一部はすでに学会誌ならびに放医研年報に報告した。これらの研究に引続き，かつ上記分担課題を遂行するために，LaMer-Sinclair改良型装置の整備，Dautrebande改良型装置の試作，Wright Feeder 改良型装置の試作に着手した。そして，発生装置により発生粒子の性状の違ってくることから，広い粒子範囲のものを得るために種々の装置を検討中である。

（1） LaMer-Sinclair改良型装置

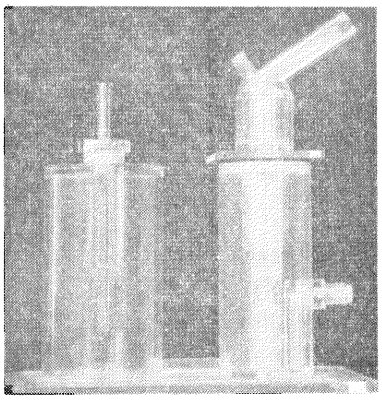
従来用いられてきた装置をより一層使用しやすく，かつ安全なように小型化するため，いくつかの改造，特に核発生炉関係について行なってきた。従来の実験的経験により，bubbler およびreheater 部は耐熱ガラス製のものを用い，発生粒子の制御がしやすいようにし，また，これらの加熱部は可能な限り小型にした。核発生炉は熱逃散も考え小型にしてある。さらに，流量計を含む配管系の改良，小型化を計画している。

（2） Dautrebande改良型装置

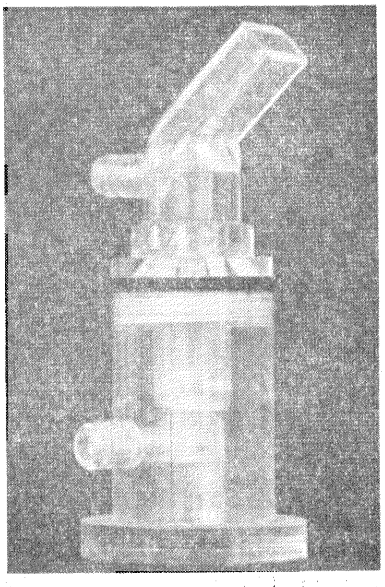
Dautrebandeの発生器には種々の型があり，それぞれ特長を有しているが，危険性の高い放射性エーロゾルの発生には不都合のこともある。すなわち，液面を一定にさせるための圧力抜き孔が発生器エーロゾル行路中にあり，外部に開放されているため，一部のエーロゾルは外部に逃散する可能性のあることで，これを避けるための工夫を行なった。

圧縮空気噴射口からの圧力は噴射口付近で急激に減少し，ほぼ圧力開放孔附近と同程度になるとみられる。圧縮空気は圧力が減少したままで流れとなって，粒子を含みながら放出される。この流路中に開放孔があれば，流れの抵抗が弱く，相当量のエーロゾルが逃げ得ることになる。これを避けるため開放孔に接続口を設け，適当な

体積をもつ配管で液体貯留容器と結べるようにした。このように閉鎖系にすることと，圧力バランスを配管または箱で調節することにより，液面の高さを一定にし得るし，また，外部への漏洩が避けられる（第1図a, b)。



第1図a　Dautrebande 改良型装置

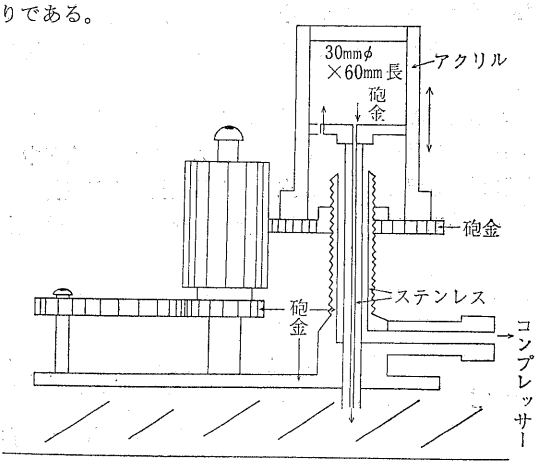


第1図b　Dautrebande 改良型装置

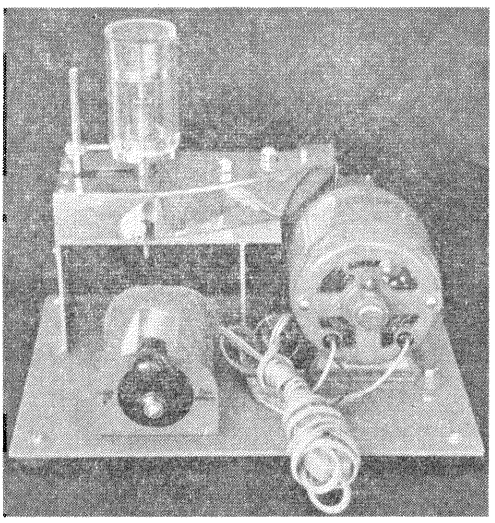
Dautrebande らは，経験的なカット・アンド・トライを繰返し，現在の発生器を作りあげたが，粒子サイズ選択の機構は明らかにしていないようである。これを明確にすることにより，より使用し易いもののできる可能性があるので，基礎的な解明用の実験装置も設計した。

（3） Wright Feeder 改良型装置

ダストを分散させるために，Wright Feeder がしばしば用いられるが，本装置の利点は固体粒子を連続的に分散し得ることである。この利点を生かし，ダスト系を得るため，本研究の目的に合うような型の装置を試作した。この装置で問題となる点は，試料容器のすり合せ部のなめらかさと，上昇および回転の速度を長時間一定に保つことである。速度はギヤー比を半固定にし，モーター回転数により調節し，すり合せ部は砲金とプラスチックの組合せにより良好な結果を得たが，いまだ十分な段階ではない。全体の形は第2図および第3図に示すとおりである。



第2図　Wright Feeder 改良型装置



第3図　Wright Feeder改良型装置

本器は30分～4時間程度のダスト発生に用いられる。

なお，LaMer-Scinclair 改良型装置の試作については松坂尚典氏（環境衛生研究部），Dautrebande 改良型およびWright Feeder 改良型装置の試作については小高庄二氏（技術部）にそれぞれ負うところが大きい。

2. 吸入による内部被曝の研究

環境衛生第1研究室
渡辺博信*
阿部史朗
阿部道子

＊環境衛生研究部長

肺線量を算定するため，肺内および大気中の放射性核種の測定を行ない，大気中の濃度と肺内沈着量との関係を求め，さらに，核種の肺内における代謝について研究を開始した。

39年度においては，肺線量に大きな寄与を与えるといわれているPo-210核種をとりあげ，肺および大気中の同核種の分離測定法を確立し，人肺試料，大気試料につき測定結果を得た。同核種の肺内における代謝実験は未着手である。

(1) 研究の経過

1) Po-210の分離と測定

人肺試料，大気試料を硝酸で湿式灰化したあと，イオン化電位のちがいによりPo-210を銀板に付着させ，α測定を行なった。銀板に付着させる際，試料中に鉄が存在するとPo付着を妨害する。このような鉄の妨害を防ぐため，アスコルビン酸を添加する方法を検討した。人肺試料，大気試料について，アスコルビン酸添加実験の結果，両試料とも添加した方が良好であった。

測定は試料の核種，キュリー数を考慮して低バックグラウンドα線計測装置，すなわち，グリッド・アイオニゼーションチェンバー，または半導体検出器とパルス・ハイト・アナライザーの組合せによった。グリッド・アイオニゼーションチェンバー，半導体検出系おのおのの分解能は，250 keV，150 keV以内で，バックグラウンドは問題にならない程度である。

集塵済フィルター(ミリポア・フィルター)の直接測定値と同一試料の化学処理後の測定値との比較を行ない，Po-210の化学処理は高い収率をもつことが認められた。

(2) 測定結果

大気中のPo-210の濃度はおよそ0.5×10^{-14}キュリー/m^3である。この値は，現在までの測定では四季を通じて桁が変るほどの変化はない。

人肺中のPo-210の濃度は4例（東京在住者，男子の平均が5×10^{-12}キュリー/全肺である。

以上の結果から，肺におけるPo-210はすべて大気中のPo-210が沈着したものとして，同核種の肺における長期の生物学的半減期を計算すると，

$$Q(\text{Po-210})=\frac{CVR}{\lambda}$$

Q：大気中の濃度と平衡に達した場合の肺中の濃度

C：大気中のPo-210の濃度（Ci/m^3）

V：吸気量（15m^3/日・人）

R：肺の沈着率$\begin{pmatrix}15\% & \text{ICRP}\\ 60\% & \text{Hultqvistの計算}\end{pmatrix}$

λ：Po-210の減衰率

上式からからλを求め

$$T_{1/2}\ (\text{Po-210})=\frac{0.693}{\lambda}$$

から$T_{1/2}$=185日(15%)，46日(60%)が得られる。

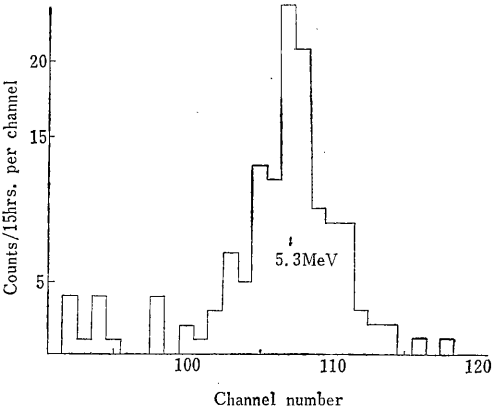
また，Po-210が肺内に一様に分布しているとして線量を計算すると，0.4 radとなる。

(3) 考察

肺線量を求めるため，今後なされるべき仕事の面から考察すれば，39年度については，測定例数が少ないので，国民線量を求めるために，地域別，呼吸量代謝の差が認められる年令層別の試料採取が必要である。

Po-210の親核種である，RaD, Eの肺および大気中の濃度測定を行ない，Po-210沈着量への寄与を調査する必要がある。

Po-210の生物学的半減期を求めるには，肺の沈着率，クリアランスをはっきりさせなければならない。この量



第1図　人肺中のPo-210のアルファ線スペクトル

試料：日本大学医学部竹内教授提供

重量　(～900g) 37g使用

死亡年月日：1965.1.10（♂）

採取：1965.1.28

測定：1965.2.3

結果：5.6×10^{-12}Ci/全肺(1965.2.3)

6.7×10^{-12}Ci/全肺(1965.1.10)

は現在決定されていないため，できるだけ早急に実験的に求める必要がある。

Po-210の線量寄与は，測定例については大きいとはいい難いが，大気中の濃度が大と考えられる関西地区は大きくなることが考えられる。

他の核種についても分離測定法の吟味を行なって，調査を行なう予定である。

3. α放射体の動物実験の実施方法に関する調査研究

障害基礎第4研究室
松岡　理
古川義宜
鹿島正俊
物理第1研究室
田中栄一

(1) 文献的調査研究

α放射体の生物学的影響に関する動物実験を行なうにあたり，参考となる関連文献の収集につとめた結果，現在までに既に150余の論文のreprintを保有するにいたったが，そのうちのほとんどが米国における報告であり，また，これを核種別にみれば^{239}Puが最も多く（95%），ついで^{210}Po(30%)である。

これらの内容を検討した結果，わが国の現状では，研究の対象としてまずとりあげるべき核種は^{239}Puであると考えられる。その理由は，①主要な侵入経路が呼吸器系であり従来取扱われてきた多くの核種とは異なること，②侵入後の体内代謝系が全く異なり，従来問題とならなかった臓器系が重要な役割を果していることなど，その障害に関しては，他の核種についての今までの知識にもとづいて推定することが極めて困難と考えられるからである。しかし，実験的にはもとより多くの困難が予想される。

まず，1）実験動物についてであるが，^{239}Puに関する実験は吸入がその中心をなすので，データの外挿性という点から呼吸気道の幾何学的な形，大きさが問題になり，したがって，実験動物としては犬が最も適当している。しかし，その入手の困難性というほかに，本研究所においてさえも，現状では汚染動物の飼育管理施設および廃棄物処理という点で犬の大幅な使用はほとんど不可能に近い。犬についで使用の考えられるのはラットであるが，呼吸器系を取扱う関係から正しい実験結果を得るためには，肺感染のない正常な機能をもつ動物を使用することが必要である。しかし，現在のところ，わが国で肺に感染のないラットを得ることはむづかしく，特に老令ラットにおいては，その大部分に剖検に際して肺炎像を認めるのが常である。

次に，2）生体，あるいは生体試料中に含まれている^{239}Puの濃度測定に関する困難性がある。α-放射体でもγ線を放出するものの測定は比較的容易であるが^{239}Puの外部測定には17keVの軟X線のみしか利用できないので，測定器の点で困難が多い。

また，3）動物に対する吸入実験についても，体表面の汚染をさけて吸入を行なわせるためにはマスク式の吸入装置を要するが，これは小動物に対するほど技術的に困難となる。さらにまた，4）^{239}Puの生体内代謝に特異的なリンパ系に対する実験手技は未解決の問題ばかりである。

以上のように，実験上の難点は多いが，その重要性にかんがみ，^{239}Puの生体に対する影響の研究を目標として，特に適用法としては吸入実験を，追求すべき代謝系としてはリンパ節リンパ系，肝-胆汁系をそれぞれとりあげて行なう必要があるものと考えるにいたった。

(2) 実験用機器の設計ならびに試作

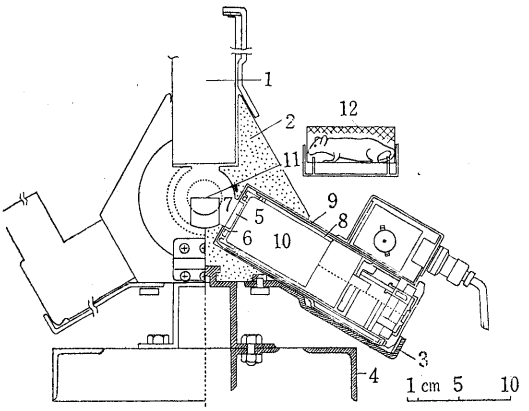
文献調査研究の結果，^{239}Puについての実験では，生体あるいは生体試料中の^{239}Puの含量を*in vivo*または無処理で測定し得るならば，実験上極めて有利であることがわかったので，この目的を遂行するための機器を試料することとした。^{239}Puの身体負荷量の外部測定は人体の場合には，その考え得るレベルに対してはほとんど不可能に近いが，動物における実験投与のレベルでは，ある程度実用的に可能であると考えられる。^{239}Puの外部測定のため，17 keVの軟X線を計測するには，薄型のNaI(Tl)シンチレーターによるものと，比例計数管によるものとの2つのタイプが考えられるが，それぞれの特長を考慮し同時に試作して，比較検討することとした。

（i） マウス用^{239}Pu全身カウンター（薄型NaI使用）

装置の本体は薄型のNaI（Tl）クリスタル（25mmϕ×2mm)を光電子増倍管と組合せた検出器を3個120°方向に取付け，5 cm厚さの鉛シールドの中でマウスの全身計測を行なうようにしたもので，その検出器のおのおのは別に設計したスタンドを使用することにより，傷口モニターとしても使用し得るよう考慮されている。全体の構造ならびに外観は第1図，第2図および第3図に示すごとくである。3個の検出器はゲイン調整器を介して1本にまとめられて，シングルチャンネル波高選別器に接続される。

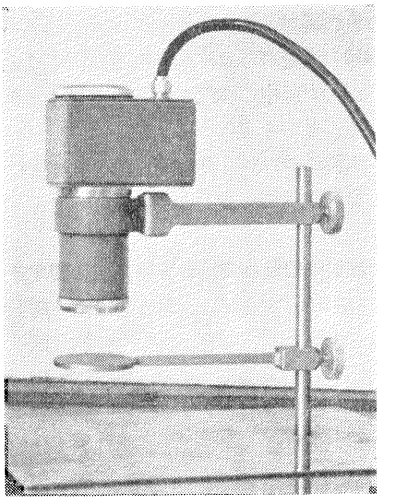
（ii） ^{239}Pu生体試料測定用比例計数管

生体試料または生きたままでマウス中の^{239}Pu負荷量

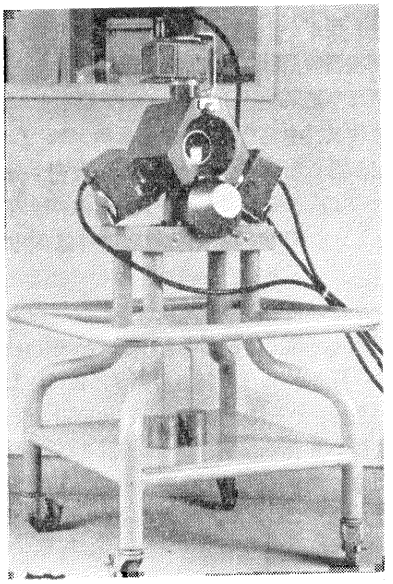


第1図　マウス用全身カウンター

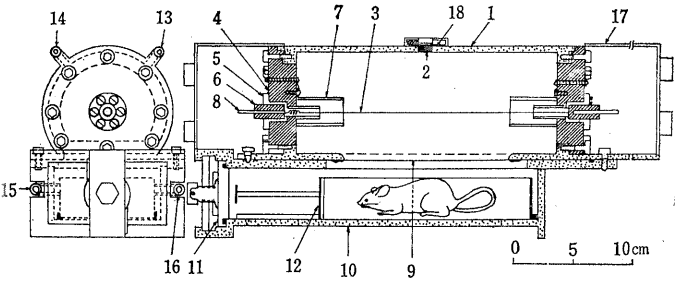
1：デテクター，2：鉛シールド，3：デテクター支持台，4：カウンター支持台アングル，5：NaI(Tl)薄型クリスタル（2mm厚さ），6：ゴムパッキング，7：検出孔，8：光電子増倍管持護筒，9：外筒，10：光電子増倍管，11：マウスコンテナー支持台，12：マウス測定用コンテナー



第3図　生体試料測定用比例計数管



第2図　マウス用全身カウンター



第4図　生体試料測定用比例計数管

1：比例計数管外筒，2：プルトニウム標準試料測定孔，3：陽極芯線，4.6：絶縁物，5：保護環，7：電場補正環，8：陽極端子，9，測定窓，10：試料ボックス，11：密閉用金具：12：動物測定用コンテナー，13.14.15.16：ガス出入孔17，：前置増幅器ケース，18：プルトニウム標準試料

を17 keV の軟X線により計測するための比例計数管の設計，試作を行なった。比例計数管の内部におけるX線の吸収を増すために，内部の容積を大きくせずに，Xeガスを使用することを最初考慮した。しかし，高価なため現在一応PRガスを使用することにし，必要に応じ感度を上げ得るよう加圧が可能なように設計した。構造は第4図に示すように側面に大型のプラスチック窓を有する側窓型の円筒型の比例計数管で，PRガスフロー型である。また，本器は較正用の ^{239}Pu 標準線源を内蔵し，必要に応じてエネルギー較正を常時行なうことにより，測定の安定性をはかるようにした。

（3） 試作機器の性能の実験的検討

試作薄型NaIによるマウス用全身カウンターおよび傷モニターの性能を，^{239}Puの標準試料および^{239}Puのmockとしての^{85}Srを用いて検討した。^{85}Srは0.513 MeVのα線とともに，13.4 keVの軟X線を放出するので，^{239}Puの17 keV X線の代用となる。

（i） ^{239}Puの17keV X線の吸収

Alの吸収板を用い半価層を測定した結果は105mg/

第　1　表

吸　収　試　料	相対的測定強度
吸収体なし	100
皮膚 1 枚	67.1
皮膚 2 枚	52.5

cm^2 であった。生体材料での吸収を調べる目的で，マウスの皮膚，および皮膚を含む胸枠を用い実測した結果は第1表に示すごとくである。

(ii) 傷モニターとしての検出限界

検出器を傷モニターとしての使用する場合に，皮膚表面に^{239}Puが存在するものとして，17 keVで測定した場合の検出限界を標準試料により測定した結果，検出限界をバックグラウンドの2倍とすれば0.001μCi，4倍とすれば0.002μCiであった。

(iii) mock ^{239}Puとしての^{75}Srによる実験

動物実験で^{85}Srをmock ^{239}Puとして使用することが予想されるので，^{85}Srの0.513 MeVのα線による2″×2″ϕのNaIで測定したものと，13keVを簿型NaI(Tl)で測った場合の効率を比較するために，^{85}Srの水溶液を用い，マウス用全身カウンターを用いて測定した結果，13 keVによる測定は0.513 MeVによる測定の約30％の効率であった。したがって，この13keVのX線と0.513MeVのα線の両者を同時に測定することにより，13keVの検出感度についての定量的な成績が動物実験でも容易に得られ，また，mock ^{239}Puである^{85}Srの生体中での実効の深さも，両エネルギーの測定値の比率を調べることによって推定できる見通しがついた。

D．核分裂即発中性子線およびガンマ線の線量推定に関する調査研究

概　　況

広島および長崎の原子爆弾被曝生存者に関する医学的資料の解析には，被曝者個々の受けた線量を適切に知ることが当然必要になってくる。そこでYorkをはじめ多くの人々によって研究されたが，医学的資料を解析するには満足すべき指標とならなかった。このため1961年，原爆障害調査委員会(ABCC)は放医研に対し，線量推定の協力を依頼してきた。われわれは慎重に検討した結果，被曝後十数年を過ぎた現在，当時の線量を相当の精度で推定することは容易なことでないという結論を得たが，その仕事の重要性にかんがみ，あえてこれを引き受けることにした。内外の文献その他を充分検討した結果，中性子線についてはCoの誘導放射能によって，またガンマ線については硅酸化合物の熱螢光によって推定するのが最も適切であると考え，予備的実験にかかる一方，その方法の適否を検討するため，1962年，Berkeleyの研究所とOak Ridge National Laboratory (ORNL)に出張し，ネバダの原爆実験に参加したBREN Operationのグループに会った。1カ月間の打合せの結果，われわれの方法が相当有力なものになり得る成算を得た。線量較正については，ORNLのBare Reactor (HPRR)を使用する了解を得た。

予備実験の経過は，1962（昭和37）年度および1963(昭和38)年度の放医研年報に報告した通りである。1964年には，放医研のプロジェクト研究としてとりあげられ，一部の研究員がそれに全力をあげた。われわれは2カ年の予定で計画をたて，それにしたがって研究を進めたが，僅か1カ年でプロジェクトが打ち切られたため，一部研究協力部門に迷惑をかけたことは，プロジェクトリーダーとして遺憾にたえない。

（物理第3研究室長　橋詰　雅）

1．広島，長崎における原爆中性子線量の較正方法について

物理第3研究室
橋詰　雅
田中栄一*
丸山隆司
化学第3研究室
伊沢正実**
河村正一

* 物理第1研究室
** 化学研究部長

(1) 研究目的

広島，長崎の原爆による後障害はいろいろ報告されており，その中にはわれわれ人類にとって貴重なものも少なくない。これらのうちの大部分のものは，放射線被曝に関係している。したがって，被曝者個々の線量を知ることは非常に大切であるが，現在までの知識ではその誤差が非常に大きく，放射線障害と線量との関係を明確につかむことは困難である。

本プロジェクト研究は，原爆による空中線量を±20％以下の誤差で推定するのが目的である。本報告は，特に中性子の空中線量をコンクリートに包まれた鉄の中のCoのactivityによって決定する方法を確立するの

が目的である。

(2) 較正方法

1) 概　念

核爆発によって出た速中性子は，地上に到達するまでの数百メートルの空気層によって slow down して低エネルギーの中性子が増加するのみならず，入射角度が1方向に限定されなくなる。われわれは，このような中性子を Bare Reactor や Van de Graaff で得ることが容易でないので，適当な較正方法を行なうことによって線量を推定する必要がある。

2) 理論的考察

実験に使用する neutron の spectrum を f とし，広島，長崎の neutron の spectrum を $f+s$ とする。いま，f なる spectrumをもった neutron が F だけコンクリートにあたった時，コンクリートの表面および深部にある Co に与える activity を iFc（ただし，i は表面からの深さを cm 単位で表わした値）とする。

コンクリート中の iFc の値は，中性子の拡散方程式の二群理論により電子計算機によって求めたところ，深さ8cmのところで最大となった。このため，深さ8cmのところに注目して，表面と深さ8cmのところとの Co の activity の比を k すれば，(1)式のようになる。

$$ {}_8Fc = k \times Fc_0 \quad \cdots\cdots(1) $$

同様に，s なる spectrum をもった neutron が S だけコンクリートにあった時，表面および8cmの深さの Co の activity の比を h とすれば，(2)式のようにおける。

$$ {}_8Sc = h \times {}_0Sc \quad \cdots\cdots(2) $$

広島，長崎の場合は F と S が分離できないため，一般に $(iFc+iSc)$ の形で測定される。

広島，長崎の場合のコンクリートの表面と8cmの深さの Co の activity との比を p とし，(3)式のようにおく。

$$ ({}_8Fc+{}_8Sc) = p\,({}_0Fc+{}_0Sc) \quad \cdots\cdots(3) $$

(1), (2)を(3)に代入して

$$ k \cdot {}_0Fc + h \cdot {}_0Sc = p \cdot {}_0Fc + p \cdot {}_0Sc $$

$$ \frac{{}_0Sc}{{}_0Fc} = \frac{p-k}{h-p} \quad \cdots\cdots(4) $$

(4)を(2)に入れて

$$ {}_8Sc = \frac{h(p-k)}{h-p}\,{}_0Fc \quad \cdots\cdots(5) $$

(4)式で，p の値は広島，長崎で実測することができる。k は Oak Ridge National Laboratory (ORNL) の Bare Reactor (HPRR)を使用して求められる。h は p がほとんど thermal neutron に近い slow neutron であるため，実験的に容易に求められる。

すなわち，(4)式の右辺は実験的に求められる。

次に，原爆による f と s による吸収線量の比は前者が非常に大きく，後者は無視できる。そのため f による吸収線量，すなわち ${}_8Fc$ を求める必要がある。

(5)式から

$$ \frac{{}_8Fc}{{}_8Fc+{}_8Sc} = \frac{{}_8Fc}{{}_8Fc+\frac{h(p-k)}{h-p}{}_0Fc} = \frac{1}{1+\frac{h(r-k)}{h-p}\cdot\frac{{}_0Fc}{{}_8Fc}} \quad \cdots\cdots(6) $$

(6)と(1)から

$$ \frac{{}_8Fc}{{}_8Fc+{}_8Sc} = \frac{1}{1+\frac{p-k}{h-p}\cdot\frac{h}{k}} \quad \cdots\cdots(7) $$

(7)式によりコンクリート8cmにおける Co の activity のうち，fast neutron による寄与分が決定できる。

3) 実験的考察

理論的考察によって必要とされる k，h および p 値を実験的に求めることができる。さらに，空気散乱による入射角度分布のちがいを補正する必要がある。

(i) 入射角による k 値の変化

k 値の入射角度による変化をみると，第1表のようになる（0°～60°はBare Reactor，65°はVan de Graaff）

第　1　表

	0°	30°	45°	60°	65°
k	3.80	3.65	3.45	3.17	3.07

(ii) h 値の変化

h 値は主として thermal neutron によるものであるので，入射角に変化なく実験の結果，常に 0.33 となった。

(iii) p 値の変化

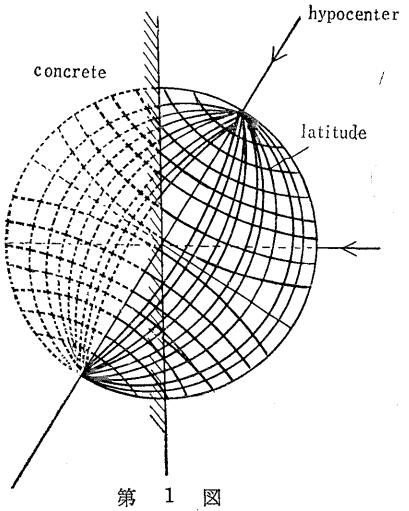
広島の場合，爆央から 250 m～1,200 m の間で，鉄筋コンクリートのビルの表面と深さ 8cmのところとの Co の activity を測定したところ，0.6～0.7となった。

(iv)入射角度分布

広島，長崎においては空気によって散乱するため，地上ではいろいろの角度から入射してくる。その角度分布は ORNL の報告によると，爆央より 500 m～1,500 m では第1図，第2表のようになる。

(v) 広島，長崎における k 値の変化

第2表の各 zone を36等分して各 section における中性子の比率を求め，さらに，水平面上より＋4°以下はその寄与を1/2とする。次に，爆心の方向を 0～75°とした時



第　1　図

第　2　表

Latitude zone (Z) degree	Dose reed per zone (Q) per cent
0— 10	9.902
10— 20	9.738
20— 30	9.531
30— 40	9.904
40— 50	10.025
50— 60	9.567
60— 70	8.661
70— 80	7.539
80— 90	6.342
90—100	5.194
100—110	4.130
110—120	3.177
120—130	2.368
130—140	1.687
140—150	1.135
150—160	0.676
160—170	0.328
170—180	0.096

第　3　表

	0°	30°	45°	60°	75°
k	3.28	3.23	3.18	3.06	2.88

の水平軸に対する各角度方向の寄与率を求め，それに(i)で求めた k 値を求めると，第3表のようになる。

(vi)　${}_8Fc/{}_8Ft+{}_8Sl(=q)$ の値の入射角度による変化

(ii)の h 値，(iii)の p 値，(v)の k 値を(7)式に入れると，q 値は第4表のようになる。

第　4　表

	0°	30°	45°	60°	75°
q	0.591	0.504	0.495	0.492	0.489

(vii)　照射線量と ${}_8Fc$ との関係

a) Bare Reactor の場合

Bare Reactor を使用して0～60° Van de Graaff 使用して75°の角度でコンクリートに照射した時の ${}_8Fc$ と照射線量との関係を示すと，第5表のようになる。

第　5　表

	0	30°	45°	60°	75°
rad/cpm	408	453	575	610	840

b) 広島，長崎の場合

第1図の globe と a) との値から，広島，長崎における rad/cpm を求めると，第6表のようになる。

第　6　表

	0°	30°	45°	60°	75°
rad/cpm	530.0	575 8	599.7	621.6	643.0

4) 吸収線量の決定方法

広島，長崎のA地点におけるコンクリートの表面から8 cm の深さのところにある鉄の中の Co の activity が a cpm/mg あったとすると，この a のうち fast neutron (f)による寄与は，(vi)により $a\times q$ である。その地点の爆心に対する角度を θ とすれば，3)，(vii)，b)より，吸収線量が求められる。この値を ${}^{60}Co$ の半減期を考慮して1945年8月8日の値に直せばよい。

たとえば，爆央より300mの地点のコンクリート中8 cm のところの Co の activity が 2.0 cpm/mg あったとすれば，

$$2.0\times0.492=0.984$$

すなわち，0.984 cpm が ${}_8Fc$ であるから，このときの空中線量は $621.6\times0.984=611.65$ rad となり，1954年の値は ${}^{60}Co$ の半減期と考慮して 611.65×11.9 rad，すなわち，7,278 radとなる。

Ⅲ. 物 理 研 究 部

概　　況

物理研究部には物理第1，第2，第3研究室のほか医用原子炉研究室があり，39年度の定員は前年度と同様23名である。

本研究部の研究業務は，放射線の障害防止ならびに医学的応用に関する適切な計量と防護方法との基礎的技術の開発のほか，人体組織に関する吸収線量の算定に必要な基礎資料を，またひいては放射線の人体に対する作用機構の解明のための1つの基礎資料を加えるため，放射線が人体組織に吸収される場合のエネルギー転換過程の物理学的解明に関する研究等をも行なっている。また，38年度に引続き，医用原子炉の設置に関係する調査研究も行なっている。

38年度に引続き，ヒューマン・カウンタに関する研究が行なわれ，NaI型ヒューマン・カウンタの linear scanner としての特性，プラスチック型ヒューマン・カウンタの働作特性，人体内の ^{137}Cs の経時変化，および電子計算機によるデータ処理の自動化等に関する研究が行なわれた(報告1参照)。

微量放射能の測定法に関する研究も続行され，微量放射能測定の場合のスペクトロメータの最適であるエネルギー範囲についての検討と（報告2），同時計数型ベータ線スペクトロメータに関係して，対数増巾器を用いたエネルギー分析の研究（報告3）が行なわれた。

速中性子照射に伴なう生体内の中性子エネルギーの分布の測定法に関する研究に使用する中性子スペクトロメータについて，38年度に引続き整備実験中であったが，39年度において一応研究を終り，予定していた成果を得た（報告4)。

放射線量測定の分野においては，38年度に引続き研究が行なわれたが，39年度からようやく中性子の吸収線量に関する実質的な実験研究が行なわれるにいたった。

6 MeV 線型電子加速器からのX線を使用した熱量計式測定が実施され（報告5），以前から問題になっていた低エネルギー領域での2次電子エネルギーの分布の測定について，既存の電子分析器に後段加速装置を使用することによる成果を得(報告6），引続き骨および軟組織等価物質について実験を続行する予定である。

速中性子の吸収線量の測定に関しては，38年度整備中であった Hurst 型比例計数管と自製の電離箱について比較実験を行ない（報告7），その結果について検討中である。

トロトラスト被投与患者の臓器吸収線量の推定研究については，38年度に引続き行ない，推定のための仮定について一部実験的に再決定し，再評価を行なった（報告8)。

高エネルギー放射線の遮蔽方法の研究について，39年度は38年度と同様にベータトロンから出る15～19 MeV の電子線とX線を使用して，これを水ファントム（人体の代用）に照射した場合の制動輻射線と散乱X線との角度分布を測定し(報告9），この方面の基礎資料を得た。

医用原子炉に関する調査研究に関しては，本研究部医用原子炉研究室を中心としたプロジェクト研究により行なわれてきたが，本研究部分担事項については別記報告（プロジェクト研究「医用原子炉に関する調査研究」)および報告10を参照されたい。

また，本研究部においては，化学研究部との協力のもとに広島，長崎における原爆放射線量の較正方法についての研究を行なったが，これに関しては，別記報告（プロジェクト研究「核分裂即発中性子線およびガンマ線の線量推定に関する調査研究」)を参照されたい。

なお，予定研究課題以外にも種々研究に着手したが，そのうち主なものは，X線を非破壊検査に用いる場合の後方散乱線を低減（防護の必要上）する方法としての附加フィルタに関する実験的研究（報告11)，および最近その有用性が高く評価されている熱ルミネッセンスによる放射線測定に関する実験である（報告12)。

（物理研究部長　伊藤岳郎）

1. ヒューマン・カウンタによる人体内放射能測定法の研究

物理第1研究室
飯沼　武
石原十三夫
田中栄一

38年度年報で報告したように，放医研には NaI 型と plastic 型の2種のヒューマン・カウンタ（H.C.と略）があり，種々の研究が行なわれている。本報では2つの H.C. ごとに39年度に行なわれた研究の概略を記述する。

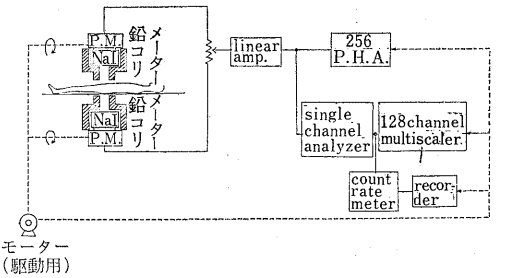
（1） NaI 型 H.C. の linear scanner としての特性に関する研究

H.C.は，従来，主として全身の残留率を定量するために用いられてきたが，同時に高感度の scanner として全身体中の RI 分布についても情報が得られる場合には，特に metabolic studies におけるその役割を飛躍的に増大できることが期待される。高感度の H.C. では一般に大型のシンチレータを使用するため，RI の分布を高分解能で判別することは本質的に困難であり，何らかの妥協点を見出さねばならない。われわれは，放医研の NaI 型H.C.にスリット・コリメータを附することにより，高感度の linear scanner として使用することを試みた。

放医研の NaI 型 H.C. は 8 in. 直径，4 in. 厚の NaI クリスタル2個を水平ベッドの上・下に配し，全身の放射能を高精度で測定できるのみならず，各クリスタルに附設した開閉可能な鉛 5 cm厚のスリット・コリメータ（10 cm巾）と速度可変(5，10，20 cm/min.）の駆動装置により，極めて高感度の linear scanner としても使用できる新しい型の H.C. である。われわれは，^{132}Cs, ^{131}I, ^{22}Na, ^{59}Fe および ^{24}Na などにつき，全身残留率と分布の時間変化を正常人および患者につき追求した。

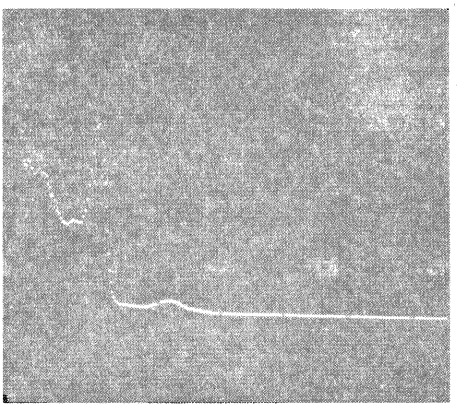
scanner として使用する場合は，水平のプラスチック製ベッド上に患者を仰臥させ，閉じたスリット・コリメータ状態の NaI クリスタルを上下から人体を挿む位置に配する。上下コリメータの位置は，上側を人体の最も厚い部分に合わせ，下側はベッドにできるだけ近くする。

測定系のブロック・ダイアグラムは第1図のごとくである。NaI クリスタルの信号は前置増巾器を通ったのち合計され，比例増巾器で増巾される。その出力は2系統に分けられ，1系統は 256 チャンネル P.H.A. に入り，scan 中の全計数のエネルギー分析用に使われる。他の1系統は1チャンネル P.H.A. を経由して 128 チンャネル multiscaler と計数率計-記録計系にいく。1チャンネル P.H.A. は分布を測定すべき核種の photopeak をはさむために使用されており，これにより散乱線の影響をへらし，scan の分解能を向上できる。また，必要に応じて測定すべきエネルギー巾を任意に変えることも可能である。1チャンネル P.H.A. の出力に接続される計数率計-記録計系は通常の scan 図の直記用であるが，われわれの場合，単に monitor 用として使われているだけで，scan 図からの定量的なデータは 128 チャンネル multiscaler により得られる。

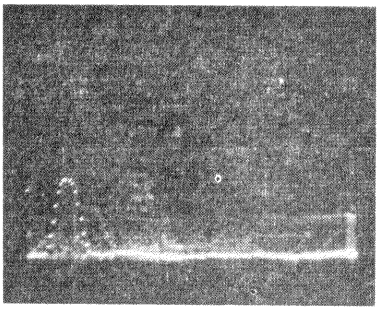


第1図　Linear scanner として使用する場合の測定系ブロック・ダイアグラム

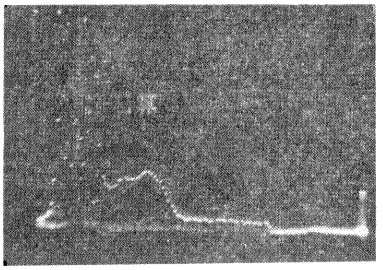
multiscaler は scan 開始と同時に 0 チャンネルから計数の蓄積を始め，一定時間経過すると次の1チャンネルに自動的に移動して計数，順次同様に全128チャンネルを走査する。各チャンネルごとの計数時間は可変であるので，scan 時間に対応して任意に細分した profile を描くことができる。profile は scan 終了後，ブラウン管上に観察でき，その各点（チャンネル）は数字でprint outできるので，統計精度が高く，background 差引きを含めたデータ処理も容易である。また通常の計数率計にみられるような時間遅れや非直線性の問題は全くなく，scan 図の定量化には，このような方法が不可欠と思われる。multiscaler で得たデータの例を第 2 図，第 3 図，第 4



第2図　^{131}I のエネルギー・スペクトル（scan と同時に 256 ch. P.H.A. で測定）



第3図　^{131}I の profile (full scale 大)



第4図　^{131}I の profile (full scale 小)

図に示す。第2図は ^{131}I 投与患者の scan 中に256チャンネルP. H. A. で分析した ^{131}I のエネルギー・スペクトルを示し，第3図，第4図は同一患者で同時に得た scan図 (profile) で，左側が頭である。第3図は縦軸の full scale を大きくして甲状腺の peak を明示したもの，第4図はfull scaleを小さくして胃，膀胱附近の蓄積の有様を示したものである。

現在，この scanner の point source に対する応答などの基礎的な特性につき検討している。scan 図から直接に体内放射能の絶対量を算出することは困難であるため，コリメータを開いた状態で定量した全身残留率との比較によって，scan 図から身体各部の放射能量を算出することを試みている。また，上記の方法は multiple-tracer による scan を同時に行なう場合に適用できるが，この場合は，時間-エネルギーを同時に弁別できる two dimensional P. H. A. を必要とする。

われわれは double tracer (^{132}Cs と ^{86}Rb) による人体代謝を研究したが，その際の scan は1チャンネルP. H. A. のレベルを ^{132}Cs と ^{86}Rb に別々に設定して2回チャンネルの測定を行なった。現在の機器では，患者への負担からみて，double tracer までが限度と考えられる。

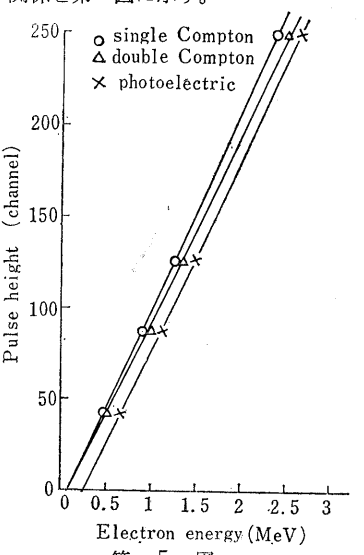
(2) プラスチック型ヒューマン・カウンタの動作特性に関する研究

放医研のプラスチック型ヒューマン・カウンタ（以後 Pl. H. C. と略)は，50cm×50 cm×15 cmの直方体プラスチック・シンチレータに 5 in. ϕ の光電子増倍管（以後 P. M. と略）を4本取付けたものを1ユニットとし，それを上に4個，下に4個備え，人間をサンドウィッチ状にはさんで測定するような構造になっている。

上下8個のユニットの32本の P. M. からの信号は8本ずつ4系統に集められ，それぞれカソード・フォロアーを通ってミキサーに入り，すべて加え合わされて増巾器に入り増巾されて，2個のシングル・チャンネル波高分析器で分析され，計数される。

測定をするには32本の P. M. の利得を合わせる。そのために ThC″ の 2.62 MeV の γ 線を各 P. M. と同軸上に入射させ，その波高分布が一致するように可変抵抗を変化させて合わせる。

Pl. H. C. の基礎的特性を調べるために，^{137}Cs : 0.662 MeV, ^{65}Zn : 1.12 MeV, ^{40}K : 1.46 MeV, ThC″ : 2.62 MeV の γ 線スペクトルを測定した。波高値とエネルギーの関係を調べるために，コンプトン反跳電子の第1次180°後方散乱電子のエルギー（○印），二重コンプトン散乱電子のエネルギー（△印），γ 光子のエネルギー（×印)と波高値との関係を第5図に示す。



第　5　図

それぞれ波高値を0に外挿すると，1次および二重コンプトンエネルギーはともに約100 keV を通過するが，γ 光子のエネルギーは約250 keV を通り，低エネルギー側での非直線性が大きすぎる。直線性は1次の方が優れている。したがって，ピークのエネルギーは1次もしくはそれより少し大きいエネルギーに対応するものと考えられる。

第　1　表

Source	Energy band (keV)	Efficiency (%)	Half-resolution $^1/_2$R (%)	Peak trough ratio P/T	Background (cps)
^{137}Cs	374～ 742	10.68	38.7	—	206
^{65}Zn	560～ 1234	28.26	22.0	1.46	153
^{40}K	540～ 1715	16.66	18.79	1.52	206
ThC″	1949～3389	10.11	20.2	1.80	217

第　2　表

Source	Energy band (keV) and pulse height (V)	Calibration method				Statistical accuracy (%)	Minimum detectable amount
		Internal standard method		Phantom method			
		Patient	Calibration const.	Size	Calibration const.		
Cs	20.0～26.1V 513～598 keV	K. W. M. I.	0.824 nc/cps 0.867 nc/cps	L	0.794 nc/cps	±6.5	1.1 nc
K	55.0～85.0V 998～1404keV	T. A. I.	2.21 g/cps	L S	2.42 g/cps 2.70 g/cps	±1.5	3.6 g

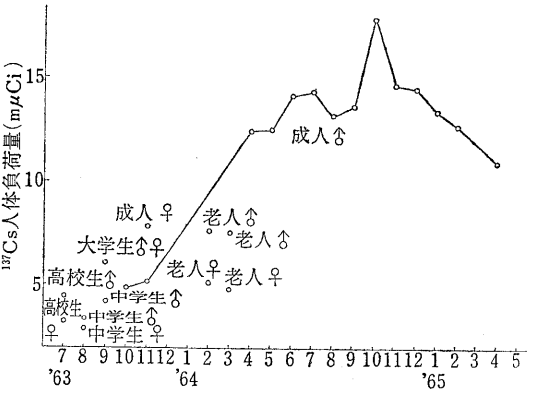
4種のγ線についての half-resolution, 検出効率等を第1表に示した。低エネルギー側に雑音が多いため，^{137}Csの効率が他に比べて悪く，また，P/Tが求められない。$^1/_2$RでThC″は^{40}Kよりも大きな値を示しているが，これは本Pl. H. C.が大きな立体角をもつため，2.62 MeVと同時に放出される0.58 MeVのγ線が同時に検出され，合計されることによる高波高側への拡がりのためである。

実際に人体を測定する時の校正常数等を第2表に示す。この表で，statistical accuracy というのは，^{137}Cs：10 nc, K：150 gをもった人間を15分測定した時に，^{137}Csは±6.5%，Kは±1.5%の精度で求められることを示したもので，また，minimum detectable amount というのはバックグラウンドの標準偏差の3倍を有意であるとした時の測定可能な activity を示したものである。

エネルギー分解能がNaI型に比べて悪く，未知の核種はほとんど判別が不可能である。しかし，既知の核種に対しては検出器の立体角が大きいので，短時間で効率よく精度の高い測定ができる。将来はエネルギー分解能を上げるとともに低エネルギー側の雑音を減らし，^{131}I：0.364 MeVまで測定限界を拡大する努力が必要である。

（3）^{137}Cs の経時変化

われわれは，1963年の7月から^{137}Csの人体負荷量の測定を続けてきた。その経時変化は第6図に示す通りである。1963年以来上昇の一途をたどり，1964年6月には



第　6　図

約3倍になっている。そして10月をのぞいて12月まで大きな変化なくきている。10月は測定日の4日前に中共において核実験を行なっているところから，半減期の短かい他の核種の計数が入っているものと思われるが定かではない。12月以後は1964年4月現在まで減少の一途をたどっている。この変化は主な input である食中濃度変化に起因すると思われる。

この研究は，同時に被測定者の24時間尿をとり体内量との相関を求めるため，環境汚染第1研究室長佐伯誠道氏，環境汚染第3研究室員内山正史氏と，また，一部の被測定者から200 mlの血液をとり，血中濃度との相関を求めるために，国立公衆衛生院放射線衛生学部長山登県

氏とそれぞれ共同で行なった。

（4） 電子計算機によるデータ処理の自動化

近年，電子計算機の発達とともに電子計算機によるデータ処理の自動化が進められつつある。われわれも電子計算機を使用して2例についてデータ処理を試みた。

1）K, Cs 体内量計算

Pl. H. C. を使用して得たデータから，K, Cs 体内量を算出するのであるが，計算原理は簡単で

$$\frac{\text{activity in phantom}}{\text{counts with phantom}}=\frac{\text{activity } \textit{in vivo}}{\text{counts } \textit{in vivo}}=a$$

$$\text{counts } \textit{in vivo} \times a = \text{activity } \textit{in vivo}$$

であるが，演算回数が多く極めて煩雑である。われわれが計算をすると，1日のデータを処理するのに1日はゆうにかかるが，電子計算機では短時間（数10秒）に，正確に計算できる。

2）NaI 型 H. C. による核種の体内分布測定の補正

コリメータをつけた検出器をスキャンニングして体内分布を測定するが，コリメータが10 cm の巾をもつためポイントソースを測定してもある分布をもつ。そこで，体内に連続的に分布している核種では，体内の各点にあるものがポイントソースと同じ分布をするものとし，測定で得た分布曲線の各点に補正を加えてやれば真の分布に近い曲線を得ることができる。

そこで，ポイントソースでの分布を matrix P で表わすと

$$Pi=h$$

h は測定された分布で，i は真の分布である。i は P の逆 matrix P^{-1} と h との積で得られる。この値を逐次近似法で求める。i に対する逐次近似は

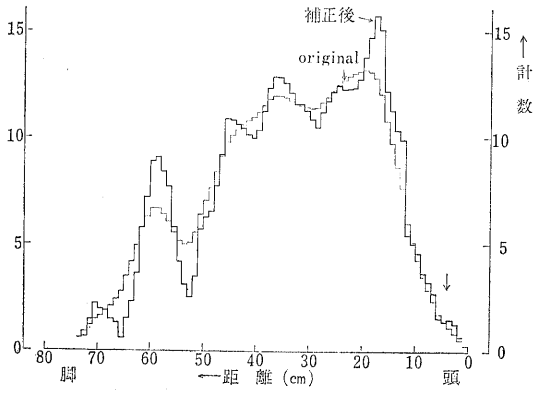
$$i_n=i_{n-1}+(Pi-Pi_{n-1})$$

になる。この近似は数回くり返すと分布が振動をして正しい値が求められなくなる。

ある点の分布 h_r の標準偏差 $\sigma_r=\sqrt{h_r}$ を考え，i_n から計算された値と測定された分布とを比較して，もし計算された h_n' と h が σ によって定められた範囲内で一致していれば，

$$\frac{[h_r-(h_n')_r]^2}{h_r}\leq 1 \quad (r=1, 2, \cdots\cdots)$$

と書ける。この関係を満足する範囲で計算を行ない i を求める。その計算結果の例を図に示す。第7図は ^{132}Cs 投与後5日目の scan 図に補正を加えたものである。



第 7 図

2. 微量放射能測定におけるスペクトロメーターの最適ウインドウ

物理第1研究室
田 中 栄 一

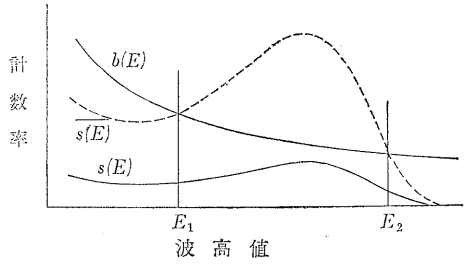
微量放射能測定において，与えられた時間内に最も良い統計的精度で測定を行なうには，$\sigma^2=B/S^2$ が最小になるように測定条件を選べばよいことが知られている。ここに S は試料の正味計数率，B は自然計数率（$B \gg S$ と仮定する）である。β 線あるいは γ 線スペクトロメーターを用いて，あるエネルギー範囲（ウインドウという）の計数を行なう場合，そのウインドウを上記の σ^2 が最小になるように決定することが望ましいが，その決定は従来非常に面倒であった。本報告は，試料アイソトープ（以下 RI という）の既知波高分布および自然計数の波高分布より図形的に最適ウインドウを求める簡単な方法を述べたものである。

（1） 試料が1種の RI の場合

第1図において $s(E)$, $b(E)$ をそれぞれ試料および自然計数の波高分布，E_1—E_2 をウインドウとすると，S および B は

$$S=\int_{E_1}^{E_2} s(E)dE, \qquad B=\int_{E_1}^{E_2} b(E)dE$$

E_1 がもしウインドウの最適下限であれば，σ^2 の値は E_1 で最小値をとるから，その条件は次のようになる。



第 1 図

$$\frac{d\sigma^2}{dE_1}=\frac{1}{S^3}\left\{Sb(E_1)-2Bs(E_1)\right\}=0$$

E_2 がもし同時に最適上限であれば，E_2 についても上記と同様な条件が成立するから，結局 E_1—E_2 が最適ウインドウである条件は

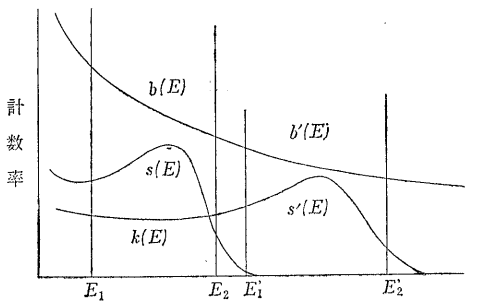
$$\frac{b(E_1)}{s(E_1)}S=\frac{b(E_2)}{s(E_2)}S=2B \quad \cdots\cdots(1)$$

で与えられる。

(1)式から最適ウインドウは次のようにして図式的に求められる。すなわち，$s(E)$ を適当に normalize して $\overline{s(E)}$ とし，$b(E)$との交点を E_1，E_2 とし，E_1—E_2間について$\overline{s(E)}$ および $b(E)$ の面積が(1)式を満足するようにすれば，E_1—E_2 が求める最適ウインドウである。

（2） 試料が2種の RI の場合

試料が異なったエネルギーの放射線を放出する2種の RI を含む場合，2つの微分波高分析器でそれぞれの R_I を測定して，各ウインドウの計数値から各 RI の放射能を求める。いま，簡単のために高エネルギーウインドウへの低エネルギー RI の寄与は無視できるとし（この仮定は大抵の場合成立する），さらに，試料の計数率は自然計数率に比して充分小さいと仮定しよう。



波高値

第 2 図

第2図において，$s(E)$，$s'(E)$は各RIのそれぞれ主として寄与するウインドウでの波高分布，$b(E)$，$b'(E)$は自然計数の波高分布，$k(E)$ は高エネルギー RI の低エネルギーウインドウにおける波高分布，S,S',B,B'，Kは各ウインドウにおける計数値とする。各計数値の相対的標準偏差の自乗は

$$\sigma_1^2=\frac{S'^2B+K^2B'}{(SS')^2},\qquad \sigma_2^2=\frac{B'}{S'^2}$$

となる。前と同様に，$d\sigma_1^2/dE=0$，$d\sigma_2^2/dE=0$ として最適ウインドウの条件を求めると，

$$\left\{b(E_i)+\frac{2\beta B'}{S'}k(E_i)\right\}\frac{S}{s(E_i)}=$$
$$2(B+\beta^2B') \quad \cdots\cdots(2)$$

$$\frac{b'(E_i')}{s'(E_i')}S'=2B' \quad \cdots\cdots(3)$$

となる。ここに $\beta=K/S'$；$i=1,2$ である。(3)式から，高エネルギー側のウインドウは1種の RI の場合と同様にして求められる。(3)式を用いて(2)式を変形すると

$$\frac{b_0(E_i)}{s(E_i)}S=B+B_0 \quad \cdots\cdots(4)$$

ただし

$$b_0(E)=b(E)+\beta\frac{b'(E_i')}{s'(E_i')}k(E)$$
$$=b(E)+\overline{\beta k(E)} \quad \cdots\cdots(5)$$
$$B_0=\int_{E1}^{E_2}b_0(E)dE$$

となる。

$b_0(E)$ は(5)式で決められるが，式中の β は求めるウインドウの関数であるから正確な値は未知である。そこで，次のような逐次近似法を採用すればよい。まず，高エネルギー RI からの寄与がないと仮定して最適ウインドウを求め，このウインドウについての β の値を計算し，(5)式より，$b_0(E)$ なる分布を作製する。この $b_0(E)$ を用いて，(4)式で表わされる面積関係を考慮してウインドウを求めれば，これが第1次近似の最適ウインドウである。さらに，必要があればこのウインドウについて β の値を再計算し，同様な操作を繰りかえしてゆけばよい。しかし，通常この近似は良好で第1次近似をとるだけで十分である。

〔研究発表〕

田中栄一；微量放射能測定におけるスペクトロメーターの最適ウインドウ，第25回応用物理学会（1964年11月）

3. 対数増幅器を用いた β 線のエネルギー分析

物理第1研究室

田 中 栄 一

伊 藤 進

丸 山 隆 司*

河 村 正 一**

*物理第3研究室

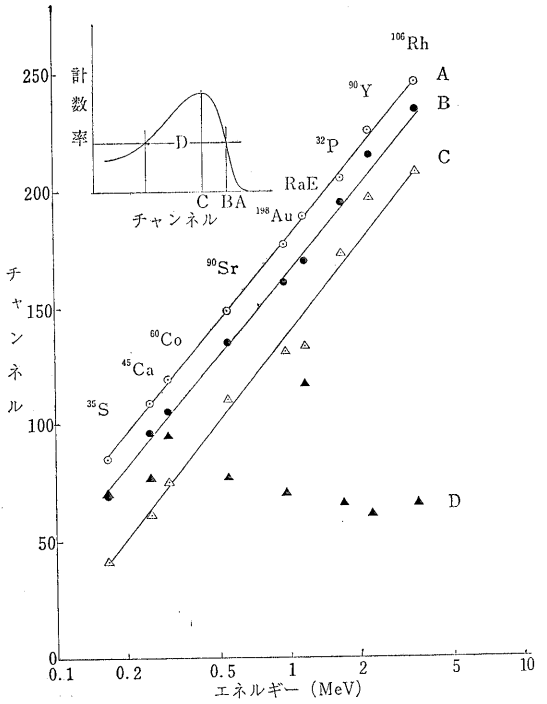
**化学第3研究室

同時計数型 β 線スペクトロメーターによって微量放射能のエネルギー分析が可能となった（38年度放医研年報参照）。この際，シンチレーション計数管の信号を対数増幅器（38年度報告参照）で増幅して波高分布曲線のエネルギー軸を対数目盛で表示すると，次のような利点がある。(1)広いエネルギー範囲の波高分布を一定の相対波高

精度で一度に測定できる。(2) 1種類のβ壊変に伴なうβ線の波高分布曲線はその最大エネルギーと無関係にほぼ一定の形状を示し，データ（特に，混合核種の場合）の解析が容易となる。(3)自然計数の波高分布はほぼ平坦となり，微量放射能の有無の検出が容易である。(4)実効ウインドウ幅は波高値に比例し，計数値の統計誤差の点から，連続スペクトルをもつβ線の微量分析に有利である。そこで，この方法によるβ線エネルギー分析の実用化を目的として，β線の最大エネルギー，吸収の有無，試料皿の後方散乱および試料の自己吸収が対数表示による波高分布曲線に及ぼす影響について研究した。

検出器は$1''^{1}/_{2}\times 2$ cmのプラスチック・シンチレーター（NE 102）に光電子増倍管 EMI 9552Bをとりつけたものを用い，前面に直径1 cmの絞りを設けた。対数増幅器の対数変換部は38年度報告のものを用い，256チャンネル波高分析器で波高分布を求めた。

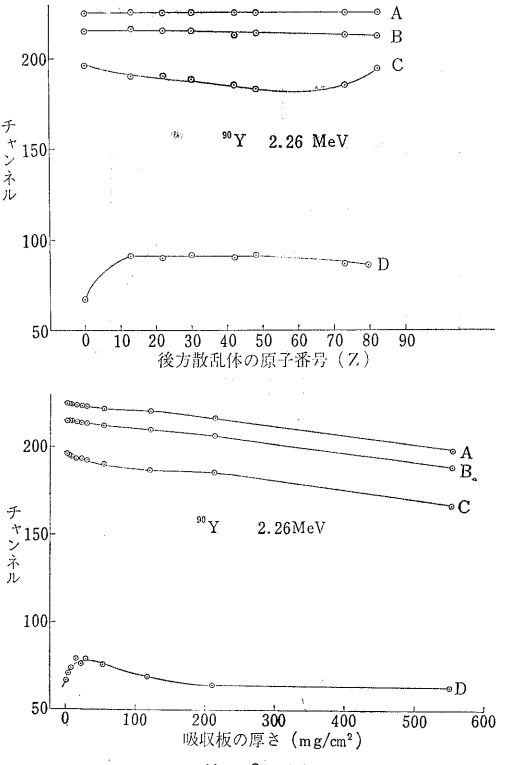
第1図は吸収および散乱の無視できる試料について求めたもので，図中に示すように，波高分布曲線の外挿点A，分布の最高点C，高エネルギー側の半値点Bおよび半値幅Dに相当する各チャンネル数を核種の最大β線エネルギーの関数としてプロットしたものである（計数管の窓および空気の吸収は補正してある）。外挿点Aは1つの直線上にのり，その点のエネルギー（パルス発生器と



第 1 図

^{137}Cs内部転換電子で校正したもの）は，その核種の放出するβ線の最大エネルギーと実験誤差範囲内（エネルギーにして2～4%）でよく一致した。波高分布曲線の高エネルギー部はほとんど直線で外挿の精度は比較的良好であるので，上記の結果は最大エネルギーの決定に有用であることが結論された。A，B，C点がほぼ平行した直線上にのり，Dが一定値を示すことは各波高分布がほぼ同形であることを表わすが，Dについては^{60}CoとRaEが例外的に大きい。これはこれらの核種のβ壊変が許容型のスペクトルでないことに原因すると思われる。

第2図は後方散乱体の原子番号および吸収を変化したときの影響を^{90}Yについて例示したもので，後方散乱によっては一般にA点およびB点はほとんど変化しない。吸収に対しては，A，B，C点は吸収板の厚さとともにほぼ一定の比率のまま減少する。なお，第1図にみられたD点の核種によるばらつきは吸収板の挿入によって小さくなり，波高分布曲線の核種による大きな相違は減少する傾向がある。



第 2 図

その他自己吸収の影響についても調べ，2種以上の核種が混在する試料の分析の基礎データを得た。

〔研究発表〕

田中栄一，伊藤進，丸山隆司，河村正一；対数増幅器を用いたβ線のエネルギー分析，第12回応用物理学関係連合講演会（1965年4月）

4. Van de Graaff 加速器を用いた速中性子飛行時間測定装置

物理第1研究室
平本俊幸
稲田哲雄*

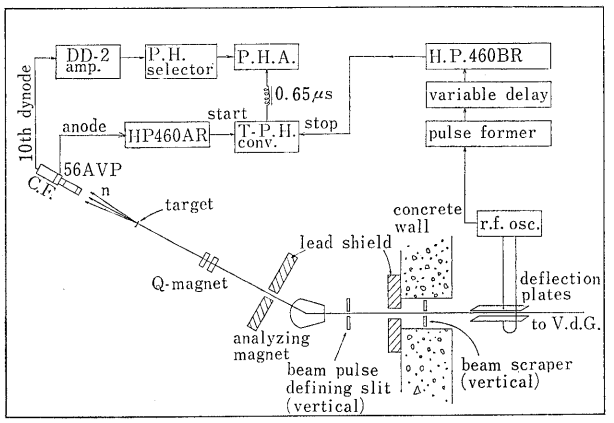
*物理第2研究室

本研究所の速中性子関係の実験は，現在主に Van de Graaff 加速器を用いて行なっているが，遮蔽，動物照射等の諸効果を評価する場合，中性子束とともに中性子エネルギーを知らねばならない。この目的のため中性子飛行時間測定装置を製作した。飛行時間測定装置については多くの例が発表されている（J. B. Marion and J. L. Fowler, ed.; Fast neutron physics], *Interscience Publ. Inc.*, New York, 1960. B. V. Rybakov and V. A. Sidrov; Fast neutron spectroscopy, *Consultant Bureau, Inc.*, New York, 1960)。われわれはこれらの標準的な構成を採用し，かつ装置の簡潔化，保守の容易さという点に留意し，全時間分解能の目標を 2 ns においた。

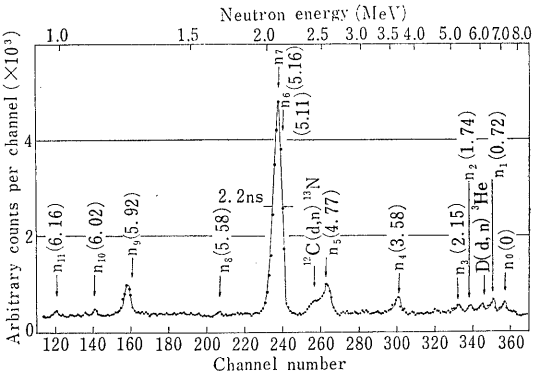
飛行時間測定装置の配置ならびに電子回路のブロック図を第1図に示す。横型 Van de Graaff からでたイオンビームは偏向板（33 cm × 2 cm，間隔 2 cm）にかけた高周波電圧（通常 2.5 MC，25 kV^{p-p} max.）により垂直方向に偏向されビーム幅決定スリットでパルス化される。パルスの時間幅は最小約 1.3 ns である。ビームはその後分析マグネット，Qマグネットを経てターゲットに達する。

中性子検出器（シンチレーターは Pilot B，光電子増倍管は 56AVP）は遮蔽ケース（$LiCO_3$ とパラフィンの混合物ならびに鉛 5 cm）に入れ，ターゲットを中心に回転する台車上におかれる。

偏向板に印加する高周波電圧を pickoff loop によってとりだし，パルス化回路でパルス化したものを時間測定の基準時間としている。中性子検出器の時間信号は陽極からとりだし，比例出力は第10ダイノードからとっている。この比例出力は，side channel として中性子エネルギーの検出下限を決めるとともに時間分解能の向上に用いる。時間-波高変換器は，Eldorado Model TH-300(W. Weber, *et al.*; *Rev. Sci. Instr.*, 27, 166, 1950) を使用した。



第1図　Arrangement of the T. O. F. neutron spectrometer



第2図　Typical time spectrum of neutrons from $^{9}Be(d, n)^{10}B$. $E_d = 3.0$ MeV, $\theta_{Lab} = 0°$, time/channel = 0.48 ns, flight path = 250 cm

この装置を用いて測定した時間スペクトルの1例として，$^{9}Be(d, n)^{10}B$ 反応によるものを第2図に示した。このときの side channel のレベルは陽子エネルギーにして約 0.7 MeV で，n_7 (2.1 MeV) のピークの半値幅は 2.2 ns である。side channel のレベルを下げると，パルスの立ち上り時間と時間-波高変換器のディスクリミネーターの時間遅れの影響により時間分解能は劣化する。しかし，レベルが 1 MeV 以上では時間分解能は一定（2 ns）でこれらの影響はほとんどなくなる。このときの全時間分解能への各部分の寄与は次のように推定される。ビームパルス時間幅約 1.3 ns，シンチレーターの厚さによるもの約 1.5 ns，光電子増倍管の transit time dispersion によるもの約 0.5 ns，基準時間信号および時間-波高変換器によるもの

約 0.5 nsである。

〔研究発表〕

1. 稲田哲雄，平本俊幸；A versatile T. O. F. neutron spectrometer, 物理学会春季分科会(1965年4月)
2. 平本俊幸，稲田哲雄；Post acceleration pulsingによる T. O. F. 測定装置，第12回応用物理学関係連合講演会（1965年4月）
3. 平本俊幸，稲田哲雄；速中性子飛行時間スペクトロメーター，応用物理，34，429（1965年）

5. 放射線の熱量的測定に関する研究（4）
（6 MV-X線のエネルギー束）

物理第2研究室
松沢秀夫
佐方周防
平岡武

熱量計により6 MV-X線のエネルギー束の測定を行なった。実験に供したX線は6 MeV線型電子加速器から放射されるX線である。これは，6 MeVに加速された電子線が厚さ1.52 mmのタングステン target に衝突した時発生する阻止X線で，連続スペクトル光子群から成っている。

X線エネルギー束（fluence）の測定はX線束を吸収体に全吸収させ，その温度上昇を測定して求めた。吸収体は5 cmϕ×8 cmの鉛円柱である。第1図に実験装置の配列の大要を示す。X線は鉛円柱の底面に垂直に入射させた。X線焦点・鉛円柱間距離は106.4 cm，同位置における照射野は6.4×6.4 cmである。X線の吸収に伴なう鉛円柱の温度変化はブリッジ回路，直流増幅器を経てX-Y自記記録計に自動的に記録された。これに吸収体中での熱移動の時間的遅れを補正した真の値に較正係数を乗じてX線エネルギー束を求めた。較正係数は鉛吸収体中に内蔵されているヒーターに既知電流を流して熱量計を較正し求めた。他方，熱量計の代りにRadocon線量計を同じ位置におき，照射線量の積算値を測定した。ただし，これら2種類の実験において照射条件を同一に保つため，アルミニウムの平行平板から成る transmission ionization chamber をモニターとして用いた。

以上の測定に各種損失の補正を加え，単位レントゲン当りのX線エネルギー束として3280±128 ergs/cm²-rを得た。

エネルギー束E_fは理論的には次のように計算されるであろう。単一エネルギーX線に対する空気の質量エネルギー吸収係数を$(m\mu e_n)_{air}$とすれば，E_fは次式で与えられる。

$$E_f = D_{air}/(m\mu e_n)_{air} \quad \cdots\cdots(1)$$

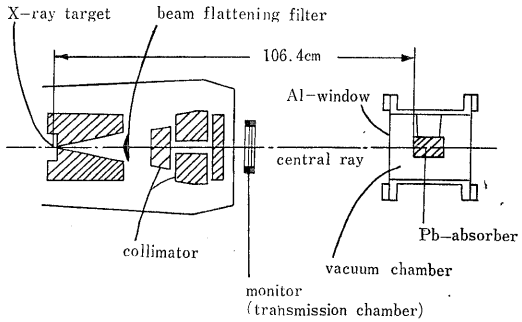
ただし，D_{air}は単位レントゲン当り空気1 g中に吸収されるエネルギーで，86.9 ergs/g-rである。$(m\mu e_n)_{air}$はX線光子エネルギーの関数である。

連続スペクトルから成るX線では，εなるエネルギーを有する光子による寄与の割合を$f(\varepsilon)$とすれば，連続X線のエネルギー束E_fは次式で与えられるべきである。

$$E_f = \int_0^{E_{max}} f(\varepsilon)\cdot E_f(\varepsilon)dE \quad \cdots\cdots(2)$$

ただし，$E_f(\varepsilon)$は(1)式のE_fに相当するが，エネルギーεの関数であることを明示するために，(2)式では，$E_f(\varepsilon)$と記している。(2)式は，理論的に正確でも実際にはX線スペクトルの知見を必要とするのみならず，計算が極めて複雑であるから実用的ではない。

実際的近似法として，連続スペクトルの代りにX線束の実効エネルギー（平均の光子エネルギー）で置換えてみた。実験に供したX線の半価層は鉛11.5 mmと測定され，鉛に対する線吸収係数は0.6026 cm^{-1}となり，実効エネルギーは約1.4 MeVと評価される。光子エネルギー1.4 MeVに対する$(m\mu e_n)_{air}$は0.0260 cm^2/gである。したがって，6 MV-X線に対するE_fの近似値は(1)式により，3342 ergs/cm^2-rと計算された。この近似値は実験値の平均3280 ergs/cm^2-rに比して約2％大きいが，実験誤差の範囲内では両者が一致するといえる。これは6 MV-X線の線質を規定する時，連続X線のスペクトルの代りに実効エネルギーを用いても，実際上は充分有用であることを示すものと考えられる。



第1図　Schematic diagram of the experimental set up

〔研究発表〕

佐方周防，平岡武，松沢秀夫；放射線の熱量的測定に関する研究(4)（6 MV-X線のエネルギー束），日本

医学放射線学会雑誌，24（1964年）

6. 低エネルギー領域での2次電子エネルギー分布の測定

物理第2研究室
稲田哲雄
星野一雄
松沢秀夫

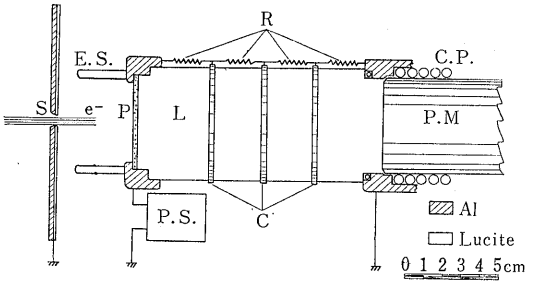
（1） 緒　　言

X，γ線照射によって物質中に放出される2次電子は，物質へのエネルギー付与において重要な役割を演ずるので，X，γ線の線量測定，あるいは生物学的効果の解明などの研究には，2次電子のエネルギー分布および空間分布についての知見が必要である。われわれは，電磁石式電子分析器を利用し，2次電子のエネルギー分布に関する実験的研究を数年来続けているが，今回は50 keV以下の低エネルギー電子に着目し，その検出法を改良したので報告する。

低エネルギー域電子の測定において，シンチレーターを用いる場合は発光検出に伴なう光電子増倍管の雑音によって，またGM管の場合は入射窓の厚さによって検出可能の最低エネルギーが制約される。これは10～20 keVであり，数10 keVのエネルギーでもまだ大きな誤差を含む。本研究では，電磁石型電子分析器でエネルギー分析した電子を，さらに適当な電場で加速し，測定可能エネルギー域へ移行させる方法をとった。このような後段加速法により，数keVまでの電子を測定することができた。

（2） 後段加速装置

180°扇形電磁石式電子分析器の検出器直前で後段加速を行なった。すなわち，分析器の最終スリットを接地電位におき，検出部を正の高電位におく。付随する測定系との絶縁が容易であることからシンチレーション検出器を採用した。シンチレーターはγ線に対する検出効率を低くするために薄い(0.2mm)プラスチック・シンチレーターを使用した。これは13 cmのルサイトと円筒により光電子増倍管陰極と絶縁される。シンチレーターには高電圧が印加されるが，この場合，2種の放電に伴なう効果が雑音レベルを増大させることが知られた。第1はルサイト沿面の放電に伴なう微少な発光で第2は残留気体の真空放電によって放出される電子が加速されてシンチレーターに入射するものである。第1図C，Rは各導電性ゴムリングおよび高抵抗で，ルサイト沿面の電場を一様にするのに役立つ。これにより第1の放電を抑制できた。第2の真空放電は，高電圧部周辺の真空度に著しく依存するので，基本的には分析器内の強力な排気が要求される。現在$1\sim3\times10^{-5}$ Torrで測定が行なわれている。第1図において，E.S.と記したルサイトリングは，外部からの放電電子の寄与を減少させるのに役立つ。かくして，10数kVの加速電圧の印加が可能となった。



第　1　図

（3） 測定値の補正

単一エネルギー電子の入射に対し光電子増倍管の出力パルスは単一でなく，広いエネルギー域に対応するような分布を呈する。したがって，ある有限の値に設定されたディスクリミネーターは，入射電子のエネルギーが低くなるにつれて計数損失を生ずる。この計数落ちに対する補正には，後段加速に特徴的な次のような方法がとられる。

電磁石で分析されたエネルギーEの電子が数え落しなく計数されて得られる真のスペクトルを$T(E)$，これを加速電圧V_iでの実際の測定で得る計数値を$X_{Vi}(E)$とすると，一般に

$$T(E)=f(E+V_i)X_{Vi}(E) \quad \cdots\cdots(1)$$

ここで，$f(E)$はエネルギーEで入射する電子に対する検出効率の逆数で，数え落しのない場合を1とする。

いま，後段加速電圧V_1およびV_2（$V_2>V_1$）において測定を行なう。$V_2-V_1=V$とし，分析エネルギー$E=E_0$の電子に対する真の計数$T(E_0)$は

$$T(E_0)=f(E_0+V_2)X_{V2}(E_0)=f(E_0+V_1)X_{V1}(E_0) \quad \cdots\cdots(2)$$

また，$E=E_0-V$では

$$T(E_0-V)=f(E_0-V+V_2)X_{V2}(E_0-V)=f(E_0-V+V_1)X_{V1}(E_0-V) \quad \cdots(3)$$

である。

$$f(E_0-V+V_2)=f(E_0+V_1)$$

であるから，(2)，(3)から

$$T(E_0-V)=\frac{T(E_0)}{X_{V1}(E_0)}X_{V2}(E_0-V) \quad \cdots\cdots(4)$$

この方法を繰返すことにより，$E=E_0-iV$の電子に対

する真のスペクトルは一般に次式で与られる。

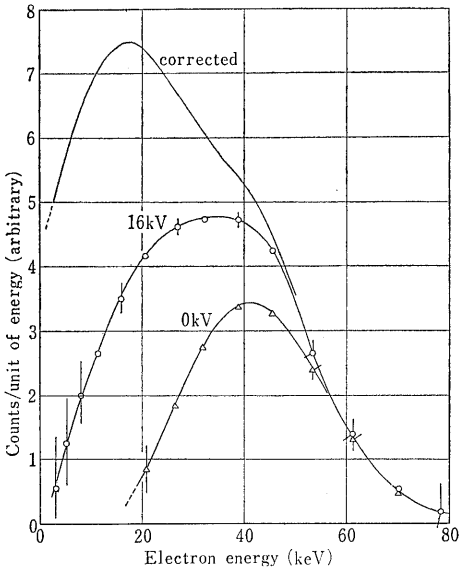
$$T(E_0 iV)$$
$$=T(E_0-\{i-1\}V)\frac{X_{V2}(E_0-\{i-1\}V}{X_{V1}(E_0-iV)} \quad \cdots\cdots(5)$$

（4） 2次電子スペクトルの測定

試料に200 kV X線を照射して生ずる2次電子を，その前方方向の0°，25°，45°，60°において観測した。試料は2次電子の最大飛程より厚い鉛の薄板である。

第2図に1例として，0°方向の単位立体角内へ放出された2次電子のスペクトルの，加速電圧0 kV，16 kVの場合の測定結果とこれにもとづき前節の方法で補正した結果とを示した。

今後はこの方法により，骨および軟組織等価物質における低エネルギー域での2次電子の測定を継続する予定である。



第 2 図

〔研究発表〕

稲田哲雄，星野一雄，松沢秀夫；低エネルギー領域での2次電子エネルギー分布の測定，日本物理学会第19回年会（1964年10月）

7. 速中性子の吸収線量

物理第2研究室
松 沢 秀 夫
川 島 勝 弘
平 岡 武

速中性子の線量測定，ことに生体組織中の吸収線量を求めるために，いろいろな測定法，評価法が試みられているが，X，γ線の線量測定と同程度に精度よく求めるのは困難な現状である。

単一エネルギー速中性子に対しては，その中性子束の測定値から吸収線量を換算する方法が広く行なわれている。単一エネルギーでないものに，この方法を適用するためには，速中性子線のスペクトルを知る必要があり，これはまた，容易に求められるようなものではない。

さらに，中性子線にはγ線が伴なう場合が多く，このような場合には，中性子線量とγ線量を，個々に知らなければならない実験が多い。特に，生物学的効果比に関する実験においては，その実験の良否を左右するほど重要な要因である。

（1） 目 的

本研究所のVan de Graaffを使った速中性子の照射実験のための基礎データとして，速中性子線の吸収線量の測定を行なった。

（2） 実験方法

線源として，Van de Graaffで加速された重陽子でBeのthick targetをたたき，Be(d,n)B反応で発生する中性子線を用いた。検出器としては，筋肉組織のエネルギー・レスポンスと，ポリエチレンのそれとの比が一定であること，ポリエチレンの壁材に対して，電離気体としてエチレンガスを使用することにより，空洞原理が満足されること，内蔵の ^{239}Pu α線により，吸収エネルギーの較正ができることなどの利点を重視し，速中性子用検出器としてHurst型比例計数管を試作した。しかし，測定の迅速性，容易性，測定器の費用などの点から考え，電離箱による測定法をも重視し，平行板型電離箱によっても実験を行なった。まず，中性子不感電離箱（γ線量の検出用）としてカーボン製，γ線・中性子線検出用として，カーボン，ポリエチレン，ジシアンジアミドを成分として試作した中性子用組織等価物質製の2種類を試作した。

（3） 実験結果および考察

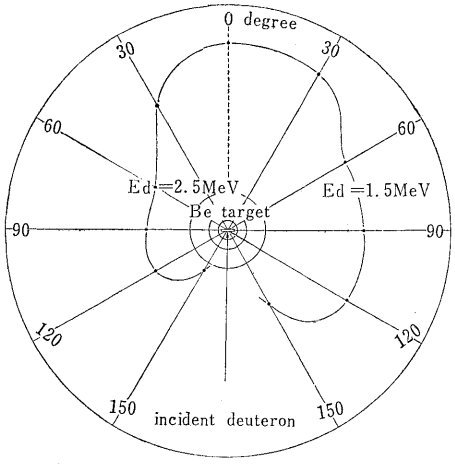
比例計数管を用いて測定した速中性子線の逆2乗則と角度分布の結果を第1図，第2図(次頁)に示す。

電離箱による測定値は，^{60}Co γ線で較正し，次式によりγ線量と中性子線量を求めた。

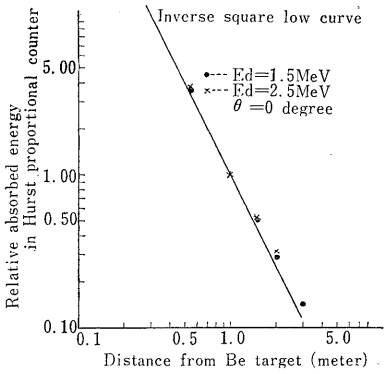
$$T=1.04\Gamma+N$$
$$C=1.04\Gamma+kN \quad (k=0.15)$$

その結果，重陽子エネルギー2.5 MeVの場合につき次のような値を得た。

$$\Gamma/N=19.6\%$$
$$N=37.0 \text{ rad/C of deuteron at 1 m}$$



第 1 図



第 2 図　Angular distribution of neutron dose of $^{9}Be(d, n)^{10}B$

一方，比例計数管からは，

N=40.7 rad/C of deuteron at 1 m

という結果を得た。

両者の間に約10%の差がみられるが，この原因につき検討を加える。たとえば電離箱からの算出には，*ICRU Report* による簡便法を採用したが，今後これにつき検討を加える予定である。また，モニターには重陽子の衝突電荷量を使ったが，これは中性子発生量で直接行なうべきであろう。

〔研究発表〕

平岡武，川島勝弘，松沢秀夫；速中性子の吸収線量，第12回日本医学放射線学会物理専門部会（1965年4月）および第24回日本医学放射線学会総会（1965年4月）

8. トロトラスト患者決定臓器の吸収線量算定

物理第3研究室
橋詰　雅
加藤義雄

先にわれわれは，4名のトロトラスト患者の決定臓器吸収線量を試算したが（放医研年報，38年度，45p.），その際いくつかの仮定を使った。その後この仮定の一部を実験的に決定したので，前の4例の試料について新しく吸収線量の再評価を行なった。

今回の吸収線量算定は，次の条件の下で行なわれた。

1）組織吸収線量はα粒子のみについて求められた。

2）トロトラスト液は，その製作時には^{232}Thと^{228}Thが放射平衡状態にあり，他の Th 娘核を含まない（日本医学放射線学会雑誌，23，7，63，1963）。

3）^{232}Th は組織から全く排泄されない。

4）^{228}Ra の平均有効半減期は肝臓で3.71年，脾臓で3.54年である（日本医学放射線学会雑誌，23，7，63，1963）。

5）^{220}Rn は全く排泄されない。

6）トロトラスト顆粒の自己吸収は肝臓で50%，脾臓で75%である。

以上の条件にしたがって計算すると，^{232}Th が毎秒1個の割合で崩壊する時，投与後 t 年間に放出される全エネルギー（erg）は次のようになった。

a）トロトラスト製作時に投与した場合

肝臓：$G_L=22.39t-202.40(1-e^{-0.183t})$
$+141.71(1-e^{-0.363t})-0.41(1-e^{-69.5t})$

脾臓：$G_S=21.54t-193.59(1-e^{-0.192t})$
$+144.41(1-e^{-0.363t})-0.41(1-e^{-69.5t})$

b）トロトラスト使用期限時に投与した場合

肝臓：$G_L=22.39t-36.61(1-e^{-0.183t})$
$+4.41(1-e^{-0.363t})$

脾臓：$G_S=21.54t-35.63(1-e^{-0.192t})$
$+7.13(1-e^{-0.363t})$

この式で得られた4名の患者の値は第1表の6列に与えられている。臓器1gに与えられたエネルギー（吸収線量）はこれらの値に条件 6）の補正をして得られる（第1表，7列）。

患者の臓器重量（第1表，11列）は正常値と大きく異なるので，死亡時までの平均吸収線量を求めるには，この重量変化の補正が必要である。臓器重量の時間的変化は直線的であるとして，トロトラスト投与時と死亡時の重量の平均値をもって臓器平均重量とした。この平均重量に対する臓器平均吸収線量は，第1表の13列に記して

第1表　The final estimation of absorption dosage of critical organ

Case number	Organ	Ratio $\frac{^{228}Th}{^{232}Th}$	^{212}Pb (dps/g)	^{232}Th (dps/g)	Total energy* delivered ($\times 10^4$ erg)	rad	rad per week	Duration from injection to death (years)	Organ weight at injection** (g)	Organ weight at death (g)	Volume ratio	Organ weight corrected (rad)	Distribution corrected (rad)
Case 1 male (1520)	Liver	0.580	3.46	5.97	12.4 to 13.2	620 to 660	0.56	21	1,420 to 1,460	1520	1 : 14	630 to 680	8,200 to 8,700
	Spleen	0.623	9.95	16.0	32.8 to 34.2	820 to 890	0.76		120 to 130	200	／	1000 to 1100	／
Case 2 male (1200)	Liver	0.604	11.4	18.9	39.4 to 41.9	1,970 to 2,000	1.7	21	1,420 to 1,460	900	1 : 12	1500 to 1600	19,000 to 20,000
	Spleen	0.583	79.7	138	280 to 293	7,000 to 7,330	6.2		120 to 130	50	／	3800 to 4200	／
Case 3 female (896)	Liver	0.688	11.4	16.6	40.2 to 42.4	2,010 to 2,120	1.7	24	1,280 to 1,330	930	1 : 13	1650 to 1800	22,000 to 23,000
	Spleen	0.588	107	182	430 to 450	10,800 to 11,300	9.0		115 to 125	40	／	5600 to 6000	／
Case 4 male (1243)	Liver	0.609	20.5	33.7	63.0 to 67.0	3,150 to 3,350	3.1	19	1,420 to 1,460	890	1 : 13	2400 to 2600	32,000 to 34,000
	Spleen	0.654	110	168	309 to 323	7,730 to 8,080	7.7		120 to 130	60	／	5000 to 5400	／

* Two figures represent the upper and lower limits with different state of equilibrium of the samples used within 6 years.

** Two figures represent the upper and lower of the weight of the liver and spleen of Japanese of both sexes, between 20 to 25 years of age, corresponding to the age of patients at the time of injection.

ある。

さらに，組織内のトロトラスト粒子の分布をみると，脾臓ではほぼ臓器中に一様に分布しているが，肝臓ではGlisson's sheath 附近に集中しているのがみられる。動物実験の例では，投与後数カ月で，この傾向が現われるといわれていることより，トリウムの放出したエネルギーの大部分は，このGlisson's sheath 附近に集中すると考えられる。このGlisson's sheath 附近の吸収線量を求めるため，トリウム粒子の集中している部分の容積の臓器の容積に対する比を求めたところ約1：13となった。このことよりGlisson's sheath 附近の吸収線量は，臓器平均吸収線量の約13倍となった（第1表，14列）。

〔研究発表〕

津屋旭，田中利彦，森武三郎，橋詰雅，加藤義雄；Four cases of thorotrast injury and estimation of absorbed tissue dose in critical organs, *Journal of Radition Research*, 4, 2-3-4, 126 (1963)

9. 高エネルギー散乱X線，制動輻射線の角度分布

物理第3研究室
野田博治
白貝彰宏

(1) 緒　　言

ベータトロンにより発生する15～29 MeVの電子線，X線を水ファントムに照射したとき，そのファントムより生じる制動輻射線，散乱X線の角度分布を測定した。

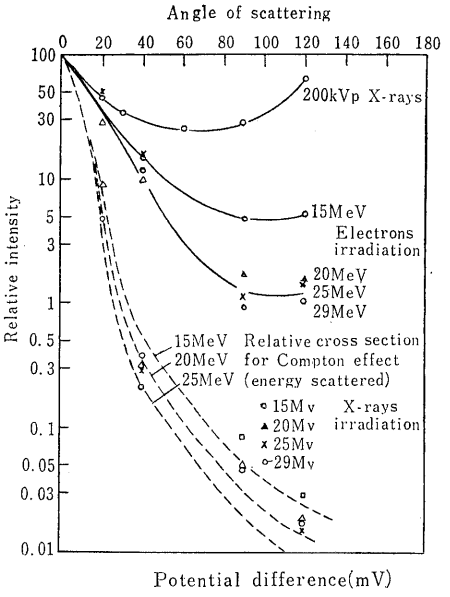
(2) 実験方法

水ファントムは25×30×40 cmの容積のアクリル樹脂製の水槽で，ベータトロンのドーナツ（加速管）の中心から1mの距離のところにおいた。絞りは電子線に対してはアクリル樹脂，X線についてはタングステン鋼で，ファントムとの間は30 cm離れている。測定器は普通のアクリル樹脂壁の空気電離箱で，壁の厚みを適当に変えて最大の電離値を振動容量型電位計で測定した。

(3) 実験結果と考察

照射される電子線の飛程より十分大きい水ファントムより生じる制動輻射線の強度の角度分布を測定した結果

は第1図に示される。これによると，前方方向の強度よりも散乱方向の角度の増加にしたがって指数関数的に減少する。しかし，横方向（90°）以上の大きい角度では強度はほとんど同じになっている。照射される電子線の飛程以上の厚さをもつターゲットから生じる制動輻射線の角度分布は，照射電子のエネルギーに簡単な形では依存しないといわれているが，20～29 MeV では大体においてエネルギーに関係しないけれども，15 MeV については異なってくる。これはベータトロンの出力が小さくなるので，相対的に加速管の軌道よりはずれた電子が測定に混入してきたと思われる。

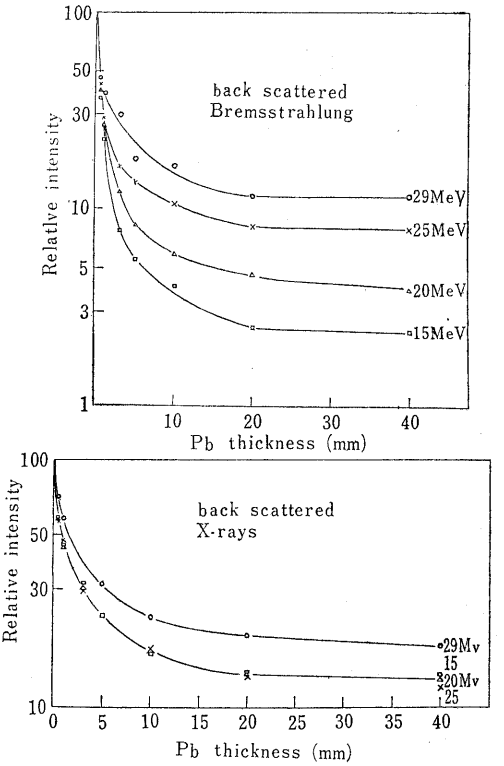


第　1　図

ベータトロンより生じたX線を水ファントムに照射したときに，ファントムからの散乱線の角度分布は同じく第1図に示される。これによると，散乱線の角度分布はこのエネルギー範囲ではあまり照射X線のエネルギーによらない。図の点線は単一のエネルギーの photon のコンプトン散乱断面積に，散乱される photon のエネルギー $h\nu = h\nu_0/[1+\alpha_0(1-\cos\theta)]$ をかけたものの角度分布である。200 kVp X 線の散乱線角度分布の測定値とは，側方方向以上の散乱線は1/1000程度に少なくなっている。

電子線の制動輻射線とX線との散乱線の角度分布を比較すると，電子線による制動輻射線の角度分布では，X線の散乱よりも角度の大きいところで100倍ほど大きい。

後方散乱（120°）の制動輻射線とX線との散乱線につき，鉛の吸収板をおいてその減弱を測定すると，第2図のようになる。これから線質を解析すると，ほとんどが



第　2　図

230～260 keVのエネルギー以下で，3 MeV以上の高エネルギーは 20% 以下になった。

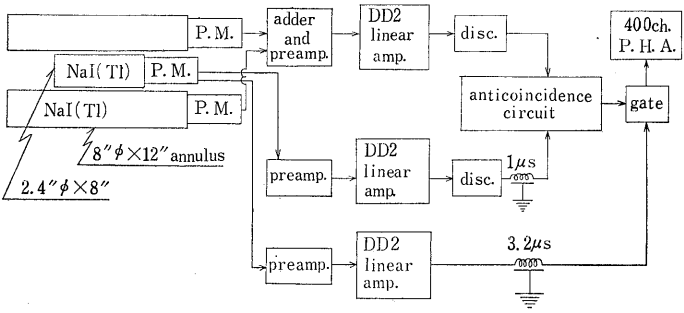
〔研究発表〕

野田博治，白貝彰宏；高エネルギー散乱X線，制動輻射線の角度分布，日本医学放射線学会雑誌，34（1964年）

10. 熱中性子捕獲ガンマ線の研究

医用原子炉研究室
喜多尾　憲　助
服　部　　学*
永　原　照　明*
咸　　彰　植*
*立教大学原子力研究所

中性子を吸収した原子核から放出される，いわゆる捕獲γ線のエネルギー値，放出強度は原子核構造の理解のため重要であり，また，中性子遮蔽体の設計や中性子被曝の際の線量推定の基礎データとして必要である。さらに，この捕獲γ線スペクトルの測定をもとに，放射化分析を補なうような元素（核種）の分析も可能である。こ

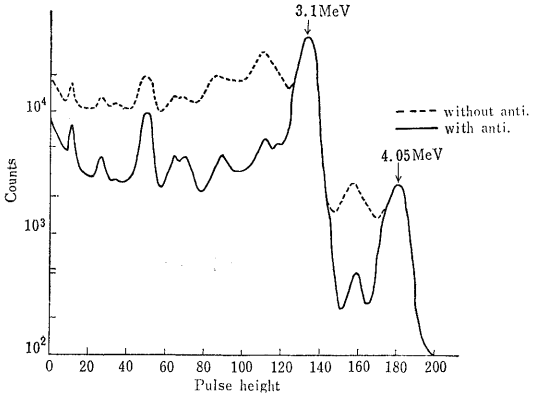


第1図　Block diagram of electronic circuits

れまでさまざまな元素について捕獲γ線の測定が行なわれたが，同位体別および希土類元素については十分な結果が得られていない。そこで，特にこの点のデータを得ることを目的として立教大学の逆同時γ線スペクトロメーターおよび同研究所トリガⅡ型原子炉(出力100kW)を使い，中性子捕獲γ線の研究を行なっている。

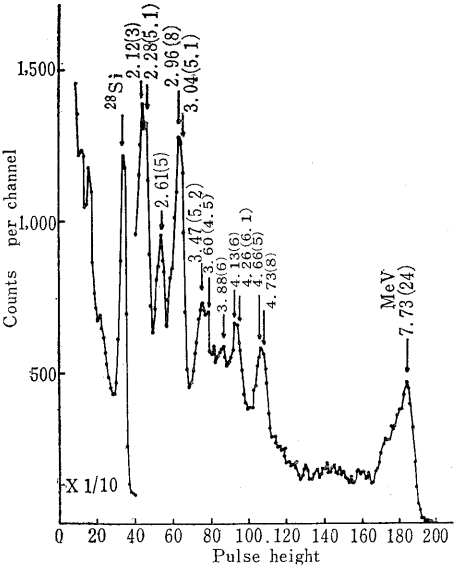
スペクトロメーターは Harshaw Chemical Co. 製8インチφ×12インチの中空円筒型 NaI(Tl) 結晶とその中に挿入された2.4インチφ×6インチの NaI(Tl) 結晶とで構成されており，中心の結晶から逃げるコンプトン散乱光子，電子対生成の消滅光子を円筒結晶で検出し，このパルスとの逆同時計数法によって(第1図参照)，中心結晶中におきる光電子吸収（全吸収）以下のエネルギーに対応するパルスを所要のスペクトルから除去しようとするものである。この方法は，コンプトン効果，電子対生成が捕獲γ線スペクトルにもたらす複雑さをかなり減らすことができ，スペクトルの解析を容易にする。

現在まで，上記逆同時γ線スペクトロメーターの性能



第2図　Spectra from a source of ^{49}Ca, with anticoincidence operation and without anticoincidence operation

（コンプトン分布と光電子ピークの比率，分解能，計数効率など）のテストが，RI のγ線および Al, Be, Cl, H, Y などの中性子捕獲γ線を使って行なわれた。第2図は，^{49}Ca のγ線について得られた Compton reductionの様子を示す。また，第3図は，Al の捕獲γ線スペクトルである。なお，本測定装置の分解能は 0.662 MeV で 8.7%，7.73 MeVで 3.2% である。中性子捕獲実験では，ターゲット位置における中性子束は約 10^6 n/cm^2·sec（原子炉出力100 kW）であった。



第3図　Spectrum from Al (n, γ). The line designations and intensities spectrum are indicated according to Groshev, *et al.* (Atlas of γ-ray spectra from thermal neutron capture, 1959)

〔研究発表〕

1. 喜多尾憲助，服部学，永原照明，咸彰植；逆同時ガンマ線スペクトロメーター，日本原子力学会炉物理炉工学合同分科会（1964年11月）
2. 喜多尾憲助，服部学，永原照明，咸彰植；熱中性子捕獲γ線の測定，日本原子力学会年会（1965年4月）

11. 工業用X線装置の附加フィルターについて

(1)附加フィルター物質の決定

物理第3研究室
橋詰　雅
丸山隆司

(1) 緒　言

X線を利用して鋼鉄板等の非破壊検査を行なう場合，X線発生装置からは写真効果にあまり関係のない軟X線が大量に放出され，これらの軟X線は，また被写体等から大量の背後散乱X線を生ぜしめる。したがって，背後散乱X線を低減することは，その周辺で働く作業者にとって，放射線防護上重要な問題である。

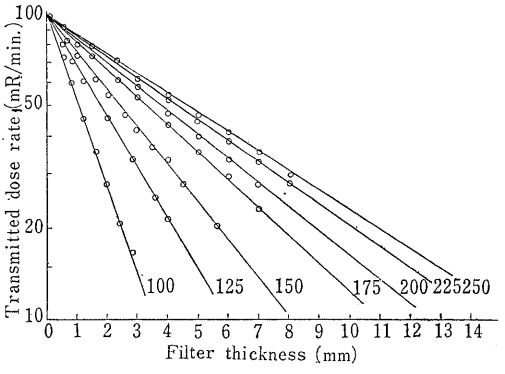
本研究では，X線の写真効果および撮影能率にあまり影響を与えないで，できるだけ背後散乱線を低減する方法として，附加フィルターを用いることを検討した。

(2) 実　験

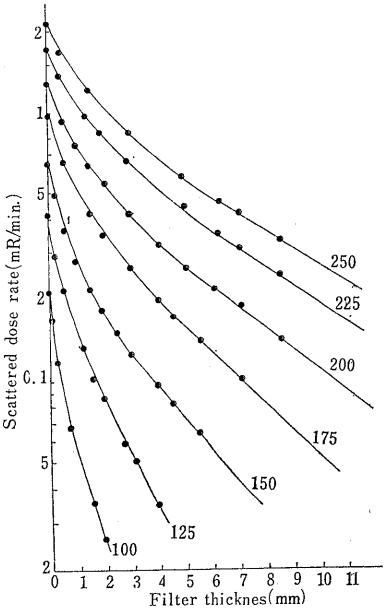
X線発生装置は東芝製EX-250-3型を使用した。被写体としては鉄板(20 cm×20 cm)を用い，それらの厚さは，各管電圧で附加フィルターのないとき，鉄板透過X線量率が 100 mR/min. 5mA at 1 m になるようにした。附加フィルターとして $_{13}$Al, $_{22}$Ti, $_{26}$Fe, $_{29}$Cu, $_{30}$Zn, $_{42}$Mo, $_{48}$Cd, $_{73}$Ti, $_{82}$Pb, それにステンレス・スチール($_{18}$Cr, $_{8}$Ni, 平均原子番号27)を用い，各種附加フィルターによる鉄板透過X線および背後散乱X線の減弱曲線を求めた。

(3) 実験結果

測定結果の1例として，第1図と第2図に，ステンレス・スチールを附加フィルターとして用いた場合の各管電圧における鉄板透過X線および背後散乱X線の減弱曲線を示した。



第1図　透過X線の減弱曲線



第2図　背後散乱X線の減弱曲線

(4) 附加フィルターの決定

工業用X線装置に用いる実用的な附加フィルターをきめるためには，放射線防護と撮影能率の両面に与える附加フィルターの効果のプラスとマイナスのバランスを考える必要がある。撮影能率は透過X線量よりむしろ透過X線量率に依存していると考えられるから，透過X線量率が多いほど撮影能率がよく，フィルター効果も大きい。一方，放射線防護の面からすれば，背後散乱X線量率よりも，撮影中に被曝する全背後散乱線量が問題であるから，全背後散乱X線量が少ないほどフィルター効果は大きいと考えられる。

透過X線量率 D_T，背後散乱X線量率 D_S とすれば，フィルター効果を表わす因子 F は次式で与えられる。

$$F=k\frac{D_T}{D_S\cdot t} \quad \cdots\cdots(1)$$

ここで t は撮影に要する時間であり，露出時間に相当するものである。また，k は比例定数である。ところで，ある物体の撮影に必要な線量を k' とすれば，k' は次式のごとくである。

$$k'=D_T\cdot t \quad \cdots\cdots(2)$$

(1), (2)式から t を消去し，$k/k'=K$ とすれば，F は次式で与えられる。

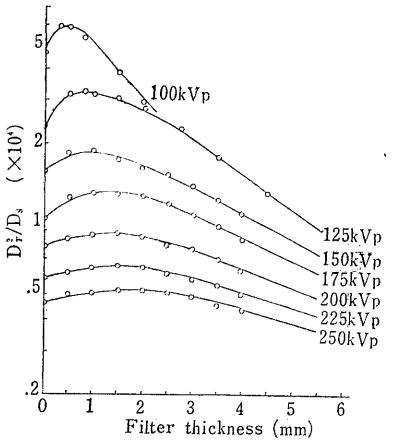
$$F=K\frac{D_T^2}{D_S} \quad \cdots\cdots(3)$$

K は被写体の性質，形状等に関係するが，線量率には

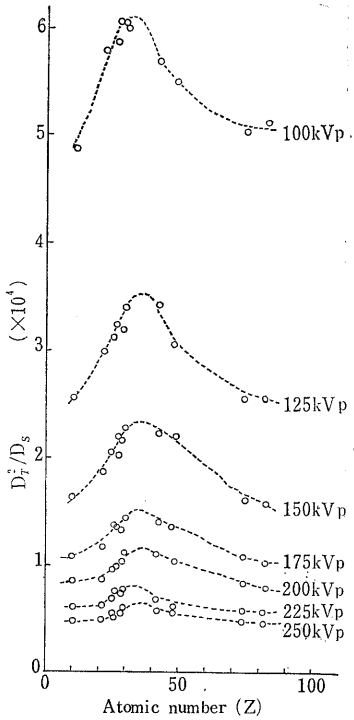
独立な定数である。

(3)式はまた，工業用X線装置の附加フィルターをきめるための条件を示し，F の値が大きいものほど最適な附加フィルターである。

実験で得た D_T，D_S を用いて D_T^2/D_S の値を求めた。第3図に1例として，ステンレス・スチールを附加フィルターに用いた場合の D_T^2/D_S の値を附加フィルターの厚さに対して示した。この図から明らかなように，D_T^2/D_S の値は適当な附加フィルターの厚さで最大値をもつ。そこで附加フィルター物質として使用した物質について，各管電圧で D_T^2/D_S の最大値を求め，それらの物質の原子番号の関数としてその値を第4図に示した。この図から，附加フィルターとして使用しうる物質で比較的大きな D_T^2/D_S の値をもつものは Fe, Cu, Zn, Mo, Cd, それにステンレス・スチールと考えられる。



第 3 図



第 4 図

さらに，附加フィルター物質に要求される物理的，化学的性質などを考慮した結果，工業用X線装置の附加フィルター物質としてステンレス・スチールをきめた。各管電圧におけるこの附加フィルターの厚さを第1表に示した。

第 1 表

管電圧	100 kV	125	150	175	200	225	250
フィルター厚 mm	0.4	0.7	0.9	1.1	1.4	1.6	1.9

12. Thermoluminescence dosimeter の試作

物理第3研究室
中島敏行
橋詰雅

(1) はじめに

thermoluminescence を用いた放射線線量測定装置による読み取り方法は，従来，螢光体が示す glow curve の面積あるいは全光量の測定をする方法がとられてきた。これらの方法は，感度は比較的よいが測定時間を多く要し，温度上昇率の変化に伴なって測定精度ならびに感度が多分に影響をうけた。われわれはこれらの欠点を除く方法として，charge sensitive amplifier を使った thermoluminescence dosimeter を試作した。

(2) 原理

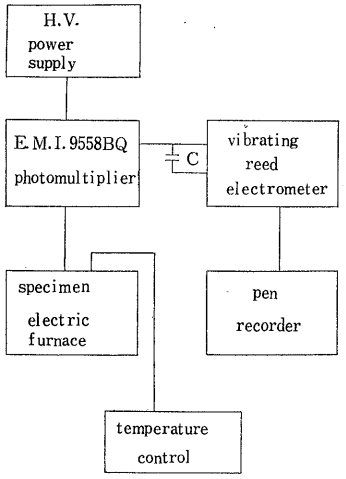
いま，charge sensitive amplifier の feed back capacity C に入力電荷量 Q が入ると，出力電圧 V は $\frac{1}{\beta}\cdot\frac{Q}{C}$ になり，入力電荷量に比例した出力電圧が得られる。ここで，β は増巾器の帰還率である。

出力電圧の式より理解できるように，β が一定であれば，入力電荷の時間に対する積分量として出力電圧が得られる。このため，この方法では直読法がとれる。

(3) 特性

第1図は thermoluminescence を利用した放射線線量測定装置のブロック・ダイアグラムである。

加熱装置として，ピストル型のハンダコテを改良した電気炉を使った。この装置では，従来の電気炉に比較して，1/100 程度の測定時間で熱発光を終らすことができ

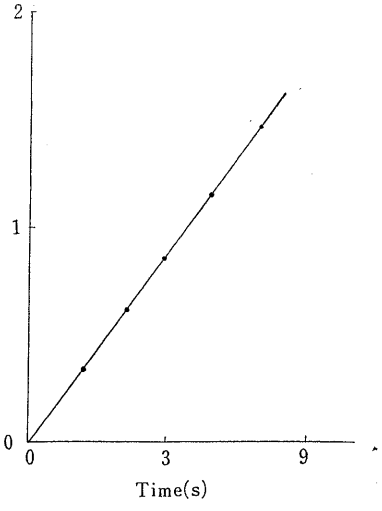


第1図　Block diagram of apparatus for the thermoluminescence dosimeter

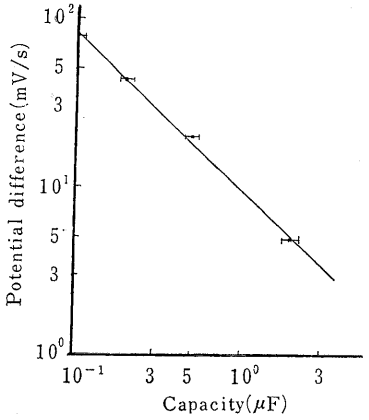
た。feed back capacity として，高抵抗のフィルムコンデンサーを使った。charge sensitive amplifier として，Cary の vibrating reed electrometer を使用した。

この装置の特性を第2図，第3図，第4図に示す。第2図は入射光光量とそれによる出力電圧との相関関係を示す。これらの間には非常によい直線性が示され，時定数を十分大きくとることにより，入射光光量の発光時間の蓄積作用を正確に行なっていることを示している。

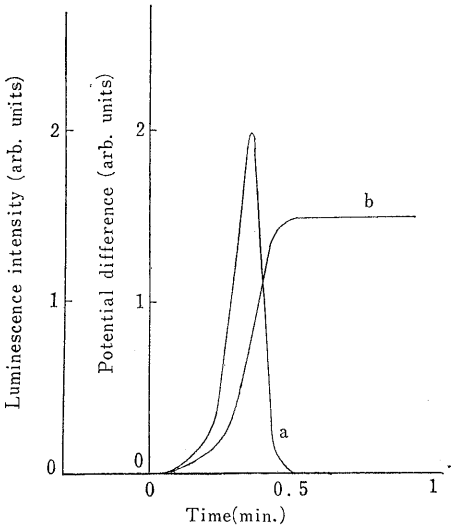
第3図は feed back capacity Cの値の変化による出力電圧の変化を示す。これからも知れるように，Cによって感度を任意に選択できる。



第2図　Relation between the quantity of light and out-put voltage



第3図　Dependence of the out-put voltage on the feed back capacity



第4図　Interrelation between the thermoluminescence glow curve (a) and (b) the out-put voltage by the thermoluminescence of irradiated NaCl single crystals

第4図は，200 kVp，20 mAでX線照射した NaCl の単結晶の thermoluminescence glow curve と本試作装置による glow curve に対する電圧応答変化の状態を示す。glow curve の積分値をこの第4図はよく示している。さらに，発光終了後の出力電圧もまた一定に維持されている。

(4) 結　　論

試作した本装置はわれわれが予想したように，精度感度，およびその直読性において，従来の装置に比較して

非常に良好であった。さらに，今後は光電子増倍管の thermal noise の低下を行ない，より高感度，高精度の装置に改良する研究を行なう予定である。

〔研究発表〕

中島敏行；Thermoluminescence dosimeter の試作，応用物理，33，828（1964年）

Ⅳ. 化 学 研 究 部

概　　況

化学研究部は39年度現在3研究室よりなり，第1研究室は主として物理化学，第2研究室は生化学，第3研究室は無機・分析化学を扱っていて，各室のメンバーはそれぞれの専門的知識と技術とを生かしつつ協力して研究に従事している。39年度当初に海外留学中であった山崎が帰国し，後半になって坪田も帰国して研究に加わり，ここに本研究部としてははじめて，全員がそろって研究に従事することができた。

研究内容の概略を述べると，放射線の影響に関しては，放射線による分子レベルでの変化が終局的に生物現象としてあらわれるまでの諸過程とそれらの相互関係の解析をめざし，分析法の研究では利用をその目標としながらも基礎的データの蓄積，理論的解明に力をいれている。39年度環境汚染研究部が独立したことと関連して，従来分担していた放射能調査業務はとりやめた。

具体的な研究の内容は以下に詳述する通りであるが，38年度に外来研究員として招へいした和田昭允氏との共同研究による流動二色性，photodynamic actionの研究成果はその後も進展しつつあることを特に記しておきたい。また，この章に記されている研究のほかに，本研究所でプロジェクト研究としてとりあげた「緊急時対策に関する調査研究」および「核分裂即発中性子線およびガンマ線の線量推定に関する調査研究」に加わり，human counterを用いての代謝研究の化学部分を分担した。

39年度は，さきに述べたように山崎，坪田の2名が海外留学を終えて帰国したほか，伊沢，鈴木が短期間海外に出張した。すなわち，伊沢は国際放射線防護委員会専門委員会2の非公式会議，放射線防護に関する国際会議の準備会およびHealth Physics Societyの年会に出席のため，39年6月に米国におもむき，鈴木は国際原子力機関主催のパネル"Molecular Basis of Radiosensitivity"（ウィーン）に招へいされて11月に渡欧し，研究発表を行なった。なお，坪田は帰国の途次，10月にザルツブルグで開催された国際原子力機関主催のシンポジウム"Radiochemical Methods of Analysis"に，命により出席した。

39年度本研究部の研究員は次の文部省科学研究班に所属して討議に参加し，研究費の配分をうけた。

生体の放射線感受性に関する生理生化学的研究（代表者：本城市次郎氏）

分子水準における放射線生物作用の解析（代表者：柴谷篤弘氏）

情報高分子の化学（代表者：江上不二夫氏）

細菌の遺伝に関する研究（代表者：池田庸之助氏）

降下物，廃棄物とその循環過程の化学的研究（代表者：三宅泰雄氏）

また，鈴木は国際原子力機関から次の主題で委託研究費をうけている。

"Studies on the radiosensitivity of the cell at the molecular level"

これらの所外から与えられた協力，援助に感謝の意を表する。また，39年度も多くの研究生，実習生を受け入れて，研究に協力していただいたが，これらの方々に対しても厚くお礼申上げる。

（化学研究部長　伊沢正実）

1. 励起酸素原子の脱励起とプロパンへのCH結合挿入反応

化学第1研究室
山崎秀郎
R. T. Cvetanović*

* National Research Council, Canada

（1） 研究目的

最近，2価の化学種，O，O_2，S，CH_2，NHの異なる電子状態からの化学的挙動は，純粋化学の面だけでなく，大気上層の化学反応や光増感酸化反応に関係して興味をもたれてきている。これらの化学種は，通常の分子と反対に基底状態は三重項で，最低励起状態は一重項で

ある。励起一重項状態と基底三重項状態間の遷移はスピン禁制で，したがって励起状態は長い寿命をもつ。かくして，励起状態と基底状態の化学的挙動の比較研究が可能である。この化学的挙動を調べるにあたって，第1の問題は他の分子との衝突により，どのような割合でスピンの変化と基底状態への脱励起が行なわれるかということである。論理的にいって，励起一重項状態と基底三重項状態の反応性の比較研究は第2番目の問題である。もしも反応中にスピン多重度が保存されるなら，多重度の反応性に及ぼす影響が期待される。一重項励起状態と一重項分子との反応で，一重項の生成物を生ずる反応はスピンが許容されていて，一般に反応速度が速い。このような反応の典型的な例は，$S(^1D)$および$CH_2(^1A_1)$のパラフィン形CH結合への挿入反応や，オレフィン形二重結合への立体的附加反応である。励起酸素原子に関しては，このような反応に関する知見はほとんど得られていない。特に，励起酸素原子がCH結合に挿入反応するかどうかは，本研究に至るまでわかっていなかった。基底三重項酸素原子がCH結合に直接的に挿入反応をすることは，スピン保存則をみだすことになり起りにくい。これに反し，CH結合から水素の引抜き反応により，2つの遊離基（二重項）を生ずる反応はスピン保存則を満足し起りやすいものと考えられる。励起原子の生成はN_2Oの1849Åまたは2130Åによる光分解を用いた。

かくして生成した励起酸素原子とプロパンとの反応を気相で調べた。

（2） 研究結果

高圧において(最高6,400 mmHg)，アルコールが反応主生成物であることから，一重項酸素原子がプロパンのCH結合に挿入反応することを認めた。挿入反応の結果できるアルコール分子はエネルギーの高いいわゆる“ホット”な分子であり，したがって，これを衝突脱活性するにはかなりの高圧を必要とする。また，低圧においては分解が主反応になる。水素原子の引抜き反応は直接的な炭化水素からの水素原子の遊離基引抜き反応であるか，または“ホット”なアルコール分子の各自由度についてのエネルギーの等配分以前の分解かのいずれでも説明できる。同じような条件の下では，基底三重項状態酸素原子はプロパンのCH結合に挿入反応しないことはスピン保存則より期待される。もしもこのような挿入反応の生成物が生ずるならば，それはさらに少ないエネルギーをもったものであり，容易に安定化されるはずである。

励起酸素原子はプロパンの第1級および第2級のCH結合を無差別に攻撃するが，基底原子はエネルギー的に弱い第2級のCH結合を優先的に攻撃する。他の気体を加えた場合に，この2種類のCH結合攻撃の割合から，これら気体による励起酸素原子の衝突脱活性の速度比を求めることができ，これはk_d/k_iの値でXe 0.47，N_2 0.15，Kr 0.05，HeとSF$_6$はほとんど0という値を示す。N_2Oの希ガスによる増感放射線分解においても，生成比(N_2/O_2)のXeとKrの場合に光化学反応の場合と同じ傾向を示すことから，一重項酸素原子はこの場合にも生成するものと考えられる。

〔研究発表〕

Yamazaki, Hideo and R. J. Cvetanović; Collisional deactivation of the excited singlet oxgen atoms and their insertion into the CH bonds of propane, *J. Chem. Phys.*, 41, 3703 (1964年)

2. ポリグルタミン酸と銅(II)イオンの相互作用

化学第1研究室
武 貞 啓 子
山 崎 秀 郎

（1） 緒　　言

核酸・蛋白質などの生体高分子は，金属イオンの共存下で複雑な機能を営む場合が多い。特に，酵素蛋白質は，Fe^{3+}，Cu^{2+}，Mg^{2+}，Zn^{2+}などの金属イオンと共働で酵素作用を示すことが知られている。たとえば，銅酵素では，蛋白質と銅イオンがヘモグロビンにおけるポルフィリン-鉄錯体とは異なって，第三者を介さず直接結合していると考えられている。しかし，銅イオンが蛋白質に結合している場所もはっきりしていないし，銅イオンの存在状態について，分光学的および磁気化学的に説明のつけにくい現象もある。われわれは，モデル蛋白質としてポリグルタミン酸（PGA）を用い，種々の金属イオンとの相互作用を調べている。ここでは，PGAと銅イオンの相互作用およびPGAに結合した銅イオン間の相互作用の問題を，電子スペクトルおよびESR吸収を用いて研究した。

（2） 材料と方法

1) PGA：D-グルタミン酸の重合物，重合度—約1000（味の素中央研からいただいた）

2) Cu^{2+}：硫酸銅を用いた。

3) 可視・紫外部スペクトル：島津QR-50型およびCary-14分光光度計で測定し，セルは0.1 cm，1 cm，5 cm光路のものを用いた。

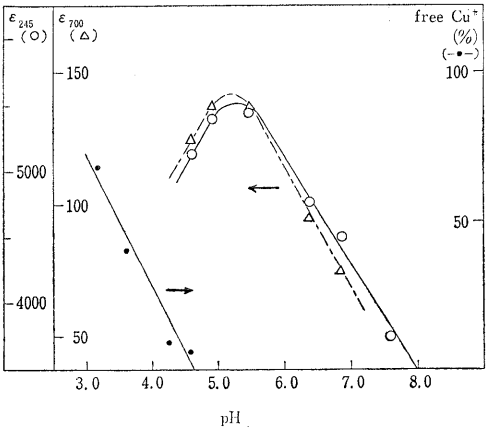
4) ESR吸収：Varian V 4500型スペクトロメーター；

室温のときは水溶液用平面型セル，液体窒素温度のときは，内径3mmのガラス製セルを使用した。

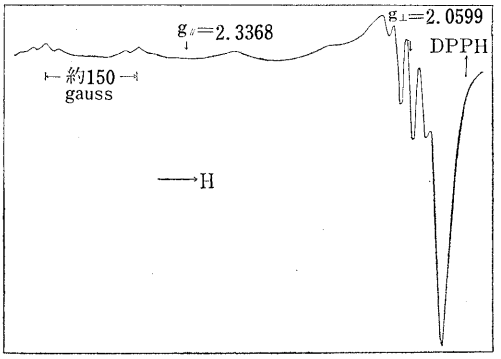
5) 旋光分散：日本分光ORD/UV-5型で1cmセルを使用して行なった。

(3) 実験結果と考察

PGAの水溶液にCu(Ⅱ)イオンを加えると，3つの吸収帯が現われる：(i)700mμ ($14kcm^{-1}$) ε=150, (ii) 370mμ ($27kcm^{-1}$) ε=50, (iii) 250mμ ($40kcm^{-1}$) ε=5800。$CuSO_4$の水溶液は745mμ ($13.4kcm^{-1}$) にε≒10の吸収帯があるだけで，PGAはこの領域内に吸収帯はない(両方とも，200mμ以下に大きな吸収帯があって，250mμ附近にそのすそがみられるが，混合液の吸光係数の方がずっと大きい)。この各吸収帯の吸光係数は，pHに依存する。pH 4.5から8.0までの吸光係数をpHを横軸にとって目盛ってみると，第1図のようになる。700mμ，250mμの吸収帯は，いずれもpH 5.2附近で最大を示す。旋光分散やイオン化度の測定から，Cu^{2+}のない状態では，このpH近傍でPGAは，いわゆるhelix-coil転移を起すことが知れている。さらに，常温でのESR測定の結果によると，第1図に示したように，PGAに結合していないCu^{2+}はpH 5附近で全くなくなる。したがって，PGAがhelix-coil転移する際に，Cu^{2+}と錯体を作って新しい吸収帯が出現し，この錯体はpH 5.2附近で最も強い吸収を示すものと考えられる。



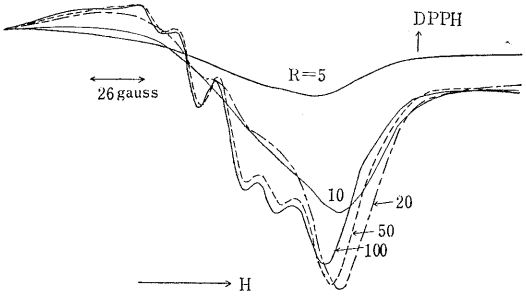
第1図 PGA-Cu錯体の吸収帯の吸光係数(ε)およびPGAに結合していない$[Cu^{2+}]$のpHによる変化
[グルタミン酸残基]$=6.6\times10^{-3}M$, $[Cu^{2+}]=8.0\times10^{-4}M$の水溶液で吸光度を測定
[グルタミン酸残基]$=2.66\times10^{-2}M$, $[Cu^{2+}]=3.2\times10^{-3}M$の水溶液でESRを測定(室温)
—○—：245mμでの分子吸光係数，—△—：700mμの分子吸光係数，—●—：PGAに結合していない銅イオンの百分率



第2図 PGA-Cu錯体のESR吸収スペクトル
[グルタミン酸残基]$=1.32\times10^{-2}M$,
$[Cu^{2+}]=2.0\times10^{-3}M$, pH 5.2, 液体窒素温度(77°K)で測定：低磁場側にN原子核によるextra hfsがみられる。

このpH 5.2の試料を液体窒素温度で凍結してESRを測定すると，第2図に示すように異方性の強いスペクトルが得られる。これから，蛋白質の骨格を形づくるペプチド結合のアミド基の窒素原子が銅イオンに配位していることが知れ，銅イオンはPGAのhelix内に入りこんで錯体を作っていると考えられる。

PGA-Cu錯体の旋光分散測定で，Cu^{2+}が存在すると，PGAだけのときに比べて，高いpH領域に至るまでhelix構造が保たれていること，さらにESRの結果と合わせて，Cu^{2+}とPGAの結合はかなりの共有性を含んだ強固なものであることが知られる。



第3図 混合比を変えたときのESR吸収スペクトル(g⊥部分)
$[Cu^{2+}]=2.0\times10^{-3}M$, [グルタミン酸残基]は可変，pH 5.4，液体窒素温度で測定

グルタミン酸残基とCu^{2+}のモル混合比（R）を変えると，各吸収帯の吸光係数はいずれもRに依存し，また，ESRスペクトルも第3図に示すように，Rに依存して大きく変る。700 mμの吸収帯では，R＝100およびR＝6の場合を比較すると，比の小さいときには3倍以上も吸光係数が大きい。260 mμ吸収帯ではR＝10附近が最大で，比が小さくなると減少する。ESRスペクトルからは，Rが小さくなると，つまり1つのPGA分子に結合するCu^{2+}の数が増すとスピン密度が減少しているようで，銅イオン間に何らかの相互作用があるのではないかと考えられる。

〔研究発表〕

山崎秀郎，武貞啓子，和田昭允；ポリグルタミン酸と銅(Ⅱ)イオンとの錯体の水溶液中における構造，日本化学会第18回年会（1965年4月）

3. デオキシグアノシンおよびデオキシグアニル酸のメチレンブルーによる光増感反応

化学第1研究室
藤田　斉
山崎秀郎

（1） 緒　言

これまで，肺炎球菌の形質転換DNAを用いて，photodynamic actionを研究してきた。Simon & van Vunakisの研究によると，増感色素としてメチレンブルー（MB）を用いた場合，可視光照射によりDNA構成塩基のうちグアニンが特異的に分解をうける。われわれは，MBによる光増感反応の性質を明らかにするために，デオキシグアノシン（dG）およびデオキシグアニル酸（dGMP）のレベルで反応のkineticsを研究し，被反応物質濃度，酸素濃度，燐酸濃度，2-デオキシ-D-リボース濃度の影響を調べた。

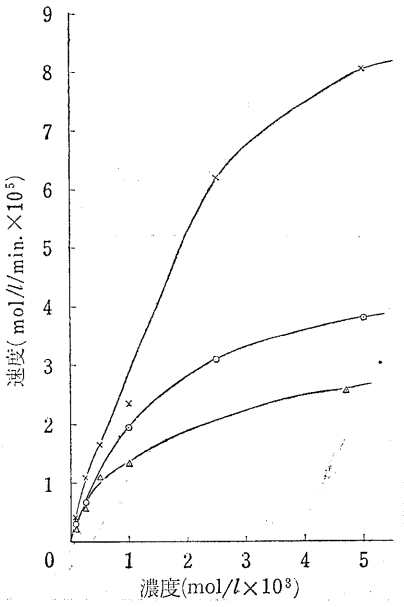
（2） 実　験

MBはメルク製，dG・dGMP・2-デオキシ-D-リボースはいずれもシグマ製を用いた。MBと被反応物質とを燐酸緩衝溶液に溶かし，所定の酸素濃度のもとで，光路長1 cmの気体置換可能のキュベットに入れて可視光照射を行なった。光源は500W-フラッドランプで，75Vで点灯して10 cmの距離で照射した。途中に厚さ5 cmの水のフィルターを入れた。照射後，陽イオン交換樹脂Dowex-50でMBを除き，紫外部吸収（250mμ）によりdGまたはdGMPの濃度を測定した。

（3） 結果および考察

可視光照射につれて，濃度は照射時間に対して指数関数的に減少していく（20 min.位まで）。半対数グラフの直線の勾配から反応速度定数を算出した。燐酸緩衝液のpHを変化させ，dGの反応速度に対するpHの影響を調べると，速度はpH 7.5以上で急激に大きくなる。アルカリ性ではdGがアニオンになり（pK_a＝9.2），その反応性が大きいためと思われる。以下の実験は，pH効果のない5.6～6.6の範囲で行なった。

MB濃度一定（1×10^{-5}mol/l）で，被反応物質の濃度の影響を調べると，第1図のように，濃度とともに速度は大きくなり，次第に一定値に近づく。dGとdGMPとを比べると，前者の速度が大きい。また，dGについて燐酸イオン濃度の影響をみると，濃度が低いほど速度は大きい。これは，MBと燐酸との反応がMBとdGとの反応と競争するためと思われる。



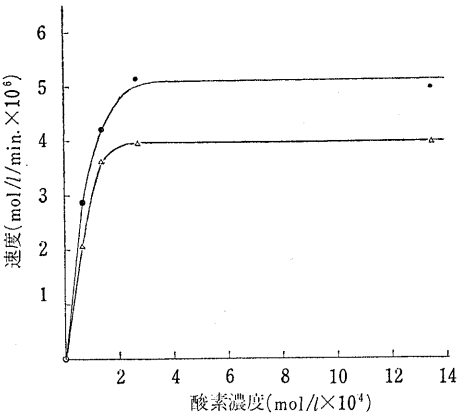
第1図　被反応物質濃度の影響
〔MB〕：1×10^{-5}mol/l，〔O_2〕：1.3×10^{-3}mol/l
—×—：dG，〔P〕＝1×10^{-3}mol/l
—○—：dG，〔P〕＝1×10^{-2}mol/l
—△—：dGMP，〔P〕＝1×10^{-2}mol/l

dG濃度を一定にして酸素濃度変化の実験を行なうと，第2図のように，酸素がない状況下（窒素通気）では反応せず，酸素濃度の増大につれて速度は大きくなる。

つぎに，dGおよびdGMPの構成成分である2-デオキシ-D-リボースの添加の影響を調べたが，速度には変化

がなく，この光増感反応には関与しないことがわかった。

Osterらによるプロフラビン存在下でのp-トルエン↗



第2図　酸素濃度の影響

〔MB〕：1×10^{-5}mol/l，〔dG〕：1×10^{-4} mol/l

—●—〔P〕$=1\times10^{-3}$mol/l

—△—〔P〕$=1\times10^{-2}$mol/l

↗ジアミンの光増感反応に対する反応スキームと同様に，この場合も次のスキームを考える。

$$D+h\nu \longrightarrow D^* \quad \cdots\cdots(1)$$

$$D^* \longrightarrow D+h\nu_f \quad \cdots\cdots(2)$$

$$D^* \longrightarrow D' \quad \cdots\cdots(3)$$

$$D' \longrightarrow D+h\nu_p \quad \cdots\cdots(4)$$

$$D'+D \longrightarrow 2D \quad \cdots\cdots(5)$$

$$D'+P \longrightarrow \text{product} \quad \cdots\cdots(5)'$$

$$D'+O_2 \longrightarrow DO_2 \quad \cdots\cdots(6)$$

$$DO_2 \longrightarrow D+O_2 \quad \cdots\cdots(7)$$

$$DO_2+D \longrightarrow 2D+O_2 \quad \cdots\cdots(8)$$

$$DO_2+P \longrightarrow D+\text{product} \quad \cdots\cdots(8)'$$

$$DO_2+S \longrightarrow D+SO_2 \quad \cdots\cdots(9)$$

ここで，Dは基底状態の色素，D*は一重項励起状態の色素，D′は三重項励起状態の色素，Pは燐酸，Sは被反応物質を表わす。$h\nu_f$は螢光，$h\nu_p$は燐光を表わす。D*，D′，DO_2について，定常状態法を適用して次式が得られる。

$$-\frac{d[S]}{dt}=\frac{k_1 D}{\left(1+\frac{k_7}{k_9[S]}+\frac{k_8[D]+k_8'[P]}{k_9\cdot[S]}\right)\left(1+\frac{k_4}{k_6[O_2]}+\frac{k_5\cdot[D]+k_5'[P]}{k_6[O_2]}\right)\left(1+\frac{k_2}{k_3}\right)}$$

ただし，kは各素反応での速度定数を表わす。

上式より，〔D〕，〔O_2〕，〔P〕を一定とし，〔S〕を変化させた場合，$1/\left(-\frac{d[S]}{dt}\right)$対1/〔S〕は直線となり，また，〔D〕，〔S〕，〔P〕を一定とし，〔O_2〕を変化させた場合，$1/\left(-\frac{d[S]}{dt}\right)$対1/〔$O_2$〕は直線となるはずである。第1図および第2図の両軸を逆数でプロットすることにより，このことが証明された。

螢光，燐光とも小さいので，$k_2 \ll k_3$，$k_4 \ll k_6\cdot[O_2]$と仮定し，また〔S〕変化の実験で〔P〕$=1\times10^{-2}$mol/lと1×10^{-3}mol/lの場合とで逆数プロットの勾配の差が小さいので，$k_8'[P] \ll k_7+k_8\cdot[D]$と仮定して，dGのkineticsの解析から次の比が求められた。〔O_2〕変化の実験より，$k_5/k_6 \approx 10$，$k_5/k_5' \approx 6\times10^2$。また2種の〔D〕についての〔S〕変化の実験より，$k_7/k_8 \approx 2\times10^{-5}$ mol/l，$k_8/k_9 \approx 3\times10$，$k_7/k_9 \approx 5\times10^{-4}$mol/$l$。

なお，ここではDO_2なる中間体を想定したが，(6)の過程でO_2が$^1\Delta g$へ励起され，それが(8)′，(9)でそれぞれ〔P〕および〔S〕と反応すると考えても，速度式は全く等しくなる。

〔研究発表〕

藤田斉，山崎秀郎；メチレンブルーによる核酸成分の光増感反応，日本化学会第18年会（1965年4月）

4. 水-有機溶媒中における2-2電解質のイオン会合

化学第3研究室
G. Atkinson*
坪田博行

*University of Maryland, U.S.A.

(1) 緒　　言

電解質溶液中でイオンは決して単純な状態では存在しない。このことは古くから知られており，解離（または会合）定数や活動度のような物性定数の導入により現象的にはかなり説明できるようになった。しかし，これらの物性定数のもつ真の物理的意味については，はっきりしない点が多い。本研究は，電解質溶液内のイオン-イオン間，およびイオン-溶媒分子間の相互作用を実験的に調べる一連の研究の一部である。イオン会合度は電気伝導度の測定によった。従来，電解質溶液の電気化学的研究は，大部分，1-1電解質についてなされてきたが，この一連の研究では2-2電解質を扱った。イオン-溶媒分子間の相互作用がより特異的で，より強いと考えられたからである。主として，典型的な2-2電解質であ

る硫酸マンガン($MnSO_4$)をメタ・ベンゼンジスルホン酸マンガン（MnBDS）と比較しながら，水と有機溶媒との混合溶媒中で電気伝導度を測定してきた。（水-アルコール：C. J. Hallada, G. Atkinson; *J. Am. Chem. Soc.*, 83, 3759 (1961)；水-ジオキサン：G. Atkinson, C. J. Hallada; *ibid.*, 84, 721(1962)；水-アセトンG. Atkinson, S. Petrucci; *ibid.*, 86, 7(1964))。$MnSO_4$は水中での会合定数が133であるのにくらべて，MnBDSは4.5でほとんど完全解離しているとみなし得る。これらの電解質の水-有機溶媒中の電気伝導度は特有の性質を示した。この特異性の本質を調べるために，水-メチルセロソルブ中の$MnSO_4$およびMnBDSの電気伝導度を調べ，一方，種々の有機溶媒と水との混合系中で，CaBDSおよびSrBDSの電気伝導度を測定した。また，まえに溶解度が小さいので測定が困難なためにできなかった有機溶媒濃度の高い範囲での$MnSO_4$の電気伝導度を知るために，水-メタノール中（メタノール濃度50%以上）で測定を行なった。

（2） 実　　験

測定は25.00±0.001℃の恒温油槽中で行なった。電気伝導度の測定にはLeads and Northrup Jones bridgeを用い，1～10 kcの交流を電源とした。セルはフラスコ形を用い，ブリッジとセルの交流信号を増幅してオッシロスコープで観測した。

試料の濃度は秤量ビュレットを用い，連続添加により行なった。測定は$1\sim30\times10^{-4}$モルの濃度範囲で行ない，当量伝導度λとモル濃度Cとの関係を求めた。溶媒の比伝導度は0.4×10^{-6}mho以下であって，その補正を加えた。

$MnSO_4$は市販品を，MnBDS, CaBDSおよびSrBDSはBaBDSよりイオン交換法で塩転換して得たものを，それぞれ，電導度用水より再結晶を繰返して精製し，使用した。

試料溶液中のMn^{2+}, Ca^{2+}およびSr^{2+}はEDTA滴定法により求め，全イオン濃度はこれらの塩溶液をH形陽イオン交換樹脂により酸に転換してのち，pH滴定により求めた。

水は蒸溜水を脱塩装置に通したのち，2回蒸溜したものを用いた。比伝導度は4×10^{-7}mho以下であった。

有機溶媒は文献記載の方法に従がって精製し，最後に1.5 mの分溜塔で蒸溜精製した。

（3） 測定値の取り扱い

個々の測定値は省略する。

パラメーターの計算には，1-1電解質について与えられているFuoss-Onsagerの拡張理論（R. M. Fuoss, L. Onsager; *J. Phys. Chem.*, 61, 668, 1957）によった。この理論は2-2電解質にも適用できる（G. Atkinson, M. Yokoi, C. J. Hallada; *J. Am. Chem. Soc.*, 83, 1570, 1961)。すなわち，

$$\Lambda=\Lambda^0-S(C\gamma)^{1/2}+EC\gamma\log C\gamma+JC\gamma-K_A\Lambda f_f^2C\gamma$$

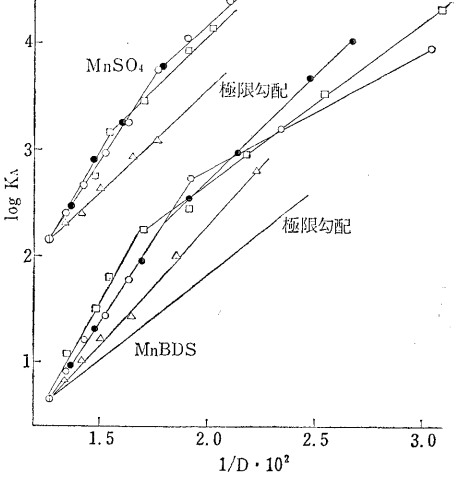
ここで，Λ^0は無限希釈における当量伝導度，γは解離度，K_Aはイオン会合定数，Sは Onsagerの極限勾配，E, Jは拡張理論のパラメーターで，Jはイオン間隔aによる補正を含む。f_fは平均活動度で，拡張されたDebye-Hückelの理論により与えられる。粘度補正は加えなかったが，補正の程度は非常に小さいと考えられた。実際の解析は，主として"Y-X"法（R. M. Fuoss; *J. Am. Chem. Soc.*, 80, 8163, 1958）によったが，必要に応じ，Λ_kあるいはΛ_f法（R. M. Fuoss; *ibid.*, 81, 2659, 1959）によった。

（4） 考　　察

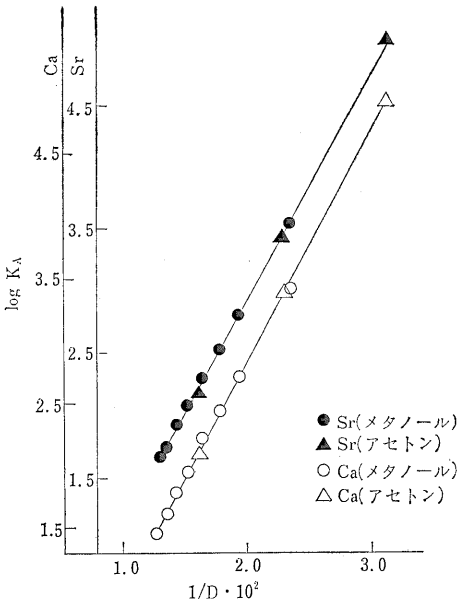
算出されたパラメーターのうち，熱力学的パラメーターK_Aおよび流体力学的パラメーター$\Lambda^0\eta$について考える。

$\log K_A$の値を溶媒の誘電率の値（D）の逆数に対してプロットすると第1図（$MnSO_4$およびMnBDS）および第2図（CaBDSおよびSrBDS）のようになる。

球形のイオンを考え，溶媒は連続であると仮定し，イオン-イオンの相互作用だけを考えて，溶媒分子とイオンとの間の相互作用を考えないならば，1-1電解質についての多くの実験結果が示しているように，$\log K_A$



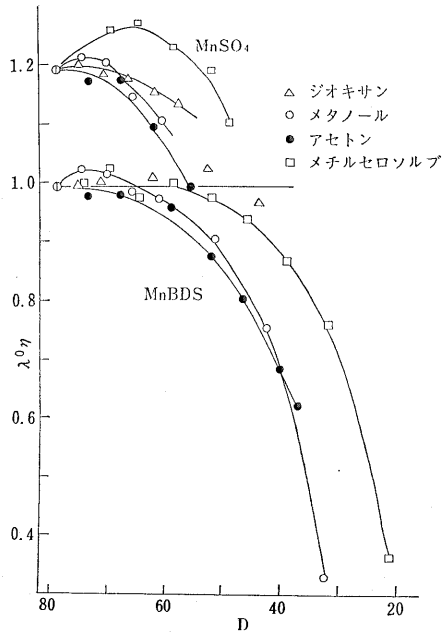
第1図　$MnSO_4$, MnBDSの$\log K_A$—1/Dプロット



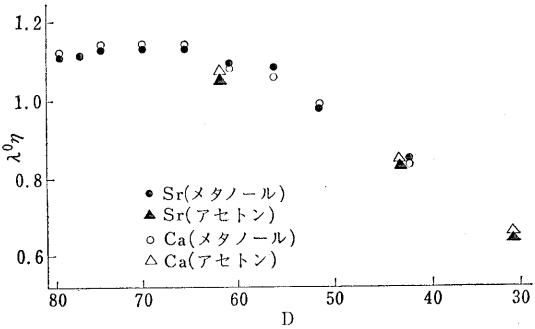
第2図　CaBDS, SrBDS の $\log K_A$—1/Dプロット

と1/Dとの関係は直線となり，その勾配は極限勾配で与えられる。CaBDS および SrBDS では，有機溶媒の種類の如何にかかわらず，直線関係が得られる。$MnSO_4$および MnBDS では，水-ジオキサン中では直線となり，特に，$MnSO_4$ の場合その勾配は極限勾配と等しくなる。他の溶媒中では有機溶媒の濃度が高くなるとともに，直線から大きくずれてくる。そのずれの出現の位置は各溶媒によって異なるが，$MnSO_4$と MnBDS との間に差はみられない。これらの事実を総合すると，次のことがいえよう。1) SO_4 イオンと BDS イオンとの差は，直線の勾配を変える程度で，大きいものではない。この差は多分 BDS イオンがいくらか bola form であることによるものとみられる。2) Mn 塩と Ca, Sr 塩との差は，前者が遷移金属によるものであろう。CuBDS についての同様な実験結果（窪田，横井，四方；日本化学雑誌，85, 89, 1964）はこの推論を支持するものである。3) ジオキサン以外の有機溶媒がいずれも水素結合をする水素原子をその分子内にもっていることから，それが考慮されなければならない。以上のことから，遷移金属と水素結合をつくる有機溶媒の組み合わせの場合に，$\log K_A$—1/Dプロットが直線からずれるものとみて差支えない。

第3図，第4図に $\Lambda^0\eta$ とDとの関係を示した。Waldenの法則（$\Lambda^0\eta$＝一定）に従がうのは水-ジオキサン系のみで，他の有機溶媒では，電解質の種類の如何にかかわらず，$\Lambda^0\eta$ の値は大きく変化する。$MnSO_4$ および MnBDS について，そのずれの出現の位置が $\log K_A$—1/D プロットの場合と同じであるということが特別の意味をもっているとは結論できない。なぜならば，CaBDS および SrBDS についても，全く同じような傾向の図が得られたからである。



第3図　$MnSO_4$, MnBDSのWalden積—Dプロット



第4図　CaBDS, SrBDS の Walden積—Dプロット

最近，超音波吸収の実験から $MnSO_4$ のような2-2電解質のイオン会合について，次のような段階的平衡反応があることが示された（M. Eigen, K. Tamm; *Z. Elektrochem.*, 66, 93, 107, 1962）。

$$[M^{2+}]_s + [A^{2-}]_s \underset{①}{\rightleftharpoons} [M^{2+}\cdot S\cdot S\cdot A^{2-}]_s \underset{②}{\rightleftharpoons} [M^{2+}\cdot S\cdot A^{2-}]_s \underset{③}{\rightleftharpoons} [M^{2+}\text{-}A^{2-}]_s$$

（Ⅰ：①，Ⅱ：②，Ⅲ：③，④）

かつ，電気伝導度測定から求めた水-ジオキサン，水-メタノール中の $MnSO_4$ の K_A の値がこれらの各段階の

イオン会合を全部含めたものであることが示された（G. Atkinson, S. K. Kor；未発表）。一方，電気伝導度の理論は状態④と①の反応であると考えてすすめられており，溶媒和した溶媒分子（S）とイオンとの相互作用(反応Ⅰ,Ⅱ）を考えていない。溶媒和の程度の違ったイオン対が，異なる溶媒中で異なる挙動を示すことは十分に考えられることである。さらに，溶媒分子の間に起っている

〔アセトン〕＋x〔H_2O〕⇌〔アセトン・xH_2O〕

のような反応（J. Lamb; "Dispersione ed Assorbimento del Suono nei Processi Molecolai", 101p., Academic Press, N. Y., 1963）を考慮に入れると，遷移金属と特別な有機溶媒との組み合わせでみられる $\log K_A$—1/Dプロットの特異性がかなり説明できる。この計算結果は別に報告する。

〔研究発表〕

1) G. Atkinson, H. Tsubota; The conductance of $MnSO_4$ and MnBDS in methylcellosolve-water at 25℃, *J. Am. Chem. Soc.*（投稿中）
2) H. Tsubota, G. Atkinson: The conductance of CaBDS and SrBDS in methanol-water and acetone-water at 25℃, *J. Am. Chem. Soc.*（投稿中）

5. 肺炎球菌の形質転換DNAのX線による失活と流動二色性の変化

化学第2研究室
森口恵津子
鈴木堅之

（1） 研究目的

DNAの生物活性がX線照射により低下する機構を化学的に解析することが目的であるが，X線のもつ化学作用が非特異的で高分子DNAに異質の変化を同時にひきおこすことが考えられることと，通常の方法で化学的に検証しうる程度の変化を与えるためには，普通の場合，失活に必要な線量とは比較にならないほどの大線量が要求されるため，両者の相関関係をとらえることができにくい。この困難さを解決するためには，ある化学変化に対して敏感に反応する性質をえらび，その性質の変化と失活との間の関係をもとめ，さらに，いくつかの作用機構の明らかにされている試剤について同様の関係を調べて比較する方法をとる必要がある。

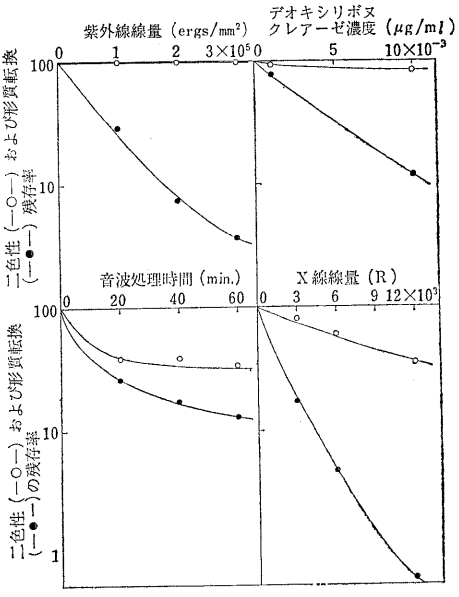
この研究では，DNAの高分子的性質を表示する目安として紫外流動二色性をえらび，いくつかの異なった線量において形質転換能の残存率および流動二色性の大きさを測定し，ついで，これをもとにして残存率と二色性の大きさとの間の関係をもとめた。同様の実験をウシ肝臓のデオキシリボヌクレアーゼ処理，紫外線および音波照射などの場合について行ない，X線照射の結果と比較検討した。

（2） 研究方法

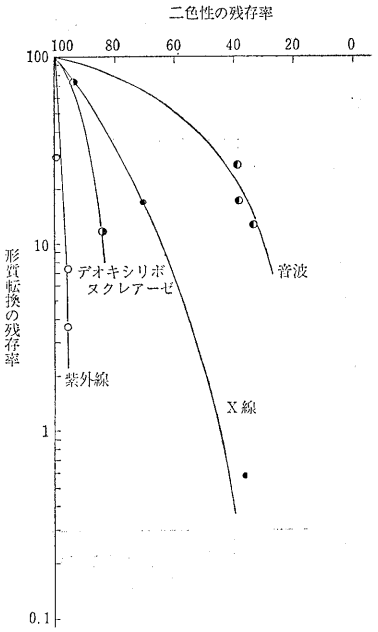
肺炎双球菌の形質転換DNAはMarmurの方法で精製した。X線照射は信愛-250（200 kVp, 20 mA, 0.5 mm Cu＋0.5 mm Al）で，紫外線照射は15W殺菌灯で行なった。デオキシリボヌクレアーゼ処理は0.01, 0.001 μg/mlの酵素濃度で37℃において1時間行なった。音波照射はRaytheon音波発生器（9KC）で行なった。流動二色性および形質転換能の測定法は，38年度放医研年報に記してある。

（3） 実験結果

上にあげた4種の試剤は，いずれもDNAの形質転換能を失活させる。それらの線量と生存率および二色性の大きさとの間の関係を第1図に示すが，これらの試剤はエネルギーの吸収のされ方も作用機構もそれぞれ異なるから，個々の不活性化曲線からは何も論じることができない。しかし，おのおのの試剤についてえられた失活曲線と二色性の大きさの変化を示す曲線とから，失活と二色性の変化との間の関係を求めると，第2図に示すように4種の試剤間に大きな差があることが明らかになった。



第1図　種々の不活性化試剤で処理した形質転換DNAの活性残存率と線量との関係



第2図　種々の不活性化試剤で処理した形質転換DNAの活性残存率と流動二色性残存率との関係

（4）考　　察

第2図の結果は次のように説明できる。まず，紫外線では二色性の変化をほとんど伴なわずに失活がおこる。これは紫外線が DNA 分子のごく局部的な変化のみで失活を招来していることを意味し，従来考えられていたチミン二重体生成説を支持している。これと対称的なのは音波照射で，形質転換能の失活に伴なって大きな二色性値の低下がみられる。音波は DNA の二重らせん主鎖を切断することが知られているので，DNA 分子が細分化されると解される。ところで，デオキシリボヌクレアーゼ処理の場合とX線照射の場合は上の両者の中間に位置している。ヌクレアーゼは，DNA の二重らせん分子の中で1本のポリヌクレオチド鎖を切断することが知られており，X線照射による失活もほとんどは同様の機構によるものと理解され，このほか多少の塩基変化，DNA 主鎖の切断および cross-linking などによって失活がおこるものと考えられる。この考え方は，粘度測定などから得られた結果ともよく一致しているし，沈降定数の測定でも平行的な結果が得られている。

6. 抗体産生機構の研究

化学第2研究室
市　村　国　彦
大　町　和千代

（1）目　　的

抗原の情報が抗体産生能を有する細胞に伝達される初期の段階に，喰細胞が重要な役割を果していること，さらに，抗原をとりこんだ喰細胞から抽出した RNA が抗原の情報の伝達に何らかの役割を果していることを示唆する事例が報告されている。そこで，われわれは喰細胞が抗原を細胞内にとりこんだのち抗原はどうなるのか，また，抗原の情報はどのように伝達されるのかを調べる目的で，まず，喰細胞を生体外にとりだして抗原をとりこませ，細胞内で起る燐酸代謝，核酸代謝の変化を調べた。

（2）材料と方法

兎腹腔の喰細胞の採取には，38年度年報で報告した方法を用いた。流動パラフィンを兎の腹腔内に注射して2～3日後に採取し，10%の正常兎血清を含む Hank's または TC-199 培養液にけんだくした。

抗原として，ジフテリアトキソイドの溶液，またはこれを1%カリアラムゲル（以下アラムトキソイド，またはA-Tと略記）あるいは燐酸アルミニウムゲルに吸着させたものを用いた。

角型培養瓶に喰細胞けんだく液（約10^8細胞）を入れ，約1時間静置培養し，細胞をガラス壁に付着させ，A-T抗原（200～400Lf）を加えた。以後，経時的に ^{32}P の短時間標識を行なったのち，0.02% EDTA-燐酸緩衝液-食塩水で細胞をガラス壁から離脱させ，直ちに氷冷し，Schmidt-Thanhauser-Schneider（S. T. S.）法の一部変法，およびフェノール・SDS（ドデシル硫酸＋ナトリウム）抽出法（柴谷らおよび Holland の方法）を用いて種々の燐酸分割，核酸への ^{32}P の取込みを調べた。

（3）結果と考察

1）生体外にとりだした腹腔喰細胞の喰作用を2,3の抗原を用いて調べた。*E. coli* K-12（6×10^7個）を喰細胞（6×10^7個）と Hank's 培養液（4m*l*）中でしんとう培養すると，92% が喰細胞に取込まれ，60分では98%に達した。また，^{131}I標識ジフテリアトキソイドを溶液状（190 Lf/m*l*）で喰細胞（$1\sim4\times10^7$個）と培養した場合には，60分で最大値に達した（投与^{131}I-トキソイドの約2～3%を摂取）。アラム-^{131}I-トキソイドを抗原として用いた場合には，60分で投与 ^{131}I-トキソイドの約6%を細胞内に取込んだ。これらから，生体外にとり

だした喰細胞の喰作用は抗原の形態（細菌性・粒子状・溶液等），抗原と喰細胞の割合，培養液中の濃度等に強く依存するが，喰作用はかなり強いと考えられる。

2） 次にアラムトキソイド（230 Lf）を喰細胞（3×10^7個）と10 ml のTC-199液中で培養し，その燐酸代謝を調べた。抗原投与後，0分または60分後 ^{32}P(500μCi)を加え，それぞれ90分培養した。反応停止後，S.T.S.変法により，喰細胞の酸可溶性，アルコール・エーテル可溶性，RNA，DNA各画分への ^{32}P の取込みを調べた（第1表）。

第1表　抗原攝取後喰細胞内の燐酸代謝

培養時間	0分		60分	
アラムトキソイド	有	無	有	無
TCA可溶性画分	3652000	73250	1366500	60250
alcohol-ether 可溶性画分	9300	7600	3900	3500
RNA画分	17520	7920	10560	4860
DNA画分	200	200	1200	0

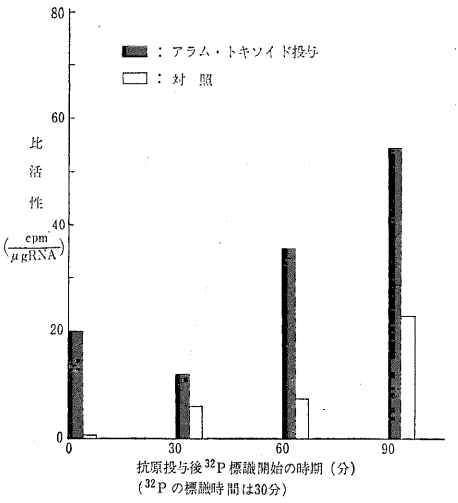
^{32}Pの標識時間は90分。10 mlのTC-199培養液中に500 μCi ^{32}Pを投与。数字は3×10^7細胞あたりの各分画の全カウント数であらわした。

A-T抗原を喰細胞と培養した場合，酸可溶性画分に入る ^{32}Pが対照値に比べて著しく多く，また，RNA画分も対照に比べてかなり高い値を示した。酸可溶性画分への高い取込みは，アラムトキソイドが ^{32}P を吸着し，反応停止後，細胞洗滌の際これを完全に取除けず，酸可溶性画分へ入ったか，あるいは喰細胞が抗原をとり入れる際，アラムトキソイドに ^{32}P を吸着濃縮した形でとり入れたためか，またはその両方の理由によると思われるが，さらに検討を要する。

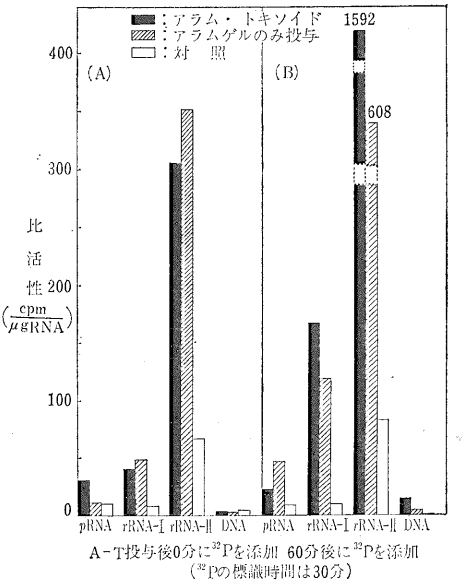
3） 抗原を取込んだ喰細胞のRNA代謝が高まることが示されたので，^{32}P 標識時間を30分に短縮し，フェノール・SDS抽出法を用いて，喰細胞のRNA'Sへの ^{32}P の取込みを調べた。

フェノール処理で水相に遊離してくるRNAをpRNA，ついでフェノール相および中間相に残るが，60°SDS処理で遊離してくるRNAをrRNA-Ⅰ，残存するRNAをrRNA-Ⅱとすると，rRNA-ⅠはA-T抗原を添加した場合の方が高い比活性を示し，また経時的には60～90分の喰作用ののち，かなりの比活性の増加がみられた（第1図）。

さらに，対照としてトキソイド抗原を吸着させないアラムゲルのみを摂取させた時の変化を調べた。この場合は抗原を添加した場合に比べ，喰作用が高まった時期には，若干低い比活性を示したが（第2図B），喰作用を伴なわない対照に比べると著しく高い比活性を示した（第2図）。



第1図　喰細胞の抗原攝取後のrRNA-Ⅰへの ^{32}P 取込みの経時的変化



第2図　喰細胞の抗原攝取後の各種 RNA 代謝の変化

これらの結果から，喰細胞の喰作用に伴なってフェノール処理で遊離されないが，60°SDS処理で遊離してくるrRNA-Ⅰ（メッセンジャーRNAを含む）と，特にSDS処理によっても遊離しない rRNA-Ⅱ，おそらく喰細胞の蛋

白または膜構造と結合した RNA の代謝が著しく高められると考えられる。しかし，この現象が抗原に特異的な変化を含むものか否かは現在の段階では未だ明らかではない。現在，これら RNA をさらに精製して物理化学的性質を調べること，これの生物的活性（抗体産生誘導能を有するか否か）を調べることを行ないつつある。

7. TTA を含む薄層を用いたクロマトグラフ法による核分裂生成物の分離

化学第3研究室
河村正一
松下恵己*
伊沢正実**

*千葉工業大学学生
**化学研究部長

（1） 緒　　言

TTA（2-thenoyltrifluoro acetone）は核分裂生成物や超ウラン元素の溶媒抽出分離にひろく用いられている。一方，薄層クロマトグラフ法は一般に迅速，簡便な分離法である。一般に行なわれている薄層クロマトグラフ法はシリカゲル，でんぷんを吸着剤として用いているが，われわれはこれに TTA を加えたプレートを作り，核分裂生成物，誘導放射性核種などの挙動，TTA 添加の効果およびその分離機構を調べるために，この実験を行なった。

（2） 実験方法

用いた核種は ^{137}Cs, ^{144}Ce, ^{85}Sr, ^{95}Zr, ^{59}Fe, ^{60}Co で，それぞれの塩化物のトレーサー溶液および担体を加えて 0.05M/l とした溶液である。溶液の0.001 ml をとり，後述の方法で作ったプレートにスポットして展開した。展開は横型のガラス槽を用い上昇法で行なった。展開溶媒は，pH 1.5では 1M/l モノクロル酢酸を，その他の pH では濃アンモニア水で pH を調節した1M 酢酸緩衝液を用いた。これらの展開溶媒にはあらかじめ TTA を飽和させておき，検出はラジオオートグラフ法によった。

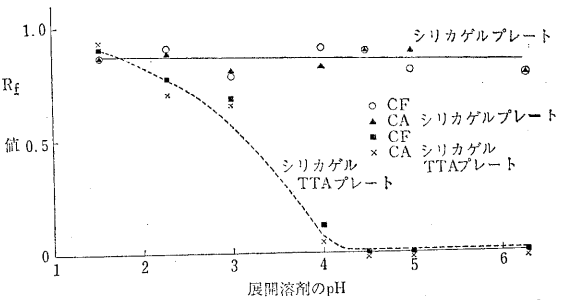
また，プレートの材料であるシリカゲルおよびシリカゲル-TTA粉末へのコバルト の吸着を調べるため，バッチ法による実験を行なった。その方法は，まず粉末 1g を共栓試験管にとり，pH 1.5, pH 4.5 の展開溶媒 10 ml を加えた。これに ^{60}Co をトレーサーとして加え，担体（コバルト として $4 \times 10^{-4} M/l$）を加えた場合，加えない場合につき行なった。それぞれは 24 時間ふりまぜたのち，上澄液をロ過して 5 ml をとり，井戸型シンチレーション・カウンターで放射能を測定して吸着率を算出した。

（3） 実験結果および考察

まず，展開操作に耐えるようなシリカゲル，でんぷん，TTA を含むプレートを作ることができるかどうか，組成比を変えて検討した。その結果，シリカゲル 23g，でんぷん 10 g，水 50 ml，TTA 7g の割合で作ったプレートを使うことにした（以下シリカゲル TTA プレートと略称）。なお，対照として，TTA を除いたプレートも使用した（以下シリカゲルプレートと略称）。

これらのプレートを用いて展開した結果を次に記す。

^{137}Cs の R_f は TTA の有無にか かわらず約 0.7 で，展開溶媒の pH を変えても変わらない。これは TTA と Csが相互作用を起さないためと考えられる。



第1図　コバルト R_f 値と展開溶剤のpHとの関係

^{60}Co を展開した結果を第1図に示す。シリカゲルプレートの R_f は展開溶媒の pH を変えも R_f はほとんど変わらないが，シリカゲル TTA プレートでは pH 1.5 の展開溶媒で展開したときの R_f は 0.9 で pH を上げると R_f は次第に小さくなり，pH 4.5 以上で原点にとどまる。両プレートで R_f 値の変わらない pH 1.5 と R_f 値の差が大きい pH 4.5 とで，プレートを構成する粉末への ^{60}Co の移行率を調べたところ，第1表の結果を得た。

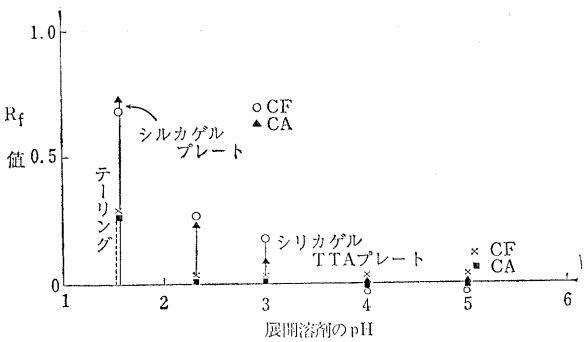
第1表　バッチ法によるコバルトの移行率(%)

担　体	無　添　加		添　　加	
吸着剤	シリカゲル粉　末	シリカゲル TTA 粉　末	シリカゲル粉　末	シリカゲル TTA 粉　末
pH 1.5	9	4	0	0
pH 4.5	8	99	0	99

担体として加えたコバルト：$5 \times 10^{-4} M/l$

すなわち，pH 1.5 では TTA の有無にかかわらず吸着はわずかであるが，pH 4.5 では TTA 添加の場合にほとんど移行し，プレート実験の傾向として一致する。

^{85}Sr は，定性的に ^{60}Co の挙動と同じような傾向を示す。



第2図　ジルコニウムのRf値と展開溶剤のpHとの関係

^{95}Zr は pH の低い領域では移動して tailing 現象を示し，pH を高くすると原点にとどまる。このように，TTA 添加の影響は pH の低い領域であらわれている。^{144}Ce，^{59}Fe は ^{95}Zr と同様の動きを示した。

TTA は通例溶液の形で用いられており，固相で利用された例はみあたらない。ここで用いたシリカゲルTTA プレートによる薄層クロマトグラフ法によって，^{137}Cs と ^{60}Co，^{85}Sr と ^{60}Co，^{137}Cs と ^{95}Zr，^{85}Sr と ^{95}Zr などが分離可能と考えられる。なお，担体の添加の有無によって R_f 値はほとんど変わらないことが，ペーパークロマトグラフ法と異なる利点である。TTA が固体の形で利用できるので，接触する溶液の pH を変えてカラムクロマトグラフ法による分離の可能性が考えられる。

〔研究発表〕

河村正一，伊沢正実，松下恵巳；薄層クロマトグラフィーによる放射性核種の分離，第8回放射化学討論会（1964年11月）

8. 金属硫化物－イオン交換樹脂による水溶液中の放射性核種の捕集

化学第3研究室
渡　利　一　夫
小　柳　　卓*
伊　沢　正　実
＊環境汚染第1研究室

（1）目　　的

さきに，鉄の加水分解生成物を生成せしめた陽イオン交換樹脂が，水中の放射性核種の捕集に適していることを報告した。（38年度年報では，このイオン交換樹脂を水酸化鉄形イオン交換樹脂と称したが，今後は鉄水酸化物-陽イオン交換樹脂と改める）。本実験では，イオン交換樹脂の特性を利用したこの種の捕集剤の開発の一環として，各種金属の硫化物を生成せしめた金属硫化物-イオン交換樹脂を作製し，この樹脂に対する代表的な核分裂生成物（^{144}Ce，^{137}Cs，^{106}Ru，^{95}Zr，^{90}Sr）の吸着の基礎データをもとめ，捕集剤としての可能性を検討した。

また，海水中におけるこれら放射性核種の存在状態を知ることは吸着率をもとめる上に必要であるので，予備的な実験を行なった。

（2）実　　験

1）金属硫化物-イオン交換樹脂の作製

Dowex 1X8，OH 形を硫化アンモニウムで飽和させてイオウ形にし，これに各種金属塩の水溶液を加え加温して金属硫化物を生成せしめる。

または，Dowex 50 WX 8，H 形に各種金属塩の濃厚溶液を加えて金属イオン形にし，これに硫化水素，チオアセトアミド，硫化アンモニウム等を作用させ，金属硫化物を生成せしめて作製した。以後前者を金属硫化物-陰イオン交換樹脂，後者を金属硫化物-陽イオン交換樹脂と称する。

金属は入手しやすく，かつそれらの硫化物が不溶性のもの，銅，カドミウム，スズ，鉛，ビスマス等を用いた。これらの金属硫化物-イオン交換樹脂はいずれもそれぞれの硫化物と同様の色調を呈し，酸，アルカリに対する安定性も類似している。

2）試料溶液の調整および操作

海水に前記放射性核種（^{90}Sr は ^{85}Sr を使用）の$10^{-2}N$塩酸溶液を加え，炭酸ナトリウムで pH を 8.2 に調整して試料溶液とした。

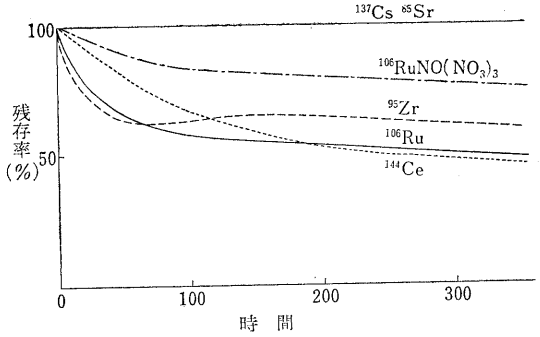
実験操作は38年度年報と同じである。

（3）実験結果

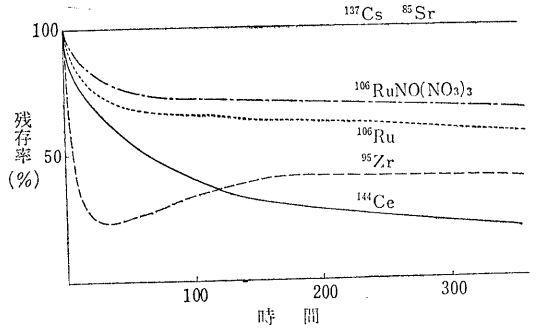
1）海水中の存在状態の予備的検討

前記各放射性核種を海水に添加し，pH を 8.2 に調整した試料溶液を 10 ml ずつ遠心管，試験管に配分し，①そのまま静置したものの上澄液，②3,000 rpm で 10 分間遠心したものの上澄液，③G3 のグラスフィルターで口過したもののロ液，および ④0.45μ のミリポアフィルターで口過したもののロ液について，それぞれ1 ml ずつとりだしその放射能を測定した。実験はすべて独立に行ない，ガラス壁への吸着は無視した，②および④についての結果をそれぞれ第1図および第2図（次頁）に示す。

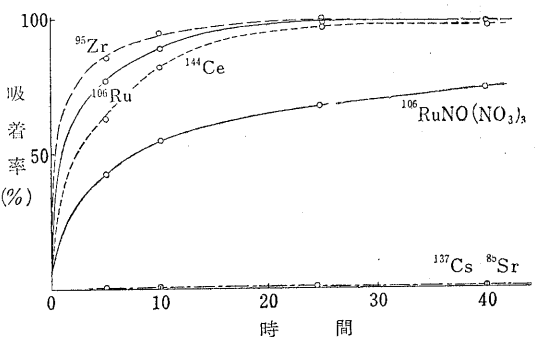
すなわち，^{137}Cs，^{85}Sr は時間が経過してもほとんど変化がなく均一に存在している。^{144}Ce，^{106}Ru，^{95}Zr は時間の経過とともに遠心されるもの，ミリポアフィルターの目を通らないものが増大してくる。^{106}Ru に関し



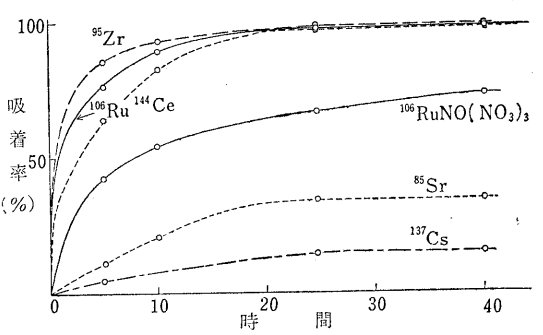
第1図　3,000 rpmで遠心した場合



第2図　0.45μミリポアフィルターで口過した場合



第3図　含硫化銅-陰イオン交換樹脂に対する吸着率



第4図　含硫化銅-陽イオン交換樹脂に対する吸着率

ては，ニトロシル化合物の方が普通の塩化物よりもその割合が少ない。^{95}Zr が途中で一度残存率が増大するのは，加水分解物の再溶解によるものか，^{95}Zr の娘核種の ^{95}Nb の影響によるものか確かではないが，多分両者の組合せであろう。①と③の場合とも，②および④での結果と同様な傾向を示した。これらは，海水の pH が 8.2 で比較的高いことを考えると，各核種の加水分解の程度の違いが示されているといえよう。

以上の結果を考慮に入れて以下の実験を行なった。

2)　各核種の吸着率

金属硫化物-イオン交換樹脂の1例として，銅硫化物-陽イオン交換樹脂を用いた時の結果を第3図，銅硫化物-陰イオン交換樹脂を用いた時の結果を第4図に示す。

^{144}Ce, ^{106}Ru, ^{95}Zr は双方の場合ともほぼ定量的に吸着され，Cl 形，Na 形の場合に比し明らかに吸着効果が大きい。ニトロシルルテニウムの場合には定量的に吸着されるまでに長時間を要する。一方，^{137}Cs, ^{85}Sr は銅硫化物-陰イオン交換樹脂には全く吸着されないのに，銅硫化物-陽イオン交換樹脂の場合には，それぞれ 20%，40%の吸着率を示し，これは Cl 形，Na 形の樹脂を用いた時と同じ値である。

また，^{144}Ce, ^{106}Ru, ^{95}Zr は双方の樹脂に対し pH 6～9 の範囲で吸着率は約 100% で変動がなく塩濃度にも影響されない。^{137}Cs, ^{85}Sr は，銅硫化物-陰イオン交換樹脂には全く吸着されないが，銅硫化物-陽イオン交換樹脂に対しては，pH の増大に伴ない吸着率も増加の傾向を示し，塩濃度の減少につれて吸着率は増大する。これは金属硫化物の捕集効果とともに樹脂本来のイオン交換能が関与しているためである。一般に海水中では，^{144}Ce, ^{104}Ru, ^{95}Zr は非イオン状，^{137}Cs, ^{90}Sr はイオン状で存在しているといわれているが，この樹脂に対する吸着も海水中の存在状態を反映しているといえよう。

金属硫化物-イオン交換樹脂の金属の種類の影響としては，鉄，コバルト，ニッケル等が比較的不安定で，海水中からの捕集剤には適していないが，カドミウム，スズ，水銀，ビスマス等は，いずれも銅と定性的に同様の結果が得られた。

(4)　考　　察

以上の結果から，金属硫化物-イオン交換樹脂は海水中の核分裂生成物，特に ^{95}Zr, ^{106}Ru, ^{144}Ce の捕集に有効であることがわかった。鉄水酸化物-陽イオン交換樹脂が使用できるのは中性～アルカリ性であるのに対し，

この樹脂は金属を適当にえらべば酸性領域でも使用できるので，より広範囲な利用の可能性をもっている。

〔研究発表〕

1. 渡利一夫，陶山富義，伊沢正実；金属硫化物形イオン交換樹脂に対する放射性ルテニウムの挙動，日本分析化学会第13年会（1964年9月）
2. 渡利一夫，小柳卓，伊沢正実；金属硫化物形イオン交換樹脂に対する放射性核種の挙動，第8回放射化学討論会（1964年11月）

9. 基質アナローグ存在下でのリボヌクレアーゼの紫外線感受性の変化（第2報）

化学第2研究室
沢田文夫
市村幸子*

*化学第1研究室

ウシ膵臓リボヌクレアーゼ（RNase）の紫外線感受性が，基質アナローグの存在によって変化することを前年度に報告した（放医研年報，昭和38年度，72p.）。すなわち，紫外部に吸収をもつピリミジン・アナローグは低線量では増感効果を，高線量では保護効果を与え，それらには酸素が必要なことを見出した。これらの効果が酵素にアナローグが強く結合した複合体で生ずるのか，あるいは遊離の酵素とアナローグで起るのかを明らかにするために，39年度はこの複合体の解離度と紫外線感受性との関係を調べた。また，紫外線作用の初期反応をESR法で解析してアナローグの保護効果の機構を考察した。

（1） 材料・方法

RNase試料，基質アナローグ，紫外線の照射条件，酵素活性の測定法は38年度に準ずるが，照射は常に大気中で行なった。

酵素-アナローグ複合体の解離定数は，複合体形成により紫外部にhypochromismを示すもの（CMP, UMP, ϕ-UMP, r-TMP, AMP）については，スペクトル差を解析するHummelらの方法によって求めた。また，hypochromismを示さぬもの（ジヒドロUMP, UMP水加物, GMP）の場合には，これらアナローグとhypochromicなヌクレオチドとの拮抗によるhypochromicityの変化を解析する方法を考察した。すなわち

$$K'=R\left(\frac{I_0'}{E_0-r-R}-1\right),\quad r\equiv\frac{\Delta A}{\Delta\varepsilon},\quad R\equiv\frac{K}{I_0/r-1}$$

KとI$_0$（およびK′とI$_0$′）はそれぞれhypochromic（およびnon-hypochromic）なヌクレオチドの解離定数と全濃度，ΔAとΔεはスペクトル差の実測値および1モルあたりの極限値。差スペクトルの測定は紫外線照射時と同じ溶媒，同じ温度条件で行なった。酵素とアナローグの混合液の全酵素中の遊離酵素の割合を複合体の解離度とし，解離定数より算出した。

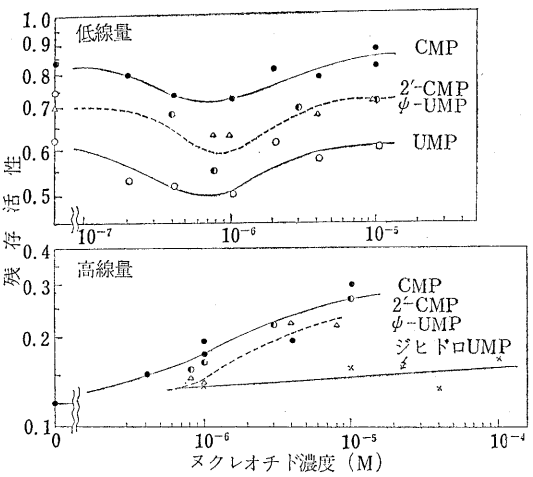
照射によるラジカルの生成を検討するため，ESR用石英セルに入れた$10^{-3}M$のRNaseおよびRNase-CMP複合体を液体窒素で凍結し，凍結状態のままで紫外線照射し，ESR吸収スペクトルの測定を行なった。相対的ラジカル量は吸収の高さの比で近似した。ESR測定ののち凍結試料を急激に融解して酵素活性を測った。

（2） 結　果

測定されたRNase-ヌクレオチドの解離定数K，ならびに$10^{-6}M$の濃度（このとき紫外線感受性の変化を認めた）の複合体の解離度αは次の通りであった。

CMP, UMP, ϕ-UMP, γ-TMP, AMP	$K=3\sim9\times10^{-7}$	$\alpha=0.4\sim0.6$（ほぼ半分解離）
UMP水加物	$K=25\times10^{-7}$	
ジヒドロUMP	$K=80\times10^{-7}$	$\alpha=0.8\sim0.9$
GMP	$K=120\times10^{-7}$	（ほとんど解離）

次に酵素濃度を$10^{-6}M$に保ち，ヌクレオチド濃度を変えたときのRNaseの紫外線感受性の1例を第1図に



第1図　RNaseの紫外線感受性のヌクレオチド濃度依存性

—●—：CMP, —◐—：2′-CMP, —○—：UMP, —△—：ϕ-UMP, —×—：ジヒドロUMP

RNaseは$10^{-6}M$

上図は56,400 erg/mm^2（CMP），および84,600 erg/mm^2（その他）

下図は282,000 erg/mm^2

示す。すなわち，CMP や UMP による低線量での増感効果は複合体がほぼ半分解離したとき（$10^{-6}M$）に最大で，非解離の結合状態（$10^{-5}M$）では消失した。CMPやψ-UMPの保護効果は濃度が増すにつれて（$10^{-5}M$で$\alpha=0.1$）著しく増大するが，ジヒドロ UMP では高濃度（$10^{-4}M$で$\alpha=0.1$）でも微弱である。紫外線のしゃへい効果の検討に用いた AMP は，広い濃度範囲にわたって増感効果も強い保護効果も示さなかった。

照射されたRNaseは，遊離酵素でも複合体でもフリー・ラジカルと思われる全く同一のESRスペクトルが観察された。生成ラジカル量と酵素の失活率との間には1次的な関係が存在し，さらに複合体の場合には，遊離酵素のときに比べて生成ラジカル量あたりの失活率が小さいことが見出された。

（3） 考　　察

総括すると，RNaseの紫外線感受性に及ぼす基質アナローグの影響には次の2種がある。

1）紫外吸収のあるピリミジン・ヌクレオチドに特異的で，低線量領域で増感作用をもつことがあり，高線量領域では著しい保護効果を示す。増感効果はほぼ半分解離した複合体が大気中で照射されたときに起り，それゆえこの効果は，紫外線で励起した遊離ヌクレオチドと酸素の関与した反応であることを示している。

2）プリン・ヌクレオチドや紫外吸収のないピリミジン・ヌクレオチドにみられる非特異的作用で，複合体形成量が増すにつれて弱い保護効果が単調に増大し，増感効果はどんな条件でも見出せない。

RNase の紫外線照射によるラジカル生成量が失活率と1次的な関係にあることは，このラジカルの生成が酵素の失活過程に一義的に関係していることを暗示している。RNase-CMP 複合体では，ラジカル生成量あたりの失活率が少ないことは，酵素に生じたラジカルを CMP が何らかの機構で消費していることを物語っている。さらに予備実験によれば，照射によるRNase 分子中の SS 結合の切断量と失活率との関係は，CMP の有無に無関係なことがわかったので，おそらくは照射で生じたSラジカルがSS結合を切断する過程を CMP が保護し，その結果酵素の失活を保護するのではないかと予想されるが，今後の検討を必要としよう。

〔研究発表〕

沢田文夫，市村幸子；リボヌクレアーゼの紫外線感受性に対する基質アナローグの影響，第37回日本生化学総会（1964年10月）

10. 紫外線およびX線照射を受けたバクテリオファージφRの“UV reactivation”について

化学第2研究室
小野浄治
島津良枝

生物細胞中には紫外線照射を受けて生じた障害を修復する機講があり，これは最近特に DNA 鎖に生じたチミン二量体の除去という形で分子レベルでも理解されつつある。一方，紫外線照射によって不活性化したバクテリオファージが，宿主細胞に感染後細胞中の種々の回復機構によって“生き返る”ことが知られている。本研究においては，紫外線照射によって宿主細胞中に新たに誘導されると考えられる活性化機構(UV reactivation；UVR)と細胞の特定遺伝子の支配による活性化機構（host cell reactivation；HCR）との関連性を中心とし，UVRの性格を明らかにすることを目的としてバクテリオファージφR の HCR, UVR を検討した結果，UVR は恐らくHCRとは別個の機構によるものと考えられ，紫外線照射によって細胞中にその障害を修復する蛋白性の物質の誘導合成が起ることが示唆された。

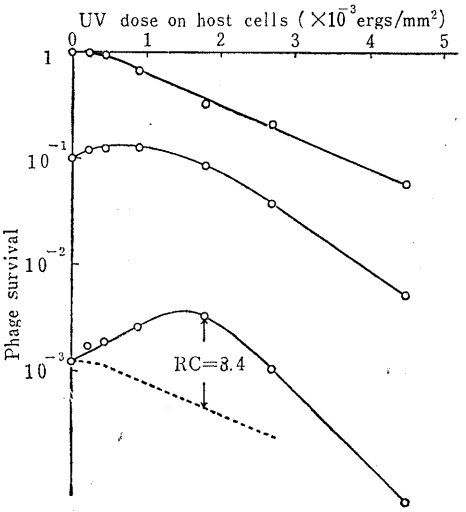
（1） 実験方法

バクテリオファージφR に関しては38年度の年報に述べた通りであり，*E. coli* C_{syn}-株は Dr. Harm から分与を受けた。紫外線およびX線照射は，液層 2 mm のファージおよび菌懸濁液を攪拌しながら，殺菌燈（15W）下に 15.2 ergs/mm²/sec.，または島津 Softex により30 kVp, 20 mA の条件下で行なった。

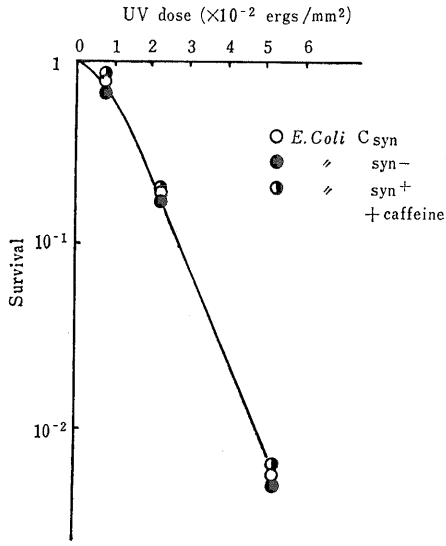
（2） 結果と考察

宿主菌 *E. coli C* に種々の線量の紫外線を照射してこれに健全な φR を感染させると，線量の増大に伴なってファージの生産能が低下し，このファージが宿主依存性であることがわかる。ところが，ファージを予め紫外線照射して生存率を10^{-3}に低下させてから感染させると，小線量の紫外線照射を受けた宿主菌中で約8倍の生き返りが認められた(第1図)。なお，このファージは種々の実験結果から1本鎖DNAを含むことが明らかとなり，1本鎖 DNA をもつファージでも UVR が起ることがわかった。一方，このファージを紫外線照射後 *E. coli C*, *E. coli* C_{syn}-(紫外線感受性変異株)に感染させてその生存率を測定した結果，生存曲線は全く一致し，1本鎖DNAをもつファージではHCRは認められない(第2図)。

次に，UVR の紫外線特異性を検討するため紫外線照射（UV）宿主菌-UV ファージ，UV 宿主菌-X 線照射（X）ファージ，X 宿主菌-UV ファージ，X 宿主菌-



第1図　UV照射を行なった大腸菌C_{syn}^{+}におけるϕRのUV回復現象



第2図　大腸菌C_{syn}^{+}におけるϕRの宿主回復現象の欠如

Xファージの4つの組合わせで照射宿主菌によるファージの活性化を調べた結果，いずれの組合わせでも活性化が認められたが，活性化係数はUV宿主菌-UVファージの場合に最も高い値を示した（第1表）。

次に，このようにして紫外線照射によって細胞中に誘導された回復機構の性格を知るために，宿主菌を紫外線照射直後から30分間，蛋白合成阻害剤のクロランフェニコールと接触させたところ，このUVRが認められず，UVRには蛋白新合成が関係していることが明らかとなった。

第1表　紫外線あるいはX線照射を受けた大腸菌C_{syn}^{+}におけるX線および紫外線照射ϕRの回復係数

Host cells \ ϕR	UV-irradiated	X-irradiated
UV-irradiated	8.4	2.4
X-irradiated	5.8	>2.0

以上の結果から，1本鎖DNAを含むバクテリオファージでHCRが認められないのに反してUVRが認められることが明らかとなり，もしHCRが紫外線照射の結果，ファージの2本鎖DNAの一方の上に生成したチミン二量体の鋏除に始まってrepair replicationに至るDNA障害修復という分子機構（Howard-Flanders, Setlow等）によるものであって，1本鎖DNAでは働かないものであるならば，1本鎖DNA上でも起り得るUVRには別の分子機構が与えられねばならない。しかも，紫外線照射を受けた細胞でこれを克服する機構が新たに誘導されることおよびこの機構が蛋白性であること等から，UVRは1種の酵素誘導現象と考えられる。

〔研究発表〕

小野浄治，島津良枝；紫外線およびX線照射を受けたバクテリオファージにおけるUV-reactivationについて，日本放射線影響学会第7回研究発表会（1965年5月）

11. アンチピリン-チオシアン酸塩によるコバルトの比色定量法における抽出機構の検討

化学第3研究室
河村正一
片岡正宏*
伊沢正実

＊　東邦大学理学部化学科
＊＊化学研究部長

（1）緒　　言

原爆投下時の中性子線量を推定する目的で，広島，長崎で採取した鉄材中の非放射性コバルトとコバルト-60を測定している。このときに用いるコバルトの定量法に関連し，次のような研究を行なった。

コバルトの吸光光度法による定量法にはいろいろあるが，このうちコバルトを含む溶液にチオシアン酸アンモニウムおよびアンチピリンを加え有機溶媒で抽出後，吸光光度法により定量する方法がある。抽出溶媒としては「須藤(日本化学雑誌，74，658，'53)」による酢酸エチル・ベンゼン（5：1）および「前川（分析化学，9，475，

'60)」らのメチルイソブチルケトン：ベンゼン（1：1）などが用いられている。現在までに，この方法の抽出条件の詳細な検討はされているが，このときのアンチピリンを加える理由についてはほとんど検討されていない。したがって，この系に対するアンチピリンの発色におよぼす影響，発色機構について研究した。

（2） 実験方法

1）試　　料

コバルト標準溶液は，和光試薬特級硝酸コバルトから炭酸コバルトを作り，硫酸を加え硫酸コバルトとし，水で溶かしてコバルト 100μg/ml を含む溶液とした。アンチピリンは局方アンチピリンを水で再結晶して用いた。有機溶媒は蒸溜したものを用い，その他の試薬は和光試薬特級品を用いた。

2）測　定　器

日立 EPU-2A 型，キャリー自記分光光電光度計で吸光度を測定し，放射能は東芝井戸型シンチレーション・カウンターを用いた。

3）吸収スペクトル曲線の測定方法

コバルト標準溶液 5.9 ml($10^{-5}M$)に 30% チオシアン酸アンモニウム溶液 25 ml，さらに 50% アンチピリン溶液 2.26 ml ($600\times10^{-5}M$)を加えた。前述と同じ方法であるが，アンチピリン溶液を加えないものを調製した。両者をそれぞれ 0.1N 硫酸または 0.1N アンモニア水で pH 1.8～2.2 に調節し，水を加えて全量 40 ml とした。これに，あらかじめ使用する水相で飽和した抽出溶媒40 ml をとり10分間しんとうして静置したのち，有機相の吸収スペクトルをキャリー自記光電分光光度計で測定した。

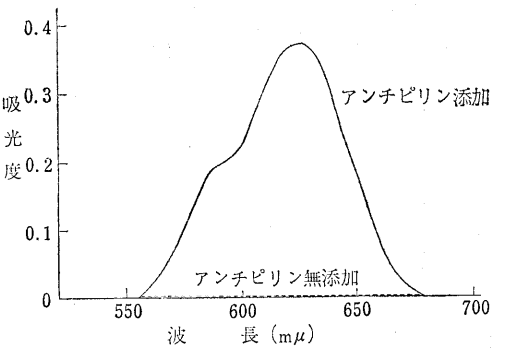
4）抽出率および吸光度の測定方法

コバルト-60をトレーサーとして加え，3）の操作によって分離した有機相，水相から，それぞれ 10 ml ずつとった。これを井戸型シンチレーション・カウンターで放射能を測定し，コバルトの抽出率を算出した。一方，有機相の吸光度は吸収最大波長 625 mμ で測定した。

（3） 実験結果および考察

1）アンチピリン添加と吸収スペクトル曲線との関係

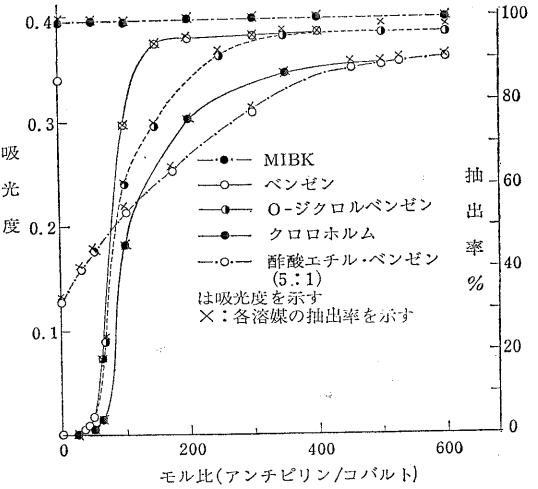
抽出溶媒は今まで用いられているベンゼン，酢酸エチル，酢酸エチル：ベンゼン(5：1)，MIBK のほかに参考のため o-ジクロベンゼン，クロロホルムを用いた。第1図に示すように，アンチピリンを加えてベンゼンで抽出した有機相は 625 mμ に最大吸収波長をもつ青色となる。しかし，同一条件でアンチピリンを加えないときの有機相は全く呈色しない。o-ジクロルベンゼン，クロロホルムで抽出するときも同じようなことがいえる。



第1図　ベンゼンを抽出溶媒としたときの収吸スペクトル

2）アンチピリンの添加量と吸光度および抽出率との関係

次に，アンチピリンの添加量を変えたときに吸収最大波長 625 mμ で測定した吸光度の変化を，1つ1つの溶媒について調べた。操作は2の4）の方法によった。ベンゼンで抽出したときは，第2図に示すように，アンチピリンの量を増すとS字曲線にそって吸光度が大きくなる。クロロホルム，o-ジクロルベンゼンも同じような傾向を示す。酢酸エチル：ベンゼン（5：1）は，アンチピリンを加えなくても 625 mμ に最大吸収をもつ青色となる。これにアンチピリンを加えると吸光度が大きくなり，抽出率もこれと一致して増加する。



第2図　アンチピリンの添加量と吸光度および抽出率との関係

（3） ま と め

アンチピリンを加えると，MIBK 以外の有機相の吸光度が大きくなることを認めたが，この現象は，アンチピリンの添加により，コバルト1分子あたりの分子吸光係

数が大きくなるのではない。分子吸光係数は一定であるが，アンチピリンの添加により 625 mμ で最大吸収をもつ抽出されやすい錯体をつくり，抽出率を大きくするものである。

〔研究発表〕

河村正一，片岡正宏，伊沢正実；アンチピリン-チオシアン酸塩によるコバルトの比色定量法の検討，日本化学会第18年会（1965年4月）

V. 生 物 研 究 部

概　　況

本研究部は，放射線障害発現の機構を，生体構成要素のいろいろのレベルで，初期効果から生物学的最終効果に至る各過程について基礎的に解明することを研究目標とする。

39年度もこの目標を全研究員で確認のうえ，各研究員は38年度に引続き研究を進展させた。39年度の研究内容は各過程の順に次の3つに大別できる。

（1） 放射線の生物学的初期効果に関する研究

山口武雄生物第1研究室長を中心として，第1研究室の岩崎民子，第2研究室の藤井良三両研究員により，胸腺細胞，色素細胞，アルテミア卵を材料とし，電離放射線のエネルギー吸収という物理的事象と生物学的変化との間に介在する初期変化の本質究明のための解析を進め，照射によって生じたフリーラジカルとその消失の意義，いろいろの線量範囲における細胞内の障害決定構造の追求が進められた。

（2） 放射線障害拡大機構の細胞レベルにおける生化学的，生物物理学的解析

生物第2研究室の中沢透，浅見行一，山田武研究員らは，放射線の初期効果が生物学的効果として拡大される際，ミトコンドリアなど細胞内微細構造にある代謝調節機構がどのような役割を果すかを明らかにするための基礎的研究を行なった。核酸合成に対する放射線の影響についても，細胞構造との関連や生物学的意義に意を用い，保護剤の役割などを手がかりとする独自の研究が開始された。今後の研究の発展が期待される。

（3） 放射線の身体的影響発現機構の解析

生物第1研究室の江藤久美，兵藤泰子および上江信雄研究員らは，放射線の生物学的効果がさらに進んで細胞集団系や個体のレベルで発現する機構を明らかにするため，生体内調節系が単純で解析し易く，温度効果を容易に実験できる魚類を材料として，腸上皮，生殖腺，脳障害の発現機構を追及した。特に，^{3}H-チミジンを用いた細胞のおきかわり速度と障害発現との関係についての研究は，特色ある研究として国外からも注目されている。また，低線量放射線の発癌や寿命短縮効果についての実験をはじめたが，これが将来数カ年にわたって続けられ，障害評価の研究の基礎資料として用い得るようなものになることを念じている。

得られた成果は学術論文として逐次発表されつつあるが，これらの内容は後記の通りである。なお，生物第2研究室加藤旌夫研究員は，39年度は遺伝研究部中西宥博士のもとで放射線影響に関する細胞学的研究に従事した。

39年度の全期間にわたり，田口茂敏生物第2研究室長は米国ワシントン州立大学で，放射性のシステインの鳥類脳局所微量注射法による神経分泌の研究を継続した。また，舘鄰第1研究室員は英国チェスタービティ研究所において，培養癌細胞を用い，システインの放射線防護作用の機構を核酸とアミノ酸の代謝面から研究中である。なお，江上信雄は国際内分泌学会議出席と放射線生物学の研究施設で討論のため，39年8月短期間渡英した。

34年8月以来，生物研究部長として本研究部の研究の開始に尽力され，36年4月遺伝研究部新設以来その部長を兼任してこられた仲尾善雄博士は遺伝研究部長として専任されることとなり，39月7月江上信雄が部長に，また，山口武雄博士は40年1月に生物第1研究室長にそれぞれ昇任した。また，東京大学大学院修士課程終了後約4カ年間，東北大学医学部において生化学的研究を続けてきた浅見行一研究員が，39年4月から生物第2研究室に着任した。このほか，39年度は，養成訓練部青木一子研究員が本研究部の研究に協力され，また，日本女子大学伊藤祥子，山脇学園藤井佳子，東京大学上村晴子，千葉大学能登光代，東京大学島田拓の方々を研究生として受入れ，それぞれ研究に貢献された。なお，研究部のために尽された高橋文子，成毛千鶴子両所員のほか高橋厚子，池田浪子，山本麗子さんらの助力に感謝する。

（生物研究部長　江上信雄）

1. 生体内と生体外とでの胸腺細胞の放射線死の出現状況の比較

生物第1研究室
山口武雄

哺乳動物の胸腺細胞は *in vitro* でも高い放射線感受性を示し，放射線生物学上極めて有利な実験材料である（山口；放医研年報，昭和38年度，109頁）。

動物個体を照射した場合の胸腺細胞の放射線死が，体の他の部分を経由したいわゆる absopal effect によるものではないことは，すでにTrowell（*Int. Rev. Cytol.*, Ⅶ, 235, 1958）も指摘しており，最近 Scaife（*Canad. J. Biochem.*, *42*, 623, 1964）も立証している。しかし，*in vitro* での放射線死が，*in vivo* でのそれと同じ機序で起っているとの保証は未だない。胸腺細胞の放射線障害の初期過程の研究では，実験条件を単純化するためにも*in vitro* の実験を必要とするから，この点を是非検討しておかねばならならい。そこで，細胞死出現の時間経過を *in vivo* と *in vitro* とで比較した。

（1） 材料および方法

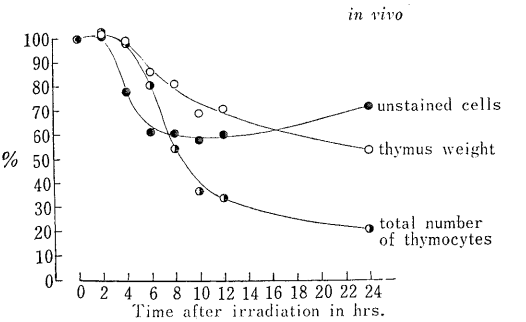
in vivo の実験では Wistar 系雄性ラット（2～3月令）を360RのX線(200 kVp, 20 mA, 0.5 mm Cu+0.5 mm Al, 22.5 R/min., in air)で全身照射し，各時点で胸腺を切り出し，Krebs-Ringer 液中に全細胞を絞り出して懸濁液とし，分染法（山口；前出）によって生細胞数および全細胞数を算定した。各測定値は4個体の平均値である。

in vitro の実験では，非照射のラットから前報(山口；前出）と同様の方法で作製した細胞懸濁液を上述と同一線量のX線で照射したのち，37℃でインキュベートして生残率の時間経過を求めた。実験条件はすべて前報と同じである。各測定値は3回ずつ測定した3回の実験で得た9個の値の平均値である。

（2） 結果および考察

1） 生体内実験（第1図）

胸腺重量および組織内全細胞数は，照射後4時間以後に減少し始める。一方，分染法によってみた細胞死は2時間以後に出現し始める。すなわち，死細胞はしばらく経ってから組織外に排除されると思われる。残存細胞中で生残している細胞数の割合は6時間で最低値となり，以後24時間に至るまでほぼ一定に保たれる。この結果は照射後の組織像に現われる核濃縮細胞の割合とほぼ対応する(山口；1965，未発表)。ただ，組織像では照射2時間後に核濃縮細胞が出現し始めるのに対し，分染法では

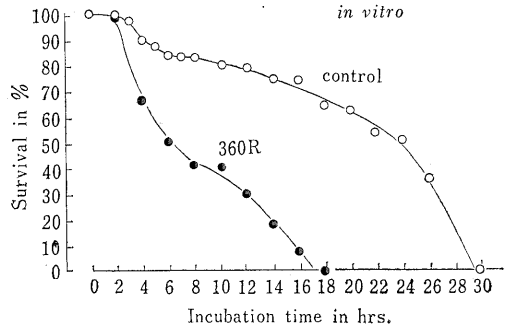


第1図　360R 全身照射後のラットの胸腺の体重当りの重量(●)，組織当りの全細胞数(◑)および全細胞中の生残細胞数の割合(○)の経時変化
いずれも非照射対照（時点0）を100とした時の%で表わしてある。

細胞死は2時間ではみられない。分染法による細胞死は呼吸の停止と一致する（Phillips and Terryberry；*Exp. Cell Res.*, 13, 341, 1957）といわれ，これが厳密には核濃縮と1対1対応をしていないことになる。小線量域では，核濃縮が細胞死に先行するのであろう（山口および藤井；放医研年報；昭和38年度参照）。

2） 生体外実験（第2図）

この場合は無菌条件下で行なえば全細胞数は実験期間中変化しない。懸濁液中の細胞の95%程度が短寿命の小リンパ球である。非照射のものでも *in vitro* では30時間以内にすべての細胞が死亡した。生体内とはかなり変化した環境におかれたものと考えられるが，胸腺リンパ球の生体外での培養はできないというのが定説となっている。360R照射した場合には，生残率は著しく急激に減少する。特に，早期に死亡するのは小リンパ球様の胸腺細

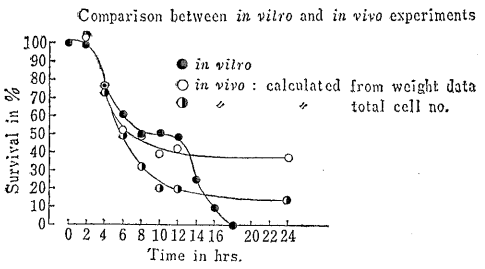


第2図　生体外に切り出した細胞の懸濁液を照射したのち，37℃でインキュベートした時の生残率の時間経過(●)。○ は非照射対照

胞であろうと考えられる（山口；前出，参照）。

3） 両実験の比較（第3図）

両実験の生残率の時間経過を比較するために，両測定値をそれぞれ各時点の非照射対照に対する照射群の全生残数の割合で表わす必要がある。***in vivo*** の場合，非照射では実験中細胞数の変化はないから，照射後各時点での全残存細胞百分率に生細胞百分率を乗ずれば，生残率が求まる。しかし，照射すると生残している細胞でも機械的操作で失われ易くなっているので，このようにして求めた生残率は真の生残率を下廻る可能性がある。そこで，重量百分率と生細胞百分率との積も参考値として掲げておいた。この場合，組織内には無関係な結締組織や血液が含まれるから，生残率の減少曲線は真のそれより緩慢となる。実際の胸腺細胞の生残曲線は両曲線の中間になるはずである。



第3図　生体内と生体外とにおける胸腺細胞の放射線死出現の比較

○は体重変化と生残細胞百分率とから計算し，◑は全細胞数の変化と生残細胞百分率とから計算した生体内実験における生残率の時間経過。●は生体外実験の場合で，各時点での非照射対照の生残率に対する％で表わしてある。

一方，これと比較し得る ***in vitro*** の生残率曲線は各時点での非照射対照の生残率を100としたときの照射細胞の生残率の％である。第3図にはこれを示した。

こうして比較すると，照射後4～6時間までの生残曲線は，***in vivo*** と ***in vitro*** とでかなり一致している。それ以後の不一致は，***in vivo*** では abscopal effect が関与してくること，12時間以後になると，放射線抵抗性の reticulum cell や大リンパ球が ***in vivo*** では生残し続けるのに，***in vitro*** では栄養条件の差などから死亡していくことなどの理由によるものと解される。

いずれにせよ，今問題としているのは早期の変化であるから，被照射動物の体内で起っている胸腺細胞の放射線死の機序を解明するために，***in vitro*** での，より単純化された系を用いて研究することには正当な意義があると結論できる。

（本研究の費用の一部は文部省科学研究費および放射線影響協会研究奨励助成金によった。）

〔研究発表〕

1. 山口武雄；胸腺細胞に対する放射線の作用，日本動物学会関東支部例会講演（1964年6月）
2. 山口武雄，藤井良三；ラット胸腺細胞の放射線死，日本放射線影響学会第6回大会講演（1964年7月）
3. 山口武雄，藤井良三；ラット胸腺細胞に対する放射線初期効果の研究，昭和39年度文部省放射線影響班研究報告（1965年2月）

2　X線照射後の胸腺の電解質含量の変化

生物第1研究室
山口武雄

前報（放医研年報，昭和38年度，109頁）で，胸腺細胞の放射線死の原因となる決定構造が線量域（760 R 以下，6 kR 以下，それ以上）によって異なるのではないかとの推論を述べた。この決定構造の本体が次の問題となる。特に，従来から細胞の膜透過性の変化を重視する考え（Bacq and Alexander ; ***Fundamentals of Radiobiology***, 2nd ed., 1961）がありながら，高感受性の材料についての知見がないので，これを検討するために胸腺の電解質含量に対する照射の効果を調べた。

（1） 材料および方法

材料は Wistar 系雌性ラット（2～3月令）である。

in vivo の実験では，360 R の X 線（条件は本年報の前論文と同じ）で全身照射したのち，各時点で胸腺を切り出し，Krebs-Ringer 液で洗い余分の液を口紙で吸い取り湿量を測る。次いで110℃で乾燥し乾量を測ったのち，400℃で灰化し，塩酸に溶かしてから余分の塩酸を加熱蒸発し，蒸溜水で一定量にする。この試料を焔光分光分析（Na, K, Ca）および原子吸光分光分析（Ba, Mg）―いずれも日立製―にかけた。

in vitro の実験の照射およびインキュベーションの条件は前報（山口；前出）と同じで，各処理後の懸濁液を遠沈（2500 rpm, 2分間）して細胞を集め，NaCl を塩化コリンで置換した Krebs-Ringer 液（Choline-Ringer）で洗滌したのち再遠沈して得た pellet を上と同様に乾燥・灰化・塩酸溶解・蒸発・蒸溜水添加して測定にかけた。

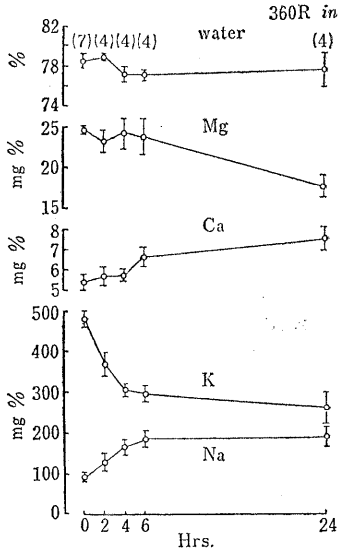
この場合には，細胞内含量を正確に知るために，混在

する外液の量を求める必要がある。そこで，Ross and Mokotoff（*J. Biol. Chem.*, 190, 659, 1951)のイヌリン法によって外液混入量を求めた。

（2） 結果および考察

1）*in vivo* の場合

結果は第1図に示した。これから明らかなように，細胞死の出現以前に当る照射後2時間に（山口，本年報参照），すでにKの減少，Naの増加が認められ，6時間までにそれぞれ約1/2および約2倍にまで達した。この変化に少し遅れて Ca の増加，Mg の減少がみられる。一方，含水量は有意には変化しない。これらの結果は，abscopal effect の関係や，結締組織・血液の混在によって解釈が複雑となる。そこで，胸腺細胞のみに対する効果を検討するために ***in vitro*** での実験が必要となる。



第1図　360R全身照射後のラット 胸腺 の電解質含量および含水量の変化
（ ）内は例数，各点はS.E.をつけてある。

第1表　実験液および正常細胞内の電解質濃度

	濃　度 mg%		
	Krebs-Ringer	Choline-Ringer	細 胞 内
Na	319	20.2	62
K	23.1	23.1	350
Ca	4.81	4.81	1.5
Mg	2.68	2.68	23

2）*in vitro*の場合

前述したように，混入した外液の電解質を補正する必要がある。第1表に示すように，外液にKrebs-Ringerをそのまま用いると Na^+ が多いので誤差が大きくなる。そこで，Choline-Ringer で洗滌することにした。外液の混入量は，試料の湿量と乾量とから次式のようにして求め得る。

すなわち，Wを湿量（mg），Dを乾量（mg），Yを胸腺細胞の真の湿量（mg），Xを混入した外液（choline-chloride）の湿量(mg)とすれば，1mgの choline-chloride の乾量は0.020mgであるから，

$$W = Y + X \quad \cdots\cdots(1)$$

$$\frac{D - 0.020\,X}{Y} = (1 - \text{含水量}) \quad \cdots\cdots(2)$$

となり，含水量を知ればよい。

含水量の実測値を第2表に示した。これからわかるように，細胞死の出現以前には照射細胞と対照との間に含水量の差はなく，79.5% と一定である。含水量=0.795を(2)式に代入し，これと(1)式とから，

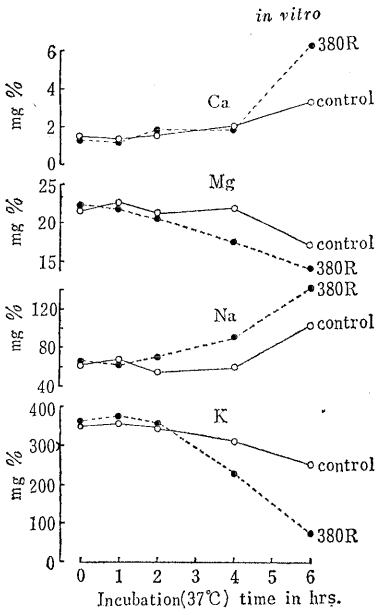
第2表　胸 腺 細 胞 の 含 水 量

Treatment		No. of exp.	a[1] dry weight / wet weight (%)	b[2] Extracellular space (%)	c[3] Water content (%)
Irradiation (R)	Incubation at 37℃ (hrs.)				
0	0	9	15.28±0.13	27.0±0.4	79.5
0	2	4	15.12±0.31	28.0±1.6	79.5
380	2	2	14.83±0.33	29.5±0.3	79.5
4,000	2	2	14.94±0.31	29.0±1.6	79.5
50,000	0	4	15.95±0.21	23.8±1.0	79.5

1) 2500 rpm for 2 min. pellet
2) determined by inulin method after Ross and Mokotoff (1951)
3) calculated from

$$c = \left(1 - \frac{a - 0.013^{*}\,b}{100 - b}\right) \times 100$$

* dry weight of 0.4% inulin-Ringer solution (g/ml)



第2図　*in vitro* で380R照射後37℃に保存した場合の胸腺細胞の電解質含量の変化
点線は非照射対照

$$X=\frac{0.205W-D}{0.185}(mg) \quad \cdots\cdots(3)$$

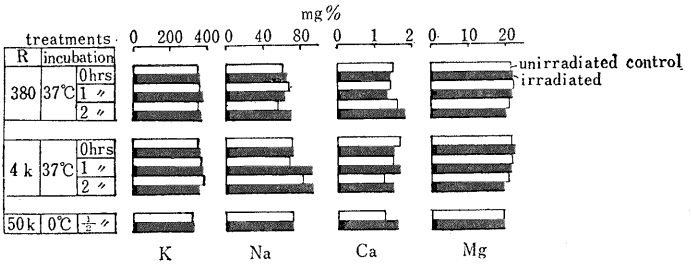
$$Y=W-X \quad \cdots\cdots(4)$$

が得られる。(3)式でXを求め，第1表の値を用いて，それぞれの補正値が求まる。

こうして得た値が第2図および第3図である。第2図で示されるように，380R照射後37℃でインキュベートすると非照射対照に比し，照射後次第にK損失，Na流入が増し，これに遅れて Ca の増大，Mg の減少がみられる。これは *in vivo* の場合と同じ傾向である。しかし，*in vitro* では，照射後2時間までは有意の変化をしていない点が *in vivo* と異なる。

細胞が死ねば外液と同様な組成に近づくのはいわば当然であって，問題となるのは細胞死の出現以前に変化が検出されるか否かである。前報(山口；前出)で細胞死の決定構造に関し線量域は3つに分けられた。380Rというのは小線量域に属し，その決定構造は核ではないかと思われている（山口・藤井；放医研年報，昭和38年度，111頁)。中・大線量域では細胞死の出現以前に透過性の変化が起り，電解質含量が変化するかも知れない。それを検討した結果が第3図である。

これから導かれる結論は，照射された細胞の分染法による細胞死の出現以前には，含水量・K, Na, Ca, Mg 含



第3図　*in vitro* で諸線量域の放射線を照射したのち，細胞死出現以前の胸腺細胞の電解質含量（黒地の部分)。白地の部分は非照射対照

量について，非照射対照との間に明らかな差を見出せなかったということである。ただ，中線量域照射後の細胞内Naの増加については検討の余地がある。RIを用いて追試したいと思う。

（本研究の費用の一部は文部省科学研究費および放射線影響協会研究奨励助成金によつた。）

〔研究発表〕

1. 山口武雄；X線照射後の胸腺の電解質含量の変化，日本動物学会第35回大会講演（1964年10月)，動物学雑誌，73，381
2. 山口武雄；胸腺細胞に対する放射線の作用，日本動物学会関東支部例会講演（1964年6月）
3. 山口武雄，藤井良三；ラット胸腺細胞に対する放射線初期効果の研究，昭和39年度文部省放射線影響班研究報告（1965年2月）

3. ^{60}Co γ 線照射によりアルテミア卵中に形成された遊離基の局在性と浸水によるその崩壊

生物第1研究室
岩崎民子

放射線の作用機構を解明するのに，電子スピン共鳴装置を用いて遊離基を測定し，遊離基量およびその崩壊と生物学的障害との関係を研究しようという試みがなされつつある。アルテミア卵をγ線照射した時に形成される遊離基量およびその崩壊と，孵化率を指標とする生物学的障害との間には密接な関係があることはすでに報告した（放医研年報，昭和36年度，90頁)。すなわち，照射線量に伴ない遊離基量は増加するが生物学的障害も増大すること，また，照射後の生物学的後効果は遊離基の崩壊量に大きく依存することを明らかにした。

アルテミア乾燥卵は厚い3層の殻で覆われているが，放射線を照射した際，生物学的障害に重要な役割を果す

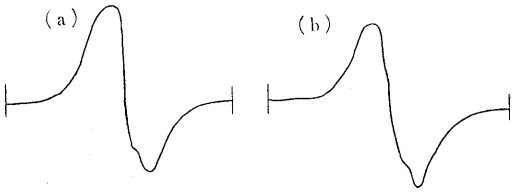
遊離基が胚の部分に形成されるのか，あるいはこの殻の部分に形成されるのかは重要な問題である。また，卵の放射線感受性の指標としては，27℃で2％食塩水に入れ72時間後の孵化率を用いているが，この浸漬によって卵の中に存在していた遊離基が直ちに消失するのか，あるいは発生の途上において徐々に崩壊してゆくのかは非常に興味がある。

（1） 実験および結果

1） 照射により卵内に形成された遊離基の局在性

用いたアルテミア乾燥卵は，1960年にアメリカの San Francisco Aquarium Society Inc. から入手したものである。アルテミア卵（有殻卵）を7％のアンチフォルミンで約30分間処理すると，殻の大部分を構成している中間層が除去できる（無殻卵）。このように処理した無殻卵を真空ポンプで元の乾燥状態にまで再び乾燥させたのち，^{60}Co γ 線を480 kR照射した。対照としてはアンチフォルミン処理の代りに2％食塩水に30分間浸漬し，同様再乾燥した卵を照射した。照射後直ちに電子スピン共鳴装置（Varian 社製 4501型）で遊離基の測定を行なった。γ線照射およびESRによる遊離基測定は室温で行なった。

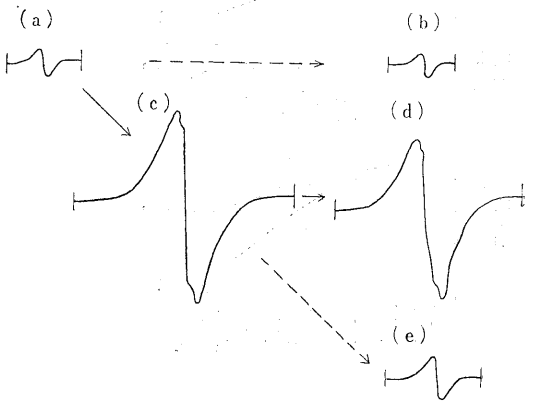
第1図にその ESR シグナルを示す。この結果は卵殻の有無によっては遊離基のスペクトルに変化がなく，また，量的な差もないことを示している。このことは，遊離基の大部分が胚をとりまいている厚い殻の部分には形成されず，大部分は胚自体に含まれていることを示している。



第1図 ^{60}Co γ 線 480 kR照射したアルテミア乾燥卵のESRシグナル
(a)有殻卵，(b)無殻卵

2） 照射により形成された遊離基の浸漬による消滅

照射卵の浸漬による遊離基の運命を辿るについては，浸水した状態で遊離基を測定することが困難であるので，一度漬水した卵を再乾燥して遊離基を測定する方法をとった。この実験には，漬水によって代謝が開始され，そのために遊離基のシグナルが変化するかもしれないという難点がある。この点からの影響をできるだけ少なくするために，480kR照射卵を2％食塩水中で4℃，30分間漬水することにした。その後再び真空乾燥を行ない，乾燥卵と同じレベルにまで再乾燥し遊離基を測定した。遊離基の測定は，480 kR照射直後の卵(c)，上記のごとき処理を行なった照射再乾燥卵(b)と非照射再乾燥卵(e)，およびこのような再乾燥処理に約3時間を要したがその間に照射乾燥卵においても遊離基の崩壊があると考えられるので，3時間後の照射乾燥卵(d)についてもそれぞれ行なった（第2図）。



第2図 浸漬によりアルテミア卵中に形成された遊離基の崩壊
(a)非照射乾燥卵，(b)非照射浸漬再乾燥卵，(c)480kR照射乾燥卵，(d)3時間後，(e)480kR照射浸漬再乾燥卵

その結果，ESRシグナルで示された遊離基は（i）照射せずに漬水し再乾燥した卵では，乾燥卵と同一であり，(第2図，b)，(ii)照射しただけで漬水しなかった卵では著しく増加したが（第2図，c），照射後3時間である程度減少し（第2図，d），(iii)照射後漬水し再乾燥した卵では，ほぼ照射前のレベルに減少してしまう（第2図，e）。以上の結果から，照射によって生じた遊離基の中で照射後まで残留するものが，漬水時の急激な水分子の増加によって崩壊を早められ，ほとんどが消滅する。しかし，この場合の遊離基の崩壊は乾燥卵の後効果における場合と違って，生物学的障害をもたらさない様式によるものであろう。

〔研究発表〕

岩崎民子；^{60}Co γ 線照射によりアルテミア卵中に形成された遊離基と生物学的障害の関係，日本放射線影響学会第7回研究発表会（1965年5月）

4. 魚類黒色素胞系の電子顕微鏡的研究

生物第2研究室
藤井良三
藤井佳子*
*研究生

動物の体色変化は皮膚にある色素細胞の活動によって行なわれる。色素細胞のうち，メラニン顆粒を含むものは黒色素胞と呼ばれ，最も普遍的に観察される。黒色素胞中の顆粒が細胞中に広く拡散している場合，動物は暗色になり，顆粒が細胞中心部に凝集した場合，明色となる。本報の前半はこの機構の解明を意図したものである。

一般に，魚類では黒色素胞活動の調節は神経系を介して行なわれており，その機構の生理学的研究も数多く知られている。

黒色素胞およびその調節神経に対する放射線の影響については江藤（動物学雑誌，72，277，'63）の報告がある。一方，この系が直接放射線を受容して黒色素胞の生理的反応を惹起することが示された（藤井，江藤および山口；未発表）。

これらの現象の解析をさらに進展させるためには，従来欠けていた形態学的知見，特に，電子顕微鏡レベルでのそれが必要と思われる。本報で示される結果は，この見地から魚類黒色素胞の微細構造を追求した際得られたものである。

（1） 材料および方法

材料にはハゼ科の海産魚のドロメ（*Chasmichthys gulosus*）の尾鰭を用いた。

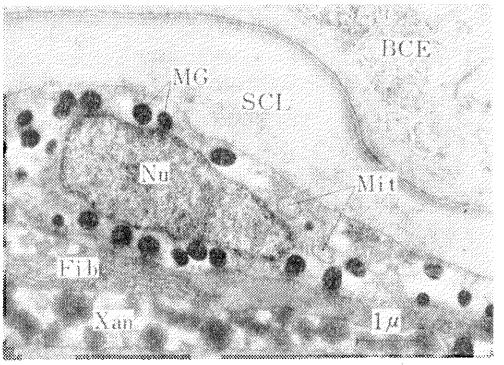
尾鰭片を切り出し直ちに固定液に入れるか，あるいは数分間生理的塩類溶液（NaCl：233 m*M*，KCl：8.1m*M*，$CaCl_2$：2.3m*M*，$MgCl_2$：3.7m*M*，ほかに小量の$NaHCO_3$を加えてpH 7.2に調製してある）中に放置してから固定液に投じた場合，黒色素胞はほぼ拡散状態で固定される。これに対し，摘出した鰭片を生理的溶液中で交流電場（50 c/s，5V/cm）に1～2分間置くか，5×10^{-5}*M*アドレナリン（生理的溶液に溶解したもの）中に数分置いたのちに固定するか，あるいは予め微量のアドレナリンを腹腔内に注射し，数分後に淡色化した魚からの組織片を固定した場合は，すべての異色素胞が収縮状態で固定される。

固定には，Palade（*J. Exp. Med.*，95，285，'52）によるベロナール酢酸緩衝の1％オスミウム酸に，NaCl：160m*M*，KCl：8.1m*M*，$CaCl_2$：2.3m*M*および$MgCl_2$：3.7m*M*を加え，イオン組成および浸透圧を前記生理的溶液に近くした固定液を用いた。組織は固定後エタノール系列による脱水を行ない，プロピレンオキサイドを経てエポンに包埋した（Luft；*J. Biophysic. Biochem. Cytol.*，9，409，'61）。超薄切片は，酢酸ウラニウム（Watson；*J. Biophysic. Biochem. Cytol.*，4，475，'58）により染色して観察した。

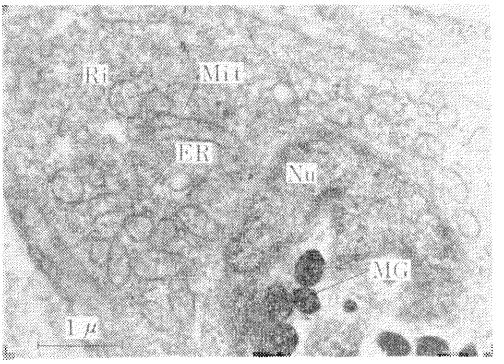
（2） 観察および論議

黒色素胞は表皮層の下に拡がる膠原繊維のみからなるsubepidermal collagenous lamellaの直下，すなわち結合組織の最上部に存在する（第1図）。黒色素胞は一重の原形質膜で囲まれ，細胞内には核，ゴルジ装置，メラニン顆粒，リボソーム，および多数の小さい袋状の小胞体を含んでいる。しかし，従来の研究者が想像したような，メラニン顆粒の移動に関与すると考えられるような繊維構造は発見されなかった。

色素顆粒を凝集させた状態で固定した黒色素胞では，メラニン顆粒を含まない細胞突起部が観察される（第2



第1図　拡散状態の黒色素胞
BCE：表皮基底細胞，Fib：繊維芽細胞，MG：メラニン顆粒，Mit：ミトコンドリア，Nu：核，SCL：subepidermal collagenous lamella，Xan：褐色素胞



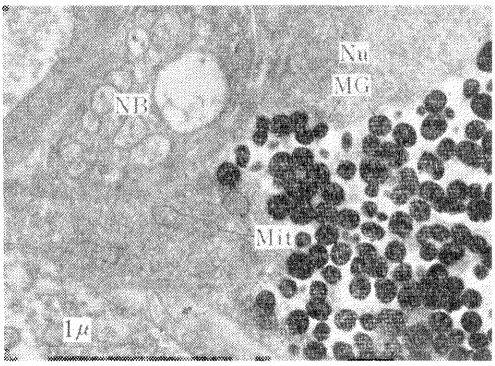
第2図　凝集状態の黒色素胞の細胞突部起基部
ER：エンドプラズミック・レティクラム，MG：メラニン顆粒，Mit：ミトコンドリア，Nu：核，Ri：リボソーム

図)。このことから，黒色素胞の凝集拡散反応が細胞のアメーバ状運動により行なわれるのでなく，メラニン顆粒の細胞内移動によって行なわれることが明らかである。

木下 (*Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 100, 992, '63) は最近黒色素胞内の顆粒移動の機構に関して次のような仮説を提出した。すなわち，負に荷電した顆粒が細胞突起部に沿って生じる電位勾配による細胞内局所電流に逆らって電気泳動的に移動するというのである。

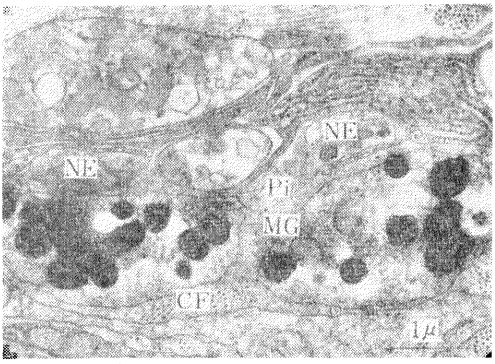
本報に示された微細構造観察の結果はすべてこの見解を支持している。さらに，黒色素胞は，主に比較的比抵抗の低いと考えられる subepidermal collagenous lamella などの細胞外空間によりかこまれ，逆に細胞内には原形質の比抵抗を高めるのに役立っていると考えられる小胞体が多数観察された。すなわち，局所電流による電位勾配は細胞突起内で大きく，顆粒の電気泳動を容易ならしめていると考えられる。

脊髄神経の分枝は鰭条内および条間膜の疎性結合組織



第3図　黒色素胞凝集神経支配

MG：メラニン顆粒，Mit：ミトコンドリア，Nu：核，NB：無髄神経束



第4図　黒色素胞拡散神経支配

CF：膠原繊維，MG：メラニン顆粒，NE：神経末端，Pi：ピノサイトーシス小胞

中にみられ，さらに分枝しつつ末梢に向う。時折，黒色素胞突起部の基部近くを無髄神経束が走っているのが観察される（第3図)。黒色素胞に接する側の神経中には，しばしば大小さまざまの synaptic vesicle がみられる。神経束に相対する黒色素胞の原形質膜の内側には多くの pinocytotic vesicle が存在し，伝達部位を想像させる。この型式の神経支配はアドレナリン作動性の黒色素胞凝集神経と考えられる。

黒色素胞突起部に接して約500Å の synaptic vesicle を含む神経末端が観察されることがある(第4図)。これはコリン作用性の黒色素胞拡散神経と考えられる。

〔研究発表〕

1. 藤井佳子，藤井良三；魚類黒色素胞の神経支配機構 I，電子顕微鏡による研究，第35回日本動物学会大会（1964年10月)，動物学雑誌，73, 351(1964年)（要旨）
2. 藤井良三，藤井佳子；電子顕微鏡による魚類黒色素胞の神経支配の研究，細胞化学シンポジウム，15（印刷中）(1965年)
3. Fujii, R.; Correlation between fine structure and activity in fish melanophore, *In : Structure and control of the melanocyte*, Springer-Verlag (印刷中)

5. グリセリン処理ミトコンドリアの蛋白合成

生物第2研究室
中沢　透
安増郁夫*
*東京大学教養学部

ミトコンドリアは細胞内で呼吸とそれに付随するエネルギー生成を行なう微細構造である。このエネルギー生成機能を調節するミトコンドリアの膨張収縮機構は，放射線感受性が高いことを前報（放医研年報，昭和38年度，113頁)に報告した。一方，ミトコンドリアは自己増殖系であり，必要なエネルギーを自分で生産しながら，特定の蛋白質をつくるという機能をもっている。自己増殖系の各過程に対する放射線の作用を明らかにするために，39年度はミトコンドリアにおける蛋白合成系の基礎的な解析を行なった。

前報において用いたグリセリン処理ミトコンドリアは多くの蛋白成分が遊離し，また，酸化的リン酸化の活性がみられず，収縮系や蛋白合成系の大部分が活性を失なっていない。この点，蛋白合成系の必要な成分やエネルギー系の関与を調べるために極めて適した標品である。

(1) 実験方法

150 g 以上の雄のラットの肝臓から得たミトコンドリアを，50% グリセリン－0.005*M* $MgCl_2$–0.125*M* KCl–0.02*M* Tris buffer (pH 7.4) に浮遊させ，−15℃ でグリセリン処理をする。蛋白質やヌクレオタイドの遊離を完全にするために，前報よりもグリセリン処理の期間を延ばし，15日以上処理をしたものを用いる。

蛋白合成系としては，100 m*M* KCl, 10 m*M* Tris buffer (pH 7.4), 5 m*M* $MgCl_2$, 4 m*M* ATP, 1 m*M* リン・エタノール・ピルビン酸 (PEP), 5 μg/ml ピルビン酸キナーゼ (P kinase), 0.2 μCi ^{14}C－クロレラ酸加水分解物 (または 0.4 μCi ^{14}C－ロイシン), 5 mg 蛋白のpH 5 酵素，および 1 mg 蛋白のグリセリン処理ミトコンドリアを加え，総量を 1 ml にし，37℃ で 15～20分 incubate した。反応停止後，Schneider 法に従がって，酸可溶性分画，核酸分画，脂質分画を除き，蛋白の沈澱をハイアミンに溶かしたのち，liquid scintillation counter でアミノ酸の取込みを測定した。

蛋白量は Lowry らの方法に従がって測定した。

(2) 結果と考察

まず，反応系の適否を調べるために，第1表のように条件を変えて取込みの活性を比較した。各種のアミノ酸が共存しないと，ロイシンの取込みは全く認められない。このことは，^{14}C-アミノ酸が吸着しているのではなく，蛋白合成のために取込まれている可能性を示す。蛋白合成の阻害剤である puromycin によって取込みが抑えられることも，このような可能性を支持するものである。intactのミトコンドリアでは，蛋白合成に ATP 生成系の添加が必要でなかったが，このグリセリン処理ミトコンドリアでは不可欠である。一方，リボソーム系の蛋白合成に必要な GTP は，ミトコンドリアの場合はかえって阻害を起す。

蛋白合成に必要なエネルギーは，ATP 生成系である PEP・P kinase 以外に，呼吸基質である α-ケトグルタル酸の存在でも与えられる。第2表に示すように，基質としてコハク酸やリンゴ酸と DPN をチトクロムCとともに与えても，アミノ酸の取込みは全く起らない。ところが，α-ケトグルタル酸酸化系の活性がみられる条件では，アミノ酸取込みの活性は極めて高い。

第1表　グリセリン処理ミトコンドリアによる ^{14}C-ロイシンの取込み

	比放射能 cpm/mg蛋白/時
Complete system	537
−amino acid mixture	69
−ATP・PEP・P kinase	54
−pH 5 enzyme	231
+0.8m*M* GTP	387
+20 μg/ml puromycin	54

第2表　^{14}C-ロイシン込取みに対するエネルギー供給系の影響

	比放射能 cpm/mg蛋白/時
none	54
PEP・P kinase	558
Succinate cyt. c	93
α-kg・DPN・cyt. c	804
DPN+	27
cyt. c	72

前報に示したように，グリセリン処理ミトコンドリアでは酸化的リン酸化の活性は全く認められない。これは α-ケトグルタル酸を基質としたときでも同様で，ATP は全く生成されない。それにもかかわらずこの条件で蛋白合成がみられることから，ATP 以外のアデノシン・ヌクレオタイドの関与を調べた。その結果，ATP と ADP はほぼ同程度に効果があるが，AMP を加えたときには α-ケトグルタル酸の存在で全くアミノ酸の取込みが起らないことが明らかになった。したがって，この蛋白合成系には，ATP が生成されない状態でもエネルギーが供給されているが，この時にも合成系に ADP が必要であることがわかった。

ミトコンドリアには蛋白合成だけではなく，特有の DNA が存在し，それに依存した RNA 合成の起ることが，1964年に Kalf および Wintersberger により，別々に報告された。そこでグリセリン処理ミトコンドリアを用いて，RNA合成系についても調べた。^{14}C-ATP の核酸分画への取込みによりこの活性をみると，第3表のように，この込取みには大腸菌からとった RNA polymerase よびヌクレオタイド3リン酸に依存することが明らかに

第3表　グリセリン処理ミトコンドリアの RNA 合成

	比放射能 cpm/蛋白mg/時
Complete system	360
−RNA polymerase	145
−GTP	95
−UTP	55
−CTP	160

なった。

以上の諸結果から，グリセリン処理を長期間行なったミトコンドリアを用い，ミトコンドリアの蛋白合成系はATPおよびα-ケトグルタル酸の酸化で生ずる高エネルギー中間体に依存して起ることが示唆された。このミトコンドリアの蛋白合成は，一方では核からの情報に従がって起り，他方ではミトコンドリア自身がもつ情報に従がってsRNAを合成し，それに依存して蛋白合成を行なうと考えられる。さらにこれらの点を検討するため，現在研究を続行中である。

6. コハク酸酸化酵素系のATPによる活性化とそれに対する放射線の作用

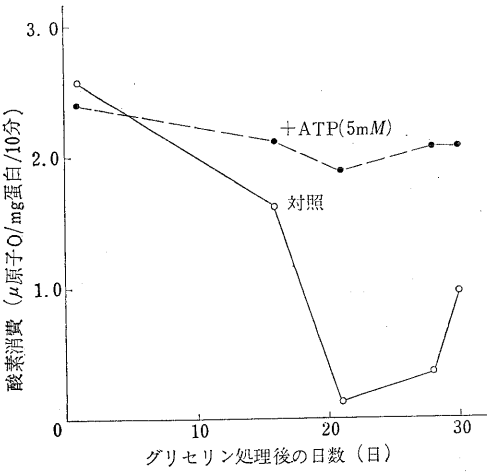
生物第2研究室
浅見行一
中沢透

老化したミトコンドリアや非共役化したミトコンドリアでは，コハク酸酸化酵素系がATPによって活性化されることが知られている。これはATPのエネルギーが呼吸系の活性化に必要なためであるとも，また，膜構造の維持に必要なためであるともいわれている。グリセリン処理ミトコンドリアにおいても同様の現象がみられたので，検討した結果エネルギー的なものでないとの結論を得た。さらに，膜構造の保持との関連から放射線の作用について検討した。

(1) コハク酸酸化酵素系のATPによる活性化

38年度年報記載の方法で得たグリセリン処理ミトコンドリアを0.125*M* KCl-0.02*M* Tris Cl, pH 7.4に懸濁し，処理中に流出するチトクロムCを添加し，コハク酸を基質として酸素吸収を測定すると，グリセリン処理後2～3週間において酵素活性の低下がみられる。この時ATP（5m*M*）を加えると，酵素活性は上昇する（第1図）。

このようなミトコンドリアでは酸化的リン酸化能は失われている。したがって，コハク酸酸化によって生じたエネルギーをATPとして蓄積することはできない。また，この系が逆行することによってATPのエネルギーを呼吸系に与えて活性化することも考えにくい。そこで，酸素消費を測定したあとの反応液を除蛋白し，無機リン酸を測定することによってATPase活性を測定すると，0.02μモルP/30分/mgタンパク以下であってATPの分解によるリン酸の放出はほとんどみられない。したがって，ATPの分解によって放出されるエネルギーによってコハク酸酸化が活性化されるとは考えにくい。



第1図　グリセリン処理ミトコンドリアのコハク酸酸化に対するATPの効果

アデノシンおよびそのリン酸化合物について活性化作用を比較した結果を第1表に示した。ATP，ADPは活性化作用をもつが，AMP，アデノシンはもたない。この結果は高エネルギーリン酸結合をもつもののみが有効であることを示しているが，現在さらに検討中である。

第1表　グリセリン処理ミトコンドリアのコハク酸酸化に対するアデノシンおよびそのリン酸化合物の効果

No.	添加物	濃度（m*M*）	酸素消費（μ原子/mg/10分）	対照に対する割合（%）
1	なし		0.85	(100)
	AMP	5	0.72	85
	ADP	5	1.68	197
	ATP	5	2.19	256
2	なし		0.19	(100)
	アデノシン	6	0.12	63
	ATP	5	1.18	621

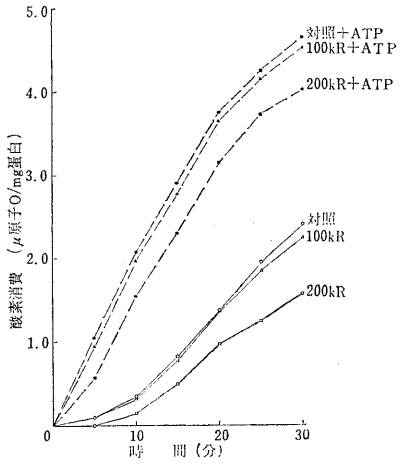
コハク酸酸化が十分活性化される標品においても，β-ヒドロキシ酪酸の酸化はATP添加によってもあまり変化を受けない。このことは，NADを経て酸化される基質の場合には，ATPによる活性化はみられない可能性のあることを示している。

以上の結果，ATPによるコハク酸酸化の活性化はそのエネルギーによるものではないことが示され，活性化はコハク酸脱水素酵素またはその近くで行われる可能性が示された。これらの酵素系はミトコンドリア膜に局在しているので，ATPによる活性化は膜構造の正常化によるものである可能性が考えられた。放射線が膜構造に対し

て作用をもつことが考えられるので，γ 線照射の活性化作用に及ぼす変化について調べた。

（2） ATPの活性化作用に対するγ線の作用

^{60}Coγ 線（10kR, 1分）を用い，氷冷ミトコンドリア懸濁液を照射したのち呼吸活性を測定して第2図の結果を得た。100 kR ではほとんど作用がなく，200 kR では活性の低下がみられるが，比較的弱く，ATP 添加，無添加いずれの場合も阻害される。このことは，ATP の活性化に関係する部位と γ 線による阻害作用に関係する部位との間に直接の関係がないことを示すと考えられる。ミトコンドリア構造を破壊することが知られている超音波破砕によっても同様の現象がみられる。



第2図　ATP によるコハク酸酸化の活性化に対するγ線の効果

この結果，ATP の活性化が膜構造の保持と関係し，γ線はこれを破壊するのではないかという考えは支持されなかった。この点についてさらに検討するとともに，単一の酵素に対する活性化作用について，現在検討中である。

7. メダカ胚の放射線障害に対する2,4－ジニトロフェノール（DNP）の保護効果

生物第2研究室
山　田　　武

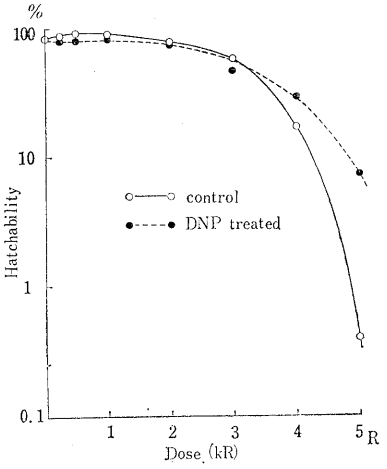
Mayer と Patt が 1953年（*Fed. Proc.*, 12, 94），Bonet-Maury と Patty が 1954年（*Brit. J. Radiol.*, 27, 72）に，2,4-ジニトロフェノール（DNP）の放射線防護作用を報告して以来，その顕著な呼吸促進現象を考慮に入れて，保護作用と“酸素効果”との関係を追求する研究がなされた。チェコスロバキアの Praslicka 等は，マウスを用いた実験から，保護作用は DNP による組織内酸素分圧の低下に起因するとの推論を立て，以後主としてこの考えにそった研究が多くみられている（Praslicka, *et al.*; *Int. J. Rad. Biol.*, 4, 567, 1962）。

本研究所においても，仲尾，田口らが1960年以来，蚕，ウニ，ヒキガエル胚，メダカ胚等を材料に研究を行なっている（放医研年報，35年度，38年度）。特に，1961年以降，メダカ胚を用いて胚発生の進行に伴なう効果の変動，および呼吸量と ATP 量の変化と保護効果の関係を追求した実験（放医研年報，37年度）から，DNPの保護効果が単に従来の酸素効果の観点だけからでは十分説明し得ないと思われる知見を得た。したがって，他の観点に立った考察も必要であると考えられ，DNP の物質代謝に対する影響とこの保護作用との関係を検討することになった。はじめに，細胞の放射線感受性を支配する重要な因子とされている核酸の代謝との関連が調らべられた（放医研年報，38年度）。

39年度は，保護効果発現機構の解析をさらに進めるため次の実験を行なった。第1に，胚の孵化率を放射線の効果の指標として線量-効果関係を明らかにし，保護作用の量的な解析の一助とした。ついで，胚の燐酸代謝に及ぼすDNP の作用を ^{32}P を用いて追跡し，さらに，核酸合成能に対する DNP の影響を調べ，保護効果発現機構との関連を追求しようと試みた。

（1） 線量－効果関係に及ぼすDNPの影響

市販のヒメダカ（*Oryzias latipes*）の胚を材料とし，38年度までの実験と同じく，早朝採取した卵(胞胚期)を

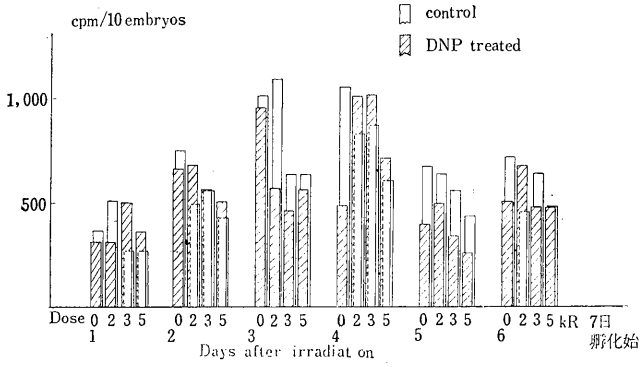


第1図　Effect of γ-irradiation on hatchability of *Oryzias latipes*

$10^{-4}M$ DNP, $2\times10^{-3}M$燐酸緩衝液, $10^{-2}M$ NaCl 溶液で，25℃5時間処理したのち，^{60}Co γ線を線量率250 R/分で総量250 R～16 kR照射し，10日後の孵化率を調べた。結果は第1図にみられるように，250 R～2 kR の範囲では，対照群と DNP 処理群との間に差はみられないが，2kR～5kR の線量域ではわずかながら DNP の保護効果が認められる。

(2) 胚の燐酸代謝の変動と DNP の作用

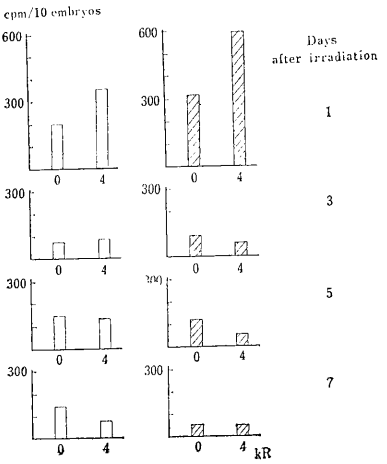
メダカ胚の発生進行に伴なう燐酸代謝の変動に DNP がいかなる影響を示すかを調べ，保護効果と物質代謝との関係の手掛りをつかもうと試みた。前述のようにDNP処理を行ない，照射した胚を25℃で飼育し，孵化の始まる7日目まで，毎日10個ずつの胚に5μCi/ml の ^{32}P を30分取込ませた。硝酸で胚を溶解，試料皿上で乾燥し，端窓型GM計数管で全放射能を測定した。結果は第2図のごとく，2～5 kR の照射で明らかに ^{32}P の取込みは阻害を受ける。発生進行に伴なう ^{32}P 取込み量変動のパターンも，照射および DNP 処理で複雑な変化を示す。照射による ^{32}P 転入量の抑制効果は DNP 処理でやや緩和される傾向にある。全般的に，DNP の作用は非常に複雑であることが暗示され，保護作用との関係は未だ明瞭ではないが，DNPの作用の2次的な効果との関連が考えられる。



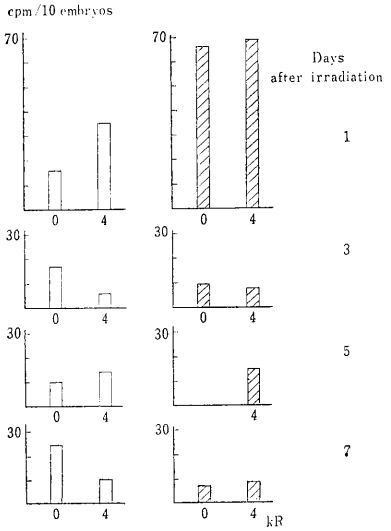
第2図 ^{32}P incorporation into whole embryo of *Oryzias latipes* after γ-irradiation

(3) 胚の核酸合成に対する DNP の作用と保護効果との関連

RNA, DNA 合成能の胚発生に伴なう変動と DNP の保護効果が関連をもつか否かを検討するために，Schmidt-Thanhauser の方法（*J. Biol. Chem.*, 161, 83, 1945）によって RNA, DNA 成分を分画し，^{32}P の両分画への転入量を調べた。実験法は前述と全く同様。照射線量は



第3図 ^{32}P incorporation into RNA



第4図 ^{32}P incorporation into DNA

4 kR である。結果を第3図，第4図に示す。DNP 処理群，対照群とも，発生の初期，すなわち，照射直後においてDNA, RNA合成能が高く，照射により ^{32}P 取込みがむしろ増加する。DNP処理群は RNA 合成に関して特にこの作用が明白である。発生が進行するに従がって，被照射胚の核酸合成能は低下し，特に，DNP群の胚で著しい。この群では非照射の胚も対照に比して合成能は低い。したがって，DNP は処理直後，核酸合成を高めるが，処理後の時間がたつに従がい（発生の進行に伴ない），逆に核酸合成能を低下させる作用を示している。この作用が果して DNP の保護作用に関与するか否かは，この

結果からだけでは不明であるが，DNPが強い酸化的燐酸化反応解除剤であることを考え合せると興味深い。細胞の酸化的過程のエネルギー代謝がDNPにより阻害を受け，これを補償する解糖系過程のエネルギー代謝の活性上昇が起きる。細胞の核酸合成は解糖系過程と密接な関係を保っているから，DNP処理直後の核酸合成の増加は，DNPによる解糖過程促進の結果とも解釈できる。さらに，解糖系過程が酸化的燐酸化反応に比較して放射線の作用を受けにくいことがいわれており，DNPの保護効果が細胞のエネルギー代謝制御の面から説明され得る可能性が生ずる。

以上の結果，DNPの保護効果の機作を解明するためには，さらに今後多くの実験を必要とすることはもちろんであるが，単に，燐酸とか核酸の1物質の代謝のレベルの研究では不十分であることが明らかとなった。今後は，解糖過程と酸化的過程の相関，それに対する放射線の作用の解明が当面の目標となる。

〔研究発表〕

山田武；メダカ胚の放射線の作用に対するDNPの保護効果，日本動物学会第35回大会（1964年10月），動物学雑誌，73，335

8. メダカ胚の生殖細胞に対するX線照射の影響

生物第1研究室
江上信雄*
兵藤泰子
伊藤祥子**

*生物研究部長
**研究生

（1） 目　　的

胎児や出生直後の哺乳類生殖細胞の放射線感受性が極めて高いことは，放射線誘発不妊の研究の上からも，また，細胞の放射線感受性を考究する放射線生物学の立場からも興味ある現象である。われわれは，既に魚類成魚の生殖細胞，特に卵母細胞の放射線感受性について調べたので，今回はこれと対比して，より若い生殖細胞の感受性が哺乳類の場合と同様に高いかどうかを明らかにし，同時に生殖腺分化に対する放射線の影響を知る目的で，胚や稚魚にX線を照射し，その後の生殖細胞の増殖や性分化を観察した。

（2） 方　　法

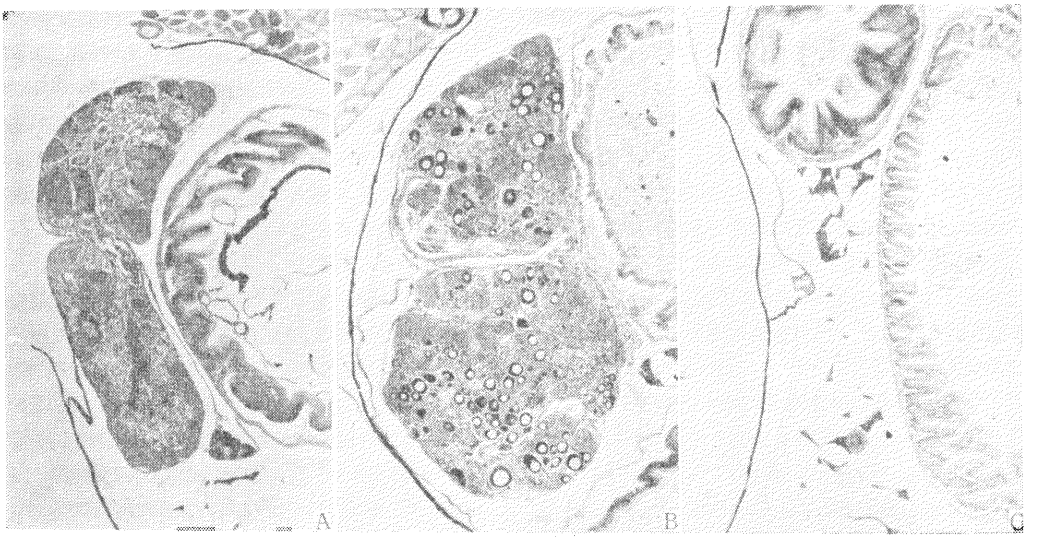
メダカの多数の受精卵を26～28℃で飼育し，第1日から第8日に至る8つの発生段階にある胚と，孵化後間もない稚魚に0，0.5，1および2kRのX線照射を行ない，以後標準状態で発生させ，孵化直後とその後10，20，30，70日目に固定し，生殖腺を組織学的，細胞学的に観察して生殖細胞数を求めた。これら照射時期，線量，観察時期の異なる160群の各群のうち，切片観察を行なった個体は全部で935個体であった。このほか，正常発生における生殖細胞の変化も観察した。

（3） 結　　果

まず，照射が生残率，孵化率および稚魚の成長に及ぼす影響を定量的に記録した。これらは2kRの照射によって強く障害を受けたが，1kR以下では有意な影響はみられなかった。

生殖細胞を観察すると，正常なメダカでは発生第7日目頃の胚において精原，卵原細胞の分裂像が最も高頻度でみられ，孵化時の生殖細胞数は平均約100個であった。その後，雄では精原細胞の分裂の頻度は一時停滞するが，雌では分裂のほかに細胞分化が起り，孵化後10日目には卵原細胞のほかに卵母細胞がみられた。

照射を受けた胚の生殖細胞の変化は次のように要約される。1）雄について孵化後10日目に観察すると，0.5kRの照射を発生第6～8日に行なった群では精原細胞の増殖が顕著に抑えられ，生殖細胞数は対照群の5％程度に減少した。同量のX線を発生第4～5日に照射した場合は影響はより少なく，発生第1～3日に照射された群では影響はもっと少なくて，細胞数は対照の半数程度であった。線量を1kRに増すとほとんど生殖細胞のみられない個体までみられた。この場合も最も影響を受け易い発生の時期は第6～8日にあった。2kRの照射では，時期の如何にかかわらず不妊となった。2）照射された胚から発生した雄を孵化後20～30日目にみると，概して精原細胞数は10日目に比べて増えてはいたが，発生第7，8日頃に照射を受けたものでは，線量が0.5kRであっても完全不妊の個体が多くみられた。また，精原細胞の分化に異常が起り細胞が大型化して卵原細胞様になっている例もみられた。3）さらに，孵化後70日目に観察すると，対照では完全に機能的な精巣が形成されているのに，照射を受けたものの総平均では第1図Cに示すように，生殖腺中に全然生殖細胞を含まない完全な不妊個体が全体の約30％，このほかに，第1図Bに示すように，精巣中に卵母細胞様細胞を多数含む個体が全体の約35％の割で見出された。異常個体の出現率は，孵化の前後に照射された群で高く，発生の初期や孵化後の時間が経過したものでは低かった。線量が0.5kRと1kRの両群の間では不妊の発生率や精巣卵の形成率に有意な差がな



第1図　胚または稚魚に照射を受け，孵化後70日目の個体の生殖腺
A：正常精巣，B：卵一精巣，C：不妊生殖腺

かった。4）雌の場合には，生殖細胞の種類が多いために結果は複雑であるが，2kRの照射を受けると，生殖細胞の増殖は明瞭に抑えられるのに，1または0.5kRでは生殖細胞の増殖は一時的にしか抑制されず，孵化後日数がたつと，細胞数は非照射対照群のそれに近づき，70日後にみると卵巣の変化は精巣の場合より少なかった。

（4） 論議と結論

上述の実験結果と従来までに得られたところから次のことが結論される。(A)メダカでは胚の生殖細胞は体細胞に比較して放射線感受性が高い。つまり，胚全体の照射によって一般体細胞の発生は進行するのに，生殖細胞が完全に欠除したり性分化異常を起す個体が多数出現する。(B)メダカ成魚について，卵母細胞の細胞致死を目標にすると，放射線障害のみられる閾値は約2kRであるが，胚期の生殖細胞は0.5kRを受けると既に明瞭に増殖が抑制されるから，成体の生殖細胞に比べて胚の生殖細胞は感受性が高い。胚に対し，より低い線量の照射を行なって研究することが必要である。(C)胚期の中で生殖細胞の感受性の高くなる時期は生殖細胞の分裂が盛んにみられる発生時期(発生第7日以後)と一致する。(D)この時期に0.5または1.0kR照射を受けた雄のうち過半数の個体が永久完全不妊となり，生殖細胞が全面的に欠除した個体と性分化の異常個体がほぼ同数生ずる。後者では精巣中に多数の卵母細胞様細胞が出現する。(E)雄では胚期に照射されて生殖細胞が減少すると回復しにくく，上述のような永久不妊となり易いが，雌では0.5，1kR程度の照射を受けても時間が経過すると，非照射個体に近い卵巣の状態に回復する。この意味で，胚期には，雄の生殖細胞は雌のそれよりも感受性が高い。

これらの放射線誘発不妊，性分化異常の出現と，胚期のホルモン分泌との関係は目下研究継続中である。

〔研究発表〕

江上信雄，兵藤泰子，伊藤祥子；メダカ胚の生殖細胞増殖に対するX線照射の影響，日本放射線影響学会第7回研究発表会（1965年5月）

9. ドジョウの卵巣に対するX線部分照射の影響

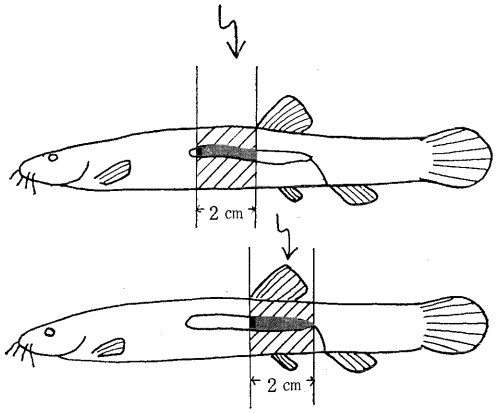
生物第1研究室
青木一子*
江上信雄**
＊養成訓練部指導室
＊＊生物研究部長

さきに，放射線照射の魚類卵巣に対する影響を研究し，高線量では卵巣に照射された局所的影響が顕著であるが，低線量では脳下垂体からの生殖腺刺激ホルモン分泌の抑制が卵巣に2次的に作用する可能性を示した。今回は，細長い卵巣をもち，卵巣を局所的に照射し易いドジョウを用いこれらの点を明らかにした。

（1） 材料と方法

市販の体長約11cmのドジョウ(*Misgurunus fossiles*)に対し11～12月に照射を行なった。X線の線量は1，2，

16 kR で，パラフィンで作った容器中に MS222 で麻酔した個体を入れ，卵巣を含む部分 2 cm 幅の中だけ照射を行ない，残りの部分は厚さ 6 mm の鉛板で遮蔽した（第1図）。照射後23℃で飼育し，5～30日後に各群3匹ずつ卵巣重量を測定したのちブアン固定し，各個体の卵巣を照射部，中間部，遮蔽部にわけてパラフィン切片を作り，ヘマトキシリン・エオジン染色をして卵母細胞の発達状態を観察した。



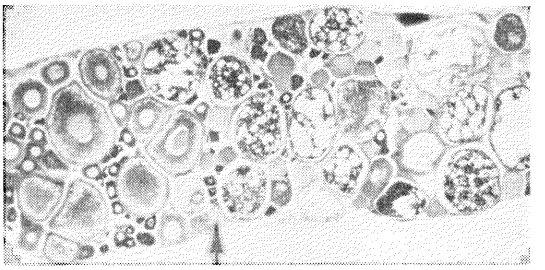
第1図　ドジョウの卵巣部分照射

（2） 結　　果

1～16 kR の卵巣部分照射を受けたドジョウの卵巣重量変化を，体重あたりの百分率で比較すると，いずれも5～11日目に減少し，その後 1 kR を受けた個体では20日，2 kR では30日目で正常レベルにまで増加した。これに対し，全身照射を受けた個体の卵巣重量は著しく減少した。

次に，組織学的に卵子形成の各段階ごとの異常卵細胞出現率を定量的に求めた。その結果，1個の卵巣内で照射部分と遮蔽部分を比較してみると，線量によって次のような異なった結果を得た。すなわち，1 kR を受けたものの異常卵母細胞出現率は両者のあいだに差がなく，2 kR ではそれが照射部に僅かに多くみられたのに反して，16 kR では照射を受けた部分の細胞のほとんどが異常を示し，遮蔽部にある細胞はわずかに異常を示したにすぎなかった。第2図は，卵巣内で照射を直接受けた部分とそうでない部分が明らかに異なっている像を示している。

この実験を行なった11月に，ドジョウを23℃で飼育すると卵母細胞の成長が進行する。照射を受けた卵巣について放射線による成長阻害の程度をみると，1～2 kRを照射されたものは被照射組織でも一様に成長が起っていたが，16 kR では照射部の成長が全然起らないが，遮蔽部にある卵母細胞は成長していた。



第2図　卵巣内で直接 16kR 照射を受けた部分と遮蔽された部分の卵母細胞の変化
図の右側では卵母細胞がこわれている。

（3） 考　　察

今回の実験により，放射線の魚類卵巣の組織学的変化に対する影響は，1 kR 2 kR，程度の線量の場合と16 kR 程度の場合とでは基本的に異なる点のあることが明らかになった。今回の結果はさきに他の魚類について予想したように，全身照射後に起る卵巣の退化は，低線量の場合には脳下垂体から分泌される生殖腺刺激ホルモン分泌の低下が大きな原因であり，高線量の場合にはそれ以上に卵巣における局所的変化が役割を果すという考え方を支持するものである。

10. 被照射キンギョの腸上皮細胞中への ^{3}H-チミジンの取込みと水温との関係

生物第1研究室
兵　藤　泰　子

8 kR のX線照射を受けたキンギョの生存日数，および腸上皮組織の障害の出現は，照射後の飼育温度によって影響され，22℃で飼育すると約10日で死亡し，それに先がけて腸上皮組織に著しい障害が起るが，4℃で飼育すると照射後100日までには死亡は起らず，腸上皮組織も非照射群とほとんど差がみられないことは既に報告した（放医研年報，38年度および *Rad. Res.*, 24）。39年度は4℃における照射後100日以後の生存状態と腸上皮細胞の変化を追求した。さらに，放射線による腸障害の出現と放射線死が低温によって著しく遅らされる機構は，腸上皮細胞の細胞分裂周期・細胞の寿命の延長と関連していることが予想されるので，^{3}H-チミジンの腸上皮細胞中への取込みに対する温度の影響を調べた。

（1） 材料および方法

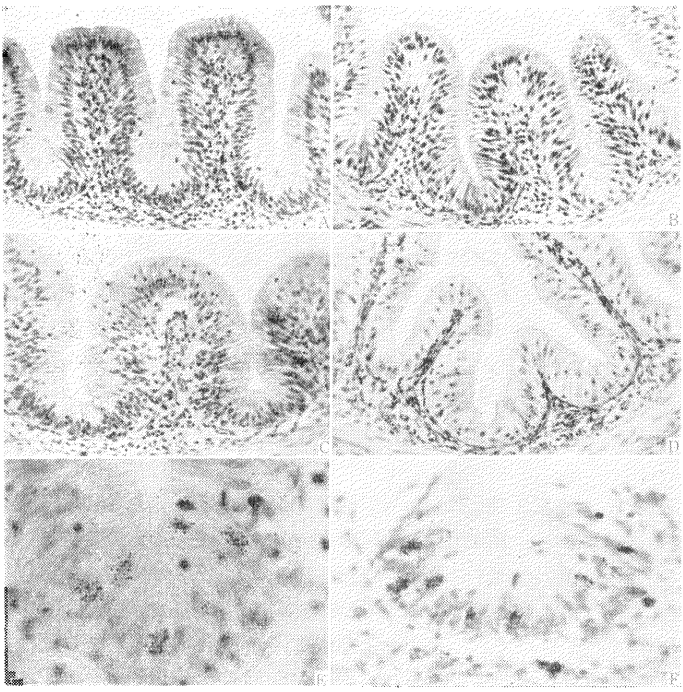
実験には，市販のワキン（*Carassius auratus*），体重5～7 g のものを用いた。X線照射は 200 kVp，20 mA，0.5mm Al と 0.5 mm Cu フィルターをつけ，線源中心よ

り約25 cm，線量率約400 R/min. の条件で，室温で行なった。第1実験では，照射直後から4℃の低温室で飼育して毎日死亡を記録し，同時に照射後181日目および201日目に，照射群および対照群から各3～5匹あて殺して腸の組織学的変化を調べた。第2実験では，^{3}H-チミジンを22℃および4℃で飼育中のキンギョに注射し，腸上皮細胞への取込みをオートラジオグラフを用いて研究した。22℃群は注射前30日間，4℃群は82日間それぞれの温度で飼育した。^{3}H-チミジンは1匹あたり，5，10または20μCiを0.05 mAのRinger氏液に溶かして腹腔内に注射した。22℃では注射後1，3，6，24または48時間に，4℃では3，6，24または44時間後に数匹あて殺し，腸の一定部分をZenker氏液またはHelly氏液で固定し，4μの切片からKodak AR.10ストリップフィルムを用いてオートラジオグラフを製作した。各群の標本について，1）腸横断面あたりのラベルされた細胞数の平均，2）ラベルされた核あたりのgrainの数の平均，3）分裂中の細胞のうちラベルされているものの割合を調べ，両温度下におけるDNA合成の速さと細胞分裂周期の長さを検討した。

（2） 結　　果

83匹のキンギョに8 kRの照射をして4℃で飼育したが110日までには1匹も死亡せず，その後少数あて死亡したが，約75％の個体が150から200日の間に死亡した。39匹の対照群はこの実験期間中1匹も死亡しなかった。腸の組織像は，対照群では低温下に置かれた影響はみられなかったが，照射群では先に報告したように（放医研年報，38年度），死亡が起らない100日目には障害が認められないが，181日または201日目には，上皮細胞とその核は肥大し，配列も不規則となり，粘膜も低くなって，細胞数も著しく減少した（第1図A, B, C, D）。この変化は，22℃では約10日後に起こるのと同様な変化であった。

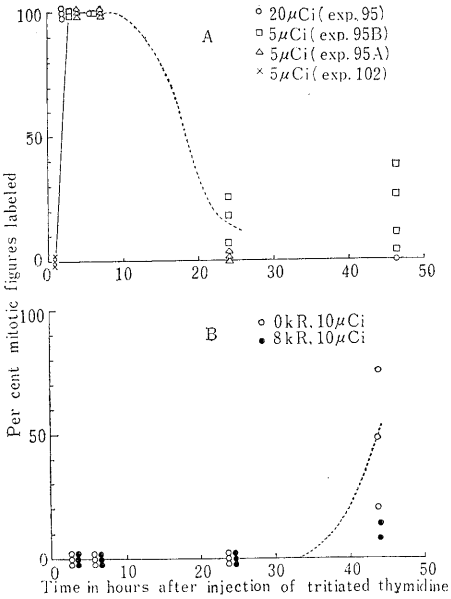
オートラジオグラフの結果から，^{3}H-チミジンは腸上皮細胞のうち腸粘膜のひだの底の部分に存在するものの核にだけ取込まれていた（第1図E, F）。腸の横断面当りのラベルされた細胞数およびラベルされた細胞あたりのgrain数の経時変化をみると，22℃では3時間後に既に十分にラベルされるが，4℃では3時間後には少数の細胞がラベルされるにすぎず，44時間後になって取込んだ細胞が多数に達する。次に，細胞分裂周期の各期（S, G_2, M, G_1）の長さを決定するために，分裂中の細胞のうちラベルされた細胞の割合をみると（第2図），22℃では1時間後は0％であるが3時間後には100％に達し，4℃では24時間までは0％，44時間後に約80％であっ



A；0 kR，4℃で100日目
B；8 kR，4℃で100日目
C；0 kR，4℃で201日目
D；8 kR，4℃で201日目
E；オートラジオグラフ，^{3}H-チミジン注射後3時間，22℃
F；オートラジオグラフ，^{3}H-チミジン注射後44時間，4℃

第1図　異なった温度で飼育したキンギョの腸の組織学的変化と腸上皮細胞への^{3}H-チミジンの取込みを示すオートラジオグラフ

た。これから，少なくとも G_2 期の長さは，低温では高温の10～40倍程度であることがわかる。さらに，照射後4℃に飼育されたキンギョでは，^{3}H-チミジンの取込み率よりも，取込んだ細胞の分裂開始が顕著に抑えられることが明らかになった。すなわち，照射によって DNA 合成よりも分裂期へ入ることが強く抑えられると考えられる。



第2図　^{3}H-チミジン注射後，分裂中の腸上皮細胞のうちラベルされているものの割合
A：22℃，B：4℃

(3) 考　　察

38年度報告で，キンギョにX線を照射しても4℃で飼育すると，100日までは放射線死および腸障害は一見生じないようにみえることを報告した。しかし，今回の長期飼育実験によって，低温下においても放射線障害は徐徐ではあるが進行し，放射線死が起ることが確かめられた。さらに，それと平行してこの場合にも腸上皮に著しい障害が起り，放射線死の原因となり得ることが推定された。オートラジオグラフの結果から，4℃においては ^{3}H-チミジンの取込みの速度が22℃よりも著しく遅いこと，細胞分裂周期の G_2 期の長さが極めて長いことが明らかにされた。これらの結果から，低温下において放射線による腸障害の出現が非常に遅らされる機構は，上皮細胞の代謝回転と関係があることが推定される。

〔研究発表〕

1. Hyodo, Y.; Effect of X-irradiation on the intestinal epithelium of the goldfish, *Carassius auratus* Ⅱ. Influence of temperature on the development of histopathological changes in the intestine, *Rad. Res.*, 24, 133～141 (1965)
2. Hyodo, Y.; Development of intestinal damage after irradiation and ^{3}H-thymidine incorporation into intestinal epithelial cells of irradiated goldfish, *Carassuis auratus* at different temperatures, *Rad. Res.* (in press)
3. 兵藤泰子；被照射キンギョの腸上皮細胞中への ^{3}H-チミジンの取込みと水温との関係，第35回日本動物学会大会（1964年10月），動物学雑誌，73，320 (1964年)(要旨)

11. メダカにおける放射線の身体的障害回復速度に及ぼす温度の影響

生物第1研究室
江藤久美
江上信雄*
*生物研究部長

放射線の分割照射法による回復の研究方法を変温動物であるメダカに適用し，回復速度に対する温度の影響を明らかにする目的で本実験を行なった。

メダカに 100 kR 以上の電離放射線を全身照射すると即死し，その死因が哺乳類で指摘されていると同様に脳障害であること，また，4 kR 照射した場合には，照射後平均10日で死亡し（10日効果），その死因は腸障害であること，およびこの障害発現の速度が温度に依存することは既に報告した（江上ら，動物学雑誌；71，1962，その他）。

今回はメダカに対して，即死あるいは10日効果を起させる線量を，照射間隔の長さや水温を変えて2分割照射した。その結果，1回目照射の影響からの回復が低温では高温に比して起りにくいことが明らかになった。

(1) 方法および結果

実験Ⅰ　即死線量分割照射の影響

市販のヒメダカ（*Oryzias latipes*）の成体に空中線量率10kR/分の ^{60}Co γ線を照射した。魚を直径10 cmのガラス容器に入れて泳がせながら50，100 kR の1回照射，および 50 kR を2回全身照射を行なった。2回の照射の間隔は2，10分，1，5，24，72時間の6段階とし，その間，水温を23℃に保った。72時間間隔をとった場合には2回の照射の間の飼育水温を11℃あるいは23℃に保ち，以後23℃で飼育観察した。

結果は第1表に示す。50 kR を1回に照射すれば照射直後みかけ上正常で，その後，平均11.9日間生存した。100 kR を2回に等分割して照射した場合，2回の照射の間を23℃に保った実験では，その間隔を2分～24時間間隔に変化させても，すべて2回目の照射終了時に全滅し，100 kR 1回照射と同じ結果を得た。しかし，間隔↗を72時間に延長すると，2回目照射直後に死亡するものはなく，1回目照射後，平均8.5日生存し，50 kR 1回照射の場合に近い死亡時間が得られた。

50 kR 照射後，魚を11℃に72時間保ち，2回目照射を行なった場合，魚は照射終了時に全滅していた。

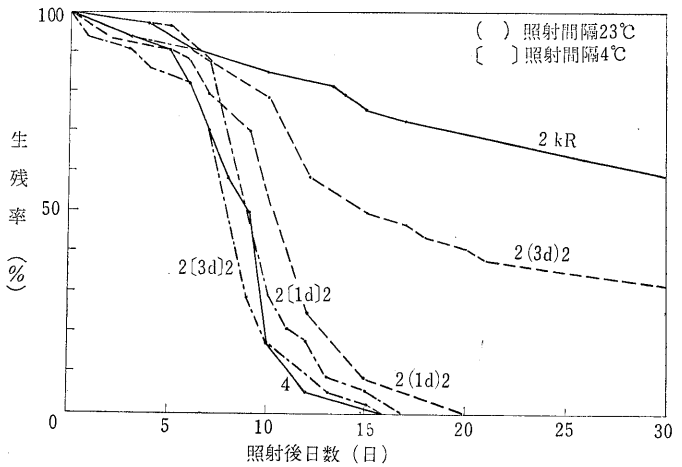
第1表　^{60}Co γ線大線量1回照射および2分割照射によるメダカの死亡

照射線量 (kR)	照射間隔 (温度)	使用個体数 (匹)	1回目照射後各日数における死亡個体数（匹） 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	平均生存日数(日) (14日間)
0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	〔14.0〕
50	0	52	♂ 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	12	24	12	1	11.9
100	0	104	♂ 104	照射終了時に全滅														
50+50	2分(23℃)	49	♂♂ 49	2回目照射終了時に全滅														
50+50	10分(〃)	53	♂♂ 53	〃														
50+50	1時間(〃)	51	♂♂ 51	〃														
50+50	5 〃 (〃)	47	♂♂ 47	〃														
50+50	24 〃 (〃)	51	♂ 0	♂ 51	〃													
50+50	72 〃 (〃)	92	♂ 0	0	0	♂ 0	8	5	5	7	20	8	26	8	1	3	1	8.5
50+50	72 〃 (11℃)	47	♂ 0	0	0	♂ 47	2回目照射終了時に全滅											

♂；照射

実験 II　10日効果線量分割照射の影響

1群約50匹のヒメダカ (*Oryzias latipes*) の成体に空中線量 400 R/分の X 線 (200kVp, 20 mA, 0.5mmCu+0.5 mm Al フィルター) を照射した。魚を直径 11cm のプスラチック製容器に入れ，泳がせながら 2, 4 kR の1回照射，および 2 kR の2回照射を行なった。2回の照射の間隔は 24, 72 時間の2段階とし，その間の飼育水温23℃あるいは4℃に保った。2回目照射終了後すべての実験群を23℃に飼育し，毎日死亡数を記録した。



第1図　メダカの急性放射線死に対する 4 kR 2分割照射の影響

結果は第1図に示す。4 kR 1回照射を受けた場合，メダカは平均約10日で死亡したが，2 kR 1回照射の場合は，30日後に約60%のメダカが生存を続けた。

2 kR の2回照射の実験では，照射の間隔が24時間以内の場合には，水温が23℃，4℃に関係なく 4 kR 1回照射の場合とほとんど同じ生残曲線が得られた。照射間隔

を72時間，水温を4℃に保った場合は4kR1回照射に類似した生残曲線が得られたが，同じ間隔で水温を23℃に保つと，生残曲線はむしろ2kR1回照射の結果に近くなり，30日後約35%のメダカが生残した。

（2） 考　　察

放射線障害が時間の経過とともに回復してくる様相については，哺乳類における詳しい研究があるが，著者らが23℃で行なった2分割照射の結果はその結果とよく一致した。

50kR照射されたことにより生じた障害は24時間以内にはあまり回復しておらず，2回目に照射した線量と加算された結果，即死を起させるに必要な障害を引き起す。しかし，照射間隔を72時間にのばすと，1回目の障害はかなり大幅に回復しており，2回目の照射が加算されても即死を起す障害とはならないと考えられる。全く同様なことが2kR 2回照射実験の場合にもみられ，2kR照射により生じた障害は24時間以内にはほとんど回復しておらず，2回目に照射された線量と加算された結果，10日効果を発現させるための障害（腸障害）を起すが，照射間隔が72時間になると，最初の照射による障害がかなり回復しているため，2回目の照射を受けても，腸障害を起さない個体が出現したものと考えられる。

用いた線量が，4kR と100kR というように大きく異なっていて，死因もそれぞれ腸障害，脳障害と異なっているにもかかわらず，放射線障害からの回復の度合い，およびそれに要する時間に極めて類似の結果が得られた。このことは，個体に対する放射線の初期あるいは早期障害の過程が，両線量域で酷以していることを示すものと考えられる。

一方，2kRあるいは50kRの2回の照射の間隔を低温に保った場合，72時間経過しても1回目照射の障害からの大幅な回復がみられなかったことは，障害からの回復が温度に強く依存していることをあらわしている。著者らは既に魚の放射線障害の発現と温度との関係について論じ（江藤ら；放医研年報，38年度），その中で被照射動物が低温におかれた場合，放射線障害の進行も非常におそくなることを示した。今回の実験により，低温では障害からの回復もほとんど起らないことが明らかにされた。

〔研究発表〕

1. 江藤久美，江上信雄；被照射メダカにおける線量－致死時間関係とそれに影響を与える諸要因Ⅲ，分割照射の効果，日本放射線影響学会第6回研究発表会（1964年7月）
2. 江藤久美；メダカに対する^{60}Coγ線大線量分割照射の影響，動物学雑誌，74，29～30（1965年）

12. キンギョの頭部に対する^{60}Coγ線大線量局部照射の影響

生物第1研究室
江　藤　久　美

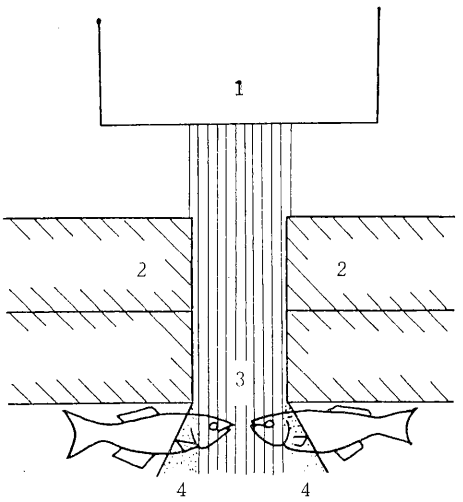
さきに，著者らはメダカやキンギョに種々の線量のX線が照射された場合の死亡するまでの時間を比較し，8kRから64kR程度の線量範囲は「線量不依存範囲」というべきもので，線量の大小に関係なく，照射後約10日間（23℃において）生存可能であるのに，128kR以上の照射をすると，魚は照射終了時にすべて死亡していることを報告した（江上ら，1962）。さらに，平均約10日間を要する死亡の病理学的原因については，既に腸，皮膚，造血組織などの障害にもとづくことを指摘した（Hyodo；*Annot. Zool. Japon.*, 37, 1964. *Rad. Res.*, 24, 1965. Srivastava and Tachi；*Rad. Res.*, 23, 1964. 青木；動物学雑誌，72, 1963）。

本実験においては，大線量被照射による即死の原因を知る目的で，キンギョの体の各部分に対し部分照射を行ない，その後の死亡時間を調べた。実験用哺乳類については，100kR以上の大線量全身照射を受けると即死すること，およびこの場合の死因が中枢神経系の障害であることが知られ，魚類の場合にも128kR照射による即死が脳障害であろうことは推定していた（江上ら；動物学雑誌，71，1962）ので，特に頭部に大線量を照射した場合にも，全身照射を受けたと同様な即死が起るか否かに注目して実験を行なった。

（1） 材料および方法

市販の体長5cm前後のワキン（*Carassius auratus*）9～11個体を1群として照射を行ない，同様な実験を3～5回あてくり返し行なった。^{60}Co籠型線源からのγ線を空中線量率190R/分で9時間10分照射し，線量を100kRとした。

非麻酔のキンギョを正常位に固定し，体側を接して並べ，プラスチック製容器に入れたのち，動かぬようにして照射容器に通気しながら背面から照射した。魚の背に接して厚さ10cmの鉛ブロックをおき，遮へいと絞りの役目を果させた。頭部（えらぶた後縁より前方）照射，尾部（肛門より後方）照射および頭部遮へいの3種の実験を行なった。線源が円筒型であるため半影の部分ができた。頭部および尾部照射の際は内臓部分が，頭部遮へいの際は頭部がその半影の中に入り，この部分では実測



第1図　頭部照射の模式図

1：^{60}Co籠型線源，　2：鉛ブロック，　3：直射部位，　4：半影部位

の結果から，平均して直射部分の1/10程度の線量があたっていたと考えられる。第1図には頭部照射の際の様子を模式的に示す。照射後，水温23℃で飼育し，毎日死亡を記録した。

このほか，上部頭蓋を切開し，前脳を摘出したキンギョ4匹に対し，線量率10kR/分の^{60}Co γ線を100 kR照射した。同様な手術をした非照射キンギョ3匹を対照とした。

（2）結　　果

結果は第1表に示す。頭部に100 kR照射した場合，内臓部分にも頭部線量の1/10位が照射されたと考えられるが，照射終了時には5回の実験群とも全個体が死亡していた。これに反し，尾部または尾部と腹部に100 kR照射した場合，照射直後には全く死亡が起らず，それぞれ平均して10.5および14.9日後に死亡した。前脳摘出非照照射対照群は実験終了までには死亡しなかったの対して，100 kRを全身照射された前脳摘出キンギョは照射終了時には全部死亡した。

第1表　キンギョに対するγ線大線量部分照射の影響

実験群	線量 (kR)	使用個体数 (匹)	最初の死亡が起った日	最後の死亡が起った日	平均生存日数±S.E.
頭部遮へい	100	30	8	22	14.9±0.9
尾部照射	100	37	6	16	10.5±0.4
頭部照射	100	55	照射終了時全滅		
非照射対照	0	19	実験終了まで(22日間)死亡せず		
前脳摘出全身照射	100	4	照射終了時全滅		
同上手術非照射対照	0	3	実験終了まで死亡せず		

（3）考　　察

Smith and Thomson (*Rad. Res.*, 11, 1959) は哺乳類，鳥類，爬虫類，両生類のうちから7種を選び5～37℃の範囲内でそれらの動物が死亡するまでX線を照射したところ，いずれの動物の場合もその積算線量はほぼ100 kRであると報告した。今回の実験では^{60}Co γ線が用いられ，線質に相違はあるが，照射中に死亡を起す線量の点で一致するのは興味深い。

今回の部分照射実験の結果，頭部が直接大線量の照射を受ければ照射中に死亡するが，頭部が遮へいされておれば，たとえ体の他の部分がこの線量を受けても，平均して10日以上生存可能であることがわかった。この結果は，大線量照射による短時間に起る死亡が頭部器官の障害によることを強く示している。Smith and Thomson (1959) などは主として哺乳類を用い，大線量照射後ノの脳の生理学的，生化学的変化が死因と結びついていることを報告したが，魚類の場合も同様なことが考えられる。

一方，Ellinger一派はキンギョを用いて中枢神経系に対する放射線の作用を研究した。Davidson and Ellinger (*Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 49, 1942) は，比較的小線量照射後の皮膚の黒化は中枢神経系，特に，延髄附近に生じた障害の結果であるとした。また，皮膚の黒化はEgami, *et al.* (*Annot. Zool. Japon.*, 35, 1962) により神経－内分泌系の失調の結果であることが報告された。Ellinger (*Am. J. Roentgenol. Rad. Therapy*, 47, 1942) およびEllinger and Davison (*Radiology*, 39, 1942) によれば1,500～10,000 Rの範囲の線量でキンギョを照射すると，脳，特に延髄の組織学的変化が線量の増加とともに増すこと，および線量が増加した時の変化は，直接

神経細胞に放射線が作用する結果であると述べ，延髄の細胞は中枢のうちでも最も影響を受けやすい部分であることを推定した。実験例が少なく，結論はたせないが，前脳摘出魚においても，100 kR 照射終了時に死亡したことも延髄にある自律中枢障害の可能性を打ち消すものではない。

〔研究発表〕

江藤久美；キンギョの頭部に対する^{60}Co γ線大線量照射の影響，動物学雑誌，73，239～241（1964年）

13. メダカを用いた低線量X線照射による晩発性障害の量的研究（予報）

生物第1研究室
江藤久美
江上信雄*
能登光代**

*生物研究部長
**研究生

年令変化による放射線影響の量的相違を明らかにし，感受性の高い胚の時期における低線量照射の影響を定量的に調べる目的で本研究をはじめた。特に，低線量照射による晩発性障害の発現を定量的実験的に行なうため，メダカ胚を用いることにより，多数の個体を用いた実験が可能であることに着目して研究を開始した。最終結果を得るためには3～4年の年月を要するが，今回は現在までに得られた結果の一部を簡単に報告する。

メダカの成体に対する250R以上のX線照射の影響は，線量－生存期間関係をもとに，江上ら（動物学雑誌，71，1962）によって詳細に研究され，1,000 R以下の線量被照射の場合には，急性放射線障害死が起らないことが明らかにされた。しかし，250 R 以下の照射実験は行なわれていないので，今回は5～1,000 R X線1回照射による晩発的障害を目標に実験を行なった。

実験I メダカ胚に対するX線低線量照射の影響

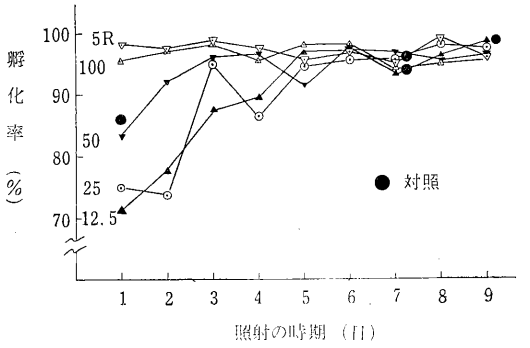
メダカ（*Oryzias latipes*）の卵を毎朝採取し，第1表に示す各発生段階の胚に5～1,000 R を照射した場合の孵化率，およびシリビレの軟条数の変異を検査した。照射を受けた胚の数は全体で約4万個体である。長期間の死亡率，寿命および発癌率については目下実験継続中である。

1） 孵化率に対する影響

5, 12.5, 25, 50および100 R を各発生段階（第1表）に照射した結果を第1図に示す。5 R と100R, 12.5 Rと25 R，および50Rはそれぞれ同じ日に採卵した材料を用いて実験した。特に，発生初期に照射を行なった場合には，実験群によって多少孵化率に差はあったが，照射の影響によるものでないと考えられる。100 R 以下のX線量を胚のいずれの時期に照射しても孵化率には有意な変化がなかった。

第1表 照射時の発生段階

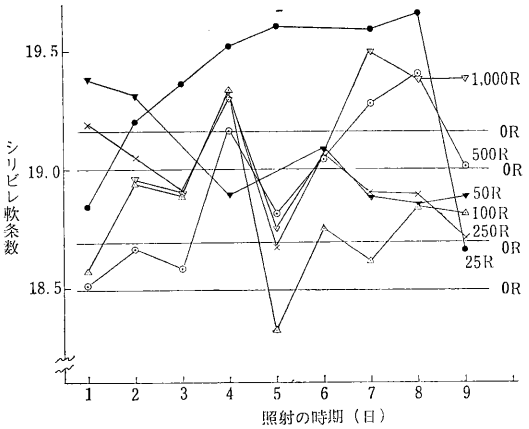
発生段階（日）	松井(1949)による発生段階	
1	14—15	のう胚期
2	19—20	2眼胚が分化
3	22—25	心臓膊動
4	26—27	眼に黒色素胞出現
5	27—29	
6	28—29	
7	30—31	胸ビレ運動
8	31—32	口の運動開始
9	32—33	孵化直前



第1図 メダカの孵化率に対する影響

2） シリビレ軟条数に対する影響

器官形成に対する放射線の影響を調べるための1つの例として，シリビレ軟条数の変異を検査した。25, 50, 100, 250, 500および1,000 R を各発生段階（第1表）に照射したのち全個体についてシリビレ軟条数を数えた。結果は第2図に示す。全体として，得られた結果の平均値を比較すると，50～1,000 R 被照射群では対照群との間に差はみられないが，25 R 被照射群では増加の傾向を示した。実験に供した卵を採取した親の遺伝的組成，発生初期（発生第1，2日目）における温度条件を考慮すると，今回の実験のみでは結論を下すことができない。特に眼胞分化期以前に1,000 R または500 R 程度の照射を受け



第2図　シリビレ軟条数の変異に対する影響

ると，体節分化が抑制されるか否かについて詳細な検討を必要とすると思われるし，また，極めて少ない線量である25Rの照射により，シリビレ軟条数が増加する傾向もあるように思われるので，現在一層少ない線量12.5，5R被照射群について計数中である。

3）　発癌率，寿命に対する影響

照射後8カ月の現在，まだ結果を論ずるに至ってはいない。

実験II　メダカ成体に対する低線量X線照射後の卵巣の変化

われわれは，従来の諸実験に際して，1,000R照射後メダカ成体に1年位たつと，卵巣腫瘍が多発することを定量的にではないが知った。今回はメダカ成体に25～1,000R照射後30，60，90，180および300日目に3個体ずつをとり新鮮材料について体重，卵巣重量を測定し，その後，卵巣をブアン氏液固定，ヘマトキシリン・エオジン染色により組織学的検査を行なって予備的調査を行なった。現在までに，300日目までの卵巣重量/体重の比をみたが，被照射群との間に差を生じていない。今後日数を延長して変化を追及する予定である。

Ⅵ. 遺 伝 研 究 部

概　　況

遺伝研究部は38年度に引続き，放射線の遺伝的障害評価のための基礎的研究に努力を集中した。第1研究室では，突然変異誘発機構と細胞の放射線感受性についての研究をとりあげた。すなわち，ショウジョウバエ，蚕を用いて高線量の放射線により生殖細胞致死を充分誘発した場合に，生殖細胞致死の高い群と低い群とで果して突然変異率に差がみられるかどうかが仲尾，山口，町田等により追求された。また，塩見は38年度に引続き，突然変異誘発に対するペニシリンの効果をさらに詳細に追求した。ペニシリンの効果の問題は，最初考えられたように簡単な問題でないことが明らかになってきた。

中井，佐伯の微生物グループは酵母を材料として，遺伝的組換えに及ぼす各種放射線作用の差異の比較と連鎖遺伝子座位の決定，放射線による mitotic recombination の染色体的機構，ならびに photodynamic action によるλファージの不活性化およびλ-DNA の障害について研究を行なった。

細胞学研究グループの中西らは，カイコを材料としてその生殖細胞の放射線感受性を詳細に追求し，進んだ発育段階の精原細胞ほど，ピクノーシスの出現頻度および異常細胞分裂の頻度からみて感受性の高いこと，感受性は分裂サイクル中のS期(感受性が高い)とG_2期(感受性が低い)の相対的な長さによること，ピクノーシスⅠの段階ではDNA量が正常とほとんど変らないこと等を明らかにした。

さらに，放射線類似物質による突然変異誘発については，仲尾，山口，町田は合成培地飼育によるショウジョウバエの伴性劣性致死突然変異誘発を5-ブロモウラシル，2-アミノプリン等を用いて試みたが，陽性の結果を得ることができなかった。蚕では，ジメチサルフェートおよびジエチルサルフェートで多くの突然変異を得た。

第2研究室では，突然変異が集団中でどのように推移するかについての理論的研究と実験的研究が並行して行なわれた。すなわち，根井，今泉により，遺伝的荷重に及ぼす連鎖の影響，血液型の頻度分布からみた日本人集団の遺伝的構造について分析が行なわれた。その結果，たとえエピスタシスと連鎖があっても，近親婚のデータによって平衡仮説が正しいか古典仮説が正しいかの判断が可能なことが明らかにされた。

実験的な研究としては，戸張，根井により，集団中の有害遺伝子頻度に対する温度の影響，および遺伝的に不均一な集団の量的形質に及ぼす放射線の遺伝的影響の研究が38年度に引続き行なわれて，それぞれ成果をあげることができた。

人の面では稲垣弘子研究員が退職し，遺伝研から吉川勲研究員を迎えた。

また，ドナー研究所（カリフォルニア大学）において研究中であった中井斌研究員は多大の成果を得て40年3月初め帰朝した。また，佐伯哲哉研究員は39年6月より半年間，予研において富沢純一化学研究部長の指導を受け，新しい技術を習得した。

さらに研究部として特記すべきは，大磯において39年11月4日より7日まで開かれた日米遺伝学セミナーであろう。これは日米より線量率の問題について10名宛の専門家が出席し，各方面から問題を分析した会議で，日米科学協力の1つとして行なわれた。日本側の代表は遺伝研の田島弥太郎博士で，本研究部からは正員に仲尾，中西が，observerには稲垣研究員が参加し，米国からはR. F. Kimball, W. L. Russell, A. H. Sparrow, Sheldon Wolff, I.I. Oster, E. F. Oakberg, E. F. Kallman, M. M. Elkind, Howard-Flanders, W. K.Sinclairの諸博士とE.H.Y.Chu博士がobserverとして参加され，活発な議論が行なわれて得るところ大であった。39年度も研究部は放射線，細胞，癌等のいくつかの文部省総合研究班に参加した。

また，39年度後半より大阪府立放射線中央研究所より氏原暉男研究員を外来研究員として迎えたが，同研究員はクロレラを用い，放射線抵抗突然変異の生化学的研究を行なった。

（遺伝研究部長　仲尾善雄）

1. キイロショウジョウバエの放射線誘発不妊と突然変異率との関係

遺伝第1研究室
仲尾善雄*
山口英子
町田勇

*遺伝研究部長

エチレンイミンを用い致死突然変異と転座との比較を行なうと，処理雄あたり F_1 雌または雄の少ない群では，致死率も転座率も有意に低いことがわかった。一般に，突然変異率は生き残ったものについて調査するので，生残率の著しく低いような高線量域では，変異率は飽和に達するかむしろ低下すると考えられる。しかし，この点を追求した実験は少ないので，X線照射により誘発される伴性劣性致死を高線量域で調べた。

(1) 研究方法

野性型ショウジョウバエ (OrK) 雄の10±10時間令のものに5，7.5および10 kRのX線を照射した。X線は200 kVp，20 mA (0.5 mm Cu+0.5 mm Al ロ過板)，480 R/分の条件で照射した。照射後3日令の Muller-5 ♀♀と3日間交配した。各処理雄あたり全部の F_1♀♀を pair cultureして伴性劣性致死率を求めた。5 kRと7.5 kRについては，F_1♀♀数が20以上のものと19以下のものに区分して変異率を求めた。10 kR照射では1処理雄あたりの F_1♀♀数が極めて少なく，3～4匹であったので，合計して変異率を算出した。

(2) 結果および考察

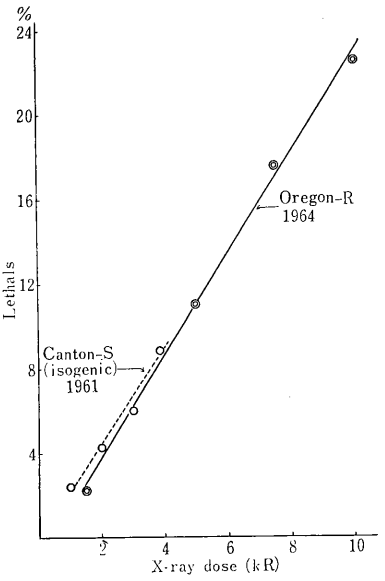
研究結果は第1表に示すごとくである。

表から明らかなように，5，7.5 kRいずれの場合においても，突然変異率は F_1♀♀数とは無関係であることがわかる。7.5 kRでは20以上，19以下の分類では調査染色体数が偏るので10以上，9以下にも分けてみたが，有意差はみられなかった。10 kRでは，野性型364，致死106 (うち2は半致死)，不妊46で変異率は22.6%であった。これを図示すると第1図のようになる。前に求めた低線量実験の際行なった1～4 kRの結果も同時に図示した。2つの直線は，用いた系統，線量率その他の違いに拘らずよく一致することがわかる。また，同一系統の OrK を用いた他の実験から1,500 Rの伴性致死をプロットすると，その点を含めてきれいな直線となる。

第1表 The difference in frequencies of sex-linked lethals between two groups which have more than 20 (10) F_1 progeny and that which have less than19 (9) progeny (Experiments with high dose of X-irradiation)

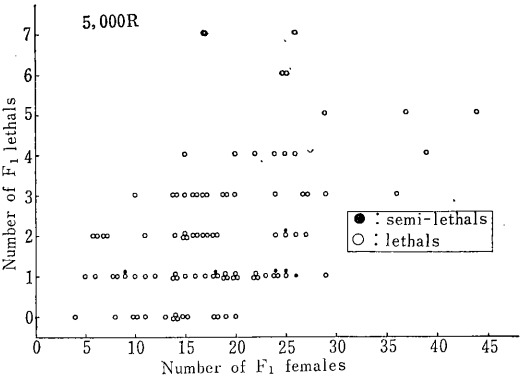
Exp.	Dose	Groups	No. of F_1♀♀	No. of lethals	%
I	5,000R	>20	867	100	11.53
		<19	877	93	10.60
II	7,500R	>20	137	23	16.79
		<19	1411	250	17.72
		>10	837	143	17.08
		< 9	711	130	18.28

Lethals include semi-lethals.

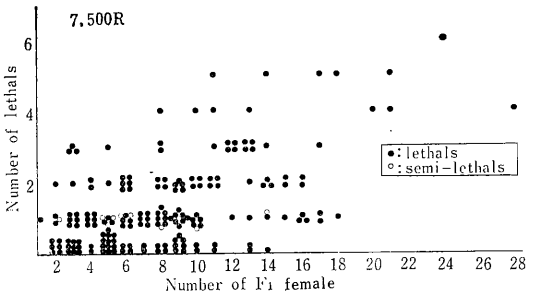


第 1 図

また，照射雄1匹あたりの F_1♀♀数と致死変異数を第2図，第3図のようにプロットすると，正の相関がみられる。



第 2 図



第 3 図

換言すれば，F_1♀♀数の多いものは致死数も多い。

このように，成熟精子およびその附近（3日間の交配で精子細胞も含まれる）を処理する限りでは，伴性致死突然変異は高線量による細胞致死の影響を受けないということがわかる。特に，キイロショウジョウバエで検定に用いるF_1♀♀数が，僅かに3～4という10 kRにおいても，突然変異率と線量との間に直線関係の成立することは興味あることである。

〔研究発表〕

仲尾善雄，山口英子，町田勇；放射線誘発突然変異率を左右する要因の研究 I，キイロショウジョウバエの放射線不妊が誘発突然変異率に与える影響，文部省科学研究総合班「放射線による集団の遺伝的障害の基礎的研究」（森脇大五郎班長）（1965年1月）

2. 蚕におけるX線誘発可視突然変異率と孵化率，初期死卵率，産卵数との関係

遺伝第1研究室
仲尾善雄*
山口英子
町田勇
*遺伝研究部長

先にショウジョウバエにおいては致死突然変異がX線誘発不妊に無関係であって，変異数とF_1♀♀数が処理雄ごとに調査されると正の相関がみられることが明らかにされた。このような関係が，蚕の可視突然変異の場合にも果してみられるかどうかを明らかにするため，本実験を行なった。

（1） 研究方法

実験は3つよりなる。1つは38年度に行なった酸素効果をみる実験結果を詳細に分析することである（38年度報告では孵化は調査できなかったので，変異率の分母となる着色卵数は概数のみ報告してある）。すなわち，雌蛾をO_2中で2kR X線照射して，*pere/pere*雄両と交配した。X線装置は200 kVp，20 mAで，0.5mm Cu+0.5 mm Alの口過板を用い90R/分の条件で照射した。第2，第3実験では雄または雌の野性型蛾を照射した。線量は10kRでX線装置は200 kVp, 20 mA，0.5mm Al口過板で線量率は400R/分であった。突然変異の検出とともに卵の致死を着色前死卵（初期死卵），着色死卵，催青死卵（後期死卵）および孵化に分類して調査した。孵化率，初期死卵等について，照射した雄または雌を，2群または3群に分けて比較した。変異率は*pe, re*の両座位の合計について求めた。

（2） 実験結果と論議

結果は表に示すごとくである。第1表ではO_2中で2 kR照射した場合を示した。産卵数が400以上と399以下の場合，400以上，399～333，332以下の3群に分けた場合の可視突然変異率が各群でどのようになるか，また，孵化率が68%以上と67%以下の2群に分けた場合，最後に初期死卵が13.5%以上と12.3%以下の2群ついて突然変異がどのように異なるかを示した。

第1表から明らかなように，どのようなgroup区分を行なっても各群の突然変異率の差は小さい。また，その変異率の方向（放射線障害度の高い方が高いという傾向）が一定であるとはいえない。初期死卵率による区分は唯一の変異率に有意の差がみられる例である。

第2表は，第1実験の線量が孵化率等を低下させるのに充分大きくないため，10 kRの線量を用い雄蛾を照射した場合の結果である。

この場合も雄蛾照射では10 kRは充分高いとはいえないので，次に雌蛾を照射した（第3表）。雌蛾を10kR照射すると孵化率は大きく低下し，初期死卵率は著しく上昇する。しかし，この場合にも変異率は区分ごとに有意に変動することはない。

ショウジョウバエの場合は，M-5法では1処理雄あたり通常20本の調査染色体をとるので，これを群を分かつ基準にすることは便宜である。しかし，蚕の場合には妥当な基準がないので，現在用いたものもあまり確かな根拠にもとづいてはいない。それでもこうした区分により，少なくとも突然変異が生殖細胞致死と平行関係を示すかどうかの傾向が明らかにされるであろう。そしていずれの方法によっても，変異率に差のみられないことは，蚕において可視突然変異を指標とした場合においても，突然変異と生殖細胞致死とは全く独立であることを示唆しているといえよう。

第1表 Relationships between the visible mutation frequencies and the number of eggs laid, between mutation frequencies and hatchability, and mutation frequencies and the percentages of dead eggs in early developmental stage, when female silkworm moths were X-irradiated with a dosage of 2 kR in oxygen and mated to double recessive *pere/pere* females

Criteria	Group	Hatchability	No. of moths	No. of mutants	No. of pigmented eggs	Mut.* freq.
No. of laid-eggs	>400	67.98% (4146/6099)	14	55	6742	0.816
	<399	31.59% (8605/27239)	63	152	14461	1.051
Hatchability	>400	67.98%	14			0.816
	399—333	63.48% (5014/7898)	22	78	6966	1.120
	<332	18.57% (3592/19341)	41	74	7495	0.987
% dead eggs in early stage	>68%	80.22% (5087/6334)	18	69	6061	1.138
	<67%	28.39% (7665/27004)	59	138	15142	0.911
	>13.5%		46	88	7166	1.228
	<12.3%		31	119	14037	0.848
Total		38.25% (12751/33338)	77	207	21203	0.9762

* Mutation frequencies at *pe* and *re* loci

第2表 Relationships between the visible mutation frequencies and hatchability, and between mutation frequencies and the percentages of dead eggs in early developmental stage when male silkworm moths were X-irradiated with a dosage of 10kR and mated to double recessive *pere/pere* females

Criterion	Group	Hatchability	No. of moths	Percentage of unpigmented eggs	No. of mutants	No of pigmented eggs	Mut. freq.*
Hatchability	>80.0%	83.10 (3241/3900)	12	2.41% (94/3900)	44	3838	1.146
	<79.9%	73.31 (2382/3249)	13	5.26% (171/3249)	43	3118	1.379
Total		78.65 (5623/7149)	25	3.71% (265/7149)	87	6956	1.251

* Mutation frequencies at *pe* and *re* loci

第3表 Relationships between the visible mutation frequencies and hatchability and between mutation frequencies and the percentages of dead eggs at the unpigmented stage, when the female silkworm moths were X-irradiated with a dosage of 10 kR and mated to double recessive *pere/pere* males

Criteria	Group	Hatchability or unpigmented eggs	No. of moths	No. of mutants	No. of pigmented eggs	Mutation frequency**
Hatchability	> 5%	17.13% (728/4249)	8	511	3718	13.74
	< 5%	2.57% (162/6269)	13	807	5345	15.10
Total		8.44% (890/10543)	21	1318	9063	14.54
% dead eggs in unpigmented stage	<40%	33.9 % (2283/6736)*	13	862	6172	13.97
	>40%	48.0 % (1828/3807)*	8	456	2891	15.77

* Percentages of unpigmented eggs

** Mutation frequencies at *pe* and *re* loci

〔研究発表〕

仲尾善雄，山口英子，町田勇；放射線誘発突然変異率を左右する諸要因の研究Ⅱ，蚕におけるX線誘発可視突然変異率と孵化率，初期死卵率，産卵数との関係，文部省科学研究総合班「放射線による集団の遺伝的障害の基礎的研究」(森脇大五郎班長)(1965年1月)

3. 蚕の可視突然変異率と細胞致死に対する酸素およびDNPの効果

遺伝第1研究室
仲尾善雄*
山口英子
町田勇
*遺伝研究部長

酸素効果は放射線の生物学的作用一般に極めて広汎にみられる現象である。また，DNPは酸素効果に関連して極めて興味ある物質であって，種々の細胞または組織呼吸を上昇させるにもかかわらず，かえってprotectiveに働くことが一般に知られている。本研究の目的は，蚕の可視突然変異を用いてこれに対する酸素効果を調べ，同時に生殖細胞致死に対する酸素効果を明らかにし，酸素効果が放射線誘発突然変異と細胞致死に対してどのように働くかを比較検討するにある。また，蚕の突然変異誘発，細胞致死に対してDNP処理がどのような効果をもつかを調査する。

(1) 方　法

突然変異検出には，蚕の第V連関群の*pe* (pink eye; 0.0) および*re* (red eye ;31.7)を標識として用いた。酸素効果の場合は，蛹期の野性型雌雄を合成樹脂製の照射器でX線照射し，照射約5分前から全照射時間中常圧でO_2, N_2を環流するか，空気の場合にはコックを開いて照射した。照射した蛹は25℃におき，発蛾後直ちに*pere*/*pere*二重劣性の対手と交配し，その産む卵の色から変異率を求め，また，残りの卵は初期死卵（不受精卵＋着色前死卵），着色死卵，催青死卵および孵化に分類してそれらの数を求め，全産卵数中の百分比を求めた。DNPの場合には，0.05 *ml* のDNP（$3.3\times10^{-4}M$）を生殖巣部位(野性型雄蛾）に注射し，30分後にX線照射した。X線装置は200kVp, 20mA, 0.5mmCu＋0.5mmAlフィルター，約70R/min.の条件で照射した。酸素効果DNP両方の場合とも非照射環流，非照射注射の対照をおいた。

(2) 結　果

結果は第1表～第3表に示す通りである。第1表は雌蛹を処理した場合であるが，突然変異率はO_2中1.12, N_2中0.30，空気中0.80であって，O_2効果の著しいことがよくわかる。これに反して，孵化率または初期死卵率をとると，O_2効果が突然変異の場合ほど著しくないことがわかる。他の発育段階における致死は，両方向に（影響が大きい時は初期死卵側が多くなる方向，影響が小さい時は孵化卵が多くなる方向に）変動するので，よい指標とはいえない。

第2表は雄処理の場合であるが，雄生殖細胞は感受性が低いので3,000 Rを用いた。この場合にも酸素効果がみられるが，雌処理の場合にくらべて突然変異の場合も著しく少ないことがわかる。孵化率や初期死卵率になると，その差はさらにわずかであってとるに足らないか，全く差がないという結論を出さざるを得ないほど小さい。すなわち，酸素効果は，細胞質を含む卵細胞では大きいが，naked nucleusといわれる精子では小さい。また，物理的過程に近い分子のレベルで起ると思われる突然変異に酸素効果がかえって大きく，細胞レベルで誘

第1表　野性型雌蛹をO_2, N_2または空気中でX線照射した場合の*pe*, *re*両座位にみられる突然変異率および各発育段階における致死と孵化率

照射条件	線量 (R)	総数	孵化卵数	致死卵数（率）			変異卵	変異率
				後期死卵	着色死卵	初期死卵		
O_2	2,000	20,938	12,805	3,275	2,072	2,786	206	1.12
			61.16	15.64	9.90	13.30		
N_2	2,000	27,167	21,081	1,410	1,673	3,003	73	0.30
			77.57	5.19	6.16	11.05		
空気中	2,000	25,724	18,688	2,288	2,099	2,649	185	0.80
			72.65	8.89	8.16	10.30		
O_2	0	13,568	8,895	919	1,024	2,730	2	0.02
			65.56	6.77	7.55	20.12		
N_2	0	25,634	19,680	1,151	1,762	3,041	2	0.01
			76.77	4.49	6.87	11.86		
空気中	0	28,391	20,398	1,289	2,869	3,835	10	0.04
			71.85	4.54	10.11	13.50		

第2表　野性型雄蛾を照射し，*pe,re/pe,re* 二重劣性雌蛾と交配した場合，照射時 O_2 または N_2 環流が突然変異発生率，各発育段階における生殖細胞致死率に及ぼす影響とその比較

照射条件	線量（R）	総数	孵化卵数および率	致死卵数（および率）			変異卵	変異率
				後期死卵	着色死卵	初期死卵		
O_2	3,000	32,158	27,850	2,446	579	1,283	241	0.78
			86.60	7.61	1.80	3.99		
N_2	3,000	27,817	25.207	925	608	1,077	165	0.62
			90.62	3.33	2.19	3.87		
O_2中と N_2中との比			0.96	2.29	0.82	1.03		
			9,758	117	248	831		
O_2	0	10,954	89.08	1.07	2.26	7.59	12	0.12
			15,489	207	562	986		
N_2	0	17,242	89.83	1.20	3.26	5.72	15	0.09

第3表　蚕の *pe,re* 両座位における突然変異率に対する 2,4-dinitrophenol(DNP)の作用　DNP 濃度は $3.3\times10^{-4}M$，量は 0.05 ml/moth，X線は 200kVp. 20mA, 0.5mm Cu+0.5mmAl フィルター，70R/分）

処理	線量（R）	全産卵数	孵化卵数	致死卵数（率）			変異率	変異率
				後期死卵	着色死卵	初期死卵		
DNP	3,000	18,338	13,369	1,005	1,202	2,762	189	1.21
			72.90	5.48	6.55	15.06		
	3,000	7,656	5,897	363	449	947	60	0.89
			77,02	4.74	5.86	12.37		
DNP 処理と非処理の比較			0.95	1.16	1.12	1.22		
			3,856	598	436	489		
DNP	0	5,379	71.68	11.12	8.11	9.09	7	0.14
			5,269	145	481	627		
	0	6,522	80.79	2.22	7.38	9,61	6	0.10

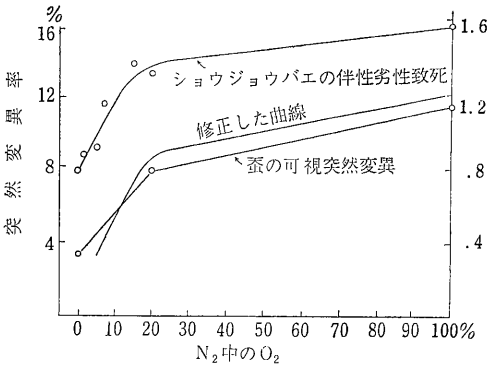
発される細胞死で酸素効果が小さいことがわかる。

DNP 処理実験については，蚕において精子を処理した場合は突然変異誘発に対しても，また，細胞致死に対しても，全く保護効果のないことがわかった。もちろん DNP 処理のみによる孵化率の低下をある程度考慮しなければならないが，少なくとも protection 効果はないといってよい。

（3）考　察

突然変異に酸素効果が大きくあらわれるのに，細胞致死に酸素効果の著しくないことは非常に興味ある問題である。この理由については，今のところ何も示唆するような実験がないので，その理由は将来の研究にまたねばならない。

酸素効果が著しいのは蚕の可視突然変異のみに特異な現象であるか，または，一般的な現象であるかどうかを明らかにする必要がある。このため，A. Hollaendler, W. K.Beker & E. H. Anderson (1951, *Cold Spring Habor Symp. Quant. Biol.*, 16, 315～326) のショウジョウバエの劣性伴性突然変異実験結果と比較した。種々の点においてこの比較はかなり難しい。伴性劣性致死は，ショウジョウバエのX染色体上の座立について調らべられたもので，含まれる座位は 600 に及ぶ。また，ショウジョウバエではいくつもの点について詳細に調べられているが，蚕の酸素効果は3つの点のみである。しかし，こういう所を無視して一応比較してみると，第1図のように，ショウジョウバエの曲線と蚕の曲線は非常によく似ていることがわかる。カイコでは N_2，O_2 環流のものを O_2：0%，100 %としたが，蚕の蛹の環流で内部の O_2 分圧が



第1図　ショウジョウバエの伴性劣性致死突然変異と蚕の可視突然変異率とのX線誘発に対する酸素効果の比較

100%にならないと考えて曲線を修正すると，その一致は驚くべきものである。これは蚕の可視突然変異誘発に対する酸素効果が決して特異なものではなく，ショウジョウバエとよく一致するものであることを示している。

DNPについては，最初sensitizerとして働くことがいわれ，その後マウスを用いるPraslicka, *et al.*の研究やFritz-Niggliのショウジョウバエの伴性劣性致死と転座に関する実験があって，あとの2つはDNPがprotectiveに働くことを明らかにした。Nakao & TaguchiはBufo胚においてやはりDNPがprotectiveに働き，その保護作用はNaN_3でなくなることを，また，Taguchi & Nakaoはメダカ胚でDNPの保護作用を明らかにした。ショウジョウバエでDNPが有効に放射線誘発突然変異を保護するのに対し，蚕では全くその能力を欠くことは興味あるが，これは蚕とショウジョウバエとで体液の酸素成分および酸素代謝等の機構が異なると考えれば容易に説明される。この点については，さらに次の機会に明らかにしたい。

〔研究発表〕

1. 仲尾善雄，山口英子，町田勇；蚕のX線誘発可視突然変異に対するDNPおよび酸素の効果，放射線影響学会第6回研究発表会（1964年7月）
2. 仲尾善雄，山口英子，町田勇；蚕の蛹期X線照射による突然変異と致死に対するO_2，N_2の効果，日本動物学会第35回大会（1964年10月）

4. ショウジョウバエ幼虫の合成培地飼育法を用いる核酸塩基のアナログによる突然変異誘発実験

遺伝第1研究室
仲尾善雄*
山口英子
町田勇
稲垣栄一

*遺伝研究部長

（1）研究目的

種々の核酸塩基アナログが突然変異誘発に有効であることがよく知られている（bacteriophage-5-bromouracil, Litman & Pardee, 1956; T_4-phage-5-bromouracil, Freese, 1959a; T_4-phage-bromouracil, aminopurine, Freese, 1959b; T_4-phage-5-bromouracil, Benzer & Freese, 1958その他）。高等生物では，染色体の構造がDNA分子レベルから考えてどのようになっているかについて多くの仮説があるが（Taylor, 1963a, 1963b; Deepesh, 1964），なおいろいろの問題点を含んでいる。したがって，ショウジョウバエのごとき高等生物に種々の核酸塩基アナログを作用させて，それが突然変異誘発にどのように作用するかを調べることは，一方では，高等生物の染色体構造を考察する上に有効であるのみではなく，また，突然変異誘発のメカニズムを知るのに大きな手がかりを与えるように思われる。本研究の目的は，こうした点を明らかにしようとして行なったものである。ただ，核酸塩基を飼料に混合するのみでは充分取り入れられないおそれがあるので，HintonやSangにより開発進展せしめられた滅菌合成培地を用いて飼育し，この合成飼料に核酸塩基アナログを混合した。

（2）研究方法

ショウジョウバエの野性型としてはOrR(OrK)を用いた。突然変異の検出にはM-5法による伴性劣性致死を用いたが，生じた突然変異がモザイクである場合には，この方法では検出できないので，F_3を調査したり，X染色体上の*y*, *w*, *f*, *m*の可視座位における突然変異の誘発をも調べた。

合成培地飼育は主としてSangの方法（またはAldersonの用いた方法）を用いた。すなわち，羽化後1～2日の雌を雄と交配し，充分の数を牛乳瓶に入れ時計皿に1.5%の寒天層をつくり，この上に約3時間産卵させる。集めた卵は0.5% mercury chlorideで10分間洗い，ついで3%さらし粉（chloride of lime）で20分間洗う。さらにD.W.で洗ったのち，2% Cetavlonで充分洗い，最後に滅菌蒸溜水を用いて充分洗浄する（Cetavlonはdeter-

gent であり，また antiseptic agent である)。充分殺菌洗浄した卵は，無菌的に滅菌した1.5%寒天シャーレ上で孵化させる。孵化した幼虫は無菌的に合成培地に移す。合成培地の組成は次の通りである。

Minimal synthetic medium preparation (Sang)

Agar	3.00g	Ca-pantothenate	0.0016
Casein(Genatosan)	5.00	Pyridoxine	0.00025
Fructose	0.75	Biotin	0.000016
Cholesterol	0.03	Folic acid	0.001
Lecithin	0.40	$NaHCO_3$	0.140
		KH_2PO_4	0.183
Aneurin	0.0002	Na_2HPO_4	0.189
Riboflavine	0.0010		
Nicotinic acid	0.0012	Water to	100.ml

(Sang, J. H., 1956 ; Alderson, T., 1960)

合成培地中 Sang または Alderson から変更した点は，寒天を3%から2%に変えた場合のあること，および合成培地の滅菌はもともと 20 lb/15 分となっていたのを1気圧25分とした点である。また，用いた塩基アナログは 2-aminopurine (nitrate CBR) ; 5-bromouracil (CBR) ; aminopterine (CBR)等で，種々の濃度を用いた。また，thedoromine, caffeine, deoxyuridine, 2,6-diaminopurine を同時に用いる実験も試みた。5-BU は合成培地 50 ml に24mg の濃度に達すると，幼虫は全部死亡する。

孵化した幼虫40匹を上のアナログを含む培地および含まぬ培地約8 ml 上に移して発育させた。場合によっては，他の理由（たとえば寒天の固さが不充分）のため，幼虫が育たないこともあった。発育時間は Sang, Aldersonのいうより遅れ，18日目から羽化し始めた。40匹の幼虫に対し，羽化成虫数は次のごとくなったので1例を示す。

試験管	18日目	19—20日	21日	計
1	♂4♀6	♂ 2♀5		17
2	♂2♀2	♂10♀4	♂3	21
3	♂4♀4	♂ 4♀5	♂1♀1	18
4	♂3	♂ 6♀3	♂3	15
5	♂6♀4	♂ 8♀6		24

合成培地から羽化した♂♂につき，1♂×5M—5♀♀を2日間交配して致死突然変異を調べた。可視座位については，その後さらに3日間 *y*, *w*, *f*, *m* の♀♀と交配して F_1♀♀を調べた。

(3) 実験結果

実験は3回行なった。

(Ⅰ) 第1回の実験は第1表に示すように，$2\times10^{-4}M$の2-aminopurine, $2\times10^{-4}M$ 5-bromouracil+aminopte-rine を用いて行なわれた。結果は第1表に示すように，対照では 0.124 %, 2-aminopurine では 0.101 %で，2-aminopurine には mutagenicity が認められなかった。この実験においては，5-bromouracil と aminopterine では処理幼虫からの成虫は生じなかった。しかし，これは用いた aminopterine のため，充分寒天が固らなかったことに原因があるように思われる。

(Ⅱ) 第2実験では濃度の高い 5-BUと2AP が用いられ，また，同時に theobromine, caffeine, deoxyuridine および 2,6-diaminopurine sulphate を第2表のごとく混合した実験が行なわれた。5-BU と2AP の場合濃度は $5\times10^{-4}M$で，前の実験の 2.5 倍であったが，伴性劣性致死突然変異率は 0.211 および 0.139 であって，自然突然変異率と変らなかった。ただこの場合われわれの注意をひいたのは，5-BU の場合の非常に大きな sterility であって，mixture, 2-AP ではそれぞれ 0.630, 0.736 のものが 1.992 に達する sterility を生じた。60匹のP♂♂（処理培地より羽化）のうち2匹に大きな sterile が生じ，その中の1匹は 12/40，他の1匹は 23/40 の sterile の F_1♀♀を生じた。この sterile♀♀は♂を換え，また貯精嚢中での精子を確認したので，その sterility に対しては，相当正確と考えられる。

(Ⅲ) 第3実験では，この sterility を確めるとともに mosaic を検するために，M-5 法の F_3を調査し，同時にX染色体の可視座位を用いて調査を行なった。結果は第3表に示すごとくであって，lethal においても sterile においても control との間に差異はみられなかった。また，可視突然変異において whole body が1個得られただけで有意なモザイクの増加は全然みられなかった。これら3つの実験から，合成培地を用いても，核酸塩基アナログによる伴性劣性致死の誘発をみることができなかったということができる。

(4) 考　　察

以上の結果から，合成培地飼育法を用い，孵化直後より全幼中期を相当高濃度の核酸塩基アナログ中においても，ショウジョウバエでは伴性劣性致死率またはX染色体上の可視座位においての突然変異率のいずれも上昇させることはできなかった。Taylor の染色体 model では，高等生物の染色体も基本的には microorganism におけると同様，Watson & Crick の DNAの 2 strands model がよく適用される。したがって，phage において突然変異を生じ得る metabolic analogues は，同時に高等生物にお

第1表　Tests of mutagenicity of base-analogues using Muller-5 method, when treatment is for the entire larval life　(Experiment 1)

Analogues	Conc. (*M*)	No. of test. chrom.	No. of lethals	% lethals
none		1604	2	0.124
2-aminopurine	2×10^{-4}	1983	2	0.101
5-bromouracil aminopterine	2×10^{-4}	None of treated eggs were emerged.		

第2表　Tests of mutagenicity of base-analogues of DNA using Muller-5 method, when treatment is for the entire larval life　(Experiment Ⅱ)

Analogue	Conc. (M)	No. of test. chromosomes	No. of lethals	No. of F_1 sterile♀♀	% lethals	% sterile F_1 females
5-BU	5×10^{-4}	2361	5	48	0.211	1.992
2-AP	5×10^{-4}	2157	3	16	0.139	0.736
Mixture*		2364	0	15	—	0.630

* Mixture; theobromine 1 mg, caffeine 1 mg, deoxyuridine 1 mg and 2,6-diaminopurine sulphate 1 mg in 50m*l* of medium.

第3表　Tests of mutagenicity of base-analogues of DNA using Muller-5 method, when treatment is for the entire larval life　(Experiment Ⅲ)

Analogue	Conc. (*M*)	No. of test. chromosomes	No. of lethals	No. of F_1 sterile♀♀	% lethals	% sterile F_1♀♀
None		2270	2	9	0.087	0.395
5-BU	5×10^{-4}	F_2 3307	2	8	0.060	0.241
		F_3 3204	1	24	0.031	0.743

Sex-linked recessive visible mutation test (*y, w, m, f*)

Analogue	Conc. (*M*)	No. of F_1♀♀	No. of mutants whole-body	Mut.-frequency
none		20985	1	0.005
5-BU	5×10^{-4}	9600	1	0.010

いても突然変異誘発源であってよい。それにもかかわず，高等生物でアナログにより突然変異の誘発がみられないのは，染色体のmodelについてほかの考え方を採用するか，または，高等生物における突然変異誘発のmechanismを微生物と種々の点で異なるものと考えねばならない。同時に処理の時期を変えたり，異なるstrainを用いる法，X線との併用実験等を行ない，さらにこの問題を深く省察する予定である。

今までの結果をまとめると右表のごとくなる。

Summary of the experiments

Analogues	No. of tested chrom. of F_1♀♀		Lethals or visibles	%
Control	lethal	3870	4	0.103
5-BU	lethal	5661	7	0.124
2-AP	lethal	4135	5	0.121
Control	visible	20985	1	0.005
5-BU	visible	9600	1	0.010

〔研究発表〕

仲尾善雄，山口英子，町田勇，稲垣栄一；ショウジョウバエ幼虫の合成培地飼育法を用いる核酸塩基のアナログによる突然変異誘発実験，日本遺伝学会第36回大会（1964年10月）

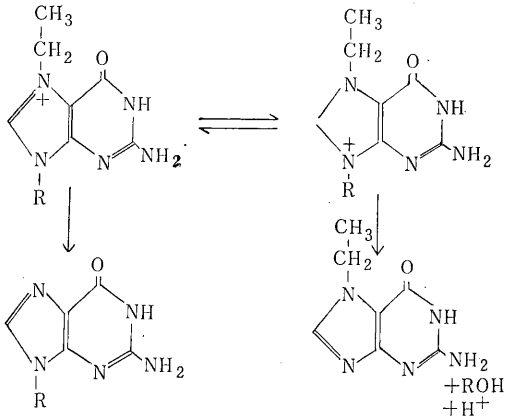
5. ジメチルサルフェートおよびジエチルサルフェートによる蚕の突然変異誘発

遺伝第1研究室
仲尾善雄*
山口英子
町田勇

*遺伝研究部長

(1) 研究目的

dimetlhyl sulfate (DMS) と diethyl sulfate (DES)とはグアニンの7の位置に主として働く。このため自動的にこの位置の4個のNをプラスに荷電させる。しかし，この分子は他のstateとresonanceをする。すなわち，この位置のNではなしに，9の位置のN とresonanceをし，9の位置のNにはribose phosphexteがついている。



第 1 図

プラスに荷電することがこの分子をいくぶんunstableにし，そのためethyl groupのattachmentが不安定になる。その結果，ethyl goupそれ自身が分離するか，またはsugar base bondが切断する。このように，DMSとDESはDNAへの作用がよくわかっているので興味があるが，これらの薬品は水とあまりにも早く反応するので，mutagenic agentsであるかどうかの実験に用いるのに難しい点があった。

本実験の目的は，これらDMSとDESとにmutagenicityの作用がみられるかどうかを蚕の卵色突然変異座位を用いて調べ，その結果から，mutation機構に手がかりを得んとするものである。

(2) 研究方法

蚕の野性型雄蛾に2%DESと0.04%DMS（いずれも0.4% salineに溶解した）を0.05 ml精巣部に注射し，*pe*,*re*/*pe*,*re*雌蛾に交配し，その産む卵を調べて突然変異率を求めた。DESもDMSもともに，Kodak, Eastman Organic Chemicalsのものを用いた。その分子量は第1表に示すように，DMSは126.14であり，DESは154.18である。実験に用いたものより濃度の高いDMS，DESでは，雄蛾は注射後5～10分で死亡して交尾することができない。また，この濃度でも産下後の卵の初期死亡等はかなり高い。

第1表 Mono-functional arm alkylating substances used for experiment

Dimethyl sulfate	$(CH_3O)_2SO_2$	M.W.126.14
Diethyl sulfate	$(C_2H_5O)_2SO_2$	154.18

Eastman Organic Chemicals (Kodak)

(3) 研究結果

結果は第2表に示すごとくであって，DMS, DESともに明らかな突然変異誘発作用を示すことがわかった。すなわち，DESでは2%の濃度で6.47%，DMSでは0.04%の濃度で3.81%の変異卵がみられる。*pe*座位と*re*座位の変異はDESでは約3：1の比で，DMSでは約5：1の割合で生じているが，これらの相対比が果して有意の差であるかどうかは，さらに実験を繰り返してみなければならないであろう。

第2表に示した突然変異率算出の基礎となった着色卵数はまだ概数であるので，これをもとにして精細なことをいうことは不可能であるが，DMSとDESとは非常に濃度が異なるにもかかわらず変異率があまり大きく変っていないこと（濃度が50倍異なるにもかかわらず変異率は2倍と変らない）は非常に興味あることである。

第2表 Frequencies of aberrations at marked loci *pe* and *re* when male moths were injected in their abdomens with dimethyl sulfate or diethyl sulfate

Agents	Conc.(%)	No of pigmented eggs	Aberrant eggs *pe*	*re*	total	%
DES	2	3,370	161	57	218	6.47
DMS	0.04	6,690	214	41	255	3.81

(4) 考察

Loveless (*Nature*, 181, 1212～13, 1958) はmethylationがethylationに比べてmutagenicの作用がより小さいことをphageを用いて明らかにした(EMSとEESを比較)。Freeseも同様にEMSとEESとを用いて確認している。これに対するFreeseの説明は次のごとくである。ethylで

あれ，methylであれ，あるalkyl groupを7の位置につけると，ringがプラスにchargeする。しかし，このalkyl groupがより多くelectronsを供給すればするほどプラスのchargeは小さくなるはずである。化学から，methyl groupがethyl groupよりよいelectron donorであることがよく知られている。このため，ringはプラスにchargeすることが少なくなり，そのためこのgroupの切断が少なくなることがわかる。Zamenhofは彼の最初の論文(*Microbial Genet. Bull.*, 16, 33, 1958)で，これらbasesのmethylationをみることはできたが，ethylationをみることは難しかったと述べている。これはmethyl groupがethyl groupの方より安定なことを示すわけである。このように考えると，DESがより効果的でなければならぬのにもかかわらず，DMSの効果の大きいことは興味がある。もちろん，agentの濃度が増すとともに誘発される突然変異は増加し，最後に平衡に達するので，DESの低い濃度でさらに調べる必要がある。

さらに最近，Aldersonとその協力者は，diethyl sulphateを用いてDrosophilaの飼料に混入した場合のdose responseと種々な時期のtestisのsensitivityを調べた(Pelecanos,M. and T. Alderson ; *Mut. Res.*, 1, 173～181, 1964. Alderson and Pelecanos ; *Mut. Res.*, 1, 182～192, 1964)。それによれば，DESが0.375%になると急激に変異率が上昇し，それ以後は平衡または低下する。彼はこのthreshold効果を飼料構成物との反応により失われるとしている。adultをDESで飼育して調べた伴性劣性可視突然変異は伴性致死に比し約1/25であった。また，adult feeding methodではspermatozoonが最もsensitivityが高い。そして若いgerm cellになるほど感受性が低下する。

〔研究発表〕

仲尾善雄，山口英子，町田勇；ジメチサルフェートおよびジエチルサルフェートによる蚕の突然変異誘発，日本遺伝学会第36回大会（1964年10月）

6. X線の突然変異誘発に対するペニシリン効果の差異

遺伝第1研究室
塩見敏男
吉川勲

38年度までの実験結果から，ペニシリン添食をしたショウジョウバエにX線を照射した場合，成熟精子における伴性劣性致死突然変異の誘発率は低下することがわかった。39年度は，X線照射時の成熟精子段階をさらに分け，24時間ごとのブルードについて，伴性劣性致死，常染色体転座，および優性致死，また，雌体内に入った精子を照射した場合のこれら諸突然変異の誘発率について実験を行ない，ペニシリン効果に関しての比較検討を行なった。

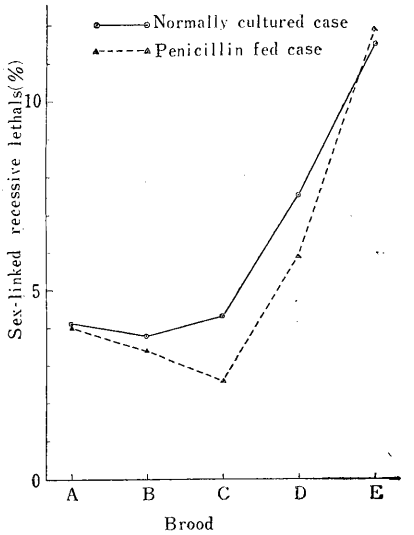
(1) 材料および方法

野生型Canton-S系統を飼料1m*l*あたり20,000単位のペニシリンGカリウム含有培地で飼育し，羽化した雄にX線を照射後検定用系統 $y\,sc^{s1}\,In\,49\;SC^{s};bw;st\,p^{p}$ の処女雌に交配して，伴性劣性致死および常染色体(Ⅱ－Ⅲ)転座の誘発率をF_2世代で検出した。優性致死突然変異率はF_1の未孵化率をもって計算した。雌体内精子の場合は，12時間Canton-S雄と交配させた検定用系統の雌に照射したのち，同様の過程で突然変異率を算定した。ブルードは24時間ごと3～5日間にわたって調べた。X線量は2,000および3,000Rを毎分100Rの割合で与えた。実験は25±1℃で行なった。

(2) 実験結果

1) 伴性劣性致死

38年度までに，成熟精子の時期(照射後72時間交配)におけるペニシリン効果を報告したが，この時期をさらに24時間ごとにA，B，Cのブルードに分けて調べてみると，効果のあるのはブルードC，つまり照射時に成熟精子としては最も若い時期であって，誘発率は有意に低下するが，最初の2日間にはあまり効果のみられないこと

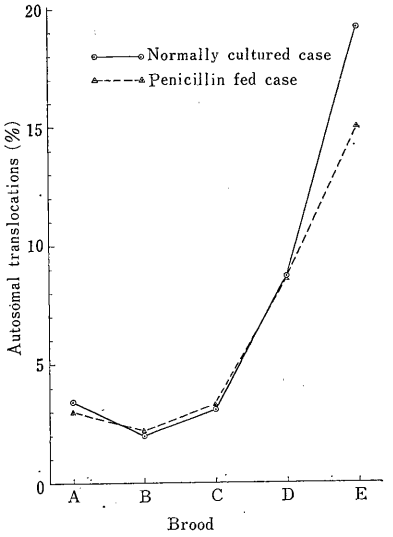


第1図　伴性劣性致死突然変異の誘発率に及ぼすペニシリン効果
羽化後2日の雄に2,000R照射24時間ごと5日間の交配によるブルード・パターン，A～Cが照射時成熟精子段階のもの

がわかった。第1図に羽化後2日たった雄に2,000 Rを照射した場合の結果を示す。羽化後1日あるいは3～4日の雄に照射した場合も同様な傾向を示した。

2）常染色体転座

転座の誘発率はいずれの場合にも全然ペニシリンによる影響はなく，対照の通常飼育による雄と照射した場合の誘発率との間に統計的な差異は認められなかった。羽化後2日の雄に，2,000R照射した場合の結果を第2図に示す。



第2図　常染色体転座の場合，ペニシリン効果はみられない。雄の令，線量などは第1図に同じ

3）優性致死

F_1における未孵化率は，雄の令，線量にかかわらず，いずれの場合も両グループの間に差がないか，あるいはペニシリン・グループの方が高い傾向を示した。一方，非照射対照群ではペニシリン・グループの方が未孵化率は低くなった。したがって，放射線によって誘発された優性致死と考えられるものは，ペニシリン添食群の方が高い率を示す結果となる。

4）雌体内の精子を照射した場合

雌の体内（受精嚢および貯精嚢）に貯えられた精子は，Canton-S雄と交配した検定系統の雌を照射して調べたが，伴性劣性致死突然変異率は通常群10.6%，ペニシリン群10.9%，転座率はおなじく12.8%および11.9%となり，いずれの場合も両者の間に有意差は認められなかった。優性致死誘発率はペニシリン群の方が有意に低い結果をえた。

（3）考　　察

ペニシリン添食によるX線誘発伴性劣性致死突然変異率の低下は，成熟精子段階内でも照射時に若い時期の精子においてみられることがわかったが，これは精子段階内における放射線感受性の差異（放医研年報，38年度）と関連して興味ある点である。また，伴性劣性致死に効果のある一方，染色体転座あるいは優性致死の誘発率に無効なことは，前者が点突然変異を主にしているのに対し，後者が染色体異常によるものであることと関係していると思われる。さらに，雌体内の精子では劣性致死の場合も無効である反面，優性致死で有効な傾向を示すなど，えられた結果は非常に複雑である。このように，誘発された突然変異の種類により，また精子の状態によって，ペニシリン効果に差異のみられることは，成熟精子段階における生理的条件の変化を反映したものと考えられ，問題の複雑性を示唆するとともに，今後の追求によって，突然変異誘発機構の解明に対する1つの手掛りを与えるものと思われる。

〔研究発表〕

1. 塩見敏男；ショウジョウバエの放射線感受性とペニシリン効果，日本動物学会第35回大会（1964年10月），動物学雑誌，73, 372～373
2. 塩見敏男；ショウジョウバエ精子の放射線感受性とペニシリン添食の効果，日本遺伝学会第36回大会（1964年10月），遺伝学雑誌，39，368
3. 塩見敏男；ショウジョウバエ生殖細胞の発育段階と放射線誘発突然変異率の差異，文部省研究報告集録（放射線影響編），昭和39年度，121p.

7. 放射線による mitotic recombination の染色体機構

遺伝第1研究室
中　井　　斌

（1）研究目的

放射線によって誘発される酵母の mitotic recombination の機構には，somatic recombination によるとする説（仮説1）と，meiotic recombination のあとの centromere 不分離にもとづくとする説（仮説2）が対立しており，まだ決定をみていない（Welkie & Lewis；1963，Hurst & Fogel；1964, etc.）。本研究はこの問題の解決をはかるために行なったものである。

（2）材　　料

a）2倍体酵母

xs144：前に同じ

xs 366 : $le_1 tr_5 ac_2^r met_{13} ty_5 ly_5 ad_{5.7}/ur_4 ad_2/ur_4\ ad_2$

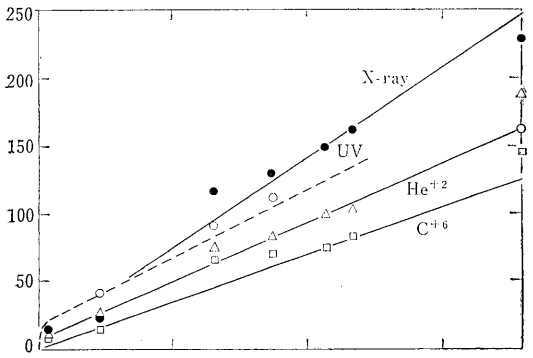
b) 半数体酵母

xs 163-5 A : $le_1 tr_5 ac_2^r\ met_{13} ty_5 ly_5 ad_{5.7} ur_1$

AN-33 : $thr_1\ ar_1$

(3) 実験結果

1) 仮説1に基づくと，組換えの頻度は marker gene の centromere よりの距離に positive に相関するはずであり，仮説2によると negative に相関することになる。xs144 を用いることによって極めて効率よく定量的にこれらの仮設を検定しうる。第1図に示すように，実験結果は明らかに仮説1を支持する。



第 1 図

2) 大線量照射の実験によると，従来得られた仮説2を支持する実験結果は，主として大線量のための multiple exchange による antifact であることが判明した。

3) 染色体内部の各部位における multiple crossing over の相互関係位置を xs144を用いることによって明らかにしうる。実験結果によると，multiple crossing over は相互に random な位置に生ずるものではなく，強い negative interference の性質を示している。このことは，crossing over の前段階として必要な染色体の対合が mitotic recombination の場合，局在化して生ずることを示しており，meiotic の場合（染色体の全長になって均一に対合すると考えられる）と著しく性質の異なることが示されている。

4) xs366の系統を用いて mitotic recombination の放射線線量効果曲線が定量的に求められた。すなわち，低線量域では組換えの頻度は直線的に増加するが高線量域では plateau に達する。この事実は plateau における高線量域でほとんどの組換えが multiple crossing over であることとあいまって，組換えには一定数の competent cell のみが関与することが示された。

5) xs 163-5A および AN-33 を用い，single parent irradiation を行なってのち接合させ，この2倍体についての組換価が求められた。この実験により，mitotic recombination は相同の染色体のうち，1個のみが放射線照射されることによっても誘発しうることが示された。

(4) 結　論

以上の実験事実から，放射線による mitotic recombination は somatic recombination に基づくこと，また，染色体の対合様式，competent cell の存在，その他染色体的機構に関する多くの特性が明らかとなり，meiotic recombination との差違を明確ならしめた。

8. 遺伝的組換に及ぼす各種放射線の作用比較と連鎖遺伝子の決定

遺伝第1研究室

中　井　斌

R. K. Mortimer*

*Donner Laboratory, Univ. of California, U.S.A.

(1) 研究目的

放射線によって遺伝的組換の頻度が著しく増加することは突然変異の誘発とともに，放射線のもつ重要な遺伝的作用の1つである。本研究はこの特性を利用して，従来かなり面倒な実験を必要とした酵母の連鎖遺伝子の決定を容易に行なう方法を確立し，また，heavy ion を含む各種の放射線の遺伝的組換に対する作用比較を行ない，染色体，遺伝子に対する放射線の作用を明らかならしめる目的をもって行なわれた。

(2) 連鎖遺伝子の決定

酵母の chromosome Ⅶの左腕に座位を有する ac_2^r と被験遺伝子をヘテロにもつ2倍体酵母の雑種を合成する。この雑種に放射線を照射してのち，アクチダイオンを含む完全培地によって sectored colonies を検出する。放射線による mitotic recombination の結果として，ac_2^r に連鎖する遺伝子は高頻度でホモとなり，レプリカ法によってこれを検出し得る。この方法によって，カリフォルニア大学に保有されている Berkeley yeast culture collection のうち29の独立の locus を有する遺伝子についてテストを行ない，met_{13}，ty_3，ly_5，$ad_{5.7}$ の4つの遺伝子が chromosome Ⅶの左腕に位置していることを発見した。

(3) 遺伝的組換に及ぼす各種放射線の作用比較

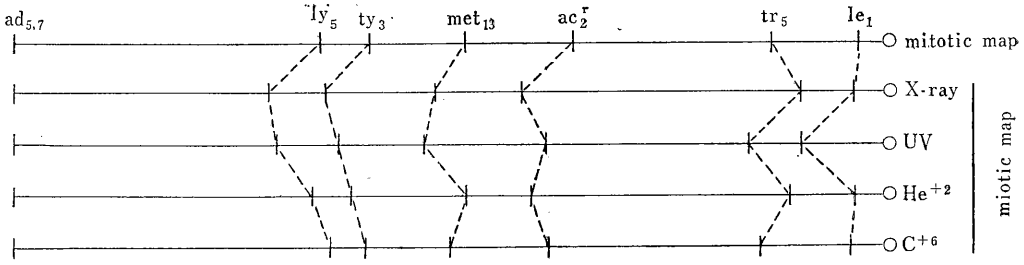
前記4個の遺伝子と既知3個の遺伝子を同一染色体に有する雑種 xs 144 を合成し，これによって遺伝的組換

の実験を行った。

$le_{1-1}tr_{5-18}ac_2^r$ $met_{13}ty_{3-1}ly_{5-1}ad_{5.7-1}/+$

この系統を使用することによって，meiotic および mitotic recombination の価を実験誤差が最も少なく，また全長約180CMの長大な染色体を7つの部分にわけて定量的に比較し得る。X-ray He^{+2}, C^{+6} イオンおよびUVによって誘発された mitotic recombination の値と tetrad analysis によって求められた meiotic recombination の値を第1図に比較してある。この結果によれば，一般的にいって両者の値は極めてよく対応しており，RBEの値を除いて異なった LET の放射線の間の染色体の各部位↗に対する質的な作用の違いは認められない。C^{+6} イオンの RBE 値はX-ray に対し約2.5倍になっている。さらに，紫外線の作用は，一般的傾向としてイオン化放射線と近似しているが，ただし明らかな centromere 効果が認められるのは興味深い。

以上の結果は，meiotic mitotic の間に差の認められる*Aspergillus* の場合と異なっており，また，染色体の各部位に対して recombination に関する放射線感受性に差のないことは，recombination の機構を考察する上に重要な知見であると思われる。



第　1　図

9. Photodynamic action によるλファージの不活性化およびλ-DNAの障害について

遺伝第1研究室

佐伯哲哉

富沢純一*

＊国立予防衛生研究所化学部

acridine orangeを用いたphotodynamic actionによって大腸菌K12株に復帰突然変異が生じることが明らかとなり（Nakai and Saeki；1964），また，この色素のDNAに対する結合様式も最近かなり明らかとなってきた（Lerman，他）。このような突然変異誘発の分子機構を知る第一歩として，photodynamic action がDNAに及ぼす影響を生物活性の変化およびDNAの分子構造の変化の両面からみることを目的として，λファージの不活性化およびDNA分子の切断について実験を行なった。

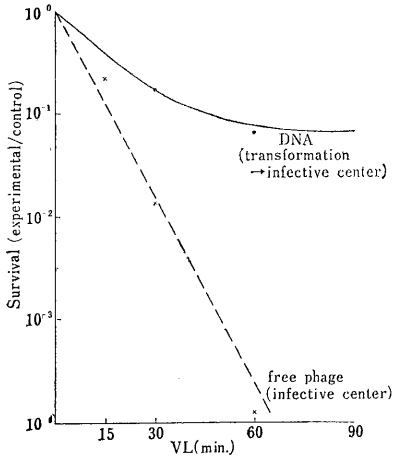
（1） 材料および方法

材料として λ_{vh}(virulent host range)，λ_{sus7} (suppressor$_7$)を用いた。DNAはλ_{vh}からフェノール抽出し生物活性変化をみるには，DNA溶液中にλ_{sus7}ファージを混合，acridine orange を加えて可視光線の断熱照射を行なう。処理後試料の一部は大腸菌 W3110 の spheroplast によってtransformationを行ない(Mackal, *et al.*;1961)，W3110を指示菌として寒天にまく。一方，一部の試料は希釈して大腸菌 C_{600} を指示菌としてまく。こうして同時に処理したファージDNAおよびファージの活性変化を比較できる。なお，このtransformationの効率は5～2×10^{-8}DNA moleculesである。一方，DNA分子の切断をみるため，^{32}Pでラベルしたλ_{vh}からDNAを抽出し，前記のように photodynamic inactivation を行なったのち，band centrifugation およびzone centrifugation (Tomizawa and Anraku;1965b)を行なった。遠心にはSpinco Lおよび SW39ローターを使用し，15℃，30,000 rpm で3～3.5時間行なう。遠心後ピンホール法で分画し，GMカウンターによる放射能測定によって定量する。

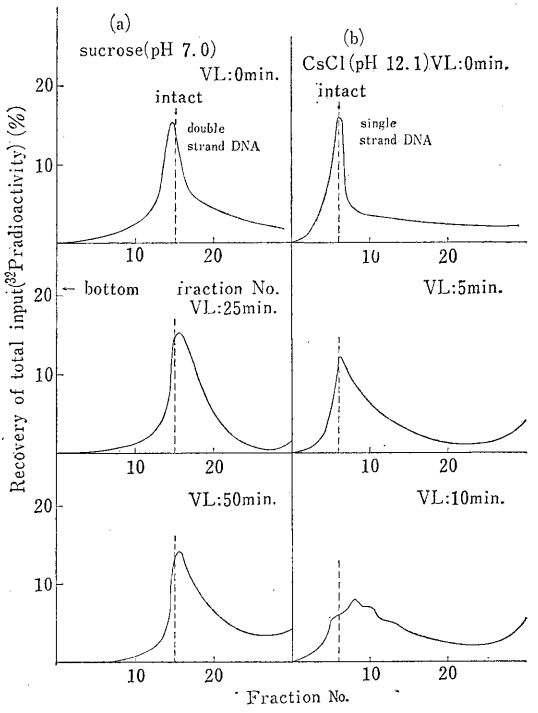
（2） 結果および考察

まず，photodynamic action による生物活性変化をファージおよびファージDNAの活性変化によって調べ，さらにこの両者の反応の相違を調べた。第1図(次頁)にみられるように，ファージの致死曲線は照射光量に対して直線的であるが，DNAのそれは曲線的であり，さらに後者は前者より2倍以上抵抗性であることがわかる。ファージ粒子がそのDNAより感受性が高いことについては，photodynamic action による障害がDNAのみに生じるのではなく，ファージ蛋白，ことに吸着に関係する部分の変性を生ずるのか，あるいはファージ粒子内と単離DNAとでは色素とDNAの結合の効率が異なる可能性が考えられる。

次に，このような生物活性の低下に対応するファージ



第1図　Inactivation of biological activity



第　2　図

DNAの切断の程度を沈降速度測定によって調べた。photodynamic actionによるDNA分子の切断は1本鎖に生じることが多いといわれている（Freifelder, *et al.*; 1961）ので，zone centrifugationで2本鎖の切断を，他方，band centrifugationで1本鎖の切断を調べた（第2図a, b）。2本鎖DNAの沈降パターン（第2図a）は光量が2 LHD(lethal hit dose, 1 LHDは約15 min.)，4 LHDと増加するにつれてわずかに低分子化の傾向を示しているが，その変化は極めて小さい。これに反し，1本鎖の切断は1/3～2/3 LHD程度の光量で極めて明らかとなり，DNA分子はランダムの大きさに分断される（第2図b）。第1図の生物活性の失活度と比較してみると，1) photodynamic actionによるDNAの切断は，まず1本鎖においてランダムな位置に起り，2次的に2本鎖の切断が生じる。2) 現在のところ，数量的に計算するにはいたっていないが，1本鎖の切断の形成効率からみると，これがすべて致死的であるにはやや効率が高すぎるようにみえる。多くの1本鎖切断を含むにもかかわらず，DNA分子はほとんど長さに変化のない1本の2本鎖構造を維持しておるので，UVにおけると同様な回復機構の可能性が考えられる。

本実験は国立予防衛生研究所化学部で行なわれたものである。

10. 人類の末梢白血球におけるX線誘発染色体切断と再結合

遺伝第1研究室
中西　宥
加藤旌夫*

＊生物第2研究室

放射線により誘発される染色体切断の再結合には2つの型があることが知られている。すなわち，切断端のあるものは照射後直ちに（5分以内）他の切断端との結合を完了し，あるものは，少なくとも4時間は再結合しない。この現象は，細胞に種々の時間間隔で2回の分割照射を行ない，その後の染色体交換の類度の変化を調べることにより確められる。しかし，この2つの再結合の型が生じる機構に関しては，未だ決定的な説明がない。また，これらの研究は主として植物細胞を用いて行なわれ，動物細胞に関する資料はほとんどない。

本研究では，phytohemagglutinin (PHA)により細胞分裂を誘起させる人類の白血球培養法を用いて，前DNA合成期にある細胞における染色体切断と再結合の様式を調べ，前述の現象に関する機構を明らかにしようと試みた。

（1）材料および方法

健康な男子の末梢白血球を採血してMoorheadらの方法により培養し，染色体を観察した。

実験1：PHA処理前に，5，10，20，30，40，60分の間隔でそれぞれ300 Rずつ2回の分割照射を行なった。

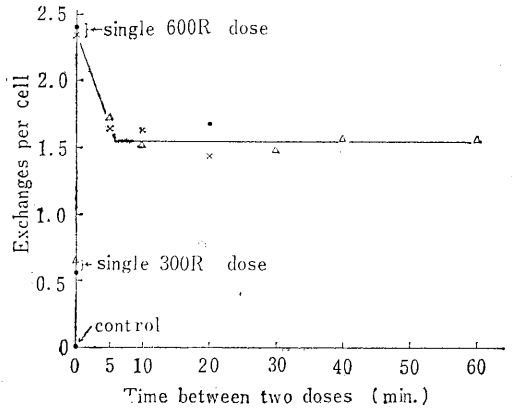
実験2：PHA処理後14時間目から，5，10，20，30，

40, 60, 180分の間隔をおき2回の分割照射を行なった。

照射条件は次の通りである。線量率：390R/min., 200 kVp, 25 mA, FSD=20 cm, 染色体標本の作製はPHA処理後68時間目に行なった。また，照射時の細胞がG_1期にあることを確かめるため，PHA処理前および処理後に時間を追って^{3}H-チミジンを培養液に入れ，2時間後に固定してオートラジオグラムを作製した。

（2） 結　　果

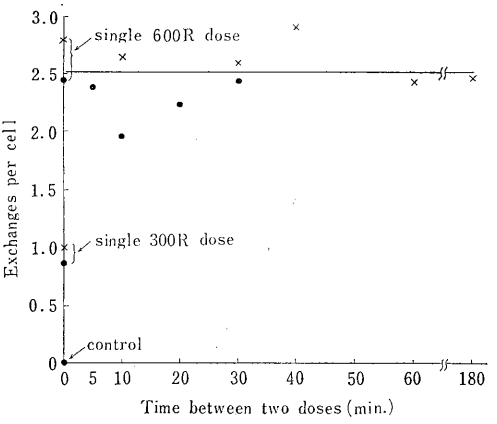
実験1：PHA処理前に照射された白血球における染色体切断の再結合の頻度は第1図に示される通りである。誘発された染色体異常は染色体型（chromosome-type aberration）であり，染色分体型（chromatid-type）の異常はほとんど観察されなかった。染色体交換としては，dicentrics および rings を数え，対称相互交換は正確な識別が困難であったため除外した。



第 1 図

第1図に示されるように，細胞1個あたりの交換の数は，単一線量600 Rを照射した場合2.37であり，300 Rでは0.63である。しかし，600 Rを300 Rずつ分割し照射すると，いずれの時間間隔で与えてもその頻度は単一照射600 Rに比して減少する。その頻度は1.52/細胞で，単一線量300 Rにおける交換の頻度の2倍強である。この結果より，切断端の再結合は少なくとも5～10分以内に完了することが明らかである。

実験2：第2図はPHA処理後13～17時間経て照射を受けた細胞における染色体交換の頻度を示している。染色体交換の頻度は，実験1の結果とは異なり，いずれの分割照射においても，単一線量600 Rにおけるそれに近似の価を示した（細胞あたり約2.5）。この結果，切断端は少なくとも3時間は他の切断端と結合せずにとどまっているものと考えられる。



第 2 図

オートラジオグラフ法により^{3}H-チミジンの取込みの様相を調べた結果，PHA処理前の細胞にはほとんど取込みがなく，またPHA処理後も20～24時間目以前ではほとんど取込みがみられなかった。標識細胞は，処理後24時間から増加し始め，68～72時間目にその数が頂点に達する。

（3） 考　　察

末梢血液をPHAで処理すると，リンパ球が特異的な反応を示して分裂を開始することが知られている。処理後20～24時間からDNA合成が始まり，分裂頻度は72時間目以降最初の頂点に達するものと考えられている。この際，リンパ球の大きさは増大し，処理後72時間目では処理前の数倍となる。

本研究において，照射がいずれも前DNA合成期（G_1期）の細胞に行なわれたことは明らかである。しかし，同じG_1期ではあっても，PHA処理前と処理後における細胞の生理的条件には大きな差異があると想像される。実験2における切断端が再結合せずに長くとどまっている現象の説明の1つとして，PHA処理後細胞内に誘起される非常に高い物質代謝の活性のために，切断端の再結合が要求するエネルギーの供給がみたされないためではないかということが考えられる。この可能性を確めるため，種々の代謝阻害物質と放射線との併用により，再結合の様相に起る変化を調べる実験を計画し，実行中である。

11. カイコの精原細胞の放射線感受性Ⅰ. X線照射により生ずるピクノーシスと異常細胞分裂

遺伝第1研究室
中西　宥
岩崎民子*
加藤旌夫**

*生物第1研究室
**生物第2研究室

38年度の研究において，カイコの精原細胞は同一精原細胞嚢内の細胞の数により6つの発育段階（細胞期）に区別することが可能になった（放医研年報，38年度，129頁）。39年度は，発育段階別による精原細胞の放射線感受性をピクノーシスおよび異常細胞分裂の出現頻度から定量的に詳細に調査した。なお，38年度においては，各細胞期の精原細胞をその細胞数により1-，2-，4-，8-，16-，32-細胞期の精原細胞と呼んだが，39年度からは，精原細胞-Ⅰ（あるいは精原細胞嚢-Ⅰ），-Ⅱ，-Ⅲ，-Ⅳ，-Ⅴ，-Ⅵと命名することに決定した。さらに簡略して時には細胞期-Ⅰ～-Ⅵともいう。

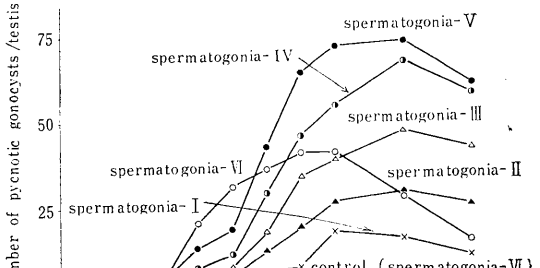
（1） 材料および方法

孵化後7日目のC108カイコ幼虫を主として用いた。X線1,000 R(200 kVp, 19 mA, FSD=40 cm, 300 R/min.)照射後，Allen's PFA-3液で固定し，パラフィン連続切片（厚さ8μ）を作り，メイヤーのヘマラム-エオシン染色を行なった。ピクノーシスを起した精原細胞の出現頻度および異常細胞分裂の出現頻度の算定には，1個の精室についての連続切片中にみられる全精原細胞嚢を各細胞期別に数えた。そして数個体について得られた値の平均値を求めた。

（2） 結果および考察

1） ピクノーシスを起した精原細胞の出現頻度

1,000 R照射後，5分～2時間ごとに精巣を固定し，ピクノーシスを起した精原細胞を含む精原細胞嚢の出現頻度を調査した(第1図)。照射8～10時間後において，ピクノーシスを起している精原細胞嚢-Ⅵの出現頻度は最も高く，精原細胞嚢-Ⅴ，-Ⅳ，-Ⅲ，-Ⅱ，-Ⅰの順にその出現頻度は低くなる。その後，精原細胞嚢-Ⅵの出現頻度は他の時期のものより徐々に低下する。最大値は精原細胞嚢-Ⅰ～-Ⅴでは16～20時間後に示された。24時間後においては，いずれの時期のピクノーシスを起した精原細胞嚢もその数を減少してくるが，これは早くピクノーシスを起した細胞が崩壊するためであると考えられる。



第　1　図

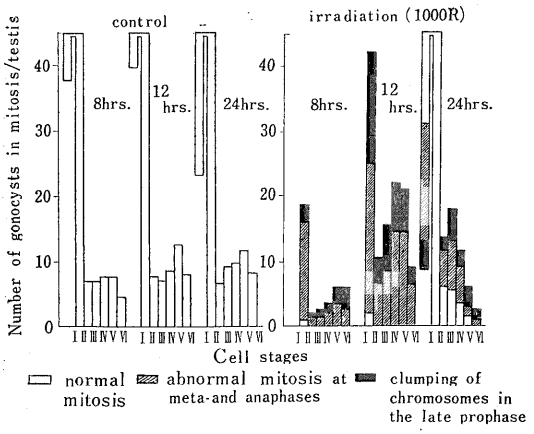
さらに，X線照射後8，12，24時間後の精巣および非照射の精巣について，各細胞期の精原細胞嚢の総数とそれぞれが集団で占める割合を調査したが，いずれの精巣においても，各細胞期の精原細胞の占める割合はほとんど変らない。しかし，精母細胞の割合は非照射の精巣において増加していることから，照射を受けた精巣では，精母細胞への分化がある程度阻害されていることを示している。

これらの結果より，精原細胞-Ⅵが最も放射線感受性が高く，早い発育段階にある精原細胞ほど感受性が低いことがわかる。

2） 異常細胞分裂の出現頻度

異なった発育段階における精原細胞の放射線感受性の差異を正常および異常分裂を行なっている精原細胞嚢の数について調べた。非照射個体では精巣あたり約100個の精原細胞嚢が分裂を行なっている。一方，照射個体においては，照射2～8時間後において著しく分裂が抑制される。12時間後には分裂頻度は急激に増大し，照射16～24時間後ではその頻度は変らない。この著しい増加は，照射された細胞の分裂頻度の増加の真の値を示すものではなく，分裂中期の細胞の蓄積によるものである。分裂を行なっている細胞のほとんどは異常であるが，16時間後には正常分裂が再び現われ始める。

さらに，各細胞期別に細胞分裂を行なっている精原細胞嚢を，照射後8，12，24時間に調べた（第2図)。調査した分裂像は次の3つに大別した。(1)正常な分裂像（分裂中・後・終期)，(2)分裂前期における染色体の異常凝縮，(3)分裂中・後期における染色体の異常凝縮。非照射個体においては，精原細胞-Ⅰを除いては分裂期にある精原細胞-Ⅱ～-Ⅵの数には大差がなく，異常分裂像はみられなかった。一方，照射個体では，照射8～12時間後において，分裂中の精原細胞嚢は種々の程度の異常像を示す。24時間後に正常な分裂像を示す精原細胞嚢がかなり観察されるが，発育段階の進んだ細胞期の精原細胞ほ



第 2 図

どその数は少ない。

以上の結果より，カイコの精原細胞の放射線感受性を，ピクノーシスの出現頻度および異常細胞分裂の出現頻度に基づいて考察すると，進んだ発育段階の精原細胞ほど感受性が高いことが結論できる。

この研究の一部は文部省班研究の費用によった。

〔研究発表〕

1. 中西宥；カイコの精原細胞の放射線感受性についての細胞学的研究，日米科学協力による放射線遺伝学セミナー（1964年11月）
2. 中西宥，岩崎民子，加藤旌夫；カイコの精原細胞の放射線感受性，文部省研究報告集録（放射線影響編），昭39
3. Y. H. Nakanishi, T. Iwasaki and H. Kato; Cytological studies on the radiosensitivity of spermatogonia of the silkworm, *Japanese Journal of Genetics*, 40 (Suppl.), 49～67 (1964)

12. カイコの精原細胞の放射線感受性 II・分裂周期における放射線感受性

遺伝第1研究室
中西 宥
加藤旌夫*
岩崎民子**

*生物第2研究室
**生物第1研究室

前報（I）において述べたごとく，カイコの精原細胞は発育段階により6種類に分けられ，おのおのの細胞はそれぞれ異なった放射線感受性を示すことが明らかになった。すなわち，発育段階の遅い時期にある精原細胞ほどより高い感受性を示す。本研究では，オートラジオグラフ法を用いて，各精原細胞の分裂週期を決定するとともに，分裂週期内における放射線感受性の変異との関係を明らかにしようと試みた。

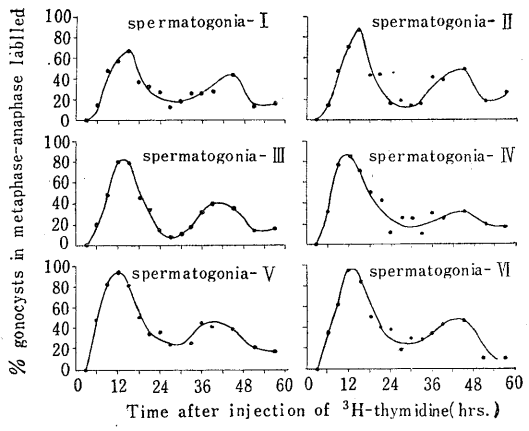
（1） 材料および方法

孵化後14日目のカイコ幼虫（雄）の腹腔内に，^{3}H-チミジン（10μCi/個体，S.A.7.2 C/mol）を注射し，1時間後にX線（1,000 R）を照射した。照射条件は前報（I）と同じである。照射後幼虫を数個体ずつ4時間ごとに24時間まで固定し，パラフィン切片標本を作製した。対照として，同量の^{3}H-チミジン投与を受けた個体を3時間ごとに0時間から57時間まで固定した。オートラジオグラフの作製にはサクラオートラジオグラフ用乳剤（NR-M2）を用い，10日間露出現像後，切片にメイヤーのヘマラム-エオシン染色を施した。

（2） 結　果

1）精原細胞の分裂週期および各期の長さの決定

対照区の幼虫における標識された分裂像（中期，後期）の出現頻度を^{3}H-チミジン注射後の時間を追って調べ，第1図に示されるような曲線を得た。この曲線を分析して得られた各精原細胞の分裂週期の長さ，前DNA合成期（G_1期），DNA合成期（S期）および後DNA合成期（G_2期）の長さは第1表の通りである。1分裂週期の長さは精原細胞-Iから-VIまでの間においてほとんど差がなく，27～29.5時間である。また，G_1期の長さも各精原細胞間に顕著な差はない。しかし，S期は発育の進んだ精原細胞になるに従がって長くなり，逆にG_2期は短かくなる傾向を示した。



第 1 図

第1表　Timing of the cellular cycle and its parts in spermatogonia of the silkworm

	Stages of spermatogonia					
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ
Average life span	29～30 hrs.	28～30hrs.	28～30hrs	30hrs.	28～3hrs.	30hrs.
pre-DNA synthetic time (G_1)*	10.5～11.5	9.5～11.5	9.5～11	11	9～11	10
DNA synthetic time (S)	10.5	10.5	11	12	13	13
post-DNA synthetic time (G_2)**	8	8	7.5	7	6	7

* Including metaphase through telophase and the portion of interphase preceding DNA synthesis

** From the end of DNA synthesis to metaphase

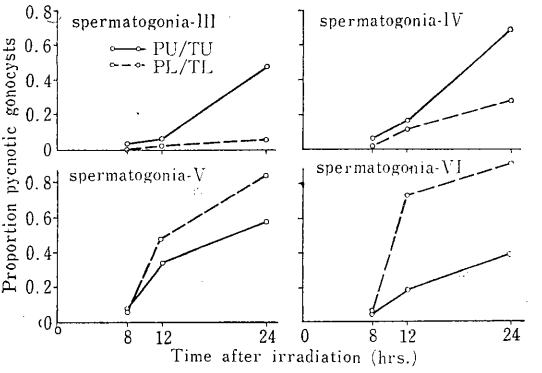
2）分裂週期におけるDNA合成と放射線感受性との関係

本実験において，X線照射は^{3}H-チミジン注射後1時間を経て行なわれた。したがって，標識されている精原細胞は照射時にS期にあったものと考えられる。

まず，ピクノーシスを示す精原細胞嚢総数に対するピクノーシス・標識精原細胞嚢数の割合を求めた。その割合は，各細胞期の精原細胞において明らかに異なっていることがわかった。すなわち，精原細胞-Ⅰから-Ⅳでは総ピクノーシス精原細胞嚢のうち標識されたものが約30%であったのに対し，精原細胞-Vでは50%，-Ⅵでは75%とその割合が増加している。この結果，DNA合成期と放射線感受性との間には明らかな関係が存在していることが示唆された。

上記の可能性を確かめるため，非標識精原細胞嚢総数に対する非標識ピクノーシス・精原細胞嚢数の割合（PU/TU），および標識精原細胞嚢総数に対する標識ピクノーシス・精原細胞嚢数の割合（PL/TL)を，精原細胞-Ⅲ～-Ⅳについて求め，比較した（第2図)。精原細胞-Ⅲおよび-Ⅳにおいては，PL/TLはPU/TUより低い。このことは，これらの細胞期の精原細胞において，照射時にDNA合成期にあった細胞が，ピクノーシスを起す頻度は他の時期（G_1およびG_2期）にあったものに比して少ないことを示していると考えられる。しかし，精原細胞-Vおよび-Ⅵにおいては全く逆の関係が得られた。すなわち，PL/TLはPU/TUよりはるかに高い値を示す。これらの細胞期の精原細胞においては，照射時にS期にあった細胞は高い頻度でピクノーシスを起すことが示唆される。

第2図に示されるように，ピクノーシスを起した細胞は照射後8時間目に現われ，その後急激に増加することがわかった。また，その増加は遅い細胞期の精原細胞ほど顕著である。



第　2　図

（3）考　　察

一般に細胞死は，分裂週期のいずれの時期に照射されてもG$_2$期から分裂前期になってはじめて起こると考えられている。第2図および前報（Ⅰ，第1図，97頁）に示されるように，ピクノーシスを起した精原細胞が，照射後8時間目にはじめて現われることから，照射時にG$_2$期にあった細胞は上述の時期における死を逃れたものと考えられる。逆にいえば，G$_2$期は比較的低い放射線感受性をもつことが示唆される。この傾向は早い細胞期の精原細胞ほど顕著である。

発育段階の遅い時間にある精原細胞によって示される高い放射線感受性は，これらの細胞においては，早い細胞期の精原細胞に比して，高い放射線感受性を示す時期（S期）がより長く，また，放射線感受性の低い時期（G$_2$期）がより短かいことによるものと考えられる。

この研究の一部は文部省班研究の費用によった。

〔研究発表〕

1.　中西宥；カイコの精原細胞の放射線感受性につい

ての細胞学的研究，日米科学協力による放射線遺伝学セミナー（1964年11月7日）
2. 中西宥，岩崎民子，加藤旌夫；カイコの精原細胞の放射線感受性，文部省研究報告集録(放射線影響編)，昭39
3. Y. H. Nakanishi, T. Iwasaki and H. Kato ; Cytological studies on the radiosensitivity of spermatogonia of the silkworm, *Japanese Journal of Genetics*, 40 (Suppl.), 49～67 (1965)

13 カイコの精原細胞の放胞線感受性Ⅲ．顕微分光分析法によるDNA量の測定

遺伝第1研究室
中西　宥
岩崎民子*
加藤旌夫**
小穴良子***

*生物第1研究室
**生物第2研究室
***研究生

X線照射によりカイコの生殖細胞に起る変化を追求する1つとして，細胞のDNA量をフォイルゲン顕微分光分析法により測定した。

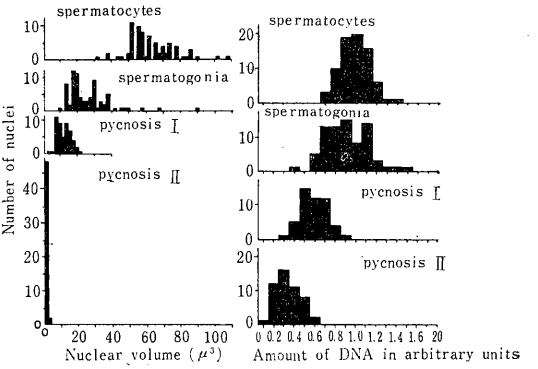
（1） 材料および方法

材料には孵化後7日目および14日目のカイコ幼虫(C108)を用いた。精巣をX線(1,000R)照射後14, 12, 24, 36, 96時間に非照射の精巣とともに50％ホルマリン液で10時間固定し，8μおよび10μのパラフィン切片を作ったフォイルゲン反応は60℃に温めた1Nの塩酸で14分間加水分解し，シッフの試薬で2時間染色した。DNA量の測定はオリンパス顕微分光光度計（MSP-AⅣ）を用いてSwiftの方法により行なった。

（2） 結　果

DNA量の標準値は前期の遅い時期の第1精母細胞の平均値から算定した（第1精母細胞のDNA合成は，その形成直後に起る）。X線照射により原始生殖細胞はピクノーシスを起さないが，核の直径は増加する傾向にあり，96時間後に回復する。精原細胞は高い頻度でピクノーシスを起すとともに核の直径が増した細胞も出現するが，36時間後には回復する。しかし核の直径が増加した細胞のDNA量は非照射の細胞核のそれと異ならない。

ピクノーシスを起した精原細胞はその核の大きさからⅠ型とⅡ型に大別される。ピクノーシスーⅠ型は細胞も核も僅かに収縮し，クロマチン物質は異常凝集を示している。ピクノーシスⅡ型は，核が著しく収縮し，その内部



第　1　図

構造は不明瞭となり核は無構造な球状の塊となる。ピクノーシスーⅠの核ではDNA量の減少は僅かであるが，ピクノーシスーⅡ型の核では非照射の細胞核の約半分に減少している（第1図）。

（3） 考　察

X線照射により，核が大きくなってもDNA量に変化がないのは，核が単に膨潤して大きくなったのか，あるいはDNA量には変化がないが，タンパク質が増加したことを示している。このことは，核の形態的変化としてのみでなく，遺伝的障害を考える上にも興味がある。このような，DNA量には変化がなく照射後時間が経過すると一見正常の細胞と区別がつかなくなる細胞に，遺伝的障害が起っていることを示唆しているからである。

Leuchtenberger (*Chromosoma*, 3, 449, 1950)は，ハツカネズミの腫瘍（Sarcoma 180）の細胞のピクノーシス核を3期にわけている。ピクノーシスーⅠではDNA量はメチルグリーン染色をしてみると半分以上が分解しているが，全体量には著しい変化がない。タンパクは正常の半分位に減少している。しかし，ピクノーシスーⅡおよびーⅢにおいてはDNA量の減少が起っていることを報告している。これはタンパクの分解が起ったことを意味しており，さらにヌクレアーゼが働き核酸を分解してゆくと述べている。本研究においても，ピクノーシスーⅠではDNA量にはほとんど変化がなく，ピクノーシスーⅡでDNA量は約半分に減少している。ピクノーシスを起した細胞はやがて崩壊してしまい，遺伝的障害には関与していないと考えられる。

この研究の一部は文部省班研究の費用によった。

〔研究発表〕

1. 中西宥；カイコの精原細胞の放射線感受性についての細胞学的研究，日米科学協力による放射線遺伝学セミナー（1964年11月）

2. Y. H. Nakanishi, T. Iwasaki and H. Kato ; Cytological studies on the radiosenstivity of spermatogonia of the silkworm, *Japanese Journal of Genetics*, 40 (Suppl.), 49～67 (1964)

14. カイコの精原細胞の放射線感受性 Ⅳ. 紫外線局部照射を受けた精原細胞の変化

遺伝第1研究室
中西　宥
加藤旌夫*

＊生物第2研究室

38年度に，同一被嚢内の精原細胞は細胞間橋 (intercellular bridge)により互いに連結していることを報告した。本研究においては，被嚢内の精原細胞群の1～3個の細胞に，紫外線マイクロビームを照射した時に，その障害が細胞間橋により連結している他の精原細胞に伝播するか否かを位相差顕微鏡映画により研究した。

(1) 研究方法

3令のカイコ幼虫から精巣を取出し，石英製ホロースライドを用いて精原細胞嚢の懸滴標本を作り，直径10μの紫外線マイクロビームを5分間照射した。観察温度は25℃，撮影速度は毎分10コマである。

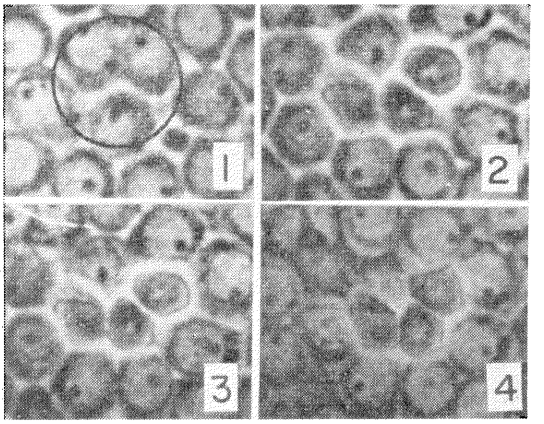
(2) 結　果

第1～4図は，精原細胞嚢の細胞のうち3個の精原細胞に紫外線マイクロビームを照射した実験例の16ミリフィルムからのコマ焼写真である。

照射を受けた精原細胞は15～20分後に収縮し始め，ピクノーシスを起す。数十分後には核細胞質も収縮して典型的なピクノーシスの像を示すようになる。しかし，照射を受けた細胞と細胞質の橋で連結している非照射の細胞へも，照射後数時間経過しても照射の影響が伝わらず，ピクノーシスを起さない。

(3) 考　察

Kaufmann and Gay (Repair from Genetic Radiation Damage, ed., F. H. Sobels, Pergamon Press, Oxford, pp. 375～412, 1963) はショウジョウバエの精原細胞が細胞間橋により連結していることを観察した。彼らによると，このような細胞間橋の存在が同一精原細胞嚢内の細胞の突然変異誘発効果を減少あるいは増加させるように働いていると述べている。そして，その理由として1個の細胞に生じたdiffusible materialが他の細胞に細胞間橋を通じて移るからだろうと論じている。本実験において，被照射細胞に起ったピクノーシスの変化が同一精原細胞嚢内の他の非照射細胞に伝わらないことは，照射により生じた物質が細胞間橋により他の細胞へ伝播しないことを示唆している。X線照射実験において同一の精原細胞嚢内の精原細胞が同じようにピクノーシスを起すのは，シンクロナスな分裂と相まつて，これらの細胞が同じ生理状態にあるためであると思われる。しかし，観察時間は技術上の制約のため照射後数時間に限られるので，断定的に結論することは危険なように思われる。



第1～4図　Selected film frames from a cine record of successive stages showing the pycnotic degeneration of spermatogonia which received ultraviolet microbeam irradiation within a single gonocyst. 1; immediately before irradiation. Three cells (indicated by circle) have been irradiated. 2～4 ; pycnotic degeneration takes place in irradiated cells, while no visible change is observed in the adjacent spermatogonia which are connected with irradiated cells by intercellular bridges (taken 15, 20 and 74 minutes after irradiation).

この研究の一部は文部省班研究の費用によった。

〔研究発表〕

1. 中西宥；カイコの精原細胞の放射線感受性についての細胞学的研究，日米科学協力による放射線遺伝学セミナー (1964年11月)
2. 中西宥，加藤旌夫；紫外線局部照射を受けたカイコの精原細胞の変化，文部省研究報告集録（放射線影響編），昭39
3. Y. H. Nahanishi, T. Iwasaki and H. Kato ; Cytological studies on the radiosensitivity of spermatogonia of the silkworm, *Japanese Journal of Genetics*, 40 (Suppl.), 49～67 (1946)

15. 遺伝的荷重に及ぼす連鎖の影響

遺伝第2研究室
根井正利

集団中の突然変異遺伝子が超優性によって保持されている（平衡仮説）か，突然変異と淘汰のバランスによる（古典仮説）かを知ることは，放射線の遺伝的障害を究明する上に重要な事柄である。人類においては，この両者の区別は通常近親婚のデータを用いて行なわれるが，この際に用いられる Morton, *et al.* (1956) の理論では，遺伝子の連鎖やエピスタシスの効果が無視されている。この研究は，これら連鎖とエピスタシスが存在する場合の遺伝的荷重を近親婚の種類との関係のもとに調べたものである。

いま，2個の遺伝子座を考え，おのおのが2個の対立遺伝子（A_1, A_2 および B_1, B_2）をもつとし，その際生ずる6個の遺伝子型の適応度を第1表のように表わすことにする。また A_1B_1, A_1B_2, A_2B_1, A_2B_2 なる配偶子の頻度をそれぞれ P, Q, R, S とする。すなわち，無作為交配集団中の任意の1個体が A_1B_1, A_1B_2, A_2B_1, A_2B_2 なる配偶子を生ずる確率がそれぞれ P, Q, R, S である。いまこの個体と1つの遺伝子座に関して f (inbreeding coefficient), 2つの遺伝子座に関して F (joint inbreeding coefficient) なる関係にある個体を考え，両者の交配によって各遺伝子型の生ずる確率を計算すると次のようになる。

遺伝子型	頻度
$A_1A_1B_1B_1$	$\phi P^2+(f-F)P(P-S)+fP$
$A_1A_1B_1B_2$	$2\phi PQ+(f-F)(2PQ+PS+QR)$
$A_1A_1B_2B_2$	$\phi Q^2+(f-F)Q(Q-R)+fQ$
$A_1A_2B_1B_1$	$2\phi PR+(f-F)(2PR+PS+QR)$
$A_1A_2B_1B_2$	$2\phi(PS+QR)$
$A_1A_2B_2B_2$	$2\phi QS+(f-F)(2QS+QR+PS)$
$A_2A_2B_1B_1$	$\phi R^2+(f-F)R(R-Q)+fR$
$A_2A_2B_1B_2$	$2\phi PS+(f-F)(2RS+PS+QR)$
$A_2A_2B_2B_2$	$\phi S^2+(f-F)S(S-P)+fS$

ただし，ϕ は $1-2f+F$ である。

これらの遺伝子型頻度と第1表の適応度を用いて，f および F なる関係（たとえば，いとこ結婚では $f=1/16$, $F=(1-r)^2\{2(1-r)^4+2(1-r)^2r^2+r^2\}/32$ で，r は2遺伝子座間の組換価）の人の間の子供の平均適応度を計算すると，次のようになる。

$$\overline{W}=\overline{W}_R-f[\overline{W}_R+PS(e_{22}+e_{11})-QR(e_{21}+e_{12})-\overline{W}_I]+F[PS(e_{22}+e_{11})-QR(e_{21}+e_{12})]$$

ただし

$$\overline{W}_R=PW_{AB}+QW_{Ab}+RW_{aB}+SW_{ab}$$

$$\overline{W}_i=PW_{22}+QW_{20}+RW_{02}+SW_{00}$$

であり，また

$$W_{AB}=PW_{22}+QW_{21}+RW_{12}+SW_{11}$$

$$W_{Ab}=PW_{21}+QW_{20}+RW_{11}+SW_{10}$$

$$W_{aB}=PW_{12}+QW_{11}+RW_{02}+SW_{01}$$

$$W_{ab}=PW_{11}+QW_{10}+RW_{01}+SW_{00}$$

$$e_{22}=W_{22}-W_{21}-W_{12}+W_{11}$$

$$e_{21}=W_{21}-W_{20}-W_{11}+W_{10}$$

$$e_{12}=W_{12}-W_{11}-W_{02}+W_{01}$$

$$e_{11}=W_{11}-W_{10}-W_{01}+W_{00}$$

である。e_{ij} はエピスタシスの尺度で，エピスタシスがない場合にはすべて0となる。したがって，遺伝的荷重は

$$L=(1-\overline{W}_R)+[(\overline{1}-W_I)-(\overline{1}-W_R)+\varepsilon]f-\varepsilon F$$
$$=L_R+(L_I-L_R+\varepsilon)f-\varepsilon F$$

で与えられる。ただし，ε は $PS(e_{22}+e_{11})-QR(e_{21}+e_{12})$ であり，L_R および L_I はそれぞれ無作為交配下（$f=0$）および完全近交下（$f=1$）の遺伝的荷重である。この式は一見簡単にみえるが，実際には L_R と L_I が適応度と組換価の複雑な関数になっており，特殊な場合を除いて，L_R, L_I, L の計算は電子計算機なしにはほとんど不可能である。

第1表 Fitnesses of the nine genotypes possible for two loci

	B_1B_1	B_1B_2	B_2B_2
A_1A_1	W_{22}	W_{21}	W_{20}
A_1A_2	W_{12}	W_{11}	W_{10}
A_2A_2	W_{02}	W_{01}	W_{00}

第2表 Genetic loads for overdominance and mutation models

(i) Overdominance model*

r	L_R	L_I	$L_I-L_R+\varepsilon$	ε	L_I/L_R
.5	.2721	.7158	.4558	.0121	2.63
.01	.2512	.7476	.4970	.0006	2.98

(ii) Mutation model**

.5	.000021	.00647	.00646	.00001	308.1
.01	.000019	.00617	.00618	.00003	324.6

*$W_{22}=0.5$, $W_{21}=W_{12}=W_{11}=1$, $W_{20}=W_{02}=W_{10}=W_{01}=W_{00}=1$; mutation rate $=10^{-5}$

**$W_{22}=W_{21}=W_{12}=W_{11}=1$, $W_{20}=W_{02}=W_{10}=W_{01}=W_{00}=1$

そこで，超優性模型と突然変異模型の典型的ないくつかの場合につき，電子計算機を用いて検討したが，その結果の一部を示すと第2表のようである。これからわかることは，L_I/L_R 比が超優性模型と突然変異模型によって大きく異なることである。この結果は，たとえエピスタシスと連鎖があっても，近親婚のデータによって平衡仮説が正しいか古典仮説が正しいかの判断が可能なことを示すものである。しかし，エピスタシスと連鎖があると，Mortonらが考えたように，遺伝的荷重は近交係数に直線比例をせず，したがって，fの小さな近親婚のデータから直線回帰によって L_I を推定することは必ずしも適当ではない。

〔研究発表〕

Nei, M.; Effect of linkage on the genetic load manifested under inbreeding, *Genetics*, 51, 679～688(1965)

16. 血液型の頻度分布からみた日本人集団の遺伝的構造

遺伝第2研究室
根井正利
今泉洋子

一般の人類集団は交配の面からみると数多くの分集団に分かれていると考えられるが，この分化の様式を知ることは放射線の遺伝的障害を知る上に重要である。なぜなら，分集団の大きさが小さい場合には，有害遺伝子の頻度が機会的に変動し，遺伝的荷重が大きくなる可能性があるからである(Kimura, Maruyama and Crow;1963)。この研究はこのような観点から，38年度に引続き，ABOおよびMN血液型の頻度分布を根井・今泉（放医研年報38年度）の方法によって分析し，日本人集団の遺伝的構造を明らかにせんとしたものである。

38年度は，田中任（1959）の集録にもとづいて分析を行なったが，この集録には多少異常なデータが含まれていたので，39年度は，ABO血液型については340の，また，MN血液型については43の報告から新たなデータの集積を行ない，それについて分析を行なった。

（1） ABO血液型

得られたデータを45の都府県（北海道は除く）に分類し，そのおのおのについてA, B, O遺伝子頻度の推定を行ない，それらの県間の分散，共分散を計算した。これらの値が得られると，遺伝分散，遺伝共分散は，それら見かけ上の分散，共分散から誤差分散，誤差共分散を引くことによって求められる。誤差分散，誤差共分散としては遺伝子頻度の最尤推定値の分散，共分散を用いればよい。このようにして求められた遺伝分散，遺伝共分散は第1表に示してある。また，遺伝子頻度の分化の程度を示す近交係数（f_{ST}）は次の式によって計算できる。

第1表 Variances, covariances, and degree of differentiation of the ABO blood group gene frequencies

Gene frequency concerned	Whole Japan		Isolated populations	
	σ_j^2 or σ_{jk}	f_{ST}	σ_j^2 or σ_{jk}	f_{ST}
p	.0001456	.0007265	.0001815	.0009215
q	.0000921	.0006507	.0004158	.0028130
r	.0001826	.0007383	.0005605	.0022645
$p \cdot q$	−.0000275	.0005822	−.0000184	.0003785
$p \cdot r$	−.0001180	.0007710	−.0001631	.0010996
$q \cdot r$	−.0000645	.0006850	−.0003974	.0040073
Mean		.0006923		.001914

$$f_{ST}=\frac{\sigma_j^2}{\bar{p}_j(1-\bar{p}_j)} \qquad f_{ST}=\frac{-\sigma_{jk}}{\bar{p}_j\,\bar{p}_k}$$

ただし $\bar{P}_j$ と σ_j^2 はそれぞれ第j番目の対立遺伝子の頻度の平均値および遺伝分散であり，σ_{jk} は第j番目と第k番目の対立遺伝子頻度の遺伝共分散である。このようにして得られた f_{ST} の値は第1表に示してある（Whole Japan）が，これからわかるように，f_{ST} はどの分散，またはどの共分散から計算してもほぼ同じ値になっている。このことは，ABO血液型遺伝子頻度の地域分化がほぼ無作為に起ったことを示している。

遺伝子頻度の分化が無作為に起ったかどうかは，2つの対立遺伝子頻度間の相関の理論値と実測値を比較することによっても知ることができる。この場合の相関の理論値は次の式によって計算できる。

$$R_{jk}=-\sqrt{\frac{\bar{p}_j\,\bar{p}_k}{(1-\bar{p}_j)(1-\bar{p}_k)}}$$

第2表はこのようにして得られた相関の理論値と実測値を示している（Whole Japan）が，両者はよく一致し

第2表 Correlations between the ABO blood group gene frequencies

Gene frequencies concerned	Whole Japan		Isolated populations	
	Expected	Observed	Expected	Observed
$p \cdot q$	−.2810	−.2379	−.2851	−.0670
$p \cdot r$	−.6877	−.7240	−.6718	−.6421
$q \cdot r$	−.5036	−.4978	−.5184	−.7941

ていることがわかる。このことも遺伝子頻度の無作為分化を示唆している。

このように，遺伝子頻度の分化が無作為に起ったのは，分集団の大きさが比較的小さく，遺伝子頻度の機会的変動が重要な役割を果したためと考えられる。もしこの考えが正しいとすれば，日本各地に点在する隔離集団間ではさらに高い遺伝子頻度の分化が起っていることが期待される。そこで，11の隔離集団をとり出し全国におけると同様に f_{ST} の推定を行なってみた。その結果，第1表の isolated populations の項にあるように，f_{ST} は一般集団の値に比べ約3倍の値を示した。ここでは f_{ST} にかなりの変動がみられるが，これは用いた集団の数が少なかったためか，機会的変動以外に自然淘汰が働いたためと考えられる。遺伝子頻度間の相関も理論値から多少かけ離れているが，両者の間に有意差は存在しない。

（2） MN血液型

MN血液型についてはABO血液型ほど充分なデータが存在しないが，同様の分析を行なった結果，M遺伝子頻度にも各県間に有意な分化がみられ，f_{ST} は0.00084と推定された。この値はABO血液型遺伝子頻度の分化と同程度のものである。

（3） 結　　論

以上のように，超優性によって維持されていると考えられる血液型の遺伝子頻度でさえ，かなりの地域分化をしていることが明らかになったが，このことは日本人集団を構成する分集団がかなり小さいことを示すものであり，有害遺伝子の集団中における行動を追跡するのに決定論的方法のみならず，確率過程論的方法の必要なことを物語るものである。また，分集団の大きさがこのように小さいとすると，集団の遺伝的荷重は決定論的方法によって予測されるより大きくなる可能性がある。

17. 集団中の有害遺伝子頻度に対する温度の影響

遺伝第2研究室

戸張厳夫

一般の生物集団中に数多くの有害遺伝子がヘテロの形で潜在していることは，多くの研究者によって明らかにされている。この研究はこれら有害遺伝子の集団中における保有機構を明らかにするために行なったものである。ここでは，(a)有害遺伝子の頻度の温度による変化，(b)有害遺伝子をヘテロにもつ個体の生存力に対する温度の影響，(c)ヘテロ個体とホモ個体の生存力の間の相関に対する温度効果を調べることを目的とした。

（1） 材料および方法

この実験に用いたキイロショウジョウバエの人工集団は laboratory stock として長期間維持されてきた24の野生系統から構成されたものであり，約40世代の間25℃の恒温室中で維持してきたものである。この集団から，C_y/P_m 法によつて第Ⅱ染色体を抽出し，それをホモにもつ個体とヘテロにもつ個体との生存力を25℃と29℃の2つの生育温度のもとで調べた。

（2） 結果および考察

（a） 第1表は2つの温度条件下で調べた159本の第Ⅱ染色体のうちで，ホモで生存力に有害な効果をもつ染色体(drastic chromosome)とほとんど有害効果のない染色体 (normal chromosome) との出現頻度を示したものである。29℃と25℃における drastic chromosome の頻度の差は x^2-test の結果，有意でなかったけれども，29℃ではdrastic chromosomeの頻度が25℃におけるよりも高い傾向を示している。これは，ショウジョウバエにとって最適温度である25℃ではほとんど有害効果をもたない染色体の一部が，不良な生育条件下29℃では有害効果を示すことによると思われる。事実，本実験において25℃で normal であった7本の染色体が29℃では drastic であった。また，25℃では，semi-lethal であった4本の染色体とnormal であった1本の染色体とが，29℃では完全な致死効果をもつ染色体となっていることがわかった。

第1表 Frequencies of lethal, semi-lethal, subvital, and normal chromosomes isolated from an artificial population

	Lethal	Semilethal	Subvital	Normal	No. of chrom. tested
25℃	16.98%	8.18%	7.55%	67.29%	159
29℃	18.87%	10.06%	11.95%	59.12%	159

（b） 集団中から任意に抽出された第Ⅱ染色体をヘテロにもつ個体は，d/d，nd/d，nd/nd の3つのクラスに分類することができる。dは lethal および semi-lethal chromosomes を表わし，nd は lethal および semi-lethal いずれをももっていない染色体を表わしている。これら3つのヘテロ個体の25℃と29℃における平均の生存力は第2表に示してある。それぞれのクラスにおいて，調査した組合せの数が充分大きくないためにクラスの間には統計的有意差はみられなかった。しかし，25℃では d/d ヘテロ個体が最も低い生存力を示しており，一方，29℃では d/nd ヘテロ個体が最も高い生存力を示している。

（c） 第Ⅱ染色体に関してヘテロの個体とホモの個体の生存力の間の相関を計算した結果，25℃ではr＝0.0176

第2表 Viabilities of three kinds of random heterozygotes at two temperatures

	25℃			29℃		
	nd/nd	d/nd	d/d	nd/nd	d/nd	d/d
Viability (%)	34.17	34.11	32.91	35.12	35.77	35.40
No. of chromosome combinations	88	61	9	79	67	12
No. of flies counted per chromosome combination	501.7	466.2	413.9	412.4	431.8	430.1

(P>0.05℃), 29℃ではr=−0.2271(P<0.01)であった。このことは，25℃においては，ホモにおける染色体の効果とその染色体をヘテロにした時の効果との間には何ら関連がないが，29℃においては，ホモで有害な効果をもつ染色体は，ヘテロでは高い生存力を示すことを意味している。

以上の結果は，集団が最適環境から悪い環境に遭遇した場合，集団中の有害染色体は，ホモの場合には全体としてより有害な効果を示すが，ヘテロの場合にはかえって生存力を高めることを示している。また，nd/ndホモ個体の平均の生存力とnd/ndヘテロ個体の平均生存力との差は，29℃における方が25℃におけるよりも大きい(29℃では5.2%，25℃では3.3%)という結果が得られている。これらはいずれも，悪い環境条件のもとでヘテロ個体が高いdevelopmental homeostasisを示すことを意味している。38年度，29℃で生存力を調べた際，超優性が認められたが，これはヘテロ個体の示す高いhomeostasisによると考えられる。

18. 遺伝的に不均一な集団の量的形質に及ぼす放射線の遺伝的影響（第2報）

遺伝第2研究室
戸張厳夫
根井正利

現在における放射線の量的形質に対する遺伝的影響の知見は，大部分近交系統に関する実験から得られたものである。しかし，知能とか身長のような人類の量的形質に対する影響を知るには，人類と同様な遺伝的に不均一な集団について実験を行なわなければならない。この研究は，このような考えから，キイロショウジョウバエの不均一集団を用い，腹部および胸部剛毛数に対する放射線の影響を38年度に引続いて調べたものである。38年度は胸部剛毛数に異常な結果が得られたので，39年度は調査個体数を増して再びこの形質に関する実験を行なうとともに，38年度および39年度の実験結果について統一的な分析を行なった。

(1) 材料および方法

38年度用いたのと同じ平衡集団から雄雌おのおの1,000匹をとり出し，それらに1,000 RのX線照を射して，3代後にbiparental crossを行なった。biparental crossに用いた個体数は，38年度は照射区，対照区ともに50♂♂と200♂♂であったが，39年度は103♀♀と306♀♀とし，1♂に3♀♀を交配させた。胸部剛毛数の調査は，各交配の子孫10匹について行なった。したがって，全調査個体数は，照射区，対照区とも3,060である。この調査結果は38年度の結果とともにsib-analysisによって分析した。

(2) 結果および考察

照射区および対照区における腹部および胸部剛毛数の平均値は第1表に示してある。この表で，胸部剛毛数のExp. ⅠとⅡは，それぞれ38年度および39年度の結果を表わしている。この表からわかるように，平均値は放射線によってほとんど影響されていない。剛毛数を支配するポリジーンは＋－の両方向へ突然変異を起すことが知られているので，このように平均値が変らなかったことは，集団中における＋－の遺伝子頻度が平均して同じであることを示すものと考えられる。

第1表 Mean numbers of abdominal and sternopleural bristles for the irradiated and non-irradiated populations

Character	Control	Irradiation	t
Abdominal	44.16±0.08	44.25±0.09	1.05
Sternopleural			
Exp. Ⅰ	19.35±0.04	19.38±0.05	0.48
Exp. Ⅱ	19.46±0.03	19.43±0.04	0.61

一方，表現型分散は腹部剛毛数においても胸部剛毛数においても放射線によって増加している（第2表）。そこで表現型分散を相加遺伝分散，優性分散，環境分散に分割し，どの成分が最も大きく増加しているかを調べてみた。その結果，腹部剛毛数では主として相加遺伝分散が増加しており，胸部剛毛数では優性分散が増加し相加遺伝分散が減少していた。しかし，剛毛数を支配する遺

伝子は，一般に優性を示さないことが認められているので，胸部剛毛数で優性分散が増加し相加遺伝分散が減少したのは，放射線によるのではなく，分散成分の推定値間にみられる負の相関によると考えられた。そこで，今度は表現型分散を2つの成分，すなわち，遺伝分散（大部分相加遺伝分散）と環境分散に分割してみた。その結果は第2表に示してある。

第2表　Estimates of the components of phenotypic variance

（i）Abdominal bristle number

Component	Control	Irradiation	t
V_G	8.4836±0.3352	9.4974±0.3839	1.99*
V_E	5.4818±0.5544	6.7717±0.6418	1.52
V_P	13.9654±0.3239	16.2691±0.5196	3.38**
（ii）	Sternopleural bristle numder (Exp. Ⅰ)		
V_G	1.4398±0.2050	2.3320±0.2942	2.49*
V_E	2.3091±0.2368	1.7384±0.3216	1.43
V_P	3.7489±0.1009	4.0704±0.0977	1.83
（iii）	Sternopleural bristle number (Exp. Ⅱ)		
V_G	1.8616±0.1937	1.9655±0.2053	0.39
V_E	1.7275±0.2143	1.8724±0.2275	0.49
V_P	3.5891±0.0716	3.8379±0.0769	2.34*

* Significant at the 5% level.
** Significant at the 1% level.

このような分析を行なうと，第2表からわかるように，遺伝分散は放射線によってすべての場合に増加し，環境分散はどの場合にも有意な変化を示さないという結果が得られた。この結果は，理論的に予想されることと一致している。遺伝分散の増加が線量に比例するとして，この結果から1Rあたりの分散の増加量を求めると，腹部および胸部剛毛数でそれぞれ10.1×10^{-4}および5×10^{-4}という結果が得られる。これらの値は，近交系統に照射して得られる分散の増加量とほぼ同程度のものである。このことは，たとえ遺伝的に不均一な集団でも，かなりの遺伝子座が固定しており，その固定した遺伝子座に起る突然変異が分散増加に大きく寄与していることを示すものと考えられる。

なお，39年度の胸部剛毛数の実験では，放射線による遺伝分散の増加を雌親とその子孫の共分散からも調べてみたが，その結果，遺伝分散の推定値は照射区と対照区でそれぞれ1.6669および1.2174が得られ，遺伝分散はこの場合も増加していることがわかった。

Mather（1956）は，分散が増加した場合，人間の知能指数がどのような影響を受けるかを理論的に検討したが，この実験で得られたように，分散が放射線によって増加するとなると，知能の低い人の頻度が増加する可能性が充分考えられる。

19. 放射線によって誘発された *Chlorella ellipsoidea* の放射線抵抗性突然変異

遺伝第2研究室
氏原暉男*
根井正利
仲尾善雄**

*昭和39年度外来研究員（大阪府立放射線中央研究所）
**遺伝研究部長

マウスのL細胞や酵母等ではX線の反復照射によって放射線抵抗性株が得られているが，これらの研究では，放射線抵抗性株が放射線誘発突然変異によって生じたか，あるいは単なるselectionによるのか明白ではない。この研究はこの点にかんがみ，放射線によって放射線抵抗性突然変異が誘発されるかどうか，そしてもし誘発されるとすればそれがどのような生化学的特性をもつかを調べるために行なったものである。

（1）実験材料および方法

1）実験材料：***Chlorella ellipsoidea*** の単一細胞から増殖した細胞集団を用いた。

2）培養方法：培養液の組成は，水溶液1 l につき $(NH_2)_2CO_2$, 1.802 g；$MgSO_4\cdot7H_2O$, 0.986 g；KH_2PO_4, 0.544 g；$Na_2HPO_4\cdot12H_2O$, 0.716 g；$FeSO_4(NH_4)_2SO_4\cdot6H_2O$, 0.007mg (Fe=1 ppm)；Microuutricut solution, Ca, 0.5 ppm；Zn, 0.1 ppm；Mn, 0.1 ppm；Cu, 0.02ppm; Mo, 0.01 ppm とした。培養法としては，試験管に上記培養液を細胞とともに50 ml 入れ，温度25～28℃，照度4000～5000 lux なる条件下で，5％のCO_2を含む空気を1分当り250ml送り，充分攪拌するという方法をとった。

3）照射法：線源としては ^{60}Co (1,500 Ci) による γ 線を用い，照射は細胞懸濁液をポリエチレン製試験管に入れて行なった。

（2）実験結果および考察

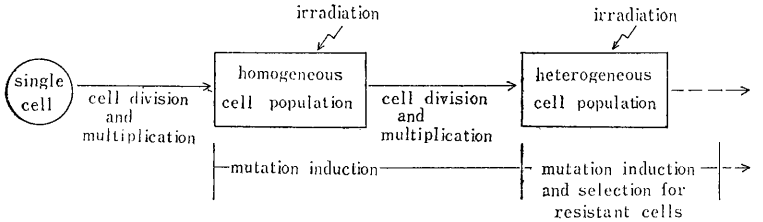
1）放射線感受性

まず，突然変異誘発に適当な線量を知る目的で，同調培養した細胞(田宮のD期)に 25 kR, 37.5 kR, 50 kR,100 kR, 200 kR（線量率 5000R/min）を照射し，照射後の生存率（0.02％のerythrosin-B solutionによる分染法を用い

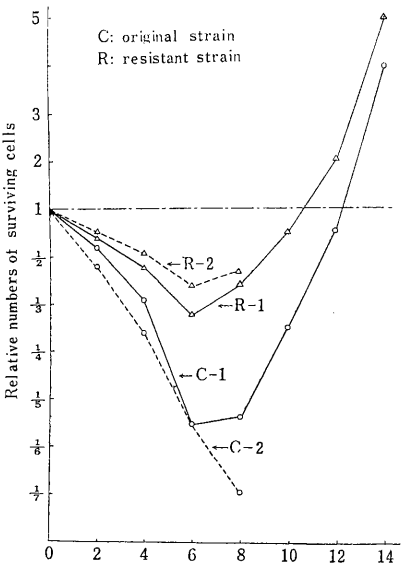
た)，懸濁液の比濁度による生存細胞数の推定，生活環の進行に及ぼす影響を観察した。その結果，分染法による生存率は線量が高まるほど低下し，240時間後の200 kR区ではほとんど0となった。これにより，240時間後のLD_{50}は25 kRと50 kRの間にあると考えられた。一方，比濁度（細胞数と直線比例する）によると，細胞数は50 kR以上になると140時間後までほとんど増加しなかった。また，無照射区では25～30時間で第1回目の分裂が完了するのに対し，200 kR区ではほとんど分裂が行なわれず，また，致死細胞と生存細胞の分布にも両区に差がみられた。

2) 放射線抵抗性突然変異の誘発

放射線感受性の実験結果にもとづき，照射線量は50 kRおよび200 kRとし，照射は第1図に示したように反復して行った。このように照射と選抜を50 kRでは6回，200 kRでは4回くり返した細胞集団につき，放射線抵抗性を200 kR照射のもとで調べた。しかし，これらの集団の放射線抵抗性は無照射集団のそれとほとんど変らないという結果が得られた。そこで，今度は200 kR照射区のみを残し，これに400 kRの照射を1回行ない充分増殖回復したのち，再び放射線抵抗性について検定を行なった。その結果，照射・無照射のいずれの集団においても，生存細胞数（血球計算盤法により計数）は照射後の日数とともに減少するが，第2図にみられるように，減少の程度は照射集団の方が少なく，6～8日目では無照射区の約2倍の生存細胞がみられた。集団の回復も照射集団の方が無照射集団より早くなっていた。これと同様の結果は第2回目の反復検定においても認められた。すなわち，生存細胞数は血球計算盤法によっても分染法によっても，無照射集団より照射集団において明らかに高い値を示した。したがって，このことは放射線の反復照射により，放射線抵抗性突然変異が誘発され，それに選抜が加えられることにより，放射線抵抗性の高い系統が確立されたことを示すものと考えられる。このような突然変異はmajor geneの変化ではなく，代謝系を支配するポリジーンの突然変異と考えられる。



第1図 Procedure of the experiment for including radio-resistant strain



第2図 Relative numbers of surviving cells for the resistant and original strains

3) 放射線抵抗性系統の生化学的特性

そこで，ここに得られた放射線抵抗性系統の核酸合成能を，^{32}Pおよび^{3}H-thymidineの核酸内への取込みによって調べてみた。まず，Pの濃度を1/2にした培養液に1μCi/mlの^{32}P 0.5 μCi/mlの^{3}H-thymidineを細胞とともに入れ，それぞれ0,30,60,180分間^{32}Pの取込みを行なわせた。その結果，DNA, RNA両分画への^{32}Pの取込みの量は原系統では時間とともに増加したが，抵抗性系統では60分で最高となり，180分になると低下するという現象がみられた。この場合，培養液の濃度を下げたことによる生理的異常の影響が考えられるので，次にあらかじめPの1/2の濃度でpre-cultureを24時間行なったのち，同様の実験を実施した。DNA合成に関しては，^{3}H-thymidineのラベルも同時に行なった。その結果，^{3}H-thymidineの細胞あたりのDNAへの取込み量は，時間とともに増加する傾向がみられ，取込み量の絶対値は原系統の方が高くなった。また，^{32}Pの取込み量はDNAの場合，原系統では時間とともに増加したが，抵抗性系統では前実験と同様に60分で最高となり180分になると低下した。RNAについても同様の傾向がみられ，特に抵抗性系統の180分の場合の低下は著しい。

^{3}H-thymidineの取込みでみたDNA合成量が原系統より抵抗性系統において低いことは，放射線抵抗性の機構と何らかの関係があるものと考えられるが，その詳細については現在のところ不明である。

また，抵抗性系統においてみられた^{32}Pの取込み量の低下についてはいまだ明確な推論を下すに至っていないが，核酸内へいったん取込まれた^{32}Pが何らかの原因により代謝回転されるということも考えられるので，他の分画，たとえば酸可溶性分画などへの^{32}Pの取込み量の変化についても調べる必要がある。これらに関しては目下検討中である。

Ⅶ. 生理病理研究部

概　　況

生理病理研究部の研究目標は放射線による人体障害，予防および回復等医学の臨床面の進展に対する基礎医学的研究面の推進を分担するにある。それゆえ，当然ここでは疾患または病変の究明が目的であり，病理はもちろんのこと生理もまた病態生理的色彩をおびた方向をたどることが特色であろう。研究のテーマも人的構成もこのあるべき姿に照合して絶えず検討されている。

本研究部は生理1室と病理2室より成り，主任研究官2名を含む。人員構成は2名の在外研究員を含む17名より成り，生理学研究室は内分泌の面から，病理研究室2室は急性および慢性障害を，主任研究官は細胞レベルの放射線障害および回復をそれぞれ研究対象としている。ただ，生理面の広汎な研究分野に対して人員の不足は蔽い難い実状である。

研究内容は，生理学研究室において39年度は放射線外部照射による下垂体と副腎の間の関連性の破壊の様相，および睾丸からの性ホルモン産生がいかに変化するかを究明しており，下垂体では，放射線照射によってACTHゴナドロトピン産生の低下の傾向にあることを知り，睾丸男性ホルモン産生障害の機序としては，コレステロールの側鎖切断酵素と17位水酸基導入酵素が最初に破壊されることを知った。

病理第1研究室においては放射線急性障害の研究が行なわれており，放射線ショック腎の研究が進展をみせ，ショック腎の本態が腎の急性循環障害にあることが証明された。これは，本研究室において独自の構想から開発されたβ放射体を用いる臓器循環測定装置による計測結果によるものである。病理第2研究室は放射線慢性障害の究明をテーマとし，目下実験放射線白血病研究において，脾シールドのddYマウスに白血病発生率が著しく低下したことを証明した。その率は対照群の1/10以下であり，他の合併症による死亡率もまた低いことかが明らかとなった。この研究のさらに基礎的問題として，造血組織の放射線障害の電子顕微鏡的解析が行なわれ，グルテアルデハイド固定によって，脾における赤芽球系細胞と細網細胞とが形態的に密接な関係にあることが明らかにされ，また，障害時にはこの両者の形の上の関連性が乱されることを知った。また，骨沈着放射性ストロンチウム除染に関する研究が続けられ，副甲状腺ホルモン，キレート剤および利尿剤の併用によってかなり除染が効果的に行なわれることを知り，学会においても発表されて，各国からの反響があった。

細胞レベルの放射線障害の研究は主任研究官によって進められており，同調培養を用いて人体細胞をもってその放射線障害および回復機序の究明，殊にDNA取込みの経時的観察は生体障害の基礎的究明に新分野を開くものといえよう。

なお，39年度には，生理学研究室より米国 Worcester Foundation For Experimental Biology に留学中の1名が帰国し，新たに生理学研究室および病理第1研究室より各1名が同研究所に留学した。また，病理第1研究室より米国University of Southern Californiaに留学中の1名，および病理第2研究室より西ドイツTübingen大学に留学中の1名がそれぞれ帰国した。

1. 睾丸におけるコレステロール側鎖切断酵素活性に及ぼす頭部X線照射の影響

生理学研究室
松　葉　三千夫
一　井　昭　五
小　林　　森

(1) 目　　的

放射線と下垂体のゴナドトロピン分泌機能との関係について詳細な検討はなされていない。睾丸の男性ホルモン産生に対するゴナドトロピンの作用点は，コレステロール側鎖切断過程にあると考えられている。睾丸におけるコレステロール側鎖切断能を指標として，頭部X線照射が下垂体ゴナドトロピン分泌能に及ぼす影響につい

て検討した。

（2） 実験方法

ウィスター系ラットの雄（体重220～250g）各6匹を1群とし，ネンブタールの腹腔内注射（30mg/kg体重）の麻酔下で頭部以外を鉛板で遮蔽し，3,000 Rの X線照射（200 kVp, 20 mA, 0.5 mm Cu+0.5 mm Al, FSD 40 cm, 130 R/min.）を行なった。対照群はX線照射を除き他はすべて同一条件におかれた。

照射後 6,24,48 および 72 時間後に動物を殺し，左側睾丸をとりこれを秤量し酵素活性の測定に用いた。睾丸組織約300mgを12倍量の氷冷0.154*M* KCl 溶液でホモゲナイズしこれの 1 m*l* と 4×10^5cpm の 26-^{14}C-コレステロールを37℃で2時間，1 mg の TPNH 存在下にインキュベイトした。コレステロール側鎖切断酵素により遊離された ^{14}C-イソカプロン酸をエチルエーテル，0.2*N*-$NaHCO_3$ で抽出，水蒸気蒸溜により精製し，バイヤルに移して，リキッド・シンチレーション・カウンターで測定した。結果は睾丸組織 100 mg あたりの cpm および左側睾丸1個あたりの cpm で表わした。

（3） 結果と考察

第1表に示されるように，ラット睾丸組織のコレステロール側鎖切断酵素活性は頭部X線 3,000 R 照射後6時間で，143%(100 mg 組織あたりで)(睾丸1個あたりでは140%) に増加し，1日および2日後でそれぞれ78% (83%) および64% (56%)に低下し，3日後では118% (108%)に再び増加している。

第1表 頭部X線 3,000 R 照射による睾丸コレステロール側鎖切断酵素活性の変化

照射後の時間	対照群		照射群	
	cpm/100mg-睾丸	cpm/左側-睾丸	cpm/100mg-睾丸	cpm/左側-睾丸
6	793	8,553	1,136	12,033
24	769	7,312	598	6,036
48	768	9,119	490	5,139
72	739	7,921	859	8,568

ここに示された変化は，そのまま下垂体ゴナドトロピン分泌能の消長を表わしているものと判断してよいかどうかは未だ問題があるが，HameedとHaley（1964）による頭部X線照射ラットの血中コルチコステロンと副腎組織内コルチコステロンとの経時的変化は，われわれの実験で得られた結果と相似している。これらの結果は，脳下垂体の ACTH，ゴナドトロピン分泌能はX線照射によって一時的に障害を受けることを示しているものと考えてよいものと思われる。現在まで，ストレス状態におかれた動物ではゴナドトロピンの代償によってACTHが増加すると考えられていたが（いわゆるシフト），放射線頭部照射によって起される変化は全くこれと異なったものと考えられる。

〔研究発表〕

Matsuba, M., S. Ichii, and S. Kobayashi ; Effect of head X-irradiation on cholesterol side-chain cleaning enzyme activity in rat testes, *Jikeikai Medical Journal*, 11, 97～99 (1964)

2. 副腎皮質における副腎皮質ホルモン産生に及ぼす放射線の影響

生理学研究室
松葉三千夫
島澄夫

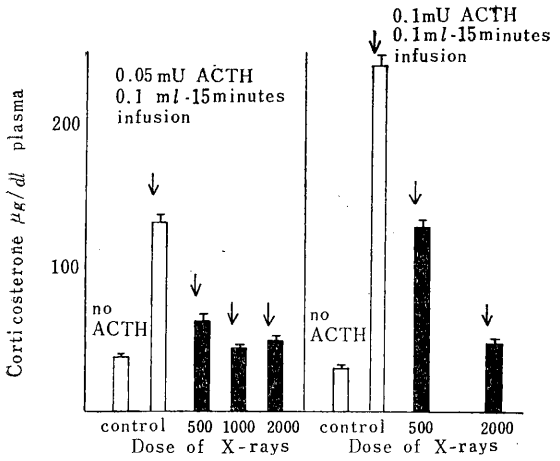
副腎皮質に及よぼすX線照射の影響については，従来から stress 効果としての機能亢進が報告されているが，われわれは先に生体内実験において，X線（500～2,000 R）の全身あるいは局部（副腎）照射が，照射直後（1～2時間）では，副腎静脈血中のコルチコイド濃度の減少をもたらし，X線は照射後初期においては，副腎皮質に対して抑制的な効果を示すことを，38年度年報において報告した。今回は，このX線の抑制作用の下垂体-副腎系における機序についてさらに検討を加えたのでここに報告する。

実験 1 ACTH の副腎皮質刺激機能に及ぼすX線の影響

下垂体摘出ラットを用い，X線の全身照射下において，ACTH 投与にもとづくコルチコイド産生能の変化を副腎静脈血漿につき螢光定量法によって追求した。ACTH(cortropin-organon) の投与は，副腎内への直接持続注入 (infusion method, 0.01～0.1mU/0.1m*l*/15min.) が，非常に鋭敏なコルチコイド産生反応をもたらすこと（日本生理誌，26(2)，第 41 回日本生理学会総会講演要旨，1964年）から，本実験においてもこの方法を応用した。その結果，第1図に示すごとく，照射群では ACTH によるコルチコイド分泌の増加は全く認められず，X線照射による副腎皮質機能の減退は，副腎レベルでの直達的な抑制にその主因を有するものと推察された。

実験 2 副腎皮質内におけるコルチコイド生合成過程に及ぼすX線の影響

副腎内でのコルチコイド産生過程におけるX線の影響について検索すべく，その第1段階として，前駆物質



第1図 Effects of X-irradiation on corticoids secretions in hypophysectomized rats during ACTH infusion into adrenal

4～7 rats were used. All values were corrected to 100% recovery by 1,2-^{3}H corticosterone.

progesterone-4-^{14}C 2 μCi (specific activity 64.9 μCi/mg) を実験1の副腎内持続注入法(日本内分泌誌, 40(5), 第37回日本内分泌学会総会講演要旨, 1964年) にもとづいて, 1時間にわたって infusion を行ない, これに由来して生成される放射性ステロイドを副腎組織ならびに副腎静脈血について抽出, Bush AおよびBush B 4 system の paper chromatography で分離し, 主たる生成物として DOC, corticosterone が同定された (第2表)。

第1表 Effects of X-irradiation on corticoids synthesis in hypophysectomized rats infused progesterone-4-^{14}C intraadrenally for 1 hour (2μCi/hr.) in adrenal (10^{4}cpm/100 mg adrenal)

	hypox	hypox+2000R X-irrad.
DOC	3.5	3.8
	8.7	5.8
	4.4	5.3
		6.6
Corticosterone	4.1	4.4
	7.2	5.7
	2.7	5.3
		2.3
Inadrenal venous blood (10^{4}cpm/ml blood)		
DOC	0.2	0.3
	0.2	0.4
	0.1	0.2
		0.1
		0.5
Corticosterone	0.4	0.9
	0.5	0.7
	0.4	0.6

All values were corrected to 100% recovery by 1,2^{3}H-corticosterone.

第2表 Recrystallization of DOC and corticosterone specific activities (10^{2}cpm/mg)

Crystallization		hypox	hypox +2,000R X-irrad.
Adrenal			
1	DOC	6.6	5.6
2		5.6	5.2
3		5.9	4.9
1	Corticosterone	8.1	12.5
2		9.2	12.4
3		7.9	11.3
Adrenal venous blood			
1	DOC	3.7	3.4
2		3.4	3.2
3		3.2	2.7
1	Corticosterone	6.4	7.4
2		6.3	7.1
3		5.8	6.7

第1表に示すごとく, 照射群, 対照群いずれにおいてもその生成比 (total cpm) には相違が認められず, X線は, progesterone 以降のコルチコイド代謝過程には抑制的な影響を与えないことが推察された。

Grodsebskii ら(Ecerpta Medica Intern. Cong., No. 51, Milan, Italy, 1962年) は, X線照射によって低下した副腎皮質機能が ACTH 投与によって機能亢進を示し, 照射副腎の progesterone との incubation においてコルチコイド産生が得られることから, X線は下垂体系への抑制をもたらし, 副腎皮質の enzyme systemの inactivation は認められないと報告している。

本実験において progesterone 以降の corticoidogenesis には影響が全く認められなかったものの, 微量の ACTH に対する反応は明らかに抑制された。これらのことは, 38年度において既に報告した。副腎の局部照射が副腎皮質機能を抑制する事実とともに, X線が副腎へのいわゆる local actionとして, ACTH の副腎皮質刺激機構, 特に, steroidogenic action に抑制効果をもたらすことを推測させる。

〔研究発表〕

島澄夫, 松葉三千夫; 副腎皮質ステロイドホルモン産生能におよぼす放射線の影響について, 第38回日本内分泌学会総会 (1965年4月)

3. 腎血液循環の動態病理学

病理第1研究室
竹内　正*
春日　孟
白沢春之
五月女　茂
高橋いち

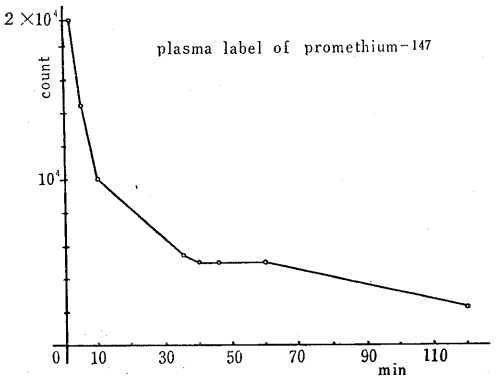
*生理病理研究部長

(1) 領域別腎内血液循環装置の開発

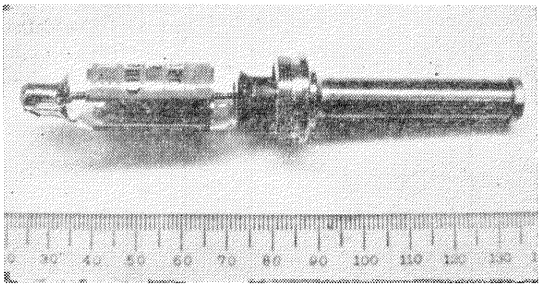
腎内血液循環を測定するを従来の方法，たとえば，Evans Blue，腎クリアランス法，hippuran 法，renogram などとは異なり，動物腎に対して直接に腎内血流を測定する方法を主として β-emitter を用いて開発した。このためには，小型GM管(endowindow，口径 8 mm)(第2図)とscalerおよびrecorderを組合せ，腎表面に可及的に近接し(第4図)領域ごとにこれを測定して，生理的ならびに病理的状態で領域別循環がいかに変動するか，これによって腎病変がいかに発生するかを検索した(第3図)。β-emitter は，血漿標識のためには ^{147}Pm の使用が開発され，赤血球に対しては ^{32}P が用いられる(第1表)。実際の測定にあたっては，家兎の完全標識血漿を次の家兎に注射するこ

第　1　表

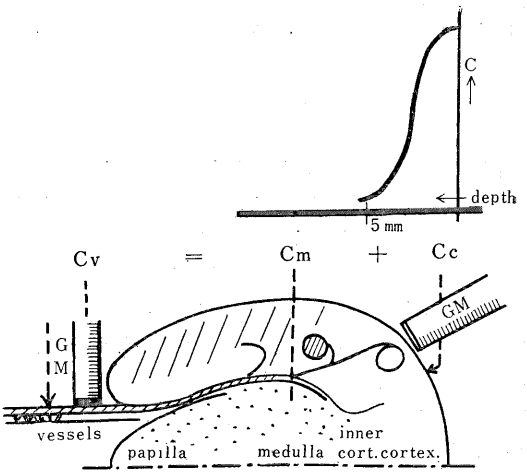
Nuclides	Half life	MeV	Labeling subject
C^{14}	5570 y	beta, 0.155	plasma
P^{32}	14.30 d	beta, 1.701	red cell
Fe^{55}	3 y	EC	plasma
P_m^{147}	2.6 y	beta, 0.225	plasma
Au^{198}	2.72 d	beta & gamma 0.963	plasma



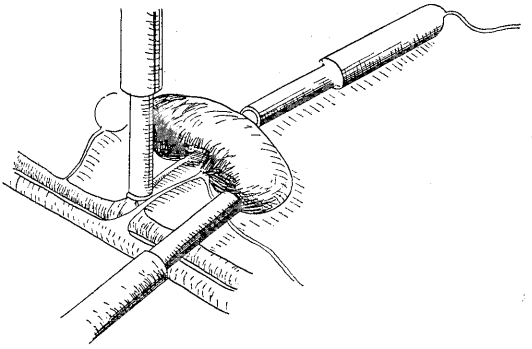
第　1　図



第　2　図



第　3　図



第　4　図

とによる方法が最も安定しており，かつ標識血漿は注射後 30分を過ると，ほぼ一定化することが測定に利用しうることを見出した(第1図)。

また，領域別測定には腎組織スライスの上を直接GM管をすべらせる方法も用いられた。

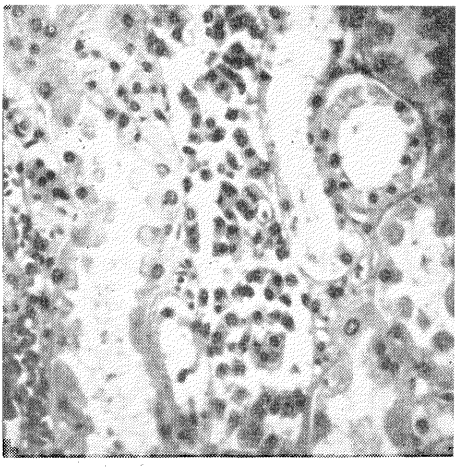
(2) 測定結果の大要

正常状態における家兎腎(左)の皮膚(主として被膜下ネフロン群)の血液循環には，数秒ないし十数秒の周期をとる軽度の変動がある。腎血管上の測定値との比較

において，腎穹隆部皮質に傍腎盂質に比べて血流が多く，かつ変動が激しいのに，後者は恒常的でかつ血量は少ない。解剖学的に血管分枝状況から判断して，傍腎盂質は Bertin 氏柱に相当し，ともに腎内領域でも特殊な地位に立つものである。

腎動脈狭窄による腎乏血状態においては穹隆部皮質の血流量は腎動脈結紮開始直後に急激に減少する。この計測値は腎組織標本スライス上の測定値ともよく一致して，腎穹隆部皮質の乏血と相当的な腎傍髄皮質の充血を示す。このことは，軽度の腎動脈結紮において既に腎血流方向は明らかに傍髄循環をとるもので，Oxford shunt を立証するものである。

$^1/_2$～$^1/_4$血流制限の下において15分間放置した腎の病



第 5 図



第 6 図

理組織および電顕所見から，次のことが結論される。

1) 上記の条件下において，糸球体上皮の足突起は部分的に融合を示すが，基底膜肥厚はない。

2) 近位尿細管上皮は，しばしば尿細器管腔内に脱落し，これが Herle 氏腎内において融解し，一種の円柱となって尿通過を阻害する。ただし，sulfosalicyl 酸による蛋白病尿は証明されない（第5図，第6図。）

血漿を^{147}Pm で，また，血球を^{32}P で別々に標識して腎動脈狭窄により腎乏血を起させたところ，血漿の流動様式は乏血時でもOxford shuntの活動を示唆するが，血球は必ずしもこれに従がわないことが証明された。このことは，血漿と血球との分離灌流を示すことであり，腎内血流の plasma skimming ないしは cell separation theory を証明することになる。

〔研究発表〕

竹内正；腎内血液循環の動態病理学，日本腎臓学会誌，Ⅶ，3，1～18（1965年）

4. HeLa 細胞におけるX線損傷の回復について

病理第1研究室
寺島東洋三
田中幸子

哺乳動物細胞に対する放射線の致死効果の定量的研究は HeLa 細胞によってはじめられた（Puck & Marcus, 1956）。われわれは先年この細胞系の同調培養法に成功し，細胞の成長周期に伴なうX線感受性の変動を決定した（Terasima & Tolmach, 1963）。

他方，哺乳動物細胞における放射線損傷の回復過程の動力学は，Elkind & Sutton (*Rad.Res.*, 13, 566, 1960) によって，著しく明らかにされた。彼らの実験によって得られた結果をふえんして，生残曲線の shoulder region が sublethal damage の蓄積をあらわすものとすれば，HeLa 細胞の成長周期のうち，いずれの時期もひとしく“Elkind-recovery”を示すであろう。これの正否が同調 HeLa 培養を用いて調べられた。このことはとりもなおさず，Kallman の仮説 (*Nature*, 197, 557, 1963)の検討につながる。Kallman 仮説は Elkind の示した回復曲線が sublethal な損傷の回復を意味するとするよりも，むしろ HeLa 細胞で認められているところの G_2 期の延長にもとづく G_2 細胞の蓄積によって説明しようとするものである。この仮説は同調培養系を用いて容易に検討されるであろう。

(1) 材料と方法

HeLa S3-I 株が実験に用いられた。細胞はプラスチック・ディッシュ (Falcon Co.) に接種され，5% CO_2 ガス分圧の下で培養された。このクローンは，20%ヒト血清，10% コウシ血清加 N16SF 培地において約23時間の平均世代時間をもっている。したがって，集落の計数のためには13～14日の培養が用いられた。そこでは細胞がたとえX線損傷を受けていても，生き残る細胞は既に50個以上の細胞集団よりなる可視集落を形成していて，これによって無限増殖力の存否を判断することが可能であると考えられた。

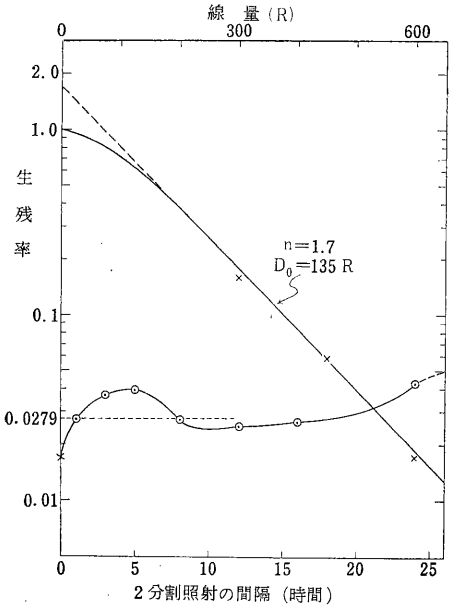
同調集団の DNA 合成期の決定はオートラジオグラフィー用核乳剤 (NLM-1，小西六写真工業 K.K.) を用い，^{3}H-チミジン (0.1μCi/ml) の銀粒子を核内にもつ細胞の百分率を測定することによってなされた。

使用されたX線の条件は 200 keV，20mA，0.5mm Cu +0.5mm Al ロ過であり，細胞は管球より 50 cm の距離の回転台上におかれ，室温で照射された。線量率は60～90 R/min. であった。

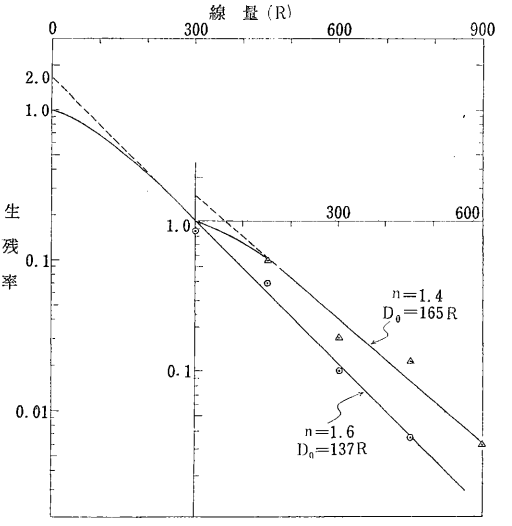
(2) 実験結果と考察

1)ランダム集団における回復曲線 (Elkind-recovery)

第1図にみられるように，HeLa 細胞の生残曲線 (×印) はおおむね1.7の外挿値 (extrapolation number) と 135 R の平均致死量 (D_0)をもつ。600 R を 300 R ずつの2回の照射に分割し，分割照射の間隔を横軸にとって生残率をはかると，いわゆる回復曲線 (◉印) がえられる。この第1回照射後5時間に起る生残率の増加は，生残曲線におけるshoulder regionの再出現によることが明らかである (第2図)。すなわち，第1回照射に生残した細胞が 4.5 時間後に示す生残曲線のパラメーターは，外挿値 1.4，D_0=165Rであった。



第 1 図



第 2 図

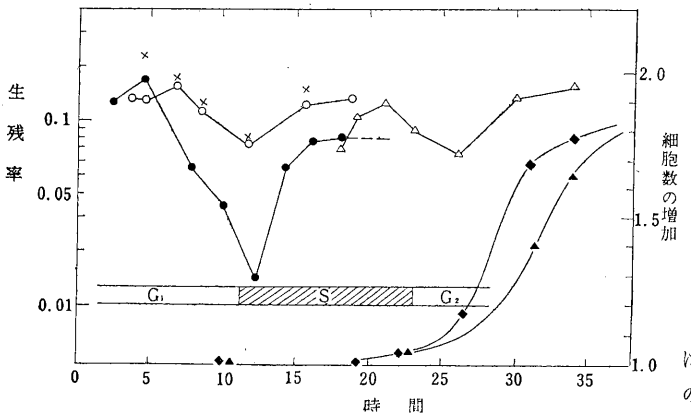
HeLa 細胞の成長周期に伴う感受性，主としてD_0の変動から理解されるように，照射されたうえランダム集団の生き残りは当然感受性の低い細胞よって構成される。したがって，第2図にみられるように，第1回照射によって生き残った細胞の生残曲線の傾きは小さくなる。このことは順ぐりに，回復曲線の最高値が，第2回照射に先立って損傷の完全回復が達せられたとき期待される理論値 (0.0279) より高いという事実を説明するであろう。

回復曲線は 5～6 時間をすぎると次第に低下して完全回復期待値に近づく。この時期はほぼG_2蓄積の極期ないしは mitotic overshootと一致しており，感受性の低い生残集団の移動にもとづくものと解釈される。

2) 同調集団における回復曲線

採集法によってつくられた同調集団のG_1期およびS期 (DNA合成期) の細胞について，分割照射法 (250 R+250 R) によって回復の存否が調べられた。第3図にみられるように，3.5 時間(G_1期，○印) あるいは 18 時間 (S期，△印) の細胞はそれぞれ3時間後にほぼ完全回復期待値(×印をみよ)に達し，その後は成長周期に伴なう生残率の変動 (●印) に従がって，いいかえれば，細胞の成長期における進行 (cell progression) によって生残

率が支配されていることがみられる。このことは，細胞の進行（したがって population shift）が回復曲線の後半に大きな役割を演じているという意味で，Kallman の仮説を有効にするが，初期，すなわち，真の回復曲線はKallman の推論した G_2 蓄積と関係のないことがわかる。これはランダム集団を用いて知られたように，shoulder region の出現，すなわち，sublethal な損傷の回復と考えるべきである。この回復は上に述べた成績から推定されるように，DNA 合成とは関連をもたないらしい。



第 3 図

（3） 結　　論

1）少なくとも試みられた G_1 期と S 期の細胞においては，X線の照射後すみやか（3～4時間以内）に完全回復が達せられ，ランダム集団の回復曲線の前半（0～5時間）を説明する。

2）5時間までに起る生残率の増加は，sublethal な損傷の回復（Elkind-recovery）によるもので，Kallman 仮説を支持しない。

3）その後の生残率の変化は細胞の進行によって，したがって，Terasima and Tolmac (*Biophys. J.*, 3, 11, 1963) が明らかにした成長周期内の各期の細胞に対するX線の延長効果および致死効果によって規定されるであろう。

この研究の一部は文部省班研究「突然変異生成における放射線の線量率効果の基礎的研究」の費用によって行なわれた。また，オートラジオグラフィー用核乳剤を供給された小西六写真工業株式会社化学研究部平田明氏に感謝する。

〔研究発表〕

1. Terasima, T. ; Recovery process of HeLa cells damaged by X-irradiation, Conference on Dose Rate Effect at the Genetic and Cellular Levels (1964年11月)

2. Terasima, T. ; Kinetic studies of the recovery process in HeLa cells damaged by X-irradiation, *Japan. J. Genet.*, 40 (*Suppl.*), 1965

5. Vit. E の放射線防護効果に関する実験的研究

病理第2研究室
関　　正利
竹内　　正*
緒方　知三郎**
高橋　いち

*生理病理研究部長
**老人病研究所

Vit. E（α-tocopherol）は強力な抗酸化剤として電子伝達系の要素として，また，核酸代謝関連物質として，生体内に広く分布している。

Bacqは抗酸化作用という点から Vit. Eには放射線防護効果があると主張し，Büchner の病理学総論中にも，Vit. E は放射線防護物質として記載されている。しかし，その後の追試の結果からすると，Vit. E にこのような効果があるか否かは疑わしい。本研究はこの点を解明し，さらに放射線障害の本質を検索する目的で企画された。

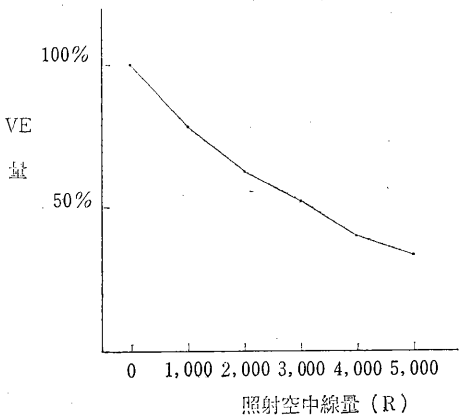
（1） 予備実験

1） X線照射によって Vit. E が分解されるか否かを調べるため，次の実験を行なった。実験方法：Vit. E（α-tocopherol acetate）を純エタノールにほぼ 50 γ/ml の割合に溶解し，その 10ml あてに空中線量 1,000R，2,000R 3,000R，4,000R および 5,000R の X 線照射を行なった。照射条件は200 kV, 20 mA, 0.5mm Cu および 0.5mm Al, FSD 50 cm, 92 R/min. である。X線照射後直ちに Vit. Eの定量を行ない，原液中の Vit. E 量と比較した。Vit. E の定量は，α-α'-ヂピリジルおよび塩化第2鉄による発色を，光電比色計により，5300Å のフィルターを用いて，標準サンプルと比色して行なった。

結果：アルコール溶液中の Vit. E は，ほぼ線量に比例して分解される。その関係は第1図に示すように直線的であって，3,000 R 照射により約1/2 量が分解する。

2） Vit. E の分解が照射された組織内でも起るか否かを調べるために次の実験を行なった。

実験方法：標準食飼育 ddY 系雄マウスの肝を摘出し，



第1図　X線照射によるVit. E（アルコール）溶液の分解

これに同様の照射条件による空中線量2,000 RのX線照射を行ない，肝内のVit. Eを抽出定量し，未照射の対照と比較した。

結果：第1表に示すように，照射群の肝Vit. E量の平均値は 4.33±3.10 mg/100 g 肝重で，対照群の 9.67±3.40 mg/100 g 肝重に比し，ある程度有意の減少が認められた。

3）同様のVit. Eの分解が生体内でも起ることを確認するため次の実験を行なった。

実験方法：体重20 g前後のddY系雄マウスを11匹あての2群に分かち，第1群には前実験と同様の照射条件で，空中線量2,000 Rの全身照射を行ない，照射後30分で肝を摘出し肝内のVit. Eを抽出定量した。第2群は未照射の対照として結果を比較した。

第1表　X線照射が摘出マウス肝のVit. E量に及ぼす影響

	体重（g）	肝重量（g）	肝Vit. E量 mg/100 g肝重
対照群（9例）	24.5 ±4.8	1.37 ±0.38	9.67 ±3.40
照射群（11例）	23.8 ±3.2	1.35 ±0.34	4.33 ±3.10

第2表　X線全身照射がマウス肝のVit. E量に及ぼす影響
（照肝後30分における測定値）

	体重（g）	肝重量（g）	肝Vit. E量 mg/100g肝重
対照群（11例）	21.7 ±2.3	1.34 ±0.20	8.65 ±2.80
照射群（11例）	21.3 ±3.0	1.33 ±0.22	4.82 ±2.00

結果：照射群の肝 Vit. E 量は 4.82±2.00 mg/100 g 肝重で，対照群は 8.65±2.80 mg/100 g 肝重であり，予備実験 2）と近似した成績を得た（第2表）。

以上の予備実験により，生体内のVit. EはX線照射により分解されるという結論に達したので，以下のような本実験を行なった。

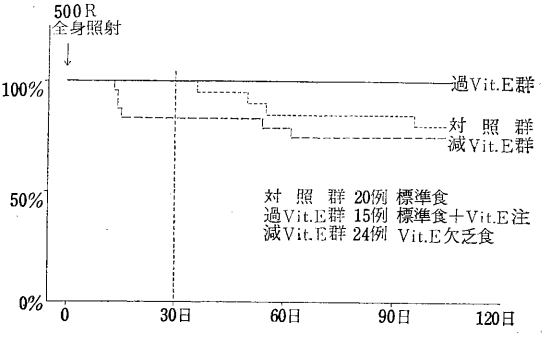
（2）本実験

1）第1回実験

実験方法：離乳直後のddY系雄マウス（体重10g未満）を3群に分かち，第1群は対照として標準固形食によって飼育，第2群は過 Vit. E群として標準固形食により飼育したのち，X線照射の5日前より Vit. E注射液（ユベラ，エーザイ製薬）を1日1回10 mgあて4日間連続皮下注射した。最終注射より照射までの期間は約24時間である。第3群は減Vit. E群とし，Vit. E欠乏食（実中研製，Vit. AおよびVit. D添加）により飼育し以後経時的に任意の動物を抽出して，肝 Vit. E量の定量を行なった。実験開始後約60日でこの群の肝 Vit. E量は0.95 mg/100 g肝重になった。

この時の対照群の肝 Vit. E量は7.10 mg/100 g肝重であった。したがって，既に減Vit. E状態にあると推定されたが，さらに約1カ月の欠乏食飼育を行なった。実験開始後約3カ月で全群とも空中線量 500 R の X線全身照射（照射条件は予備実験に同じ）を行ない，予後を観察した。なお，減Vit. E群も照射後は標準食により飼育した。

結果：第2図に示すように，減Vit. E群は照射後15日ほどで約15%が死亡，以後100日までに25%が死亡した。対照群は照射の30日以降で死亡例が現われ，100日までに20%が死亡した。過 Vit. E群においては，100日までに1例の死亡もみられなかった。



第2図　X線照射後のマウス生存率（第1回実験）

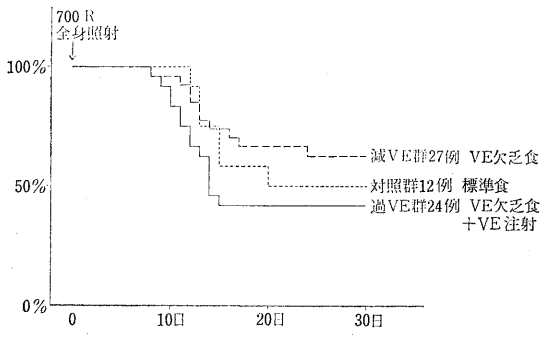
考察：第1回実験の結果は，Vit. Eに防護効果を認める考え方に有利のように思われる。しかし，全般的に死亡例数の少ないことから，直ちに有意の差とみなすことはできない。また，過 Vit. E 群は標準食飼育であるから，これを直接減 Vit. E 群と比較することはできない。以上を考慮して第2回実験を企画した。

2) 第2回実験

実験方法：前回同様離乳直後のddY 系雄マウスを3群に分かち，第1群は対照として標準固形食により飼育，第2群は過Vit. E群としてVit. E欠乏食で飼育しつつ，Vit. E注射液を1回5 mgあて，1週3回連続皮下注射した。第3群は減Vit. E群として，Vit. E欠乏食により飼育した。全群とも約3カ月飼育し，減Vit. E群の肝Vit. E量が0.63 mg/100 gに減少したので，全群とも同時に空中線量700 R（照射条件は前回に同じ）のX線照射を行なった。照射後も食飼条件は変えず，過Vit. E群には照射直後に1回のVit. E注射を行ない，さらに照射後12日までに5回の注射を行なった。過Vit. E群および減Vit. E群より各1匹あてのサンプルをとり，照射後24時間における肝Vit. E量を定量した。その他の動物は予後を観察し，死亡動物には組織学的検索を加え，照射後30日ですべての動物を屠殺して病理学的検索を行なった。

結果：照射の24時間後に測定した肝 Vit. E 量は，過 Vit. E 群 27.30 mg/100 g 肝重に対し，減 Vit. E群は0.12 mg/100 g 肝重であった。

照射後のマウスの生存曲線は第3図に示すごとくである。すなわち，過Vit. E群は照射後8日より15日の間に約60%が死亡するが，死亡前より出血性素因が著明に出現する。対照群は12日より20日の間に50%が死亡，減 Vit. E群は8日より24日の間に約40%が死亡するが，その約半数には死亡前より下痢を伴なう消化器症状が認められた。



第3図 X線照射後のマウス生存率（第2回実験）

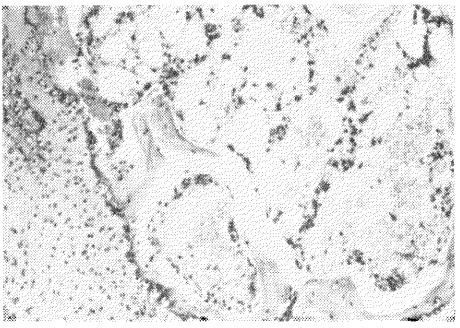
死亡動物の体重および平均臓器は第3表に示すごとくであって，減 Vit. E 群の脾の重量が大であることが注目される。

第3表 X線照射後死亡マウス平均臓器重量

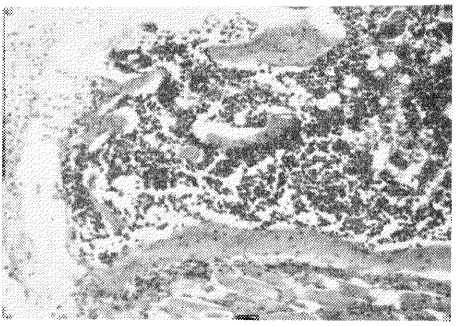
	体重		肝	脾	睾丸（両側）
	照射前	死亡時			
対照群 6例	24.7g	16.8g	1.04g	57 mg	136 mg
過Vit. E群 14例	24.6g	19.6g	1.30g	60 mg	131 mg
減Vit. E群 10例	27.4g	18.9g	1.35g	105 mg	153 mg

死亡動物の組織学的検索では，過Vit. E群の死因のすべては造血臓器死であって，脳出血消化管出血を伴なう出血症状が全身的に著じるしい。第4図は照射後12日目に死亡した1例の骨髄であるが，造血組織の荒廃が著じるしい。これに対し，照射後11日目に死亡した減Vit. E群の動物の骨髄には，造血組織の残存が比較的多く認められる（第5図）。

脾に生理的に存在する骨髄系造血巣もまた減 Vit. E 群に比し，過 Vit. E 群ではより高度に障害を受け荒廃する。しかし，脾の放射線障害からの回復像とみられる赤芽球系細胞をと主体する結節状増殖巣（第6図）を比

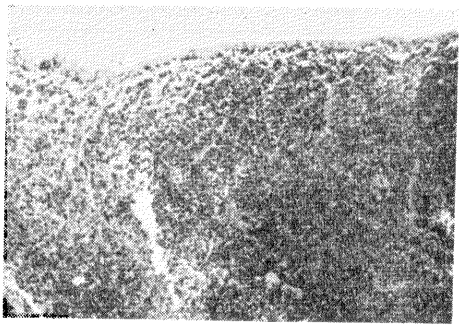


第4図 過Vit. E群骨髄(H.E. 染色 200×)



第5図 減 Vit. E群骨髄(H.E.染色 200×)

較してみると，明らかに過Vit. E群において早期から回復が起ることがわかる（第4表）。



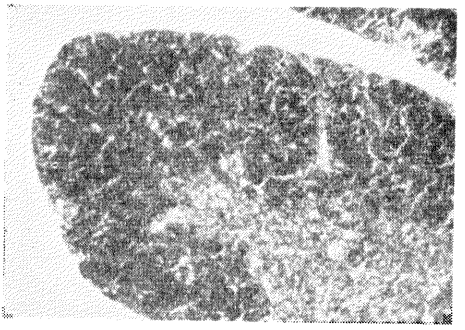
第6図　過 Vit. E 群脾臓（H.E.染色 200×）

第4表　脾の造血組織の回復像
（結節状増殖）

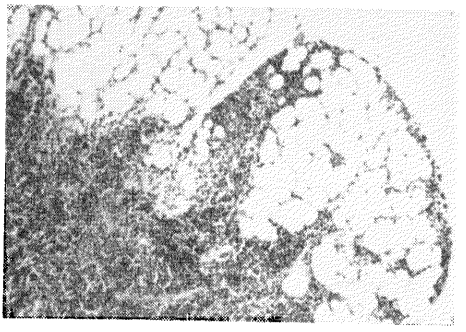
照射後日数	過Vit. E群	減Vit. E群	対照群
8日	(±)	(−)	
9日	(+)		
10日	(±)		
11日	(+)	(−)	
12日	(+) (+)	(−) (−)	(−)
13日	(+)	(+) (++)	(+) (+)
14日	(+) (++) (+)	(+)	
15日	(+)		(+)
16日		(+)	
17日		(++)	
20日			(++)

第5表　X線照射後30日間生存マウス平均臓器重量および血球数

	体重 照射前	体重 屠殺時	肝	脾	胸腺	睾丸（両側）	白血球数	赤血球数
対照群 6例	27.5g	26.8g	1.58g	167 mg	19 mg	62 mg	860	6,440,000
過Vit.E群 10例	26.8g	26.9g	1.67 g	174 mg	36 mg	75 mg	1532	8,630,000
減Vit.E群 11例	26.8g	26.4g	1.76 g	207 mg	36 mg	86 mg	1637	9,490,000



第7図　過 Vit. E 群胸腺（H. E. 染色 200×）



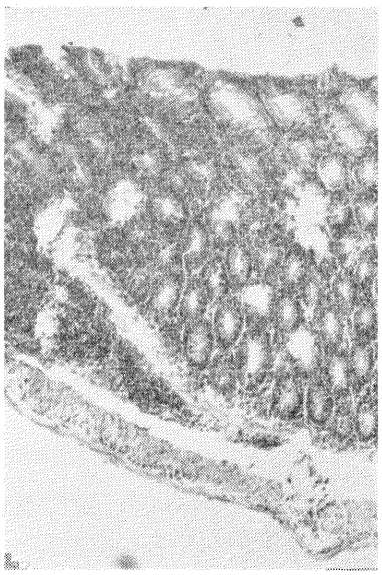
第8図　減 Vit. E群胸腺（H. E. 染色 200×）



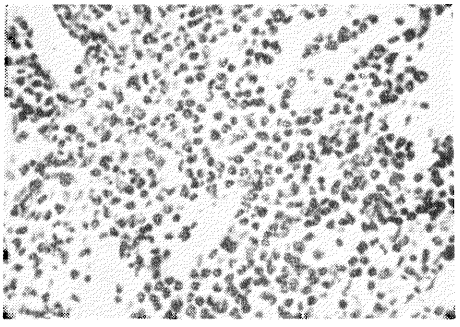
第9図　過Vit. E群結腸（H.E. 染色 200×）

照射後30日で屠殺した動物の平均臓器重量および血球数を第5表に示す。減 Vit. E 群の脾はやや重く，胸腺重量は過 Vit. E 群と減 vit. E 群との間に大きな差は認められない。しかし，組織学的には，過Vit. E の胸腺には既に皮質，髄質の性状が明らかでほぼ完全な回復がみられ

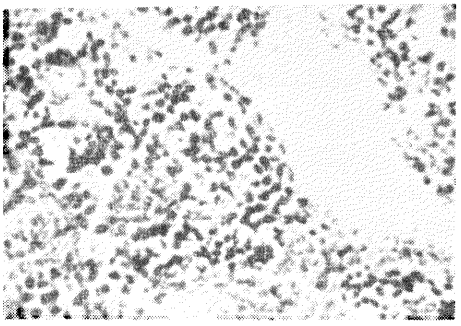
る（第7図）のに対し，減 Vit. E 群の胸腺では実質細胞は僅少で，脂肪織ないし網状織の間に好中球浸潤が強く，回復の遅れた状態である（第8図）。腸管のリンパ装置についても，過 Vit. E群ではほぼ完全に回復しているのに対し（第9図），減Vit. E 群では極めて回復が悪い（第10図）。骨髄および脾の造血巣を比較すると，過Vit. E 群



第10図　減 Vit. E 群結腸（H.E. 染色 200×）



第11図　過 Vit. E 群骨髄（H.E. 染色 200×）



第12図　減 Vit. E 群骨髄（H.E. 染色 200×）

では顆粒球系の分化が良好であるが（第11図），減 Vi.t E群では未分化の細胞が主体をなす（第12図）。

考察：生存率を比較した限りでは，第2回実験の結果は第1回実験と完全に逆で，Vit. E 注射が放射線による造血臓器障害を助長せしめたと結論せざるを得ない。ただし，注目せねばならぬのは，過Vit. E群においては照射直後の造血臓器の荒廃がより高度であるにもかかわらず，その回復も早期から起っていることである。個々の動物が生きるか死ぬかということは，この荒廃と回復という相反する2つの現象の進み具合のバランスによって決まってくるものと考えられる。過Vit. E群では照射15日目以降死亡例がないこと，および屠殺動物の所見からすれば，過Vit. E群においては放射線障害よりの回復が極めて旺盛であると結論し得る。

第2回実験で造血臓器の障害が高度に現われたことについては，照射直後に行なわれたVit. E 注射が関係している可能性がある。Vit. E の生体内分布は脳下垂体および副腎皮質に著じるしく高い。このことは，Vit. E がこれらの組織の代謝活動に密接に関連することを示しており，事実 Vit. E の大量注射がこれらの組織を刺激し，1種のストレスとして働くことが知られている。一方，X線照射直後に生体にストレスを加えることが放射線障害を増強せしめることはよく知られている。したがって，第2回実験でも，照射直後行なわれたVit. E 注射がストレスとなって作用したことが考えられる。

結論：1）生体内のVit. E はX線照射により分解消耗される。2）Vit. EがX線の作用を直接中和するという意味で防護効果を有するか否かは明らかでない。しかし過Vit. E 状態の動物はX線照射による造血器障害からの回復が早い。3）ただし，照射直後にVit. E の大量注射を行なうことは，1種のストレスとして造血器障害を増強せしめ，死亡率を高める可能性がある。

〔研究発表〕

関正利，竹内正，緒方知三郎；Vit. Eの放射線防護効果に関する実験的研究，第53回日本病理学会総会（1964年5月）

6. X線全身照射時のマウス脾の電顕的研究

病理第2研究室
関　　正利
関山重孝
米山達男
大谷恵子

(1) 緒　　言

Heineke 以降，脾の急性放射線障害の病理形態学は，少なくとも光学顕微鏡的には窮めつくされた感がある。しかし，それにもかかわらず，いくつかの基本的な問題については未だ明確な解答が与えられていない。照射によるリンパ球の崩壊とされている変化のうち，放射線の直接の障害にもとづくものはどれか。濾胞中のリンパ球と末梢血中のそれとの間にみられる著しい感受性の差は何にもとづくのか。ホルモンを含めた液体性の刺激は，脾を含めた造血臓器系全般に起る崩壊現象の中に，どのような地位を占めているのか。X線全身照射を行なったマウス脾の電顕的観察はこれらの疑問の解明を目標とするわれわれの研究の第1段階として行なわれたものである。

(2) 実験材料および方法

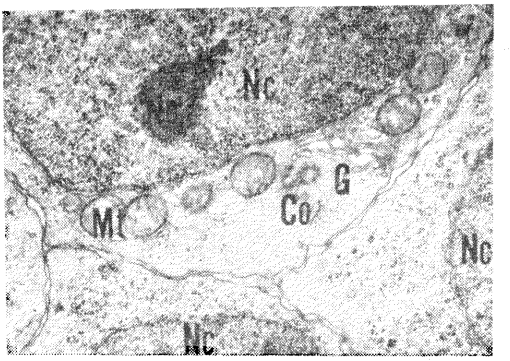
体重25g内外のddY系成熟雄マウスに空中線量1,000RのX線全身照射を行なった。照射条件は200kV，20mA，0.5 mm Al および 0.5 mm Cu，FSD 50 cm, 92 R/min. である。マウスは照射後30分，1時間，2時間，4時間および24時間で屠殺し，摘出した脾を1%オスミウム酸（pH 7.4 ヴェロナール緩衝液，0.168 M 庶糖添加）により固定，Luft の方法に準じてエポン包埋を行ない超薄切片を作製した。電子染色としては，酢酸ウラニルおよび水酸化鉛の2重染色を行なった。なお，対照として未照射マウスの脾を同様に観察し，所見を比較した。

(3) 観察所見

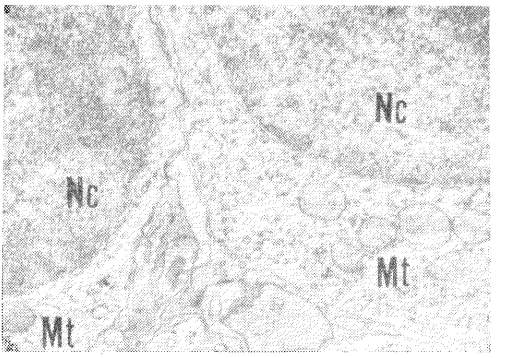
1）照射30分後

組織学的には対照との間に特別の差を認め得ない。電顕的には，脾のリンパ濾胞中のリンパ球は対照（第1図）に比し異常にざらざらした外観を呈する（第2図）。詳細にみると，核，糸粒体基質，原形質等の内部に，直径100mμ内外の電子線に対して透明な巣が出現し，このため核の chromonema，糸粒体基質，原形質内の微細な蛋白質顆粒等の分布が著しく不平等となっている。この透明巣は，照射による細胞構成物質の物理化学的性状の変化にもとづいて出現した異常な液相と考えられる。核および糸粒体は輪廓が不整となり，内外側核膜の間隙の拡張，櫛の崩壊等もみられる。

2）照射1時間後



第1図　対照：脾リンパ濾胞中のリンパ球，20,000×
Nc：核，No：核小体，Mt：糸粒体，G：ゴルジ装置，Co：中心小体



第2図　照射30分後；脾リンパ濾胞中のリンパ球
21,000×
Nc：核，Mt：糸粒体

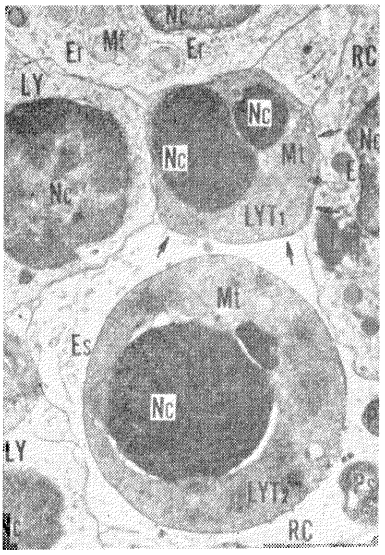
組織学的には，リンパ球の核に軽度の腫大と染色性の低下をみるが，核崩壊は未だ認められない。電顕的には照射30分後にみられた透明巣は不明瞭となる。しかし，核内に，周囲に明庭部を有する chromonema の凝集を認める場合がある。髄索においては，erythroblastic islet (Bessis) を構成する赤芽球と細網細胞との細胞間隙は不規則に拡張する。

3）照射2時間後

組織学的には，リンパ濾胞内の各処にいわゆる tingible body (Flemming) の形成がみられる。リンパ球の核は濃縮し，時として多形核白血球に似た分葉を来たし，遂には小さい色質塊となる。胞体は丸くエオジンに濃染する。このような変性リンパ球は限局的な透明なarea 中に集簇して認められることが多い。

電顕的所見は第3図に示すごとくである。リンパ球は縮少し丸くなる（*LYT* 1）。原形質内の微細類粒は分布が密となり，著しく暗くなる。核も縮少し，色質は凝集

し一様に暗く，時として核全体が著明な分葉を示す。このような濃縮リンパ球には，ほとんど常に細網細胞（RC）が密着して存在する。両者の細胞膜は部分的に癒着し(↑)，正常の細胞間隙を認め難い。細網細胞は腫大して巨大となり，かつその原形質内微細顆粒の分布は著しく疎で，胞体が明るくみえる。すなわち，細網細胞はリンパ球に接触してその水分を吸収することにより濃縮せしめ，自らは含水量の増加により水腫状に腫大を来たすものと考えられる。



第3図　照射2時間後：脾のリンパ濾胞　15,000×
LY：リンパ球，RC：細網細胞，NC：核，Mt：糸粒体，Er：粗面小胞体，Es：滑面小胞体，L：脂肪滴，Ps：phagosome

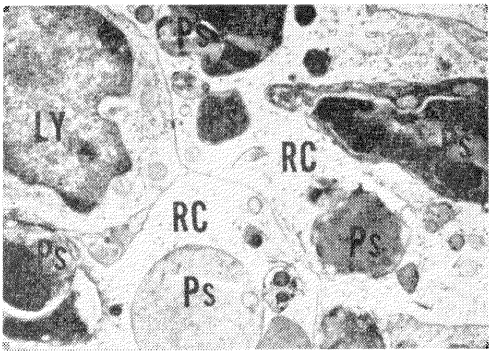
次の段階で，濃縮したリンパ球は細網細胞により貪食される(*LYT* 2)。貪食されたリンパ球は酵素作用により消化される。その結果，細網細胞の胞体内には多数のphagosome（Ps）が形成される（第4図）。

髄索においても細網細胞による骨髄系幼若細胞の貪食が起る。細網細胞（および内皮細胞）の腫大により髄索の構造の乱れが著しい。

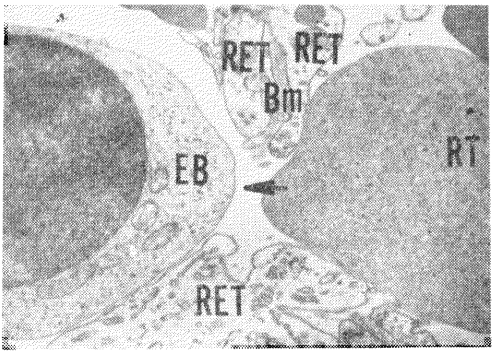
4）照射4時間後

組織学的には tingible body の形成は脾の全域に拡大し，リンパ球，幼若骨髄系細胞の数は激減する。脾洞内には多数の幼若骨髄系細胞がみられる。

電顕的には濾胞の変化は2時間のものと本質的には全く同一で，ただより高度である。脾洞壁を構成する内皮細胞には，desmosomeの形成がなく，この部分が時に応じて開閉することにより1種の lock-gate としての機能



第4図　照射2時間後：脾のリンパ濾胞　11,000×
LY：リンパ球，Ps：Phagosome，RC：細網細胞



第5図　照射4時間後：赤色脾髄　16,000×
EB：赤芽球，RT：網状赤血球，
RET：内皮細胞，Bm：基低膜

を有するものであるが，この時期には，この内皮細胞の間隙が開いて髄索内より脾洞に向う流通路が形成され，幼若骨髄系細胞が流出する所見がみられる（第5図）。

5）照射24時間後

脾は著しく縮少し，濾胞のリンパ球はほとんど消失し，中心動脈周囲に僅かな未分化細胞を残す。髄索においても骨髄系細胞はほとんど消失し，脾全般にわたり腫大したて細網細胞のみが顕著になる。

電顕的には，これらの細網細胞には糸粒体の崩壊があり，かつ多数の phago-lysosome が胞体内に散在して認められる。

（4）　考察および結論

脾のリンパ濾胞におけるリンパ球は著しく放射線感受性が高い。さらに，リンパ系を含めた造血臓器系の放射線障害に特徴的なのは，崩壊が急激にしかも全面的に進行し，おおむね24時間以内にほとんど終息すること，個々の細胞の変化は上皮や生殖系にみられるような分裂変性という形をとらぬことである。以上の点からみて，造血系の放射線障害には，何かある特異的な生体反応機構

が関与していることを想定せざるを得ない。

われわれの観察よりすれば，リンパ球の崩壊像として記載されている核融解性の変化が起るためには，細網細胞の関与が必須条件であると考えられる。光学顕微鏡的に，tingible bodyの形成として認められる変化は，細網細胞によるリンパ球の脱水濃縮であり，あるいは細網細胞内におけるphagosomeの形成である。このようなリンパ球貪食現象は，正常動物においても極めて僅かではあるが常に認められるものであって，免疫現象あるいはＤＮＡの再利用等に関連した生理的な機構の一部をなすものである。したがって，Ｘ線によるリンパ濾胞の崩壊は，この生理的な現象が極端に誇張され，ゆがめられたものと解釈するのが妥当である。

これは，照射されたリンパ球に器質的な変化を生じないという意味ではない。照射30分後にみられる透明巣の出現，糸粒体の変化核質の凝集等は個々のリンパ球におけるＸ線障害の形態学的な現われであって，このような細胞には活性の低下が生じているであろうことは推測に難くない。細網細胞の貪食能がこのリンパ球の活性低下により直接誘発されるものか，あるいは何か液体性の刺激が細網細胞を賦活するのかは，今後の研究課題である。

〔研究発表〕

1. 関正利，関山重孝；全身Ｘ線照射によるマウス脾の電子顕微鏡的研究，第20回電子顕微鏡学会（1964年5月）
2. Seki, M., Sekiyama and T. Yoneyama ; Electron microscopic studies on the spleen of normal mouse and its morphological changes after total body irradiation, *J. Rad. Res.*, 5 (1964)

Ⅷ. 障害基礎研究部

概　　況

(1) 研究目的

本研究部に課せられた業務内容は放射線の人体に対する障害，許容量，障害予防などに関する調査研究を行ない，障害予防対策の学問的基礎資料を得ることにあり，その研究目標を，生物学的見地よりみた放射線の身体的障害の(Ⅰ)軽減ならびに(Ⅱ)評価に関する基礎的研究においている。(Ⅰ)については，放射線の身体的障害の早期発見に資する意味での放射線による局部ならびに全身的影響に対する生物学的指標を種々の観点より検討し，放射線影響の障害への進展を軽減する方法に役立つことを企図している。現在(ⅰ)生化学的観点よりは，放射線障害の発現機構に関し，脂質過酸化物と抗酸化物質の役割；(ii)機能的観点よりは，(a)放射線感受性と生理学的性質の差異の関連性，ならびに(b)中枢神経系に対する放射線の影響；(iii)内部被曝の特殊性の観点から，局部被曝の全身的影響への寄与；(Ⅱ)については，(ⅰ)「障害の模型化」の観点から各被曝器官の障害の相互の関連性の表現化；(ii)放射線比較実験動物学的観点より，動物実験の結果の人類への外挿適用法などの検討を企図している。

(2) 構　　成

39年度末（40年3月末現在）における研究員定員は26名である。このほかに，外来研究員制度により日本獣医畜産大学教授今道友則氏（障害基礎第1研究室）が，また，日本学術振興会流動研究員として徳島大学医学部の岡本和男氏（障害基礎第3研究室）がそれぞれ研究の一端に参画された。

(3) 研究課題概略

a. 第1研究室

本研究室においては，脂質の生体内における重要性にかんがみ，(イ)脂質自身の変化に起因する細胞への直接障害，(ロ)脂質の構成成分たる不飽和脂肪酸より産生される有害過酸化物による細胞障害，および(ハ)不飽和脂肪酸に対する antioxidants の抗酸化活性の低下などを検討する目的で研究に着手してきた。そして特に(ハ)に関しては，放射線照射による脂質過酸化物破壊能(抗酸化活性)の変化の検討に関連して重要と思われる物質として，5-HT（serotonin：5-hydroxytryptamin）に着目した。その理由は，それが正常動物体内で合成され，各組織中に広く分布し，多方面に重要な生理学的活性を有すること，放射線照射によりかなり敏感にその分布と存在状態の変化する可能性の指摘されていること，さらに強力な放射線防護剤の1つとして知られていることによる。研究の進行とともに血中セロトニン量の変化は放射線障害の医化学的指標としても意義のあることの示唆が得られ，この問題の検討に鋭意努力を傾けた。したがって，本研究の内容の中には，放射線障害の医化学的指標として，広く他の生物学的因子との関連において総合的な考察の段階に達しているものも含まれているが，39年度はこれを特に別課題としては取扱わず，下記課題のもとに一括して報告することにした。

研究課題「放射線障害の発現機構に関する脂質過酸化物と抗酸化物質の役割」

ハツカネズミの血中5-HT量のX線照射後の経過が，照射後の流血中血小板のそれと酷似することより，造血臓器の1つである脾のこれらに対する役割を検討する意味で，脾照射および脾遮蔽照射に関連する一連の実験を行なった。また，全身照射により減少した5-HT含量を体外的に5-HTを補うことにより，あるいはタウリンと同時に与えることにより，放射線照射の影響の回復に及ぼす効果につき検討した。血中5-HTの生理的含量と体重の年令による変化を調べ，それと放射線感受性との関係，5-HT含量の系統差と放射線感受性の系統差との関連についても研究を行ない，さらに，種々の観点より（血中5-HT量，血小板数，臓器内5-HT量，血液水分量，飲水量，体重および臓器重量，死のモード等に関連して），総合的に放射線照射による生物学的指標の応答に関して，その第一歩をふみ出した。

一方，放射線による脂質自身の変化について，さらに

研究を進めるには，一層高度の化学分析技術を必要とするため，完倉研究員を東大薬学部に派遣し，水野教授，野島助教授の指導の下に分析上の若干の基礎的研究に従事させた。

b. 第2研究室

研究課題「放射線障害の模型に関する調査研究」

本研究室を中心とし，従来より展開しつつある「放射線障害の模型」の概念の実験的裏付けの一環として，時間因子の問題を取上げ，回復機構と死のモードとの関係を実験的に確立することを企図し，準備を行なってきた。

具体的には，まず急性死の場合にあらわれるいわゆる“線量不依存期間”が，全身障害がそれに同期的なリズムをもつという観点から死のモードに特異的な回復現象を論ずるために，消化管死より中枢神経系死に移行する領域での分布を求める。この際，上記の「模型」では動物の個体差を表わす分布としては，感受性およびいわゆる死のモードの unimodal region における死亡数に対し，いずれも正規分布を仮定しているので，これらの分布を実験的に求めるには極めて多数の個体を要すること，ならびに unimodal regionの 線量範囲よりみて，実験材料としてはメダカを用いる。

c. 第3研究室

放射線障害発現の機構に関連する重要な生物学的因子の1つとして，個体による放射線感受性の差異が問題となる。これに対する1つの研究方法は，$LD_{50/30}$ の異なる系統のマウスを用いて，放射線感受性ならびに生理学的性質に関する実験を行ない，両者の相互の関連性を検討することにあろう。

一方，機能的観点より中枢神経系の放射線感受性の問題は最近とみに関心がもたれているが，神経系自体の障害という点からのみならず，全身障害における1つの反応の現われという考え方からも検討すべき重要な課題の1つである。上述のような理由から，本研究室では下記の2つの研究課題につき従来からの研究を継続している。

研究課題(1)「放射線感受性と生理学的性質の差異に関する研究」

(i) 組織酸素消費量よりの検討

甲状腺機能と関連すると考えられる組織の酸素消費量の各系統による比較，およびそれらの放射線照射による影響について観察を行なった。脾臓，腎臓，肝臓，小腸，胸腺，骨髄などを対象としたが，いずれの臓器においても甲状腺機能が低く，放射線感受性の低いと考えられる系（C57BL/6）において酸素消費量の低いことが知られた。また，メルカゾールならびにサイロキシン投与の酸素消費量に及ぼす影響，およびこれらの投与後における照射の酸素消費量への影響につき調べた。これらの結果を総合すると，個体においては甲状腺機能を介して臓器の酸素消費量が修飾され，これが放射線感受性に関連のあることが示唆される。

(ii) ^{59}Feの血球転入率よりの検討

X線全身照射による脾重量の変化に系統差のあることより（38年度報告），脾の造血機能を ^{59}Fe の末梢血中への取込みを指標とし，全身照射，脾部位遮へいその他種種の照射条件の下にその影響を各系統において比較検討した。その結果より，3系統の間には脾の造血機能を指標とした放射線感受性においても差異があるものと考えられる。さらに，^{59}Feの血球の取込みに関しては，脾，骨髄の両者が関連していること，また，骨髄機能が急性放射線致死と関連すると思われる点よりして，それら個個の臓器への取込み，およびそれらと血球への取込みの関係などにつき検討を進めている。

(iii) 抗骨髄血清に対する骨髄反応性よりの検討

38年度に引続き，マウスの骨髄に対する家兎抗血清とマウスの骨髄との免疫電気泳動における反応性のX線照射による影響を線量との関連において追求した。

(iii) 小線量連続照射による影響の研究

マウスの受精より出生を経て成体に達するまでの長期間にわたり，小線量連続照射を行ない，その影響を出生後の成長に伴なう体重，成長および外部形態の変化，その他を指標として小線量連続照射による影響を検索中である。

研究課題(2)「中枢神経系に及ぼす放射線の影響に関する研究」

38年度に引続き中枢神経系への放射線の影響を特に電気生理的立場より家兎を用いて行なっている。(a)海馬での自発活動電位については，その変化を周波数分析により検討した。(b)光刺激による皮質視覚領での誘発電位については，照射後の時間的変化における誘発電位の大きさの減少の原因が網膜より大脳皮質にいたる系のいずれにあるかを追求したが，特殊反射系としての外膝状体に着目して検討した結果，外側膝状体より皮質にいたる系にも照射の影響のあることが示唆された。

d. 第4研究室

本研究室においては，内部被曝の影響を主として生理機能に及ぼす影響の観点から，従来の研究を推し進める

とともに，それらに附随して派生した種々の問題につき漸次研究を行なっている。その研究課題およびその主たる内容の概要は以下のごとくである。

研究課題「内部被曝の全身的影響に関する研究」

（ｉ） マウスの呼吸ガス代謝に及ぼす各種放射線照射の影響

上記課題の呼吸ガス代謝測定法を確立し，^{90}Sr, ^{131}Iなどの投与による内部被曝とX線，$^{60}Co\gamma$線の外部被曝の場合につきその影響を比較検討した。

(ii) ^{131}I反復投与の^{131}I全身滞留率に及ぼす影響

RIの反復投与の影響を検討する目的で，マウスにつき^{131}I（3μCi/マウスおよび1μCi/マウス）を用い，全身24時間滞留率，および生物学的半減期を20週にわたり測定し，3μCi/マウスの量の反復投与は24時間滞留率，生物学的半減期，体重増加率にかなり影響する事実が知られた。

(iii) 家兎骨中ならびに血中^{90}Sr-^{90}Yの動的平衡

静脈注射，経口投与の場合につき，足関節部の骨中における$^{90}Y/^{90}Sr$の時間的変化を*in vivo*測定により研究した結果，両者の間には2週間までは著るしい差のあることが知られた。また，新たに開発した同時計数型β線スペクトロメーターにより，血中の$^{90}Y/^{90}Sr$の放射平衡度の測定を行ない，上記の結果とあわせて新知見が得られた。

(iv) 放射性物質の体内分布の検討法

(イ) 内部被曝の影響評価にあたり，放射性物質の体内分布状態の検討のための1手段としての凍結全身マクロオートグラフ法の確立を目的として，また，(ロ)セロトニンの放射線防護の機序を解明するための一助として，^{14}Cセロトニンを用いて，その全身分布の経時的変化およびX線照射の影響を検討した。

（4） 業務計画外研究

1） アルテミア胚のリン酸代謝に及ぼす放射線の影響

障害基礎第2研究室
土橋創作
生物第2研究室
山田武
中沢透

アルテミアの乾燥冬卵にγ線を照射後，水に浸して発生を進ませ，各段階における胚のリン酸代謝を^{32}PのSchmidt-Thanhauser法の各分画への転入で調べ，孵化率の変化との関係につき検討した。

2） RNA合成系のPrimer活性に及ぼす放射線の影響

障害基礎第2研究室
土橋創作
島田拓*
安増郁夫*

*研究生（東大教養学部・生物）

放射線の身体的影響の要因としてRNA合成系への影響の重要性に着目し，DNA等RNA合成系のprimerに*in vitro*でγ線を照射し，primer活性および物理学的性質の変化を調べ，両者の関係について論じた。

（5） 業務計画外の調査活動状況

本研究部の性格上，放射線障害関係の立場から各種委員会（原子力施設関係の主な委員会は下記のごとくである*)に江藤秀雄が委員として参加しているので，必要に応じて資料提出などのために文献的調査，その他に相当の努力を払ってきた。

* 放射線審議会，原子炉安全専門審査部会，原子炉安全基準専門部会，原子力事業従業者災害補償専門部会，原子力船安全基準専門部会，造船技術審議会原子力船安全部会

（障害基礎研究部長　江藤秀雄）

1. 放射線障害との関連における脂質過酸化物および抗酸化物質に関する研究

障害基礎第1研究室
中村弥　完倉孝子
小林定喜　新発田杏子
門間汎美　小島栄一
西本義男　今道友則*

*昭和39年度外来研究員（日本獣医畜産大学）

（1） 研究目的

38年度までの研究で，抗酸化物質の1つであるセロトニン(以後5-HTと記す)は放射線障害の発現に重要な役割を演ずることが知られ，殊に，血中5-HT量の変化は医化学的指標として極めて大きな意義を有することが予見された。39年度は，外来研究員の協力を得て大数のハツカネズミを用いて，より精細な実験を行なう一方，障害発現の機構解明の一助として，他の2,3の生物学的指標についても観察を行なった。

（2） 研究経過および考察

（ｉ） ハツカネズミの血中5-HT量の変化に及ぼす脾照

射ならびに脾遮蔽照射の影響に関する実験（第2報）

（担当　門間　汎美）

〔目　的〕

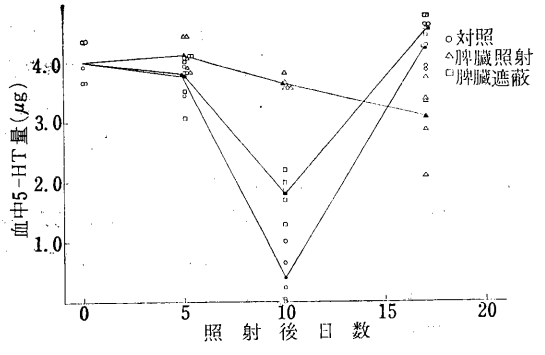
ハツカネズミの血中5-HT量はX線照射後10日目頃に最低値に達するが，減少の程度は線量に依存することがわかった。元来，血中5-HTの大部分は血小板に局在しており，S. M. Simpsonらの研究によると，照射後の流血中血小板もこれと酷似するパターンを示して変化することが知られている。本研究は，造血臓器の1つである脾がこのような現象にいかなる役割を演じているかを知るための手がかりを得るのが目的である。

〔方　法〕

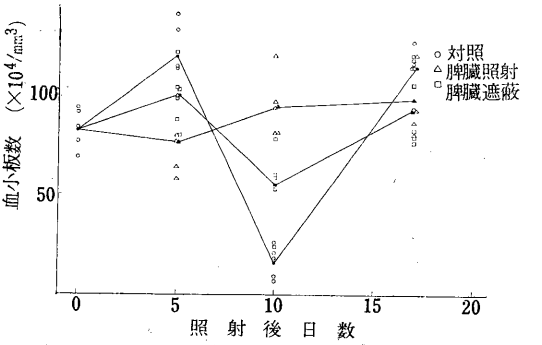
動物はCRF_1系ハツカネズミ（8～10週）YNK式1匹用ケージ内で分離飼育し，水と固形餌料を自由にとらせた。室温は24±0.5℃。5匹を1群として，ルサイト製照射ケージ内でX線600R照射（200 kVp，20 mA, 92 R/分，Cu：0.5 mm＋Al：0.5mm, HVL＝Cu 1.07，線源動物中心距離50 cm）。線量測定はVictoreen積算線量計で行なった。ネンブタール麻酔（50mg/ml原液を生食水で5倍に希釈，0.25 ml/匹腹腔内注射）下に側腹部切開後，脾を引き出し生食水に浸したガーゼで保護した。脾の局部照射に際しては，体部を10 mm厚の鉛製筒に収めて照射し，脾遮蔽照射においては，脾を10 mm Pb筒に収めて遮蔽した。対照はPb筒を使用しない場合以外は他の群と同様な処置を受けた。

血中5-HTの定量は，経時的にエーテル麻酔下に股動脈より採った血液0.5 mlについて，Udenfriend法に従がいFarrandの螢光分光光度計を用いて行ない，血小板数は，本研究室処方のNM液を用いて尾静脈より赤血球用メランジュールに採った血液について直接法で求めた。

結果は第1図および第2図に示すごとくである。脾の遮蔽によって血中5-HT減少の程度が軽減されるが，その程度は吸収線量を考慮すると極めて大であって，脾は血中5-HT量の維持に重要な役割を演じていることを示している。一方，脾のみの照射により招来される減少の程度は上に比して著しく小である。この関係は，別報(ii)の線量効果曲線を参照すると一層明らかとなる。したがって，脾は単なる吸収線量の点のみから片づけることのできない役割を含んでいることがうなずける。血小板についても同様の結論が下される。



第　1　図



第　2　図

(ii) ハツカネズミの血中5-HT量に及ぼすX線照射の影響に関する実験（第2報）　線量効果関係

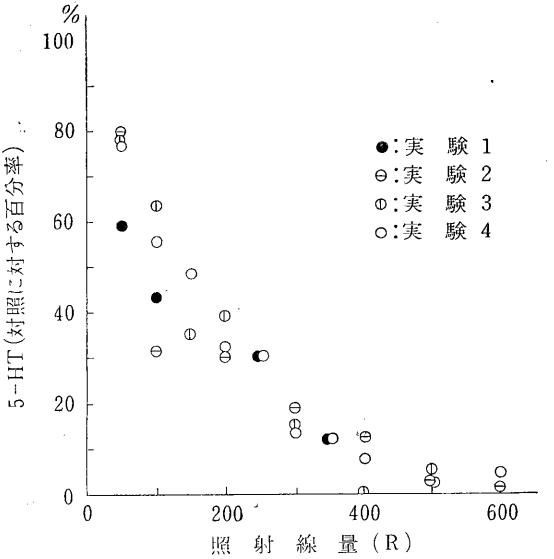
（担当　　門間　汎美）

〔目　的〕

38年度に引続き，X線照射後の血中5-HT量の変化に関して線量-効果関係を明らかにしようとした。

〔方　法〕

CF#1♀×RF♂の交配初代目のCRF_1の雄185匹を用



第　3　図

いた。生後8～10週に照射を行なった。飼育，照射条件および5-HT定量法は（i）実験に同じ。

〔結　果〕

別々に行なった4実験の成績を第3図に示した。

〔研究発表〕

Momma, H., W. Nakamura et H. Eto ; Effet des rayons X sur la teneur en sérotonine du sang chez la souris—Relation entre la dose des rayons et l'effet, *C. R. Soc. Biol.*（印刷中）

(iii)　ハツカネズミの血中5-HT量および血小板数に及ぼす摘脾の影響に関する実験

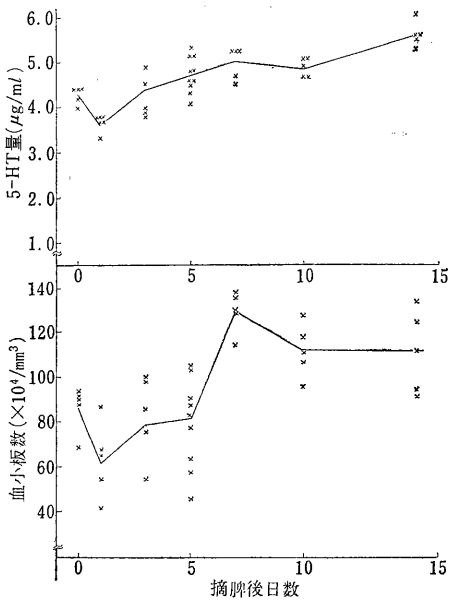
（担当　門間　汎美）

〔目　的〕

実験（i）の結果から，血中5-HT量に及ぼす放射線照射の影響を摘脾動物について観察することが重要であると思われた。それに先だって，摘脾手術のみによる影響をみておく必要が生じた。

〔方　法〕

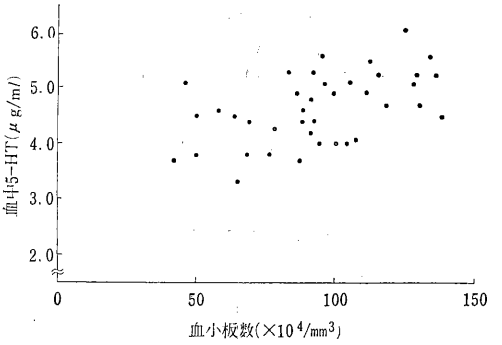
動物は CRF_1 系ハツカネズミの♂，生後12週。飼育方法，照射条件，血中5-HTの定量，血小板数測定法はいずれも実験（i）と同様である。摘脾はエーテル麻酔下に行なった。



第　4　図

〔結　果〕

結果は第4図および第5図に示す通りである。血中5-HT量は術後1日目に有意に減少するが，3日目には既に術前値に戻り，以後次第に上昇の傾向を示し，14日後には術前値を上まわっている。血小板数に関しても，大局的にみて同様の傾向がみられる。各個体についてその血中5-HT量と血小板数の関係をみると，両者の間に正の相関のあるのがわかる。



第　5　図

(iv)　組織内5-HTの定量法に関する研究

（担当　西本　義男）

〔目　的〕

放射線障害の医化学的指標としての血中5-HT量の性格が次第に明らかになるに及んで，その代謝ならびに生理的意義を知ることが重要となってきた。組織5-HTの定量法はほぼ確立されていたが，実施に当ってはいくつかの改良すべき点のあることに気がついた。

〔方法ならびに結果〕

実験の結果，以下のことが明らかとなった。すなわち

a）切りとった組織はアルミフォイルに包み，速やかに液体窒素内に投入保存すれば，数日間は変化をみない。

b）初段の抽出には HCl よりも TCA がよい。

c）TCA を加えてからは沸騰水浴で100℃，5分加熱すると抽出の効率はあがり，夾雑物はむしろ減少する。

d）5-HT の酸化を防ぐためにアルコルビン酸を予め投与するという考えはよくない。5-HT の回収率は低下し，その分解産物と思われるものが増加する。

e）抽出洗滌の後段でクロロホルム処理をすすめる学者がいるが，アルコルビン酸の場合と同様な結果が起った。

第　1　表

臓　器（4 g 以内）
　｜＋0.1*N* TCA　5 m*l*
重湿煎（5分）
磨　砕（potter）
遠　心（3,000 rpm, 20分）
　｜
┌──────┐
上　澄（全量）
　｜＋硼酸緩衝液 5 m*l*
　｜＋Na_2CO_3 ⟶pH 10（約0.05 g）
　｜＋H_2O 15 m*l*
　｜＋NaCl　5 g
　｜＋BuOH 15 m*l*
振　盪（10分）
遠　心（3,000 rpm, 5分）
　｜
┌──────┐
上　層（10 m*l*）
　｜＋硼酸緩衝液 10 m*l*
振　盪（10分）
遠　心（3,000 rpm, 5分）
　｜
┌──────┐
上　層（10 m*l*）
　｜＋硼酸緩衝液 10 m*l*
振　盪（10分）
遠　心（3,000 rpm　5分）
　｜
┌──────┐
上　層（8 m*l*）
　｜＋ヘプタン16 m*l*
　｜＋0.1*N* HCl 1.5 m*l*
振　盪（10分）
遠　心（3,000 rpm, 5分）
　｜
┌──────┐
下　層（1.5 m*l*）
　｜＋H_2O　2 m*l*
　｜＋濃 HCl 0.3 m*l*

螢光測定（励起 295 mμ，螢光 535 mμ）

結局，第1表のような方法が今のところ比較的よい結果を招くと思われる。なお，抽出測定しているものの同定に関しては，今後さらに検討を加える必要があろう。

（v）　X線照射による2，3の生物学的指標の変動に関する総合的研究（血中 5-HT 量，血小板数，臓器内 5-HT 量，血液水分量，飲水量，体および臓器重量，死のモード）

第1実験　線量効果関係

第2実験　ネンブタール麻酔下照射の影響

第3実験　摘脾後1日目照射の影響

第4実験　摘脾後2週間目照射の影響

（担当　小林定喜，門間汎美，小島栄一，西本義男，今道友則）

〔目　的〕

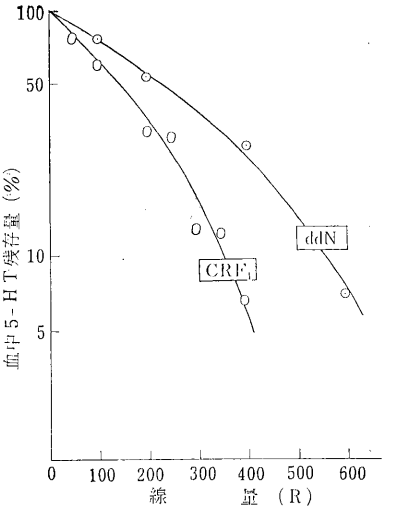
放射線障害に関する医化学的指標としての血中 5-HT 量の意義をより明らかにするために，多数の規格の正しいハツカネズミを定期的に入手することが懸案となっていたが，外来研究員の参加を得て実現が可能となった。一方，血中 5-HT の有する生理的意義に関して未だ不明な点の多い現在，他のいくつかの生物学的指標と同時に測定して，それらの変化とあわせて考察することによって障害の像が立体的に把握できると考えた。

〔方　法〕

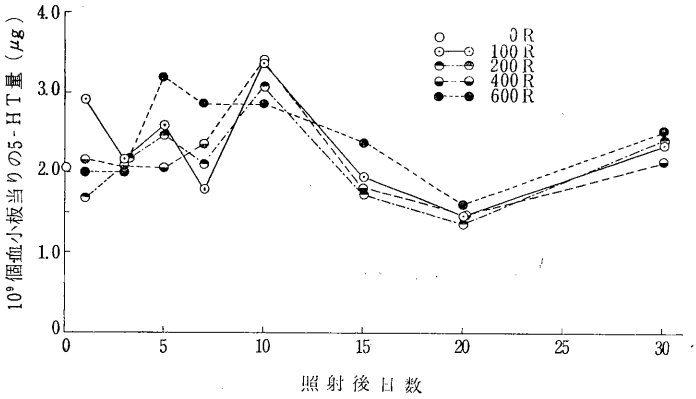
動物は ddN 系ハツカネズミの雄。生後3週目から1匹用ケージ内で分離飼育した。X線照射は8週令で行ない，その条件は（i）実験の場合と同じである。ネンブタール麻酔は（i）実験の場合とほぼ同様であるが，投与量は60mg/kg 体重。摘脾は（iii）実験の場合と同様である。血中 5-HT 量および血小板数は（i）実験同様。臓器内 5-HT は（iv）実験の方法で行ない，腸管，脾，肺，脳を対象とした。血液水分量は黒田氏微量定量法を用い，飲水量は30匹群について毎日あるいは数日ごとに測定して平均値を求めた。

〔結　果〕

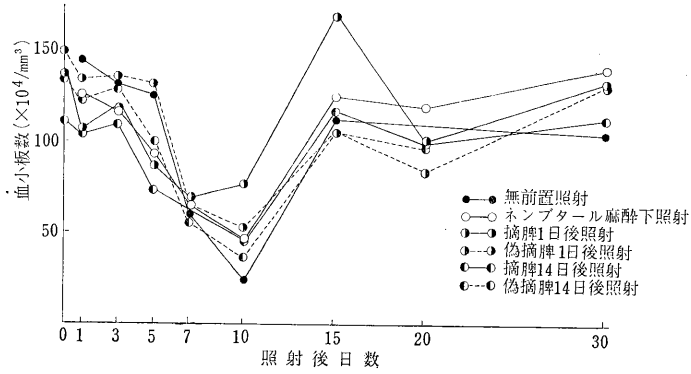
代表的なもののみを図示して説明を加える。照射後10日目の血中 5-HT 量に関する線量―効果曲線は第6図の通りで，CRF_1 系に比して ddN系の方が，血中 5-HT 量の低下に関しては放射線感受性が低いといえる。血小板1個当りの 5-HT 量は第7図にみられる通りほぼ一定であるが，照射後の日数による変化は見逃しがたい。



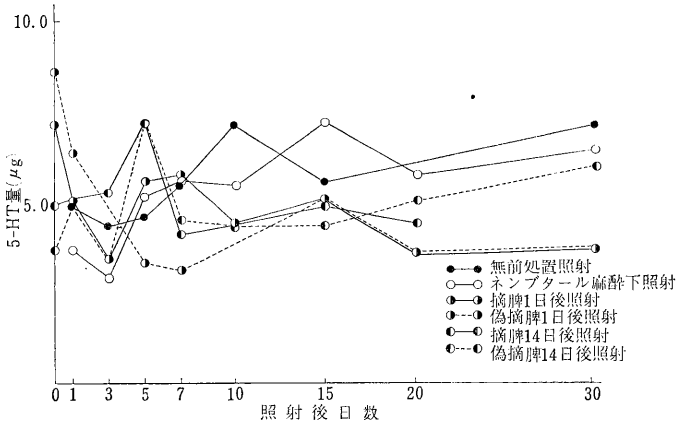
第6図　X線照射後10日目の血中 5-HT 残存量百分率



第7図　X線照射による血小板数の 5-HT 量の変化

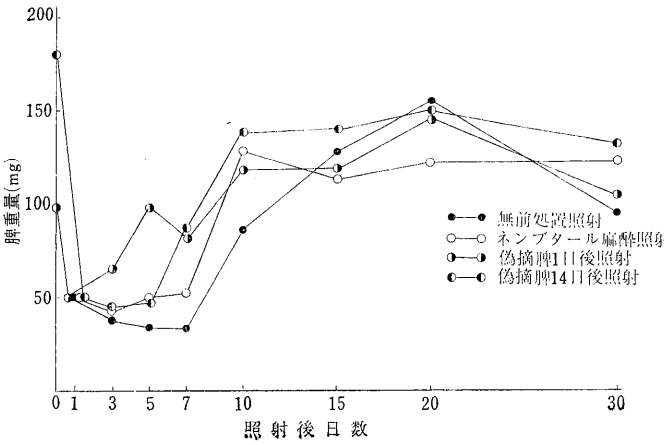


第8図　X線照射による血小板数の変化（400R）

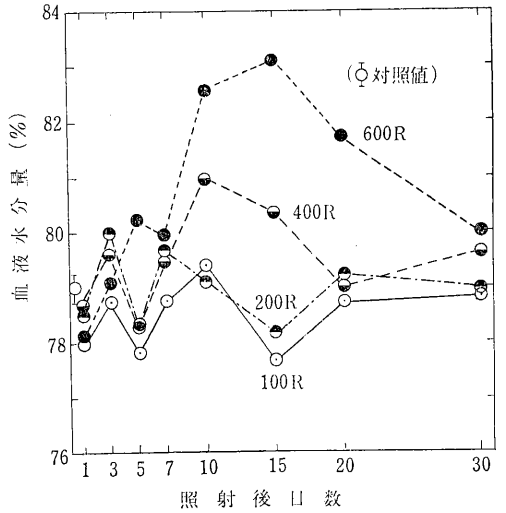


第9図　X射照射による腸管 5-HT 量の変化（400R）

各実験における血小板数に関する成績を比較すると第8図の通りで，防護効果に対応する結果がでている。臓器内 5-HT 量は，臓器の種類によってそれぞれ特徴ある変化像を与える。脳，肺，脾内 5-HT 量の変化はやや血中 5-HTのそれと似ているが，腸管の場合はかなり異なった結果を与えている（第9図）。腸管が 5-HT の生合成の場である特殊性を考えると興味深い。第10図にみられる通り，脾の重量の変化は水分代謝と密接な関係



第10図　X線照射による脾重量の変化(400R)



第11図　X線照射による血液水分量の変化

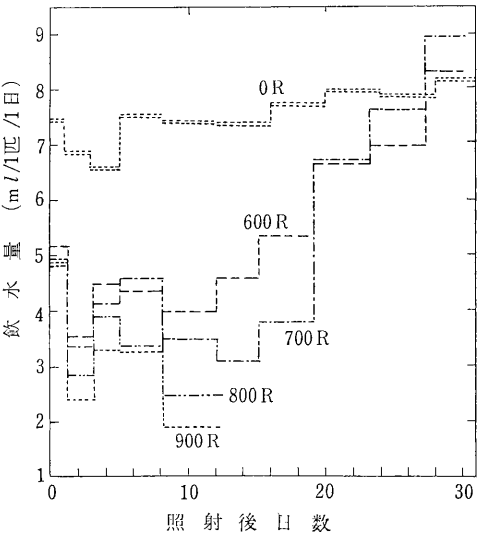
vi)　放射線感受性に関する個体差の指標

（担当　新発田杏子）

〔目　的〕

動物の放射線感受性に関する個体差は偶然の因子によるものではなく，生理的生化学的因子の総合作用であると思われる。上野は，Na/K 比，尿量，末梢好酸球数，体重の毎日の変動の程度と放射線感受性とが一定の関係にあることを示した。また，各臓器中の遊離 SH，SS 比ならびに結合 SH，SS 比と放射線感受性との関係についても報告がある。放射線感受性の個体差についての解明によって放射線感受性を予め予測できれば，放射線障害の予防上に大きな意義があると思われる。本研究は放射

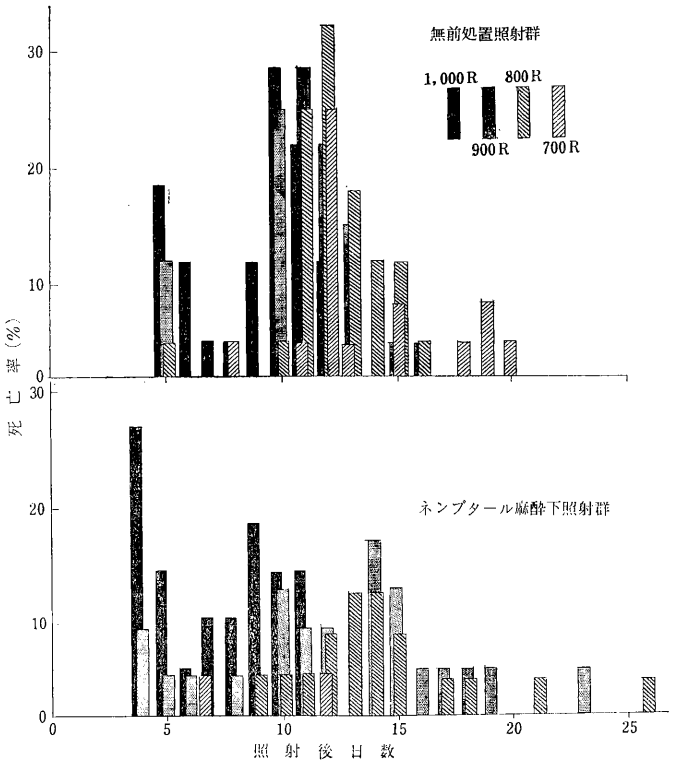
があり，飲水量，血液水分量の変化とあわせて考察されるべき現象であろう。あとの2者は相互に密接な関連を有しており，脳中枢にある水分代謝調節機構を介してつながりをもつもので，水を沢山飲めば血液水分量が上るなどという単純なものではないことがよくわかる（第11図，第12図）。30日目の生残数だけでいえば，ネンブタール麻酔は防護効果を有するといえるが，いわゆる腸管死がくるといわれる頃の死亡数はかえって多くなっている（第13図，次頁）。したがって，死に関する考察も障害の微細構造と関連せしめて行なおうとする時は充分な注意が必要となろう。



第12図　X線照射による飲水量の変化

線感受性の個体差解明の糸口を得る目的で行なった。

Lindop らは，ハツカネズミの放射線感受性と年令の関係を調べ，放射線の急性効果に関し生後1週目は比較的感受性が低く，その後上昇して生後4～6週に最大値をみ，その後下降して生後40週目に最小値を示し，40週後は再び上昇することを報告している(第15図)。一方，松岡らは，4種の動物について腸管セロトニン(5-HT)含量と放射線感受性との関係を比較研究し，腸管 5-HT 含量が高くかつ照射後の減少率の高いものほど感受性が高いことを示した。また，門間らは，照射後血中 5-HT 含量が著しく変動することを報告している。そこで，本研究においては，血中 5-HT の生理的含量と体重との年令による変化を調べ，それがその時の放射線感受性と



第13図　X線照射による死亡のモード

いかなる関係にあるかを調べ，また，血中 5-HT 含量の系統差が放射線感受性の系統差とどのような関係にあるかを調べることにした。放射線感受性の指標として，照射後30日目の生存率を調べる計画であるが，その計画は目下未完なので，動物の系統は異なるが Lindop らの求めた曲線を引用し，また，放射線感受性の系統差については土屋らの成績を参照するにとどめた。

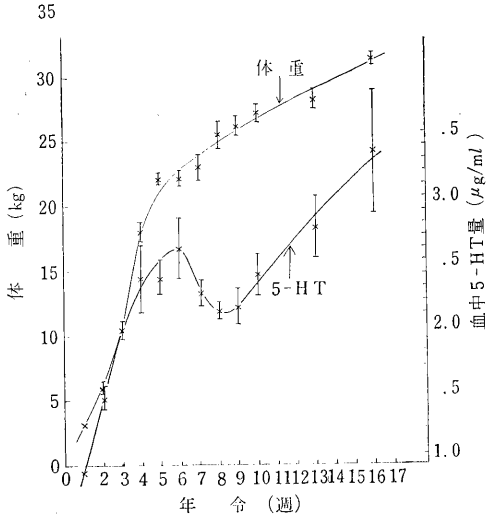
〔方　法〕

血中 5-HT 含量の年令による変化については，ddN 系雄マウスを用い，生後16週まで，1週ごとに動物10頭ずつから採血した。定量法は（i）実験に同じ。また，血中 5-HT 含量の系統差については，CF_1，C3H，CRF_1，C57BL，ddN，RFの雄を用い，各系統とも年令10週の動物を用いた。その場合の定量法も上述の通りである。

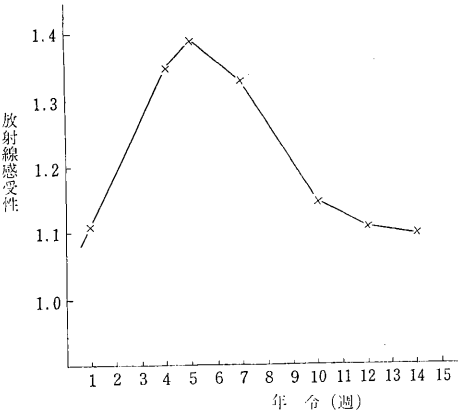
〔結果および検討〕

第14図に示すように，生理的に血中に含まれる 5-HT 量（γ/ml）は，生後1週から4週までは直線的に増加し，生後6週目に最大値を示す。その後は低下して，生後8～9週目に最小値を示す。最大値の81%で有意差がある。9週以後は年令とともに増加する。

第14図には同時に年令による体重の変化を示した。体重も生後1週から4週までほぼ直線的に増加する。血中 5-HT含量が最大値をとる頃から体重の増加は緩慢になりはじめるが，一方的に増加の傾向をたどる。別に血中 5-HT 含量と体重との関係を調べたが，その間には何らの関係を見出すことはできなかった。



第14図　血中 5-HT 含量と体重の年令的変化
（縦線は標準誤差）



第15図　放射線急性効果（30日死亡率）に対する感受性（SAS/4 ハツカネズミ）
— Lindopら —

前述の通り，放射線の急性効果曲線は未完なので，差当り Lindop らの放射線感受性曲線（第15図）を参照して生理的な血中 5-HT 含量と放射線感受性との関係を検討すると，生後1週目は放射線感受性は比較的低い。血中 5-HT 含量も少ない。その後 5-HT 含量が増加するにしたがって放射線感受性も高くなる。生後5～6週で最大値を示す。その後は，5-HT 含量の低下とともに放射線感受性も低くなる。この関係は生後8～9週まで続く。9週以後には，血中 5-HT 含量は増加するが，逆に放射線感受性は低くなる。したがって，簡単に血中 5-HT 量と放射線感受性とを一義的に結びつけることは困難である。かりに，両者間に密接な関係があるとしても，これを修飾する他の因子を考慮する必要があろう。

次に，血中5-HT 含量に関しては，第2表に示すように系統差はかなり著しい。求めた値の中では最高1.7倍の開きがある。

第2表　血中セロトニン含量

	血中 5-HT 含量 (γ/ml)
CF_1	3.09
C3H	4.00
CRF_1	3.00
C57BL	3.86
ddN	2.40
RF	2.87

一方，土屋らによって求められた $LD_{50/30}$ との関係を参照すると，明らかにこれらの系統の間では，血中5-HT含量の多いものほど $LD_{50/30}$ は高い。つまり，血中5-HT 含量の多いものほど，いわゆる放射線感受性は低いという結果になる。

なお，実験中未完了の部分については目下進行中であり，したがって個体差の量的表現は実験完了次第行なう。

(vii)　放射線障害の回復

（担当　新発田杏子）

〔目　的〕

門間らによれば，マウスのX線全身照射によって，照射後4日目から血中5-HT 含量が減少しはじめ，10日目に最も低くなる。また，同じく門間らによって，X線全照射後の血中5-HT 含量の動きは，5-HT運搬体である血小板の動きにほぼ等しいことが報告されている。そこで，本研究では，照射によって減少した5-HT含量は，体外より5-HTを補うことによって，あるいはまた，血小板に5-HTとともに大量に含まれていることが知られているタウリンと同時に与えることによって，照射の回復に影響を及ぼすか否かを調べた。

〔方法と材料〕

年令8週の ddN 系雄ハツカネズミ40頭にX線全身700R照射し，照射後4日目から14日目までの10日間毎日5-HTを腹腔内に，また，同年令同系雄マウス39頭に700R，36頭に600R照射して，照射時4日目から14日目までの10日間毎日5-HT＋タウリンを腹腔内に注射して，照射後30日目の生存率を調べた。対照として，同年令同系雄マウスを用い，30頭ずつに700Rと600R照射した。投与量は5-HTについては，門間らによって測定された照射後10日目の血中5-HT含量の減少率からマウス1匹の推定減少量を計算した。なお，体外より投与した5-HTの90％が24時間以内に排泄されるという報告があるので，求めた推定量の10倍量を投与量とした。その量は，大体の値であるが60 mg/匹/日である。また，タウリンは，Melchingらが測定した照射後尿中に排泄されるタウリンの量を，差し当りの1日の投与量とした。その値は1 mg/匹/日である。

これらの投与量は，予備実験により，ただそれのみ注射しただけでは動物の生存に関し何らの変化も与えないことを確認している。

〔結果および考察〕

結果は第3表に示した。

第　3　表

動物匹数	X線照射線量	処　置	生存数(率)	P-値
30♂ ddN	600R	—	28/30(93.3％)	
36♂ ddN	600R	60 γ 5-HT ＋1 mg タウリン	36/36 (100％)	0.1～0.5
30♂ ddN	700R	—	12/30 (40％)	
40♂ ddN	700R	60 γ 5-TH	13/40(32.5％)	—
39♂ ddN	700R	60 γ 5-HT ＋1 mg タウリン	20/39(51.3％)	0.1～0.5

X線照射線量が600Rの場合，対照群の生存率が93.3％の高率なので，5-HT＋タウリン混合投与によって100％の生存率を得たものの，この処置の治療効果は明らかではない（P＝0.1～0.5）。また線量が700Rの場合，5-HT単独投与は，障害回復へ何ら寄与するところがなく，むしろ逆効果を示している。5-HTは微量でも血管収縮作用があるので，照射後10日以後の5-HT投与は動物の全身状態を考えるとむしろ状態改悪の効果を示す

ようである。また同線量照射後，5-HT＋タウリンの混合投与をした場合も，この処理の回復効果を断定するに至っていない(P＝0.1～0.5)が，かなり改善されている。

本実験で用いた投与量，投与期間に関する限り，5-HTの障害回復効果は認められないので，5-HT＋タウリンの混合投与が示したかなりの回復効果はタウリンのみの効果かも知れない。なお，タウリンによる放射線障害回復については阿部がかなりよい成績を収めている。

(viii) ハツカネズミにおける乳癌発生に伴なう2，3の生物学的指標の変動に関する研究

(担当　小林定喜，門間汎美，小島栄一，西本義男，長沢文男*)

＊　技術部技術課

〔目　的〕

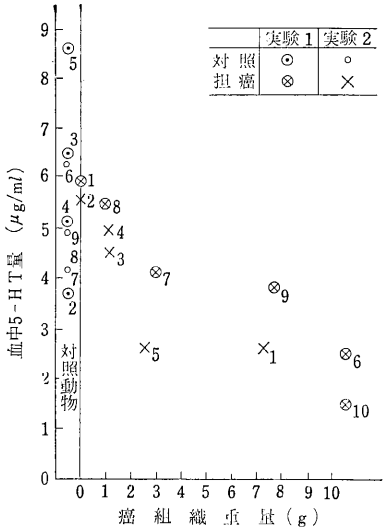
放射線照射による晩発障害の1つして悪性腫瘍の発生が重視される。急性障害に関してわれわれが研究対象に選んだ2，3の生物学的指標が晩発障害の起る時期にいかなる態度を示すかは興味ある問題である。今回は予備的研究として，C3H系ハツカネズミに自然発生する乳癌をとりあげ，その間の変化を調べてみた。

〔方　法〕

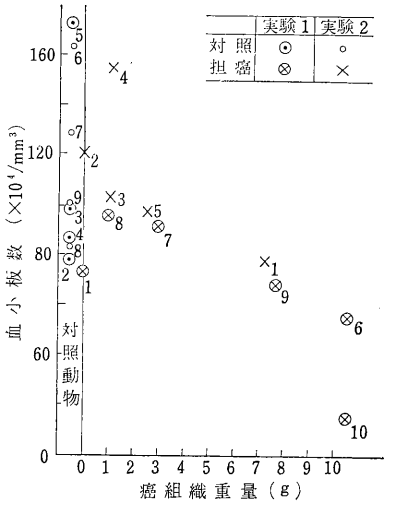
本研究所で自家繁殖しているC3H系ハツカネズミの中で乳癌を発生した雌を選び，対照としてはほぼ同月令の無担癌の雌ハツカネズミを用いた。生物学的指標としては血中5-HT濃度，血小板数，血液水分量，組織の重量とその5-HT含量等をとりあげた。それらの測定法は(v)実験の場合と同様である。

〔結　果〕

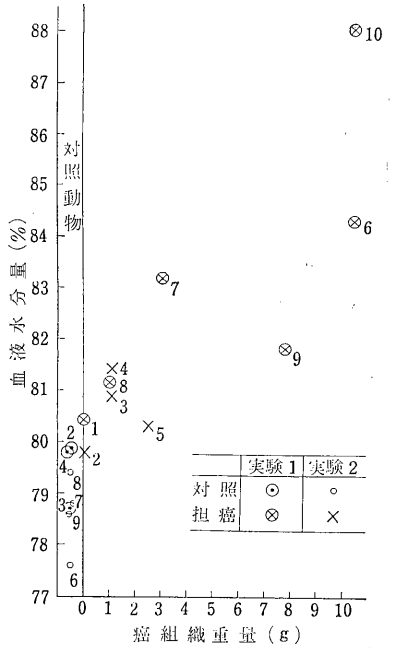
血中5-HT濃度は第16図に示す通り，癌組織重量との間に一定の関係があるもののごとくで，重量の増加に伴なって5-HTの血中濃度は低下している。血小板数の動きも第17図のごとく，血中5-HT濃度の場合と同様である。血液水分量はこれと対称的で，癌組織重量の増加



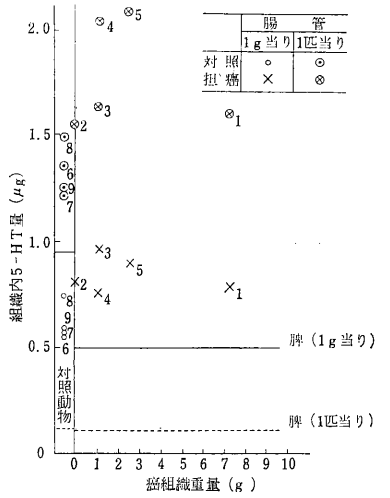
第16図　血中5-HT量（C3H系ハツカネズミ）



第17図　血小板数（C3H系ハツカネズミ）



第18図　血液水分量（C3H系ハツカネズミ）



第19図　組織内 5-HT 量（C3H 系ハツカネズミ）

に伴ない上昇し，全体としての活性低下に対応しているものと考えられる(第18図)。癌組織内には 5-HT は微量しか含まれておらず，われわれの測定にはかからない程度であった。腸管組織の 5-HT 含量はこれらとはいささか異なり，癌組織の未だ小なるうちはむしろ対照動物に比して 5-HT 含量は高く，癌組織の増大が進めばやや減少して対照動物での値に接近してくる（第 19 図)。腸管での5-HT 合成活性とこれを運び出す carrier とのバランスを考慮してはじめて明らかにされる機構が存在すると思われる。脾の 5-HT 総含量には癌の有無による差はみられないが，重量当りに換算すると担癌動物での減少がみられる（第19図)。(第16～19図中の数字は動物の個体番号。)

(ix)　酵母 *Torulopusis utilus* より抽出せる還元型グルタチオンの生物学的活性（放射線防護効果）に関する予備的実験

（担当　小林　定喜）

〔目　的〕

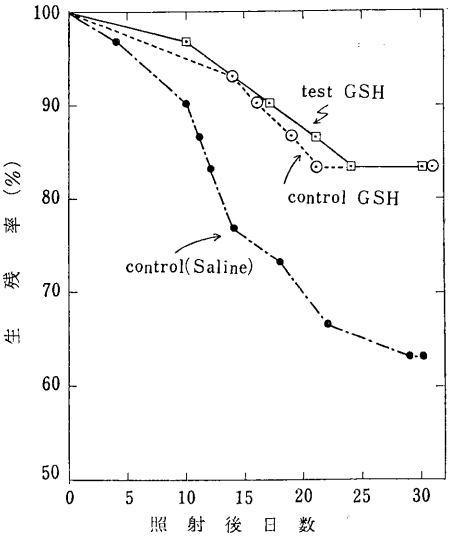
還元型グルタチオン（GSH）の哺乳動物に対する放射線防護効果は，その投与量，放射線線量効果関係などの面で，いくつかの問題が残されているが，Patt らの報告以来，多くの実験者によって確認されている。今回この効果を指標として，亜硫酸パルプ廃液で培養されたトルラ酵母から抽出精製された GSH の生物学的活性を検討した。なお，放射線照射後血中5-HT 量の変動が著しいことが知られており，また，血中5-HT が毛細血管の収縮と何らかの関連を有し，皮膚温度調節に一役をになっている可能性も考えられるので，皮膚温度変化に及ぼす影響もあわせて追求してみた。

〔方　法〕

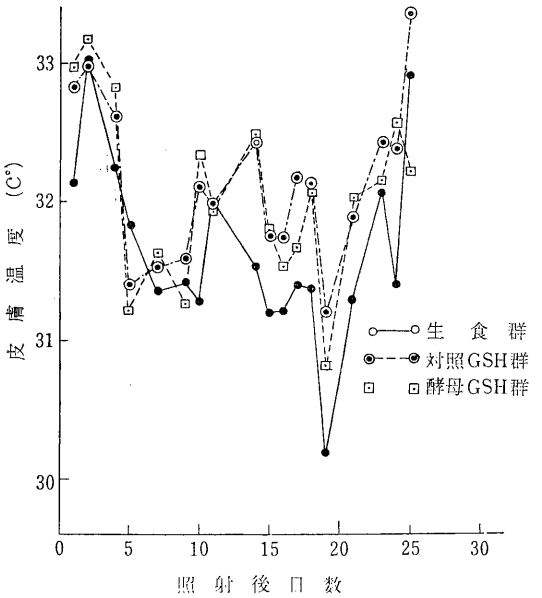
動物は C3H 系ハツカネズミの雄で生後 12 週令，平均体重 28 g のものを使用した。飼育ならびに照射条件は，(ｉ)実験の場合と同じで，700 R の照射を行なった。1 群 30 匹からなる 3 群をもうけ，第 1 群には生理的食塩水，第 2 群には対照 GSH，第 3 群には酵母 GSH を注射した。対照 GSH は東京化成製品（G.R.)である。GSH は注射 1 時間前に10%，pH 6.5の生理的食塩水溶液となし，体重 1 g 当り 2 mg GSH となるよう背部皮下に注射し，4 分以内に全身照射を行なった。背部皮膚の温度はサーミスター温度計で各群10匹について測定を行なった。

〔結　果〕

生存曲線は第20図に示す通りで，生残率についてみると，全観察期間を通じて GSH 注射群と生理的食塩水注射対照群との間には明らかな差がみられ，30日目では，それぞれ 83.4 %および 63.3 %であった。両種のGSHの間には有意の差は認められなかった。皮膚温度に関しては第21図のような結果が得られ，両種の GSH 群の間にはみるべき差はなかったが，対照群では10日目以後の低体温はより顕著で注目に値する。これが血中 5-HT 量の変化とどのような因果関係にあるかは今後追求すべき興味ある問題であろう。



第　20　図



第21図　700R全身照射ハツカネズミの皮膚温度変化

〔研究発表〕

小林定喜，中村弥，荒川清二；酵母 *Torulopusis utilus* より抽出した還元型グルタチオンの生物学的活性（放射線防護効果），第28回必須アミノ酸研究評議会（1964年6月）

（x）イースト燐脂質中のカルジオリピンの分離および同定

（担当　完倉孝子，野島庄七*，赤松穣*，奥山治美*，水野伝一*）

* 東京大学薬学部

〔目　的〕

イースト（*Saccharomyces cerebiriae*）燐脂質の分離同定は1957年 Hanahan らによりなされたが，なお未知の部分があり，それは酸性燐脂質画分に相当する。私たちはこの画分中にカルジオリピンが存在すると考え，その分離同定を行なった。

〔方法および結果〕

（1）抽出：凍結乾燥イースト粉末にクロロフォルム・メタノール（以下C-Mと略す）2：1（v/v）混液を加え室温で一夜放置して抽出液を分離した。

（2）分離精製：酸性燐脂質の分離は主として Faureのカルジオリピン調製法によった。前記脂質抽出液を減圧濃縮し，残渣をメタノール溶液とし，これに氷冷 $BaCl_2$ 水溶液を加えて酸性燐脂質-Ba塩を沈澱さす。沈澱をアセトン処理して共存する脂質不純物を除いた。ここに得られたものはなお相当量の各種燐脂質を含むので，さらに精製する目的で，Rathboneらの方法に従がい，$NaHCO_3$ 処理ケイ酸-Hyflosupercel カラムに上記Ba塩を吸着させC-M stepwise elution を行なった。その結果 C-M 6：1（v/v）で溶出する画分が薄層クロマトにより（展開溶媒 C-M-Aq 65：25：4），カルジオリピンの authentic sample と等しい R_f をもつ単一のスポットになることをみた。

（3）同定：上記C-M 6：1 画分を減圧濃縮し，以下の分析を行なった。

a）Dawson 法による deacylated sample のペーパークロマトグラフィー（第22図）

この方法の原理は燐脂質を緩和な条件でアルカリ水解して，脂肪酸だけをはずし，水溶性の glyceryl-phosphoryl ester とし，ペーパークロマトにかけて，その R_f を比較することにある。

前記C-M 6：1 画分を同様に水解し，この水解産物につき，フェノール・水・酢酸・エタノール（80：20：10：12 v/v）およびイソプロパノール・アンモニア・水（7：2：1 v/v）の両溶媒系によって1次元のペーパークロマトを行なった。カルジオリピンの authentic sample を同様に水解処理したものを同時に展開した。両溶媒系とも，サンプルの主要スポットとカルジオリピン水解物のスポットとの展開位置は一致した。

b）赤外線吸収スペクトル

カルジオリピンの authentic sample と一致した。

c）エステル型脂肪酸/P比

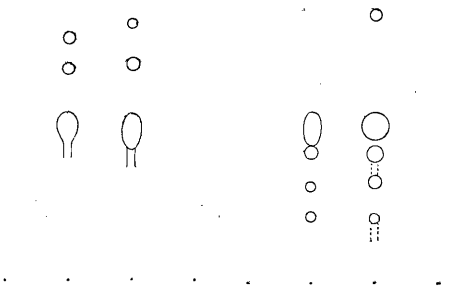
カルジオリピン分子内にはエステル結合した脂肪酸が4分子，燐酸が2分子存在する。したがって，そのモル比は $^4/_2=2.00$ である。このC-M（6：1）画分で得られた値は1.93であった。

エステル型脂肪酸測定はヒドロキサム酸法，P測定は Allen 法によった。

d）bioassay

Wassermann test の抗原として，この画分はカルジオリピンの authentic sample と同じ力価を示した。

別にこのC-M（6：1）画分の脂肪酸組成を測定した。サンプルはメタノール・塩酸でメチル化し，日立 KGL-2A ガスクロマトグラフ（水素焔イオン化検出器）によって分析した。stationary phase は polyethyleneglycol adipate，カラム温度200℃，キャリアガス He であった。分析結果はオレイン酸45%，パルミトオレイン酸



第22図　Dowson 法による deacylated sample のペーパークロマトグラム

(A) solution system : phenol–Aq–acetic acid–EtOH 80 : 20 : 10 : 12

(B) solution system : isopropanol–NH_4OH–Aq 7 : 2 : 1

発色は Hanes-Isoherwood 試薬 (UV)，○は発色の強いspot

32.5%，およびパルミチン酸12.3%が主要成分で，ほかに少量のステアリン酸，リノール酸その他が存在する。また，不飽和脂肪酸が全脂肪酸の約81%を占める。

以上の結果から，イースト燐脂質中にカルジオリピンが存在することを確認した。

〔研究発表〕

1. 奥山治美，完倉孝子，赤松馥，野島庄七，水野伝一；カルジオリピン分子内脂肪酸分布の規則性について，第14回結核化学研究グループ総会（1965年5月）。
2. 奥山治美，完倉孝子，赤松馥，野島庄七，水野伝一；カルジオリピン分子内の脂肪酸分布，第7回脂質生化学研究会（1965年6月），*J. Biochemistry*（投稿中）

2. 大線量照射と時間因子

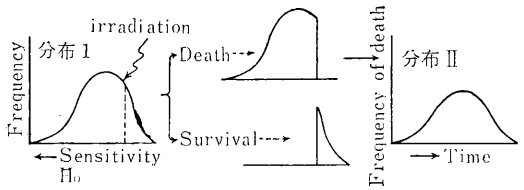
障害基礎第2研究室
佐藤文昭
土橋創作
中村弥
江藤秀雄*
*障害基礎研究部長

(1) 研究目的

個体のレベルでの放射線障害を修飾する重要な物理的因子の1つとして時間因子がある。それはもちろん回復現象に関係するが，回復の半減期 (RT_{50}) には，速い成分と遅い成分があることが知られている。これらの回復機構と死のモードとの関係を実験的に確立することを目的とする。

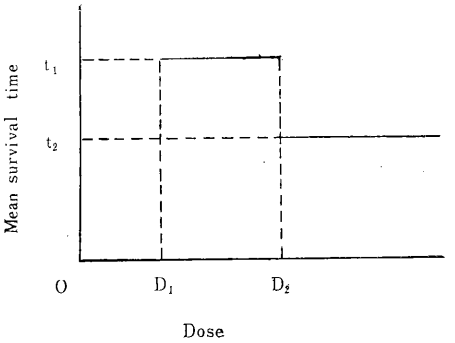
(2) 考　察

この実験は，本研究室で展開しつつある「放射線障害の模型」の概念の実験的裏付けの一環として計画したものである。従来，個体の回復機構は paired dose technique により，$LD_{50(30)}$ を指標として行なわれてきた。この指標は，死のモードとの関連が必らずしも明瞭ではない。著者らは動物の固体差を表わす分布として次の2つの分布を仮定した（第1図）。

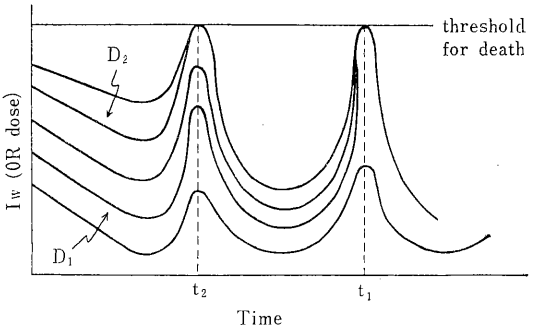


第1図　個体差の2つの分布

すなわち，1つは感受性を表わす正規分布であり，もう1つはいわゆる死のモードの unimodal region における死亡数の正規分布である。これらの分布を実験的に確立するには非常に多くの個体を必要とすることと，また，2 kR～32 kR に umimodal region があることが確かめられているという理由から，実験動物としてメダカを選んだ。実験の第1段階として，消化管死から中枢神経死に移行する領域での分布 II（第1図参照）を決定する。急性死の場合，線量・平均生存期間のグラフに“線量不依存期間”（第2図参照）が現われる。それは全身障害がそれに同期的なりリズムをもつためである（第3図参照）という立場から，死のモードに特異的な回復現象を



第2図　線量と生存期間



第3図　全身障害の変動

求める実験を計画している。

3. 放射線感受性と生理学的性質との差異に関する研究

障害基礎第3研究室
土屋武彦
村松晉
早川純一郎
玉野井逸朗
岡本和男*

＊ 昭和39年度流動研究員
（徳島大学医学部）

（1） 研究目的

個体による放射線感受性の差異を研究することは，放射線障害の発現機構を解明するうえに重要な手掛りを与えるのみならず，障害の早期発見，予防などの問題に対しても有用であろうと考えられる。

遺伝的に異なる系統のマウスは個体を表現すると考えられるので，これについて放射線感受性と生理学的性質との関連を追求している。さきに，放射線感受性と甲状腺機能との間に相関が予測されることを報告したが，放線感受性は，それ自体一義的に論ずることはできないし，生理学的性質にしてもまた，種々の角度より検討する必要がある。この意味において，目下，(a)生理学的性質に関しては，甲状腺機能と関連すると考えられる組織酸素消費量の測定，また，急性放射線致死と関連すると思われる造血器機能については ^{59}Fe の取込み，ならびに免疫化学的方法による検索を行ない，他方，(b)放射線感受性に関しては，1回大量照射ならび小線量連続照射による影響について種々の somatic effect を指標として検討を行なっている。

（2） 研究方法および考察

（i） 組織酸素消費量に関する実験

（担当　岡本　和男）

〔方　法〕

組織酸素消費量の測定には，島津オキシグラフ（OX-2型）を用いた。白金電極は被覆型を用い，厚さ10μのテフロン膜で被覆し，電極槽は閉鎖式とし，電極の電圧は負電圧0.7V，正電圧0.5Vとした。Tyrode氏液は酸素80%，窒素20%の混合ガスで飽和し，これにスライスした組織を入れ38℃で測定した。

〔結果ならびに考察〕

a）脾臓，腎臓，肝臓，小腸，胸腺，脳皮質，骨髄について測定を行なったが，いずれの臓器についても，$LD_{50/30}$ を指標とした場合に放射線感受性の低かったC57BL/6系では，RF，CF#1に比して酸素消費量が低かった（第1表）。次に，b）抗甲状腺剤であるメルカゾール（0.05%）溶液を1週間投与後測定した結果は，いずれの系統においても酸素消費量の低下を認めたが，その低下の程度の系統による差異は認められなかった。同様に，メルカゾールを投与したのち，X線350R全身照射を行なった場合，照射前に対する照射後の酸素消費量の比を無処置群と比較すると，いずれの系統においてもメルカゾール投与群ではその比が大きく，X線による影響の減少を認めた。また，c）サイロキシン6γ/個体/日を腹腔内に7日間にわたって注射した場合，C57BL/6では酸素消費量の増加を示したが，RF，CF#1ではむしろ酸素消費量の減少を示した。また，サイロキシン投与後X線350R全身照射を行なった場合，照射前に対する照射後の酸素消費量の比はC57BL/6においては小さくなり，サイロキシンにより，照射の影響が増加した。

第1表　Oxygen consumption of tissues in three strains of mice

	Qo_2 (μl/mg dry wt./hr.)		
Organ	C57BL/6	RF	CF#1
Spleen	8.7±0.2	9.3±0.1	9.9±0.1
Kidney	13.7±0.3	14.7±0.2	14.9±0.2
Liver	10.7±0.3	10.8±0.1	11.3±0.2
Small intestine	12.1±0.2	13.8±0.2	14.6±0.2
Thymus	7.7±0.1	8.4±0.1	9.6±0.1
Brain cortex	10.3±0.1	11.4±0.1	12.5±0.1

	Qo_2 (μl/hr./cell)		
Organ	C57BL/6	RF	CF#1
Bone marrow	$4.3\pm0.2\times10^{-7}$	$5.9\pm0.2\times10^{-7}$	$7.5\pm0.1\times10^{-7}$

以上の結果から，甲状腺機能が低く，放射線感受性が低いと考えられるC57BL/6系マウスにおいては，臓器

の酸素消費量も低いことが明らかとなった。また，メルカゾールによる酸素消費量の低下，ならびにX線照射後の酸素消費への影響の程度の減少が認められた。サイロキシン投与により C57BL/6 では酸素消費量の増加があり，さらに，X線による影響も大となった。サイロキシン投与の場合RF，CF♯1においては期待された結果が得られず，酸素消費量が減少したが，このことは $LD_{50/30}$ を指標とした場合に，C57BL/6ではサイロキシンによる放射線増感作用がみられたが，RF，CF♯1においてはこれが認められなかった前報の結果とは一致している。これらのことから，個体においては甲状腺機能を介して臓器の酸素消費量が修飾され，これが放射線感受性に関連すると予想される。

(ii) ^{59}Fe 摂取に関する実験

(担当　早川純一郎)

（a） 前報（放医研年報，昭和38年度）のように，X線 350R 全身照射による脾重量の変化に系統差のあることを認めたので，脾における造血機能を ^{59}Fe の末梢血中への取込みを指標として，脾遮蔽，2回照射などを行なって検討した。

〔方　法〕

全身照射群と脾部位遮蔽照射群 1 回目 350 R 全身照射後，12日目(RF)，18日目 (CF♯1，C57BL)に全身照射，あるいは脾部または対称部を遮蔽して照射を行なった。全身照射は四肢を固定して照射を行なった。脾部位遮蔽は同様に四肢を固定し，左側上腹部を背側より厚さ 5 mm の鉛で遮蔽し，また，対称部遮蔽は右側上腹部の遮蔽を行なったものである。

^{59}Fe の血球取込みについては，X線照射後 24 時間で ^{59}Fe 0.1～0.3μCi を尾静脈または腹腔内に注射，48時間後に血球中の ^{59}Fe を測定した。

〔結果ならびに考察〕

1）脾部位遮蔽の ^{59}Fe 取込みに対する効果は CF♯1 系統において著しかった。

2）X線 350 R 全身照射後，脾重量が最も大きくなると考えられる日(C57BL，CF♯1では18日，RFでは12日)に照射したものでは，脾遮蔽は前照射のない場合より各系統とも ^{59}Fe 血中取込みを増加させた。

3）350 R 全身照射後 11 日目における各系統での脾遮蔽および対称部遮蔽による ^{59}Fe の取込みを調べたところ，C57BL では両者の間に差が認められなかった（第2表)。

以上の結果から，脾における造血機能が系統によって異なることが考えられる。350 R 前照射後の脾における造血機能は C57BLではRF，CF♯1 に比して著しくなく，これは重量の over shoot と関連があるとも考えられる。しかし一方，脾重量の照射後の over shoot は線量に関連するとの報告があり，C57BLでは線量が低すぎることが原因しているとも考えられる。しかし，いずれにしても C57BL と RF，CF♯1 との間には，脾の造血機能を指標とした場合の放射線感受性においても差異があると考えられる。

第　2　表

（a）

系　統	非照射	全身照射	脾部位遮蔽
C57BL/6	29.7±7.0	3.5±0.4	7.4±0.9
CF♯1	23.6±1.7	2.1±0.3	16.8±1.8
RF	29.4±1.5	0.9±0.0	4.9±0.6

（b）

系　統	非照射	全身照射	脾部位遮蔽
C57BL/6	28.3	—	13.1±2.3
CF♯1	31.9	9.8±2.2	21.8±4.5
RF	35.2±3.3	1.7±0.3	10.7±1.0

（18日と12日目に前照射全身350R）

（c）

系　統	脾部位遮蔽	脾対称部遮蔽
C57BL/6	15.0±2.8	14.5±1.7
CF♯1	13.4±2.0	7.6±1.0
RF	11.4±1.3	5.5±0.5

（11日目に前照射全身350R）

（b） 脾，骨髄自体の ^{59}Fe の取込みに関する実験

^{59}Fe の血球への取込みは脾臓，骨髄の両者が関連している。したがって，それら臓器の個々の取込み，またそれと血球への取込みとの関係を知ることも重要であるので，目下これに関しての検討を行なっている。

〔方　法〕

^{59}Fe を腹腔内注射し，6時間後にそれぞれ取込みを測定した。また，X線全身350 R 照射後 1，3，5，10，14，21，35 日で測定を行なった。

〔結果ならびに考察〕

目下実験は RF についてのみしか行なっていないが，照射第 1，3 日では，脾，骨髄，血球いずれも極度に低下を示している。一方，プラズマ中の ^{59}Fe は高値を示し

た。脾臓，血球の取込みは2週目，3週目でover shootを示すが，大腿骨の骨髄ではover shootが認められなかった。今後他の系統についても検討を行なうとともに，^{59}Feの取込みを指標をして，脾臓，骨髄の照射後の回復に関して検討を行なう予定である。

(iii) 免疫化学的にみた骨髄への放射線の影響に関する実験

（担当　玉野井逸朗）

前報で述べたように，マウス骨髄に対する家兎抗血清とマウス骨髄との免疫電気泳動における反応性がX線照射により変化することを認めたので，これらについての検討を継続している。

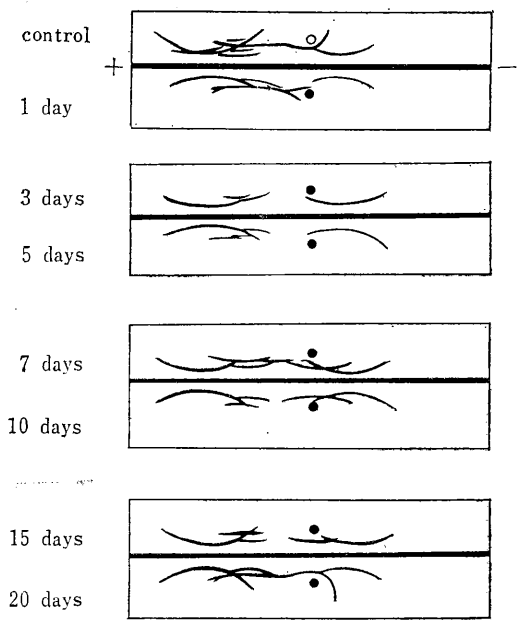
〔方　法〕

抗血清および免疫電気泳動用抗原の作製法，電気泳動法，観察等は38年度報告の場合と同じである。前回はC3H骨髄に対する抗血清を用いたが，今回はCF#1の骨髄に対する抗血清を用い，抗原としてCF#1の骨髄を用いた。

X線で，400R，800R，1,200Rの全身照射を行ない，400R群に対して照射後1，3，5，7，10，15，20日；800R群では1，3，5，7，10日；1，200R群では1，3，5日目においてそれぞれ骨髄をとり出して抗原とした。

〔結果ならびに考察〕

400R照射群についてみると，第1日目にすでにpre-albuminと思われる部位のarcの消失，ならびにβに相当する部位に出現するarcの沈降度が弱くなる。第3日でこのβ部arcの消失，さらにα部位の消失が起り，第5日ではα部に再び弱いarcの出現があり，第7日ではこのα部の再出現がやや強くなる。ここでβの部分に対照とは異なった新らしいarcが出現する。10日目，15日目のパターンは7日目のものとほとんど変らない。20日目では対照とあまり変らないパターンを示すが，prealbumin部のarcの消失が依然として認められた(第1図)。800R，1,200Rでは400Rと同様の変化を示しているが，α部のarcの沈降度が弱いように思われる。以上のように，線量により大きな差は認められなかったが，arc出現の程度に差があるように思われる。現在，400R以下の線量に関しての検討をすすめている。



第1図　照射後の免疫電気泳動図

また，次に述べる小線量，連続照射を行なったCF#1マウスについての予備的実験を行なったが，対照群においてもα，β部位のarcの出現が少なく，パターンが単純であったことが認められた。これは用いたマウスが対照，照射群とも200日であったための年令の差異と考えられる。なお，照射による影響としては，わずかにα部位の1つのarcの消失がみられただけである。

本実験について，今後，小線量における影響，個々のarcの解析，骨髄以外の脾臓等に対する影響に関しても検討する予定である。

(iv) 低線量連続照射による影響に関する実験

（担当　村松　晉）

〔方　法〕

1.7 Ciの^{60}Coを線源とし6R/22 hr.-dayの線量率で，受精より出生を経て性成熟に達する63日令までおよそ83日（全生殖年令）にわたって，498Rを全身照射した。このために交配後膣栓形成後の雌親を照射室に移し，その中でマウスを繁殖育成した。

このようにして育成されたマウスにみられる低線量照射の影響を各個体について，a）出生時より63日令に達するまでの成長過程，b）成長に伴なう外部形態の変化，c）成長に達した時の各臓器の状態について観察を行なっている。また，膣栓形成後照射室に移された雌親に関係した影響として，出生時の平均一腹仔数，性比，奇形，早期死亡率等も調査している。なお，用いたマウスはCF#1-JCL（実中研系）である。

〔結果および考察〕

成長に対する影響（第3表，第4表）

第3表　Time of the appearance of external characters of sucklings after birth

Sex	External characters	Dose-rate 0R/day	Dose-rate 6R/day	t-value	P
Male	Ears open	3.76±0.10 (206)	2.77±0.13 (180)	12.09	P<0.001
	Fur obscure	6.26±0.18 (206)	4.83±0.14 (180)	16.14	//
	Lower incisor erupt	10.19±0.16 (206)	9.04±0.13 (180)	11.33	//
	Eyes open	14.40±0.19 (206)	12.92±0.16 (180)	12.13	//
Female	Ears open	3.63±0.19 (198)	2.86±0.13 (196)	8.72	//
	Fur obscure	6.48±0.19 (198)	4.83±0.12 (196)	14.21	//
	Lower incisor erupt	10.19±0.16 (198)	9.14±0.13 (196)	10.15	//
	Eyes open	14.30±0.19 (198)	12.97±0.16 (196)	10.42	//
	Vaginal open	30.35±0.28 (143)	29.02±0.34 (128)	5.96	//

*：Number of animals use

体重についてみると，2～3週にかけては雄雌とも照射群の方が大きい傾向を示しているが，成体に達してからは両者に特に差異が認められない。成長をみるため頭胴長および尾長を測定したが，その値は体重と同じく，2～3週では照射群の方が大きい傾向を示し，成体に達したものでは照射群の方が小さい傾向を示している。また，外部形態の変化として開耳，開眼，門齒の出現，膣開口（雌のみ）の日令をみたが，これらはいずれも照射群の方が早く，これは統計的にも有意差が認められた。2～3週までの体重，体長，尾長の値が照射群において大きい傾向を示していることと，この外部形態の変化が早い点が符合することは興味あると思われる。

Humerus, Ulna, Tibia, Femur 等の骨の長さについて生後35日より10日間隔でみたが，65日以降いずれの骨においても照射群の方が小さい値を示した。

奇型および骨格の異常：

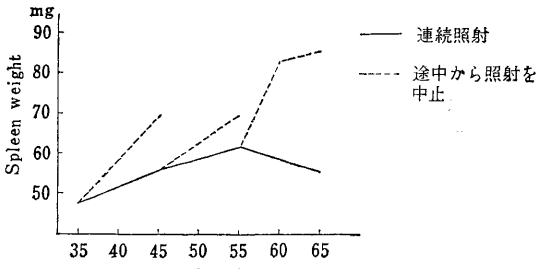
妊娠18日目に母体より胎児をとり出して（照射群130匹，対照142匹）奇型について調べた結果，対照群には1例の奇型もみられなかったが，照射群において脳水腫等を含む奇型が8例みられた。

臓器重量：

脾臓，胸腺，腎臓，卵巣，睾丸について重量測定を行なった。各臓器とも照射群の重量が小さい傾向を示したが，卵巣，睾丸においては著明な減少を認めた。また，雌について生後35日，45日，65日において照射室より出して5日，10日経たものと照射室におかれたものとの臓器重量を測定した結果，脾臓においては5日，10日とも著明な重量増加を認めたが，10日のものは5日のものより明らかに大きい値を示した（第2図）。このことは造血系への影響を示唆するものであると考える。本実験は予備的なものとして，このように種々の観点より低線量連続照射による影響に関して観察していたが，今後は，従

第4表　Bone growth of left limb (mm)

Age (days)	Humerus Cont.	Humerus 6 R	Ulna Cont.	Ulna 6 R	Radius Cont.	Radius 6 R	Femur Cont.
35	11* 10.83±0.10	8* 10.80±0.39	11.93±0.09	12.15±0.55	9.96±0.07	10.03±0.42	12.79±0.29
45	11 11.03±0.10	8 10.86±0.42	12.29±0.07	12.30±0.46	10.21±0.10	10.11±0.33	13.14±0.23
55	10 11.85±0.21	8 11.60±0.27	13.11±0.23	12.98±0.29	10.73±0.14	10.60±0.23	14.77±0.32
65	27 11.99±0.15	26 11.60±0.16	13.34±0.17	13.10±0.19	11.13±0.19	10.48±0.14	15.36±0.20
75	16 11.96±0.21	15 11.92±0.13	13.33±0.18	13.31±0.15	11.04±0.20	10.94±0.02	15.54±0.21
85	12 12.36±0.20	10 11.85±0.16	13.84±0.35	13.32±0.20	11.39±0.26	11.02±0.14	16.50±0.22
95	12 12.29±0.09	16 12.20±0.10	13.85±0.20	13.58±0.14	11.54±0.22	11.22±0.12	16.24±0.19
105	15 12.76±0.24	17 12.50±0.19	13.91±0.19	13.78±0.25	11.50±0.22	11.41±0.24	16.61±0.18



第 2 図

来から用いている，C57BL/6, RF, CF #1について，照射室より出してからの脾臓重量の増加の問題を含めて，造血系に関する影響の比較を行なう予定ある。

〔研究発表〕

村松晉，早川純一郎，土屋武彦，江藤季雄；マウスに及ぼす低線量γ線照射の影響，I．成長に及ぼす影響，日本医学放射線学会雑誌，25（印刷中）

4. 中枢神経系に及ぼす放射線の影響に関する研究

障害基礎第3研究室
土屋武彦
南沢　武

（1） 研究目的

最近，中枢神経系の放射線感受性に対する概念の再考が促がされており，しかも胎児の中枢神経系は放射線感受性が高いものの1つであるとされている。一方，放射線障害を全身的反応によると考えると，個体の制御中枢としての中枢神経系への影響を知ることは，神経系それ自体の障害を現わすものと考えなくとも，全身障害における1つの反応の現われとして考えることができよう。このことは，障害の早期診断あるいは予後の予知のうえに重要な意味をもつと思われる。そこで，中枢神経系への放射線の影響を客観的に知る方法として生理学的（特に電気生理学的）な立場から，特に，放射線影響の指標となりうる反応について検討を行なっている。

（第4表）

	Tibia	
6 R	Cont.	6 R
13.06±0.51	14.80±0.15	15.43±0.50
13.51±0.45	15.44±0.17	15.56±0.47
14.78±0.49	16.50±0.38	16.13±0.49
15.10±0.18	17.23±0.23	16.85±0.19
15.45±0.17	17.04±0.27	16.89±0.22
15.51±0.34	17.64±0.31	16.78±0.24
15.94±0.20	17.73±0.39	17.30±0.20
16.16±0.45	17.88±0.27	17.48±0.54

（2） 研究方法

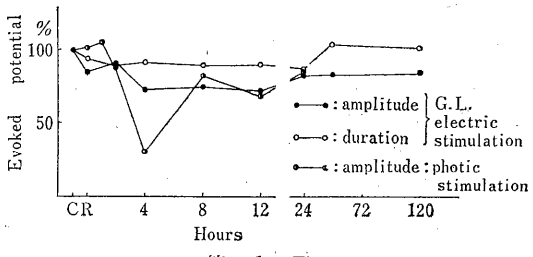
実験動物：本研究所において自家繁殖した家兎(180日令，約2.5 kg）を使用。

自発電気活動の記録：大脳皮質の左右の知覚領，運動領および視覚領に各1対の銀球（径1 mm）電極を，また，左右海馬外側膝状体に同心型双極ステンレス針（径0.5 mm）電極を埋没し，それぞれの部位における神経細胞群の自発電気活動（spontaneous electrical activity）および視覚領における誘発電位（evoked potential）を単極誘導法により脳波計（時定数0.3 sec.）を用いて記録した。

（3） 実験結果および考察

（a） 前報に述べた自発電気活動の変化について，周波数分析器によって得られた結果の測定，解析を行なった。その結果，照射数時間後より，θ波の増加が認められ，その増加状態が20時間後まで持続し，24時間後には大体照射前の状態にもどる。このことは，前回報告の覚醒パターンの増加を裏づけるものと考える。

（b） 前報において，光刺激に対する誘発電位の平均の減少が認められることを述べたが，この誘発電位の大きさの変異について検討した結果，照射後の時間的変化での電位の大きさの減少と変異の増大は一致することが知られた（第1図）。



第 1 図

この光刺激に対する誘発電位の減少の原因が，網膜から大脳皮質にいたる系のいずれの部位にあるかが不明であるので，特殊投射系としての外側膝状体に電極を挿入，電気刺激を行ない，皮質視覚領での誘発電位を測定した結果，照射後この電位もその振幅，継続時間がともに減少することが知られ，その時間的な経過も光刺激による場合と大体一致している。このことは，外側膝状体

から皮質にいたる系にもX線照射の影響があることを示すものである。

〔研究発表〕

南沢武，土屋武彦；ウサギの脳の自発電気活動および誘発電位，1.海馬自発電気活動および皮質視覚領の誘発電位におよぼすX線の影響，日本医学放射線学会雑誌，24，8，1040（1964年11月）

5. 内部被曝の全身的影響に関する研究

障害基礎第4研究室
松岡　理
古川義宣
鹿島正俊

（1） 研究目的

内部被曝の影響を，主として生理機能に及ぼす影響の観点から従来の研究を推進するとともに，これに関連する諸問題につき研究を行なった。

（2） 研究方法および経過

（i） マウス呼吸ガス代謝に及ぼす各種放射線照射の影響

（担当　古川義宣，松岡　理，鹿島正俊）

〔目　的〕

内部被曝の全身的影響の指標の1つとして，呼吸ガス代謝について，実用的測定法を確立することおよびこの方法を用いて内部照射動物の呼吸代謝を測定し，外部被曝の動物のそれと比較検討することにより，内部被曝の特異性を明らかにする目的で本実験を行なった。

〔実験方法〕

本実験に使用するため特に設計試作したマウスの呼吸ガス代謝測定装置を用いた。これは比較的多数の動物を反復計測できる利点がある。ガス組成の分析は，Schollander の微量ガス分析装置を主として用いた。ガス代謝測定の方法そのものに関する基礎的検討は充分行なわれ，後記の2つの学会に報告されたが詳細は省略する。これらの検討の結果，本目的に至適な測定条件が設定された。すなわち，呼吸槽内液は蒸溜水に流動パラフィンを重層したものを，呼吸室への送気速度は60～70ml/分，装置全体の温度は25℃が用いられた。

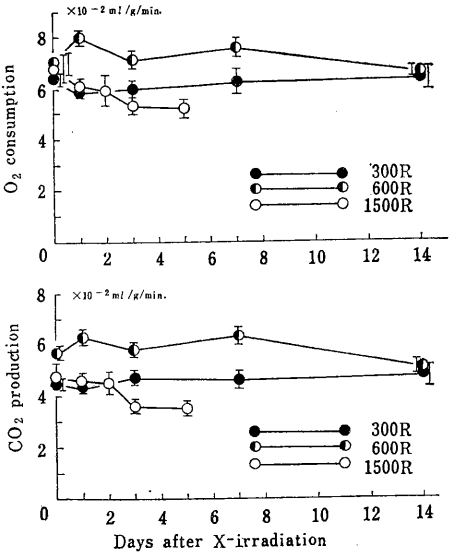
実験動物は方法論的検討にはCF#1，RFと両者のF_1であるCRF$_1$の3種の雄が用いられ，照射実験にはCRF$_1$の生後70日～90日令を用いた。

X線の照射は200 kVp, filter(0.5 mm Cu+0.5 mm Al)を用い管電流，F.S.D. の調節により各種の照射条件を得た。すなわち，内部照射と比較するために低線量率の照射を行なった。照射としてX線以外に^{60}Coによるγ線照射，^{90}Sr，^{131}Iによる内部照射を用い，放射線の種類による差を検討した。

〔実験結果〕

(a)　X線照射のガス代謝に及ぼす影響

1,500 R，600 R，300 Rの全身照射後，経時的に調べた呼気代謝量は第1図のごとくで，1,500 Rでは，照射後は経日的にガス代謝量は減少したが，600 Rでは一過性の上昇を示し，300 Rでは変化がなかった。呼吸量はガス代謝量と逆の変化の傾向を示したが，著明な変化はなかった。



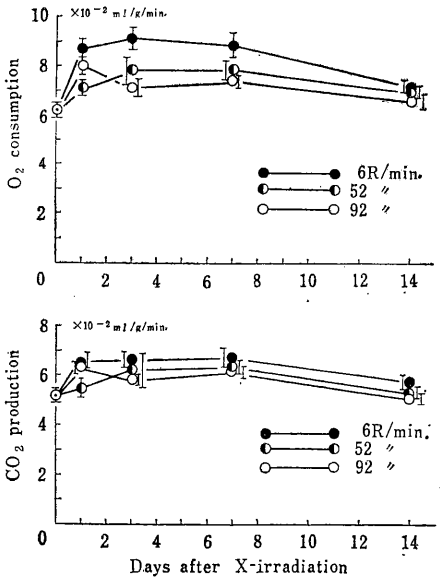
第1図　Effect of the dose of X-irradiation on the gaseous metabolism of mice

(b)　X線照射の線量率の影響

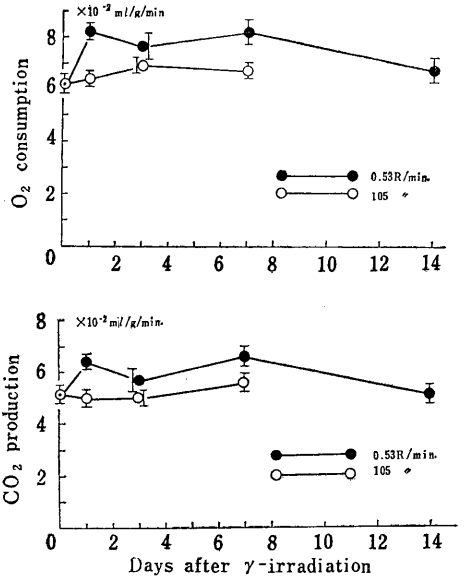
1,500R, 600Rでガス代謝に影響があることがわかったが，内部照射の影響と比較するために600 Rでの低線量率での影響を，6R/min., 52R/min., 90R/minの3つの場合について検討した結果，第2図のごとく，ガス代謝に対して線量率の変化による照射の影響に差があり，線量率の少ないものがかえって影響の著しいことがわかった。

(c)　^{60}Coのγ線照射後の呼吸ガス代謝

実験(a)，(b)において600 RのX線照射によりガス代謝が影響されること，さらに，線量率の小さい場合の方が影響が著しいことがわかったので，内部被曝との比較のため，さらに低線量率の場合が望まれるが，X線では実



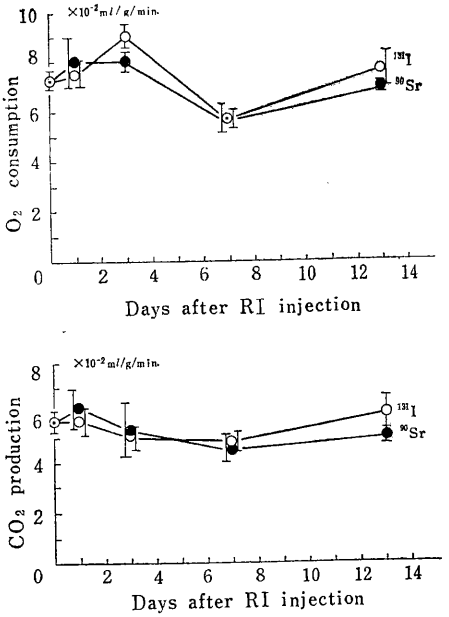
第2図 Effect of dose rate of radiation on the gaseous metabolism of mice



第3図 Effect of ^{60}Co γ-irradiation on the gaseous metabolism of mice

現困難なので^{60}Co γ 線を用い，0.53 R/min. と105 R/min.で約630Rの照射を行なった結果は第3図のごとくで，やはり低線量率の方がガス代謝への影響の度合いが著しいことがわかった。

(d) ^{90}Sr，^{131}I 腹腔内投与後のガス代謝 (a)～(b) の実験で外部照射の影響について検討したので，内部照射の影響を bone-seeker である ^{90}Sr と甲状腺親和性の ^{131}I の場合について検討した結果は第4図のごとくで，^{90}Sr 0.1 μCi/g，^{131}I 0.1μCi/g の投与では，いずれも一過性の増加を含む変化があった。



第4図 Effect of the internal exposure by ^{90}Sr or ^{131}I on the gaseous metabolism of mice

〔考 察〕

マウスの呼吸ガス代謝に対する各種放射線の影響を検討した結果，線量および線量率の両方によつて，著しく影響の度合いが異なるものであることがわかった。

さらに，600 R 附近の場合は，同一線量でも低線量率ほどその影響が著しいことは，放射線の生体への影響として極めて興味のある事実である。低線量率長時間照射ということが内部被曝の場合の1つの特徴であるから，この点で生体機能の照射の影響のうち，線量率依存性の高いものの検討が今後期待される。

〔研究発表〕

1. 古川義宣，松岡理，鹿島正俊；ガス代謝測定に関する基礎的実験—呼気採取法と採取条件の吟味—，第58回日本獣医学会（1964年10月）
2. 古川義宣，松岡理，鹿島正俊；マウスの呼吸ガス代謝測定に関する2，3の問題点，第12回実験動物談話会（1965年1月）
3. 古川義宣，松岡理，鹿島正俊；マウスの呼吸ガス

代謝測定に関する基礎的実験—呼気採取条件の吟味—，実験動物（投稿中）

（ii） ^{131}I 反復投与のマウス全身 ^{131}I 滞留率に及ぼす影響

（担当　松岡　理，古川義宣，鹿島正俊）

〔目　的〕

^{131}I は甲状腺機能診断法の基礎的実験，あるいはその他の目的で実験動物に投与することが多いが，小動物の場合には，その投与量の点に問題がある。すなわち，測定器の感度，その他の点で，小動物だからといってその体重の割合で RI の投与量を減少することができないし，また，特に研究の目的によっては機能の経時的変化を知るために反復投与が行なわれる機会が多いからである。したがって，代謝機能測定の目的で投与された RI が，その目的とする代謝機能そのものにどの程度の影響を与えるかを検討しておく必要がある。この点を明らかにするのが本実験の目的である。

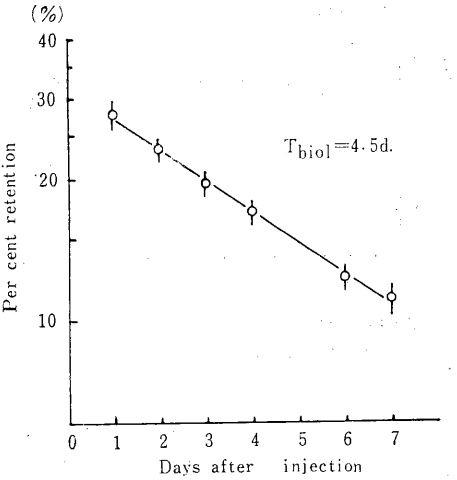
〔実験方法〕

CRF_1 マウス（CF#1×RF）の雄，（1群10匹）を生後9週余より始めて毎週1回ずつ，^{131}I の腹腔内適用を20週にわたって行ない，^{131}I の体内残存量を $2''\phi\times2''$ の NaI(Tl) のシンチレーターを使用したマウス用全身カウンターにより，経時的に外部計測を行なった。対照群としては，年令的変化を考慮して生後6週より始めて，3週毎に ^{131}I を投与して同様の測定を行なった。実験の指標としては，^{131}I の全身24時間滞留率および生物学的半減期，体重増加率を用い，さらに実験終了後，甲状腺を，^{131}I を投与後48時間で摘出し，全身残存量に対する比率を求め，その値を対照および外部照射の場合と比較し，また，反復投与のマウスの甲状腺については組織学的検索も行なった。

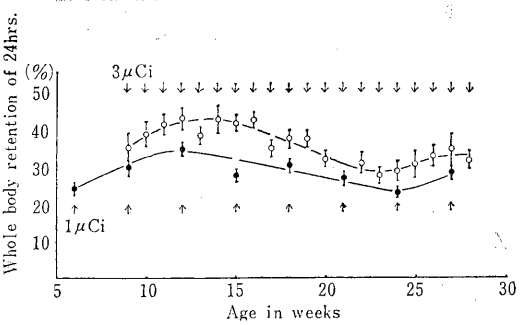
〔実験結果〕

マウスに ^{131}I を投与して，その全身滞留曲線を求めると第5図に示すごとく，片対数表示では投与後1～7日の間では完全に直線となり，各点の変動も少ない（1群10匹の平均値±標準誤差）。したがって，24時間の滞留率と直線の勾配から求められるその生物学的半減期は，全身代謝の1つの指標となりうることがわかった。

毎回 3μCi/マウスの投与では，第6図に示すごとく，全身滞留率に初期の上昇を含むかなりの影響が認められた。しかし，実験期間がマウスの寿命に比して相当長期にわたり，その間のマウスの年令的な変化による影響も考えられるので，第7図に示すように，^{131}I の投与レベルを 1μCi/マウスに下げ，投与間隔を3週間にひろげて生後6週から27週までについて測定し，これは対照とした。その結果，3μCi/マウスの場合には 1μCi/マウスの場合とほぼ同じ年令的変化を示すが，一般的に滞留率のレベルも高く，その変化の割合も著しいことがわかった。



第5図　Whole body retention of ^{131}I in mice



第6図　Effect of successive administration of ^{131}I on its whole body retention

生物学的半減期については第7図に示すように，3μCi/マウスの場合には，第2回目の投与から著しく減少し，その後はこの低い値を持続することがわかった。これに反して，対照とした 1μCi/マウス群では27週までほぼ一定で最初の値に保つことが知られた。

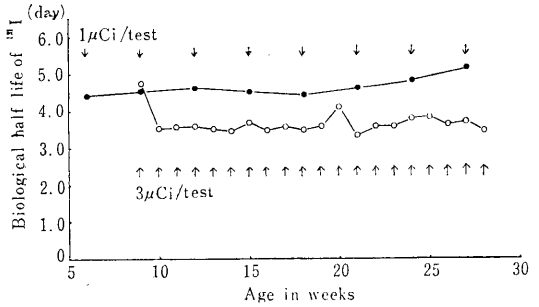
甲状腺摂取量の身体全体に対する割合は第1表に示すように，3μCi を20回投与したものは全身に対する甲状腺の比率が対照に比して有意の減少を示した。一方，親和性臓器の異なる ^{90}Sr による内部照射，X線 450 R による外部照射では有意な変化は認められなかった。

体重増加率は第8図に示すように，3μCi/マウス群では著るしい抑制がみられ，1μCi/マウス群においても軽

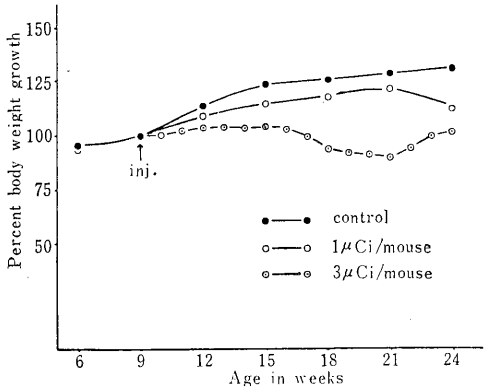
第1表 Fraction of thyroid uptake in the whole body retention of ^{131}I

(48 hrs. uptake)

Type of exposure	Treatment	$\frac{\text{thyroid}}{\text{whole body}} \times 100$
Control	^{131}I 1 μCi×1	81.3±3.84%
Int. exposure	^{131}I 1 μCi×9	86.3±2.67
	^{131}I 3 μCi×20	60.2±4.84
	^{90}Sr 1 μCi/g (8 wks.)	86.4±5.34
Ext. exposure	X-ray 450R	88.4±3.31



第7図 Effect of successive administration of ^{131}I on its biological half life



第8図 Changes in per cent body weight growth

度の影響が認められた。

3 μCi/マウス反復投与群の甲状腺の組織学的検索の結果は，甲状腺細胞の崩壊像と再生像を含む著しい変化が認められた。

〔考 察〕

前記の諸実験の結果から，マウスにトレーサーの目的で ^{131}I を投与する場合には，少なくとも 1μCi/マウス以下にすることがのぞましいこと，特に，反復投与を行なう場合には，(a)投与レベルを下げ，(b)投与間隔をあける必要のあることが知られた。また，実験データの解析により，マウスについて，線量的な影響を考える場合，甲状腺への濃縮率は全身均等分布の場合の約600～700倍であるという結果が得られた。

(iii) ***in vivo*** 測定による家兎の骨中における ^{90}Sr-^{90}Y の動的平衡に関する研究

(担当 松岡 理，古川義宣，鹿島正俊
田中栄一*)

* 物理第1研究室

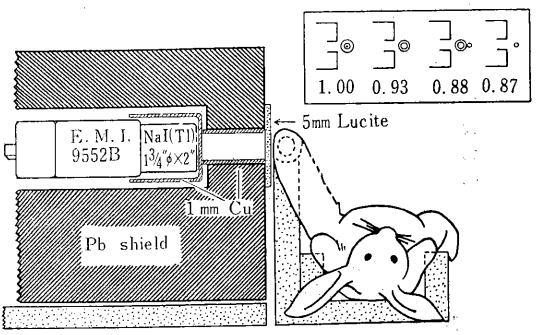
〔目 的〕

^{90}Sr は生体外で放置するとその娘核種である ^{90}Y と1：1の放射平衡に達するが，生体に与えると代謝を通じてその平衡は破られる。したがって，^{90}Sr の親和性臓器である骨の中での娘核種との関係の検討は，障害の評価の上で重要な意義がある。なぜならば，^{90}Yの β 線エネルギーは ^{90}Sr のそれに比べてはるかに高く，骨および骨髄への線量は ^{90}Y からの寄与が大きいので，^{90}Sr と ^{90}Y の存在比率は線量評価に大きく影響を与えるからである。

〔研究方法〕

生体での ^{90}Sr-^{90}Y の関係は動的なものと考えられるため，その検討には個体の連続測定が要求されるので，すでに開発した ^{85}Sr による ^{90}Sr の γ ラベルの方法を発展させ，これに ^{90}Y の阻止X線による測定を組合せることにより，***in vivo*** 測定によって骨中の ^{90}Sr と ^{90}Y との存在比率を経時的に追求しうるようにした。すなわち，第9図に示すような NaI(Tl)を用いた検出器システムに，T.M.C. の100チャンネルの波高分析器を接続して，波高のスペクトラムをとって測定した。

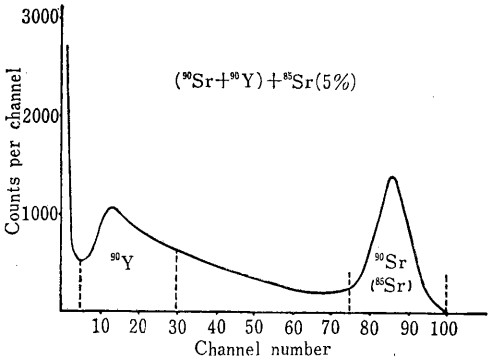
^{90}Sr に対する ^{85}Sr の混合比率は，^{85}Sr スペクトルと ^{90}Y スペクトルとの両者の相互寄与を考慮して，求める $^{90}Y/^{90}Sr$ の放射平衡度の統計的精度を最大になるように考え，5%を選んだ(第10図)。^{90}Sr-^{90}Y 平衡溶液の投与は



第9図 Schematic diagram of the detector system

すべて100 μCi/kg を生理的食塩液で150 μCi/ml の濃度で行なわれた。投与したウサギの測定部位は血管，筋肉等の影響の少ない点で足関節（articuli pedis）を選び，特別に工夫した保定具で固定した。

血液中の ^{90}Sr，^{90}Y の activity の測定および放射平衡度の測定には，田中の開発した同時計数型β線スペクトロメーターを用いた。血液試料 0.1 mlの採血で投与2週間後でも充分測定し得た。

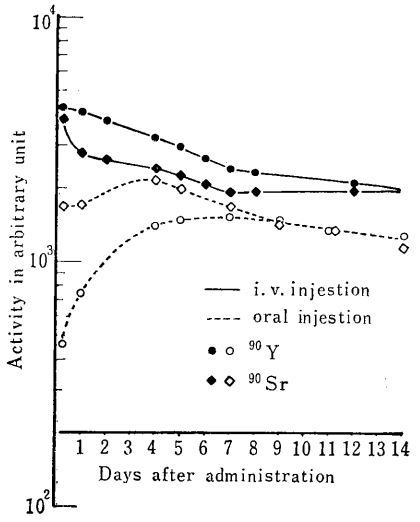


第10図　Pulse height spectrum of mixed isotopes

〔実験結果〕

(a)　静脈注射の場合

100 μCi/kgの（^{90}Sr-^{90}Y）平衡溶液（pH 4.8）の静脈注射の場合，骨中における両者の activity の時間的変化は第11図の実線で示すごとくで，注射後6時間までの測定でも ^{90}Y の activity が ^{90}Sr のそれより高く，それ以後の経時的変化も ^{90}Srの方が ^{90}Yよりも急速な減少を示すのに反し，^{90}Yの 減衰の半減期はその物理的半減期よりはるかに長いことがわかった。投与後2週間で両者の activity は一致し，以後は両者のカーブは完全に一致した。



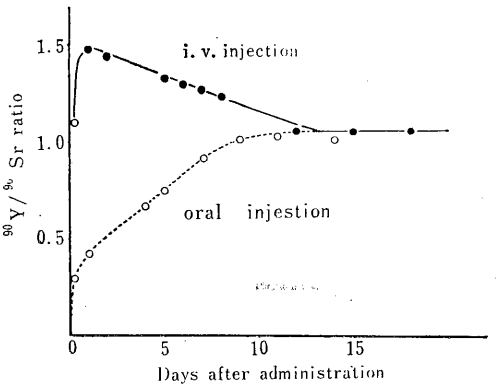
第11図　Radioactivity of ^{90}Sr and ^{90}Y in rabbit bone

(b)　経口投与の場合

(a)と同様の溶液を胃ゾンデにより経口投与した場合の骨中の activity の変化は，第11図の点線で示すごとくであるが，^{90}Y は消化管から吸収されないので，カーブに示されたものはすべて生体内で ^{90}Sr から生成したものである。したがって，静脈注射の場合とは全く逆に，^{90}Sr の activity の方が ^{90}Y のそれより高く，10～12日目に両者が一致して，以後は等しい値を保つことがわかった。

(c)　^{90}Y/^{90}Sr 比の時間的変化

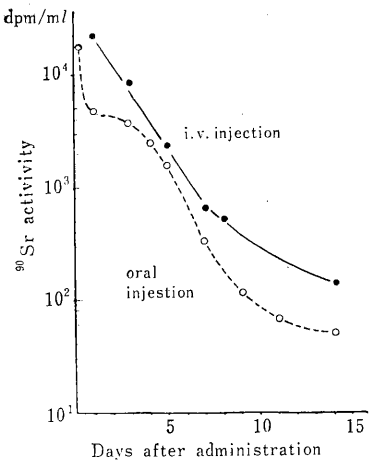
(a), (b) の実験の結果から，^{90}Y/^{90}Sr 比を計算したものが第12図に示すもので，静脈投与の場合は投与後急速に ^{90}Y/^{90}Sr 比は急速に上昇し，1日後には1.50に達し，以後徐々に減少して14日で1.0にもどり，以後はその値を保つ。一方，経口投与の場合は，^{90}Y/^{90}Sr 比は0より徐徐に上昇して10～12日で1.0に達し，以後はこの値を保つことがわかった。



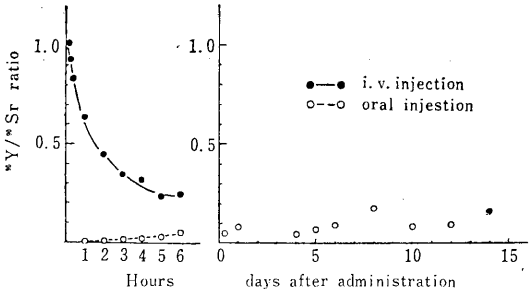
第12図　^{90}Y/^{90}Sr ratio in rabbit bone

(d)　末梢循環血中における ^{90}Y/^{90}Sr 比

骨中の放射平衡度の検討の結果を側面からみるために血中の ^{90}Sr，^{90}Y activity を調べた結果は第13図のごとくである。このときの ^{90}Y/^{90}Sr の放射平衡度の時間的変化は第14図に示すごとくで，静脈注射の場合は急速に放射平衡度が低下し，6時間後で0.2附近まで下がり以後その低い値を続ける。一方，経口投与の場合は，平衡度は徐々に上昇して6時間後に0.05になり，以後も0.1～0.2の低い値を保つことがわかった。



第13図　^{90}Sr activity rabbit peripheral blood



第14図　Changes in the ^{90}Y/^{90}Sr ratio of peripheral blood

〔考　察〕

以上の実験の結果から，骨の中の ^{90}Y/^{90}Sr 平衡度は静脈注射では14日位，経口投与では12日以後に 1.0 に達するので，線量評価の点から考えると，長期間の影響を考えるときには骨の中での ^{90}Sr と ^{90}Y とが等しいとして計算してもそれほどの影響はないが，短期間，特に2週間位までの ^{90}Sr の投与実験では，^{90}Y/^{90}Sr の平衡度にもとづいて計算しないと，静脈注射では35～50％位の lower estimate という誤差を生じ，経口投与の場合では20～30％程度の線量計算の over estimate を生ずることがわかる。さらに，血液中の ^{90}Y/^{90}Sr 比が当初から非常に低い値にとどまり，その値が長く続くことは，平衡溶液として外部から投与された ^{90}Y も，生体内で親核種の ^{90}Sr から生成した ^{90}Y もともに，骨に対しては ^{90}Sr より親和性が高いことが明らかになった。このことは，Ra の場合とは全く逆である。

(iv)　放射性物質の体内分布状況の検討に関する研究：^{14}C 標識セロトニンの代謝に関するオートラジオクラフによる研究（第1報）

正常分布およびX線照射の影響

（担当　鹿島正俊，古川義宣，松岡　理）

〔目　的〕

セロトニンの放射線防護作用は，血管収縮作用による組織，特に，脾などの造血臓器の無酸素状態によるとする説，free radical competition とする説，あるいは，中枢神経系の抑制も関与するという説もある。松岡らは，endogeneous なセロトニンに注目して4種の動物を用い，放射線照射により消化管障害死を早く示す種ほど腸内含有セロトニン量が減少していることを既に報告した。

著者らは，防護作用の発現機構の解明に資する基礎的なデータを得る目的で，^{14}C 標識セロトニンの体内分布を知るために，全身凍結オートラジオグラフィーを行なった。

〔研究方法〕

セロトニンとして，5-hydroxytryptamine-3-^{14}C creatinine sulphate の形で，比放射能は 6.27 mCi/mM，32 mCi/mM の2種で，生理的食塩水に希釈し，マウス（CF#1×RF の F_1，♀，生後約80日令）1匹あたり 5μCi，または24時間投与のものは 8μCi を尾静脈内に投与した。投与後5分から経時的に殺して，アセトンドライアイス（−78℃）中に投じて凍結させたのち，Ullberg の方法に準じて試料を作成し，その切片の厚さは 50μ とした。

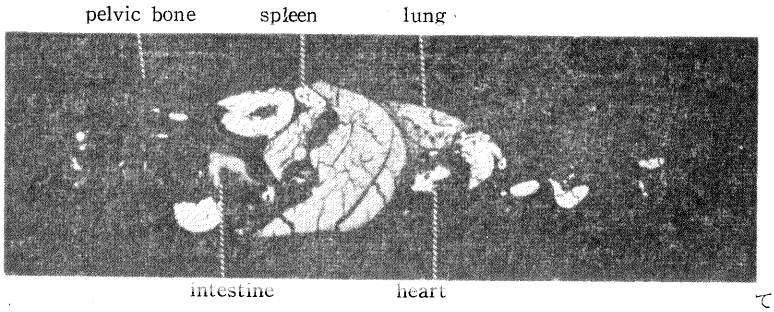
また，放射線照射が分布に影響を与えるかどうかをみるために，セロトニン投与前，または投与後にX線 1,000 R 全身照射して，同様にオートラジオグラフをつくり，未照射のものと比較した。

〔結　果〕

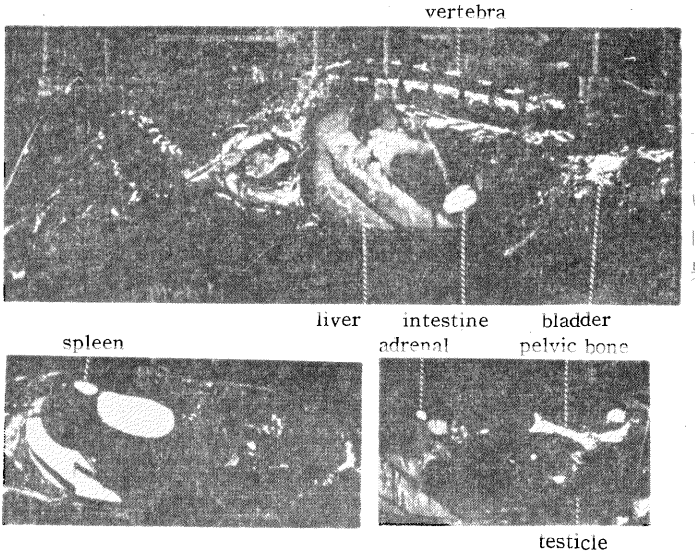
^{14}C のβ線によるフィルム黒化を観察すれば，（a）投与5分後から activity が高く，retention が大である臓器は脾（赤脾髄に多く，白脾髄にはない），副腎（髄質），血液腎臓（皮質に多い）で，肺，肝がこれに次ぎ，骨髄，皮ふ，消化管粘膜には少量であるが認められ，胸腺，筋肉，骨にはほとんどなく，脳，脊髄等中枢神経，睾丸，貯精嚢には全く認められなかつた（第15図）。

（b）排泄として認められるのは，腎膀胱系で10分後，胆管・消化管系では1時間後であり，前者は6時間頃まで強く膀胱に黒化として認められ，後者は3時間頃までで，一時的なものであることが推定される。

（c）セロトニン投与前にX線照射したものでは，照射後，1日経過，投与1時間後および3時間後，照射後2日，投与後，3時間後の分布を観察すれば，骨髄に相対的黒化度の上昇がみられるほかは，照射しないものと比



第15図　セロトニン 5 μCi 静脈内投与後 6 時間の分布



第16図　X線 1,000 R 照射 1 日後セロトニン 5 μCi 静脈内投与後 1 時間の分布

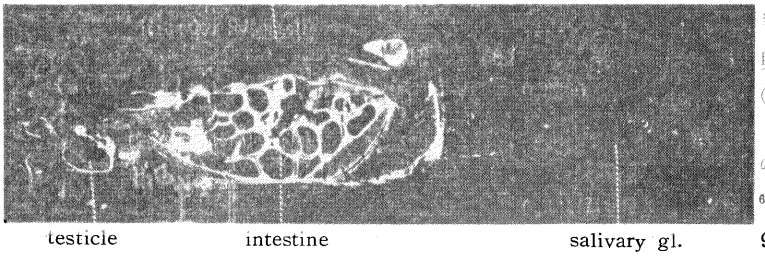
較して変りがみられなかった（第16図）。

（d）投与後照射したものでは，投与 3 時間後，照射 3 時間の分布，および投与 2 時間後照射，1 日後の分布について検討したが，特に照射しないものと比較して変った点は認められなかった。

問題となるのは，一般に動物体内セロトニン量の大半が存在するといわれる消化管に黒化が少ないことで，これは，セロトニン産生の場であっても消費の場でないためか，あるいは飽和の状態にあるためかとも考えられる。

次に，脾および血液中のレベルが高く保たれることは他の報告とよく一致するが，副腎に最初から黒化を強く示したことは今までの報告にみられない事実である。

一般に，放射線防護実験で採用されている腹腔内投与の場合において著効のあるといわれる 5 分後の分布では，activity は腹腔に限局し，血中にわずかに認められる状態である（第17図）。



第17図　セロトニン腹腔内投与分後の分布

以上の結果から，静脈内投与と腹腔内投与では著るしい差があることがわかったが，さらに，防護実験では大量のセロトニンが用いられるので，今後実際の投与レベルで腹腔内投与の分布を検討し，セロトニンの防護効果発現機構の解明の資料を得る予定である。

6. アルテミア胚のリン酸代謝に及ぼす放射線の影響

障害基礎第 2 研究室
土橋創作
山田武*
中沢透*

* 生物第 2 研究室

（1） 研究目的

生物に対する放射線照射の影響は，照射される生物の含水量，構成する細胞の分裂速度等によって著しく異なる。アルテミアの乾燥冬卵は含水量が著しく低く，孵化までの発生過程において細胞分裂をしないという極めて特色ある性質を有するので，これに放射線を照射し，以後の発生段階におけるリン酸代謝を研究することは，38 年度に行なったウニ初期胚の代謝に対する γ 線照射の影響についての研究との比較においても興味があると考え，実験を行なった。

（2） 実験方法

アルテミア（*Artemia salina* LEACH）の乾燥冬卵をポリエチレン管に入れ，^{60}Co γ 線を15～20℃の室温中で線量率 9,000 R/分で 150 kRおよび450kR照射後，非照射対照群および各照射群を 2

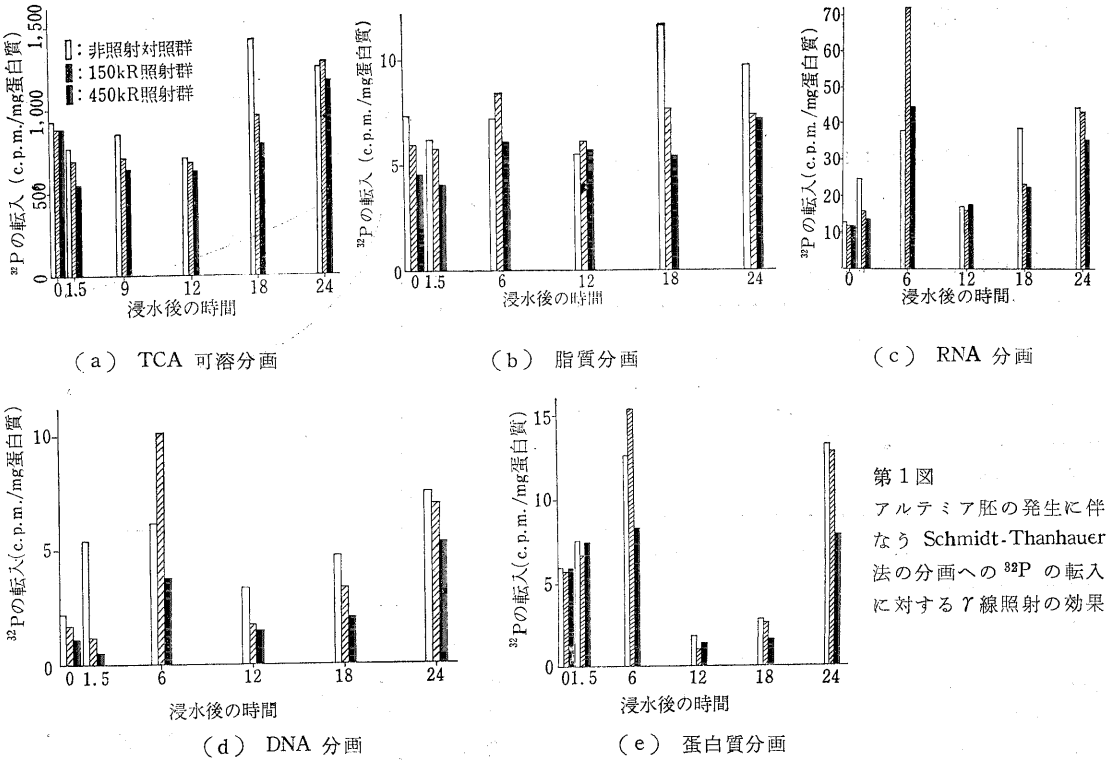
%食塩水に浸し27℃に保温して発生を進行させ，以後時間を追って燐酸代謝と孵化率の変化を調べた。

燐酸代謝は胚を M /100 燐酸バッファーおよび ^{32}P 10 μCi/mlを含む2%食塩水中に30℃，15分浸し，^{32}P を転入させてから氷冷して胚をよく洗滌したのちSchmidt-Thanhauser 法により分画し，各分画の放射能をGM計数装置により測定した。

孵化率は Bouin 液で固定後，検鏡計数した。

（3） 実験結果および考察

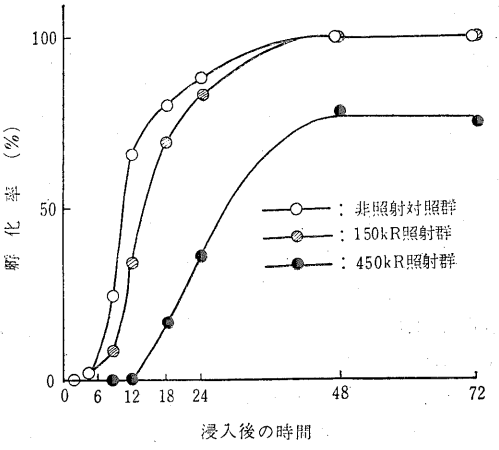
第1図に示したように，各分画とも照射群では，18時間目で対照群に比し著しい転入の低下がみられたが，これは第2図にみられるように，孵化の遅延および孵化率の低下により，正常の発生をしている胚が少ないためと考えられる。



（a） TCA 可溶分画　（b） 脂質分画　（c） RNA 分画

（d） DNA 分画　（e） 蛋白質分画

第1図
アルテミア胚の発生に伴なう Schmidt-Thanhauer 法の分画への ^{32}P の転入に対する γ 線照射の効果



第2図　孵化率の時間的変化に対する γ 線照射の効果

このような孵化の遅延および孵化率の低下は，1.5時間目の照射群にみられる燐酸代謝の低下，特に，RNA分画への転入の低下によるものと考えられる。ところが，対照群で ^{32}P の転入が極大となる6時間目に核酸分画，特にRNA 分画への転入は照射群の方が高く，特に150 kR照射群で著しかったが，これを説明するような実験結果は未だ得られていない。

〔研究発表〕

土橋創作，山田武，中沢透；アルテミア胚のリン酸代謝に及ぼす放射線の影響，第35回日本動物学会大会（1964年10月）；動物学雑誌，73，334（1964）

7. RNA 合成系の primer 活性に及ぼす放射線の影響

障害基礎第2研究室
土橋創作
島田拓*
安増郁夫*
*研究生(東京大学教養学部)

(1) 研究目的

放射線の身体的影響の機作の研究において，DNA に対する影響の研究が重要視され，従来より DNA の物理化学的性質，生物学的活性について研究が行なわれてきたが，近年，細胞分裂の頻度の低い臓器への放射線の影響が全身障害に及ぼす役割について注目されているので，肝臓の DNA および chromatin に対する放射線の影響について研究を行なった。

(2) 実験方法

a) RNA polymerase の調製

Chamberlain and Berg の法(*Proc. N. A. S.*, 48, 81, 1962)により，その fraction 4 を用いた。

b) DNA の調製

ラットの肝臓より Marmur法(*J. Mol. Biol.*, 3, 208, 1961)により調製した。

c) chromatin の調製

Bonner らの法(*Proc. N. A. S.*, 50, 893, 1963)により調製した。この試料の DNA：蛋白質：RNA 比は10：10：1であった。

d) 照射

DNA の水溶液(0.4%および0.05%)，chromatin の水懸濁液(1% v/w)を ^{60}Co γ線で照射した。

e) primer 活性の測定

Tris buffer pH 8, 20 μM; $MgCl_2$, 2 μM; $MnCl_2$, 0.5 μM; CTP, GTP, UTP 各 0.4 μM; ^{14}C-ATP 1 μCi, 1.6 μM; β-mercaptoethanol, 10 μM; primer (DNAの場合 50 γ, chromatin の場合 DNA 量で 500 γ); polymerase, 10 γを含む全量 0.5 m*l* の反応液を 37℃, 30 分反応させたのち，氷冷，1%血清アルブミンを0.1m*l* 加え，ついで10% 氷冷トリクロール酢酸(TCA) 2m*l*を加え，反応を停止後5% TCA で3回，エタノール・エーテル (3：1) で1回洗った残査を hyamine で溶解し，液体シンチレーション・カウンターにより放射能を測定して，生成した RNA 量を ^{14}C-ATP の転入として調べた。

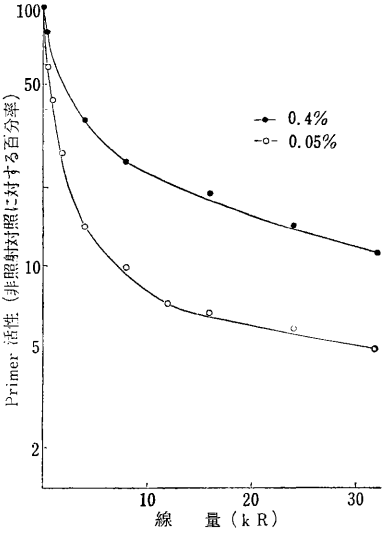
f) 流動複屈折の消光角の測定

DNA を 0.005% 溶液とし，Rao 社の測定装置で種々の速度勾配における消光角を測定した。

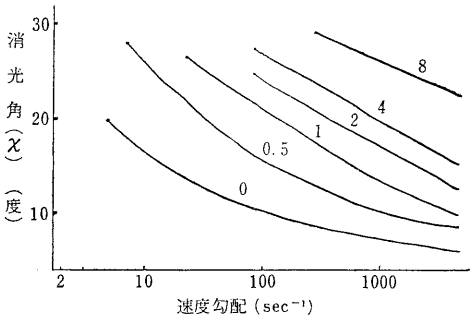
(3) 実験結果および考察

(a) DNA のRNA polymerase の primer 活性に及ぼす放射線の影響

第1図に示したように，比較的低線量で活性の低下がみられ，また，濃度が低いと放射線感受性が高い希釈効果がみられた。primer 活性を測定したものと同じ溶液(0.05%で照射した)の消光角の変化(分子が短かくなると消光角は大きくなる)を第2図に示した。



第1図 DNA のprimer 活性に対するγ線照射の効果

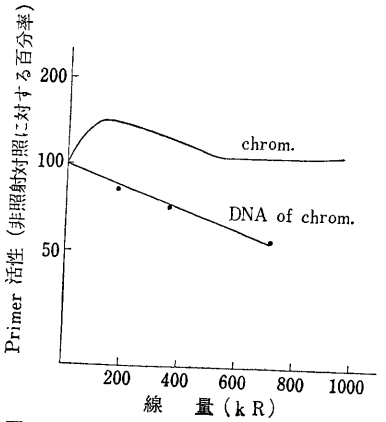


第2図 DNA 溶液の消光角に対するγ線照射の効果

(b) chromatin の primer 活性に及ぼす放射線の影響および被照射 chromatin より抽出した DNAの primer 活性

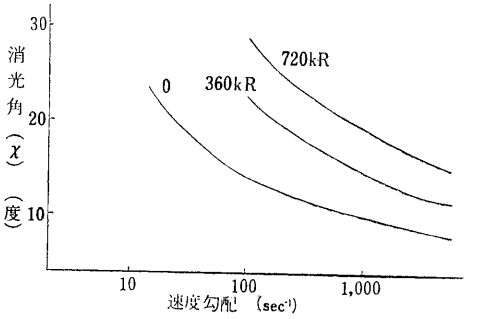
第3図に示したように，chromatin の primer 活性は，960,000 R の高線量を照射しても低下がみられず，100, 1,000 R 前後の照射ではむしろ活性の上昇がみられた。

一方，照射した chromatin より抽出した DNA の primer 活性は，第3図にみられるように，chromatinと



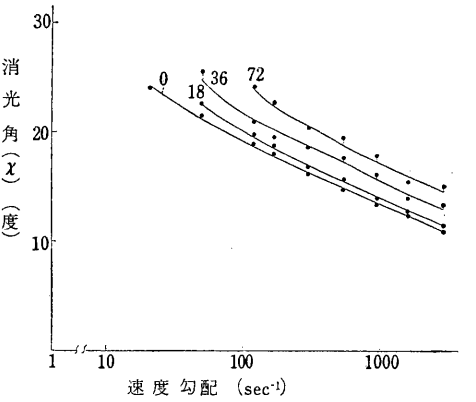
第3図　クロマチンの primer 活性に対するγ線照射の効果，および被照射クロマチンより抽出したDNA の primer 活性

しては非照射の対照のものと同じ活性を示したものから抽出したものでも，chromatin に照射した線量にしたがって活性の低下がみられたが，DNA 溶液に照射した場合に比し同程度の活性の低下に要する線量の100倍近



第4図　被照射クロマチンより抽出した DNA の消光角 I

いことがわかった。なお，照射した chromatin より抽出した DNA の消光角を第4図，第5図に示したが，抽出操作を長時間繰返すと，第5図にみられるように，分子の長さが短縮するが，primer 活性は同じであった。このことから，DNA の RNA polymerase の primer 活性と DNA 分子長の短縮には平行関係がみられたが，分子長の短縮が primer 活性低下の原因とはなっていないと考えられる。



第5図　被照射クロマチンより抽出した DNA の消光角 II（抽出操作を繰返した試料）

〔研究発表〕

1. 土橋創作，島田拓，安増郁夫；DNA の生物学的活性におよぼす放射線の影響，第17回日本動物学会関東支部大会（1965年4月）
2. 土橋創作，島田拓，安増郁夫；RNA 合成系の primer 活性におよぼす放射線の影響，日本放射線影響学会第7回研究発表会（1965年5月）

Ⅸ. 薬 学 研 究 部

概　　況

薬学研究部は発足以来満2年を経過し，部としての研究機能を発揮できるようになってきた。定員は38年度と変らず13名で，研究の進展とその進行状況から考え，人員不足になやんでいる。

37年度の原子力留学生として，シカゴ市の Illinois Institute of Technology (I. I. T.) に留学した松島美一研究員は，マーテル教授の指導により多大な成果を得て帰朝した。滞米中の研究業績については英文年報（1964年版）を参照されたい。

また，特筆すべきことは第2研究室長の玉置文一博士が，39年7月，米国ニューヨーク市で開催された国際生化学会，および8月，英国ロンドン市で行なわれた国際内分泌学会に出席して，「放射線に基づく睾丸の生化学的変化に関する研究」ならびに「ヒツジ黄体形成ホルモンによるラットおよび家兎の immunization に対するX線の影響」と題し，従来の研究成果を発表報告した。

薬学1研究室は，日野亨博士を室長として，主として外部照射による放射線障害防護物質の合成的研究とこれら防護薬剤の物理化学的性質の検討を行ない，着々と研究成果をあげてきた。

いわゆる chemical protector としてよく知られている AET の防護作用は，注射時または生体内で変化した MEG (mercaptoethylguanidine) に基因するといわれている。MEG も水溶液中において不安定で酸化され，GED (guanidineethyldisulfide) に変化する。また，AET の水溶液は不安定で，2-AT (2-aminothiazoline) に変化する。GED，2-AT についてはその効力が検討されているが，これら化合物のN-置換体についてはその合成方法，効果などに関しほとんど検討されていないので，プロジェクト研究の「緊急時対策に関する調査研究」の一環として，「GEDおよび2-AT誘導体の合成」を行なった。

AET とほぼ同程度の放射線防護効力を有する APT (3-aminopropylisothiuronium-HBr) も水溶液中ではかなり不安定で，38年度にその安定性に関し検討したが，39年度においては，「AET，APT の水溶液における化学変化」を薬品分析化学の面から詳細に研究し，これら化合物にアルカリを添加した場合生成する MEG，MPG (mercaptopropylguanidine) の量的関係を検討し，さらに，水溶液中でのAET，APT の環形成の速さについて分光光度計を使用して研究した。

薬学第2研究室においては，玉置文一室長のもとにおいて，38年度より引続き放射線防護薬剤の効力試験法を確立すべく研究を行なった結果，「マウスの生存率を指標とする防護薬剤の効力試験法」を設定することに成功し，本試験法に基づき，39年度のプロジェクト研究において各種 AET 誘導体の防護効果につき検討した結果，AET のN-アルキル置換は一般に毒性を高めることを明らかにした。また，N-メチル-AETおよびN′-メチル-AETは AET にほぼ匹適する防護効力を有することを確認した。

また，防護薬剤の効力試験に関する研究として，放射線によるマウスの体重の変化が防護薬剤の効力を検定する指標になり得るや否やを検討する目的で研究を進めた。その結果として，X線照射に対するマウスの体重変動率は，その生存率と同一の傾向を示し，かつ，生存率の変化より鋭敏で，短期間で放射線の影響を観察することが可能であることを確認した。

38年度において，サリバ・パロチン・AがX線照射動物の白血球に対して増加作用をもつことを確認報告したが，この研究に関連して，パロチンおよびS-パロチンによる白血球増加作用の検討を行ない，サリバ・パロチン・Aとの比較を試みた。その結果，パロチンおよびS-パロチンの白血球増加作用は主として顆粒球により行なわれ，無顆粒球に対しては減少作用のみ有することを明らかにすることができた。また，サリバ・パロチン・Aの微量定量法を確立するために，免疫化学的定量に関する研究を行ない，S. P. A は抗 S. P. A 血清に対して定量的な沈降反応を示し，その沈降物の紫外部吸収測定により定量を行なう免疫化学的定量を一応確立することに成功した。

内分泌腺に対する放射線の影響については，38年度に引続き，脳下垂体-性腺系について生化学的研究を強力に進め，前記したように，国際学会において発表し得る成果をあげることができた。すなわち，ヒツジ黄体形成ホルモンによるラット，家兎の immunization に対するX線の影響に関する研究においては，家兎をヒツジの LH でimmunize し抗LH血清を得て，この抗血清をラットに投与すると，同時に投与したヒツジの LH の生物学的作用を阻止すると同時に，ラットの内因性 LH の作用も抑制することが知られている。抗血清の投与によるよりも LH により immunize された動物において強度のLH抑制作用が現われることを目標に，その睾丸における造精機能，androgen 合成機能および下垂体前葉の組織学的変化と内因性 LH の生合成機能の変化とを観察し，これらが投与されたヒツジ LH に対する抗体の作用に起因することを，X線照射により抗体形成を阻害することによって証明するべく研究を進めている。

内分泌器官に対する放射線障害の基礎的研究として，ラットの下垂体前葉に対するX線照射の影響に関して検討を行ない，2,000 R 頭部照射の結果は，蛋白，LH 分画ともに ^{14}C-ロイシンの取込みは減少する傾向を示した。*in vitro* における照射の結果は，線量の増大により ^{14}C-ロイシンの取込みは，蛋白，LH ともに，減少の傾向を示したが，4,000 R までは著明な変化を認めず，蛋白と LH 分画とは全く類似した行動を示すことを明らかにし得た。

これら39年度の研究には福島真知世，後藤百子，岩田京子，小木曽智子の6名の研究員が参加した。

（薬学研究部長　赤星三弥）

1. AET，APTの水溶液における化学変化

薬学第1研究室
花木　昭
花木トモコ
日野　亨
赤星三弥*

*薬学研究部長

（1）研究目的

放射線防護剤の代表で，しかも構造的に数似している AET（2-aminoethylisothiuronium bromide hydrobromide）と APT (2-aminopropylisothiuronium bromide hydrobromide）の水溶液における安定性について比較検討した。既に38年度年報に報告したように，アルカリを加えると AET，APT ともに急激にプロトンを放出して溶液の pH を低下させ，同時に分子内の transguanylation によって それぞれ MEG（mercaptoethylguanidine），MPG（mercaptopropylguanidine）に変化する。また弱酸性の水溶液では AET，APT とも環化してそれぞれ 2-AT（2-aminothiazoline），2-PT（2-aminopenthiazoline）に変化することが知られている。しかも 2-AT，2-PT の防護作用は極めて弱い。AET，APT の防護作用の本体はそれぞれ MEG，MPG と考えられているので，ある条件の下で環化の速度が transguanylation の速度より速くなるとすれば，そのような条件では AET，APT の効果はだんだん弱められる結果になる。したがって，AET，APT が水溶液でどの程度安定であり，またどのくらいの速さで変化を受けるか知っておくことは，これらの防護剤を動物実験に用いる場合特に重要である。そこで，39年度は，まずアルカリの添加と MEG，MPG の生成との量的関係を調べ，次に水溶液中での AET，APT の環化の速さについて分光光度的に研究した。

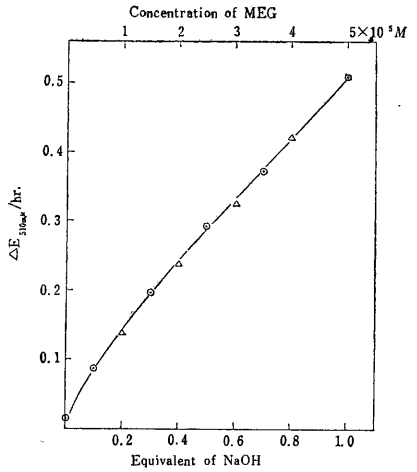
（2）研究方法

AET，APT は常法により合成し，測定に際して溶液を新らしく調製した。pH は温度 25℃，イオン強度 0.1 (NaCl)の条件で測定し，その値を自動記録した。反応液中の残存AET，APT 量は，過剰のアルカリを加えて，それぞれを MEG，MPG に変えて測定した。MEG，MPG はそれらの SH-基による還元力を利用し，Fe^{3+}-フェナンスロリンをFe^{2+}-フェナンスロリンに還元せしめ，510 mμ の吸収を測定して定量した。

（3）研究結果

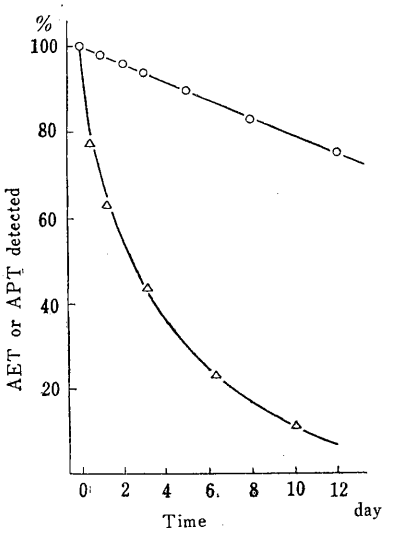
MEG，MPG は pH2.1 以上の弱酸性および中性でFe^{2+}-フェナンスロリンを還元する。還元の速度は室温では比較的おそいので，510mμ の吸光度の一定時間内の増加によってMEG，MPGを定量した。APTは，pH 5以下ではFe^{2+}-フェナンスロリンを還元しないので，MPG，APT 混合物中の MPG は pH5 で定量した。一方，AET は pH 3.5 以下ではFe^{2+}-フェナンスロリンに対する還元性をもたないので，MEG，AET 中の MEG の定量は pH 3.2 で行なった。AET，APT にアルカリを一定量（1当量以下）加え，生成した MEG，MPG の量を上の方法により定量し，アルカリ添加量と transguanylation の量とは全く一致することを見出した。AET の場合の例を第1図に示す。これによってアルカリを加えて AET，APT 溶液の pH を調節した場合，加えたアルカリと等しいだけ MEG，MPG が生成されていることがわかる。

次に，AET，APT の水溶液から 2-AT，2-PT の生成される量を求めて第2図の結果を得た。この際反応液に過



第1図　Relation between the amount of alkali added concentration of MEG produced from AET

△：MEG，⊙：AET in the presence of NaOH，$(AET)_0 = 5.00 \times 10^{-5} M$，pH：3.2，T＝20℃



第2図　Cyclization of AET and APT in aqueous solution

○：APT at 40℃，△：AET at 20℃

concentration：$2 \times 10^{-2} M$

剰のアルカリを加えてtransguanylationを起させ，AET，APT を MEG，MPG として測定し，はじめに存在した AET，APTの濃度と一定時間後の MEG，MPGの量との差を2-AT，2-PTの量とした。

第2図より，APTよりもAETの方が環化の速度が速いこと，および酸性では環化がおさえられることを証明した。このような環化の速度の差は，生成物が5員環か6員環になるかの差にもとづくものと思われる。

2．放射線障害防護剤の効力試験に関する研究(第2報)
放射線によるマウス体重の変化について

薬学第2研究室
篠田雅人
後藤百子*
岡孝己*
岩田京子*
玉置文一
赤星三弥**

*研究生
**薬学研究部長

(1) 研究目的

生物が多量の放射線の照射を受けると種々の障害が起り，遂には死に至る。これらの障害が発現する初期の段階において，しばしば著しい体重の減少の起ることが古くから報告されている。われわれもこの現象を認めているが，さらに，この反応が放射線障害防護薬剤の効力を検定する場合の指標として適用し得る可能性を検討する目的で，ddY系雄マウスを用いて体重の放射線による変化を検討した。

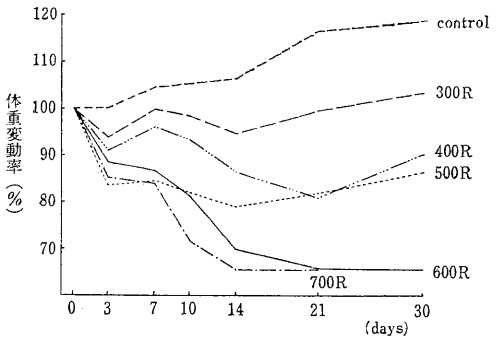
(2) 研究結果

実験動物：船橋農場より購入した生後4週令±1日のddY系雄マウスを約1週間予備飼育したのち，体重のばらつきが±1g以内のものを実験に供した。

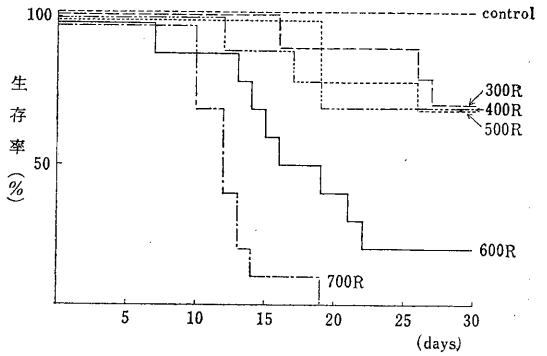
X線照射：マウスを1群10匹ずつプラスチック製の照射用ケージに入れ，200 kVp，20 mA，フィルター0.5 mm Cu+0.5 mm Al，距離50 cm，線量率80 R/min. または，92 R/min. 等の条件で背部から全身照射した。

(a) マウス体重に及ぼすX線照射の影響

1群10匹のマウスに対して0Rおよび300～700RのX線照射を行ない，毎週1回あるいは2回体重を測定し，照射後30日間の体重変化を観察した。なお，観察期間中に死亡したマウスについては，死亡時の体重を測定し以後の計測に加算した。この死亡時の体重は24～48時間放置しても著しい変化のみられないことを別の実験により確かめている。第1図(次頁)は生後5.5週令のマウスについて行なった実験の1例であるが，測定値は照射前値に対する変動率で示した。非照射(0R)対照群は，自然成長を続けるのに対して，X線照射群はいずれも照射3日



第1図　X線のマウス体重に及ぼす影響（ddY, ♂）

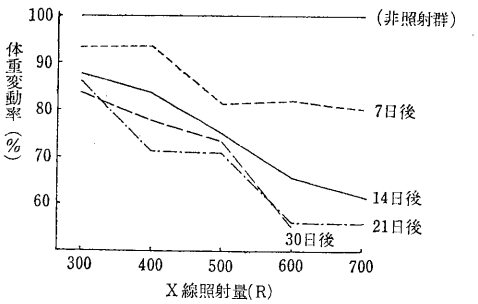


第2図　照射線量と生存率との関係（ddY 5.5週令）

後で既に体重の減少が発現し，2～3週間後まで進行する。また，照射線量の増加に伴なってこの減少反応が急激になっており，最低値に達するまでの時間が短縮される傾向がみられる。同時に観察した生存率の変化は第2図のごとくであった。

(b)　X線照射線量とマウス体重変動率との関係

照射後7，14，21および30日におけるX線照射線量とマウス体重変動率との関係を比較すると第3図のごとくなる。この場合の体重変動率はそれぞれ対応する非照射対照群を100%として算出した。この結果，照射2週間後

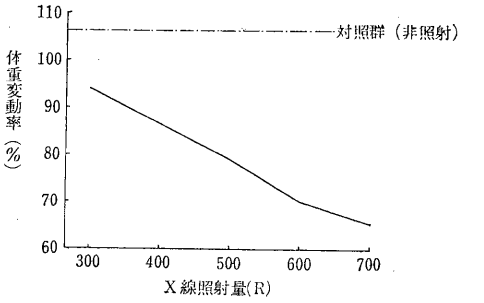


第3図　X線照射とマウス体重変動との関係（非照射群との比較）

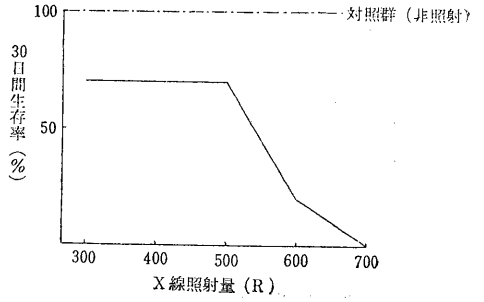
の変動が照射線量に対して最も直線的な関係を示した。そこで，この照射2週間後の体重を各照射線量別に対照群の2週間後の体重と比較して，その差の有意性を検定すると，300Rおよび400R照射群では危険率5%，また，500～700R照射群では危険率1%で，いずれも有意な差が認められた。

(c)　X線照射に対する体重変動と生存率との関係

照射2週間後で既に体重変動が対照群に対して有意な差を示すことが確認されたので，この2週間後の体重変動率を同時に測定した30日間の生存率と放射線感受性を比較すると，生存率の変化は500R以上の照射群においてのみ照射線量と比例するが，体重変動率は300R照射群から変化を示し，生存率よりも鋭敏に反応することが確められた（第4図，第5図参照）。さらに，低線量照射による実験から，この2週間体重変動率は200R以上のX線照射群は対照群に対して有意な差を示した。



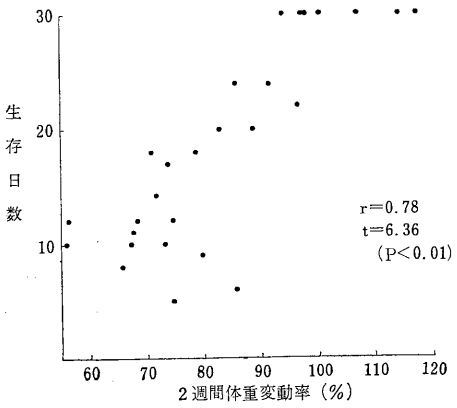
第4図　X線照射線量と2週間体重変動との関係（ddY, 5.5週令）



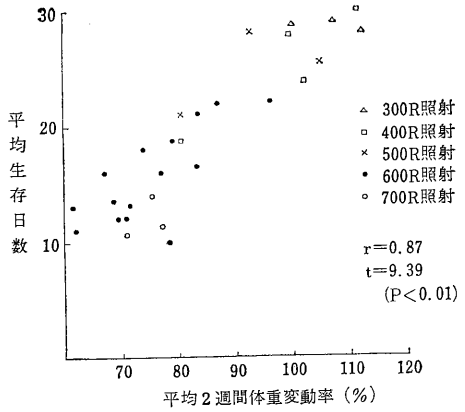
第5図　X線照射線量と30日間生存率との関係（ddY, 5.5週令）

(d)　体重変動率と生存日数との相関

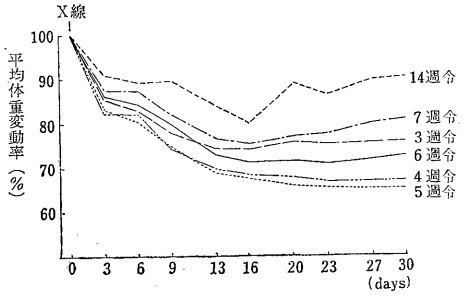
300～700R照射群について，照射に伴なう2週間後の体重変動率と30日間の生存日数とについて両者の関係を検討すると，すべてこの照射群において有意な相関関係が認められた。第6図は600R照射群における両者の関



第6図　2週間体重変動率と生存日数との相関（ddY，600 R）

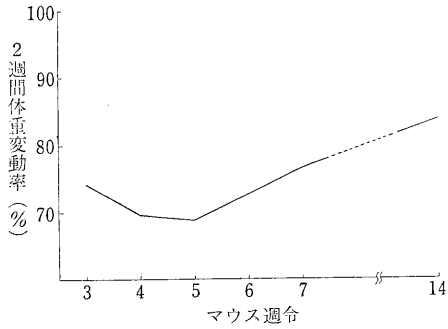


第7図　平均体重変動率（2週間）と平均生存日数との相関（ddY）



第8図　X線照射（600 R）によるマウス体重変動の週令比較

係を示したものである。そこで，繰返して行なった300 R以上の照射実験例について平均生存日数（30日間）と平均体重変動率（2週間）をまとめると，第7図のような関係となり，この場合にも有意な相関が認められた。



第9図　X線(600R)照射によるddYマウス2週間体重変動率の週令比較

(c)　体重変動率に及ぼすマウスの生後週令の影響

生後3～14週令のマウス（1群15匹）について，600 R照射を行ない，照射後30日間の体重変動を測定し，体重変動の放射線感受性に対する照射前の週令または体重の影響を検討すると，第8図のようになり，4～5週令附近が最も感受性が高いことがわかったが，2週間体重変動率を各週令について比較すると第9図のようになり，通常の生物学的試験には4～6週令の範囲のマウスが適当であることを認めた。

（3）　総　　括

以上の結果から，X線照射に対するマウスの体重変動率は，その生存率と同一の傾向を示し，かつ生存率の変化と比較して，より鋭敏であり，より低線量で，また短期間で放射線の影響を観察することが可能であることを確認した。

〔研究発表〕

篠田雅人，後藤百子，岡孝己，岩田京子，玉置文一，赤星三弥；放射線障害防護剤に関する研究（第3報），マウス体重の放射線感受性について，第20回日本薬学大会（1965年4月）

3.　パロチンおよびS-パロチンによる白血球増加作用の検討

薬学第2研究室
篠田雅人
高木良成
玉置文一

（1）　研究目的

白血球増加性因子による循環血液中の白血球数を調節する機構の研究の一環として，人の唾液から分離精製された蛋白質で，強い白血球増加効力を示すサリバ・パロチン・Aを用いて，正常およびX線照射した家兎の循環

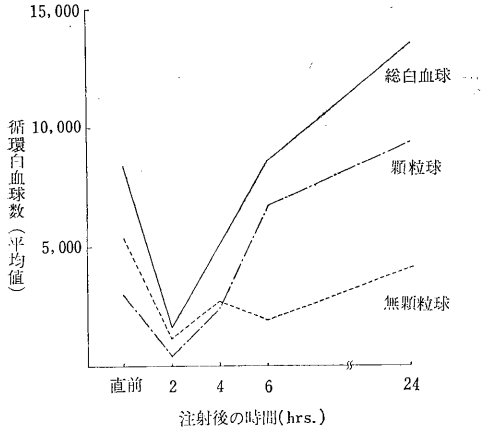
白血球調節機構に関する研究を行ない，サリバ・パロチン・Aの投与による家兎血清中に白血球増加性因子が出現することを発見し，この因子はX線照射によって白血球数の著しく減少した家兎についても正常家兎の場合と同様に出現することを認めている（放医研年報，昭和38年度参照）。

パロチンは牛耳下腺から結晶状に精製，単離された分子量132,000の単純蛋白質であり，またS-パロチンは牛顎下腺から精製単離された単純蛋白質である。パロチンとS-パロチンはともに，血清カルシウム低下作用，血清総蛋白低下作用，骨象牙質の石灰化促進作用等と同時に強い循環白血球増加作用を示し，生物学的にはサリバ・パロチン・Aとよく一致した活性を有する物質である。そこで家兎を用いて，サリバ・パロチン・Aの場合と同様に，パロチンおよびS-パロチンの白血球増加作用を検討し，サリバ・パロチン・Aと比較した。

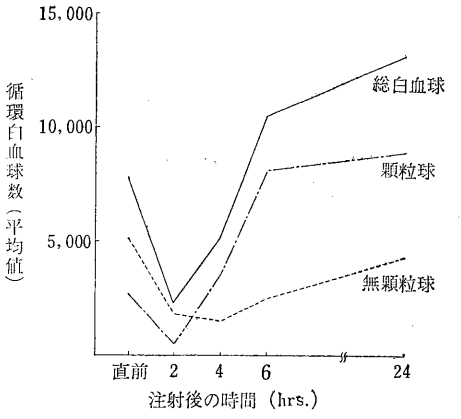
(2) 研究経過

(a) 家兎循環白血球組成に及ぼすパロチンおよびS-パロチンの影響

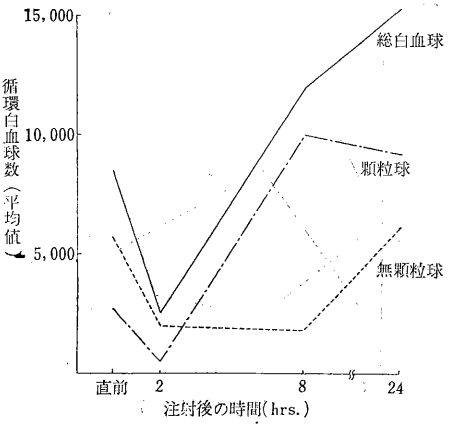
パロチンおよびS-パロチンの投与量が1 mg/kgの静脈内注射の場合の正常家兎循環白血球組成に及ぼす影響を測定すると，パロチンとS-パロチンはともに，総白血球数は投与直後にいったん減少反応を示したのち，急激な増加反応が起り，24時間後には注射前値の約2倍に達した。顆粒球に対する反応は総白血球の場合と同様の傾向を示し，24時間後には約4倍に達し，総白血球の変化は主として顆粒球に由来していることを認めた。これに対して，無顆粒球（リンパ球および単球）に対しては減少反応のみを示し，24時間後には注射前値に回復した（第1図，第2図）。これらの反応はサリバ・パロチン・A 50μg/kgを静脈内投与した場合の白血球反応（第3図）とよく類似している。



第1図　正常家兎の循環白血球数に対するパロチンの反応
注射用量：1 mg/kg



第2図　正常家兎の循環白血球数に対するS-パロチンの反応
注射用量：1 mg/kg



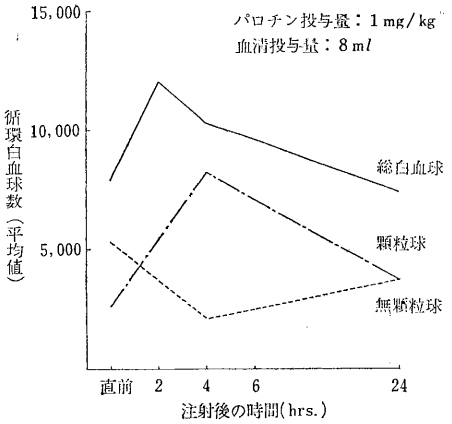
第3図　正常家兎の循環白血球数に対するサリバ・パロチン・Aの反応
注射用量：50 γ/kg

(b) パロチン投与血清およびS-パロチン投与血清の循環白血球数に及ぼす影響

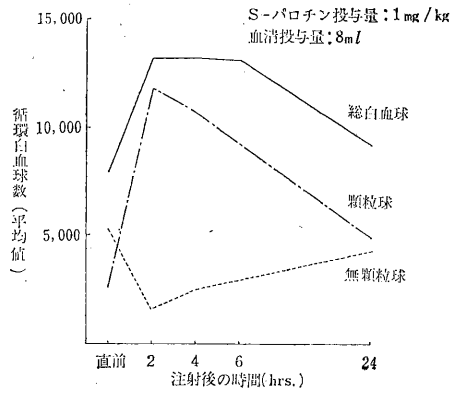
正常家兎に対してサリバ・パロチン・Aを静脈内注射したのち種々の時間で血清を分離し，これらの血清（S. P. A投与血清）について循環白血球に対する反応を測定すると，2時間後および6時間後のS. P. A投与血清に白血球増加作用が認められ，また，免疫化学的測定によっ

てこの有効なS.P.A投与血清中にはサリバ・パロチン・Aは検出されないことから，サリバ・パロチン・Aの投与により家兎血清中に白血球増加性因子が出現することを知った。そこで，生物学的によく類似した活性を示すパロチンおよびS-パロチンについても同様に検討した。

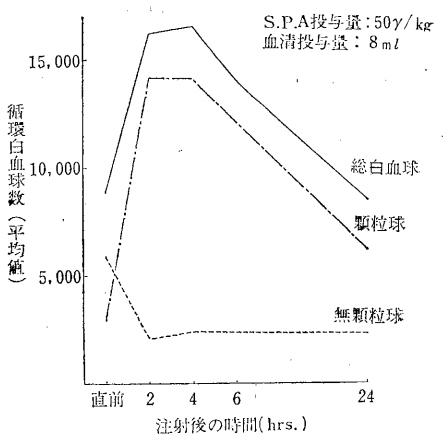
正常家兎に対して，パロチンあるいはS-パロチン1 mg/kgを静脈内注射し，2時間後に心臓から採血を行ない，血清を分離した。このようにして得たパロチン投与血清およびS-パロチン投与血清について家兎循環白血球に対する反応を測定すると，いずれの血清も総白血球と顆粒球に対しては投与2時間後附近で増加反応が認められ，無顆粒球に対しては2～6時間後にわたって減少反応がみられた。これらの反応はいずれも24時間後にはほぼ注射前値に回復する（第4図，第5図）。このようなパロチン投与血清およびS-パロチン投与血清の反応



第4図　パロチン投与（2時間後）血清の家兎循環白血球数に及ぼす影響



第5図　S-パロチン投与（2時間後）血清の家兎循環白血球数に及ぼす影響



第6図　サリバ・パロチン・A投与（2時間後）血清の家兎循環白血球数に及ぼす影響

は，サリバ・パロチン・A　50μg/kg注射2時間後に得られたS. P. A投与血清の場合の白血球反応（第6図）とよく一致した傾向を示した。したがって，パロチンあるいはS-パロチン投与によって起る循環白血球増加反応はサリバ・パロチン・Aの場合と同様に，血清中に白血球増加性因子が発現し，この因子に起因しているものと考えられる。

（3）総　　括

パロチンおよびS-パロチンの白血球増加作用は，主として顆粒球によって行なわれており，無顆粒球に対しては減少作用のみを有している。また，パロチンあるいはS-パロチン投与2時間後の血清に，顆粒球に由来する白血球増加作用が認められることから，パロチンあるいはS-パロチンの投与により，サリバ・パロチン・Aの場合と同様に，血清中に白血球増加性因子が出現するものと考えられる。

4. サリバ・パロチン・Aの免疫化学的定量に関する研究

薬学第2研究室
篠田雅人
高木良成
玉置文一

（1）研究目的

蛋白質の精製，純化の研究の進歩に伴なって免疫化学的研究が盛んとなり，生体内の多くの活性蛋白質の微量定量にこれらの免疫化学的な手技を適用した例がみられている。この場合には，免疫化学的に純粋な抗体さえ得

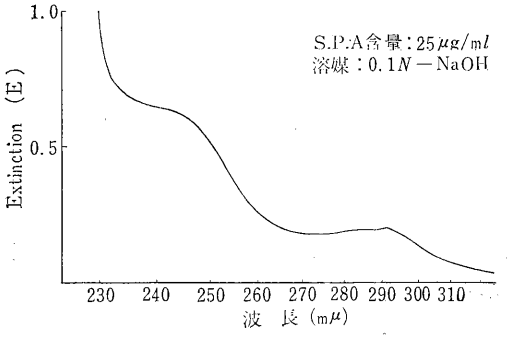
にることができれば，化学的または生物学的な測定よりも操作が簡単であり，また，検体が粗製の抽出物や，血清のような体液のごとく，未精製のものでも測定することが可能であるなどの利点を有している。

唾液腺から分離される白血球増加性物質については，S－パロチンおよび血清パロチンがそれぞれの対応する抗血清に対して沈降反応を示し，免疫化学的に定量化の可能であることが報告されている(三村；薬学雑誌，82，442，1962)。唾液から抽出され，特に強い白血球増加作用を有するサリバ・パロチン・A (S.P.A) の抗原性については，既に報告されている (放医研年報，昭和38年度参照)。この S.P.A は低分子の単純蛋白であり，チロジン含量は他の蛋白質と比較して少なく，また紫外部の吸収も弱いなど化学構造的に特異性が乏しいため，化学的に定量することは困難である。また，効力試験による定量法も未だ確立されていない現在，免疫化学的な定量法の確立は有意義であると考え，この微量定量法を検討した。

(2) 研究結果

標準S.P.A：抗血清を作るための抗原として用いた S. P. A であり，人唾液から氷酢法およびエタノール分画法によって精製した単一なロットの製品である。この S.P.A は家兎に対する投与量が 10 μg/kg の静脈内注射で血清カルシウム量および血清総蛋白濃度が減少し，また，循環白血球に対する反応は総白血球と顆粒球に対しては，投与2時間後に一過性の減少を示したのち約40時間著しい増加反応が起る。無顆粒球 (リンパ球および単球) に対しては弱い減少作用を示した。

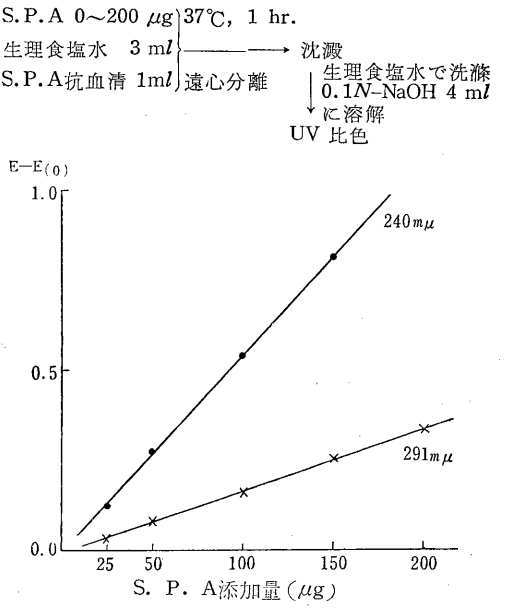
抗 S. P. A 血清の分離：家兎を用い，標準 S.P.A に Difco complete adjuvant を加えた adjuvant 法を用いて抗血清を分離した。この抗 S.P.A 血清の 1 ml は沈降反応により，標準 S.P.A 300 μg に反応するものであった。



第1図 S.P.A-precipitin の紫外部吸収スペクトル

(a)沈降反応による S. P. A の定量

S. P. A に対応量の抗 S. P. A 血清を反応させ生成した沈降物を生理食塩水でよく洗ったのち，0.1N-NaOH に溶解して，その紫外部吸収スペクトルを測定すると，第1図にその1例を示したが，S. P. A のいずれの添加量においても，対応する沈降物の吸収スペクトルは，波長240mμ 附近において吸収が肩を示し，また，291mμ において極大を示した。そこで，240 mμ および291 mμ



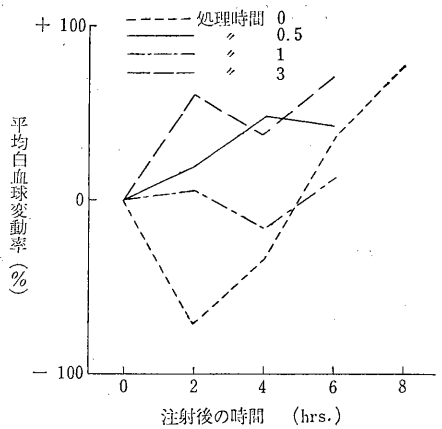
第2図 S. P. A の免疫化学的定量曲線

における吸光度($E-E_0$)を S. P. Aの各濃度に対してプロットすると，第2図のように，S. P. A 25～200 μg の範囲では両波長とも直線関係を示した。

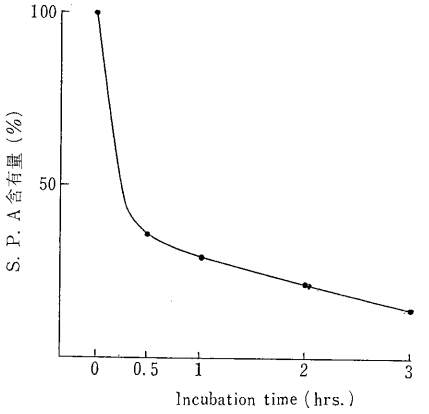
(b) S. P. A のアルカリ変性と免疫化学的定量

S. P. Aを 0.1N-NaOH 中で37℃に incubate した場合のアルカリ変性に伴なう生物学的効力の変化とこの場合に起る S. P. A 含量に関する免疫化学的定量値とを比較した。

S. P. A をアルカリ変性すると，循環白血球に及ぼす効力は第3図に示すように，変性前では投与2時間後に総白血球数が一時的に減少したのちに増加反応を示すのに対して，アルカリ処理を行なった場合には，いずれもこの初期の減少反応が出現せず，また，増加反応も減退しており，白血球増加効力が変性を受けることを示した。このように，アルカリ変性を行なった S. P. A について沈降反応による定量を行なうと，アルカリ処理 0.5 時間で既に急激な減少を示し，3時間では14% 以下↘



第3図 アルカリ処理 S.P.A の白血球効力
注射用量：10 μg/kg 相当



第4図 S. P. A のアルカリ処理と免疫化学的定量

〔操 作〕

① S. P. A 100 μg/0.1N-NaOH 1 ml
② 37℃, 0～3 hrs.
③ 0.1N-HCl 1 ml, 生理食塩水 2 ml 添加
④ S. P. A 抗血清 1 ml 添加
⑤ 37℃, 1 hr.
⑥ 析出物の比色定量（波長240 mμ）

を測定すると，投与量が 2.5 μg/kg 以上の静脈内注射では，初期の減少反応を示したのちに増加反応が起る。これに対して，1μg/kg 投与では初期の減少反応が発現せず，増加反応のみを示した。

↘であった（第4図）。

(c) 各種 S. P. A サンプルの免疫化学的定量と生物学的定量との比較

標準 S.P.A と精製過程の異なった7種の S.P.Aサンプルについて，免疫化学的定量と家兎循環白血球に対する反応による生物学的定量とを行ない，両者の定量結果を比較した。

標準 S. P. A の正常家兎循環総白血球数に対する反応

第 1 表

Sample	Precipitin 定量による S. P. A含量（%）	標準 S.P.A に対応する白血球反応								定量値と効力との関係
		1 μg/kg 相当量		2.5μg/kg相当量		5μg/kg 相当量		10μg/kg 相当量		
		投与量（μg/kg）	反 応	投与量（μg/kg）	反 応	投与量（μg/kg）	反 応	投与量（μg/kg）	反 応	
標準S.P.A	100	1	±	2.5	+	5	+	10	+	一致
S－1	2.5	40	±	100	+	200	+			一致
S－2	57.1			4.5	+	9	+			一致
S－3	31.3	3	±	8	+	16	+			一致
S－4	8.3	12	±	30	+	60	+			一致
S－5	38.8			6.5	+	13	+	26	+	一致
S－6	6.7			38	±	75	±	150	+	ほぼ一致
S－7	0.0	(200)	−							一致

白血球反応：+ 初期減少，後期増加反応， ± 後期増加反応のみ， − 白血球反応なし

S. P. A サンプル7種について，標準 S.P.A の場合と同様の免疫化学的定量を行ない，その結果から得られた S. P. A 含量にもとづいて標準 S. P. A の1，2.5，5，および10 μg/kg 相当量を算出し，この用量における白血球反応を測定し，第1表に示す結果を得た。サンプルS－6は白血球反応がいくぶん弱い結果を示したが，他のサンプルはいずれも標準 S. P. A に匹敵する反応が認められた。

（3） 総 括

S. P. A は抗 S. P. A 血清に対して定量的な沈降反応を示し，その沈降物を紫外部吸収により定量することによって免疫化学的定量が可能であることを認めた。また，S. P. A のアルカリ変性に伴なう家兎循環白血球増

加効力の変化と免疫化学的に定量した S. P. A 含量の変化が同じ傾向を示しており，さらに，純度の異なった各種の S. P. A サンプルについて，免疫化学的定量と家兎循環白血球反応による生物学的定量とを行ない，両者の結果がよく一致することを認め，この定量法の有効であることを確認した。

〔研究発表〕

篠田雅人，高木良成，玉置文一；サリバ・パロチン・Aの免疫化学的定量に関する研究，第9回日本唾液腺シンポジウム（1964年12月）

5. ヒツジ黄体形成ホルモン（LH，ICSH）によるラットおよび家兎の immunization に対するX線の影響 ——その1. LH による immunization の影響

薬学第2研究室
若林克己
福島真知世*
玉置文一

*研究生

（1） 研究目的

家兎をヒツジの LH で immunize すると，抗 LH 血清が得られる。この抗血清をラットに投与すると，同時に投与したヒツジの LH の生物学的作用を阻止するのみならず，ラットの内因性 LH の作用をも抑制することが知られている。われわれは，抗血清の投与によるよりも LH により immunize された動物において強度の LH 抑制作用が現われることを期待し，その睾丸における造精機能，androgen 合成機能，および下垂体前葉の組織学的変化と内因性 LH の生合成機能の変化を観察し，これらが投与されたヒツジ LH に対する抗体の作用によるものであることを，X線照射により，抗体形成を阻害することによって証明するため実験を行なっている。その第1段階として，ヒツジ LH による immunization の影響を報告する。

（2） 実験方法

NIH-LH-S7 を次のようなプログラムによって，2.5kg 程度の雄家兎および150～300 g の雄ラットに投与した。すなわち，家兎の場合は毎週1回1.5 mgのLHを Freund の adjuvant とともに皮下および腹腔内に4回投与し，その後10日おきに2回，各 1.5 mgを食塩水に溶かして腹腔内に投与し，7日後に採血，臓器摘出を行なった。ラットの場合も投与量を1回 0.5 mg としたほかは全く同様である。抗血清投与実験では，16日の実験期間を前期8日と後期8日に分け，あらかじめ調製したラットの抗 LH 血清を前期は 0.25 m*l*，後期は 0.5 m*l* を毎日1回ラットの腹腔内に投与した。摘出した臓器について，重量，組織像を調べ，下垂体前葉は英文年報（1963年版）および *Endocrinology*, 77, 264(1965)記載の方法で，^{14}C-ロイシンの取込みによる LH の生合成を調べた。

（3） 実験結果および考察

結果を略記すると次の通りである。

a）ヒツジ LH による immunization により睾丸重量は著明に減少し，前立腺，精嚢などの附属性腺はわずかに痕跡を残すのみとなる。

b）これに反し，下垂体前葉ならびに副腎の重量は有意に増加する。

c）組織学的には，睾丸の造精機能は全く失なわれ，spermatid や spermia は完全に消失し，seminiferous epithelium は spermatogonia と変性した Sertoli cell のみからなり，spermatocyte は極くわずかしか存在しない。seminiferous tubule は著しい atrophy を起している。これに対して，間質細胞に対する影響はそれほど大きくないが，ただ，cell size の減少と細胞内顆粒の減少がみうけられる。

d）下垂体前葉においては，中央部および周辺部の好塩基性細胞の肥大と増加，および細胞内の PAS 陽性顆粒の増加が著しく，去勢時の変化に類似している。

e）下垂体前葉における蛋白と LH の生合成はともに増大するが，特に，LH では単位重量あたり数倍となる。器官自体の肥大を考慮に入れれば，さらに合成の増大は著しくなる。

f）抗 LH 血清の投与による変化は immunization よりは程度が小であるが，ほぼ同様の傾向を示す。

g）adjuvant なしに同量の LH を水溶液として投与を続けた場合，血清中に抗 LH は検出されず，また，上記のような変化は起らなかった。

以上の結果から，ヒツジの LH によって immunize された動物に起る変化は，多量の LH 投与による feed back ではなく，生じた抗体によるものであること，すなわち，多量の抗 LH 抗体が循環している状態となり，内因性 LH の作用を阻害するために，睾丸に対する刺激作用が止り，附属腺の縮少によって示されるように，androgen の合成阻害，および造精機能の抑制が起ったと思われる。造精機能はむしろ FSH の支配下にあると一般的に考えられているが，FSH による immu-

nization では，それほど変化は著しくないこと，また，FSH に関しては，ヒツジとラットとの間の免疫学的な cross reaction が疑わしい点から，やはり抗 LH 抗体による1次的あるいは2次的作用と考えられる。下垂体に対する LH による immunization の影響としての LH 合成の著しい増大は，本実験で初めて明らかとなったことであるが，おそらく，androgen 産生の減少に伴なう視床下部からの刺激による性腺刺激ホルモン産生細胞の増殖と activation によるものと考えられる。以上のような実験結果を基盤として，現在 LH-immunization に対するX線照射実験が進行中である。

〔研究発表〕

Wakabayashi, K., B. Tamaoki and M. Fukushima ; ***in vitro*** biosynthesis of leuteinizing hormone in anterior pituitary, ***Endocrinology***, 77, 264 (1965. 8.)

6. 内分泌器官に対する放射線障害の基礎的研究——ラット下垂体前葉に対するX線照射の影響

薬学第2研究室
若林克己
福島真知世*
玉置文一

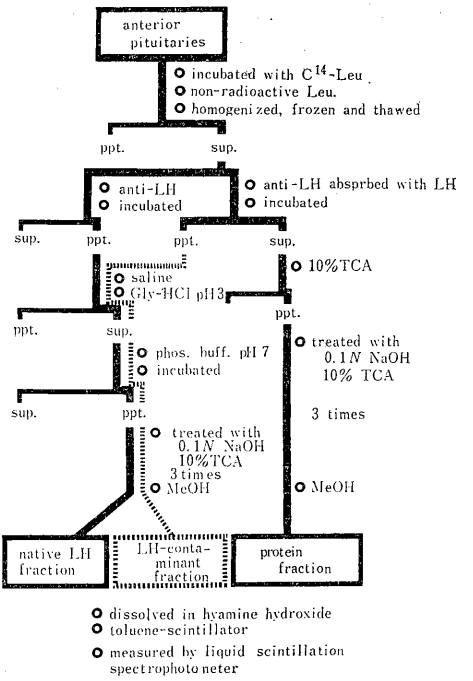
*研究生

(1) 研究目的

昭和38年度年報に記載の実験に引続いて，***in vitro*** でのホルモン生合成機構に対するX線の影響を調べるため実験を行なった。X線照射1週間後の下垂体に対する影響には，副次的効果が多分に存在することは前報に述べたがそれらを除外するために行なった照射後20時間での影響，および摘出した下垂体前葉に対する ***in vitro*** での照射実験の結果を報告する。下垂体機能の観察は，前報での下垂体蛋白質への ^{14}C-ロイシンの取込みのほかに，1963年度英文年報記載の方法による黄体形成ホルモン (LH, ICSH) の de nove synthesis を測ることによって行なった。

(2) 実験方法

体重200～300 g の雄の Wistar 系ラットを用い，頭部照射は体の他の部分を鉛板で被覆保護し，240 R/min. の線量率で 2,000 R照射したのち20時間を経て屠殺し，下垂体前葉をとり出して，incubation 実験を行なった。また，***in vitro*** での照射実験には摘出した下垂体前葉を Krebs-Hensleit 液にひたして，240 R/min. の線量率で



第1図 Incubation and fractionation procedure

1,000～4,000 R 照射し，30分後に incubation を行なった。incubation および fractionation の方法は第1図に示す通りである。LH 分画への ^{14}C-ロイシンの取込みは native LH fraction から LH-contaminant fraction を差し引いて求めた。この方法についての詳細は1963年度英文年報および ***Endocrinology*** を参照されたい。

第1表 Effect of X-ray irradiation upon the protein and LH biosynthesis in the rat anterior pituitaries

Treatment	No. of tubes	^{14}C-Leucine incorporation into	
		protein fraction	LH fraction
2,000 R	5	134,660*	497
		±4,763	±39
Intact	5	151,840	559
		±11,484	±22

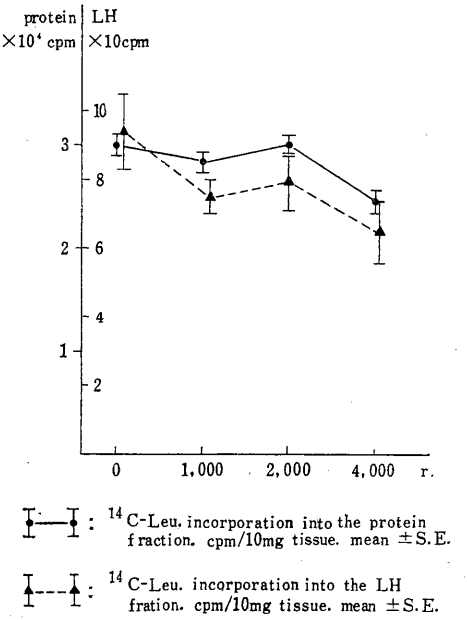
* cpm/10 mg tissue mean ±S.E.

Irradiation to the head, dosage rate 240 R/min. Anterior pituitaries were removed 20 hrs. postirradiatively. Incubation was carried out at 37℃ for 4 hrs. in Krebs-Henseleit medium containing 2 μCi ^{14}C-Leu. per tube in the atmosphere of 95% O_2 and 5 % CO_2.

(3) 実験結果および考察

2,000R頭部照射の結果は，第1表に示すように，蛋白，LH 分画ともに ^{14}C-ロイシンの取込みはやや減少の傾向を示した。しかし，この程度の照射量では，有意差検定の危険率は20%程度で有意な低下とはいい難く，照射の早期効果を期待するためには，さらに多量の照射が必要であろう。

in vitro での照射の結果は第2図のようになり，線量の増大によって ^{14}C-ロイシンの取込みは蛋白，LH ともに減少の傾向を示したが，4,000R まででは未だ著明な変化はなく，また蛋白と LH 分画とは全く類似した行動を示している。さらに，線量を増加させた場合の変化を現在検討中である。



第2図 *In vitro* effect of X-ray irradiation upon the protein and LH biosynthesis in the rat anterior pituitaries. Isolated rat anterior pituitaries were irradiated with 1,000～4,000R of X-ray at the dosage rate of 240 R/min. They were incubated at 37℃ for 4hrs. in Krebs-Henseleit medium containing 1 μCi ^{14}C-Leu. per tube in the atmosphere of 95 %O_2 and 5 % CO_2.

〔研究発表〕

Wakabayashi, K., B. Tamaoki and M. Fukushima ; *in vitro* biosynthesis of leuteinizing hormone in the anterior pituitary, *Endocrinology*, 77, 264 (1965. 8.)

X. 環境衛生研究部

概　　況

本研究部は38年度に2研究室の増設を認められたが，39年度環境汚染研究部の新設に伴ない，新設研究部に2研究室を移した。研究目標としては，公害対策に関係のある研究テーマを除き環境放射線の結量評価に関するもの，重要核種の ecological study に重点を置いた。

(1) 研究目的と39年度の目標

38年度に引続き放射性降下物の環境への影響の究明，職業環境における特殊な放射性核種の影響の研究を行なっている。特に，自然放射能による被曝について研究態勢を整え，長期にわたって国民線量算出を行なうことになった。

(2) 構　　成

39年度末における研究員は21名，専門別には理学系5名，農学系6名，薬学系4名，工学系2名，医学系1名その他3名となっている。研究員中1名がオーストリア所在の IAEA 本部に，1名がカリフォルニア大学に留学のため出張した。

(3) 研究課題概略

環境放射線による被曝を外部被曝と内部被曝に分け，外部被曝については測定器の試作と大気放射線量の実測を行ない，被曝線量算出のための諸因子の解析的研究を継続した。内部被曝の研究については，体内放射性物質の濃度測定から被曝線量率の推定を，また，重要核種の ecological study により，生物体内への核種の沈着機構，排出機構を知り，線量算出または推定の方法を求めようとしている。核種については，放射性降下物中の長寿命核種，自然放射性物質のうちアルファ線放出核種をとりあげ，測定および実験の対象は人体臓器，排泄物，成熟・幼若動物，植物その他の環境物質である。職業環境については，放射性物質による吸入の影響に関する研究に重点を置き，実験室の整備を行なった。これに平行して環境衛生第3研究室（鈴木正室長）が中心となり，全所的にプルトニウムの問題をとりあげ，保健安全のための研究連絡会を開催し，プルトニウムの障害評価について7回のセミナーを計画実施した（283頁参照）。

(4) 業務計画外の活動

放射線審議会放射能専門部会，放射能対策本部幹事会，原子炉安全専門審査会に渡辺が出席した。

文部省総合科学研究「放射線の影響研究」"人骨中のα放射体の定量" に渡辺，田中が，"土壌中の放射性セシウムに関する研究" に渡辺，山下が，"自然放射能のアルファ放射体による体内(肺)線量の評価" に渡辺，阿部(史)，阿部(道)が，"気圏水圏生物圏における C-14 と H-3の分布" に桧田がそれぞれ参加した。

（環境衛生研究部長　渡辺博信）

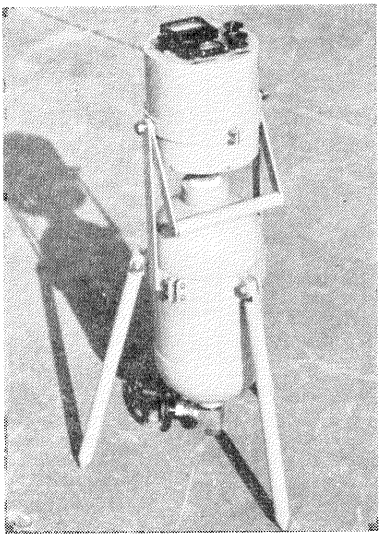
1. 環境放射線測定用高圧イオンチェンバーの試作

環境衛生第1研究室

渡辺博信*
山下幹雄
小口節子

*環境衛生研究部長

環境中のバックグラウンド放射線量を測定する測定器は，エネルギー特性がよく，かつ高感度であることと同時に，野外測定に適するように可搬型であることが望まれる。しかしながら，従来これらの条件をすべて兼備した測定器の製作は極めて困難であり，このため環境放射線の測定において，大きな制限を生じている。近年高圧力型イオンチェンバーが，上記の諸条件を満たす環境放射線量測定器として，極めて良好なものであることが報告され，その有用性が注目されてきた。このため本研究では，F. P. Spiers によって開発されたものをモデルとして，鉄製の高圧イオンチェンバーを試作し，その基本的な諸特性の検討に着手した。第1図は試作したイオンチェンバーで，全体の高さは約80cmである。下部が高圧ガスを封入するチェンバーであり，上部は検出部である。チェンバーは，壁厚約3.2mm，直径15cm，長さ30cmで，耐圧は約20気圧まで可能である。チェンバー内に生じた電離の割合は，4極管を使ったバランス回路に



第1図　イオンチェンバー

より，電圧のドリフトとして測定される。一般に，チェンバーの読みに影響する因子として次のものが考えられる。1)照射線量率，2)封入ガスの種類，3)封入ガス圧，4)照射γ線のエネルギー，5)照射γ線の入射方向，6)材質のもつ天然α放射能の影響。

これらの因子についての実験的検討は，未だ十分に完了していないが，今までに明らかにされた結果は以下に要約される。

(1) 照射線量に対する電圧ドリフトの直線性

飽和電圧は封入ガス圧および照射線量率に大きく依存する。飽和電圧は，封入ガス圧が15気圧の場合，バックグラウンド・レベルの線量率に対して約90Vであり，線量率とともに増加し，数百 μR/hr. の場合，約180Vとなる。環境放射線量レベルの低線量領域における測定の場合，材質中の天然α放射能が，照射線量率とドリフトの読みの直線性にかなりの影響を及ぼす。この点については，現在検討中である。

(2) 封入ガス圧による感度特性

封入ガス圧が約20気圧以下の場合，ガス圧とドリフトにはほぼ直線関係が得られる。

(3) ガスの種類による感度

A，N_2，A+N_2 およびPRガス（A 90%+CH_4 10%）について行なった実験結果から，ガスの種類による相対的感度は，封入ガス圧15気圧，Ra線源の場合，Aガスに対して25 mV/min.であり，N_2の混合比を増すとともに漸減して，N_2 ガスの場合約15 mV/min. となる。PRガスはAガスよりも感度が高い。

(4) エネルギー特性

^{144}Ce (0.13 MeV) から，^{60}Co (1.25 MeV) までのいくつかのγ線源を用いて，感度のエネルギー依存性を検討している。感度の空気等価性は，低エネルギー領域ではかなり悪くなることが見出された。

(5) 測定精度

測定値の再現性は，バックグラウンド・レベルの線量率測定の場合，相対的標準偏差で数%以内であるが，実際の野外測定にあたっては，日射，温度，湿度の変化等により，全体の測定系の不安定性が考えられる。温度変化については，測定精度の範囲内で，影響のないことが確められた。

現在までの実験結果から，試作した高圧イオンチェンバーは，環境放射線量測定のために十分な検出感度をもつことが確められたが，今後の実験により，エネルギー特性，測定器固有のバックグラウンドの影響等をさらに明らかにした上で，環境放射線量の実測に使用していく予定である。終りに，このイオンチェンバーの製作にあたって，物理研究部飯沼武研究員から，チェンバーのモデルの紹介とともに種々のご教示をいただいたことをここに記して感謝する。

なお，この研究の一部は放射能調査研究費によって行なわれた。

〔研究発表〕

1. 渡辺博信，山下幹雄，松田節子；外部線量測定用高圧電離箱の試作，日本放射線影響学会第6回研究発表会（1964年7月）

2. 渡辺博信，松田節子，山下幹雄；外部線量測定用高圧電離箱の試作，第6回放射能調査研究成果発表会(1964年11月)

2. 大気浮遊塵中の^{239}Pu（^{240}Pu）測定

環境衛生第1研究室

阿部史朗

阿部道子

(1) まえがき

米ソ等による核実験によって種々の放射性核種が空中に拡散している。これらはフォールアウトとなって地表附近に落下したり，浮遊塵として吸入されたりする。そのレベルを明確にさせることは危害評価にあたって重要である。われわれは種々の核種を測定しつつあるが，^{239}Pu（^{240}Pu）についてその簡易測定法を確立した。

(2) ダスト測定の方法

1) サンプリング

浮遊塵捕集は，その事後処理の簡易さのためフィルター集塵によった。用いるフィルターはミリポアAA（47 mm径）である。その理由は他の機会に一部発表しているように，フィルターの集塵特性，特に集塵効率，捕集ダストの表面保持，サンプリング時の圧力損失変化，化学処理の容易さの各点で良好な性質をもつためである。なお，集塵試料は，α放射能だけでなく，そのβ，γ放射能も調べる必要があるため，後方散乱特性の良好なことが望まれるが，その面でもこのフィルターは優秀である。

集塵空気量は，放射線の自己吸収の面から選ばれなければならない。分解能の点からいって最大でも0.5 mg/cm^2，普通0.1 mg/cm^{2}以下になるようにすることが望ましい。千葉市の本研究所構内では有効径41mmのフィルターに対し，30 lpmの流量で24時間集塵させることによりこのぐらいの値が得られた。吸引空気の全量は1回につき約43 m^{3}で，成人呼吸量の約2倍となっている。

2) 放射能測定

本研究のねらいが長半減期の人工放射性核種なので，極く少数の特殊例を除き，集塵試料は少なくとも24時間以上放置し，短半減期の自然放射性核種，すなわち，ラドン，トロンおよびその娘核種の寄与を少なくした上で測定した。もちろん，自然放射性核種の寄与を明らかにする意味からは放置しない測定もあり得る。

α線の測定には，大面積（ORTEC 300 mm^2, 450 mm^2, 950 mm^2）の半導体検出器とパルスハイトアナライザーの組合せによるアルファ線スペクトロメーターを主として用いた。

捕集済フィルターをそのまま直接スペクトロメーターによって測定することを主な方法としたが，核種の確認のために一部の試料は化学処理後，電着により測定試料の調製を行なった。

フィルター直接測定における吸収も含めた総合分解能は半値幅200 keV以内であった。もちろん，化学処理をした試料についてはさらによい分解能が得られている。

得られたα線スペクトルは，複雑なものを除き一定のピーク図形により範囲を決め，その範囲内のカウント数から放射能を定めた。複雑なスペクトルを示すものについては化学処理を併用している。

3) 化学処理の方法

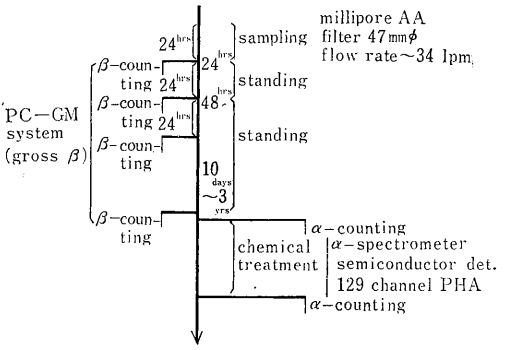
次の方法を使用している。

Po：ダストを硝酸で処理したあと，Poの分離は銀板付着法によった。

Pu：Poを除いた試料につき，まずランタンのキャリアを加え弗化ランタンとして共沈させたのち，TTA-ベンゼン抽出を行ない，最後の試料調製は電着によった。

4) 実際測定の手順

α，β(γ)の測定をかねるため，第1図に示されるような手順によっている。



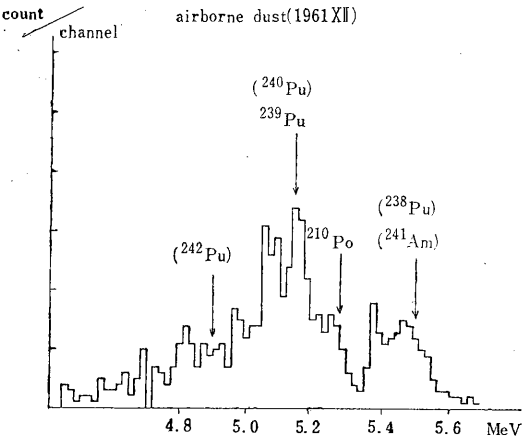
第1図　測定手順

集塵終了後72時間以内のβ測定は，人工放射性核種の放射能を調べることにより，α放射能の測定を行なうかどうかの判定基準に用いる。

(3) 本法の有効性

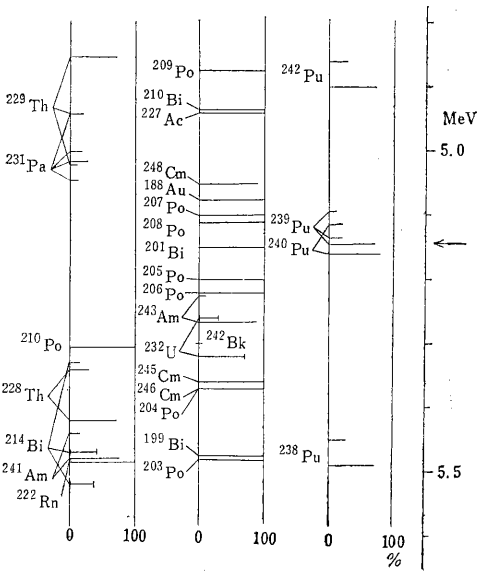
1)α線スペクトルと考えられる核種

フィルターの直接測定によって第2図のようなスペクトルが得られる。いま問題とされるのは，5.15 MeV付近がPuによるものかどうかをはっきりさせることである。



第2図　フィルター計測の1例

第3図にあげたように，5.15 MeV付近にみられるα放射性核種はPuを除くと，^{248}Cm, ^{188}Au, ^{207}Po, ^{208}Po, ^{201}Bi, ^{205}Po, ^{206}Po, ^{243}Am, ^{210}Po, ^{232}U, ^{228}Th, ^{245}Cm, ^{246}Cm, ^{204}Poが主なものである。崩壊系列も含めた半減期核種の存在可能性を考慮して第3図を見直すと，^{198}Au

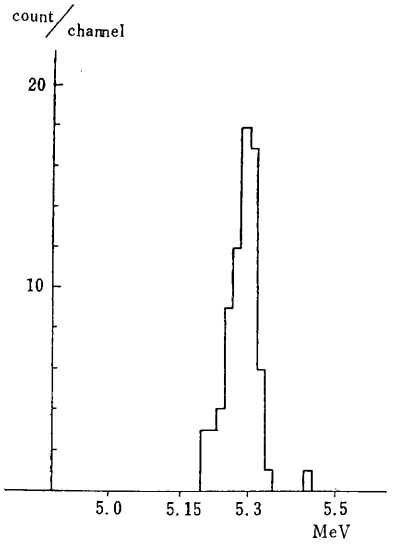


第3図　4.8～5.5 MeVのα線を放出するα核種とその放出エネルギー

と，^{201}Biは半減期の関係から，また，^{248}Cm，^{243}Am，^{232}U，^{246}Cm，^{245}Cmは生成量の関係から，このスペクトルに大きく寄与しているとは考えられない。残りのもので影響しそうなのはPoであるが，^{210}Poを除いてあまり問題にならないであろう。

2) 化学分析によるPuの判定

Poをイオン化傾向を利用した銀板付着によって処理し，そのスペクトルを画かせると，第4図のような図形が得られる。これをみると，Poの寄与は明らかに^{210}Poによることがわかる。すなわち，^{239}Puピーク付近に^{210}Po以外の放射性Poアイソトープはないことが確認された。よって前に得られた直接測定の5.15 MeV付近のピークはほとんど^{239}Pu(^{240}Pu)と考えてよいわけである。



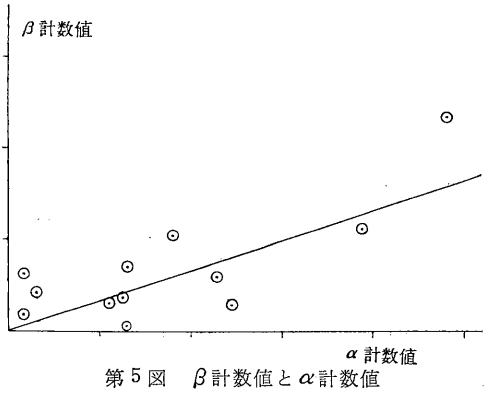
第4図　Poのスペクトル

念のためPoを除いた試料液からPuのみを抽出してそのスペクトルを求めると，4.8 MeV～5.2 MeVの範囲内で直接フィルター測定の場合とほとんど同じような図形が得られた。すなわち，5.15 MeV付近のピークは^{239}Pu(^{240}Pu)によるものとみてよいことが明瞭である。この場合，^{240}Puは^{239}Puから分離し得ないが，おそらく^{239}Puよりはずっと少ないであろう。また，わずかではあるが，^{242}Pu，^{238}Pu，また，^{241}Puを経て生成される^{241}Amの存在もスペクトルから推定される。

3) β放射能とα放射能の関係

(2),4)を測定手順としてβ放射能をα測定の参考にするようにしている。α測定は長時間を要するので，あまり低い放射能のものははじめからとりあげないですむようにするためである。実際，人工β放射能と人工α放射能との間には次の関係があるので，それを利用する。

集塵終了後長時間放置されたもののグロスβ放射能と5.15 MeV付近のα放射能を測定して図示したものが第5図である。α放射能が高ければβ放射能の高いことが認められる。この程度の時間放置すれば，測定されたβ放射能はほとんど人工放射性核種によるものとみてよい。5.15 MeV付近のα放射能がこれと比例に近い関係にあることは，このα放射能が人工核種によることを示すのであろう。



第5図　β計数値とα計数値

4) ^{210}Poスペクトルと^{239}Pu(^{240}Pu)スペクトルの重なり

5.15 MeV付近のαスペクトルで問題となるのは上記のように^{210}Poである。^{210}Poは半減期が138日なので，ある程度放置すれば消失してしまうように思われるが，自然放射性核種のRaDが存在し，その崩壊産物として

^{210}Poがあるため消失することはない。

この^{210}Poの寄与を除くために，測定系の分解能に応じて定められたスペクトル形を想定して^{210}Poの計数値を求め，これをもとのスペクトルから差引く方法を採用している。

ダストスペクトル形から求められた^{210}Poの計数値を同一試料の化学分離後の計数値と比較すると，95%以上の精度で一致している。すなわち，^{210}Poに対する^{239}Puの計数値比が1より極端に低くない限り，上記の方法は有効であろう。

なお，^{210}Po計数値を求める際の基準のスペクトル形はRaA，RaC′ならびに単1ピークを形作る人工放射性核種のスペクトル形から推測する。

(4) おわりに

1961年より1965年までの^{239}Puの空中浮遊塵としてのレベル測定値の一部は，本年報放射能調査の項(231頁)にあげておく。

現在，上記の方法をさらに他の核種の検出に利用できるよう努力しつつある。

〔研究発表〕

阿部史朗，阿部道子，渡辺博信；大気浮遊塵中の^{239}Pu (^{240}Pu)測定，第6回放射能調査研究成果発表会(1964年11月)

3. ミリポア・フィルターの集塵特性

環境衛生第1研究室
阿部史朗
阿部道子
岡田守道
田中栄一*

＊物理第1研究室

浮遊塵測定に有用なフィルターとして注目されているミリポア・フィルターにつき，空気中浮遊塵に対するその特性を放射能測定の面から調べた。

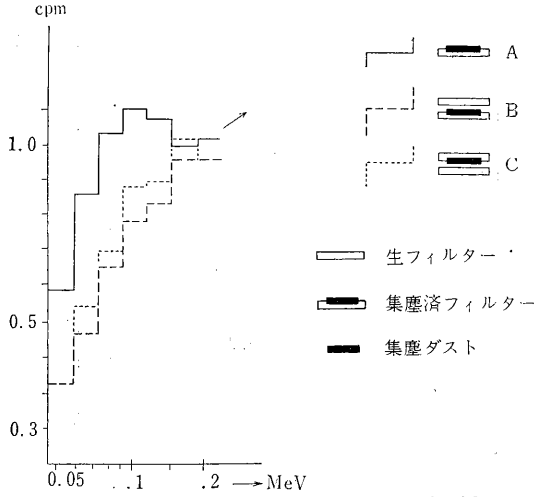
(1) 集塵効率

浮遊塵中の人工放射性核種に対する効率がフィルター重ね合せの方法によって求められた。結果は36年度放医研年報に述べられたものと同様であり，99%以上であることが確められた。現在，他の方法によっても検討中である。

(2) フィルター中へのダスト侵入深さ

侵入深さをいくつかの方法で測定した。

集塵済フィルターの上に新フィルターを1枚重ね，両側に放出されるβ線を大口径GM管で計数し，それらの差，すなわち，吸収の差から深入深さを推定した。38年度放医研年報213頁第3図にも示されているような傾向から，フィルター厚みの5%以内にあると考えられる。



第1図　βスペクトロメーターによる測定例

βスペクトロメーターによって上記と同様な測定が行なわれた。第1図にそのスペクトルの1例を示した。図中A，B，C相互のスペクトル変形より侵入深さを推定すると2%以内であった。すなわち，侵入深さは$200\mu m \times \frac{2}{100} = 4\ \mu m$以内とみられる。なお，この深さは0.06 mg/cm^{2}に相当する。

α線スペクトルのピークのすそからも推定されるが，その結果は上記の値以内である。

光学顕微鏡による観察によっても以上のことが確められている。

このほか，サンプリング時の圧力損失変化，水分含有量などについては38年度放医研年報に報告ずみである。

〔研究発表〕

阿部史朗，阿部道子，岡田守道；ミリポアフィルタの集塵特性—1，第4回労働衛生工学会(1964年10月)

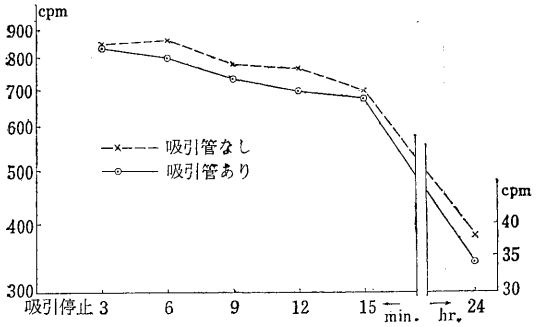
4. 自動ダストサンプラー吸引管の影響

環境衛生第1研究室
阿部史朗
岡田守道

38年度に自動ダストサンプラーを試作した。その使用にあたって，わずかではあるが問題点がある。たとえば，ダストサンプラーは測定部を露出することができな

いので，どうしても吸引管を必要とする。この吸引管に塵などが付着し，集塵後の測定値が実際より低くなる可能性がある。これを明らかにするため，吸引管長の影響を簡単に調べてみた。

2つのフィルターホルダーに47 mmフィルターを装着し，一方はそのままで，他方は10 mのゴム管（内径1.5cm）を前方につなぎ，同時に24時間にわたって吸引し，前者をA，後者をBとする。吸引試料は，終了直後ただちに大口径GM計数装置で3分ごとに15分間計数を行なう。ついで，そのまま24時間あるいは48，72時間放置したのちに計数を行なった。



第1図　吸引管の影響（計測値の1例）

計数値の1例を示せば第1図のようである。はじめの15分間では，そう著しく崩壊する傾向はない。

はじめの15分間および24時間後の測定値について，比A/Bを作りその平均値を求めれば，前者について1.06±0.04（試料数26），後者について1.15±0.05（試料数26）である。すなわち，10mのゴム管によって前者（自然放射性核種）で6％，後者（人工放射性核種）で15％ほど低く見積られていることになる。

この結果から，ゴム管の影響はそう著しくないことがわかった。管長を短かくすれば影響はなお少なくなると予想される。

5．地表上における宇宙線中性子の生成率および線束強度

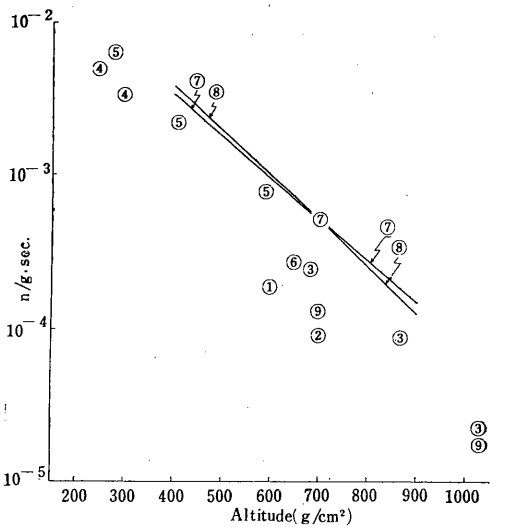
環境衛生第1研究室
山下幹雄
L. D. Stephens*
H. W. Patterson*

* University of California, Lawrence Radiation Laboratory

バックグラウンド放射線として，重要な放射線源の1つである宇宙線に関して，その電離成分については，比較的多くの測定データが集積されているが，中性子成分の強度については，測定の難しさのために，まだ十分な定量的データが得られていない。本研究では，地表附近における宇宙線中性子成分の定量的データを確立するために，次の独立した2つの実験を行ない，ほぼ満足すべき結果が得られた。

（1）中性子生成率の測定

宇宙線中性子は，主として2次宇宙線中のN-成分と物質との相互作用により生成されるが，その生成率は，中性子平衡が成立する程度に十分大きな減速媒質の中における熱中性子束の絶対強度を測定することにより求められる。実験は，高度700 g/cm² (High Altitude Research Station, White Mountain, California)および海面レベルにおいて，パラフィンおよび水を使って行なった。両媒質についての測定結果およびパラフィンパイルの較正実験から，従来中性子平衡を生ずるに十分な大きさと考えら



第1図　The absolute rate of cosmic-ray neutron production, normalized at geomagnetic lattitude $\lambda = 44°$N

① Korff *et al.*; *Phys. Rev.*, 73, 1010 (1948)
② Swetnik; *Phys. Rev.*, 95, 793 (1954)
③ Tobey *et al.*; *Phys. Rev.*, 75, 894 (1949)
④ Davis; *Phys. Rev.*, 80, 150 (1950)
⑤ Yuan; *Phys. Rev.*, 81, 175 (1951)
⑥ Lattimore; *Phil. Mag.*, 42, 331 (1951)
⑦ Hess *et al.*; *Phys. Rev.*, 116, 445 (1959)
⑧ Newkirk; *J. Geophys. Res.*, 68, 1825 (1963)
⑨ Yamashita; this experiment

れていたパラフィンパイルは，外部の速中性子による影響を受け，このため測定結果は約2倍程度過大評価されることが見出された。得られた測定結果と比較するために，今までに報告されている中性子生成率についての論文を評論し，これらのうち，いくつかのものについて，データ処理に誤りのあることを指摘し，その修正を行なった。第1図は，本実験による測定結果および他の実験結果を，緯度効果の補正を行なって，地磁気緯度44°Nにおける値として示す。

（2） 地表上における中性子束強度

宇宙線中性子束は，大気上空（約200～900 g/cm²）においては，その生成率と平衡状態にあり，また，そのエネルギー分布は高度によらずほぼ一定であることが理論的に予想され，実験的にも確められているが，地表附近においては，空気および大地の両媒質における中性子生成率および中性子反応断面積の違いのために，中性子分布の模様は，大気中の平衡領域における場合と著しく異なることが予想される。このため，地表上における中性子束の測定とともに，中性子分布に影響する，いわゆるboundary 効果について，いくつかの実験がなされた。

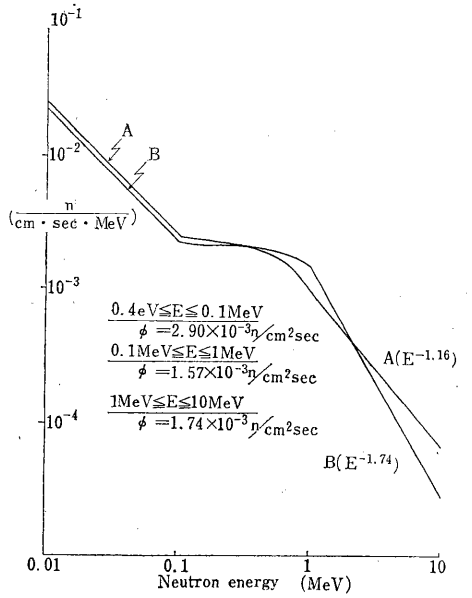
i）熱中性子束の測定

測定に使用したBF_3計数管の実効感度は，実験的に求められた（171頁参照）が，熱中性子の測定のためには，その速度分布が決定されねばならない。しかしながら，実際に地表上における熱中性子の速度分布は，地表状態に大きく依存し，はっきり定めることはほとんど不可能である。このため，地表上における熱中性子の速度分布は，空気中および地中の平衡領域における熱中性子速度分布の中間的状態にあるとして，1.75T（°K）の中性子温度をもつ Maxwell 分布で表わされると仮定された。Tは測定点における温度で，絶対温度で表わしたものである。この仮定によって導入される誤差は，たかだか20％以内であると考えられる。地表上における熱中性子束強度は，地中の水分量によって著しく影響されるが，乾燥地表上における代表的な値として，地磁気緯度44°Nにおいて約1.0×10^{-3}n/cm².sec. が求められた。

ii） 速中性子束の測定

速中性子束は，技術的に Cd-cutoff(約0.4 eV)以上のエネルギーのものについて測定されるが，線束強度とともに，そのエネルギー分布を定めるために，BF_3計数管のモデレーターとして，$^9/_{10}$″ポリエチレン，および$2^1/_2$″パラフィンの2種類のものが用いられた。両モデレーターについて，等方的中性子束に対する response function は，約0.4 eV～10 MeV のエネルギー範囲にわたって実験的に定められた。

速中性子のエネルギー・スペクトルは，両検出器の測定値から，エネルギー分布曲線について次の仮定を設定して求められる。1) 0.4 eV～0.1 MeV の領域で1/E 分布，2) 0.1～1MeV 領域で，1次式分布，3) 1MeV～10 MeV領域でE^{-n}分布，ただし，n＝1.16～1.74。第2図はこのようにして求められた海面レベルの乾燥地表上における代表的な結果を示す。この中性子エネルギー・スペクトルの形は，Newkirk（*J. Geophys. Res.*, 68, 1825, 1963）によって得られた計算結果とよく一致している。



第2図 A differential neutron energy spectrum on the ground at sea level (44°N)

iii) 地表附近における中性子分布

地表附近における中性子分布の模様を明らかにするために，1) 地中の深さによる中性子束強度の変化，2) 地表上における熱中性子束の角度分布を実験的に調べた。これらの実験結果にもとづいて，地表附近における中性子分布は，熱中性子および速中性子の場合について，半定量的に記述される。

iv) 地表上における中性子束強度の計算値と実測値との比較

先に求められた中性子生成率から，地表上における熱中性子および速中性子束強度の出現範囲を boundary 効果を考慮して計算した計算結果は実測値とよく一致している。

この研究は，著者が，昭和38年度原子力留学生として，University of California, Lawrence Radiation Laboratory に滞在中に，米国 AEC の研究費により行なったものである。

〔研究発表〕

M. Yamashita, L. D. Stephens, H. W. Patterson ; Cosmic-ray produced neutrons on the ground ; neutron production rate and neutron flux distribution, *University of California, Lawrence Radiation Laboratory Report*, UCRL-16042 (1965)

6. 等方的中性子束に対する BF_3 比例計数管の検出感度

環境衛生第1研究室
山下幹雄
L. D. Stephens*
A. R. Smith*
H. W. Patterson*

*University of California, Lowrence Radiation Laboratory

BF_3 比例計数管は，熱中性子に対して高い検出感度をもつために，古くから理想的な1/v検出器として使用されてきているが，その実効感度を実験的に確めることは，今日でも極めて困難な問題として残されており，このため通常その検出感度は，計数管中の ^{10}B の含有量および $^{10}B(n, \alpha)$ の反応断面積から算定した値によって近似的に扱われる。しかしながら，このようにして得られた検出感度は，計数管の壁および附属品による中性子吸収，self-shielding 効果，^{10}B 含量の誤差等による不確さをまぬがれ得ない。さらに拡散媒質中での中性子測定においては，flux-depression 効果が加わり，実効感度は著しく不確かなものとなる。本報では，拡散媒質中における BF_3 計数管の実効感度を実験的に求める方法として，以下の2点について研究した。実験に用いた BF_3 計数管は，4.75 cmϕ × 24.1 cm，封入ガス圧 20 mmHg (0℃)であり，^{10}Bの濃縮比は，96%および10%のものと2種類を使用した。

(1) 非拡散媒質中における実効感度の決定

BF_3 計数管の実効感度を実験的に求める場合，計数管を直接原子炉の熱中性子ビームに曝射することは技術的に困難である。本実験では，熱中性子源として，次のような装置が用いられた。厚さ約30 cmのコンクリートで作られた空洞(60 cm × 60cm × 60cm)内に，放射性中性子源 (Pu-Be) を入れた場合，速中性子は，コンクリートによる slowing-down によって，空洞内にほぼ一様なかつ等方的な遅速中性子の分布を形成する。この空洞内において，BF_3 計数管および In-箔 (1″ϕ × 0.005″) の検出感度がCd-difference 法により比較された。

In-箔は Cd-cutoff 以下において，ほぼ 1/v 検出器としてみなし得るために，これらの相対的感度は熱中性子の速度分布には依存しない。In-箔は十分小さく，原子炉からの強度の知られている熱中性子ビームに対して較正することが可能である。この場合の熱中性子の速度分布は，炉内温度に等しい中性子温度をもつMaxwell 分布を仮定して定められる。このようにして較正された In-箔を等方的線束場における比較標準とする場合，self-shielding 効果の線束分布の違いによる変化を考慮しなければならないが，これは計算によってなされた。コンクリート空洞は，十分大きいため，In-箔および10% $^{10}BF_3$ 計数管については，flux depression 効果は無視できることが示される。したがって，10% $^{10}BF_3$ 計数管については，空洞内における In-箔との感度の比較から，実効感度が求められる。96% $^{10}BF_3$ 計数管に対しては，flux depression 効果が無視できないため，その実効感度は，空気中における適当な方向的線束に対して，既に較正された 10% $^{10}BF_3$ 計数管との相対的感度を比較することにより求められる。この場合の遅速中性子源は，速中性子源をパラフィンで減速させることにより容易に得られる。

(2) 拡散媒質中における flux depression 効果

この効果の程度は，拡散媒質の中性子散乱断面積，検出器の反応断面積および検出器と媒質の間の間隙の大きさに依存する。BF_3計数管の場合，この効果に関する理論的考察は，Draper (*Nucleonics*, 6 (3), 32, 1950) により，無限円筒の場合について簡単な拡散理論を使って近似的になされたが，その実験的論証は未だなされていない。本研究では，パラフィン媒質における 96 % $^{10}BF_3$ 計数管の flux depression 効果を実験的に調べて，Draper の計算結果と比較する。10% $^{10}BF_3$ 計数管についての flux depression は無視できる程度であることが示される。したがって 96%$^{10}BF_3$計数管に対する flux depression 係数は，空気中およびパラフィン中における両計数管の相対的感度の変化を実験的に求めることにより算定される。実験結果から，実際のflux depression 効果はDraper の計算結果よりかなり小さいことが見出された。

この研究は，著者が昭和38年度原子力留学生として，

University of California, Lawrence Radiation Laboratory に滞在中，米国AECの研究費により行なったものである。

〔研究発表〕

M. Yamashita, L. D. Stephens, A. R. Smith, H. W. Patterson ; Detection efficiency of bare and moderated BF_3-gas filled proportional counters for isotropic neutron fluxes, *University of California, Lawrence Radiation Laboratory Report*, UCRL-16103(1965)

7. 水生生物における放射性物質の代謝に関する研究 魚類の腎排出におけるSr-Ca差別率について

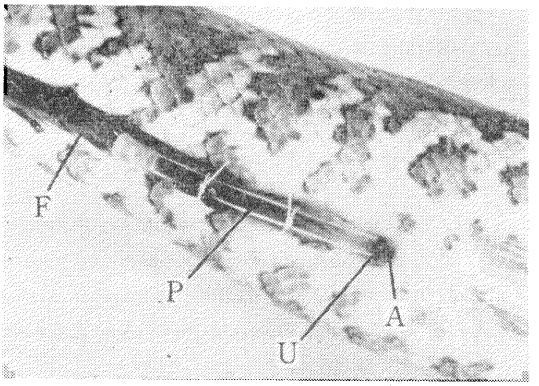
環境衛生第2研究室
小栗幹郎
高田直子

(1) 研究目的

環境水あるいは餌を介して，魚類の体内に吸収され蓄積される放射性物質の動向を明らかにするため，まず放射性ストロンチウムについて，前報までに魚類のエラ吸収および排出時の動きを検討したが，今回はエラとともに重要な排出器官である魚類の腎臓について実験を行なった。従来，魚類を用いてのこの方面の研究は，尿を簡単に採集することが困難なため非常に少ない。本研究では，まず簡易採尿法を考案し，次に採集した尿について，pH浸透圧，Ca量を測定し，検討を加えたのち，尿排出時のSr-Ca差別率を求めた。

(2) 実験方法

実験魚として体重110～625 gのカムルチー *Channa argus* 94尾を使用した。用いた放射性核種はSr-89, Ca-45で，投与量は1尾について1.0～1.5 μCiを0.2 mlの蒸溜水に加えて腹腔内に注射した。また，一部の魚についてcarbonic anhydrase阻害剤Diamoxの腹腔内投与を併せ行なった。放射性核種投与後，次のような簡易採尿法を用いて採尿した(第1図)。細いビニール管(長さ4～5 cm，外径2～4 mm，内部を固形パラフィンで充塡)の先端5 mmぐらいを泌尿生殖口に挿入し，残部のビニール管をしりびれに結びつけ固定し，泌尿生殖口を閉鎖する。こうすることによって，大部分の尿は排出されずに膀胱中に貯えられる。約24時間後，細いビニール管をつけた注射筒を用いて膀胱に貯えられている尿を採集する。採集した尿について，尿中のSr-89, Ca-45の放射能を測定したほか，尿および血清についてpH値，浸透圧，Ca量の測定も行なった。pHの測定にはBeckman pH meter (Model G)，浸透圧の測定にはfreezing-point osmometer



第1図　カムルチーの尿の採集法
A：こう門，F：しりびれ，P：ビニール細管，U：泌尿生殖口

(Advanced Instrument, Inc., U. S. A.)を使用した。また，尿中Caの測定には柳沢氏法(*J. Biochem.*, 42, 3, 1955)を用いた。

(3) 結果

1) カムルチー尿の性状

上記の採尿法によつてカムルチーから2～5 mlの尿を採集することは非常に容易であった。実験に使用したカムルチーから10例を選びその尿量と尿のpH，浸透圧，Ca量の測定値を第1表に示した。

第1表　カムルチーの尿量と尿のpH，浸透圧およびCa量

体重(g)	性別	尿量(ml)	pH	浸透圧(mOsm/kg water)	Ca量(mEq/L)
220	F	4.7	6.08	73	1.33
450	M	3.0	6.21	25	0.95
140	F	2.4	6.48	40	1.85
400	M	16.0	6.32	38	0.50
225	F	4.4	6.50	83	2.18
350*	F	4.4	7.18	79	1.05
295*	M	3.3	7.98	158	3.35
390*	F	4.8	7.54	235	1.35
350*	〃	4.7	7.38	50	1.48
330*	〃	5.8	7.40	87	1.45

*　Diamox 10 mg投与魚，F：雌，M：雄

測定の結果，カムルチーの尿のpHは6.28±0.08 (11尾平均)であり，他の魚類の尿pH値として報告されている値(北米産ナマズで6.37，カジカの1種で6.25)とほぼ同じ値を示した。また，カムルチー尿の浸透圧は49.7±6.6 mOsm/kg (11尾平均)で，血清中の浸透圧値

282.4±3.3 mOsm/kg (23尾平均) と比べてかなり低い値を示したが，これは淡水魚の尿の一般的性質をよく表わしていた。次に，尿中 Ca 量は 1.55±0.11mEq/L (42尾平均)であった。なお，魚類の尿中 Ca 量の測定については，採尿法が困難であるため，報告例が非常に少ない。

2) 腎排出時のSr-Ca差別率

採集した尿中の Sr-89, Ca-45 の放射能比を腹腔内へ投与した液中の両核種の放射能比で除した値を腎排出時の差別率 (Sr-Ca discrimination rate) $DR_{urinary}$ と呼び，算出された $DR_{urinary}$ 値を第2表に示した。

第2表　腎排出時の Sr-Ca 差別率

魚体番号	性別	体重 (g)	注射液中の Sr-89 : Ca-45(A)	尿中の Sr-89 : Ca-45(B)	$DR_{urinary}$ (B/A)
1	F	190	1.92	2.64	1.4
2	〃	225	0.51	1.12	2.2
3	〃	250	〃	0.98	1.9
4	〃	350	0.65	0.90	1.4
5	〃	300	〃	1.16	1.8
6	〃	〃	〃	1.92	3.0
7	〃	240	0.51	1.45	2.8
8	〃	375	0.63	1.06	1.7
9	〃	385	〃	0.92	1.5
10	〃	415	0.84	1.79	2.1
11	〃	330	〃	1.68	2.0
12	〃	360	〃	1.25	1.5

平均値 1.9±0.2

全例とも1.0以上の値になり，Sr と Ca の動きに差別が認められ，平均値として $DR_{urinary}$ 1.9±0.2 が得られ，魚類の腎臓から Sr と Ca が排出される場合，Sr の方が排出され易いことが明らかになった。

3) Diamox 投与魚の腎排出時の Sr-Ca 差別率

まず，カムルチーにおいても腎臓に carbonic anhydrase が存在し，尿の酸性化に関与しているか否か検討するため，Diamox を腹腔内に投与し，尿の pH の変化を調べた。Diamox 投与魚の尿 pH 値は 7.32±0.09(12尾平均)，対照魚では6.41±0.16 (10尾平均) で両者の間で統計的に有意差が認められ ($P<0.01$)，Diamox 投与によって尿中 pH が上昇することが明らかになった。したがってカムルチーの腎でも哺乳類の場合と同様 carbonic anhydrase が存在し，尿の酸性化と電解質(主として Na) の再吸収に重要な役割を果しているものと思われる。そこで，Diamox 投与魚で腎排出時の Sr-Ca 差別率を検討した。Diamox の投与 (10 mg) は泌尿生殖口閉鎖前約30分に行なわれた。第3表は測定された $DR_{urinary}$ 値を示す。平均値として1.6±0.1であり，Diamox を投与しなかった場合 (第2表) と比べて統計的に有意差は認められなかった。両生類イモリ *Triturus pyrrhogaster* では Diamox が Sr の細尿管での再吸収を抑制しないが，Ca のそれを抑制する (市川ら；*Science*, 144, 53, 1964) ことが知られているが，魚類の腎排出時の Sr-Ca 差別率は Diamox 投与によって変化しなかった。

第3表　Diamox 投与魚の腎排出時の Sr-Ca 差別率

魚体番号	性別	体重 (g)	注射液中の Sr-89 : Ca-45(A)	尿中の Sr-89 : Ca-45(B)	$DR_{urinary}$ (B/A)
1	F	210	0.65	0.97	1.5
2	〃	190	〃	0.78	1.2
3	M	170	0.62	1.03	1.7
4	F	230	〃	1.07	1.7
5	〃	180	〃	0.61	1.0
6	〃	175	0.58	1.16	2.0
7	〃	160	〃	0.81	1.4
8	〃	300	〃	0.83	1.4
9	〃	190	〃	1.00	1.7
10	M	450	〃	1.23	2.1

平均値 1.6±0.1

〔研究発表〕

1. 小栗幹郎，高田直子，市川竜資；魚類の腎排出における Sr-Ca 差別率，日本放射線影響学会第6回研究発表会 (1964年7月)
2. 小栗幹郎，高田直子；魚類の簡易採尿法とカムルチー尿の2，3の性状，日本水産学会秋季大会 (1964年10月)
3. 小栗幹郎，高田直子；pH, calcium level and osmotic concentration of the urine in the snake-head fish, *Channa argus*, *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 31 (4), 293～296 (1965)
4. 小栗幹郎，高田直子，市川竜資；Metabolism of radionuclides in fish-Ⅳ. Strontium-calcium discrimination in the renal excretion of fish, *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 31, 435～438 (1965)

8. Food chain における放射性物質の動向に関する研究（Ⅱ）

環境衛生第2研究室
榎本好和
稲葉次郎

放射性Srの体内蓄積量およびSr-Caの体内蓄積における差別率は，主として消化管吸収における放射性SrおよびCaの動向に依存していると考えられる。消化管吸収におけるSrおよびCaの動きを変化させる要因に関しては多くの研究があり，食品中での要因としてvitamin D, glucose, lactose, lysineなどがSrおよびCaの吸収を増加させることは既に報告されている。われわれは放射性Srの消化管吸収の機構を知るために，消化管吸収におけるSrおよびCaの動向，Sr-CaのOR値を変化させる要因に関して実験を行なってきたが，今回は，食品中に広く含まれているL-アスパラギン酸の影響について検討した。

実験1　L-アスパラギン酸Na連続投与による飼育実験

日令100日前後のWistar系雄ratを使用し，metabolism cageにより飼育実験を行なった。処置群には1日90 mgのL-アスパラギン酸Naを毎日与え，投与開始後5日目から飼料中に1日^{45}Ca 0.2μCiおよび^{85}Sr 0.1μCiを加えた。RI投与開始後1週間でratを殺し，大腿骨1本を採りRI濃度を測定した。なお，ratを殺す前日，24時間糞尿をとりこれも測定した。結果は第1表に示した。ここで，大腿骨については^{85}Sr, ^{45}Caの全投与量に対する大腿骨1本への蓄積量を，糞と尿では1日投与量に対する1日排泄量をそれぞれ%で表示した。

第1表　Effect of aspartic acid on the deposition and the excretion of Sr and Ca

	Treatment	Sr(%)	Ca(%)	OR
Bone	Aspartic acid	0.37±0.02	1.61±0.14	0.23
	Control	0.25±0.01	1.27±0.03	0.20
Feces	Aspartic acid	66.3 ±3.9	56.2 ±2.2	1.18
	Control	76.0 ±2.1	66.8 ±3.6	1.14
Urine	Aspartic acid	5.03±1.31	1.77±0.42	2.84
	Control	4.83±1.67	1.67±0.36	2.89

mean±S. E.

大腿骨への蓄積は^{85}Sr, ^{45}Caともに増加した。増加率は^{85}Srの方が大きく，そのため$OR_{bone-diet}$値は0.20から0.23へと増加している。糞での排泄は^{85}Sr, ^{45}Caともに減少し，L-アスパラギン酸Naの投与によって消化管からの吸収がよくなることを推察させる。尿による排泄は大きな影響を受けていない。

実験2　1回経口投与実験

方法は実験1に準ずる。対照群には，Tyrode液に^{45}Ca 2μCi, ^{85}Sr 1μCiを入れ，処置群にはさらにL-アスパラギン酸Naを加えたものを，stomach tubeを用いて1 mlずつ投与し，24時間後にsampleをとった。結果は第2表に示した。

第2表　Effect of aspartic acid on the deposition and the excretion of Sr and Ca

Single oral injection

	Treatment	Sr(%)	Ca(%)	Sr/Ca
Bone	Aspartic acid	1.44±0.13	2.76±0.44	0.55
	Control	0.84±0.15	1.80±0.30	0.47
Feces	Aspartic acid	60.37±1.42	44.93±3.97	1.34
	Control	68.20±3.74	53.35±5.21	1.29
Urine	Aspartic acid	3.34±0.60	1.09±0.05	3.04
	Control	2.86±0.40	1.03±0.08	2.97

mean±S. E.

大腿骨での蓄積は^{85}Sr, ^{45}Caともに増加したが，ここでも増加率は^{85}Srの方が大きく，Sr-Ca比(投与液→骨)は0.47から0.55へと増加した。この比の増加率は，実験1でのOR値の増加率とかなりよく一致している。糞では^{85}Sr, ^{45}Caともに排泄量が減少，消化管吸収の増加を推察させる。尿では大きな影響は認められない。

実験3　腹腔内投与実験

実験1，実験2により，L-アスパラギン酸NaはSrおよびCaの体内蓄積を増加させることがわかった。作用が消化管吸収にあるのかほかにあるのかをみるために，腹腔内投与実験を行なった。方法は実験2に準じ腹腔内に投与した。

結果は第3表に示した。

第3表　Effect of aspartic acid on the deposition and the excretion of Sr and Ca

I.P. injection

	Treatment	Sr(%)	Ca(%)	OR
Bone	Aspartic acid	1.79±0.10	2.90±0.08	0.62
	Control	1.87±0.19	3.11±0.25	0.60
Feces	Aspartic acid	19.04±0.69	20.48±0.73	0.97
	Control	17.00±0.80	18.19±2.00	0.95
Urine	Aspartic acid	19.76±0.73	3.61±0.46	5.56
	Control	24.47±6.34	5.50±1.60	4.94

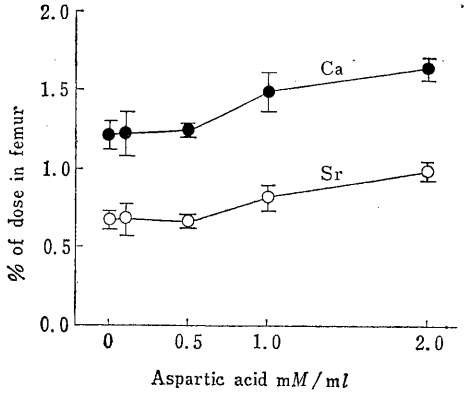
mean±S. E.

大腿骨では ^{85}Sr, ^{45}Ca ともにL-アスパラギン酸Naの影響は認められない。糞でも大した差はなく，特に，Sr-Ca(投与液→糞)比がどちらも1に近いことは，Sr-Caが消化管排泄において差別のないことを示している。

実験4

L-アスパラギン酸Naとcarrier Caとの量的関係を知るために次の実験を行なった。ratを5つのグループに分け，^{45}Ca, ^{85}Sr とcarrier Ca 0.05 m*M*/m*l* の溶液1m*l* に，さらにグループ別に次のような量のL-アスパラギン酸Naを加えてstomach tubeにより投与した。対照群：0，処置群：0.1 m*M*, 0.5 m*M*, 1 m*M*, 2 m*M*。

結果は第1図（下図）の通りである。



第1図　Effect of various levels of aspartic acid on the accumulation of Sr and Ca in rat femur

大腿骨への蓄積はL-アスパラギン酸Naの濃度とともに増加する傾向があるが，1.0m*M*以上で顕著である。

以上により，L-アスパラギン酸NaはSrおよびCaの体内蓄積を増加させるが，これはSrおよびCaの消化管吸収が増加するためであり，増加率はCaよりSrの方が大きく，$OR_{bone-diet}$は増大することがわかった。

〔研究発表〕

1. 稲葉次郎，榎本好和，市川竜資；SrおよびCaの消化管吸収に関する研究，第57回日本獣医学会講演（1964年4月）
2. 稲葉次郎，榎本好和，市川竜資；食性によるSr-Ca代謝の相違に関する研究，第6回日本放射線影響学会講演（1964年7月）

9. 幼若者の放射性物質の代謝の特徴に関する研究

環境衛生第2研究室
松坂尚典
稲葉次郎
蔡　昭明*

＊中華民国国立清華大学
原子科学研究所

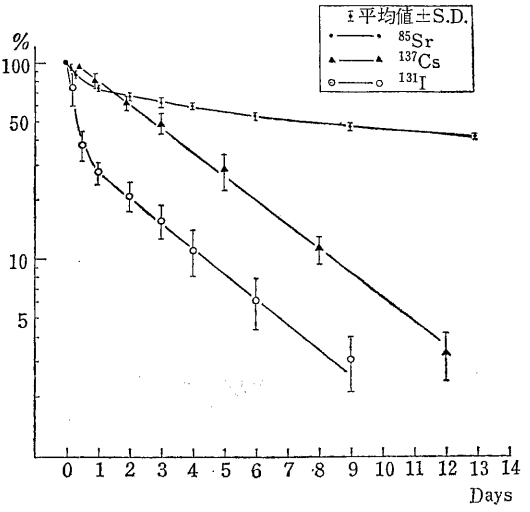
（1）実験目的

幼若者における放射性核種の代謝が，成体と異なるか否かということを追究する目的で本実験を行なった。

（2）実験方法

実験には CRF_1 マウスの交配によって得られた1腹の仔を使用した。用いた核種は ^{85}Sr, ^{137}Cs, ^{131}I の3種である。放射性核種の投与液は生理的食塩水にて1 μCi/0.1 m*l* とし，離乳時のマウス腹腔内に0.1 m*l* を1回投与したのち，経時的に体内残留量を測定した。測定には医理研製シンチレーション・カウンターを改良した実験動物用whole body counter (NaI 3×3 inch) と Packard製 Armac scintillation detectorを使用した。Armac scintillation detectorについては，マウス・ファントームを作製して，その大きさ，および測定室内部の位置による計数効率の変動を確かめ，最も安定した計数値の得られる測定室の入口から10～13cmの間で計測を行なった。マウスの測定にあたっては，できるだけ動物の動きを少なくするように設計されたマウス用コンテナーを用いた。計測値は時間の経過に伴なう減衰の補正を行なわず，値はすべて投与時の量に対する百分率で示した。

（3）実験結果



第　1　図

第1図(前頁)に示したように，体内残留のパターンはおのおのの核種で異なっている。^{131}I は投与後急速に減少して，ほぼ7時間目には投与量の50%となり，24時間後には28%となった。^{137}Cs は徐々に減少を続け，2.5～3日にかけて投与量の50%の値に達する。^{85}Sr は投与後24時間までにかなり急速な減少が認められるが，以後は緩やかに減少を続け，7～8日目で50%となった。^{85}Sr に関しては投与後13日以降の測定を継続中である。

本実験は幼若者と成体の間における放射性核種の代謝の差違を検討するのが目的であるが，なお実験を継続中であって，現在のところ幼若マウスについての ^{85}Sr, ^{137}Cs, ^{131}I に関する体内残留曲線が得られたところである。さらに，成熟マウスについても同様の実験を行なっており，幼若マウスで得られた結果との比較検討を行ないたいと考えている。

10. 植物の炭酸摂取機構の研究

環境衛生第3研究室

樫田義彦
山崎幹夫
新井清彦
松尾光芳
高橋英一*

*昭和39年度外来研究員
(京都大学教育学部助教授)

Biogenetic chamber の付属装置中，廃ガス洗滌装置は前報（放医研年報 昭和38年度，219頁）指摘のとおり問題点があったので，年度頭初従来の air washer型装置を撤去し，最近開発された栗田工業製横型回転翼式ガス洗滌装置に変更した。試運転の結果空気抵抗も少なく，demister でアルカリ飛沫はおさえられ，使用する10% KOH液も数リットルですみ，除去速度も早く，極めて良好な成績を得た。

なお，39年度は外来研究員として京都大学教養学部高橋英一助教授が参加し，水稲の実験を担当したが，啓発されることが多かったことを付言する。

芥子油配糖体の生合成の継続実験についてのその後の成績，新規に行なった地衣成分の生合成についての研究の概要をつけ加える。

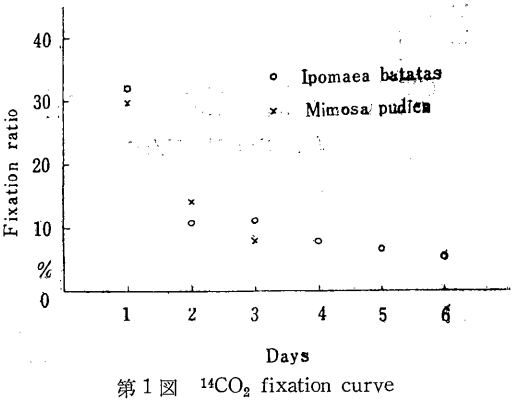
(1) Biogenetic chamber の実験

放射線環境における問題点の1つである生物界における ^{14}C の動向を追求するために，$^{14}CO_2$ 気流中で植物を生育させて同化作用を行なった。この ^{14}C でラベルづけされた固定成分を分析して，植物生理学的あるいは植物化学的に解析する。かくして自然に近い状態で相当の長期間連続観察することにより，従来解明できなかった植物の生合成機構に新知見を加えることができる。さらに，ラベルつき植物を動物の飼料として使用し，動物体内への ^{14}C の摂取や影響の研究に利用できるよう計画した。

Biogenetic chamber は各種の改良を行ない一応の性能を得たので，第1表のごとき実験を行なってそれぞれの成果を得た。

第 1 表

実験期日	^{14}C量mCi	実験内容
7. 6～ 7.17	2.04	chamber 基礎実験
7.20～ 7.24	3.0	水稲吸収同化
8.31～ 9. 2	1.0	〃
9.26	5.0	〃
8.10～ 8.13	5.0	ヤマジソ地上地下吸収差異
8.14～ 8.18	5.0	オジギソー吸収同化
9. 7～ 9.24	0.23	chamber 基礎実験
9.18	5.0	ヤマジソ吸収同化
10.12～10.19	1.0	サツマイモ吸収同化



第1図 $^{14}CO_2$ fixation curve

第 2 表

Whole grass —EtOH→ extract —(1)—EtOH (2)+dist. water→
residue (D)
distillate (A)
residue —Et_2O→ extract (B)
residue (C)

Carbon dioxide assimilation rate

Plant \ Fraction	×10⁴ dpm/g fresh grass			
	A	B	C	D
ハッカ (*Mentha arvensis*)	2.3	26.8	427	29.9
ヤマジソ (*Orthodon japonicum*)	2.9	19.1	310	17.9

第1図に$^{14}CO_2$の吸収同化の1例を示す。これは^{14}Cの濃度変化より，$^{14}CO_2$は植物体内でしだいに同化固定され，排出されにくくなることを示している。

さらに，ハッカおよびヤマジソの植物体内に固定された^{14}Cの分布を化学成分別に調べた例を示す(第2表)。

また，植物の位置や時期による^{14}Cの分布を知るために，各種の試料を酸素フラスコ燃焼法により測定し，次のごとき知見を得た。

1）サツマイモの各部の測定値は第3表のとおりであるが，これにより，根においては細根→太根→イモの順に，葉では下位葉→上位葉の順に^{14}C分布が高かった。さらに，乾燥試料重量当りでも，炭素重量当りでも，同傾向でさらに^{14}Cの多いイモ・上位葉ではこの比が47～48%で，植物のC，H，Oなどの組成より考えて妥当と思う。

第 3 表

	イモ	主根	細根	下位葉	上位葉
dpm/mg 乾 量	16743	7785	2581	2200	23725
dpm/mg C 量	35554	—	—	4092	49449

2）また，ヤマジソの$^{14}CO_2$発生時より経時的に採取した試料について水・アルコール・アセトンの抽出残渣である葉と穂を測定した数値が第4表である。

第 4 表

試料	経過時間	葉dpm/mg乾量	穂dpm/mg乾量	比 葉/穂
Ⅰ	10min.	13	4	3.3
Ⅱ	18 〃	539	249	2.2
Ⅲ	28 〃	1523	828	1.8
Ⅳ	43 〃	3525	2002	1.7
Ⅴ	2.5hr.	—	—	—
Ⅵ	6 〃	8223	5596	1.5
Ⅶ	1day	7731	8332	0.9
Ⅷ	3 〃	4011	7870	0.5
Ⅸ	10 〃	2108	4980	0.4
Ⅹ	18 〃	674	1900	0.35

この実験は，はじめ葉でできた同化産物が時間が経つに従がって他の部分に転流していくことを示す。この時期のヤマジソは結実期であるから，果穂部に向っての転流が特にはげしく現われているものと考える。

3）このようにしてできたサツマイモ試料の一部をマウスの食餌として経口投与して，各臓器による^{14}Cの分布濃度の差を比べた(第5表)。臓器による濃度差がかなり認められ，この方面の研究の発展が期待される。

第 5 表

	Heart	Liver	Kidney	Muscle	Fat	Blood
dpm/mg fresh wt.	35	39	43	18	11	—
dpm/mg dry wt.	112	180	136	48	—	25

以上39年度 biogenetic chamber を使用した各種の実験を行ない，この試料より多くの注目すべき成果を得た。さらに，今後より一層の活用に対する見解を得た。

水稲については，

a）^{14}Cの取込みに対するケイ酸栄養の影響

b）生育各期に水稲の摂取した^{14}Cの穂への移行割合の研究を行なった。

a）については第6表の結果を得，これより短期間のケイ酸給与のちがいが，^{14}Cの取込みに顕著に反映したことを示している。なお，アルコール可溶部，不溶部または地上部，根部における^{14}Cの分布割合は処理期間において差異は認められず，同化後の^{14}Cの動向に対するケイ酸の影響は明らかでなかった。

第 6 表

処 理 区	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
ケイ酸供給日数(日)	20	15	10	5	0
ケイ酸吸収量 (Si mg/plant)	46.7	34.4	20.3	11.0	0
リン酸吸収量 (P mg/plant)	7.2	7.1	6.8	6.8	6.7
^{14}C総同化量 ($\times 10^6$ cpm/plant)	141.7	129.0	114.6	112.7	106.5
^{14}C総同化量指数	100	91	81	80	75

b）については分けつ盛期・幼穂形成期・登熟期の3つの生育期に^{14}Cを与え，乳熟期に一斉に処理し，各部位別に^{14}Cの分布を測定したところ，各生育期に与えた^{14}Cの(残留分の)穂部において占める割合は大略，分けつ盛期2%，幼穂形成期6%，登熟期24%であった。これは同化量のみならず，同化産物の穀実生産寄与率が生育時期によって著しく異なることを示す。また，植物の可食部の^{14}C濃度と環境中の^{14}C濃度との関連を論ずる場合，同化時の植物の生育相の問題を考慮しなければならないことを示唆している。

(2) 芥子油配糖体の生合成

38年度に引続き，芥子油配糖体 sinigrin の生合成機構の研究を行ない，第7表にあげたような結果を得た。この結果，sinigrin の炭素鎖は aspartic acid のカルボキシル基を除く3個の炭素と酢酸のメチル基またはマロン酸のメチレン基から由来することがわかった。

第7表 The distribution of ^{14}C in 1-allyl-2-thiourea obtained from yellow mustard seeds

Compound, administered	1-allyl-2-thiourea sp. act. (dpm/mM×10^4)	Each carbon sp. act. (dpm/mM×10^3)				Degradation yield (%)
		C-1	C-2	C-3	C-4[a]	
Sodium acetate [2-^{14}C]	3.0	2.3(8)	2.5(9)	4.8(19)	17 (63)[b]	90
Sodium malonate [2-^{14}C]	7.7	4.5(6)	5.0(7)	15 (20)	50 (67)	98
Sodium formate [^{14}C]	0.59	1.6(29)	0.4(8)	1.2(22)	2.2(40)	92
Succinic acid [1,4-^{14}C]	1.7	12 (17)	0.4(2)	5.2(28)	0.5(3)	105
DL-methionine [CH_3-^{14}C]	0.54	0.5(11)	0.2(4)	0.4(10)	3.7(75)	91
DL-aspartic acid [2-^{14}C]	3.3	3.9(13)	8.9(30)	14 (47)	2.7(9)	92
DL-aspartic acid [4-^{14}C]	1.1	9.2(84)	1.1(9)	0.3(3)	0.4(5)	100
DL-glutamic acid [2-^{14}C]	3.2	2.5(76)	0.1(3)	0.5(15)	0.2(5)	101

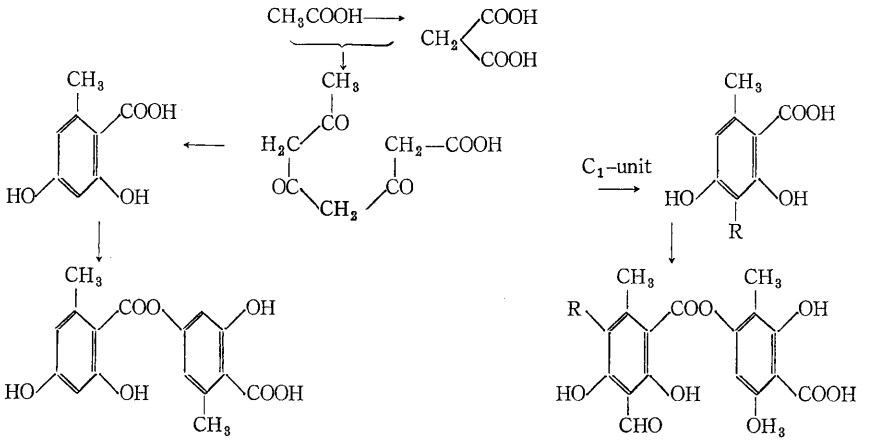
a) The numbering of 1-allyl-2-thiourea carbon as follows.

$$\overset{1}{CH_2}=\overset{2}{CH}\overset{3}{CH_2}\overset{4}{NHCSNH_2}$$

b) The figures in the parentheses indicate the distribution percent of radioactivity of degradation products.

(3) 地衣成分の生合成

地衣類は菌と藻との共生体として知られ，その生長の度合いは著しく遅いと一般にいわれている。今回$^{14}CO_2$中で1週間ウメノキゴケの光合成を行なわせたところ，地衣体は$^{14}CO_2$を取込んで高い放射能を示した。そこで，酢酸-1-^{14}C，蟻酸-^{14}Cを地衣体にふん霧して与え，1週間たって lecanoric acid, atranorin, chloroatranorin を抽出分離し，分解反応に付して^{14}Cの分布状態を調べたところ，下図のような生合成経路のあることが認められた。



lecanoric acid

atranorin R : H
chloroatranorin R : CH_3

〔研究発表〕

1. 樫田義彦，新井清彦，岩倉哲男，松尾光芳，山崎幹夫；$^{14}CO_2$を使用するBiogenetic chamber Ⅰ，第1回理工学における同位元素研究発表会（1964年4月）
2. 新井清彦，岩倉哲男，樫田義彦，松尾光芳，山崎幹夫；$^{14}CO_2$を使用するBiogenetic chamber Ⅱ，第6回日本アイソトープ会議（1964年11月）
3. Matsuo, M., M. Yamazaki ; Biosynthesis of sinigin Ⅱ, *Chem. Pharm. Bull.*, 12(11), 1388～1389 (1964)

11. ^{14}C, ^3Hの測定の研究

環境衛生第3研究室

樫田義彦
山崎幹夫
新井清彦
石浜洋*

*研究生

38年度年報掲載の比例計数管用気体のためのCO_2変換CH_4合成法は原理的には完成したので，減圧加圧の監視のためcompound gauzeや透視可能の耐圧ガラス製の固

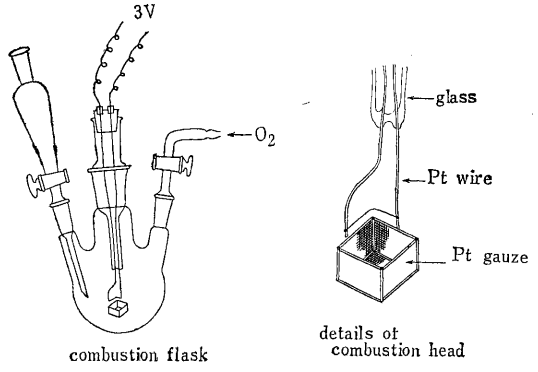
型炭酸捕集瓶などを付して，日常操作を容易ならしめ実用の段階に達した。詳細は省略する。

また liquid scintillation counter 用の試料調製の際の障害であった，セルローズ，組織など liquid scintillator 不溶の試料の処理法として近年発達した Schöniger の酸素燃焼法について装置を種々検討した結果，極めて有効な方法と認められたので，39年度は主としてその概要を報告する。

^{3}H や ^{14}C のごとき低エネルギー β 線の測定に液体シンチレーション法が有用であることはいまさらいうまでもないが，本法には試料の有機溶媒に対する溶解度，化学形に起因する quenching 効果，着色試料による colour quenching 等の弱点が存在することも見逃せない。これらの弱点を補うためには種々の試みがなされているが，まだ測定効率や操作の複雑等の点において満足し難い。

一方，Schöniger らによって考案され，Götte らによって放射能測定に応用された酸素フラスコ燃焼法は，あらゆる形の試料に適用できる点において液体シンチレーション法への応用により，上にあげたごとき弱点を補うのに多くのすぐれた点を有する。そこでまず，^{14}C を標識した植物体の放射能を測定するために酸素フラスコ法による燃焼を試み，好結果を得た。植物の組織はそのままでは有機溶媒に不溶であり，粉末としてゲル化剤とともに懸濁状態において液体シンチレーション法の試料とすることももちろん不可能ではないが，正確な値を期待することはできない。

本法においては乾燥した試料（この場合は植物の葉，茎，根等）を燃焼器の白金網上におき酸素を満したフラスコ中に入れて白金フィラメントに電流を通じ，完全に燃焼を行なわしめるので，^{14}C 試料はすべて $^{14}CO_2$ の形に変えられる。また，あとにのべる ^{3}H 試料は $^{3}H_2O$ の形で捕えることができる。その装置の概略は第1図に示す通りである。



第 1 図

燃焼によって生成した CO_2 を捕集するためには，まず，燃焼フラスコを液体窒素浴中にひたし，数分ののち分液ロートの栓を開くと，フラスコ内部の陰圧のためにロート中の hyamine-トルエン混液はフラスコ中に注入される。再び密栓し，液体窒素浴を除いて約1時間放置し，CO_2 を hyamine に完全に吸収させる。また，CO_2 の捕集には N_2 ガスをフラスコに導入し，器内の CO_2 を追い出して $Ba(OH)_2$ 溶液中に導き，$BaCO_3$ として集めることもできる。$Ba(OH)_2$ 溶液の代りに，バイアルに入れた hyamine-トルエン混液に直接 CO_2 を導入することも可能である。この場合に，フラスコ内の CO_2 が完全に追い出されるまでの経時変化を，途中に Dynacon Model 6000 に flow type chamber DCF 100 を接続して調べたところ，燃焼フラスコとして 300 m*l* 三頸丸底フラスコを用いた場合，約100 m*l*/min. 流量の N_2 ガスにより，約20分でフラスコ内の $^{14}CO_2$ 放射能は完全に消失することがわかった。しかし，バイアル中の hyamine (hyamine 1 m*l* と PPO 0.4%，POPOP 0.01% を含むトルエン 9m*l*) 混液にこれを吸収させる場合に，少なくとも2個以上のバイアルを連結する必要のあることもわかった。ここに得られた結果は別報（^{14}C の動向）において述べる。

Dobbs らは先に本法を種々の ^{3}H，^{14}C，^{35}S 標識化合物に試み，液体シンチレーションとの組合せによる放射能の測定を行なったが，アゾ色素や，ジニトロフェニルヒドラゾンのごとき窒素化合物においては，なお quenching がはなはだしく，正確な値を得ることができないと報告した。

そこでまず，^{3}H 標識アゾ色素とジニトロフェニルトリプトファン（DNP-トリプトファン）を合成し，本法によってその放射能を測定した。その結果，まず試料を溶媒に溶かし，一定量をミクロピペットで定量用ロ紙上にスポットして，十分な量のロ紙とともに燃焼する方法をとったところ満足すべき結果を得た。燃焼後の H_2O の

第1表　Recovery % of ^{3}H radioactivity of 1-*p*-tolylazo ^{3}H-1-naphthol

	Sample (mg)	Filter paper (mC^2)	d.p.m. Found	d.p.m. Calcd.	Recovery (%)
1	0.01	10	740.4	720.4	102.8
2	0.02	10	1447.5	1440.9	100.9
3	0.03	10	2030.0	2161.3	93.9
4	0.04	10	2815.0	2881.7	97.7
5	0.05	10	3361.0	3602.2	93.3

捕集にはドライアイスでフラスコを冷却したのち，フラスコ中に2 mlのエタノールを加えてH_2Oを溶かし，トルエン（PPO 0.4%，POPOP 0.01%）を加え，測定の試料とした。結果の一部を第1表，第2表にあげる。

第2表　Recovery % of ^3H radioactivity of DNP-tryptophan

	Sample (mg)	Filter paper (mC^2)	d.p.m. Found	d.p.m. Calcd.	Recovery %
1	0.05	4	243.5	274.5	88.7
2	0.10	4	577.8	549.0	105.2
3	0.15	4	703.2	823.5	97.2
4	0.20	4	940.5	1098.0	88.4
5	0.23	4	1270.5	1372.5	92.6
6	0.30	4	1428.1	1647.0	86.7

なお，第1表および第2表における放射能計算値は，アゾ色素はアゾカップリング前のp-トルイジン(無色)，DNP-トリプトファンはDNP化前のトリプトファン(無色)について常法により測定された放射能より分子量により計算された。

〔研究発表〕

1. 樫田義彦，山崎幹夫，新井清彦；液体シンチレーション・スペクトロメーターによる^{14}C, ^3Hの測定Ⅶ. 酸素フラスコ燃焼法の応用，*Radioisotopes*, 14 (4), 331～334(1965)

2. Yamazaki, M., H. Ishihama, Y. Kasida ; ^3H measurement with liquid scintillation counter ; application of oxygen flask combustion method, *Intl. J. Radiation and Isotopes*, 16 (1965, 投稿中)

XI. 環境汚染研究部

概　　況

国民の放射線被曝の水準を明らかにするための政府の放射能調査業務の充実に伴なって，従来生じがちであったデータの脱落部分を埋めるために，この業務の分担機関として民間の分析機関も加えられ長期にわたって環境汚染の実測データを積上げる態勢になった。この状況を反映して，放射能調査に対する本研究所の役割も一段と重要性を増すこととなった。すなわち，本研究所は，日本の放射能調査業務の質的向上を計るために，サンプリング法，分析測定法の開発をはかることによって都道府県衛生研究所や民間研究機関に対しての指導的役割を果すとともに，他の研究機関との試料交換分析によるデータの信頼度の検討やデータの集計整理と評価についても寄与するように政府関係当局より要望されるに至った。この事態に処するため，38年度に新設された環境衛生第5研究室ならびに同第6研究室は，放射能調査業務を主として担当していた技術部放射能検査課と一体となった協力態勢のもとに業務を遂行してきたが，ややもすると業務上の責任体制や指令系に不明確な点が生ずる不便があった。

一方，原子力平和利用の発展に伴なって，数年後には原子力発電所の数も十指に達すると目され，かつ画期的に多量の放射性廃棄物を生ずる核燃料再処理工場の設立も近く予定されている。このような状況において，放射性物質による環境染汚のサーベイに伴なっての公衆に対する環境安全管理の研究の重要性は著しく増大している。

上記の内部的，外部的な状況に対処し環境汚染とその対策研究の強化を計るために，39年度より環境衛生研究部の38年度新設の2研究室と技術部放射能検査課を合併して環境汚染研究部が設けられた。すなわち，環境汚染第1研究室は放射性廃棄物による汚染およびその除去ならびに放射性廃棄物による環境放射能水準に関する調査研究を担当し，環境汚染第2研究室は事故時における放射性物質および放射性降下物による汚染とその除去およびその放射能水準の調査研究を担当し，特に日本国民にとって関心の深い海洋問題については，環境汚染第3研究室が担当して，海洋の放射能汚染およびその放射能検査の調査研究にあたることになった。

（1） 39年度の目標

環境衛生研究部が，外部線量の測定法，^{3}H，^{14}C，^{90}Sr等の人体内部線量の算出法と評価のための生物新陳代謝の研究，職業人（原子力施設従業員）の衛生管理の研究に重点目標をおいているのに対応して，環境汚染研究部は放射性核種の環境→食品→人体の経路におけるradioecology（放射線生態学）の究明と，放射能公害予防のための環境安全管理対策の研究に目標をおくこととなった。自然現象による多くの要因により複雑な様相を呈するradioecologyの究明にあたっては，野外実験を重視し，自然界の環境下における行動を求める野外実験と観察測定を行なう方向への努力を強化するとともに，必要に応じて適宜に室内実験を組合せる研究方式をもってのぞむこととした。

政府の放射能調査業務の一環として，日本の放射能水準データの充実のために積極的に努力し，放射能レベル調査の主体を引受ける試料採集，分析測定の業務を実施することとした。環境汚染調査の試料採集法，試料の分析測定法，データの評価の研究を行なうためにも，放射能調査の実務の一部を本研究部自体で手がけることによって，そこから生ずる技術的諸問題を拾いあげて研究し解決することが好ましいと考える。すなわち，放射能調査に関しては次の基本方針のもとに業務を担当した。

イ）放射能調査地点のうち6地区（札幌，東京，新潟大阪，広島，福岡）に重点をおき，放射性降下物の蓄積量，海洋，河川への流亡，食品への寄与，人体蓄積量を調査して日本の放射能水準を総合的に把握し，あわせてそれらの相関関係の究明に資する。

ロ）原子力施設周辺の放射能水準を調査し，あわせて原子力施設周辺のモニタリング法の確立をはかるため，施設周辺の各種環境物質中の安定ならびに放射性核種を明らかにする。

ハ）正確な分析測定データの積上げを目的とする科学技術庁の意を体し，放射能調査を分担している民間分析機関，都道府県衛生研究所における試料採集法，試料処理法，分析測定法等の実施の詳細に関して，原子力局放射能課との密接な連絡のもとに技術的指導を行ない，日本の放射能調査データの質的向上につとめる。

（2） 研究課題概要

水を通じての放射性核種の生態を追求するため，河川水→上水浄化場，下水→下水処理場を対象としての観察実験を行なった。上水浄化場における放射性核種の除去率を調べた結果，^{144}Ce の約90％，^{137}Cs の約30％，^{90}Sr の約20％が浄化過程において除去されることを知り，さらに良好な除去率を得るための浄化工程の改良法につき検討しつつある。下水処理場においてもほぼ同様であり，処理工程において^{137}Cs が33％，^{90}Sr が17％除去され，主として処理過程の曝気槽中の活性汚泥中に吸着されることを知った。東京都三河島下水処理場においては，降下した放射性核種の下水処理場への流亡率は ^{137}Cs で約16％，^{90}Sr で約30％であった。処理場の活性汚泥中には ^{90}Sr，^{137}Cs のみならず，^{95}Zr–^{95}Nb，^{106}Ru–^{106}Rh，^{144}Ce–^{144}Pr 等も著しく濃縮されることから，活性汚泥の放射性核種を測定することにより，下水へ流入する放射性核種の量的変化を容易に検知し得ることを認めた。さらに，この活性汚泥の放射能測定値は環境汚染モニタリングの指標の1つとして用い得ることを示した。

原子炉事故時に飛散するおそれがある ^{131}I の定量に関する2つの簡易定量法を確立した。牛乳中の無機型ヨウ素定量法として，イオン交換樹脂処理後の四塩化炭素抽出法を確立したが，地方から輸送されて分析に供される試料牛乳は夏季においては腐敗していることが多いので，次いで腐敗牛乳の乳清中の ^{131}I の定量法を検討した。腐敗乳をTCA溶液で処理して除蛋白し，^{131}I を四塩化炭素抽出したのち SO_2 飽和水溶液により還元して水相に移し，ヨウ化銀として沈澱する方法により，乳清中の ^{131}I を66～72％の収率で分離定量し得ることを認めた。一方，尿中の ^{131}I の定量については，尿中に約20％存在するといわれている結合型あるいは非イオン型のヨウ素を酸およびアルカリ処理によって遊離型としたのちに，強塩基性陰イオン交換樹脂に吸着させ，ヨウ素を1M過塩素酸ナトリウム溶液で溶離したのち，さらに不純物を除くため四塩化炭素抽出，亜硫酸水抽出をしたのち，ヨウ化銀として分離した。^{131}I 投与者の尿および ^{131}I 添加尿についての ^{131}I の回収率は86±2％であり，かつ，^{144}Ce，^{106}Ru，^{99}Tc，^{99}Mo 等の混入もほとんどみられなかった。

放射性降下物に由来する ^{137}Cs の人体内線量と人尿 ^{137}Cs 濃度との相関を求めて，尿の分析結果より体内線量を算出することを目的として，物理研究部と協力してヒューマン・カウンターにより人体 ^{137}Cs 量を実測し，排尿の ^{137}Cs 量の化学分析結果との比較を行なった。その結果，1963年末～1964年末の期間においては，^{137}Cs の体内量と排泄量との時期的変化に相関が認められなかった。1963～1964年は食品中の ^{137}Cs が過去10年における最高の値を示した時期であるので，摂取，蓄積，排泄の三者間が平衡状態となっていないものと考えられる。この点に関しては，なお引続き調査し検討を加える必要がある。食物循環による人間への放射性核種の還元と濃縮の程度を量的に明らかにするためには，環境，食品，人体の安定同位元素の量を調べて三者の相関を明らかにすることが必要である。この研究の一部として安定ストロンチウムを定量する際に，人骨試料について焔光分析，螢光分析を適用して好結果を収めてきた。その後の光学機器の開発によって最近になり作製されるに至った原子吸光分析装置を用いると，従来の各種の発光分析法に比して，共存原子の干渉およびマトリックスの影響を受け難く，また光源に分析元素と同じ光を出す放電管を用いるので他の原子の発光による妨害が少ない等の利点がある。この方法を環境，生体の安定ストロンチウムの定量に適用し，多数の試料を簡易に分析測定する方法の検討を行なった結果，多種多量の元素が共存しているような試料についても，極めて有効に定量が可能であることがわかった。

海洋の放射能汚染の影響を考える上において，放射性核種の循環過程に海水懸濁物がかなり顕著に関与していることが考えられる。つまり，海洋の水塊には程度の差はあっても各種の微細な粒状物質が懸濁しており，これらの懸濁物は各種の物質を液相から吸着する性質をそなえている。特に有機の懸濁物は生物とその環境水塊との間の物質代謝の過程に介在することが多く，そのために海洋の生産系を検討する上においても重要な役割をもつことが知られている。この研究の一方法として，数種の海洋細菌と酵母を培養して放射性核種の取込みについて調べた結果，^{32}P，^{65}Zn，^{60}Co，^{55}Fe，^{90}Y，^{106}Ru はかなり高濃度に取込まれたが，^{85}Sr，^{134}Cs はほとんど取込みが認められないことがわかった。また，数種の海洋植物プランクトンについて調べた結果，^{65}Zn，^{60}Co，^{51}Cr の濃縮が観察された。プランクトンの種類により濃

縮率は異なるが，特に ^{131}I については選択性が甚しいことが認められた。今後は bioseston としての海洋細菌，プランクトンについて，水質や水温等の外的要因の差による放射性核種の取込みの相違等について引続き検討を行なうが，同時に，海水中の各種の無機物粒子，特に，bioseston と abioseston とが組合わさって共存状態となっている自然界に近い状態における海水懸濁物による吸着についての実験を進め，実際の海洋における放射性核種の動きを推定し得る結果を把みたいと考える。

（3） 放射能調査分担課題概略

本研究部は放医研の分担する放射能レベル調査業務の大部分を分担したが，その課題は次の通りである。

1）浮遊塵の放射性核種量
2）土壌中のストロンチウム-90，セシウム-137，セリウム-144 濃度
3）日本各地の上水中のストロンチウム-90，セシウム-137，セリウム-144濃度
4）河底土中の放射性核種濃度
5）東京湾内表面海水の放射性核種濃度
6）魚類のストロンチウム-90，セシウム-137濃度
7）海藻の放射性核種濃度
8）食品の放射性核種
9）人骨中のストロンチウム-90濃度
10）人尿のセシウム-137濃度
11）中国第1回核爆発実験による放射性降下物の測定
12）中国第1回核爆発実験による放射性ヨウ素の測定

上記課題についての分析測定結果は，逐次政府の放射能対策本部に報告された。これらのデータとその考察結果は別章の「放射能調査」に収録した（註，人尿の分析データ等は紙面の都合上，一部を掲載するにとどめた）。

1963年～1964年において，日常食中の ^{90}Sr 量の著しい増加が認められ，人骨中の ^{90}Sr は1964年に急激な増加が観察された。すなわち，0～4才児の人骨の S.U.（^{90}Sr pCi/g Ca）の平均値は1962年：1.7 S.U.，1963年：2.0 S.U. に対して，1964年は5.1 S.U. を示すにいたっている。

中国の核爆発実験（1964年10月）の放射性降下物が短時日のうちに日本に降下し，特に，放射性ヨウ素によって牛乳にかなりの汚染をもたらしたことも観察された。radioecologyに関連した知見を拾うと，河川水の ^{90}Sr，^{137}Cs 濃度は，表流水＞伏流水＞地下水の順に低くなっていることや，魚類の ^{90}Sr，^{137}Cs 濃度は淡水魚＞汽水魚＞海水魚の順に低くなること等の知見が得られ，それらの理由についての考察がなされた。

（4） 業務計画外の調査活動状況

1） 各委員会における活動

原子力委員会，原子力船安全基準専門部会，同燃料再処理施設安全審査専門部会，放射線審議会原子力船特別部会，同原子力発電安全基準特別部会に佐伯誠道が専門委員として参加しているので，必要に応じて資料提出などのために文献調査その他を行なった。

2） 国際的な活動

日本政府給費留学生として来日した中華民国国立清華大学原子科学研究所の蔡昭明氏を研究生として受け入れ，同氏の環境汚染一般に関する調査研究への便をはかった。

39年7月，米国ニューヨーク市の国連本部で開催された第14回国連放射線影響科学委員会に佐伯誠道（政府代表代理）が参加し，立教大学教授田島英三博士らとともに政府代表塚本憲甫所長を補佐して，環境汚染に関する資料の収集整理を行ない，国連科学委員会1964年報告の作成に協力した。

3） その他

日本原子力学会企画委員会，日本保健物理協議会企画委員会，原子力安全研究協会研究委員会放射線障害防止研究計画部会に委員として，日本放射性同位元素協会農生物部会，日本原子力産業会議アイソトープ委員会に幹事として佐伯誠道が出席し，科学情報の交換と学会行事の企画審議にあたった。

（環境汚染第1研究室長　佐伯誠道）

1. 下水道における放射能の研究

環境汚染第1研究室
佐伯誠道
小柳　卓
近藤喜久子

（1） 緒　言

下水道における放射能の研究は，都市下水中に流入してくる放射性物質の動向を下水処理施設において観測し，その汚染源との関連を究明することによって，下水道を朔った環境の放射能汚染のレベルを推定し，もって環境汚染モニタリングの一助にしようという目的のもとに，37年度より継続して行なわれてきたものである。フォールアウトによる環境の放射能汚染が下水処理場への流入下水，あるいは処理場内の活性汚泥中の放射性核種濃度のレベルの変動として観測されることは，既に前報までに述べた通りであるが，この場合，^{95}Zr-^{95}Nb や ^{106}Ru-^{106}Rh 等の中半減期の放射性核種は環境への降

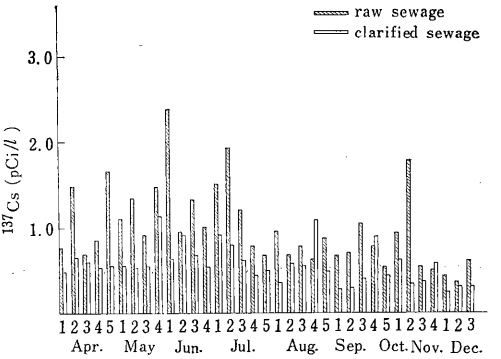
下後短時間に下水処理場への流入下水中で観測され，しかも下水処理過程で活性汚泥によく吸着濃縮されることから，汚泥のγ線測定による迅速かつ効果的なモニタリングが可能であるのに対し，^{137}Cs や ^{90}Sr のような長半減期の放射性核種の場合には，その降下の影響が下水処理場へ現われるのがより緩慢であり，かつその流入率も前記の中半減期放射性核種に比べて低いため，その環境への降下と下水中の濃度変化とを短時間内での相関としては把えることができず，長期にわたっての観測によって初めて関連づけることができる。また，これら長寿命の放射性核種は環境中に既に多く蓄積されており，下水の場合にも種々の汚染源よりもたらされる放射能がバックグラウンドとしてかなりの寄与を示すため，新たな汚染の観測を困難にする一因となっていると考えられる。第2報において報告した38年度の研究では，毎月1回下水処理場の流入生下水，活性汚泥および浄化水を採取して，その中の ^{137}Cs, ^{90}Sr 両核種の濃度を定量し，フォールアウトおよび上水中の放射能との関連を求める一方，下水処理過程における両核種の挙動を追求したが，その結果降雨量の多い月には両核種とも下水ならびに活性汚泥中の濃度が増大し，またその流入率はそれぞれ3.7%，13.5%という値を示し，降雨による流入下水量増加の影響範囲とほぼ一致することがわかった。しかしながら，これらの結果は月1回のサンプリングにより観測したものであるので，さらに詳細な検討を加える目的で，39年度は毎日1回生下水と浄化水とを同時に採取し，それぞれ1週間分ずつを合併して分析試料とし，^{137}Cs と ^{90}Sr の定量を行なった。

(2) 実　　験

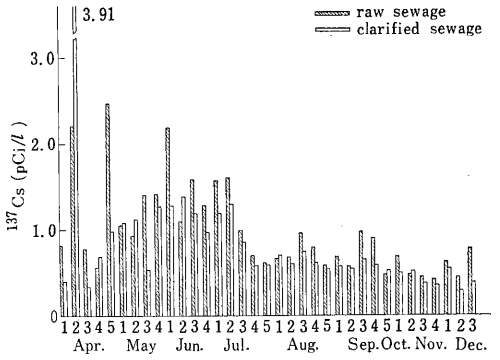
試料は38年度に引続き，東京都三河島下水処理場において採取した。採取法に前述した通りで1日2lずつの生下水および浄化水を採取し，1週間分を試料とした。^{137}Cs, ^{90}Sr の分析法および測定法は前報までに述べた通りであるので省略する。

(3) 結　　果

39年4月より12月までの1週間ごとの分析結果を ^{137}Cs および ^{90}Sr についてそれぞれ第1図および第2図に示した。生下水と浄化水とを比較すると，^{137}Cs の場合にはごく少数の例を除いて常に浄化水で濃度の減少がみられ，平均すると濃度の減少率は約33%となるのに対し，^{90}Sr の場合には約1/2の17%という減少率で，^{137}Cs に比べて生下水と浄化水との差が著しくない。その結果 ^{137}Cs と ^{90}Sr の濃度比を求めると，生下水では1.2ぐらいの値であるのに対し，浄化水では0.9となり，下水処理過程における両核種の挙動の差が現われているとみることができる。



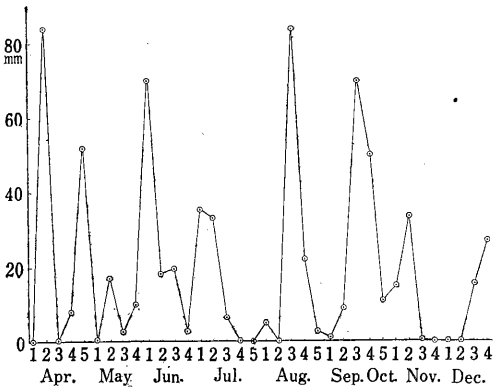
第1図　Concentration of ^{137}Cs in sewage(Apr.～Dec., 1964)



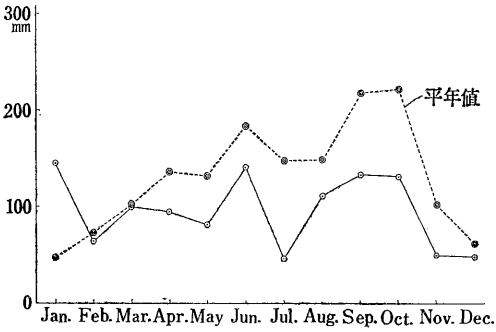
第2図　Concentration of ^{90}Sr in sewage (Apr.～Dec., 1964)

一方，各週別にみられる両核種の濃度の推移に関しては前述したごとく汚染供給源の影響が考えられるが，同観測期間中の降雨状況を図に示すと第3図の通りで，大体降雨量の多かった週には下水の放射能濃度の高いことがわかる。しかし，8月および9月の第3週は，降雨量が多いにもかかわらず，下水の方にその影響が必ずしも顕著でない。そこで，39年1月より12月までの月間降雨量を調べてみると第4図のようになり，平年値に比べ，ほとんど年間を通じて少ない値を示している。下水中で雨水の占める割合は既に前報までに述べた通り，前後の天候の状況によって0から数十%までの値をとるか，処理場に流入する ^{137}Cs, ^{90}Sr のすべてが降雨に由来すると仮定して降下量と流入量から計算した ^{137}Cs および ^{90}Sr の流入率は，それぞれ16.3%，29.5%という値を示し，雨水の水量としての寄与が少ない場合には，一層その流入が不明確になるものと考えられる。

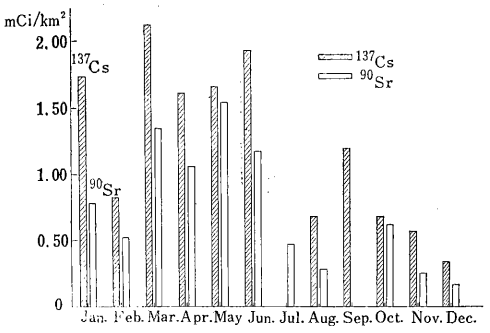
第5図は同じく39年1月より12月までのフォールアウ



第3図 Amount of rainfall (Tokyo, Apr.～Dec., 1964)



第4図 Amount of rainfall (Tokyo, Jan.～Dec., 1964)

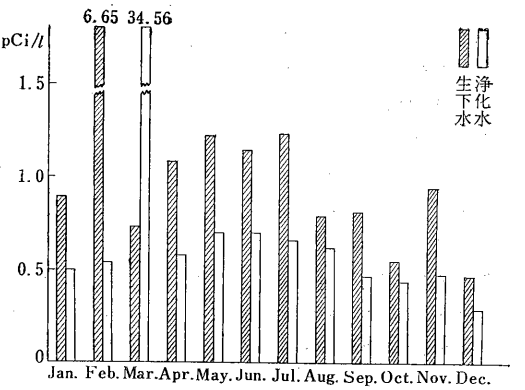


第5図 Fallout deposition of ^{137}Cs and ^{90}Sr (Chiba, Jan.～Dec., 1964)

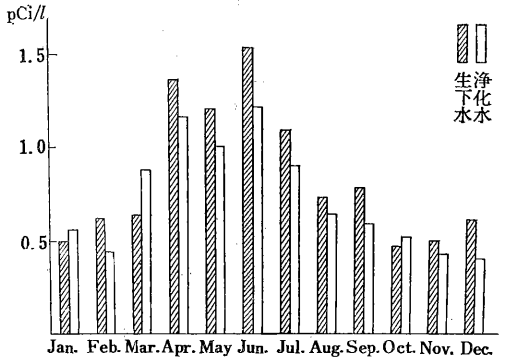
トの降下量を示したものであるが，一応これと比較対照するため下水中の両核種濃度を月別に平均してみると，第6図および第7図のようになり，いずれの場合にもほぼ対応した増減の傾向を示していることがわかる。

(4) 結　　論

下水処理場において観測した生下水および浄化水中の



第6図 Concentration of ^{137}Cs in sewage (Jan.～Dec., 1964)



第7図 Concentration of ^{90}Sr in sewage (Jan.～Dec., 1964)

^{137}Cs および ^{90}Sr 濃度より，下記のような知見を得た。

1) 生下水中の ^{137}Cs，^{90}Sr 濃度の推移は，その時期の両核種の降下状態を反映し，長期間観測によって環境中の蓄積レベルを推定するのに有用なデータを得ることができる。

2) 下水処理場への流亡率は ^{137}Cs では約16%，^{90}Sr では約30%であった。

3) 下水処理過程における両核種の除去率は ^{137}Cs では33%，^{90}Sr では17%であった。

〔研究発表〕

1. 佐伯誠道，小柳卓，山下幹雄，近藤喜久子；下水道における放射性物質の研究(Ⅱ)，日本原子力学会39年年会（1964年4月）

2. 佐伯誠道，小柳卓，近藤喜久子；下水道における放射性物質の研究(Ⅲ)，日本放射線影響学会第6回

研究発表会（1964年7月）

3. 佐伯誠道，小柳卓，近藤喜久子；下水道における放射能の研究，原子力平和利用試験研究成果報告書（1964年10月）

4. 佐伯誠道，小柳卓，近藤喜久子；下水処理施設におけるラジオアイソトープの移動，第6回日本アイソトープ会議；(1964年11月)，原子力工業，第11巻，第1号（1965年1月）

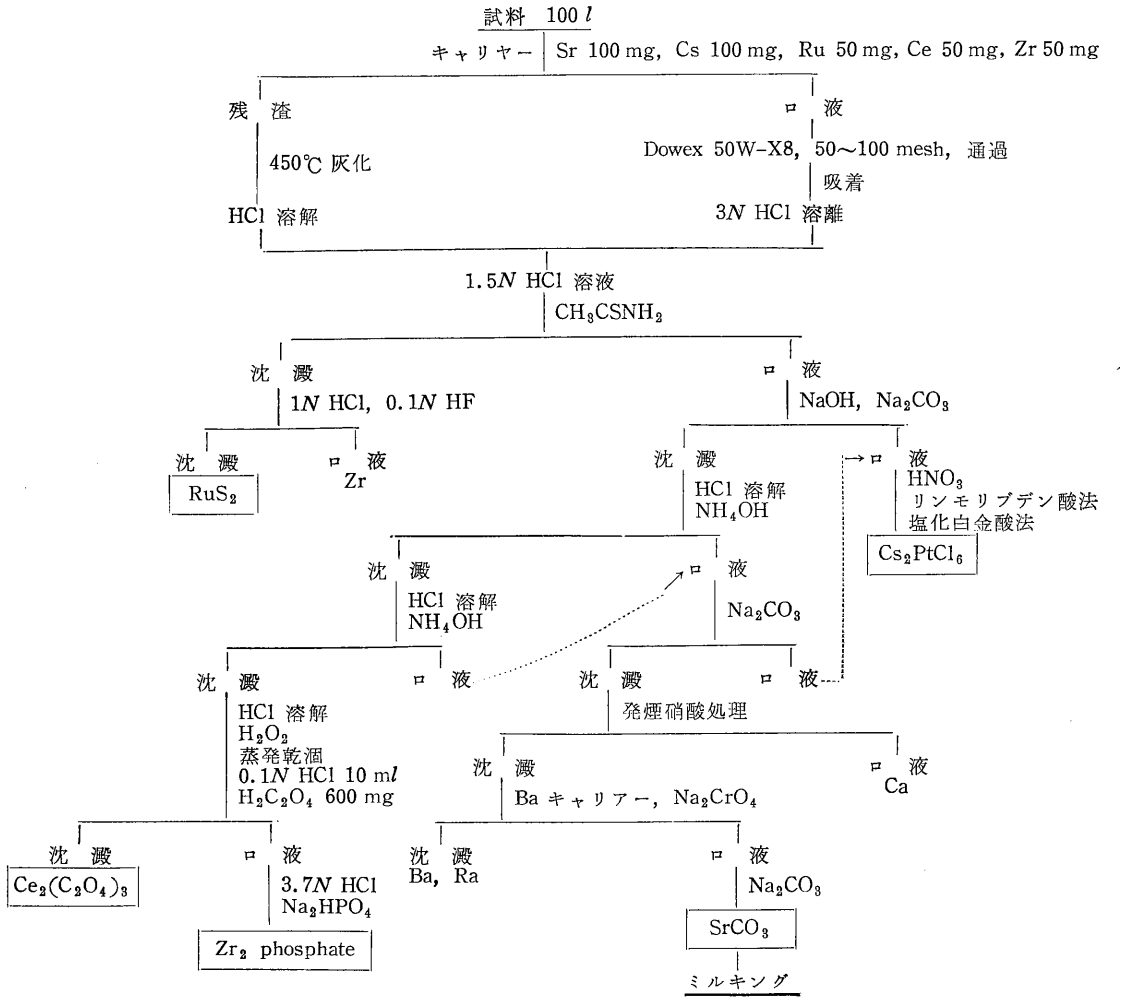
5. Saiki, M. and J. Koyanagi ; On decontamination of radioactivity in sewage treatment plant, IAEA 提出報告（1964年）

2. 上水浄化場における放射性物質の除去機構の研究

環境汚染第1研究室
鎌田　博
清水恵美子
佐伯誠道

（1） 緒　言

先に筆者らは，1962年4月から1963年3月までの全国26ヵ所の上水の源水と蛇口水の ^{90}Sr，^{137}Cs 濃度の測定結果から，蛇口水は源水に比べて，^{90}Sr は19～20%，^{137}Cs は53～63% 除去されていることを報告した（放医研年報，昭和38年度，271頁）。本報は1964年4月から1964年12月の間における新潟，東京，大阪の上水道に↙



第1図　分　析　法　概　要

↙おける ^{90}Sr，^{137}Cs，^{144}Ce の除去の様相を報告し，前報の結果とあわせて考察する。

（2） 上水浄化過程

本実験において対象としたのは，新潟県新津市，東京

第1表　水　質　お　よ　び　浄　水　方　式

浄水場	水　源	浄水方式	平均沈殿時間	ロ過速度	濁　度	C.O.D.	硬　度	鉄	SO_4^{--}	年間掃除回数
新津市（満願寺）	阿賀野川表流水	源　水			30(350～7)					
		緩速ロ過	1. h 50m	5.0m/日						2
		急速ロ過	1. 00	120.0m/日						常　時
東京都（金　町）	江戸川表流水	源　水			22 30(2200～3)	4.43	55.2	0.64	31.5	
		緩速ロ過	17. 30	3.0m/日	0	0.61	55.3	0.08	30.8	7
		急速ロ過		120.0m/日	0.4	0.87	55.6	0.07	32.9	
大阪市（柴　島）	淀　川表流水	源　水			245 302(1300～6)	11.24	34.2	0.77	8.4	
		緩速ロ過	11. 59	6.0m/日						11
		急速ロ過	3. 20	120.0m/日						15
		給水栓水			0.2	2.99	32.2	0.13	12.3	
（庭　窪）	淀　川表流水	源　水			22.5 26.8(680～6)	7.25	30.0	0.49	5.4	
		急速ロ過	3. 18	120.0m/日						509
		給水栓水			0	2.22	29.2	0.07	9.3	

第2表　上水浄化処理による放射性核種の除去率

浄水場	核種	除去率（%）					
		1962年		1963年		1964年	
		平値均	最高値～最低値	平均値	最高値～最低値	平均値	最高値～最低値
新津市	^{90}Sr	11.6	23～ 6	12.3	19～ 2	21.0	56～ 1
	^{137}Cs	36.6	58～17	21.7	37～ 4	50.2	68～33
	^{144}Ce	—	—	—	—	65.8	92～ 0
東京都	^{90}Sr	34.4	75～ 9	13.3	24～ 0	17.2	31～ 3
	^{137}Cs	40.4	75～ 0	31.5	70～ 0	45.8	75～ 8
	^{144}Ce	—	—	—	—	82.4	100～60
大阪市	^{90}Sr	31.6	54～ 4	7.4	16～ 2	6.7	14～ 1
	^{137}Cs	36.0	56～12	44.2	66～23	29.3	50～ 5
	^{144}Ce	—	—	—	—	87.4	100～67

都金町，大阪市柴島および庭窪の上水浄化場である。浄化方式は緩速ロ過と急速ロ過の2方式がとられている。各浄化場における浄化方式と水質を第1表に示した。

（3）**実　験　法**

源水と浄化処理水の各100lを1963年4月以降，隔月に都府県衛生研究所の協力を得て採取した。試料水はHémonの法（G. Hémon ; Séparations chimiques des radioisotopes à longue période, présents dans l'atmosphère, ^{144}Ce, ^{137}Cs, ^{95}Zr, ^{90}Sr, ^{106}Ru, Commissariat à l'Energie Atomique, Bulletin d'Informations Scientifique et Techniques, Août-Septembre, No. 64, p.73～78, 1962)に準じて，第1図に略示した分析法によりSr, Cs, Ce画分を分取し測定した。除去率は浄化水の源水に対する百分率で表した。

（4）**実験結果と考察**

1962年～1964年の各年次における各浄化場の^{90}Sr, ^{137}Cs, ^{144}Ceの除去率は第2表のとおりである。^{144}Ceの除去率は65.0～87.4%で著しく高い。第1表に示され

たように，浄化過程においては鉄の除去が明らかに観察される。急速ロ過の場合には，一般に硫酸アルミニウムを用いての凝集沈澱が行なわれるが，この過程で水酸化アルミニウムが生じて凝集し，ロ別される。鉄や希土類元素の多くのものもこの際に共沈するものと考えられる。第2表の1964年の測定結果からも，^{137}Cs は1/2が除去され，^{90}Sr は除去率平均15%であり，前報と同様の傾向が認められた。

3. 牛乳中のヨウ素-131の定量法（第2報）

環境汚染第1研究室
大桃洋一郎
山口治子
佐伯誠道

（1） 緒　　言

前報（放医研年報，昭和38年度）において，新鮮乳を対象とした乳清中のヨウ素-131の定量法として，TCA処理後の四塩化炭素抽出法と，イオン交換処理後の四塩化炭素抽出法について報告した。しかし，分析に供せられる牛乳は，必ずしも新鮮乳とはかぎらない。地方から送られてくる分析試料用牛乳は，夏期においては腐敗していることが多い。本研究は，腐敗牛乳を対象とした乳清中のヨウ素-131の定量法について検討したものである。

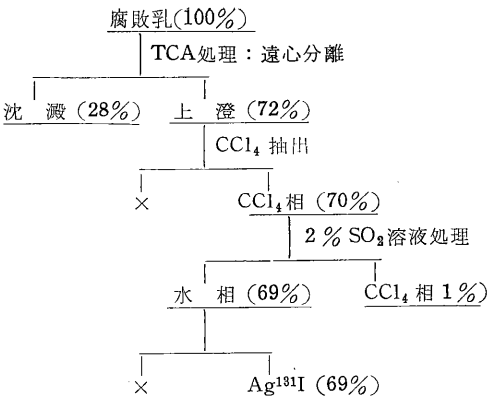
（2） 実験および結果

1） 試料の調製：牛乳180 m*l*をとり，$Na^{131}I$ 0.4 μCi およびヨウ素担体10 mg(NaIの型で)を添加し，室温(約20℃)に4日間放置して完全に腐敗させたものを試料として用いた。

2） 実験方法：腐敗乳180 m*l*に対し，30% TCA溶液90 m*l*を添加し，マグネチック・スターラーの上で10分間攪拌したのち遠心分離する。沈澱を10% TCAで洗滌し，洗滌液を前の上澄液に合わせる。ガラスフィルターでロ過して混在している蛋白質を完全に除去する。ロ液を500 m*l*容の分液ロートに移し，まず CCl_4 50 m*l*を，ついで $NaNO_2$ 2 gを添加し，激しく振とうして CCl_4 相を分離する。さらに，CCl_4 30 m*l*を添加し再抽出を行なう。CCl_4 相に2%亜硫酸ガス溶液を加えてヨウ素を水相に移し，弱アルカリ性で加熱して SO_2 を追いだす。硝酸酸性で1% $AgNO_3$ を加え，$Ag^{131}I$ の沈澱を作る。

3） 結果：分離操作の各段階における収率ならびに最終収率の1例を第1図に示す。

4） 考察：第1図から明らかであるように，新鮮乳の場合と同様にTCA処理後の四塩化炭素抽出法によって



第1図　腐敗乳の乳清中に含まれる ^{131}I の収率

腐敗乳の乳清中に含まれる ^{131}I の定量が可能であることが明らかにされた。また，本実験を5回くり返した結果は，いずれも $Ag^{131}I$ の収率が66～72%を示し，本法が腐敗乳の乳清中に含まれる ^{131}I 定量法として，実用に供し得るものであることを認めた。前報に述べたように，牛乳中のヨウ素の約90%が乳清中に存在するという説を認めるならば，供試牛乳が腐敗していても，本法によって迅速に乳清中の ^{131}I の定量を行ない，その測定値から，牛乳全体の ^{131}I 濃度を概算することができると考えられる。

4. 尿中のヨウ素-131の定量法

環境汚染第2研究室
田中義一郎
富川昭男

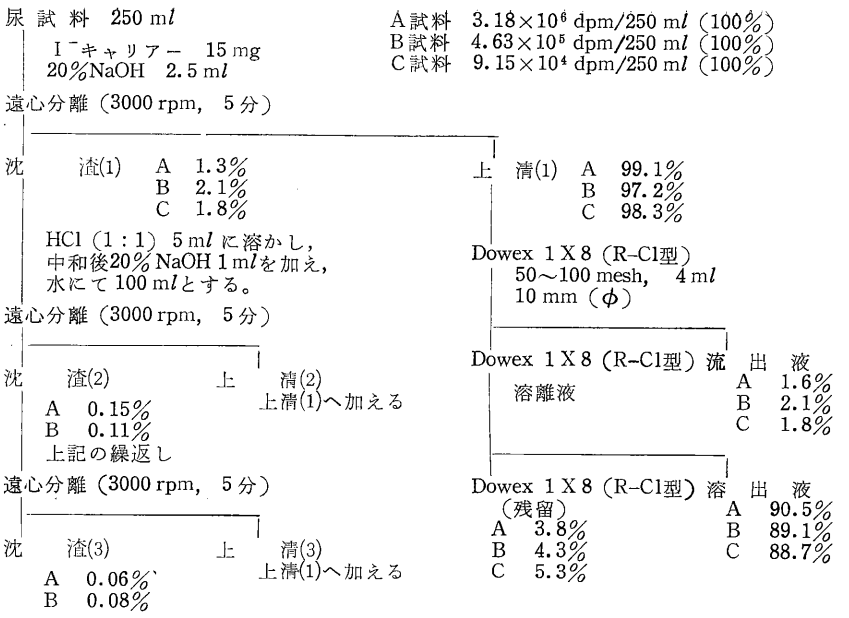
尿に排泄された ^{131}I の定量法はFairman (ANL-6887, 1964) のAgClカラムによるものなど数種の方法があるが，われわれは水，牛乳，甲状腺中の放射性ヨウ素の一貫した分析法を確立したので，この一連の方法に追加して尿中の ^{131}I の測定法を検討した。

（1） 実験方法および結果

実験に用いた試料は，本研究所病院部入院の ^{131}I 投与(1 mCi静注)患者尿である。

操作は第1図(次頁)のごとくで，A試料は投与後24時間尿，B，C試料はそれぞれ2日および3日目の尿で，採取後3～4日を経過したものである。供試量はすべて尿250m*l*を用い，他の尿成分よりヨウ素を強塩基性陰イオン交換樹脂柱に吸着させ，ついで四塩化炭素抽出を行ない，ヨウ素をAgIとするものである。

尿中ヨウ素は，Fletcherによると約20パーセントが結合型ないし非イオン型であるといわれているので，これ



第1図 尿中の ^{131}I のイオン交換分離法および収率

を酸およびアルカリで遊離型とし,また,この処理を行なうことによりカラムを閉塞する尿中の不溶性成分を除去した。なお,この沈渣中のヨウ素の損失率は0.1%以下であった。大部分のヨウ素は上清(1)に集っているのでこれをDowex 1X8 Cl型, 50~100メッシュ。4 ml径10 mmのカラムに流速5 ml/分で通過させ,樹脂にヨウ素を吸着させた。

溶離液は1M過塩素酸ナトリウム80 mlに塩酸ヒドロキシルアミン0.6 gを溶かし,pH 9に調製したもので,流速3 ml/分で溶離させる。溶出液中のヨウ素は約90%を示し大部分が回収された。ついで,この液を分液ロートに入れ,IO_3^-, IO_4^-などの過酸化物を塩酸ヒドロキシルアミン0.8 gで還元したのち,亜硝酸ナトリウム0.5 g,四塩化炭素20 mlおよび硝酸(比重1.38)を加え,ヨウ素を抽出した。

さらに,不純物を除くため亜硫酸水に逆抽出後,硝酸銀溶液を加え,ヨウ化銀としてヨウ素を回収した。

この沈殿は110℃, 40分間乾燥し,秤量して収率(R)を求め,効率曲線より効率(E)を求めて,試料採取時刻の時間補正を行なったところ,^{131}Iの収率は,3試料については85~88%であった。

なお,他の放射性核種の混入を調べるため,1カ月半経過の核分裂生成物5.1×10^5 cpmを正常人尿250 mlに加え,同様操作をしたのちAgIとして沈殿させ測定したところ5~9 cpmであり,他の放射性核種の混入はほとんど防ぎ得たことがわかった。

さらに,10数pCiの^{131}Iを添加した尿250 mlについて数例の検討を行ない,低バックグラウンド・ベータ・カウンターで測定を行なって収率を求めたところ,85~88%であった。

(2) 結 語

1) 尿中結合型ないし非イオン型ヨウ素が通常20%といわれているが,酸,アルカリ処理により遊離型とするときは,尿中不溶性残渣へ0.1%以下,非吸着ヨウ素約2%と大部分が樹脂に吸着された。

2) 他の放射性核種,特に,^{144}Ce, ^{106}Ru, ^{99}Tc, ^{99}Mo, 等の混入はほとんどみられなかった。

3) ^{131}I投与者の尿および^{131}I添加尿についての収率は平均86.2%であった。

〔研究発表〕

1. 田中義一郎;牛乳,尿および甲状腺中の放射性ヨウ素の定量法について,第57回日本獣医学会(1964年4月)
2. 田中義一郎,富川昭男;牛乳尿および甲状腺中の放射性ヨウ素の測定法,日本放射線影響学会第6回研究発表会(1964年7月)

5. 原子吸光光度法による安定ストロンチウムの定量

環境汚染第2研究室
田　中　義一郎
富　川　昭　男

(1) はじめに

原子吸光光度法は発光分析法に比して，共存原子の干渉およびマトリックスの影響を受けにくく，また，光源は分析元素と同じ光を出す放電管を用いるので，他の原子の発光による妨害が少ない等の利点があり，既にMgやZnに対して有用な分析法であることが示されたが，Srに対してもかなり高い感度をもっていることが知られている。

David (*Analyst*, 87, 576, 1962) は，生物体および土壌中のSrの定量に本法を用い好結果を得たと報告している。その中で，Srに対しAl^{3+}, SiO_3^{2-}が妨害を与え，多量のCaの存在はその妨害を緩和することを見出した。また，PO_4^{3-}はCaと共存すると妨害を増大さることを示した。

しかし，それ以外の共存元素や無機酸および有機酸，その他共存物質の影響およびその他の条件についての検討は十分でなく，また，骨や動物組織などのように極めて多量のCaおよびPO_4^{3-}の共存する条件でのSrの定量も，現在，報告は行なわれていないようである。

生体組織，ことに動物の硬組織，植物体，土壌，河川水，その他に存在するSrの定量に適用し，多数の試料を分析するに適する方法を確立することを目的とし，今回は基礎的条件の検討を行ない，極めて有用な分析法であることを確認した。

(2) 装置および試薬

装置：Perkin Elmer Model 303型単一光源をチョッパーにより複光束としている。照射光源はSr中空陰極ランプを用いたガスはアセチレン-空気である。

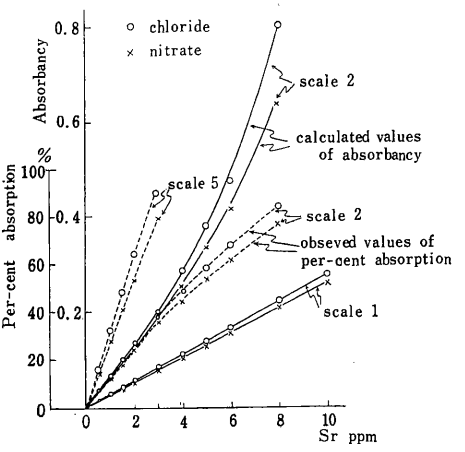
試薬：1) Sr標準液は特級$SrCl_2$または$Sr(NO_3)_2$を蒸溜水に溶解し調製した。2) Ca標準液は特級Ca試薬中にも微量のSrの混在が考えられるので発煙硝酸で処理し，1,000 gより80 gのCaを得，これを用いて調製した。この処理に^{85}Srを用い，Srの除去率を調べたところ，97%のSrを除去することができた。3) 他の試薬はすべて特級試薬を用いた。

(3) 測定条件

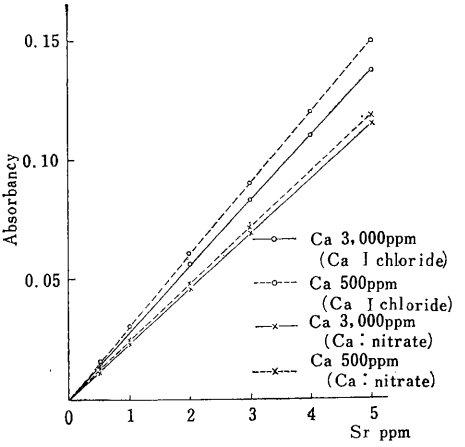
Sr10 ppm標準液を用い最適条件を検討した。1) Srのスペクトル線を通過させる炎の部位は混合炎で最大の吸光を示し，混合炎>還元炎>酸化炎の順である。2)光源ランプへの電流は大きな影響はないが，低い電流域では安定を欠くので10 mAとした。3) アセチレン-空気圧については，アセチレンガス圧を大きくすると吸光は増すが黄色炎が現われ安定を欠くので，流量計でアセチレン9.0，空気7.5で測定することにした。4) スリットは4で最大の吸光を示す。5) 波長は約461 mμ (vis 230.6) で最高の吸光を示し，その幅は狭く鋭い。

(4) Srの検量線

0～20 ppmで直線を示し，低濃度で極めてよい直線性を示した。また，Caが3,000 ppm，500 ppm共存しても，5 ppm以下で極めてよい直線が得られ，炎光法と異なり，Caの共存による妨害は極めて少ない（第1図および第2図)。



第1図　Calibration curves for strontium at 461 mμ range 0～10 ppm)



第2図　Calculated values of absorbancy for Sr in the presence of 3,000 ppm and 500 ppm Ca

（5） 無機酸およびアンモニアの影響

無機酸の影響は第1表に有機酸その他と合せて示す。HClが存在する場合，炎中でSr，SrOに加えて$SrCl_2$も生成され，これがSrと異なるスペクトルをもつため，高濃度で吸光を妨害するようである。第1表にみられるように，Caが共存する場合，$CaCl_2$で共存すると吸光は27.0%前後であるが，$Ca(NO_3)_2$で共存すると23.4%前後に減少する。これは$Ca(NO_3)_2$が炎中でCaOになる時，Srを吸着または混合酸化物を作ることにより，とらえるためではなかろうか。HCl性に$Ca(NO_3)_2$を加えた時，HCl 0.1M濃度で吸光が23.4%から28.5%に回復するのは，逆にClがCaをとらえて混合酸化物の生成を防ぎ，吸光を回復させたものと考えられる。

HNO_3は，吸光は劣るが濃度の影響は少なく，HCl，H_2SO_4，$HClO_4$等は濃度の影響が大であった。アンモニアは吸光を妨害し，無機酸，ことにHNO_3での中和により回復し，増加さえした。

（6） 有機酸，シアン化物，EDTA等の影響

実験結果の一部を第1表に示す。これら物質は炎中で還元性（O_2をよこ取りする）を示すと考えられるので，Sr原子がふえ吸光を増すのではないかと考えられるが，特に効果的なものはみあたらない。分子の小さいもの，濃度の低いものは吸光を増したが，分子が大きく，濃度が高くなると分子の分解に多くのエネルギーが必要であり，また，時間がかかり，未分解のものにSrが吸着され吸光に役立たなくなると思われる。CH_3COOH添加の場合は，ノズル中の試料通過が若干おそくなるため，試料の量がいくぶん減少するにもかかわらず吸光を増すが，CCl_3COOHで減少するのはClが存在するためと考えられる。アルコール類の影響はほとんど認められない。

（7） 共存金属イオンの影響

Li, Na, K, Rb, Cs, Be, Mg, Ca, Ba, Zn, Cu, Al, Pb, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, La, Ce, Th, 酸根となると思われるTi, P, B, Si 等につき，塩化物，硝酸塩について5～1,000 ppmにわたって調べた。妨害の大なるものはTi, Al, SiO_3^{2-}，ついでBe, Cr, Fe, Thであり，La, Ceの硝酸塩，PO_4^{3-}，Caの硝酸塩も吸光を減少させた。他はわずかに吸光を増し，総じて硝酸塩は塩化物に比して大きく影響するもののようである。

PO_4^{3-}はそれ自身ではあまり妨害しないが，Caと共存

第1表 Effect of inorganic and organic acids and other compounds. Observed values of percent absorption for 5 ppm Sr in the presence of acids and other compounds.

	No Ca salts				In the presence of Ca 3000ppm					No Ca salt						
	Concentration of acids (M)				Ca salts	Concentration of acids (M)					Conecntration of compounds (M)					
	0	0.1	0.5	1.0		0	0.1	0.5	1.0		0	0.01	0.05	0.1	0.5	1.0
HCl	27.8	27.8	25.1	21.3	$CaCl_2$	27.2	26.9	24.5	22.5	NaCN	27.4	28.7	30.8	28.1	25.1	
					$Ca(NO_3)_2$	23.4	28.5	26.1	23.8	KCN	27.3	28.7	31.3	0.14	28.6	
HNO_3	27.9	27.9	26.9	26.0	$CaCl_2$	27.0	27.0	24.8	23.1	NaCNS	27.2	30.1	30.4	29.5	28.8	
					$Ca(NO_3)_2$	23.5	23.5	23.0	22.7	KCNS	27.2	31.2	30.5	30.3	28.8	
$HClO_4$	27.6	29.0	26.5	23.1	$CaCl_2$	27.2	27.2	25.0	22.5	NH_4CNS	27.2	27.4	28.2	28.7	27.3	27.0
					$Ca(NO_3)_2$	23.4	28.6	26.5	24.0	EDTA	27.4	27.9	29.9	29.5		
H_2SO_4	27.9	29.3	26.6	24.6	$CaCl_2$											
					$Ca(NO_3)_2$											
HCOOH	27.8	28.5	27.8	28.0	$CaCl_2$	27.7	28.0	28.0	29.1							
					$Ca(NO_3)_2$	23.4	23.6	23.1	23.4							
CH_3COOH	27.7	28.1	29.3	29.8	$CaCl_2$	27.7	28.2	29.3	31.6							
					$Ca(NO_3)_2$	23.5	23.8	24.4	25.2							
$CH_3CHOHCOOH$	27.9	28.0	28.0	26.7	$CaCl_2$	27.7	27.5	27.8	27.7							
					$Ca(NO_3)_2$	23.5	22.2	25.7	26.3							
$(CHOHCOOH)_2$	27.9	27.2	26.1	23.4	$CaCl_2$	27.7	27.5	24.8	22.7							
					$Ca(NO_3)_2$	23.5	27.9	27.4	23.9							
CCl_3COOH	27.4	27.2	21.9	16.7	$CaCl_2$	27.0	25.4	20.8	16.8							
					$Ca(NO_3)_2$	23.4	27.0	21.4	16.9							

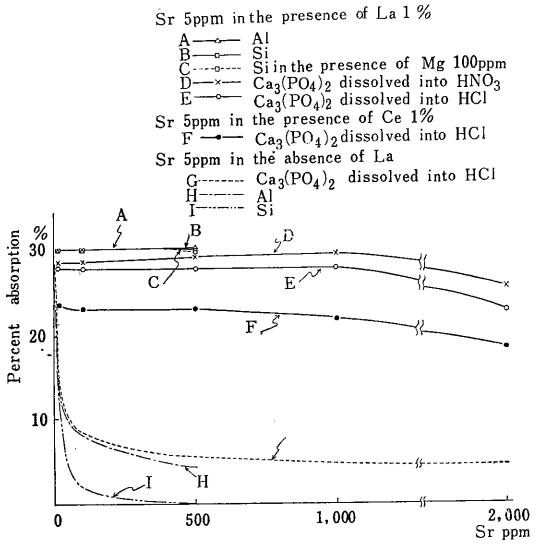
すると大きく妨害し，Davidの実験と同結果を得た。また一定量の Mg, Ba, Zn, Fe と共存した場合にも妨害が強まり，Mg と SiO_3^{2-} が共存するときも妨害が増大した。

(8) 妨害イオンのいんぺい

自然物中のSr定量にあたって共存する割合が多く妨害物質となる Al, PO_4^{3-}, SiO_3^{2-} と，極微量で妨害作用をする Ti について，マスキングする物質の検索を行なった。David は Sr に対する妨害を除くために効果的なものとして La をあげ，また，Ca も Al, SiO_3^{2-} の妨害を除くことを示した。

Ca, La のほかに Mg, Li, Y, Ce, 有機物では CCl_3COOH, KCN, KCNS, EDTA について調べた。PO_4^{3-} については多量の La が，ついで Ce が効果があり，CCl_3COOH, EDTA も効果が若干認められた。SiO_3^{2-} については多量の Ca, La, Ce が妨害を除き，Y, CCl_3COOH も効果があり，Mg, KCN, KCNS は大きく妨害を強めた。Ti については多量の Ca, La, Ce, ついで Y, Mg が妨害を除き，Li, CCl_3COOH にも効果があり，他のものも若干の効果を示した。Al については多量の La, Ce, Ca, Mg, Y が妨害を除き，CCl_3COOH も効果は大きかったが，KCN, KCNS, EDTA は妨害を強めた。

La_2O_3 を HCl あるいは HNO_3 に溶解して用いる場合を比較すると，HCl の方が効果が大きく，また吸光も大であり，La 1% の共存によりこれら4妨害物質の妨害作用をほとんど除きうることを示した（第3図）。



第3図 Interference of Al, SiO_3^{2-} and PO_4^{3-}, and masking effect of La and Ce for them

(9) 定量操作について

検量線法と標準添加法とを比較すると，酸濃度や共存金属イオン等によりわずかに影響を受けるゆえ，試料中の共存元素が既知の場合，供試液と標準液中の酸濃度，共存元素を同一にし，検量線法を適用し得るが，共存元素の一定しない試料は標準添加法が望ましく，この場合，低濃度で極めて直線性がよいので，標準添加外挿法による場合は2点について行なえば十分である。結果は次式により求める。

$$X = \frac{CA}{A' - A}$$

X：供試液の Sr 濃度，C：添加した Sr 量，A：供試液の吸光率（吸光度），A′：Sr を添加した供試液の吸光率（吸光度）

上式を用い，Sr 2 ppm, $Ca_3(PO_4)_2$ 1,500 ppm, Al, Mg, Na, K, Fe, その他を任意量加えた供試料を La 1% 共存させ定量したが，±5%以下の誤差で定量できた。Ca が 3,000 ppm 存在しても，PO_4^{3-} がその半量以下の5%の誤差で定量し得る。

植物，土壌等では SiO_2 分離，河川水の場合は濃縮し，SiO_2 を分離すれば Ca や PO_4^{3-} が存在しても La を加え測定し得るが，骨のように $Ca_3(PO_4)_2$ が多量に存在する場合は PO_4^{3-} を除去することが必要であり，現在，陰イオン交換樹脂，あるいは沈澱法等によるなど，PO_4^{3-} の除去法を検討中であるので，他のものの前処理等と合せて追って報告したい。

(10) おわりに

原子吸光光度法による Sr 定量の基礎的条件について検討し，多数の，そして多量の元素が共存しているような試料を処理する場合に，極めて有用な分析手段であることを明らかにした。この装置を用いた人骨の分析結果は放射能調査結果報告中に記載した。

6. ^{137}Cs の尿中排泄と人体負荷量との相関

環境汚染第2研究室
内山正史
佐伯誠道*
飯沼武**

＊環境汚染第1研究室
＊＊物理第1研究室

(1) 緒言

原子力施設の不慮の事故時の人体放射線被曝線量を多数の人について簡便に調査する方法の検討を目的として研究を始めた。その1つとして，核爆発実験による放射性降下物に由来する ^{137}Cs の人体負荷量と尿中排泄量との相関について研究した。

（2） 試料と測定法

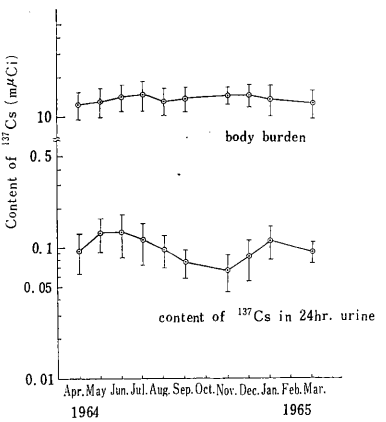
1964年4月以降1965年3月まで，毎月6～16人，延べ120人の成人男子について，体内K，^{137}Cs量をホールボディ・カウンターで測定した。ホールボディ・カウンターの構造は50×50×15 cmの国産プラスチック・シンチレーターをMgOを反射材にしてステンレススチールのケースに収容したものに5″φの光電子増倍管（Du-Mont 6364）4本をとりつけて，1個のユニットとし，これを水平なベッドの上下にそれぞれ4個ずつ配置したものである。この装置のエネルギー分解能は^{40}Kに対して20%（half wicth）以下である。^{137}Csの測定にはシングルチャンネル波高分析器を用いて，0.513～0.598MeVにおける^{137}Csの多数をスケーラーで15分間行なった。

体内量被測定者から個人別に24時間排泄尿を採取して1試料とし，放医研年報38年度260頁の方法で尿中^{137}Csを測定し，K量は尿を濃硝酸で湿式灰化後，768mμの波長で炎光分光分析法で求めた。

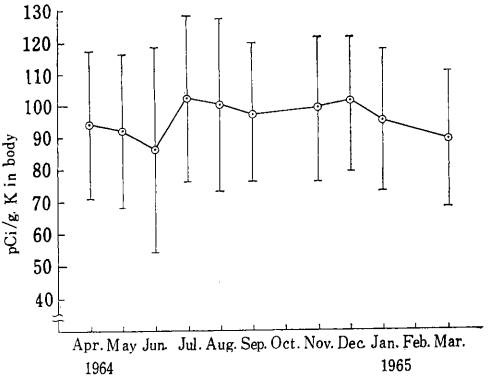
（3） 結果と考察

人体内^{137}Cs量は著しい個体差が観察され，^{137}Csの高濃度保持者は低濃度保持者の2倍程度の値を示し，この各個人の保持量の高低の傾向は測定全期間を通じて同じであった。しかし，24時間排泄尿中^{137}Cs量にはこのような傾向は認められず，測定時により^{137}Cs尿中排泄量の高低が各個体間で逆転することもあった。人体内^{137}Cs量の月別平均値は全観察期間を通じて11.2～14.7mμC^{i}であって，大きな変化はみられなかった。24時間排泄尿中^{137}Cs量の月別平均値は62～131pCiで，かなりの時期的変化が観察された（第1図）。次の実験結果から，24時間排泄尿中^{137}Cs量の月別平均値に認められる変化を時期的変化と推察する。1965年3月に，24時間排泄尿を連続した7日間同一の5人について測定したところ，各人の最大の日変化を5人について平均すると約1.4の数値が得られた。個体差は7日間を平均すると，^{137}Csの尿中排泄量の最大値は最小値の約1.2倍であった（第3図）。したがって，24時間排泄尿中の^{137}Cs量の月別平均値が多い月で少ない月の2倍に及ぶ差を示すのは，時期的変化と推察される。

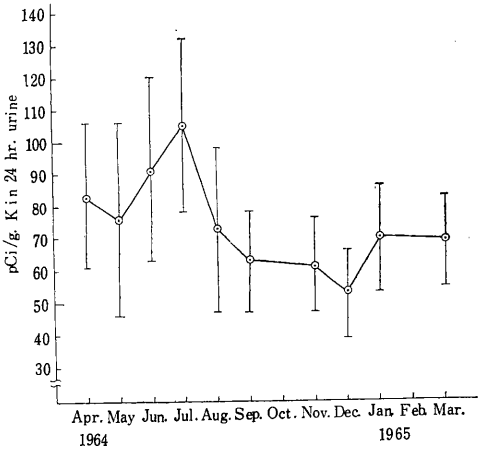
人体内^{137}Cs量と24時間排泄尿中^{137}Cs量との相関性は，前述の諸結果からも推察されるように，全観察期間を通じては認められなかった。ただし，1964年11月のように，相関係数r＝0.53のごときかなりの相関がある月もあったが，これはむしろ偶然の結果と考える。



第1図 Monthly average content of ^{137}Cs in 24hr. urine and average body burden of ^{137}Cs during period from Apr. 1964 to Mar. 1965



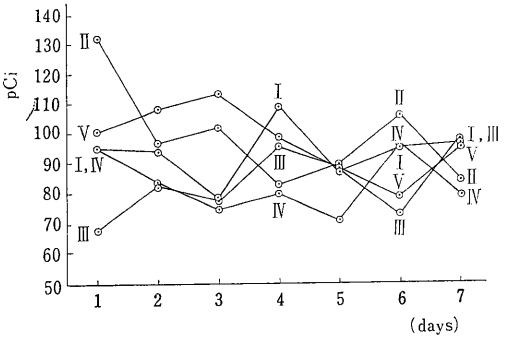
第2図a Monthly average cesium unit in body during the period from Apr. 1964 to Mar. 1965 (except Oct. 1964 and Feb. 1965)



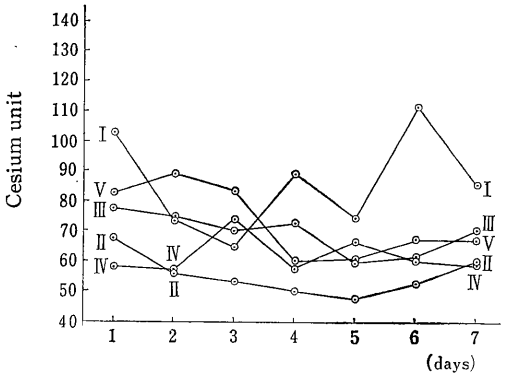
第2図b Monthly average cesium unit in 24hr. urine during the period from Apr. 1964 to Mar. 1965 (except Oct. 1964 and Feb. 1965)

体内セシウムユニットは月別平均86～102pCi/gKであり，24時間排泄尿中セシウムユニットの月別平均は56～105pCi/gKであった。体内セシウムユニット，24時間排泄尿中セシウムユニットの両者とも月別平均値の変化の幅は^{137}Cs量の月別平均値の変化の幅よりは大きくない（第2図)。ところが，セシウムユニットに関する体内量と24時間排泄尿中量との相関は，全観察期間を通じても $r=0.25$ であって^{137}Cs量に関する相関よりもよく，セシウムユニットの月別にみた相関も $r=0.5$ 以上の相関係数をもつ月が1964年9月の $r=0.5$，同11月の $r=0.6$，1965年3月の $r=0.8$ の3回に達した。

セシウムユニットに関する相関が^{137}Cs量に関する相関よりもよい原因の1つとして，第3図にみられるように，24時間排泄尿を，連続した7日間同一の5人について別々に集めて，その^{137}Cs量とセシウムユニットとを測定すると個体の特殊性がセシウムユニットの方により



第3図a Content of ^{137}Cs excreted in 24hr. urine for five subjects observed for continuous seven days (Mar. 1965)



第3図b Cesium unit in 24hr. urine for five subjects observed for continuous seven days (Mar. 1965)

著しく認められる。個体の特殊性は，最初に述べたように，体内量に関しても認められるので，セシウムユニットについての相関の方がよくなると考えられる。

しかしながら，1964年4月から1965年3月までの測定期間においては，その全期間を通じての体内量と24時間排泄尿中量との相関はセシウムユニットについても，^{137}Cs量についても認められないといってよい。1963年～1964年が放射性降下物の降下量が著しく多い年であって，食物中の^{137}Cs量も1963年～1964年が従来の最高のピークであった。この期間には摂取^{137}Cs量の影響がかなり大きくあらわれているので，尿中^{137}Cs量は食品中^{137}Cs摂取の状況に応じての変化が著しいものと考えられる。食物中の^{137}Cs量は1963年～1964年のピーク以後は漸減している。この傾向が今後とも続いた場合，^{137}Csの人体内の蓄積量と排泄量とが平衡状態に達するであろう。したがって，体内量と24時間排泄尿中量との相関性が高まると推察されるので，今後とも観察を続けたい。

本研究の実施にあたりご協力いただいた公衆衛生院山県登氏，放医研物理第1研究室石原十三夫氏，技術課八代重雄氏に感謝する。

〔研究発表〕

佐伯誠道，飯沼武，内山正史；^{137}Csの人体負荷量に関する研究(Ⅱ)，日本原子力学会（1965年4月）

7. 水中懸濁物による放射性核種の濃縮（第2報）

環境汚染第3研究室
佐伯誠道
高田紀美

(1) 緒　言

海洋の放射能汚染を問題にするうえで，放射性核種の循環過程に懸濁物がかなりの程度関与しているであろうことは当然考えられる。それゆえ，懸濁物に目を向け，その観点から核種の挙動一般を追求することが是非とも必要となってくる。この意図のもとに行なった一連の実験結果を放医研年報，38年度，221頁に報告した。前報では，海洋細菌，酵母の放射性核種の濃縮を調べたが，本報では植物プランクトンをとりあげて，その放射性核種の摂取を検討した。

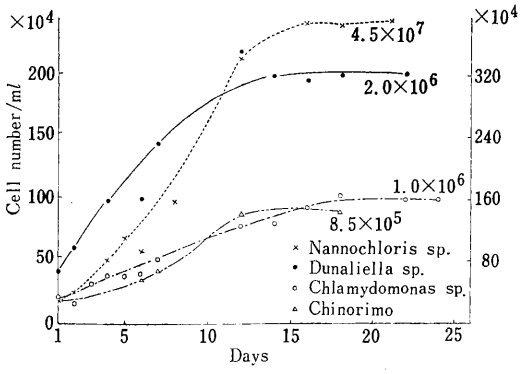
(2) 実験材料と方法

Miquel 氏液を添加した天然海水を用いて，緑藻の *Dunaliella sp.*, *Nannochloris sp.*, *Chlamydomonas sp.*, 紅藻のチノリモを螢光灯照明下18℃～23℃で培養し実験に供した。今回は温度の影響の1実験を除いては，stationary phaseにおける細胞の核種摂取を検討した。こ

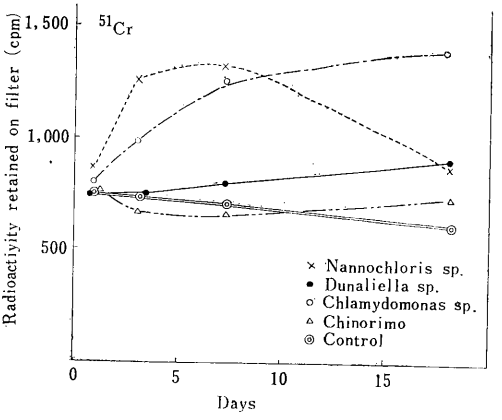
のphaseの試験培養液にラジオアイソトープ（RI）を添加し，その一定量をmillipore filter (type HA pore size 0.45μ) で経時的に口過し，フィルターの放射能を測定した。このフィルター上に保持された放射能から，細胞を含まないRI添加海水を口過したフィルターの放射能を差引いた値を比較検討した。実験方法の概要は前回とほぼ同様であるが，死細胞を得る方法として今回は加熱処理ではなく，ホルマリン処理を施こした。なお，温度の影響を調べるため，exponential phaseの植物プランクトンを2℃で培養し，常温の結果と比較検討した。使用したRIは^{60}Co, ^{65}Zn, ^{137}Cs, ^{85}Srは塩化物で，^{51}Crは$Na_2Cr_3O_4$，^{131}IはNaIの形で用いた。

（3） 実験結果および考察

細胞接種後約2週間で増殖はほぼ平衡に達する（第1図）。第1図は今回の実験条件下における増殖の割合を示したものであるが，この平衡に達している相において細胞の核種濃縮をみてみると，プランクトンの種ならびに放射性核種の相違によって，放射性核種を摂取する様相は非常に異なることが観察された。第2図はその1例

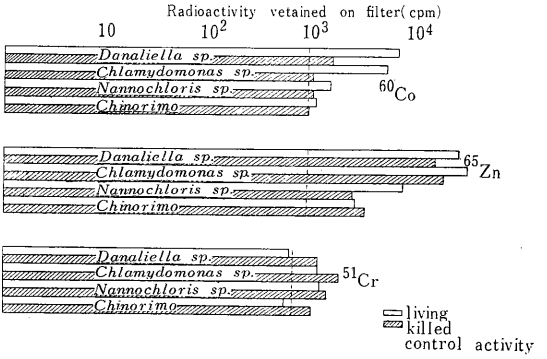


第1図 細胞の増殖

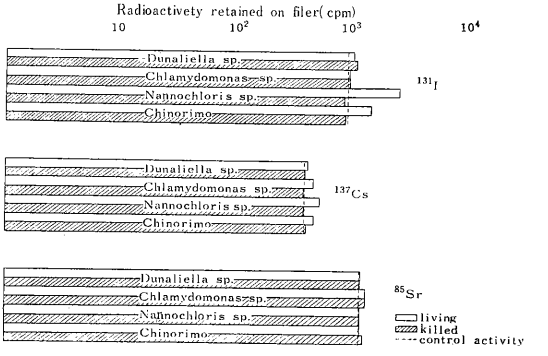


第2図 ^{51}Crの濃縮の経日変化

として，^{51}Crの摂取を時間的に追ったもので，種により摂取平衡に達する時点も異なる。他の核種についても同様なことが観察された。このため，今回の報告では核種摂取の程度につき一応の予備的目安をつけることを目的として実験を行なった。プランクトン培養中の海水にRI添加後7日経過したものについて，生物体に保持された放射能を比較検討した（第3図）。一般に，^{65}Znは生細胞にも死細胞にも高度に濃縮され，^{60}Coは生細胞に顕著に濃縮が認められた。^{51}Crは一部のプランクトンの生細胞にも濃縮されるが，一般的に死細胞に対しより高い親和性を示している。^{131}Iは，種によって明らかな選択性が認められる。^{137}Csは上記核種の濃縮に比べるとその程度はかなり低いが，生細胞に濃縮されることが観察された。また，種別にみると*Dunaliella sp.*と*Chlamydomonas sp.*は，生細胞の場合，^{60}Co, ^{65}Znが顕著に取込まれており，死細胞にも^{65}Zn, ^{51}Crが顕著に濃縮されている。また，*Nannochloris sp.*とチノリモにおいても，生細胞では^{65}Zn, ^{60}Coの濃縮が認められるが，その率は前二者に比べるとずっと低い。後二者（*Nannochloris sp.*とチノリモ）において，^{131}Iの生細胞への取込みがはっきりと認められた。上記の実験結果から，



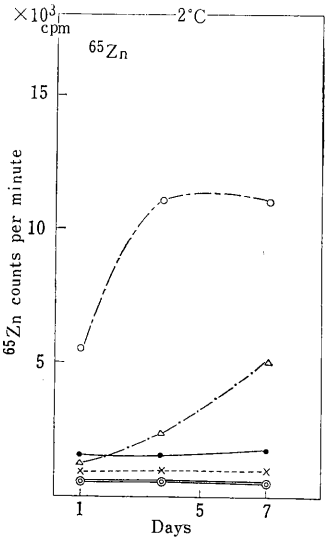
第3図a Radioactivity retained on filter (cpm)



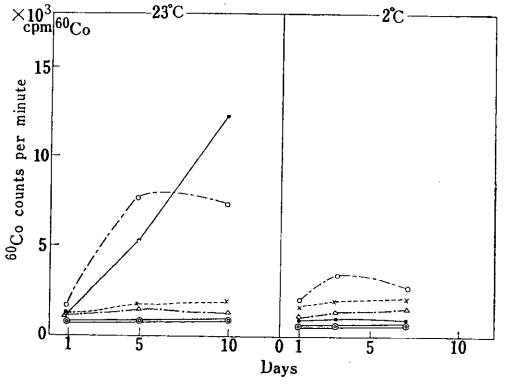
第3図b Radioactivity retained on filter (cpm)

^{65}Zn, ^{60}Co の濃縮の程度と^{131}Iの選択的濃縮について *Dunaliella sp.* と *Chlamydomonas sp.* とが，また，*Nannochloris sp.* とチノリモとが類似性をもっていることが認められた。

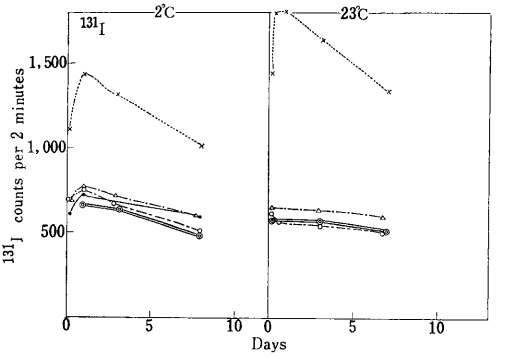
次に，生細胞にかなりの濃縮の認められた核種の ^{65}Zn, ^{60}Co, ^{131}I について温度の影響を調べた（第4図，第5図，第6図）。低温下の実験は exponential phase のものを用いたため，細胞数の変動を考慮に入れる必要があるので，増殖の程度を観察した結果を第1表に示した。*Chlamydomonas sp.* とチノリモに増殖が観察され，第4図にみられるように，これらの種において，^{65}Zuの摂取が観察された。細胞類の増加に伴なって，当然放射性核種の取込みが増すことが考えられるので，培養温度の異なった条件下における生細胞の放射能と死細胞のそれとの比を第2表に示した。*Dunaliella sp.* と



第4図　2℃における^{65}Zn濃縮経日変化



第5図　^{60}Co縮縮に及ぼす温度の影響



第6図　異なった温度下における^{131}Iの濃縮

Nannochloris sp. は ^{65}Zn の生体内への取込みが低温下で抑制されるが，これに対し，*Chlamydomonas sp.* とチノリモには，低温度の影響はみられないか，むしろ低温下で取込みが増大する傾向が認められた。すなわち，*Chlamydomonas sp.* においては，低温において明らかに取込みが活発化しているが，この点についてさらに実験を重ねて原因を検討したい。^{60}Co, ^{131}Iの場合も低温下では摂取率が低下することが観察された（第4図，第5図）。

第1表　2℃ における細胞の増殖

	Initial number(1)	at 25 days(2)	(1)/(2)
Dunaliella sp.	28×10^5/ml	3.2×10^5	1.2
Nannochloris sp.	3.2×10^6	4.0×10^6	1.2
Chlamydomonas sp.	3.3×10^5	1.4×10^6	3.2
Chinorimo	2.6×10^5	1.8×10^6	6.9

第2表　生細胞と死細胞の^{65}Zn濃縮の比

	23℃	2℃
Dunaliella sp.	1.6	1.0
Nannochloris sp.	3.0	1.0
Chlamydomonas sp.	1.0	3.0
Chinorimo	2.0	2.0

〔研究発表〕

佐伯誠道，高田紀美；放射性核種の水中懸濁物による濃縮（第2報），日本水産学会年会（1965年4月）

XII. 臨 床 研 究 部

概　　況

臨床研究部は5研究室によって構成されている。臨床第1研究室および臨床第2研究室は放射線障害の臨床的研究，臨床第3研究室および臨床第5研究室はRIによる諸種疾患の診断，治療，臨床第4研究室は放射線，特に高エネルギー放射線による悪性腫瘍の治療に関しての調査研究を目的としている。

39年度に実施した研究業務を各研究室ごとにわけてその概略を述べると，まず，臨床第1研究室では，ビキニ被災者，原爆被爆者，職業的放射線取扱者，トロトラスト投与例，事故によるガンマ線被曝者等の末梢白血球の染色体についての検索を行ない，被曝者群では正常人より高頻度に染色体異常を認めた。

臨床第2研究室では，赤血球中の酵素と放射線との関係を検索する第1階段として，溶血性貧血における各種赤血球酵素の活性に関する研究を行なった。また，放射線障害と造血臓器，特に幹細胞動態について興味ある知見を得ている。

臨床第3研究室は，ヒューマン・カウンターによって人体中に含まれるK-40を測定，身体構成成分の年令的推移，成熟あるいは老化の生理的変化についての研究を行なった。その他，^{14}C 標識アミノ酸を用い，筋肉へのトランスポート，特に神経切断の萎縮筋のアミノ酸取込みについて新しい知見を得ている。

臨床第4研究室では，線量分布の測定に関する研究として，1つは小線源の代りに光源を利用し，その照度を指向性の少ない露出計によって各点における線量率を求める方法，第2に運動照射時線量分布を種々な特性を有するフィルムを用いて測定する方法を発表した。

以上のほか，臨床第4研究室では，肺の放射線照射後に起る肺線維症に対する甲状腺ホルモン，トリヨードサイロニンの予防的効果に関する実験を行ない，このホルモンが線維症の発来をある程度阻止するという結果を得ている。

臨床第5研究室では，甲状腺ホルモンあるいはその類似化合物の構造と活性との相関を量子化学的に分析，また，抗甲状腺作用物質についても同様の量子化学的分析を行ない，その構造と活性との関係について興味ある事実を得ている。また，RIによる低アルブミン血症の診断については，^{131}I と ^{125}I 標識化合物のダブルトレーサーによる診断法，特異な症例等を報告，また，^{131}I 標識インスリンによるインスリン結合蛋白の測定法，さらにインスリン抵抗性との関係についての発表を行なった。その他，臨床第5研究室では，プロジェクト研究「緊急時対策に関する調査研究」のうち，放射性ヨウ素の甲状腺ならびに全身負荷軽減に関する研究を分担し，一応成人についての対策についての結論を得た。

（臨床研究部長　田中　茂）

1. 白血球染色体に及ぼす電離放射線の影響

臨床第1研究室
石　原　隆　昭
佐　藤　満洲子
熊　取　敏　之

われわれは，電離放射線被曝者の白血球にみられる染色体異常について，放射線障害との関連，白血病発生に対する染色体異常の意義の解明のために，従来から研究を進めてきて2,3の知見を得た。

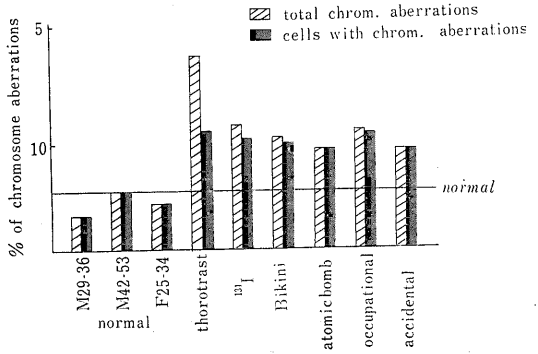
（1） 研究方法

白血球染色体観察にはMoorheadの方法によって末梢白血球を培養し，その後，air dry法によって作製した標本を用いた。これら白血球は大部分，リンパ球と考えられる。

被検者は，被曝者群としてトロトラスト投与例，^{131}I 治療例，ビキニ被災者，原爆被爆者，職業的放射線取扱者，事故によるガンマ線被曝者で，対照例としては正常男女16名を選び，年令によって3群に分けた。

（2） 研究成績ならびに考察

被曝者の染色体異常を対照例の異常と比較すると，第1図に示したように，被曝者群ではいずれも対照例に比



第1図　正常人および被曝者群の染色体異常頻度

べて高頻度の染色体異常が認められる。すなわち，aneuploid cells の頻度も被曝者群では高く，また，対照例では稀にしかみられない acentric fragments はトロトラスト例や ^{131}I 治療例では高率である。さらに，正常には観察されていない dicentrics, ring およびその他の chromosome-type abnormalities が各被曝者群にみられている。chromatid-type aberration は正常より高率のもの，低率のものとまちまちである。

これらの被曝者群はそれぞれ被曝条件を異にしているが，これら被曝者群の間の染色体異常の比較を行なうことは，被曝者の障害を把握する点で重要なことである。ここではまず，トロトラスト注射例，ビキニ被災者をとりあげ，さらに ***in vitro*** 照射実験について，それぞれの分析結果を比較した。

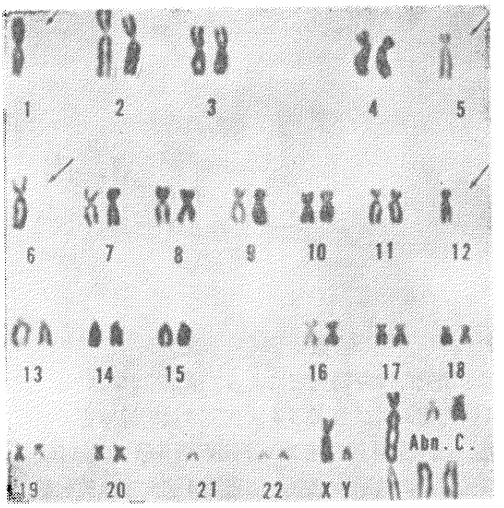
トロトラスト例とビキニ例との相違と思われる点は，前者では acentric fragments, dicentrics, rings の出現が著明であるのに対し，ビキニ例では正常にはみられない monocentric な染色体異常の出現がない点である。このような異常染色体の詳細な karyotypical analysis を行なって，これらをもつ細胞を次のような2つの type に分けた（第2図，第3図）。

a) Type Ⅰ（第2図）は dicentrics, rings, acentric fragments のような異常を含む細胞

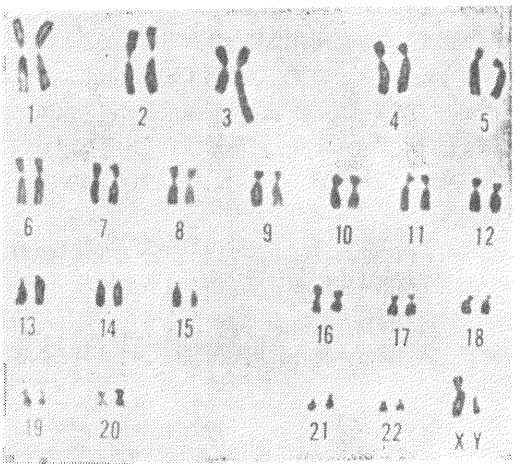
b) Type Ⅱ（第3図）は monocentric な染色体異常で正常とは明らかに異なる karyotype を示す細胞

Type Ⅰ細胞はトロトラスト例や ***in vitro*** 実験の染色体異常の大部分を占め，Type Ⅱ細胞はビキニ例の異常細胞の多くに認められる。

このような異常細胞の行動を検討するために，同一材料について48時間培養と72時間培養との染色体異常頻度を比較した。トロトラスト例の72時間培養では，48時間培養に比して染色体異常の急激な減少がみられる。***in***



第2図　Type Ⅰ細胞の karyotype



第3図　Type Ⅱ細胞の karyotype

vitro 実験でも同様である。しかし，ビキニ例では両培養間に変化はない。そこで，両方の培養でみられる異常細胞を分析してみると，減少する異常細胞は Type Ⅰで，Type Ⅱ細胞細胞はほとんど変化しないことが明らかとなった。以上の結果からみると，Type Ⅰ細胞は，細胞分裂を重ねるに従がってほとんどが失なわれてゆく運命にあるが，Type Ⅱ細胞は，細胞分裂を経過して存続する可能性があると考えられる。

次に，トロトラスト例と ***in vitro*** 実験では，異常染色体の分布をみると，7群の染色体群で各群の relative length にほぼ比例して分布しており，期待値との間に有意差はない。しかし各被曝者群から集めた Type Ⅱ細胞にみられる染色体異常の分布をみると，期待値とは異なり，A群とG群における異常が著しく高く，C群の異常が低

くなっている。したがって，ある特定の染色体群に生じた異常をもつ細胞が，特に高い分裂増殖能を有するとか，あるいは長い生存力を有するかも知れないということが示唆されている。

(3) 結　　論

上述のように，すべての被曝者群では正常人より高頻度の染色体異常が認められ，その異常の質的内容も正常人とは明らかな差異が認められた。

染色体異常を示す細胞を2つのtypeに分けて，その特質について若干の検討を行なったが，放射線障害や被曝による白血病発生とも関連して，さらに研究を進めなければならない。

〔研究発表〕

石原隆昭，熊取敏之；電離放射線の白血球染色体に及ぼす影響，第27回日本血液学会総会シンポジウム（1965年3月）

2. ヒト白血球培養条件の検討

臨床第1研究室
上田俊男
熊取敏之

近年，ヒト染色体観察のために末梢白血球培養が盛んに行なわれている。しかし，培養結果は必ずしも一定でなく，時に染色体観察に適しない培養結果を得る場合がある。われわれはこの点にかんがみ，培養に用いるphytohemagglutinin (PHA) の種類と量，および植込み細胞数について検討した。

(1) 研究方法

正常ヒト静脈血(ヘパリン加)を静置して白血球を分離し，5 mlのNCTC-109 (10%ヒト血清を含む) 培地で，37℃で72時間培養する。植込み細胞数は 2×10^5～2×10^6/vialで検討した。

(2) 研究成績

1) PHA-Mは細菌汚染のあることがあり，millipore-filter (HAWP) で口過する必要がある。millipore-filterで口過後はPHA-Pと同様に使用できる。

mitotic co-efficientと生存細胞数からみると，PHA-P 0.005 ml/vialとPHA-M 0.05ml/vialは効果は同じである。つまり，PHA-PはPHA-Mの1/10量で同じ効果が得られる。

PHA-PとPHA-Mとを併用しても，おのおのを単独に使用した場合と有意差はなかった。

2) エリスロシン-Bを用いた生存率の検査でもPHA-PとPHA-Mの効果には有意差はみられなかった。

3) 植込み細胞数（この場合は単核細胞数，主にリンパ球数）は，6×10^5/vial以上では常に良好な成績が得られたが，これ未満では良好な標本の得られない場合が

第1表　Inoculum size and availability for chromosome analysis

No.	Sex	Age	Inoculum size per vial ($\times10^6$)									
			0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	2
1	M	71						○				
2	M	47									○	○
3	F	36					○					
4	F	52			×							
5	F	51	×									
6	M	29				×						
7	M	57									○	
8	M	71		×								
9	M	32	×									
10	M	55							○			○
11	M	43			×	○				○		
12	M	29	×			○		○				
13	M	25	×			○				○		
14	M	46	×				○				○	
15	M	30		×			○				○	

× inadequate　　○ good

多い。これを総括すると第1表のようになる。

〔研究発表〕

上田俊男，熊取敏之；ヒト白血球培養条件の検討，第27回日本血液学会総会（1965年3月）

3. 骨格筋のアミノ酸の transport に関する研究

臨床第3研究室
寺尾寿夫
永井輝夫

前回の報告(放医研年報，昭和38年度)では，種々の組織のアミノ酸の取込みにつき報告した。本報告は筋肉を中心として行なったものである。特に，筋肉に病的変化のある場合に，アミノ酸の transport がいかなる影響を受けるかに関しては従来あまり知られていないので，これに関する研究を主とした。

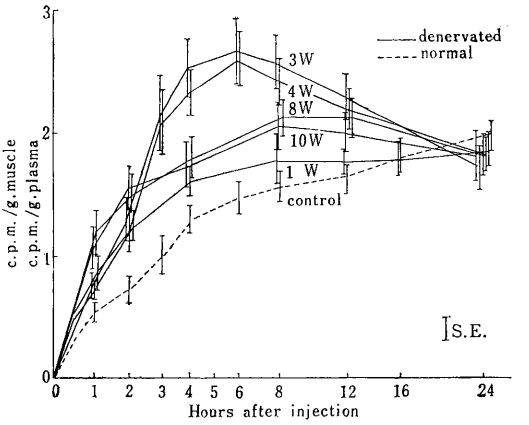
(1) 方　法

アミノ酸としては，^{14}C ラベルのαアミノイソ酪酸を用いた。これは transportの性質が glycineと類似しα位の水素を欠くため，体内ではほとんど代謝を受けないといわれる。著者はこのアミノ酸を注射後，筋の除蛋白液を薄層クロマトに展開し，その各部の放射能活性を測定することにより，これを確認した。そして生後4カ月のウィスター系ラットに体重100gあたり2μCiを腹腔内に注射し，gastrocnemius での取込みを測定した。

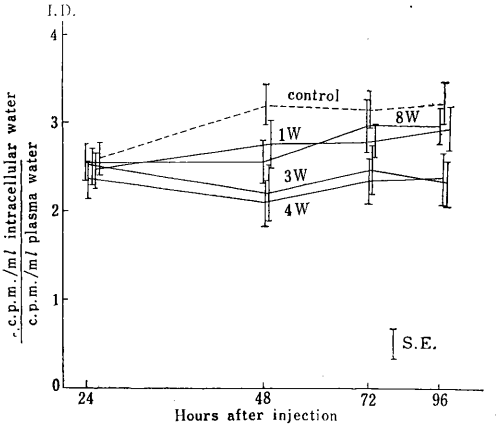
抽出は 0.01N 酢酸により，また，放射能活性は toluene methyl cellosolve 系のシンチレーターを用いて，液体シンチレーション・カウンターで測定した。この際，われわれが行なった条件での^{14}Cに対する測定効率は 64.1% であった。なお，筋肉の萎縮は坐骨神経の切断またはアキレス腱の切断により作った。

(2) 結　果

第1図は正常筋と神経切断後の萎縮筋のαアミノイソ酪酸の取込みを示したものである。この図の横軸は注射後の時間を示し，縦軸は筋肉の単位重量当りの放射能活性を同時に測定した血漿中のカウントで除した比をもって示してある。これでみるように，筋肉は24時間にわたり血液との濃度勾配に抗してアミノ酸を取込むことがわかる。ところが萎縮筋においては，このアミノ酸の取込みは正常よりも多く，特に，神経切断後3～4週の萎縮筋では顕著であり，注射後4～6時間では正常筋の約2倍を示す。また，この曲線は正常筋では24時間たってもなお上昇するが，萎縮筋では8時間でピークに達する。し



第　1　図



第　2　図

かし，萎縮が進行し，たとえば切断後8～10週になるとかえって取込みは減じてくる。このように，注射後12時間までは萎縮筋で高い値を示すが，24時間ではほとんど差がなくなり，第2図にみるように，48時間以上経過すると，正常筋の方が萎縮筋より高い放射能活性を示すようになる。これらのことは，萎縮筋は正常筋よりも，このモデルアミノ酸をより急速，かつ高濃度に取込むがいったん取込んだアミノ酸をよりすみやかに失なうことを示していると考えられる。しかし，これらの結果は必ずしも筋細胞内への取込みの差を示しているとは限らない。特に，萎縮筋での細胞外水分量の増加が問題となる。この変化を知るため，^{14}C-inulin を用いて gastrocnemius のinulin space を測定した。その結果萎縮筋では約50～70% の増加がみられた。著者らは inulin space を一応 extracellular space とみなし，同時に測定した水分量とから，次の式によって筋細胞内水分中と血漿中水分中とのαアミノイソ酪酸の濃度比の近似値を求めた。

$$\frac{\text{c.p.m./m}l\ \text{intracellular water}}{\text{c.p.m./m}l\ \text{plasma water}} = \frac{T_p - P_e}{iP}$$

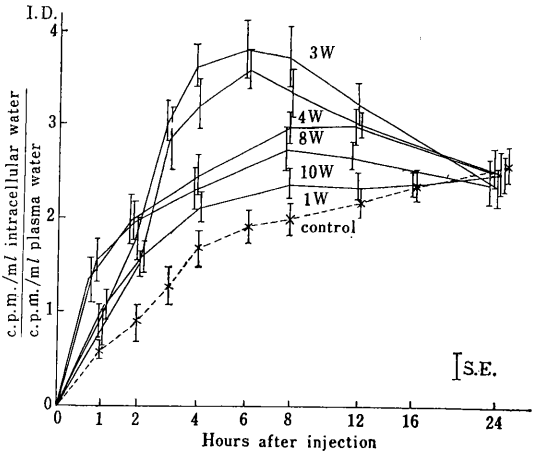
ただし　T＝c.p.m./g tissue

P＝c.p.m./ml plasma

e＝g extracellular water/g tissue

i＝g intracellular water/g tissue

p＝g water/g plasma



第　3　図

この結果を第3図に示す。これにみられるように，第1図と類似の曲線が得られ，筋細胞内でも萎縮筋と正常筋では，このアミノ酸の濃度に著しい差があると推定される。以上の神経切断後の筋萎縮に反し，腱切断によって起る筋萎縮では，正常筋との間に有意の差はみられなかった。

（2）考　　察

筋細胞内へのアミノ酸の取込みは，sarcolemmaを直接通過して行なわれる場合とsarcoplasmic reticulumを通って取込まれる場合との2つのルートが考えられる。これらのうちいずれが重要なものであるか，また，萎縮筋ではこのうちいずれが主に変化を受けるかは不明である。これに関して次の2つの事実は示唆に富むものである。すなわち，1）著者らの行なった測定では，sarcoplasmic reticulumの発達の悪い心筋では骨格筋に比べてこのアミノ酸の取込みが遅く，また，いったん入ったアミノ酸は長時間高濃度に保たれるという事実と，2）上述のごとく，腱の切断の筋萎縮では，神経切断後の筋萎縮と取込みが著しく異なるという事実である。

なお，これらの***in vivo***の実験では，血流や血管の透過性の変化による影響を除外できない。これを明らかにするには，さらに***in vitro***での研究を行なう必要がある。

〔研究発表〕

中尾喜久，寺尾寿夫，茂在敏司，吉野佳一；骨格筋のアミノ酸代謝の研究，I. denervationによる影響，第6回日本神経学会総会（1965年3月）

4.　赤血球酵素異常と溶血

臨床第2研究室

三　輪　史　朗

入　沢　和　世

近年の血液学領域での酵素学的研究方法の進歩により，先天性非球状赤血球性溶血性貧血と称せられる1群の中に現在までに4種の酵素の欠乏によるものが知られるに至った。4種の酵素とは，グルコース6リン酸脱水素酵素（glucose-6-phosphate deyhdrogenase, G-6-PD），ピルビン酸キナーゼ（pyruvate-kinase, PK），ジホスホグリセリン酸ムターゼ（diphosphoglycerate mutase, DPGM），グルタチオン還元酵素（glutathione reductase GSSG-red）である。

（1）G-6-PD欠乏症の日本人における発生頻度はまだ詳細に調べられた報告は少ない。われわれには，今回DPIP還元法（金井らの方法）およびG-6-PDスポットテストを用いて，総計910例の無選択に選んだ例（男性467，女性443例）で調査したが，その中の1例にもG-6-PD欠乏症例を見出すことはできなかった。もっとも，方法自体に問題がないことは後述する既知の本症例で確認してある。以上のことから，本症の日本人での発生頻度は極めて低いことが推定された。

（2）Rimonらは，G-6-PD欠乏症例の溶血液中のG-6-PD活性は正常人の赤血球stromaによって活性化されるが，G-6-PD欠乏症例の赤血球stromaでは活性化されないことを報告し，以上の事実から，正常赤血球stroma中にはG-6-PDを活性化する因子を含んでおり，この活性化因子は本症患者赤血球stromaには欠如しているという本症の本態論に関係した知見を報告している。われわれはこの点に注目して，既に報告された本症の1例について検討し，Rimonらの説を支持する成績を得た。

（3）ピルビン酸キナーゼ欠乏による遺伝性非球状赤血球性溶血性貧血は，Valentine, Tanaka & Miwa（1961～62）の報告以来現在までに20例の報告がみられるにすぎない。最近われわれは，本症と考えられる1家系2症例（27才男およびその姉30才）を見出した。これは本邦での最初の報告例と考えられる。PK活性は正常値6.23に比し，本症例2例ではそれぞれ2.36，2.41と低下しており，両親および兄3人のうち，2人は異種接合

(heterogygote) と考えられ，これら4人の活性値の平均は正常値のほぼ50%であった。本症例の autohemolysis で軽度に亢進をみ，グルコース添加によりある程度の改善がみられ，Dacie の type Ⅰ と考えたい所見であるが，ATP 添加ではさらに改善が認められた。赤血球中の2,3ジホスグリセリン酸量は2例とも著しく増加しており，グルコース消費乳酸産生は低下していた。

（4） 発作性夜間血色素尿症7例中6例に赤血球コリンエステラーゼ活性の低下がみられた。

（5） クームス陽性後天性溶血性貧血9例のうち，3例に赤血球にコリンエステラーゼ活性の低下がみられた。これらの3例は，いずれも混合グロブリン型であって，網赤血球増多が著しく，球状赤血球が目立つ症例であることは興味ある知見と考えられる。

〔研究発表〕

三輪史朗；溶血の機序・赤血球酵素異常と溶血，日本血液学会雑誌，27，218～225（1964年）

5. 血液幹細胞動態よりみた放射線障害の研究，Ⅰ．移植幹細胞の増殖過程に関する研究

臨床第2研究室
平嶋邦猛
永井輝夫*
熊取敏之**

*臨床第3研究室
**臨床第1研究室

造血組織に対する放射線の障害作用は，古くより広汎にわたって研究されてきたにもかかわらず，その中核的問題とも考えられる血液幹細胞（stem cells）の放射線障害の機転に関する知見は，今日まで非常に乏しいといわなければならない。さらに，生体の放射線障害に対するほとんど唯一の治療法と考えられる造血組織の移植の作用秩序についても，その作用の本質が血液幹細胞の移植であることは，従来の種々の実験成績から推察されるものであるが，幹細胞の回転という観点から，その問題を追求考察した研究は非常に少ないのである。こうしたことは，主として血液幹細胞が，従来の形態学的手技によっては，はっきりと識別困難であったことによるものと考えられる。

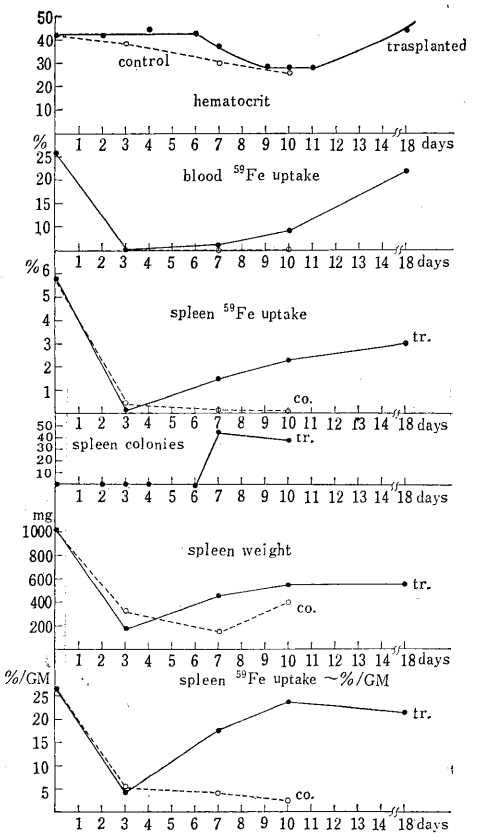
放射性鉄をはじめとするラジオアイソトープの利用の進歩と erythropoietin の研究に端を発した造血機構を動的に把握しようとする試みが，近年盛んに行なわれた結果，われわれは，現在なお，形態的には判別できないにもかかわらず，2つの実験的方法によって，血液幹細胞の compartment seize をつかむことができる。その1つは，多血症を起させた動物に erythropoietin を与えた時の反応を応用するものであり（Gurney, Lajtha, 他；1962），他の1つは，造血組織を supralethally に放射線照射を行なった動物に移植したときの反応を応用するものである（McCulloch, Till, 他；1962）。われわれは，これらの2つの手段を利用して，血液幹細胞の動態を考慮しつつ放射線の造血組織に及ぼす影響を検討したいとの考えのもとに実験を進めている。今回は，その第2の移植による方法の基礎的な条件の検討として，移植された造血組織がrecipient の体内で増殖していく過程を，種々の面から検討した成績を示す。

（1） 実験方法および成績

実験動物は ddY 系のマウスで体重20g前後の雌を使用した。移植した造血組織は脾を用いた。脾細胞浮遊液の作製法は，エーテル麻酔下で鎖骨下動脈を切断して充分放血させたのち，脾を摘出し，メスで細断して Tyrode 氏液に浮遊させ，ピンセットの先で軽くほぐし，プラスチック製注射筒で数回吸引，噴出を繰返えし，充分混和させたもので，細胞数算定にあたって観察した範囲では，塊を作ることなく均一に浮遊していることが確められた。脾は5匹の donor よりとったものを混じて浮遊液を作り，0.5 ml が 3.92×10^6 になるようにして，これを recipient の尾静脈に静注した。この量は約1/20の脾に相当する。

recipient は，移植前1～2時間前に900Rの全身X線照射を行なった（島津信愛号，200 kVp, HVL Cu 1.2 mm, 40R/分）。脾細胞浮遊液移植後2, 6, 9, 17日目に放射性鉄 ^{59}Fe を1μCi あて腹腔内に注射し，おのおの24時間後にエーテル麻酔下で採血し，脾臓を摘出して末梢血ヘマトクリット，末梢血 ^{59}Fe uptake，脾 ^{59}Fe uptake，脾に生じた colony 数，脾重量および脾スタンプ標本について検討した。対照実験として，同様に照射し移植を行なわない群について，同様の操作を行なった。

実験成績は第1図に示すように，移植群ではヘマトクリット値は7日目より11日目まで低下が明らかになる。7日目より脾 ^{59}Fe uptake の上昇，脾に形成された造血細胞の colony が肉眼的に観察可能となってくる。末梢血の ^{59}Fe uptake はこの脾の ^{59}Fe uptake 上昇よりやや遅れて明らかになる。脾重量はいったん下り，7日目から回復してくる。これに対し，移植を行なわなかった対照群では，末梢血および脾の ^{59}Fe uptake は回復することなく，また脾に colony の形成をみることはなかった。しかし，脾重量は回復傾向を示した。このような造血の回



第　1　図

復を示すparameterのうち，単位重量あたりの脾^{59}Fe uptakeがもっとも鋭敏な指標となるようである。脾スタンプ標本のギムザ染色標本の所見では，移植2日目では造血組織の荒廃が目立ち巨核球が目につくが，4日目ではpronormoblastの出現があって，6日目にはbasophilic normoblastの増殖があり，9日目ではpolychromatic normoblastまでの増殖が起り，次第に正常脾に近い像を示した。これらの所見は，^{59}Fe uptakeの成績とよく一致する成績といえる。移植を行なわなかった対照群では，もちろんこのような赤芽球系の増殖は認められなかった。

（2）　考察および結論

supralethallyに放射線を照射して，自身の造血機構を停止させるとともに，免疫反応をおさえた動物に他の動物の造血組織を移植する時，移植造血組織中の既に分化を起している赤芽球のような細胞は，急速に成熟して末梢血に動員されるためか，または，その他のメカニズムのためか，recipientの赤血球産生の持続的な回復には関与しないことは，3日目に既に末梢血，脾の^{59}Fe uptakeの低いことおよび脾スタンプ標本の成績より明らかである。造血の持続的な回復に関与するものは，移植細胞(stem cells)であり，この幹細胞は，移植後3日間は未だ分化を開始することなくdormantの状態にあるものと考えられる。4日目よりpronormoblastまで分化し，以後漸次成熟分裂し，7日目にはpolychromatic normoblastの段階にまでなり，以後末梢血に出現してくるものと考えられ，10日目以後，末梢血ヘマトクリットも回復してくる。この移植後，3日間の幹細胞の動態は興味深いテーマであるが，今回の実験成績では不明である。さらに，脾に問題をしぼって考えれば，脾の造血状態は移植後10日目までに質的造血組織の回復を完了し，以後はそのmaximumの造血能を持続していくもので，移植後の幹細胞の動態上もっとも興味深いのは，移植後の初めの10日間であると考えられる。

次に，造血の回復をtraceしていく種々の指標につき今回の実験成績から検討すると，脾の^{59}Fe uptake（単位重量あたり）がもっとも合理的な方法のようである。McCullochらの用いた脾colony数の算定は，このようなオーダーの注入細胞数では，colonyの融合のため不正確になり，また，個体によっては，colonyを形成せず一様に脾の腫大を来たす型のものがあって信用できない。

Hodgsonらの用いた末梢血uptakeでは，ヘマトクリット値の低下が伴なうためその補正が厄介であり，また，Smithらの用いたspleen uptakeのみでは，spleenの重量，個体差が考慮されにくいという欠点がある。

以上，今後の実験の基礎的な条件の検討を中心とした成績を示した。今後，造血組織の放射線障害の検討，移植の種々の条件等の問題につき，幹細胞動態を念頭におきつつ考究を進めたい。

6.　K-40 測定法による身体構成成分の年令的考察

臨床第3研究室
永井輝夫
飯沼　武*
石原十三夫*
*物理第1研究室

身体総カリウム量の測定は臨床的，あるいは生理学的に極めて重要な問題であるにもかかわらず，従来の一般的方法では正しい値を得ることがむづかしく，かつ多数の対象を測定することも困難であった。

最近，身体内に存在する極めて微量の放射能を測定し得るヒューマン・カウンターが利用できるようになり，身体内カリウム中に含まれる天然放射性カリウム(K-40)

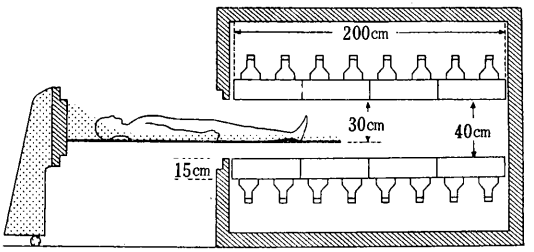
の放射能を測定し，これより身体総カリウム量を算出することが可能となった。

"lean body mass" 中にはほぼ一定量のカリウムが含まれ，一方，脂肪組織および骨組織には極めてその量が少ないので，身体総カリウム量と体重との関係から，身体構成成分の比率をうかがうことも可能である。

われわれは，約200例の正常人についてプラスチック型ヒューマン・カウンターによるK-40測定を行ない，身体総カリウム量，カリウム体重比率，脂肪体重比率等の年令的推移を追究したのでここに報告する。

(1) 測定方法

測定には第1図に示されるようなプラスチック型ヒューマン・カウンターを使用した。



第 1 図

カリウム量算出のキャリブレーションにはプラスチック製人体ファントムを使用し，正確に秤量した塩化カリウムを蒸留水に溶解し，ファントムに注入した。身体の大きさによる影響を除くため大（身体162.3cm，体重70.90kg），小(身長150.0cm，体重35.75kg）2種のファントムを使用し，体重40kg以上の対象のキャリブレーションには前者を，40kg以下の対象のそれには後者を使用した。前者のK-40の測定効率は84.5%(16.0c/m/gK)，後者のそれには9.41%（18.39c/m/gK）であった。なお，塩化カリウム線状標準線源の測定効率は11.96%であった。

正常成人測定時のK-40チャンネルのネット計数率は2,500～1,500c/mで，15分間計数時の標準誤差は約±1.30%であった。

測定対象は正常健康男子108例（6～89才）および女子81例（6～84才）で，シャワー浴後薄い木綿製ガウンを着用せしめ測定した。

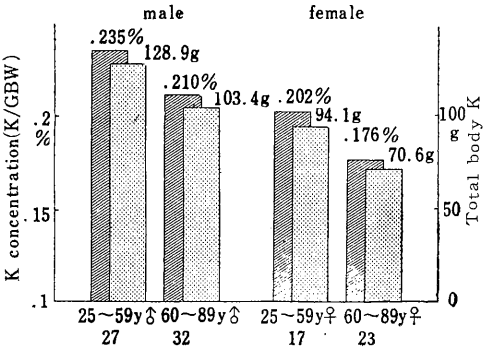
測定時間は15分で，バックグラウンドは1日数回1時間測定した。

身体総カリウム量およびCs-137放射能量が各例で算出されたが，計算は同時にBurroughs-220電子計算機によっても行なわれた。

なお，以上のほか，10例については8インチNaI(Tl)型ヒューマン・カウンターによる身体総カリウム量測定と放射性水素水（THO）稀釈法による体液量測定が同時に行なわれた。

(2) 測定結果

平均身体総カリウム量およびカリウム体重比率は第2図に示される通りである。すなわち，男子は女子に比し，量，比率ともに高く，成年者は老年者に比し，量，比率ともに高い。

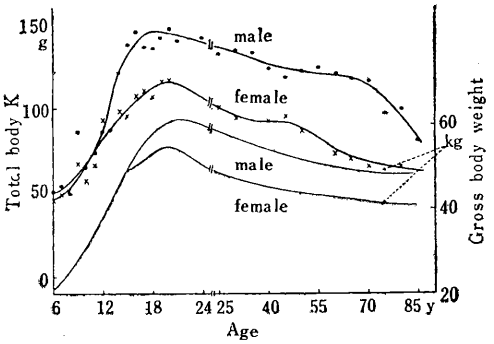


第 2 図

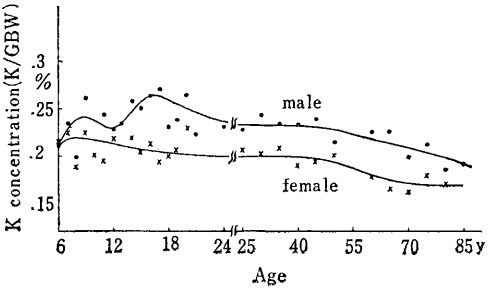
第3図，第4図はそれぞれ身体総カリウム量およびカリウム体重比率の年令的推移を男女別に示したものであり，ともに年令および性別による著明な差異が認められる。総カリウム量は，男女とも成熟に伴ない急激に増加して19～22才でピークに達し，以後壮年期，老年期を通じ漸減する。男子では70才以後，女子では45才以後その減少は著明となる。カリウム体重比率曲線では，男子では9才および17才にピークを有する2つの山が認められ，女子では第2のピークが全く認められないのが注目される。すなわち，男子では小児および思春期の急激な筋肉の発達を示す2つの山の間に，カリウム含有量の少ない骨成長期があるため，一時的にカリウム体重比が低下するものと考えられる。18才以後の男子および10才以後の女子の体重の増加はカリウム含有量の少ない脂肪および骨組織が，筋肉組織にくらべて比較的多く附加されることに基づいている。壮年期および老年期を通じ両性ともカリウム体重比は漸減し，比較的脂肪量が多くなることが推定できる。

スポーツ選手，スポーツ愛好者は一般にカリウム体重比率が高かったが，これについてはさらに例数を増し検討中である。

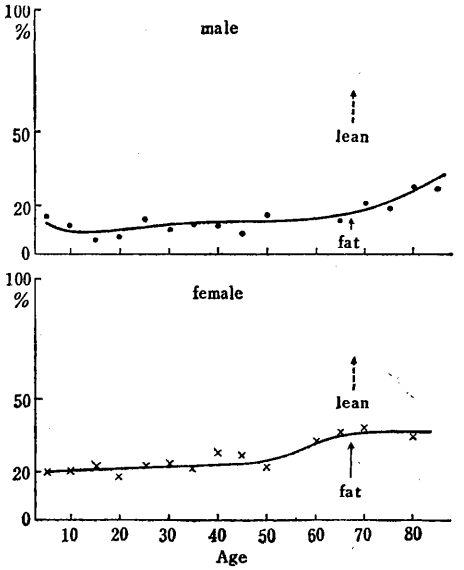
K-40データからさらに身体脂肪量を求めることが可能である。すなわち，Forbesらの報告に基づき "fat free



第 3 図



第 4 図



第 5 図

mass" には 68.1 mEq/kg と一定のカリウムが含まれているものと仮定し，カリウム量から fat free mass を求め，体重との差から身体脂肪量を算出した。

第5図は，このようにして算出した脂肪体重比率の年令的推移を男女別に示したもので，女子は男子に比し一般にその比率が高く，また，両性とも年令の増加とともに上昇するのが認められた。

(3) 総括および結語

身体構成成分の分析は極めて複雑な問題であるが，有機シンチレーター型ヒューマン・カウンターの登場はこの問題の解決に1つの手段を提供するものである。

われわれは，多数の対象を迅速に測定し得るプラスチック型ヒューマン・カウンターを利用して身体構成成分の年令的推移を追求し，成熟あるいは老化の生理的変化について興味ある知見を得た。

ヒューマン・カウンターによる K-40 の測定は，いまだ研究的段階であるが，本法が多数対象の年令的，生理的変化の評価に実際的な方法になることは疑いないと考えられる。

なお，本報告の一部は朝日生命成人病研究所研究助成金の援助のもとに行なわれた。また，本報告は第11回米国核医学会総会において発表された。

7. 光源を代用して小線源治療時の線量分布を再現する試み

臨床第4研究室
楠本五郎
恒元博
藤田裕子
古川重夫
小池幸子

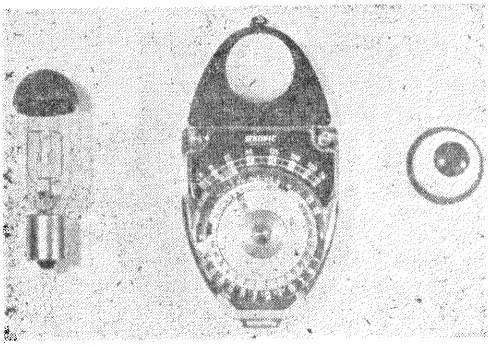
(1) 目　　的

小線源を用いて治療を行なう時の線量分布を，放射能を用いずに測定する便法として光源を用いる方法を考案した。すなわち，線源のかわりに 100 W の電球を用い，これを線源配置の10倍の広さに配置し，各点における照度を測定することにより，その点に及ぼす線量率を求めることができる。

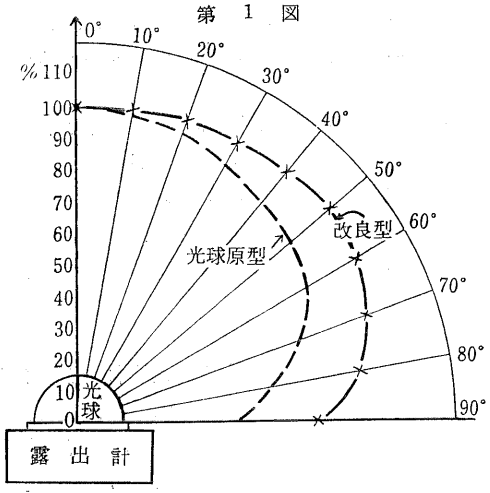
(2) 実験方法および結果

1) 多数の光源から一点に及ぼす光の照度を測定するためには，指向性の少ない露出計を用いなければならない。

第1図は使用した 100 W 映写用電球と露出計 (Sekonic studio "S") を示す。右端は光球部の前部を黒く塗り，指向性をなおしたものである。光球(35 mmϕ)を用いると比較的指向性は少ないが，それでも側面からの光の感度は50%である。第2図のごとく，光球の前部(14 mmϕ)を黒くすると，80° で 90%，90° で 76.5% となり，われわれの目的に適合したものが得られた。

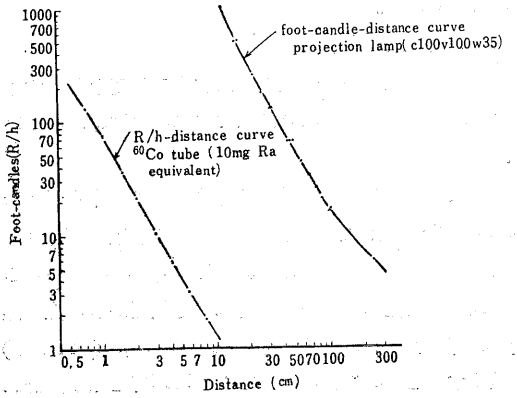


第 1 図



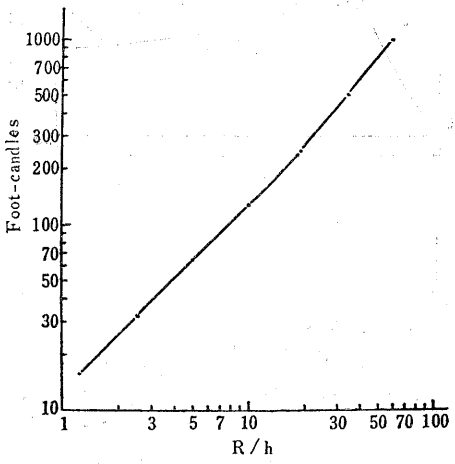
第 2 図　露出計の指向性（Sekonic Studio）

2）100 W電球からの距離とその位置のfoot-candleの読みとの関係を求めると，第3図の右側の曲線となる。一方，10 mg ラジウム相当の ^{60}Co 管について，管の中心線上，管の長軸に直角方向の線量分布を Siemens γ-meter で測定すると，左下の曲線が得られた。いずれも距離の逆2乗の法則に近い特性を示している。

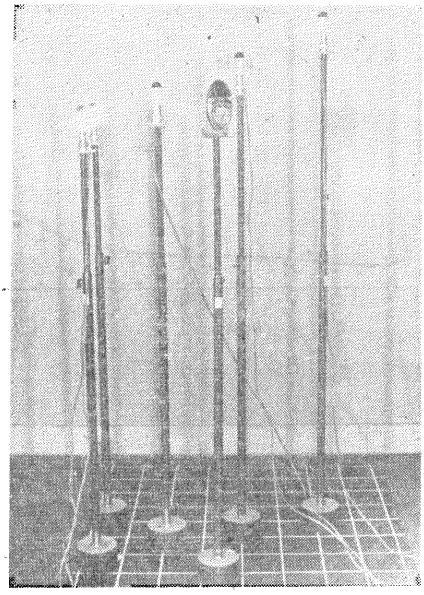


第 3 図

3）2）で得られた2本の曲線を用い，^{60}Co 管から任意の距離の点の R/h と光源から 10倍の距離の点のfoot-candle とを対比させると，第4図のような曲線が得られる（光源は，^{60}Co 管に比して10倍の広さに配置するので，10倍の距離の点の対比が必要である）。



第 4 図　Foot-candle目盛→R/hへの較正曲線



第 5 図

4）第5図に測定例を示す。左側2本の電球に両側陰円蓋の線源，右3本は子宮腔内の線源配置を示している。露出計の位置は左側のA点を示し，床上の格子目は10cm 間隔で，光源の配置は小線源の 10 倍になっている。

写真でもわかる通り，陰円蓋の電球2本はほかの電球

に比して遙かに明るい。このようにして，強さの異なる線源を使用する場合も，光源の明るさを調節することによって，同時に配置し測定することができる。

8. フィルム等黒化度曲線による線量分布の測定

臨床第4研究室
恒元博
楠本五郎
小池幸子
古川重夫
藤田裕子

(1) 緒言

等線量曲線の測定にフィルムを利用する方法についての報告も多く，運動照射時の線量分布の測定の場合など，実際上便利な場合もある。しかし，フィルム自体の特性のために，正確な等線量曲線の作製は困難で，直線部分の長い特性をもったフィルムの選択が必要となってくる。

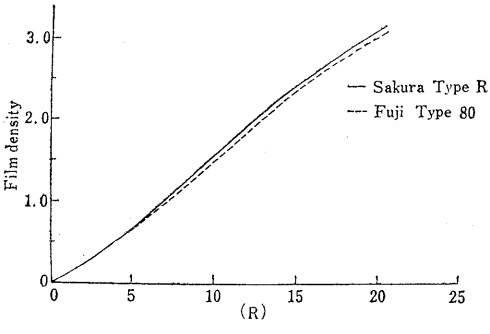
今回は，フィルムの等黒化度曲線より等線量曲線を求めるための基礎実験として，フィルムの特性を中心として実験を行なった。

(2) 実験方法および結果

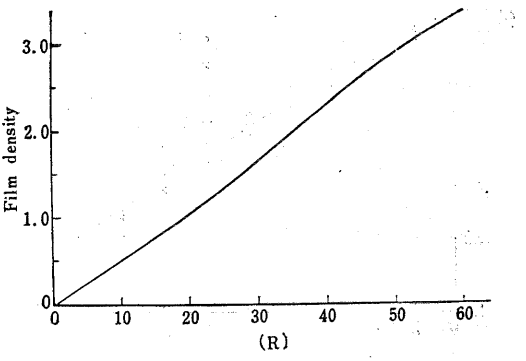
1) 富士工業用 Type 80, サクラ工業用 Type R, Kodak 工業用 Type M, 富士バッジフィルム HM (X線用), HM-B (γ線用) の5種類のフィルムに ^{60}Co γ線を照射し，線量と黒化度との関係を求めた。

富士工業用 Type 90, サクラ工業用 Type Rは 20 Rで黒化度3まで，Kodak 工業用 Type Mは 50 Rで黒化度3まで，ほぼ直線に近い特性を示した (第1図，第2図)。

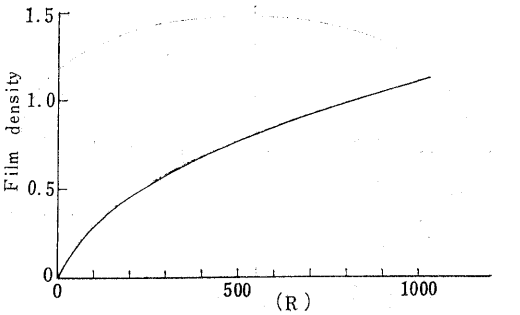
富士バッジフィルム HM, HM-B はともに大線量の曝射が可能であるが，線量と黒化度との間の直線関係は前3者よりも劣っている (第3図，第4図)。



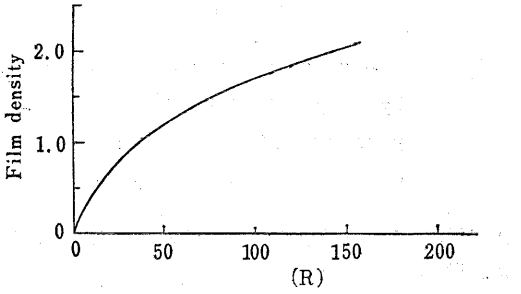
第1図 Density-dosage curve for Fuji industrial Type 80 and Sakura industrial Type R



第2図 Densiity-dosage curve for Kodak industrial film Type M



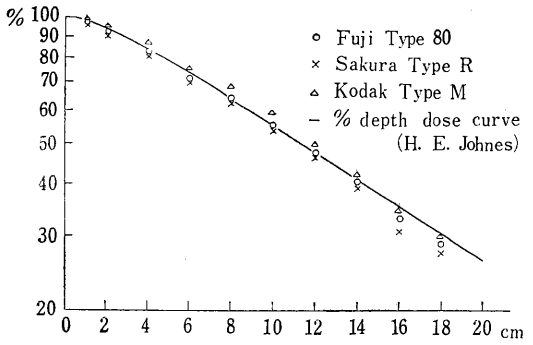
第3図 Density-dosage curve for badge film HM-B (for X-ray)



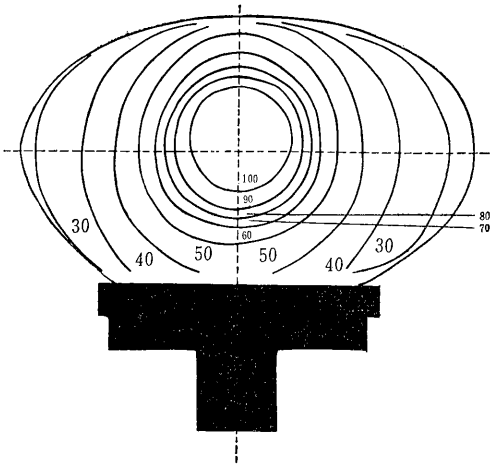
第4図 Density-dosage curve for badge film HM (for X-ray)

2) 上記5種類のフィルムを用いて，固定照射時，運動照射時の等線量曲線を測定した。線量分布は，等線量曲線自記装置にフィルム黒化度計を組合せ，曝射したフィルムの等黒化度曲線を画くことにより求めた。

第5図は富士工業用 Type 80, サクラ工業用 Type R, Kodak 工業用 Type M を使用して測定した深部線量率を Johnes の電離槽による測定値と比較したものである。フィルムによる測定値と電離槽による測定値との差は，



第5図　Comparison of central axis depth dose for ^{60}Co γ-rays (10×10cm field, SSD 75cm)



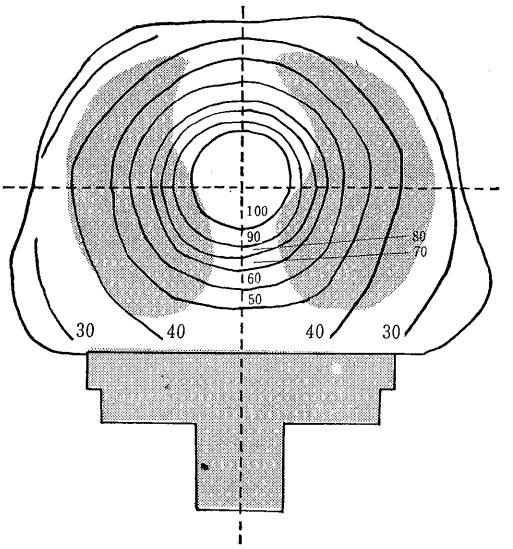
第6図　Dose distribution obtained photo-metrically by the rotational irradiation of Mix-D phantom with ^{60}Co γ-ray beam (SCD 75cm, 6×10cm field)

入射面よりの深さが増すほど，大きくなる傾向がみられた。現在なお測定値の多少のばらつきを認めざるを得ないが，電離槽による曲線との形状の差異は，フィルムの波長依存性によるものと考えられる。

富士バッジフィルム HM, HM-B による測定値と電離槽による測定値との差は，前3者のフィルムを使用した場合より大きかった。

Kodak 工業用 Type Mを用いて測定した回転照射時の等線量曲線の例を第6図，第7図に示す。ともに治療ベットの吸収の影響が観察される。

回転照射時の等線量曲線の測定には，フィルムの黒化度と直線性の関係より，Kodak 工業用 Type M が使用し易い。



第7図　Dose distribution obtained photo-metrically by the rotationally irradiation of the thorax ^{60}Co γ-ray beam (SCD 75cm, 6×10cm field)

9. 放射線肺線維症に対するT-3(L-triiodo-thyronine)の適用

臨床第4研究室

荒　居　龍　雄
藤　田　裕　子
池　田　道　雄*
望　月　幸　夫*
北　川　俊　夫**

*病院部医務課
**愛知県がんセンター

(1) 研究目標

放射線肺線維症は，胸部に放射線照射を行なった場合に発生する重大な放射線障害の1つであり，予防ならびに治療に関して従来より多大の努力がなされてきた。われわれは既に，放射線皮膚障害に対して著明な効果をおさめた甲状腺ホルモンの1種である T-3 (L-triiodo-thyronine) を用いて，動物実験を行なった。

(2) 研究方法

ウィスター系ラット（体重250～400 g)を無処置対照群，T-3投与対照群，X線照射対照群，X線照射直後T-3投与群，X線照射1カ月後 T-3投与群の5群（各群約20匹使用)に分けて，同一条件で飼育した。T-3投与群にはT-3末を均等に含有する固形飼料を作製投与した。動物にはT-3の toxic study 結果より1日0.01mgを与えた。総摂取量の平均は，T-3投与対照群は0.76 mg/84日，X線照射直後T-3投与群は0.69 mg/84日，

X線照射1カ月後T-3投与群は0.69 mg/78日であった。また，T-3投与前の甲状腺^{131}I摂取率測定の結果は，ほとんどのラットが17～26%であったが，T-3投与後1カ月の測定では2～4%に低下していた。

X線照射群は右肺上部を2,000R 1回照射した。ラットの右上胸部を除いて，他の部分は鉛板で保護して照射した。照射条件は管電圧：200kVp,半価層：1.3mm Cu,焦点皮膚間距離：23.5cm，線量率：275 R/min.である。

観察期間は12週間で，屠殺後直ちに解剖し，右肺上葉部の一部を摘出，重量あたりに含有されるコラゲン量を化学的に測定し，同時に病理組織学的検索を行なった。コラゲンの定量はFitchの方法で肺組織より蛋白質の抽出を行ない，Newman-Loganの方法で行なった。

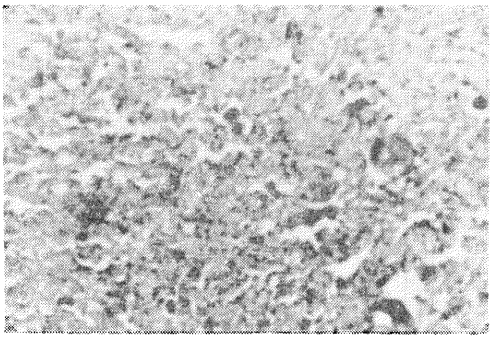
(3) 研究結果

1) 解剖所見

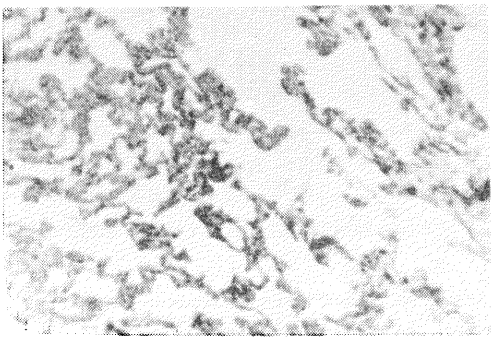
T-3投与対照群は，20例中8例（40%）に，肺表面の溢血斑および出血点が認められたほかは，無処置対照群とほとんど変わらない高度の空気含有量を示した。X線対照群は肋膜との癒着が強く，右上中葉の肺実質は全体に強い収縮を示し，空気含有量が少なくあたかも虚脱の状態を呈していた。10例中3例（30%）に肺膿瘍が認められた。X線照射直後T-3投与群では，T-3の効果が少ないとみられるものが8例中4例（50%）で，X線照射対照群とほとんど変らない空気含有量の少ない肺虚脱であった。効果があったとみられるものは4例（50%）で，肺表面に若干の溢血斑，出血点が認められた肋膜との癒着はなく肺実質は局所的収縮を示し，中等度の空気含有量を保有するようにみられた。なお，この群における肺膿瘍は8例中2例（25%）であった。X線照射1カ月後T-3投与群では，X線照射対照群と全く同じ肺虚脱を示したもの13例中8例（62%），T-3の効果ありとみられる中～軽度の空気含有量を示すもの5例（38%）であった。この群における肺膿瘍は13例中5例（38%）で最高を示した。

2) 病理組織所見

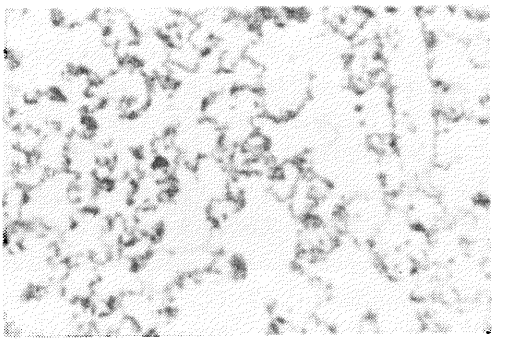
ヘマトキシン-エオジン染色，ワンギーソン染色，アザン・マロリー染色を行なったが，コラゲンの量的変化を検討するには，アザン・マロリー染色がすぐれている。X線照射対照群には高度のコラゲン線維が認められた(第1図)。X線照射後T-3投与群は，一般にX線照射対照群に比して，コラゲン線維は軽度であった（第2図)。しかしながら，解剖所見で大きな差異が認められたように，病理組織学的所見でもコラゲン線維の変化は著明であった。T-3投与対象群は無処置対照群とほとんど同じ程度のコラゲン線維を有していた(第3図)。



第1図　X線照射対照群（アザン・マロリー染色，260倍）



第2図　X線照射直後T-3投与群（アザン・マロリー染色，260倍）

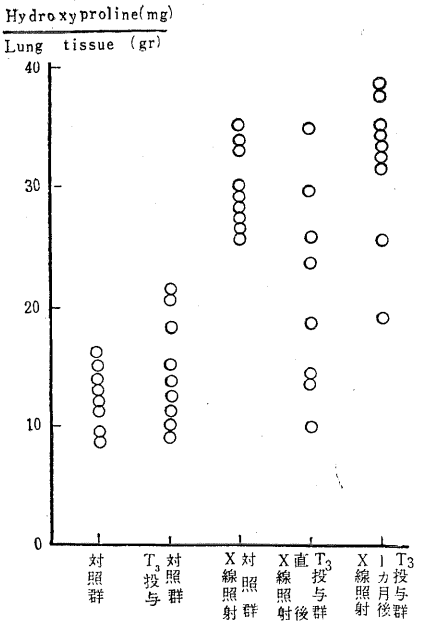


第3図　T-3投与対照群（アザン・マロリー染色，260倍）

X線照射群（T-3併用群を含む）は炎症性変化（気管性肺炎，肺膿瘍）がほとんどの症例にみられた。

3) コラゲンの化学的定量

測定結果は第4図に示すごとくである。X線照射対照群は無処置対照群，T-3投与対象群に比して明らかにコラゲン量は増加している。X線照射直後T-3投与群では，線維症減少の傾向が認められる。



第4図　肺組織に含有されるコラゲンの定量

（4）考　　察

コラゲンの定量はNewman-Loganの方法で行なったが，これは可溶性コラゲンの定量法であり，絶対量のコラゲンの定量ではないので，化学的には批判の余地がある。しかしながら，解剖所見および病理所見とほぼ同じ結果が得られたので，臨床的にはT-3がコラゲン線維の増加をおさえる作用があると考えられる。

X線照射直後T-3投与群のコラゲン定量結果より，T-3の効果が少ないとみられるものの中には，X線照射による肺虚脱や肺膿瘍を起しているものが多かった。肺を強照射する以上このような炎症性疾患の合併症は考慮されたことであるが，実験があまりに大きく，複雑になるので，この予防対策として副腎皮質ホルモンおよび抗生物質の使用をしなかったことが，実験結果よりみて残念であった。

総括して，照射直後よりT-3を使用すると放射線肺線維症を防止する可能性があると考えられるが，経過観察期間が短かかったこと，実験動物が少なかったこと，肺の炎症反応が強過ぎたことより，統計学上で有意の差が認められなかった。今後さらに実験を続ける必要を感じている。

10. 糖尿病患者の^{131}I-インスリン代謝
^{131}I-インスリンと血漿蛋白の結合

臨床第5研究室

田　中　　茂*
福　田　信　男
辰　口　益　三
藪　本　栄　三
日　野　佳　弘**
大　坪　嘉　昭***

*臨床研究部長
**国立第2病院
***長崎大学医学部

糖尿病患者がインスリンを長期間使用すると，インスリン抗体が発生すると考えられている。インスリンとこの抗体が結合したものは生物学的に不活性であって，結合していないいわゆる遊離のインスリンがtarget organsに作用して，その活性を発揮するものと考えられる。インスリン治療糖尿病患者でインスリン抵抗性感受性の悪い原因として，インスリン抗体が血液中に多量にあり，そのため組織へ移行する遊離インスリンが少ないとされる。インスリン抗体の測定には従来ペーパーエレクトロフォーゼ，イオン交換樹脂カラムなどによる方法が用いられていたが，われわれは，インスリン蛋白結合物を分子櫛であるSephadex columnを用い簡単に測定することに成功した。そしてこの方法によって，インスリン治療患者のinsulin-protein complexを測定するとともに，一方，insulin-protein complexの量と，インスリンの肝への移行血中からの消失速度に及ぼす影響とを観察した。

（1）方　　法

患者血清1 mlに^{131}I-insulinを2 γ/mlの割合で加え，室温に30分間放置，Sephadex G 75gの1 gを充塡する。column上にその一部を取り，これを生理的食塩水で洗滌，蛋白分画中の^{131}Iをwell型scintillation counterで測定，総インスリン-^{131}Iの割合を求めた。

（2）成　　績

正常人，治療糖尿病患者，スルファニール・ウレアによる治療患者では，蛋白結合インスリン-^{131}Iは5％以下であるが，インスリン治療を2カ月以上受けている糖尿病患者では著明に増加し，平均23％を示した。また，インスリンの必要量と蛋白結合インスリン-^{131}Iとの間に相関があり，インスリン抵抗性のものほど蛋白に結合する^{131}I-インスリンが増加していた。また，^{131}I-インスリンの蛋白結合の多いものほど^{131}I-インスリンの肝への取込み，分泌が低下，遅延していた。また，このような患者

では ^{131}I- インスリンの血中よりの消失速度が減少していた。以上のことより，インスリン抗抵性糖尿病では血中のインスリン結合蛋白が増加し，そのため末梢臓器へのインスリンの移行が少ないことが明らかにされた。

〔研究発表〕

田中茂，福田信男，辰口益三，藪本栄三；糖尿病患者の^{131}I-インスリン代謝，第4回核医学会総会（1964年11月）

11. 低アルブミン血症のRIによる診断

臨床第5研究室
田中茂
辰口益三
藪本栄三
後藤敏夫**
松本道也***

＊臨床研究部長
＊＊国立相模原病院
＊＊＊虎の門病院

従来成因の不明であったいわゆる特発性低蛋白血症について，近年RI検査法を用いることによってその成因の一部が解明されるようになった。

われわれは4例の低アルブミン血症患者について，2例に^{131}I-人血清アルブミン（RISA）と^{131}I-polyvinylpyrrolidon^{131}I-PVPを別個に静注し，他の2例には^{125}I-RISAと^{131}I-PVPをdouble tracerとして同時静注し，いずれもアルブミンの転換率およびPVPの5日間便中排泄率等につき検索を行なった。

（1） 検査方法

RISA，^{131}I-PVPとも，投与前よりルゴール氏液によって甲状腺への摂取を抑制しておき，RISAは30～100 μCi，^{131}I-PVPは20～50μCiを静注した。RISAを静注後15分，2時間目に採血，以後24時間ごとに採血し，その血清1 mlをwell-type scintillation counterで測定した。また，その間，24時間ごとに尿および便を集め，その中の放射能量を測定した。PVPは24時間ごとに便を集め，5日間の^{131}I排泄量を測定した。前2例には，$^{51}CrCl_3$ 100μCiを静注して，^{51}Crの便中排泄量をも同時に検索した。

さらに，RISAの測定から，体内残存量，血中濃度および血管外濃度を求め，Veal and Vetterの方法によってアルブミンの転換率を求めた。

（2） 測定結果

正常人では，PVPの腸管への排泄は認められないが，第1例，第2例の患者では，5日間の便中^{131}I-PVP量が，それぞれ投与量の6％，11％と著明に増加していた。$^{51}CrCl_3$も，正常人では便中への排泄が起らないが，5日間の便中^{51}Cr量がそれぞれ投与量の8％，10％とPVP同様増加していた。他の2例では，便中への^{131}I-PVPの排泄は認められなかった。

次に，アルブミンの転換率は，各例とも正常範囲内にあった。

（3） 考　　察

各例とも，他の臨床検査で低蛋白血症の原因となるような疾患は認められず，従来は特発性低蛋白血症と称されていたものであるが，第1例および第2例はアルブミンの腸管への漏出が認められ，いわゆるprotein-losing gastroenteropathyに属するものである。しかし，アルブミンの転換率の短縮，崩壊率の増加等がみられないのはこれらの低蛋白血症の原因が，蛋白の腸管漏出よりも，アルブミンの合成障害によるものであることを示している。第3例，第4例もJeejeeboy, Jonesらのいうアルブミン低合成による低アルブミン血症と考えられる。

〔研究発表〕

田中茂，辰口益三，藪本栄三，後藤敏夫，松本道也；低アルブミン血症のRIによる診断，第4回核医学会総会（1964年11月）

12. 抗甲状腺作用物質の量子化学的考察

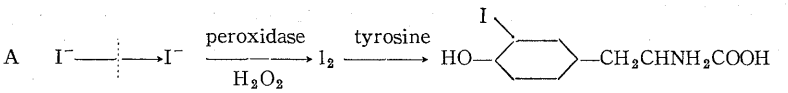
臨床第5研究室
福田信男*
田中茂

＊臨床研究部長

（1） はじめに

甲状腺機能亢進症の内科的治療に昔から使われている抗甲腺剤の作用機序については，その作用点が甲状腺に取込まれたヨードイオンの有機化の過程にあることは古くから知られている。また，抗甲状腺剤は還元性という共通の化学的特性を有するが，I_2の還元という最も簡単な作用では説明できないことは，本剤作用條件の化学量論的考察から明らかである。現在までに提唱されている作用機序は，一応第1図のようにまとめることができる。このうちBのsufenyl-iodide theoryは，SCNの甲状腺内無機ヨード追出し反応の作用機序と関連して極めて興味ある説である。

しかし，現在のところはAの(3)，(4)が最も有力である。本報では，一応現象論的に抗甲状腺作用物質の親電子試

A 

ヨウ素の有機化を阻害する

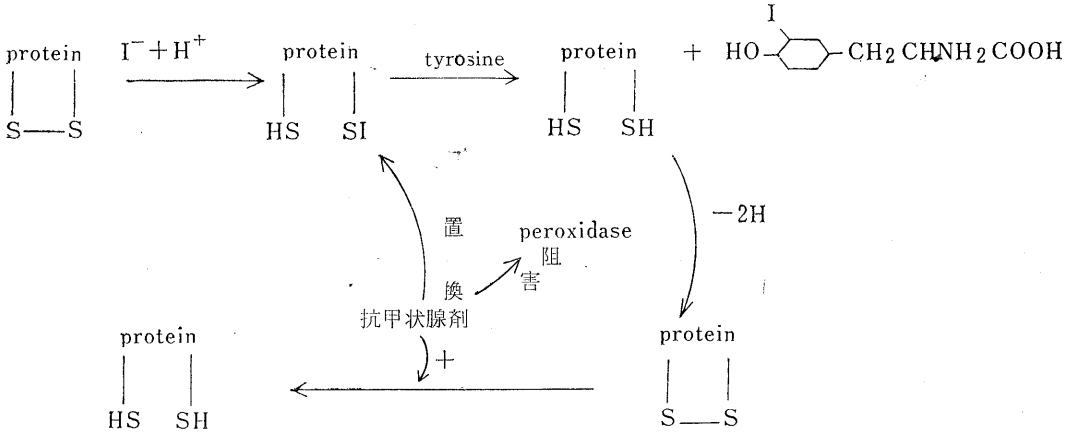
(1) I_2の還元

(2) I_2 とのC-T complexの形成

(3) ヨウ素有機化酵素系の拮抗的阻害

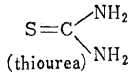
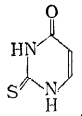
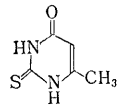
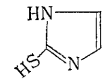
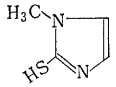
(4) ヨウ素有機化酵素系の非拮抗的阻害

B ヨウ素有機化の sulfenyl-iodide theory (Maloof & Soodak, 1963)



第1図 抗甲状腺作用物質の作用機序

第1表 人甲状腺機能亢進症治療効果と電子状態

	λ_{ho}	$S^{(E)}_{=S}$	$S^{(E)}_{SH}$	治療効果
 (thiourea)	0.5554	1.5342		1.0
 (thiouracil)	0.6779	1.4956		1.0
 (6-methyl thiouracil)	0.6718	1.4952		1.5
 (2-mercaptoimidazole)	0.3250		3.9994	10.0
 (1-methyl-2-mercaptoimidazole)	0.3218		4.0222	20.0

薬との反応性($S^{(E)}$)と作用強度との比較検討を試みた。

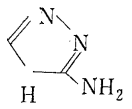
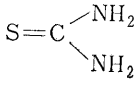
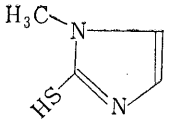
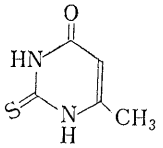
(2) 人甲状腺機能亢進症治療効果と電子状態

まず，抗甲状腺作用として最も総合的なもの，すなわち，治療効果そのものについて電子状態よりの考察を行なった。抗甲状腺剤の還元性の理論的指標としては，最高被占準位の高さ(λ_{ho}が小なるほど電子を出し易い)と親電子試薬との反応性(=S, SH等の位置で最も大)$\left(S^{(E)}_{=S},\ S^{(E)}_{SH}\right)$をとりあげた。その結果は第1表のように一応満足すべきもので，還元性の大なるほど作用も強いことを認めた。

(3) 甲状腺細胞顆粒ヨウ素有機化系に対する阻害作用と電子状態

次に抗甲状腺作用物質の作用機序が，第1図のA(3), (4)であることを提唱している群馬大学内分泌研究所の鈴木氏の実験データーを電子状態の観点から検討し，第2表の結果を得た。この表で上の2つ，すなわち，肝カタラーゼの阻害剤として知られている3-amino, 1:2:4-triazoleとthioureaの活性基は$-NH_2$であり，これはヨウ素ペルオキシダーゼに対して非拮抗的阻害を示していることが注目される。これに反し，下の2つは-SHもしくは=Sを活性基としており，拮抗阻害を示すことは対称的である。このように分類して考察すると，第2表の結果に関する限り，抗甲状腺作用物質の作用強度と電子の放出し易さおよび親電子試薬との反応性は一応相関を示しているが，例数も少な過ぎるし，結論は今後にまたなければならない。また，ペルオキシダーゼに対する非拮抗的阻害と親電子反応性の相関がどのような量子化学的機序によるのかについては，allosteric effectの電子論的解明と相まって明らかにされる必要があろう。

第2表　甲状腺細胞顆粒ヨウ素有機化系に対する阻害作用と電子状態

	λ_{ho}	$S^{(E)}_{NH_2}$	$S^{(E)}_{SH}$	$S^{(E)}_{=S}$	$-\log 50\mu$ MKI	ϕ 1μ MKI
	0.2908	5.1370			6.7	6.3
	0.5554	3.8034	1.5342		6.1	5.9
	0.3218		4.0222		3.2	5.0
	0.6718		1.4952		3.6	4.4

ϕ：ヨウ素有機化を50%阻害する抗甲状腺剤の濃度（鈴木；日本内分泌学会雑誌，40，8，1067p.）

13. 甲状腺ホルモン類似物質の構造一活性相関の量子化学的考察

臨床第5研究室
福田信男
田中茂*
*臨床研究部長

(1) はじめに

われわれは38年度の年報において，甲状腺ホルモンの量子化学的考察を試みた。Hückel近似のLCAO, MO法により電子状態の計算を行ない，i) 甲状腺ホルモン活性の発現には電子供与性が関係している，ii)thyroxineのねじれが電子供与性を増加させるという2点を示唆した。

今回はこれら2点をさらに裏付けるために計算を拡張した。その内容は下記の通りである。

1）分子模型を作製して，thyroxineのねじれはほぼ90に近くなることを認めた。

2）先に得られた定性的結論は，パラメーター（クーロン積分，共鳴積）を種々変えて計算を行なっても変ら

ない。

3）thyroxine 類似物質の人血清アルブミンとの結合強度の構造依存性についての考察を行なった。

4）thyroxine 類似物質の亜砒酸・セリウム脱色反応触媒活性の構造依存性についての考察を行なった。

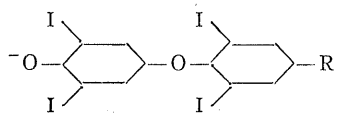
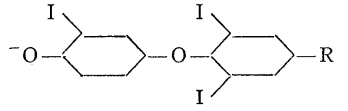
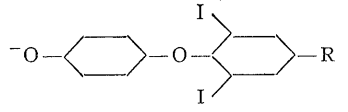
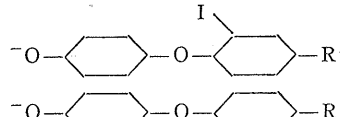
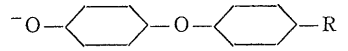
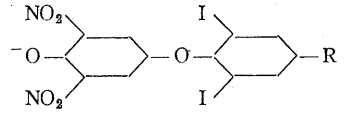
5）thyroxine 類似物質の甲状腺ホルモン活性の構造依存性についての考察を行なった。

本報文においては，1)，2)については省略し，3)，4)，5)についてその概略を報告する。

（2） 人血清アルブミンとの結合強度と電子状態

thyroxine と人血清アルブミンとの結合には，アルブミンの lysine 残基の $-\overset{+}{N}H_3$ と thyroxine の解離した phenolic O^- との静電結合が関与することが，K.Sterling らにより提唱されている。そこで，第1表に示したような thyroxine 類似物質について，解離した phenolic O^- の π 電子密度を計算し，その値とアルブミンとの結合強度を比較検討した。その結果は第1表にみられるように，一応満足すべきものと思われる。ニトロ誘導体の結合強度が大であり，ニトロ基が電子吸引性であるので，phenolic OH の解離性が著しく大で，解離型の存在確率が他の誘導体に比し大なるためと推定される。

第1表　人血清アルブミンとの結合強度と電子状態

	q_{O^-}	結合常数*
	1.8138	500000
	1.8114	246000
	1.8092	6400
	1.8017	5060
	1.8016	660
	1.5520	10400

*Sterling, K. ; *J. Clinic Invest.*, 43, 1721 (1964)

（3） 亜砒酸セリウム脱色反応に対する触媒活性と電子状態

ヨードイオンが亜砒酸・セリウム脱色反応を触媒することは昔からよく知られ，微量の I^- の定量にひろく利用されている。その機構としては Ce^{IV}(黄色)が I^- から電子を受取って Ce^{III}(無色)になり，一方，酸化されたヨードは，As^{III} から電子を2個受取って I^- にもどるという循環過程が考えられている。この場合，Ce^{IV} が I^- と全く等しい電子殻を有することは注目すべきことである。

しかし，thyroxine とその類似物質も I^- よりはるかに弱いが同様の触媒活性を有する。

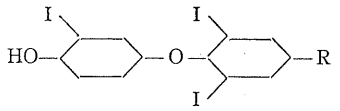
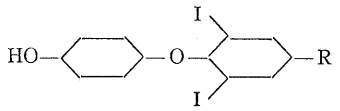
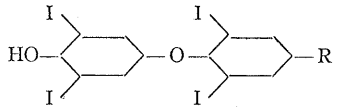
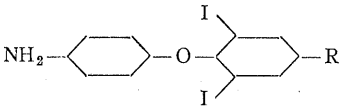
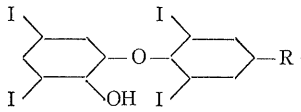
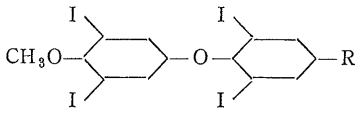
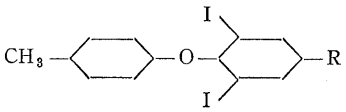
この場合の触媒活性は酸性溶液で測定するので，解離していない thyroxine とその類似物質の π 電子が Ce^{IV} に転移し，As^{III} から酸化された類似物質に電子が転移するというサイクルで，$Ce^{IV} \rightarrow Ce^{III}$ が進行するものと推定される。そこで，この点をこれら類似物質の親電子試薬（この場合は Ce^{IV}）との反応性の計算により検討した。その結果は第2表のように，アミノ誘導体を除いて，S_{OH}（分子の中で最大の位置の値）が大なるほど，上記の触媒活性が大であることを認めた。$-NH_2$ 誘導体は強酸性では $-\overset{+}{N}H_3$ 誘導体になる部分もあるので，比較的小なる触媒活性を示すことが推定される。

（4） 甲状腺ホルモン活性と電子状態

前報のように，甲状腺ホルモン活性というのは個体レベル，細胞レベル，いずれにおいても多元性を示すので，この点は多角的な検討を要する。今回はその一環として，***in vivo*** の活性としては基礎代謝上昇を，***in vitro*** の活性としては腎切片の酸素消費促進作用をとりあげ，親電子試薬との反応性 $S_{O^-}^{(E)}$ との比較検討を試みた。その結果は第3表のように，***in vitro*** 活性との相関は比較的良好である。

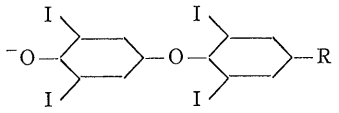
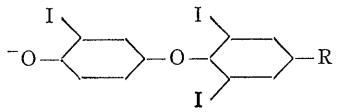
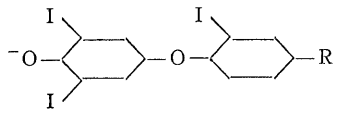
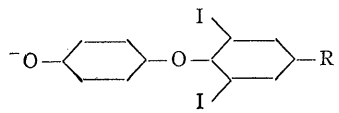
in vivo 活性については，血清サイロキシン結合蛋白との結合強度など複雑な諸因子が関与してくるためか，あまり良好ではない。

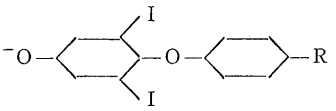
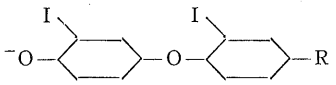
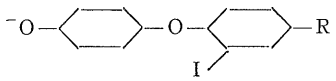
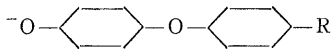
第2表　$2Ce^{IV}+As^{III}\longrightarrow 2Ce^{III}+As^{IV}$に対する触媒活性と電子状態

	$S^{(E)}$	活性*
	$S_{OH}^{(E)}=3.9576$	113
	$S_{OH}^{(E)}=3.8012$	100
	$S_{OH}^{(E)}=3.7044$	90
	$S_{NH_2}^{(E)}=5.7116$	87
	$S_{OH}^{(E)}=3.8958$	79
	$S_{-O-}^{(E)}=2.1364$	0.8
	$S_{-O-}^{(E)}=2.0882$	0.7

* Barker, S. B. ; *Biochem., J.*, 90, 214 (1965)

第3表　甲状腺ホルモン活性と電子状態

	最高被占準位の係数	$S_{O^-}^{(E)}$	活性 *in vivo**	活性 *in vitro***
	0.0616	21.0128	100	100
	0.0775	17.1128	300	82.9
	0.1013	13.5024	<1	82.9
	0.0945	14.4302	11	42.2

	最高被占準位の係数	$S_{O^-}^{(E)}$	活性	
			*in vivo**	*in vitro***
	0.0906	14.7254	(—)	
	0.1013	13.7188		58.0
	0.1198	11.9606	<2	47.0
	0.1202	11.9354	<2	4.5

* 内分泌学 I (BMR)

** Pittman, C.S., Lindsay, R. H. and Barker, S. B. ; *Endocrinol.*, 69, 761p. 1961 (腎切片酸素消費)

XIII. 放 射 能 調 査

A. 放射能レベル調査

1. 浮遊塵中の放射性核種

環境汚染第1研究室
鎌 田 博
村 越 善 次
佐 伯 誠 道

(1) 緒 言

大気中に含まれる浮遊塵中の放射性核種およびそれらの濃度を調べるための1手段として，大量の浮遊塵を集める工業用粉塵除去装置のフィルターの放射性核種分析を行なった。

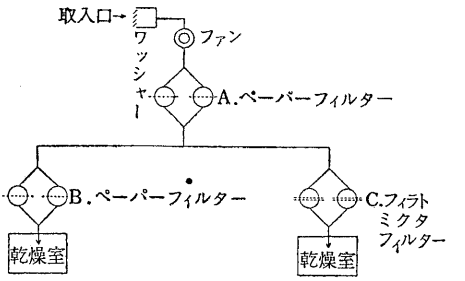
(2) 試料採取

大型フィルター式除塵装置を備えている神奈川県下の某工場の協力を得て，除塵フィルターの交換日に使用済フィルターを採取した。防塵装置取付の位置は第1図のとおりである。外気は一度シャワーによって水洗されたあとペーパー・フィルター除塵装置Aを通過し，その後にペーパー・フィルター除塵装置Bあるいはガラス繊維フィルター（フィラトミクタ・フィルター）除塵装置Cにてよって浄化される。

(3) 測定方法および結果

浮遊塵を含むフィルターを約10cm四方に折りたたみ，256チャンネル γ 線波高分析装置で測定を行なった。測定結果は第1表のとおりである。

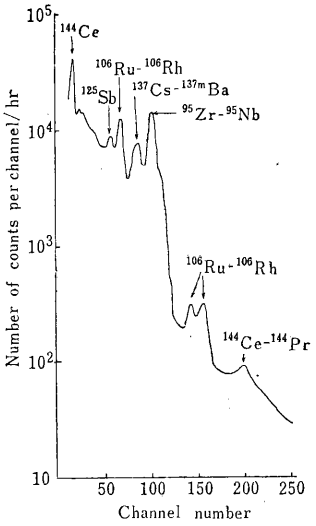
最高レベルを検出した試料（A外気取入口，エアーワッシャー部）の γ 線スペクトルは第2図の通りであ



第1図 除塵設備の系統

第1表 フィルター上の浮遊塵の放射性核種

試料				$^{144}Ce-^{144}Pr$	$^{106}Ru-^{106}Rh$	$^{95}Zr+^{95}Nb$	$^{137}Cs-^{137m}Ba$
場所	フィルター種類	集塵期間	通気量m^3	pCi/m^3	pCi/m^3	pCi/m^3	pCi/m^3
A	ペーパー・フィルター	1963年 1月～4月	3600×10^3	約 1.320	約 0.395	約 0.900	約 0.070
		5月～8月	3960 〃	〃 0.129	〃 0.031	〃 0.545	〃 0.007
B	ペーパー・フィルター	1963年 6月15日～7月1日	510 〃	〃 0.320	〃 0.075	〃 0.145	〃 0.017
		6月30日～7月15日	480 〃	〃 0.400	〃 0.140	〃 0.165	〃 0.019
		10月27日～11月11日	660 〃	〃 0.125	〃 0.038	〃 0.153	〃 0.008
		11月27日～12月13日	510 〃	〃 0.055	〃 0.037	〃 0.155	〃 0.005
		1964年 1月8日～1月23日	480 〃	〃 0.171	〃 0.064	〃 0.158	〃 0.011
C	フイラトミクタ・フィルター	1963年 10月26日～12月29日	780 〃	〃 0.220	〃 0.062	〃 0.252	〃 0.016
		5月～8月	1476 〃	〃 0.256	〃 0.058	〃 1.098	〃 0.015
		10月26日～12月29日	780 〃	〃 0.090	〃 0.032	〃 0.110	〃 0.008



第2図　浮遊塵のγ線スペクトル

り，^{144}Ce–^{144}Pr，^{106}Ru–^{106}Rh，^{95}Zr–^{95}Nb，^{137}Cs–^{137m}Baによるものと想定されるピークは，標準ラジオアイソトープのそれぞれのピークとの一致をみた。^{125}Sb–^{125}Teについては目下検討中である。

2. 土壌のストロンチウム-90，セシウム-137，セリウム-144濃度

環境汚染第1研究室
鎌田　博
清水恵美子
佐伯誠道

(1) 緒　言

放射性降下物の土壌への蓄積量を知ることと，河川流域より河川への放射性物質の流亡を調べる目的で，38年度に北海道，新潟，東京，静岡，愛知，大阪，福岡の7都道府県について表土の放射性核種濃度の調査を開始した。^{90}Srおよび^{137}Cs濃度については，放医研年報38年度（274～276p.）に報告したとおりである。本報は，新潟，東京，大阪の3都府県の裸地について，^{90}Sr，^{137}Cs，^{144}Ceを分析測定した結果を報告する。

(2) 試料採取

新潟，東京，大阪の3都府県の衛生研究所の協力を得て，表土の裸地について30cm四方，深さ5cmを2区画ずつ採取し，2区画を一緒にして試料とした。

(3) 分析測定法

^{90}Sr，^{137}Csについては前報と同様である。^{144}Ceについては，「科学技術庁編，放射性ストロンチウム分析法，1960年」の5.3.5（27p.）の沈澱を分取し，0.1N塩酸溶液としてから蓚酸セリウムの沈澱を分離測定した。土壌試料を約3kgをとり，256チャンネル波高分析器でガンマー線エネルギー波高分布を測定した。

(4) 結　果

分析測定結果は第1表のとおりである。表中のpCi/kgは乾土1kgあたりのpCiを示した。単位面積あたりの放射能pCi/km²の算出にあたっては，5cmより深部への放射性核種の流亡を考慮していないので，実際の地表の蓄積量は．本表の数値より若干上廻ると考えるのが妥当である。ガンマー線波高分布の1例として，1963年7月30日採取の表土の結果を第1図(次頁)に示した。

(5) 摘要および考察

前報と本報の結果をあわせて考察すると．次の傾向が認められる。

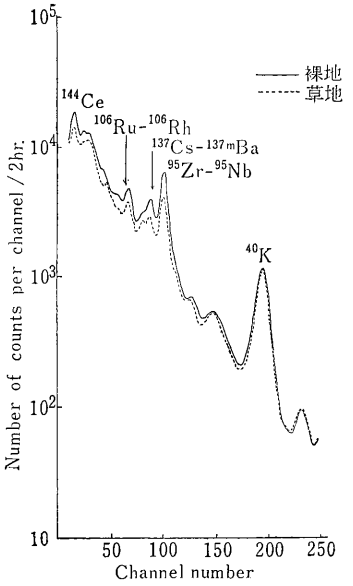
1) 表土の放射性核種濃度は^{90}Srより^{137}Csの方が高い。なお，1964年8月の測定値によると，^{144}Ceの著しい高濃度が観察された。

2) ^{90}Sr，^{137}Csともに裸地より草地の方が蓄積量が多い。特に，新潟では裸地と草地との差が大きい新潟の土は砂質であるので，特に裸地においては，放射性核種の流亡が著しいものと考えられる。

3) 1963年7月における表土のガンマー線エネルギー波高分布の示すところによると，^{144}Ce，^{106}Ru–^{106}Rh，

第1表　表土の放射性核種

試料採取都府県	試料採取年月日	^{90}Sr pCi/kg	^{90}Sr mCi/km²	^{137}Cs pCi/kg	^{137}Cs mCi/km²	^{144}Ce pCi/kg	^{144}Ce mCi/km²
新潟	1964. 8. 4	335.2±10.0	24.5±0.8	224.2±10.1	17.0±0.8	1836.3±32.1	139.9±2.7
	〃 12.14	134.±3.4	8.9±0.2	95.9±7.9	6.3±0.5	1158.8±26.1	78.7±2.0
東京	〃 8.25	506.1±13.3	30.5±0.8	1144.2±25.4	69.1±1.5	4337.4±44.7	262.1±3.7
	1965. 2.27	158.6±4.8	7.1±0.2	148.6±10.1	6.4±0.4	27109.3±447.2	1212.9±20.1
大阪	1964. 8.18	251.5±8.1	18.2±0.6	399.2±15.7	28.9±1.1	1316.0±29.2	95.4±2.4
	〃 11.11	68.6±2.6	5.0±0.2	301.1±13.2	22.0±0.9	1196.9±24.1	87.5±1.5



第1図　γ線スペクトル（1963年7月30日，採取土壌 2.95 kg 供試，新潟県中浦郡横越村）

^{137}Cs–^{137m}Ba，^{95}Zr–^{95}Nb，^{40}Kによると認められるピークが明瞭に観察された。

3. 日本各地の上水道水のストロンチウム-90，セシウム-137，セリウム-144の濃度

環境汚染第1研究室
鎌田　博
清水恵美子
佐伯誠道

（1）緒　言

上水道水中の放射性核種の濃度について放医研年報，37年度（242～248p.）に^{90}Sr，放医研年報，38年度(271～274p.)には^{90}Srおよび^{137}Csを報告したが，本報では，引続き行なった調査と新たに^{144}Ceについて調査した結果とを報告する。

（2）試料採取

38年度と同様，新潟，東京および大阪の3都府県衛生研究所の協力を得て，上水道の源水および蛇口水について，それぞれ100lずつを隔月に採取した。採取地の衛生研究所における試料のイオン交換樹脂による処理は，37年度年報の通りに行なった。

（3）分析法

^{90}Srおよび^{137}Csについては前報と同様であるが，^{144}Ceについてはキャリヤー 50 mg を用い，37年度年報244p. 第1図の水酸化物および炭酸塩の沈澱，すなわち，画分P_3を塩酸で溶解後，アンモニア水でCeを水酸化物として沈澱分離して再び塩酸に溶解し，0.1N塩酸溶液としてから蓚酸を加え，蓚酸セリウムとして分離計測した。なお，水酸化物を分離したロ液は^{90}Srの分析測定に用いた。

（4）分析測定結果

源水および蛇口水についての^{90}Sr，^{137}Cs，^{144}Ceの分析測定結果は第1表のとおりである。^{90}Sr，^{137}Csについて各年の月変化を第1図および第2図(次頁)に示した。

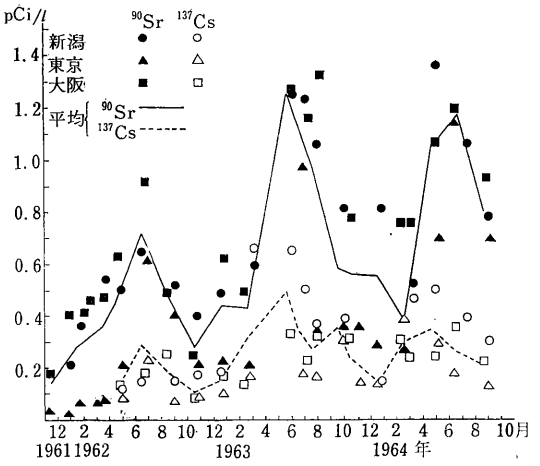
（5）摘　要

1）地方別にみると，新潟，大阪に比べて東京が低い値を示している。

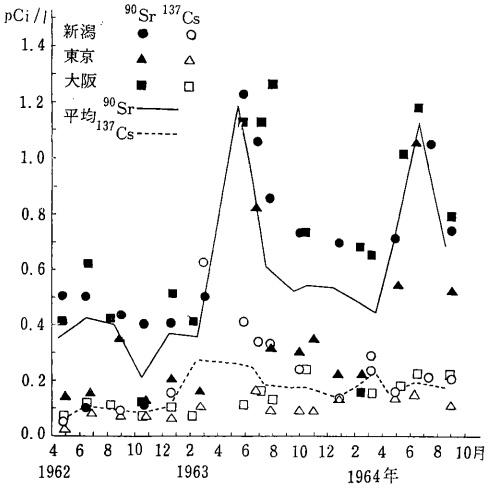
2）放射性核種別にみると，^{144}Ceは一時的に他より高濃度を示しているが，低値への変化量が大きくなっている。これは半減期が^{90}Srや^{137}Csに比べて非常に短かいためであろう。^{137}Cs濃度は最も低く，したがって，高値および低値の変化量は小さい。^{90}Sr濃度ならびに濃度の月別の変化は，^{137}Csおよび^{144}Ceの中間に位置している。

第1表　源水（河川水），蛇口水の放射性核種濃度

新潟					東京					大阪				
採水年月日	種類	^{90}Sr pCi/l	^{137}Cs pCi/l	^{144}Ce pCi/l	採水年月日	種類	^{90}Sr pCi/l	^{137}Cs pCi/l	^{144}Ce pCi/l	採水年月日	種類	^{90}Sr pCi/l	^{137}Cs pCi/l	^{144}Ce pCi/l
1964.					1964.					1964.				
4.24	源水	1.36	0.50	1.69	4.30	源水	0.70	0.29	0.91	4.23	源水	1.06	0.24	1.64
〃 4.24	蛇口水	0.71	0.16	0.14	〃 4.30	蛇口水	0.55	0.14	0.16	〃 5.11	蛇口水	1.01	0.18	0.14
〃 7. 7	源水	1.06	0.39	1.39	〃 6.16	源水	1.14	0.17	0.19	〃 6. 8	源水	1.19	0.35	1.58
〃 7. 7	蛇口水	1.05	0.21	0.18	〃 6.16	蛇口水	1.05	0.15	0.00	〃 6.11	蛇口水	1.18	0.22	0.33
〃 8.28	源水	0.78	0.30	0.57	〃 8.28	源水	0.69	0.12	0.10	〃 8.12	源水	0.92	0.22	0.12
〃 8.28	蛇口水	0.74	0.20	0.21	〃 8.28	蛇口水	0.52	0.11	0.03	〃 8.24	蛇口水	0.79	0.21	0.00



第1図　上水道源水の^{90}Sr, ^{137}Cs濃度



第2図　上水道蛇口水の^{90}Sr, ^{137}Cs濃度

3)　源水と蛇口水の放射性核種濃度を比較して浄水過程における放射性核種の除去減少率を求めると，^{144}Ceが最も高く，ついで^{137}Csであり，^{90}Srが最も低くなっている。

4)　月別の濃度変化は過去3カ年間にわたる調査の結果，毎年5～7月に^{90}Srならびに^{137}Csの高濃度のピークが観察された。

〔研究発表〕

佐伯誠道，鎌田博，小柳卓，黒沢保雄；Decontamination of radioactivity in fresh water, *3rd International Conference on Peaceful Uses of Atomic Energy*(1964年9月)

4.　河底土中の放射性核種濃度

環境汚染第1研究室
鎌　田　　博
清　水　恵美子
佐　伯　誠　道

(1)　緒　　言

河川水中の放射性核種は河川水中の懸濁物によって選択的に吸着され，河底に沈降するものと考えられる。この傾向を知る方法として，河底堆積土の放射性核種濃度の分析測定を始めた。

(2)　試料採取ならびに分析法

新潟，東京，大阪の3都道府県衛生研究所の協力を得て，信濃川，江戸川および淀川の河底土をS-K式採泥器あるいは簡易採泥器を使用して左岸部，流心部，右岸部の3点について年2回採取した。採取堆積土を熱風乾燥器で乾燥後，別報に記載の土壌の分析と同じ方法で分析測定した。なお，分析に先立って，256チャンネルγ線波高分析装置でガンマー線エネルギー分布を観測した。

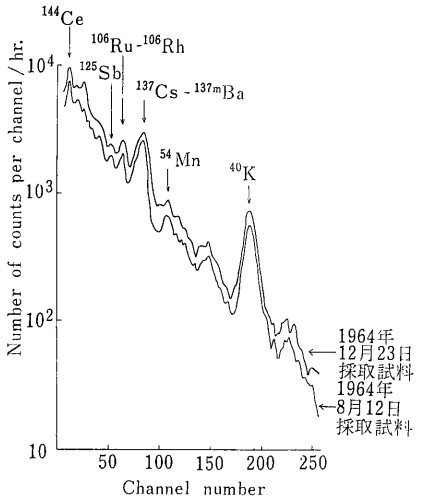
(3)　結　　果

試料の^{90}Sr, ^{137}Cs, ^{144}Ceの分析測定結果を第1表に示した。また，ガンマー線スペクトルの1例を次頁第1図にあげた。河底堆積土は表面土壌に比べて単位重量あたりの^{90}Sr, ^{137}Cs, ^{144}Ce濃度が高い傾向であった。

第1表　河　底　土　中　の

試料 採取地	採取年月日	^{90}Sr mμCi/kg 左岸部	流心部	右岸部	平均
信濃川河口（新潟市）	1964. 8. 21	0.39±0.01	0.67±0.02	0.55±0.01	0.54
	1964. 12. 23	0.69±0.01	0.35±0.01	0.53±0.01	0.52
江戸川（市川橋）	1964. 7. 31	0.07±0.002	—	0.05±0.002	0.06
	1964. 12. 8	0.24±0.01	{0.17±0.01 {0.38±0.01	0.12±0.01	0.23
淀川（桜宮橋）	1964. 7. 28	0.59±0.01	—	0.48±0.02	0.54
	1964. 12. 24	0.55±0.01	—	0.11±0.01	0.33

$^{137}Cs/^{90}Sr$, $^{144}Ce/^{90}Sr$ の各 ratio は，河底堆積土は河川水よりも高いことが観察された。



第1図　河底土のγ線スペクトル，信濃川河底土（1965年3月25日測定）2.6 kg供試

第1表　東京湾内表面海水中の ^{90}Sr および ^{144}Ce 濃度

採水場所	採水年月日	^{90}Sr (pCi/l)	^{144}Ce (pCi/l)	pH	水温 (℃)	塩素量
千葉港 (35°34′N 140°00′E)	1963. 7.12	0.60±0.05	0.52±0.05	—	—	—
	1963.11. 4	0.45±0.03	0.27±0.03	—	—	—
	1964. 6. 8	0.45±0.02	0.51±0.01	8.5	22.0	17.37
	1964. 8.27	0.24±0.02	0.21±0.01	8.4	24.5	16.58
	1964.12. 3	0.52±0.03	0.16±0.02	8.8	12.0	17.59
木更津港 (35°23′N 139°54′E)	1964. 9. 3	0.26±0.03	—	8.6	26.0	18.45
	1964.11.11	0.28±0.03	0.08±0.01	8.5	15.0	18.35
上総湊港 (35°13′N 139°52′E)	1964. 6.17	0.42±0.03	0.90±0.03	8.5	21.0	18.44
	1964. 8.31	0.32±0.03	0.08±0.01	8.6	27.0	17.23
信濃川河口	1963.10.17	0.32±0.03	0.28±0.02	—	—	—

注　^{95}Zrはほとんど検出されなかった。

5. 東京湾内表面海水の放射性核種の濃度

環境汚染第1研究室
大桃洋一郎
児玉幸雄
山口治子
佐伯誠道

（1）緒　言

38年度に引続き，東京湾内表面海水に含まれる ^{90}Sr, ^{137}Cs, ^{144}Ce および ^{95}Zr の濃度を測定し，若干の知見を得たので報告する。なお，これら4核種定量の2, 3の方法を比較検討した結果は別報で報告する。

（2）試　料

1963年7月12日，11月4日，1964年6月8日，8月27日，12月3日に千葉港において，1964年9月3日，11月11日に木更津港において，1964年6月17日，8月31日に上総湊港において，1963年11月17日信濃川河口においてそれぞれ採取された表面海水を試料とした。

（3）分析法

塩崎らの方法（*J. Oceanogr. Soc. Japan*, 20（2）, 31, 1964）に準じて行なった。なお，pHはガラス電極pHメーターにより，塩素量は Salinometer（鶴見精機製）を用いて測定した。

（4）結果ならびに考察

得られた結果を第1表（左表）に示す。

湾内表面海水中の ^{90}Sr 濃度は，0.24～0.60 pCi/l であり，この濃度は塩崎らが昭和39年に行なった外洋表面海水の濃度（0.2～0.4 pCi/l）と同程度である。しかし，湾内表面海水中の ^{144}Ce 濃度（0.08～0.9 pCi/l）は外洋表面海水中のそれ（0.23～1.38 pCi/l）に比してかなり低いことが認められた。Ce の海水中における形態については，94%がparticulateであるという報告があり（A. E. Greendale, N.

放射性核種濃度

^{137}Cs mμCi/kg				^{144}Ce mμCi/kg			
左岸部	流心部	右岸部	平均	左岸部	流心部	右岸部	平均
1.65±0.03	1.78±0.03	1.65±0.03	1.69	8.69±0.08	12.28±0.08	8.36±0.07	9.78
1.27±0.03	1.60±0.03	1.17±0.03	1.35	18.35±0.16	13.68±0.09	9.11±0.06	13.71
0.22±0.01	—	0.22±0.01	0.22	1.57±0.03	—	1.67±0.03	1.62
0.23±0.01	0.26±0.01 1.13±0.02	0.15±0.01	0.44	3.42±0.05	2.43±0.04 7.29±0.08	0.54±0.02	3.42
2.32±0.03	—	2.07±0.04	2.20	16.49±0.09	—	15.81±0.09	16.15
1.32±0.03	—	0.43±0.02	0.88	6.87±0.06	—	0.19±0.03	3.53

E.Ballon ; *U. S. Naval Radiological Defence Laboratory Document*, 436, 1954), 湾内表面海水中の ^{144}Ce 濃度が，外洋表面海水よりも一般に低いのは，Ce の particulate が，湾内海水中の浮遊物の表面に吸着されて，すみやかに沈降するためであろうと考えられる。これを確かめるには，海底土の分析を行なう必要があり，目下実験計画中である。特に，千葉港において採取された表面海水の ^{90}Sr および ^{144}Ce の濃度について調べてみると，^{90}Sr についてはほとんど時期的変化は認められないが，^{144}Ce の濃度は時間の経過とともに減少していることがわかる。

なお，^{95}Zr はほとんど検出されなかったが，これは ^{90}Sr や ^{144}Ce に比べて物理的半減期が短かいこと，および Ce の場合と同様に，その 96% が particulate として存在しているので，海水中の浮遊物の表面に吸着されて，すみやかに沈降することによるものであろうと推測される。

6. 魚類のストロンチウム-90およびセシウム-137濃度

環境汚染第3研究室
佐伯誠道
上田泰司
鈴木譲

(1) 緒　言

38年度に引続き，放射性降下物の水産食品に与える影響を明らかにするために，海水魚，汽水魚および淡水魚の ^{90}Sr と ^{137}Cs との濃度を調べた。

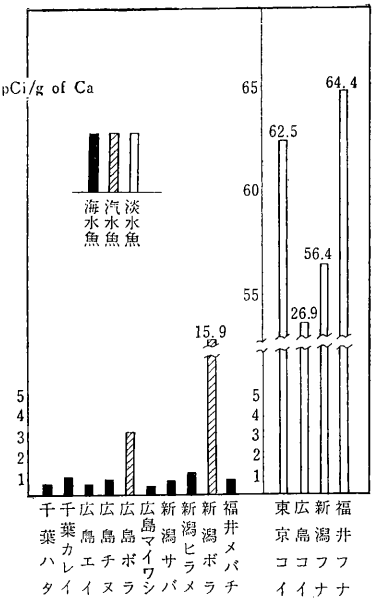
(2) 試料および分析法

1964年5～6月，8～9月，11～12月，1965年2～3月の年4回，新潟および広島からそれぞれ海水魚を3種類，汽水魚と淡水魚は1種類ずつを採集した。また，新潟および広島と同一時期に千葉の海水魚を2種類，1964年6月に福井の海水魚と淡水魚を1種類ずつ採集し，さらに，1964年6月に東京の淡水魚を1種類採集した。

試料魚は，頭，尾，皮およびウロコを除きできるだけていねいに骨，筋肉，内臓に分け，110℃で24時間乾燥したのち450℃で灰化し，これを分析に供した。^{90}Sr は発煙硝酸分離法で分離したあとに娘核種の ^{90}Y を分離して計測した。^{137}Cs は，リンモリブデン酸アンモン法を用い，塩化白金酸セシウムとして計測した。

(3) 結　果

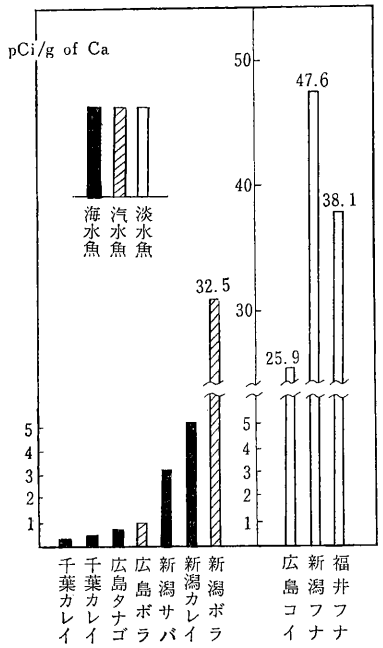
骨については ^{90}Sr を，筋肉および内臓については ^{137}Cs を定量測定した。第1図は，5～6月の魚骨試料の ^{90}Sr 濃度を示したものである。海水魚はすべて1 S.U.前後であって，この値は昨年の海水魚の分析結果（放医研年報



第1図　魚骨中の ^{90}Sr 濃度（1964年5月～6月試料）

38年度，296p.）とほとんど変らない。淡水魚は，海水魚に比べて著しく高い値を示した。汽水魚のボラは海水魚と淡水魚の中間の値を示した。

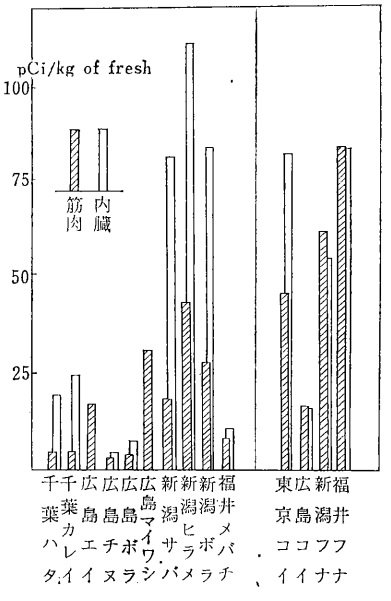
第2図は，8～9月の魚骨試料の ^{90}Sr 濃度を示したも



第2図　魚骨中の ^{90}Sr 濃度（1964年8月～9月試料）

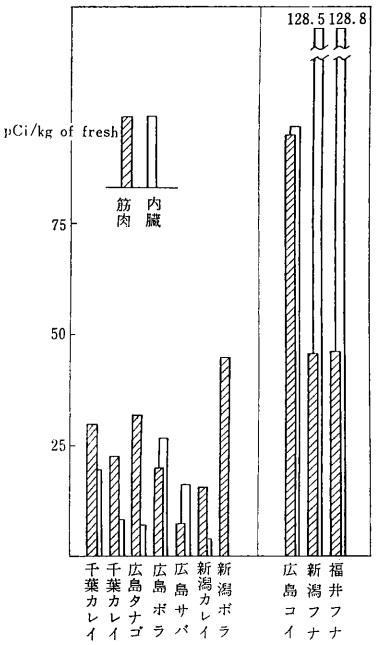
のである。千葉，広島の海水魚は5～6月試料と同程度で1 S.U.前後であったが，8～9月試料の新潟の2種は5.0 S.U.(カレイ)，3.2 S.U.(サバ)であり上昇が認められた。汽水魚についても，新潟のボラは5～6月試料に比べて8～9月試料は顕著に増加しているが，広島のボラでは，むしろ若干減少した値が得られた。淡水魚では，広島コイは養殖2年魚であるが，6月末試料で28.6 S.U.，8月中旬試料で27.5 S.U.であり，その差はほとんどなかったが，新潟（鳥屋野潟），福井（三方湖）のフナはいずれも3～4年魚であるが，8月末試料の値は5月末試料よりやや減少の傾向を示した。

第3図に示すように，筋肉および内臓の ^{137}Cs 濃度は，5～6月試料では新潟のフナを除き筋肉より内臓が高くなっている。海水魚では，地域的にかなり差が認められ，新潟が他の3地方より高い値を示した。淡水魚は，東京の養殖魚（5～6年魚）以外は内臓，筋肉に差はほとんど認められない。



第3図　魚肉および内臓の ^{137}Cs 濃度（1964年5月～6月試料）

第4図は，8～9月の筋肉および内臓試料の ^{137}Cs 濃度を示したものであるが，この時期の海水魚では，^{137}Cs 濃度が新潟で高いという傾向は観察されず，むしろ千葉，広島より低い値を示している。また，筋肉と内臓の値の差も小さくなっている。底棲魚では，筋肉が内臓より ^{137}Cs 濃度が高く，5～6月試料に認められた傾向と逆になっている。淡水魚筋肉の ^{137}Cs 濃度は5～6月



第4図　魚肉および内臓の ^{137}Cs 濃度（1964年8月～9月試料）

試料に比べて広島のコイでは上昇が示されたが，新潟，福井のフナは内臓の ^{137}Cs 濃度が高いのに対し，筋肉の ^{137}Cs 濃度は5～6月試料より低い傾向が示された。

（4）　摘要および考察

1）　海水魚骨の ^{90}Sr 濃度は，38年度と同様に，1 S.U.前後であったが，新潟のカレイ（5.0 S.U.），サバ（3.2 S.U.）に若干高い値を示すものがあった。

2）　汽水魚のボラの骨中 ^{90}Sr 濃度は，海水魚骨に比べて概して高い値を示した。特に，1964年8～9月における新潟のボラでは，32.5 S.U.という著しく高い例が得られた。

3）　淡水魚骨の ^{90}Sr 濃度が著しく高いことは前報で報じたが，1964年8～9月における新潟，福井のフナで47.6 S.U.，38.1 S.U.という高値が示された。

4）　魚骨の ^{90}Sr 濃度は，1)～3)に記したように，淡水魚＞汽水魚＞海水魚の傾向にあることが示された。その理由の1つとして，海水中の安定Caと安定Srは淡水のそれらの濃度の数百倍であるために，海水中に入った ^{90}Sr のアイソトープ希釈率が淡水より著しいことがあげられる。

5）　筋肉の ^{137}Cs 濃度は，魚骨中の ^{90}Sr 濃度の場合ほど著しくはないが，やはり淡水魚が海水魚より高い傾向にあった。安定Kの濃度は海水は淡水の1,000倍余であ

るので，4)に記した ^{90}Sr と同様に棲息水の塩分濃度がこの傾向を理由づける一因となると思われる。しかしながら，内臓では，海水魚が淡水魚より高い ^{137}Cs 濃度を示す場合も認められた。内臓中には，腸および消化管内容物も含んでいるので，食餌中の ^{137}Cs ならびに生体内より腸管内に排泄された ^{137}Cs が合わせ測定されていると解釈できる。このような条件の複雑性からみて，内臓，筋肉の相関については，各器官ごとの ^{137}Cs 濃度の測定を行なったあとに考察したい。

〔研究発表〕

1. 佐伯誠道，上田泰司，鈴木譲；日本海側と太平洋側の魚類中の ^{90}Sr，^{137}Cs 濃度，第6回放射能調査研究成果発表会(1964年11月)
2. 佐伯誠道，上田泰司，鈴木譲，村越善次；放射性降下物による食品，特に水産食品汚染の研究（第2報），日本水産学会昭和40年年会（1965年4月）

7. 海藻中の放射性核種について

環境汚染第3研究室
佐伯誠道
上田泰司
鈴木譲

放射性降下物による海洋汚染の調査研究の一環として食用海藻中の放射性核種，I，Ru，Ce，Sr および Cs を検討するため，1964年に新潟県，東京湾，瀬戸内海（広島県）の3地方より，5，8，11月に海藻を集め，調査を行なった。

海藻中の ^{90}Sr および ^{137}Cs 含量を第1表に示す。

第1表　海藻中の ^{90}Sr と ^{137}Cs 濃度

採集地名	採集年月	海藻名	^{90}Sr pCi/100g 風乾物	^{90}Sr Ca%/ash	^{90}Sr S.U.	^{137}Cs pCi/100g 風乾物
新潟	1964 6.	ワカメ	3.9	7.1	2.9	15.1
	〃 8.	テングサ	9.2	3.2	16.7	26.5
	〃 11.	ワカメ	5.0	6.8	4.0	17.7
千葉 木更津	〃 5.	ワカメ	2.6	7.0	2.0	1.1
	〃 8.	ヒジキ	1.9	4.1	3.7	1.8
	〃 11.	オゴノリ	0.5	20.4	0.9	1.4
天羽	〃 6.	カジメ	3.3	4.3	6.0	4.9
	〃 8.	カジメ	3.5	3.8	7.1	4.5
	〃 11.	カジメ	1.8	3.3	4.3	4.3
広島	〃 5.	ワカメ	0.6	6.9	0.4	11.4
	〃 8.	ワカメ	2.4	6.9	1.9	6.3
	〃 11.	ワカメ	4.2	7.2	3.2	2.6

新潟県の海藻の ^{137}Cs 含量は他県のものに比べて著しく高いこととが観察された。

その他の核種含量については引続き分析中である。

8. 食品の放射性物質

環境汚染第3研究室
佐伯誠道
上田泰司
鈴木譲
村越善次

(1) 緒　言

前報（放医研年報，38年度，263～267p.）に引続き，科学技術庁放射能調査の一環として1964年の日常食の放射能調査を行なった。

(2) 試　料

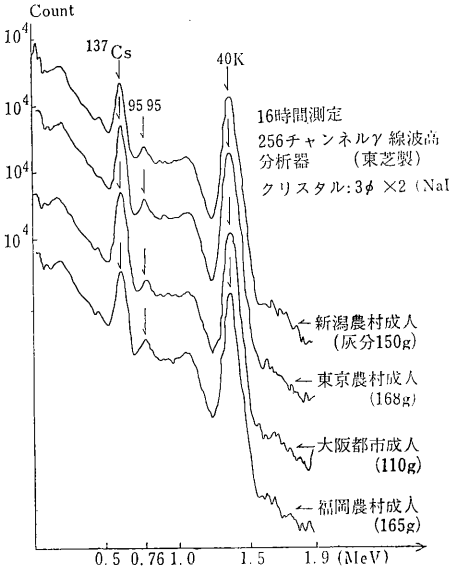
北海道（札幌），新潟，東京，大阪，福岡の5地区の各都道府県衛生研究所に依頼し，都市成人，農村成人および農村子供の3群（大阪のみは都市成人，集団給食および一般給食の3群）に分け，調理済の可食部1日分を1964年の第1回として6月下旬より8月初旬に収集し，450℃で灰化後分析に供した。

(3) 実験および結果

分析方法はすべて前報と同様である。

1) γ線波高分析

新潟，東京，大阪，福岡の成人のγ線波高分布を第1図に示す。



第1図　日常食のγ線波高分布（1964年6～8月試料）

いずれの地方の食品においても，^{40}K について ^{137}Cs を示すピークが認められた。

2） ^{90}Sr 量および ^{137}Cs 量

i） ^{90}Sr 量

結果を第1表に示す。

第1表　日常食中の ^{90}Sr 濃度

	群	pCi/d/p	Ca mg/d/p	S.U.
北海道	都市成人	17.4±2.0	524.2	33.2
	農村成人	24.6±2.5	673.7	36.5
	農村子供	13.5±1.6	487.2	27.7
新潟	都市成人	24.8±2.0	417.6	59.4
	農村成人	21.1±2.1	372.5	56.6
	農村小供	18.9±1.9	460.9	41.0
東京	都市成人	17.6±2.3	457.3	38.5
	農村成人	13.7±1.4	427.6	32.0
	農村子供	6.3±0.8	325.0	19.4
大阪	都市成人	3.9±0.4	255.3	15.3
	一般給食	7.7±0.8	330.9	23.3
	集団給食	9.0±1.0	447.4	20.1
福岡	都市成人	11.5±1.2	568.9	20.2
	農村成人	8.9±0.9	527.9	16.9
	農村子供	7.9±0.8	318.0	24.8

地域的には新潟が高く，ついで北海道，東京であり，大阪と福岡は比較的低かった。また，前回の1963年の食品に比べ，同程度かまたはむしろ少しS.U.が減少していた。前回は，新潟農村成人の1日摂取量32.8 pCi (S.U. 75.3)が最高であり，東京農村成人の5.7pCi(S.U. 25.1)が最低であったが，今回は，新潟都市成人の24.8 pCi (S.U. 59.4) が最高であり，大阪都市成人の3.9 pCi (S.U. 20.3)が最低であった。

ii） ^{137}Cs 量

結果を第2表に示す。

今回の結果を38年度の第2回のそれと比較すると，1人1日の ^{137}Cs 摂取量は前回の最高は北海道都市成人の115.5pCi，最低は福岡農村子供の53.5pCiであったのに対し，今回最高は新潟農村成人の152.6pCi，最低は福岡農村子供の30.0pCiであり，また新潟農村成人，福岡都市成人および福岡農村子供は減少しているが，他は増加している。特に，北海道の3群，東京の都市成人，農村成人および新潟農村子供の増加が著しい。

また，38年度では，新潟県が第1回，第2回の分析を通じて他より高かったが，今回は北海道と東京がほとんど同程度にまで高くなっていた。大阪，福岡はほとんど変化していなかった。

第2表　日常食中の ^{137}Cs 濃度

	群	pCi/d/p	K mg/d/p	C.U.
北海道	都市成人	129.5±12.9	2846.0	45.5
	農村成人	102.5±10.3	2473.1	41.4
	農村子供	69.6± 6.9	1801.4	38.6
新潟	都市成人	124.6±12.3	2873.6	43.3
	農村成人	152.6±15.0	3247.8	47.0
	農村子供	101.6±10.0	2831.2	35.9
東京	都市成人	128.0±12.7	2658.4	48.1
	農村成人	91.6± 9.1	2323.7	39.4
	農村子供	112.4±11.1	2216.3	50.7
大阪	都市成人	58.8± 5.8	2287.9	25.7
	一般給食	64.3± 6.4	2384.7	27.0
	集団給食	74.5± 7.4	2516.4	29.6
福岡	都市成人	65.8± 6.5	2235.6	29.4
	農村成人	65.9± 6.5	2467.3	26.7
	農村子供	30.0± 3.0	2049.5	14.6

9. 人骨中のストロンチウム-90濃度

環境汚染第2研究室
旧中義一郎
富川昭男
大野茂
佐伯誠道*

*環境汚染第1研究室

（1） 緒　言

われわれは38年度に引続き，日本における人骨中のストロンチウム-90濃度の年次変化の調査研究と安定ストロンチウムの定量を行なった。

（2） 試料人骨

北海道，秋田，宮城，新潟，東京，京都および大阪より採取した1964年1月より同12月までの死亡者の人骨284検体中，主として20才以下の試料に重点をおいて138検体について分析を行なった。

分析可能な量が試料1検体より得られないときは，同年令で死亡月の近い試料であって，かつ同一地域から採

第1表　1964年度人骨分析試料数

年令層	試料採取数	供試分析試料数
胎児	48	36
0 ～ 4	15	14
5 ～ 19	61	58
20才以上	160	39
	284	147

取された2～5検体をあわせ合併試料として分析に供した。20才以下の試料が集めにくく，特に0才のものは1試料であった。

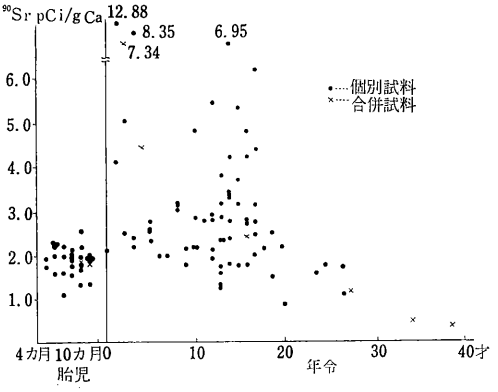
(3) 分析測定法

^{90}Srの分析法はWHO/FAO Expert Committee (*FAO Atomic Energy Series*, No. 1, 1959)の方法によった。すなわち，発煙硝酸法に従がい^{90}Srを分離後2週間放置し放射平衡に達した娘核種^{90}Yの分離計測を行なった。計測器は医理研製低バックグラウンド・ベータ・ガスフロー・カウンターLBC-13(バックグラウンド0.57cpm)を用いて，1検体300分以上測定を行なった。

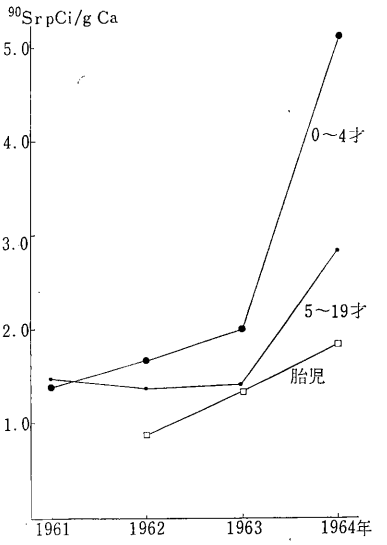
また，安定ストロンチウムについては，人骨0.3gを塩酸に溶解後，強塩基性陰イオン交換樹脂を用いてリン酸を除去したのち，Perkin-Elmer製，303型，atomic absorption spectrometerによる原子吸光分析法により定量を行なった。

(4) 実験結果

1964年に採取した人骨の個々の分析結果は省略し，本研究所で発刊している"Radioactivity Survey Data in Japan"に集録することとする。第1図は各年令別の人骨中の^{90}Sr濃度を示したものである。



第1図　人骨中の^{90}Sr濃度と年令との関係（1964年）



第2図　年令群別の人骨中Sr-90濃度の年次変化

この測定結果からは，試料の採取が東京にかたより，試料数もあまり多くないので，地域差や性別および骨種について有意差を論ずることはできない。

第2表は過去2年間のデータを比較したもので，4つの年令群の最大値，最小値と平均値および標準偏差を示したものである。

以上の図表を通してみると，1964年度においては0～4才群が極めて高く，5～19才群の約2倍に近い値を示し，特に2才児のもので12.88 S.U.と最高のものが現われた。

また，年代別にみると1964年はその前年に比べて0～4才群は約2倍半，5～19群では2倍，胎児は約1.4倍とそれぞれ極めて高い値を示した。

第2表　年令群別の人骨中の^{90}Sr濃度

		年令群 S.U.(^{90}Sr pCi/g Ca)			
		胎児	0才～4才	5才～19才	20才以上
1962	試料数	10	26	45	243
	S.U. 最小値～最大値	0.59～1.17	0.95～2.24	0.37～2.37	0.03～1.33
	S.U. 平均値±標準偏差	0.88±0.20	1.66±0.45	1.38±0.54	0.45±0.31
1963	試料数	17	38	44	47
	S.U. 最小値～最大値	0.86～2.38	0.80～4.37	0.55～2.50	0.22～1.29
	S.U. 平均値±標準偏差	1.36±0.44	2.01±1.01	1.41±0.47	0.41±0.25
1964	試料数	36	14	58	39
	S.U. 最小値～最大値	1.04～2.52	2.06～12.88	1.22～6.95	0.29～2.16
	S.U. 平均値±標準偏差	1.99±0.33	5.09± 3.32	2.85±1.22	0.86±0.56

(5) 結　語

日本人の人骨の^{90}Sr濃度は年々増加を示し，特に，1964年度の分析値は著しく高い値がみられた。

胎児は1.99±0.33 S.U.(S.U.=^{90}Sr pCi/g Ca)，0～4才は5.09±3.32 S.U.，5～19才は2.85±1.22 S.U.，20才以上では0.86±0.56

S.U.であった。

10. 人尿中のセシウム-137濃度

環境汚染第2研究室
内山正史
蔡昭明*
佐伯誠道**

*中華民国，国立清華大学
原子科学研究所
**環境汚染第1研究室

(1) 緒言

38年度に引続き，1963年6～7月，1963年12月～1964年2月に大阪，石川，埼玉の3地区で中学生から採取した尿について，^{137}Cs 濃度を調査した。

(2) 試料の採取および分析測定法

各人の1回全排尿を集め，その100 ml をとって50人分をあわせて1試料とした。前処理は（放医研年報，38年度，260p.）と同様である。分析測定法も同年報に記載した方法に従がったが，最後の沈殿は過塩素酸セシウムとしてではなく塩化白金酸セシウムとして捕集した。

(3) 結果

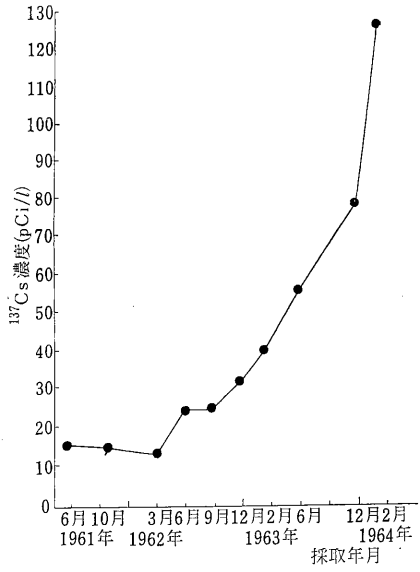
測定結果を第1表～第3表に示す。なお，1961年から1964年までの ^{137}Cs 尿中濃度の年次変化を第1図に示した。これから次の知見が得られた。

1) 1962年の同時期と比較すると，1963年は2～3倍の濃度の ^{137}Cs が尿中に排泄されていた。

2) 地区別の差は今回の観測ではほとんど見受けられなかった。表中の第2回目の測定結果は埼玉地区が他の2地区よりも高かったが，これは埼玉地区が他の2地区より試料採取時期が2カ月おくれていたためと考える方が妥当であろう。

3) 性別の尿中 ^{137}Cs の排泄濃度には，有意差は認められない。

以上は前回得た結果とほぼ一致している。



第1図 人尿の ^{137}Cs 濃度の年次変化（1961年6月～1964年2月）

第1表 人尿の ^{137}Cs 濃度（pCi/l） 石川地区

試料番号＼性別	1963年6月 男	1963年6月 女	1963年12月 男	1963年12月 女
1	63± 1	57± 1	79± 1	59± 1
2	72± 1	61± 1	70± 1	57± 1
3	78± 1	64± 1	82± 2	—
4	89± 2	59± 1	68± 2	57± 2
5	72± 1	55± 1	79± 2	85± 2
6	60± 1	60± 1	83± 2	59± 2
7	52± 2	51± 1	73± 2	81± 2
8	50± 2	53± 1	74± 2	75± 2
9	60± 2	47± 1	80± 1	65± 1
10	50± 1	53± 2	79± 2	69± 1
11	50± 2	63± 1	78± 1	78± 1
12	46± 2	62± 1	81± 2	74± 1
平均	62±13	58± 5	77± 5	69±10
全平均	60		73	

第2表 人尿の ^{137}Cs 濃度（pCi/l） 大阪地区

試料番号＼性別	1963年6～7月 男	1963年6～7月 女	1963年12月 男	1963年12月 女
1	56± 3	45± 2	85± 3	89± 4
2	51± 3	55± 3	98± 3	91± 4
3	52± 3	51± 2	88± 4	85± 4
4	47± 3	44± 2	72± 3	77± 4
5	51± 2	37± 2	79± 5	81± 5
6	55± 3	39± 3	73± 3	64± 4
7	57± 3	51± 3	88± 4	86± 4
8	52± 3	44± 3	80± 3	74± 2
9	53± 2	55± 2	86± 2	102± 5
10	43± 2	46± 3	86± 5	82± 4
11	53± 2	52± 6	81± 2	105± 4
12	—	50± 2	89± 2	95± 4
平均	52±4	47± 6	84± 7	86±12
全平均	50		85	

〔研究発表〕

佐伯誠道，飯沼武，内山正史，蔡昭明，石原十三夫；^{137}Cs 人体負荷量と ^{137}Cs 尿中濃度，第6回放射能調査研究成果発表会（1964年11月）

第3表　人尿の^{137}Cs濃度（pCi/l）　　埼玉地区

試料番号＼性別	1963年6月 男	1963年6月 女	1964年2月 男	1964年2月 女
1	60± 2	51± 3	99± 3	128± 4
2	49± 2	46± 2	100± 3	128± 3
3	58± 3	56± 3	131± 3	110± 3
4	59± 3	53± 3	—	—
5	54± 2	55± 3	—	—
6	68± 2	55± 3	134± 5	119± 4
7	54± 2	62± 3	143± 3	124± 4
8	54± 3	50± 3	145± 4	107± 4
9	61± 3	71± 3	158± 5	136± 3
10	76± 4	52± 3	149± 5	128± 4
11	63± 3	59± 2	142± 3	117± 3
12	—	73± 2	141± 4	112± 4
平均	60± 7	57± 8	134±12	121±10
全平均	58		128	

11. 中国の第1回核爆発実験による放射性降下物の測定

環境汚染第1研究室
佐伯誠道
鎌田博
田中義一郎*

*環境汚染第2研究室

（1）緒　　言

1964年10月16日に行なわれたと報じられた中国の核爆発実験の影響は，2日後の18日には既にその影響が現われ，千葉市穴川，放医研屋上の水盤法採集試料（雨水と自然降下塵）によると全ベータ放射能は43.6 mCi/km^2（10月18日，17mmの降雨を含む），89.8 mCi/km^2（10月19日）となり，平常時の0.1～0.2 mCi/km^{2}の数百倍の値を示した。その後20数日にわたり放射能は漸減し，29日の0.265 mCi/km^{2}を最後に実験開始前の値に戻った。

（2）試料の採取および測定結果

雨水および塵埃試料の採取は科学技術庁編放射能測定法（1963年）の水盤法により行ない，試料水は濃縮後ステンレス試料皿に入れ，医理研製・ガイガー・ミューラー計測装置，DC 1型を用いて測定を行なった。

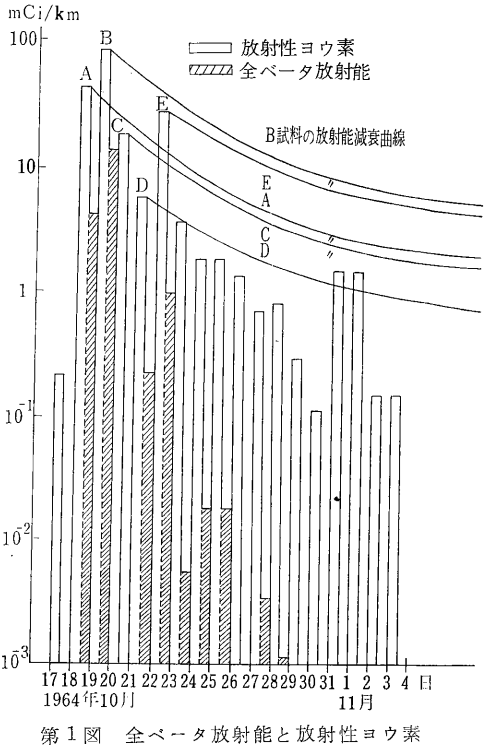
毎日の計測結果ならびに各試料放射能の放射能標準はU_3O_8を用いて較正を行なった。また，試料の減衰について調べたところ核爆発後4日，6日，10日目の試料ではそれぞれ半減期はほぼ2日，4日，9日であり，その後短半減期核種の減衰消滅に伴なって18日（16日目）と徐々に長くなる傾向が観察された。

次いで，全放射能測定試料と同一試料より核種分析を行ない放射性ヨウ素を測定した。測定法はヨウ素キャリアー（I$^-$ 22.5 mg）を試料500 mlに加え，化学分離（次項：放射性ヨウ素の測定法に記載）を行ない，AgIとして沈殿させ，低バックグラウンド・ベータ・カウンター（Tracer Lab 製OMNI/Guard type, B.G. 0.4 cpm）で計

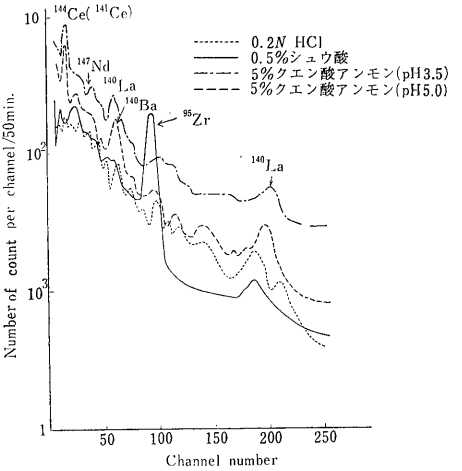
第1表　全ベータ放射能と放射性ヨウ素

採取日時	全放射能（G） mCi/km^2	放射性ヨウ素（I） mμCi/km^2	I/G %
10月17日10時18日10時	0.2	4,160	9.5*
18　10～19　10	43.6	13,400	15.0
19　10～20　10	89.8	—	—
20　10～21　10	18.2	212	3.72
21　10～22　10	5.7	975	3.42
22　10～23　10	28.5	5.25	0.15
23　10～24　10	3.6	17.3	0.44
24　10～25　10	3.9		
26　10～27　10	1.44	3.3	0.47
27　10～28　10	0.70	1.13	0.13
28　10～29　10	0.85		
29　10～30　10	0.265		
30　10～31　10	0.11		
31　10～ 1　10	1.045		
11月 2　10～ 3　10	0.145		

*前日（17日10時）よりの試料を含む。



第1図　全ベータ放射能と放射性ヨウ素



第2図　フォールアウトのイオン交換樹脂分離による各画分のガンマ線スペクトル

測を行ない，収率および計数効率の補正を行なったのち km² 単位に換算した。その結果を第1表および第1図に示した。全ベータ放射能中放射性ヨウ素の占める（主に ^{132}I，^{133}I および ^{131}I）割合は，実験後2～3日目で10～15%であり，7日目以降は1%以下であって，12日目以降の水盤試料からは放射性ヨウ素の検出はできなかった。

また，10月19日より26日までの水盤試料 4.1 *l* を集め王水処理を行なったのち，その可溶分画について分析を行なった。可溶分画を蒸発乾固したのち，蒸溜水に溶かし Dowex 50WX8 Cl 形，50～100 メッシュ，径25 cm，高さ 30cm のカラムを通し，樹脂に吸着させたのち，0.2 *N* HCl，0.5% シュウ酸，5% クエン酸アンモン（pH 3.5）5% クエン酸アンモン（pH 5.0）にて溶離し，各溶離液のガンマー線放射能を東芝製 256 チャンネル波高分析器・EDS 型・NaI (Tl) 2.5″ϕ×3″ にて測定した。第2図に示したように，これらの測定結果からは ^{144}Ce，^{144}Pr，^{147}Nd，^{140}La，^{95}Zr 等の存在が推定された。

〔研究発表〕

佐伯誠道，田中義一郎，鎌田博，小柳卓，村越善次；中国核爆発実験の放射性降下物による環境汚染，第6回放射能調査研究成果発表会（1964年10月）

12. 中国の第1回核爆発実験による放射性ヨウ素の測定

環境汚染第2研究室
田　中　義一郎

（1）緒　　言

1964年10月16日の中国の核実験に起因する放射性ヨウ素について，人の甲状腺および人に最も影響を与える試料について測定を行なった。この結果は，核爆発実験が日本に近接した地点で行なわれた特徴が明確に現われている。

試料は，牛乳は市葉市内市販牛乳，畜産試験場内牛乳，下志津原農協牛乳（いずれも千葉県北部地域）を用い，甲状腺は人（事故死），乳牛，和牛および豚について行ない，人尿のほか水盤法による雨水塵埃についても行なった。

（2）分　析　法

甲状腺試料のみは生重量1gあたりヨウ素約0.4～0.5gを含有するので，約30gを分析に用いてヨウ素担体は加えなかったが，その他の試料はヨウ素の担体 15 mg～22.5 mg を加えてから第1図のごとく分離し，CCl_4 に抽出したのち，亜硫酸水層に逆抽出し，他の放射性核種と純粋に分離したのち，AgI として沈殿させ，固定後低バックグラウンド・ベータ・カウンター（Tracer Lab 製 OMNI/Guard type，B.G. 0.4 cpm，医理研製 LBC-22，B. G. 1.5 cpm）を用いて計測を行ない，効率．収率補正後採取日に戻す時間補正を行なったのち，各試料単位あたりの pCi 数で表わした。また，甲状腺試料中の安定ヨウ素は CCl_4 抽出層の比色（最大吸収 516 mμ）とアイソトープ希釈法を併用して定量した。このほか，各測定試料は数日間計測し，その減衰曲線より ^{131}I であることを確めた。

（3）測定結果

i）雨水および塵埃中の放射性ヨウ素

試料は東京および放医研屋上で採取したもので，A試料は10月17日7時から19日10時までの3日間にわたり集めたものであり，B試料は20日午前10時より24時間にわたって採取した試料中より抽出した放射性ヨウ素の減衰曲線である（第2図，次頁）。

A，B試料の減衰曲線上にそれぞれ ^{133}I（半減期 20.8 時間）の減衰曲線を描き，その線より高い点 A，B，C，D および E，F，G，H の各点から ^{133}I の計数率を差引き，A′，B′，C′，D′ および E′，F′，G′，H′ を求め，そのA′，E′点上に ^{132}I（半減期 2.33 時間）の減衰曲線を引くと，A試料では D′ 点を除きほぼ一直線上に並び，B試料では G′，H′ が直線よりそれるが，^{132}I の減衰曲線とかなりよく一致した。

また，B試料については，F と G の測定時間の間で 256 チャンネルγ線波高分析器により測定し，他の放射性核種の存在していないことを確めた。さらにA，B試料とも同時計数型β線スペクトロメーターにより減衰途中の

牛乳 250 m*l*

I^-キャリア 15 mg
20% NaOH 18 m*l*

蒸発灰化後
マッフル炉
500℃ 1.5 hr.
20% NaOH 15 m*l*
KNO_3 13 g

燃 焼
水 100 m*l*に溶解

溶液

尿 250 m*l*

I^-キャリア15 m*l*
20%NaOH 2.5 m*l*

遠心分離

上 清 沈殿

中和

Dowex 1 X 8 (Cl形)
50～100メッシュ
4 m*l* (10 mmφ)

Dowex 流出液
溶離液

Dowex 溶出液

甲状腺 32 g

30g(供放射性ヨウ素) 2g (供安定ヨウ素)

20% NaOH 45m*l*

灰 化
KNO_3 12g

燃 焼
水 50 m*l*
に溶かす

溶液

20% NaOH 4g

灰 化
KNO_3 1g

燃 焼
水 2 0m*l*
に溶かす

溶 液
$NH_2OH \cdot HCl$ 0.6g
$NaNO_2$ 0.3g
CCl_4 20 m*l*

比 色
(516mμ)

雨水・ちりおよび水
(水盤法) 5 *l*

I^-キャリア 22.5mg
20%NaOH 5 m*l*

濃縮 (約 500 m*l*とする)

$Na_2S_2O_3$ 1 g

中 和

$NaHCO_3$ 2 g
10%NaClO 10 m*l*

溶液

ヨウ素抽出溶液

$NH_2OH \cdot HCl$ 1 g
$NaNO_2$ 0.5 g
CCl_4 20 m*l*
HNO_3 8 m*l*

CCl_4層 水層

水層
2%SO_2水 2 m*l*

CCl_4層

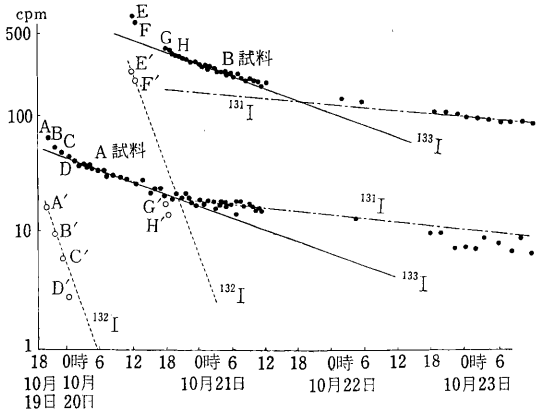
2*N* HNO_3 15 m*l*
1%$AgNO_3$ 5m*l*

煮 沸 2分間
110℃, 40分乾燥
固定 (AgI)

$$^{131}I\ 濃度(pCi/単位量) = \frac{cpm \times 2^{t/8.06}}{2.22 \times 効率 \times 収率 \times 試料量}$$

t：試料採取日から測定時刻までの日数

第1図 放射性ヨウ素の分析法



第2図 雨水および塵埃中の ^{132}I, ^{133}I および ^{131}I の同定

β線エネルギーを測定し，純粋に ^{132}I であることを確めた。

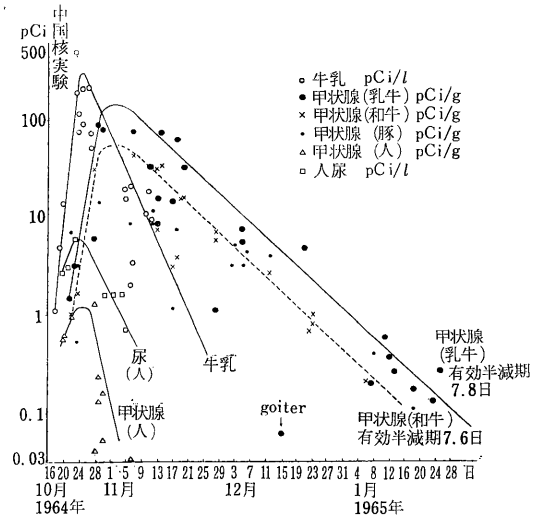
ii) 牛乳中の ^{131}I 濃度

前記3種類の牛乳について測定を行ない22日～23日の牛乳中より最高値437 pCi/*l* を検出した。総じて，畜産試験場内牛乳が高く，農協牛乳，八千代牛乳(市販牛乳)の順に低下した。一般に，牛乳中の ^{131}I 濃度は，核実験後4日目頃より上昇し，10数日にわたり高い値を示し，約1カ月間も検出された。

iii) 家畜の甲状腺中の ^{131}I 濃度

乳牛については13日目に88.1 pCi/gと最高値を示し，以後20数日間高い値が持続し，100日後においても 0.2 pCi/g が検出された。この一連の測定値のうち甲状腺腫1例があったが，実質的にもかなり低い値であった。和牛は乳牛よりも低く，核実験後6日目より80日間にわたり検出された。豚はかなり早期に影響が現われ，6日目には6.99 pCi/gで約90日間にわたり検出された。また，豚の肺1例（10月22日屠殺）について測定したところ，2.8 pCi/kg であったが，同日の塵埃中の放射性ヨウ素は 212 mμCi/km² であり，同日の甲状腺濃度の約1.2%（同一個体の比較ではない）であった。

以上3種類の家畜の甲状腺について測定を行なったが地域差はこの被検試料ではみられず，種類別の相違のみがみられ，一般に乳牛は最も高く，和牛はその1/2,



第3図　試料別放射性ヨウ素（主として^{131}I）濃度

豚では約1/6であった。これは各動物の飲水量と摂取食餌量（主に牧草類）の多寡とほぼ同じ傾向を示しているものである。

また，これら動物の有効半減期は乳牛約7.8日，和牛7.4日，豚7.5日であり，摂取された^{131}Iはなかなか排出され難いことを示している。

iv）人の甲状腺中の^{131}I濃度

人は家畜と異なり非常に低い値であった。ただ，新生児(10月28日死亡)に1.29 pCi/gという最高値がみられた。牛乳では22日が最高で，43.7 pCi/100 m*l*（千葉市内)の値と考え合わせると，Beierwaltesら(*J. A. M. A.*, 173, 1895～1902, 1960)が指摘したと同様に，胎児，乳幼児はかなり留意しなければならない。このほかは年令が異なり比較し難いが，22日死亡の64才で0.96 pCi/gと比較的高い値を示している。また，11月6日死亡の27才(男）では，0.02±0.01 pCi/gと極めて低い値であった。

日本人は欧米人に比し牛乳の摂取量が少なく，食餌中にかなり多量の非放射性ヨウ素を摂取するので，安定ヨウ素によるアイソトープ希釈効果（Johnson；*Health Physics*, 9, 537, 1963）があるものと思われる。

v）尿中の^{131}I濃度

被検者は1日量180m*l*程度の牛乳を飲用するものであるが，10月23日に6.3 pCi/*l*，11月5日に0.7 pCi/*l*とあまり高い値はみられなかった。

5才の小児では21日3.0 pCi/*l*，23日0と変動があるが，甲状腺に蓄積されるとも考えられ，さらに今後の検討を加えねばならない。

（5）結　　語

放射性ヨウ素は，核分裂後2週間にわたり全放射能の18～10％を示すといわれるが（Hunter-Ballow），塵埃中などより放射性ヨウ素が消失する頃，乳牛，和牛の甲状腺は最高値を示し，以後100余日間にわたり^{131}Iが検出された。

牛乳中には核爆発実験後6日目（塵埃のピークの3日後)に最高値が現われ，約1カ月後においてもなお検出された。総括してこの結果は，James（*UCRL*, 7716, 1964年）の計算とやや異なり，人の甲状腺中には1 pCi/g程度が検出されたのみで，20日後にはほとんど検出されなかった。これは日本の飲用牛乳量が欧米と異なり，食生活の違いによるものと思われる。

尿については牛乳中の^{131}I濃度とほぼ平行して現われ，牛乳が最も影響を与えるものと推定される（データの詳細は"Radioactivity Survey Data in Japan, No. 6"に記載した)。

〔研究発表〕

田中義一郎；中国の(第1回)核実験による放射性ヨウ素の測定結果について，第59回日本獣医学会（1965年4月）

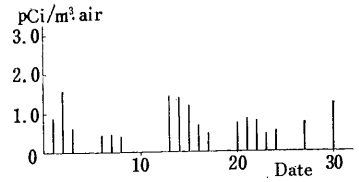
13. 放射性浮遊塵の観測

環境衛生第1研究室
阿　部　史　朗
岡　田　守　道
阿　部　道　子

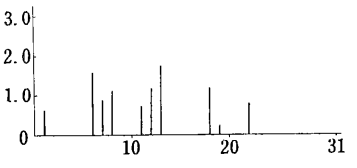
38年度に引続き，大気中浮遊塵中の放射能を測定した。パンケーキGM計数装置を主とし，ダストサンプラーをその補助として用いた　$\beta(\gamma)$放射能測定が主となっているが，αスペクトロメーターによる測定値も得られている。

サンプリングには，38年度までと同様に，47 mm径のミリポアAAフィルターを用い，約30 lpmの空気をほぼ24時間吸引した。グロスβ測定は集塵終了直後ならびに24時間以上放置後に行なわれた。ここには人工放射能とみなされる24時間以上放置後の計測値をあげておく（第1図)。なお，用いたGM計数装置は^{137}Csにつき35％の効率をもち，窓厚は1.6～1.9 mg/cm^{2}である。

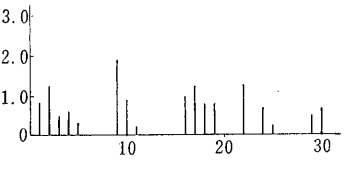
α放射能測定は^{239}Pu（^{240}Pu)，^{210}Poなどについて行なわれたが，^{239}Pu（^{240}Pu）の結果の一部をあげておく（第1表，233頁)。この測定法については，本年報環境衛生研究部の項(大気浮遊塵中の^{239}Pu（^{240}Pu）測定)



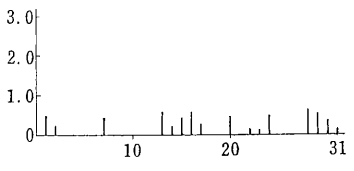
April, 1964



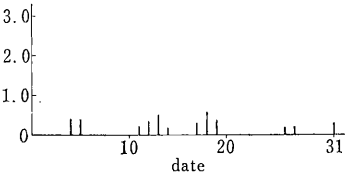
May, 1964



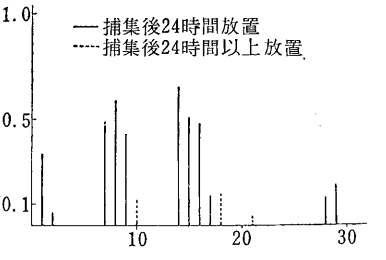
Jun. 1964



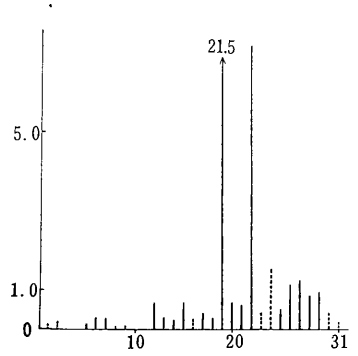
Jul., 1964



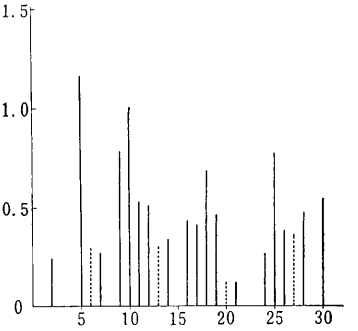
Aug., 1964



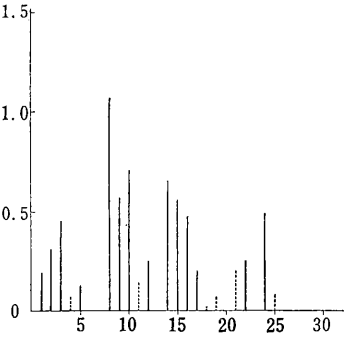
Sept., 1964



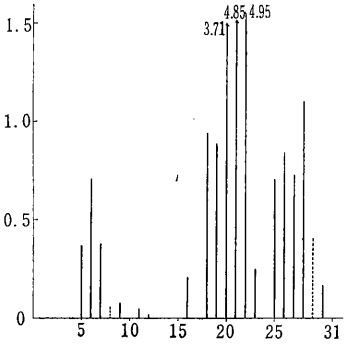
Oct., 1964



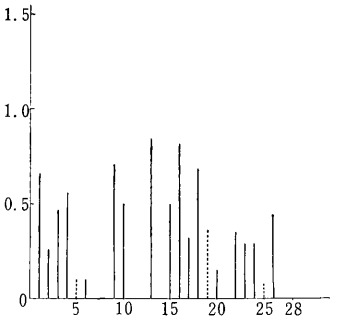
Nov., 1964



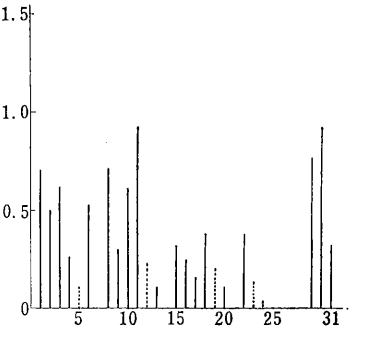
Dec., 1964



Jan., 1965



Feb., 1965



Mar., 1965

第 1 図

を参照されたい。

第 1 表

Sampling date	^{239}Pu (^{240}Pu) in airborne dust ($\times 10^{-15}\mu Ci/ml \cdot air$)
1961. XII	～8
1962. spring	2～10
1963. 〃	2～8
1964. 〃	＜12

14. 降下性 ^{14}C の濃度調査研究

環境衛生第3研究室
樫田義彦
岩倉哲男
北野妙子
森崎尚子

(1) 目　　的

核爆発実験に伴なう ^{14}C の濃度変化を観察するため，清澄山山頂の月間の大気を捕集して比例計数管法による測定を行ない，また38年度に引続いて，liquid scintillation counter によるアルコール中の ^{14}C の測定を行なった。さらに，38年度末に計上された特別研究促進調整費による，上層大気中の ^{14}C に関する特別研究の測定試料を共同研究者の防衛大学校より入手し，測定結果を得たのであわせて報告する。

(2) 方　　法

1) 大気中の ^{14}C 濃度

東大農学部千葉演習林清澄山作業所の清澄山山頂の百葉箱内に固形水酸化カリウムを入れたシャーレをおき，約1ヵ月間放置して大気中の二酸化炭素を自然吸収させる。常法により，いちど炭酸カルシウムとして精製，保存し，38年度年報記載の法に従がい，メタンに誘導して測定試料とした。使用した Aloka 製逆同時比例計数装置は遮蔽のため，長さ 40cm の宇宙線用GM管24本を同心円形に配列し，中心部に測定計数管が置かれる。比例計数管の諸元は次の通りである。材質 Cu，有効内容 250 ml，陽極W，陰極 copal。メタン1気圧充填において印加電圧4,200Vで，800Vにわたるよいプラトーがえられた。遮蔽GM管装置の内側に厚さ25 mm，長さ 500 mmのステンレス製容器中に水銀を入れ，さらに全計測装置の外周を上部パラフィン 12 cm，中部鉛 7.5 cm，下部鉄 13 cm の遮蔽材料で防護している。background は dead carbon で0.920 cpm，National Standard of Bureau (N.B.S.) の標準品について 1,920 cpmである。試料の計測は24時間前後。数値は次式による N.B.S. 標準値との比較値 $\Delta^{14}C$ であらわす。

$$\Delta^{14}C = (\text{補正値} - 0.95\ \text{N.B.S.}) \div 0.95\ \text{N.B.S.} \times 100$$

2) 上層大気中の ^{14}C 濃度

F-86-F jet 戦闘機の補助タンクの位置に molecular sieve 4Aをつめた捕集タンクをつけ，10,000mの高度，0.7mach，30～60 分飛行中，弁を開いて空気を捕集する。吸蔵した二酸化炭素は地上において molecular sieve を加熱再発生させ，以下清澄山試料と同様の処理によりメタンに誘導して測定した。

3) 醗酵アルコール中の ^{14}C 濃度

38年度に引続き，liquid scintillation counting により国内産甘藷，東南アジア産糖蜜を原料とした醗酵アルコールについて測定した。その方法は38年度年報報告と同様である。

第1表 大気中の ^{14}C (清澄山)

採取期間	充塡圧mmHg (0℃)	測定値 cpm (A)	B.G. 値 (B)	補正値 (A－B)	補正値 N.T.P.換算	$\Delta^{14}C$ %
1964 2.18～3.19	697.3	4.308±0.065	0.910	3.398	3.703	103
～4.24	755.2	5.628±0.048	0.919	4.709	4.739	160
～5.22	733.6	6.455±0.039	0.916	5.539	5.738	215
～6.23	754.0	4.514±0.035	0.919	3.595	3.624	99
～7.26	766.2	4.372±0.066	0.921	3.451	3.423	88
～ 9.8	760.6	4.168±0.060	0.920	3.248	3.245	78
～10.5	764.9	5.822±0.047	0.921	4.901	4.870	169
～11.6	770.0	4.439±0.062	0.922	3.517	3.471	90
～12.11	742.9	5.932±0.076	0.918	5.014	5.129	181
1965 ～1.14	744.8	4.969±0.068	0.918	4.051	4.134	127
～2.16	524.5	2.946±0.052	0.883	2.064	2.989	64

第2表　上層大気中の ^{14}C

1963. 11.27	762.0	3.976±0.058	0.920	3.056	3.048	67
1964. 1.16	750.0	4.454±0.064	0.918	3.536	3.583	96
2.13	620.9	5.701±0.049	0.898	4.803	5.879	222
3.11	767.9	8.213±0.083	0.921	7.292	7.217	296

第3表　アルコール中の ^{14}C

製造年月日	製造工場	原料	産地	cpm per g. carbon	増加率* %
1964 7.21	千葉	糖蜜	Phillipine	11.58	74.9
11.16	磐田	生甘藷	静岡県	12.46	88.2
11.19	近永	生甘藷	愛媛県	12.44	87.9
11.19	石岡	生甘藷	茨城県	9.76	47.5
11. 5	肥後大津	生甘藷	熊本県	12.30	85.8
11～	出水	生甘藷	熊本県	13.30	96.8

＊増加率は27年製造のPhillipine産糖蜜アルコールの測定値6,620 cpm/g.carbonを基とする（38年度年報参照）。

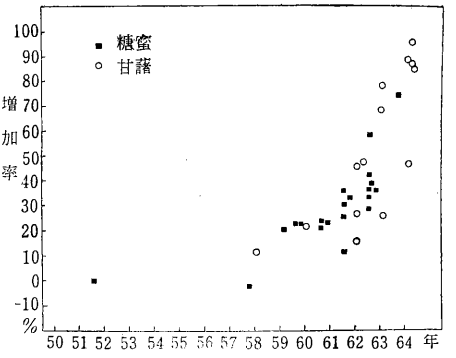
（3）結　　果

1），2），3）の測定結果はそれぞれ第1表，第2表，第3表に示す。

（4）考　　察

dead carbon よりなる燃料ガスの影響をさけた清澄山山頂で採取したにもかかわらず，大気中の ^{14}C は月間の比較で相当の変動があり，春および秋に peak が認められた。この peak は，ことに2～3月の圏界面の低下にもとづく放射能増加の上層大気の測定結果と比較して興味深い。

アルコール試料については1例を除いて依然として若干であるが増加傾向がみられる。しかし，過去2,3年における急昇率に比べると，ほぼ頂上に達したと考えてよいのではなかろうか。例外の石岡試料は38年度の同一試料がないので，正確な比較ができず，原因は不明である。



第1図　アルコールの年次変化

試料捕集の便宜を与えられた東大農学部演習林，アルコールを提供していただいた通産省アルコール事業部ならびに千葉，石岡，磐田，近永，肥後大津，出水各アルコール工場に対して謝意を表する。

〔研究発表〕

1. 樫田義彦，岩倉哲男；アルコール中の ^{14}C の濃度変化，日本放射線影響学会第6回研究発表会（1964年7月）
2. 樫田義彦，北野妙子，森崎尚子；メタン法による proportional counting，第2回理工学における同位元素研究発表会（1965年4月）

B. 放射能線量調査

15. 腸管内における各種放射性同位元素の滞留状況について

環境衛生第2研究室
市川竜資
榎本好和
小栗幹郎
稲葉次郎
高田直子

汚染食品および汚染した飲料を経口的に摂取した場合，人体が最初消化管系において内部被曝を受けるこのような汚染食品，飯料水の経口摂取による人体の内部被曝線量の評価に資するため，消化管内における種々の放射性核種の動向を，ラットを使用して実験的に調査検討した。実験は，経口摂取した際，消化管内における滞留量の時間的変化を各部位について検討した。

実験方法は，Wistar 系成熟ラット（日令90～100日）を使用し，経口ゾンデで，胃内に放射性同位元素を含む0.9%NaCl 溶液を1匹につき1 ml 投与し，30分，1時間，2時間，4時間，6時間，24時間で屠殺，小腸部位を4部，ほか，胃，盲腸，直腸に分けて分離採取し，電気炉で灰化後 HCl溶液で溶解，ウェル型シンチレーション・カウンターで測定した。使用した放射性同位元素は，^{85}Sr, ^{134}Cs, ^{65}Zn, ^{95}Zr である。

これらの放射性核種の消化管内滞留状況は，核種に

よって多少の差はあるが，大体十二指腸，空腸部位の滞留は短かく，回腸および盲腸における滞留時間は長い。24時間絶食させたラットに，^{85}Sr を含む0.9%NaCl溶液を経口投与した場合，消化管内滞留状況の傾向は同じであったが，餌を与えていた群に比して，滞留時間は各部位とも短かく，体外にはやく排泄された（第1表～第3表）。

また，これらの核種の消化管における滞留状況を調査

第1表 ^{85}Sr fastened rat

	胃	小腸1	小腸2	小腸3	小腸4	盲腸	直腸	計
30 分	21.2±4.2	4.9±1.4	9.0±2.4	50.9±6.8	3.9±2.7			89.9
1 時間	10.3±1.1	1.4±0.2	2.6±0.3	8.1±4.3	63.1±4.8	2.5±1.4	0.3±0.1	88.3
2 時間	5.2±2.6	1.0±0.5	1.7±0.6	6.2±3.4	15.3±2.1	54.2±4.3	0.9±0.4	84.5
4 時間	0.2±0.0	0.2±0.1	0.7±0.4	1.3±0.7	2.0±0.7	82.4±2.7	2.1±1.2	88.9
6 時間		0.2±0.1	0.1±0.0	0.2±0.1	0.5±0.1	57.9±1.4	17.5±1.3	76.4
24 時間			0.1±0.0	0.1±0.0	0.5±0.1	7.5±3.2	4.8±2.4	13.0

3例の平均±標準誤差（投与量に対する%表示）

第2表 ^{85}Sr fed rat

	胃	小腸1	小腸2	小腸3	小腸4	盲腸	直腸	計
30 分	59.2±1.7	2.4±0.1	18.7±6.8	14.2±5.8				94.5
1 時間	49.7±3.5	2.3±0.4	15.6±4.6	21.8±2.1	0.2±0.1			89.6
2 時間	12.4±2.8	1.6±0.5	5.7±1.2	8.5±1.4	23.5±4.9	38.2±6.0	0.6±0.2	90.5
4 時間	7.0±3.1	0.6±0.1	1.2±0.0	5.6±0.8	15.7±3.6	50.5±1.6	9.5±2.4	90.1
6 時間	3.0±1.9	0.5±0.4	2.3±1.6	4.8±2.9	6.0±1.7	37.7±2.7	26.6±3.4	80.9
24 時間	0.9±0.2	0.2±0.1	0.2±0.1	0.3±0.2	0.4±0.2	1.8±0.2	0.6±0.1	4.4

3例の平均±標準誤差（投与量に対する%表示）

第3表 ^{134}Cs fed rat

	胃	小腸1	小腸2	小腸3	小腸4	盲腸	直腸	計
30 分	49.2±4.6	9.6±1.8	3.1±0.8	1.0±0.2	0.5±0.1	0.2±0.2		63.7
1 時間	37.2±9.5	9.2±1.6	4.9±0.5	2.3±0.5	1.4±0.1	1.5±0.2	0.6±0.1	57.0
2 時間	13.3±2.9	11.1±1.3	6.5±0.5	4.0±0.2	3.5±0.8	2.2±0.3	1.9±0.4	42.5
4 時間	8.2±0.9	6.9±0.4	4.7±0.5	2.9±0.9	2.6±0.8	3.8±0.5	3.2±0.4	32.5
6 時間	4.0±0.9	4.2±0.6	4.1±0.3	3.0±0.2	2.6±0.2	4.0±0.3	2.8±0.4	24.7
24 時間	0.6±0.0	1.0±0.1	1.2±0.0	0.8±0.1	0.6±0.0	0.8±0.1	0.9±0.2	5.8

3例の平均±標準誤差（投与量に対する%表示）

するため亜鉛をとりあげ，塩化亜鉛 $ZnCl_2$ を体重1kgあたり150mgの割にラットに経口投与し，30分，1時間，2時間，4時間，6時間，25時間後消化管を取り出し，十二指腸部，空腸部，回腸部，盲腸部，直腸部の各部位をホルマリン水で固定し，パラフィン切片を作成し，岡本・橋本氏diphenylthiocarbazide法によって亜鉛を組織化学的に検索した。この方法によると，亜鉛存在部位は濃紫赤色に着染するが，検索結果は第4表の通りである。投与後1時間では十二指腸，回腸部で，2時間後では直腸を除いたすべての消化管部位の粘膜層において亜

第4表 塩化亜鉛投与ラットの消化管における亜鉛の組織化学的検索

区分 / 投与後時間	十二指腸	空腸	回腸	盲腸	直腸
30 分	−	−	−	…	…
1時間	+	−	+	−	−
2時間	+	+	+	+	…
4時間	+	+	+	−	+
6時間	−	−	+	−	−
24時間	−	+	+	+	+

鉛の存在を認めた。4時間後では十二指腸，空腸，回腸，直腸の各部位で，また6時間後では回腸部位で亜鉛の存在を認めた。また，24時間後では空腸部位から直腸部位までの粘膜層，粘膜下層で亜鉛が検出された。

16. X線間接撮影による白血病有意線量の推定

物理第3研究室
橋詰雅
加藤義雄
丸山隆司
白貝彰宏

(1) 緒言

38年度，われわれは直接撮影における白血病有意線量は約4.5m-radと推定した。今回は間接撮影による寄与を推定した。

(2) 白血病有意線量の推定方法

間接撮影（主として胸部）の場合の全身の骨髄のある各部の吸収線量を求め，それに各部の骨髄量をかけて全身の骨髄積分線量(d_k)を年令層別に求める。次に，文部省，厚生省，科学技術庁，労働省および結核予防会等の統計資料から，各年令層の間接撮影被検者数(N_k)を求める。次に，厚生省統計局の資料から各年令層の余命表を求め，これに原爆障害調査委員会で調べた原爆被曝者の白血病発生統計から，各年令層の白血病有意率(L_k)を求め，次の式から白血病有意線量(D_s)を求める。

$$D_s=\frac{1}{N_0}\left(\Sigma\frac{N_k^{(M)}d_k^{(M)}L_k^{(M)}}{W_k^{(M)}}+\Sigma\frac{M_k^{(F)}d_k^{(F)}L_k^{(F)}}{W_k^{(F)}}\right)\cdots(1)$$

ただし，W_kはk年令層の1人の全骨髄量，N_0は日本人の人口である。

(3) 骨髄線量の推定方法

1) ファントム

軟組織にM3，骨にA1，肺に密度0.3のコルクを使用したものを用いた。骨の位置は頭部から下腿まで9区分に別けた回転断層写真によってきめた。

2) 骨髄の量

第1表のごとく合計764.7gとした。↙

第1表 骨髄量の分布および検出器の数

頭部		頸部	胸骨	胸椎	腰椎	仙骨	肺			寛骨	大腿	上腕
頭蓋	下顎						肋骨	肩甲骨	鎖骨			
55.62	1.82	22.3	20.6	101	85.8	65.8	104.5	16.7	5.57	170.2	87.1	27.0
57.4							126.8					
2		1	1	3	3	2	8			4	2	2

↙なお，子供は成人の36/50，幼児は成人の20/50，乳児は成人の10/50とした。ただし，幼児，乳児は下腿，下腕にも大腿および上腕のそれぞれ2/3あるとし，子供は1/3あるとした。

また，中学生（12～14才）は659.4g，小学生(8～11才)は448.7g，幼稚園児（4～5才）は257.7gとした。

3) 測定器とその配置

螢光ガラス線量計または熱螢光LiFを第1表最下欄のように計28個入れた。

4) 照射方法

照射条件の1例を示すと第2表のようになる。

第2表 照射条件の1例

	管電圧	□過板 Al	皮膚焦点間距離	mAs	照射野 (cm^2)
成人	75 kV	1.0 mm	80cm	25	35×35
学児	68 kV	1.0 mm	80cm	15	25×25

5) 線量の補正および較正

(i) 不連続境界面における補正は＋2％とした。

(ii) f因子は0.93とした。

6) 実験結果

間接撮影1回あたりの骨髄積分線量は成人で29,401g-rad，幼児で7,045 g-radとなった。この値を成人および幼児の骨髄量764.7gおよび343.6gで割り，それぞれ38.44 m-radおよび20.5 m-radとなった。子供，乳児の骨髄量および骨髄積分線量を考慮して，骨髄線量はそれぞれ32.84 m-rad，20.50 m-rad，さらに年令を考慮して中学生36.09 m-rad，小学生28.07 m-rad，幼稚園児19.40 m-radとした。

(4) 白血病有意率

広島・長崎における被曝者の白血病発生頻度と厚生省の統計による余命表とから，白血病有意率を次のごとくきめた（第3表）。

(5) 各年令層の被検者数

小，中学生は，厚生省の統計値および結核予防会の値から被検者数をきめた。高校生，大学生は文部省の統↗計と結核予防会の値から，また，労働者については科学技術庁の人間科学に関する総合報告書から，一般人は厚生省の人口統計の数字に結核予防会の値を考慮してきめた。その値を示すと第4表N_kのごとくなる。

第3表 白血病有意率

年令	～17	18～24	25～29	30～34	35～39	40～49	50＜
男	0.99	0.98	0.97	0.97	0.95	0.90	0.50
女	0.99	0.98	0.98	0.98	0.96	0.93	0.70

(6) 白血病有意線量

(3)-6)で求めた骨髄線量(d_k)に(5)で求めた人数(N_k)(4)で求めた白血病有意率を(1)式に入れると，白血病有意線量が求められる（第4表)。

すなわち，白血病有意総線量は男子で751.9×10^3rad

第4表

年令	男 人数	N_k	d_k	$N_k\times d_k$	L_k	rad	女 人数	N_k	d_k	$N_k\times d_k$	L_k	rad
4～5（幼）	32 $\times10^3$	32 $\times10^3$	19.40 m-rad	621 rad	0.99	615	30	30	19.40	582 rad	0.99	576
6～11（小）	4,709	4,709	28.07	132,182	0.99	130,860	4,515	4,515	28.07	126,736	0.99	125,469
12～14（中）	3,083	3,083	36.09	111,265	0.99	110,152	2,973	2,973	36.09	107,296	0.99	106,223
15～17（含高）	1,864 170 566	2,034	38.44	78,187	0.99	77,405	1,643 196 166	1,839	38.44	70,691	0.99	69,984
18～24（含大）	1,108 2,164	3,838	38.44	147,353	0.98	146,058	915 2,330	3,411	38.44	131,119	0.98	128,497
25～29	758 1,320	2,078	〃	79,878	0.97	77,482	199 1,900	2,099	〃	80,686	0.98	79,072
30～34	654 1,238	1,992	〃	76,572	0.97	74,275	131 168	181	〃	69,615	0.98	68,223
35～39	52.3 97.8	1,501	〃	57,698	0.95	54,813	125 1,335	1,460	〃	56,122	0.96	53,877
40～49	654 1,024	1,678	〃	64,502	0.90	58,052	196 1,855	2,051	〃	78,840	0.93	73,321
50＜	444 712	1,156	〃	44,437	0.50	22,218	94 875	969	〃	37,248	0.70	26,074
白血病有意総線量				751.930 $\times10^3$rad			白血病有意総線量			731.316 $\times10^3$rad		

女子で731.4×10^3radとなり，日本の全人口(38年)9,517万人で割れば白血病有意線量への寄与は，男子で7.900 m-rad，女子で7.69 m-rad，計約15.6 m-radとなる。

17. 治療用放射線による日本人の遺伝有意線量の推定

物理第3研究室
橋詰雅
丸山隆司
加藤義雄
白貝彰宏

(1) 緒言

医療用放射線による遺伝有意線量の推定をする場合，これを大きく分けて診断用X線によるものと治療用放射線（X線およびRI）によるものとになる。前者は既に，1960年38.4 m-remと測定してあるので，今回は後者について推定した。

(2) 調査方法

日本国内における放射線治療装置を所有している全病院に1ヵ月間に治療した人の性別，人数，件数，線質，線量，皮膚焦点間距離，照射野，照射部位等の全数調査を文部省の班研究で行なったが，その値（回答率約60%）を用いた。

(3) 遺伝有意線量の推定方法

調査表にもとづき，各例ごとに照射条件にしたがってファントームに照射し，電離箱型線量計によって測定した値に2，3の補正，較正を加えて，生殖腺線量（d_j）

を求めた。次に，その患者の病気による5年生存率と余命を考慮した子供期待数（L_j）を求め，次式によって遺伝有意線量（D_s）を求めた。

$$D_s=\sum_j\left(d_j^{(M)}L_j^{(M)}+d_j^{(F)}L_j^{(F)}\right)\Big/\sum_k\left(N_k^{(M)}W_k^{(M)}+N_k^{(F)}W_k^{(F)}\right)$$

ただし，W_kはK年令層の人の子供期待数

N_kはK年令層の日本人の数

(M)，(F)はそれぞれ男および女の別

(4) 生殖腺線量の推定方法

i) ファントム

軟組織部をM3，骨部分をA1，肺を密度0.3のコルクにて作った成人，子供(8～14才)，幼児(3～7才)，乳児（0～2才）の大きさのファントムを使用し，その生殖腺の部分に検出器をおいた。

ii) 測定器

主としてColonialの線量計を使用した。この較正は電気試験所で較正したVictoreenの線量計で再較正したものである。なお，別に螢光ガラス線量計やLiF熱ルミネッセンス板をも使用した。

iii) 照射区分

第1図のごとく正面を32，側面を22，背面を32とし，各区分内の照射はすべてその区分内の中央に主ビームの中心が合致しているものと仮定した。

iv) 照射方法

100，150，200，250 kVのX線およびCo，Csについて，すべて照射野8×8 cm，皮膚焦点間距離はX線とCsとは40 cm，Coとは75 cmで実験を行なった。

v) 生殖腺線量

i)～iv)の方法によって求めた生殖腺線量の値については，日本医学放射線学会雑誌，25，3，192 p.を参照されたい)。

(5) 子供期待数

病気の種類によって，余命が正常人より短かくなることが予想されるので，放射線治療を受けた人の病気別5年生存率を，正常，60%，40%，30%，20%，10%，5%，0%とした。この間の生存率は指数関数的に減少するものと仮定し（ただし，0%は1%とする），さらに，この中から生殖腺の病気の場合は子供期待数0とした。次に，5年生存者については，以後正常人と同じ余命があると仮定して各年令層，各病気別の子供期待数を試算した（その値は日本医学放射線学会雑誌，25，3，192p.参照)。

(6) 結果

調査表17,773枚のうち計算に使用できたものは16,643枚であった。このカードから求めた年令層別，線源別の生殖腺線量および生殖腺有意線量を示すと第1表のようになる。

第1表 Gonadal dose (rad)

X-ray

		0～2	3～7	8～14	小計	15<	計
男	表在	8	16	181	205	3,992	4,197
	深部	38	16	1,237	1,291	12,237	13,529
	小計	46	32	1,418	1,796	16,229	17,726
女	表在	4	44	15	62	1,807	1,869
	深部	2	174	423	599	261,994	217,593
	小計	6	218	438	661	263,801	219,462
						計	237,188

RI

男	Co Cs	2	27	51	80	8,848	8,928
女	Co Cs	141	105	103	249	88,679	88,928
						計	97,856

第2表 Genetical significant dose (rad)

X-ray

		0～2	3～7	8～14	小計	15<	計
男	表在	20	43	480	543	1,453	1,996
	深部	70	4	396	470	118	588
	小計	90	47	876	1,013	1,571	2,584
女	表在	9	97	32	137	263	400
	深部	1	254	255	510	454	964
	小計	10	351	287	647	717	1,364
		100	398	1,183	1,660	2,288	3,948

RI

男	Co Cs	1	15	21	37	424	461
女	Co Cs	77	59	52	180	388	568
		78	74	23	217	812	1,029

(7) 考察

第1表，第2表の値は計算に使用できた16,643枚の集計であるので，日本人全体の1年間の治療線量に換算する必要がある。すなわち，第2表の男子および女子のX線による寄与は2,584および1,364 rad，RIによる寄与は，461および526 radである。

i) 調査表の枚数と計算に使用した枚数の比17973/16643=1.0679をかける。

ii) 回答率60%の逆数1.6667をかける。

iii) 調査表は1カ月であるので，1年に直すために12をかける。

iv) 将来生れてくる子供の数1.249×10^8人で割れば遺伝有意線量が求まる。

このような補正をすれば，X線による遺伝有意線量は男子で0.461 m-rad, 女子で0.239 m-rad, 計0.700 m-rad RIによる寄与は男子で0.079, 女子で0.098, 計0.177 m-radとなる。したがって，治療全体では0.877 m-radとなる。この値は先に推定した診断用X線による寄与の2.3%にあたる。

XIV. 技　術　部

A. 技 術 業 務

1. 概　況

施設関係においては，研究棟実験機器の増加による電源設備の不足を充たすため，地階変電室に75 KVAのトランス1基および配電盤を設置した。特高変電所，ボイラー，機械室および工作室の運用は従来どおり行なっている。工作室において，39年度扱った研究用物品の工作および修理は，金工96件，木工120件であった。

共同実験室に関しては，まず全般的には，各種実験機器の充実にもかかわらず，保守要員の増加がこれに伴なわず，運用面においてかなり苦しい状況にある。中小型共同実験機器類が特別多い研究棟その他の測定室関係には，特にこの面の工夫が必要となってきたので，さらに合理的かつ能率的な運用の方法を検討中である。研究棟共同実験室に属する電子顕微鏡，ヒューマン・カウンターおよび38年度購入の核磁気共鳴装置等，大型機器類の利用も活発である。

ラジオアイソトープ棟は38年度の養成訓練棟竣工により，養成訓練関係の実験室が空いて，ゆとりのある実験室の割当が可能となった。

アルファ線棟は，アルファモニターおよび廃棄物処理施設の整備のおくれのため，未だ全面的使用にまでいたっていない。ラドンプラント室は，管理上の都合により，コンクリート壁をもって他のアルファ線実験室と遮断したこと，およびそれに伴なう専用管理室整備の必要，さらに，事故時における所内の微量放射能測定装置への影響の考慮など，たびたび設計変更もしくは工事追加を行なう必要が起り，若干完成がおくれる見込みである。エックス線棟，第1，第2ガンマ線棟および中性子線棟は，引続き各種研究対象物の照射実験に活発に使用されている。このうち，エックス線装置の使用頻度は特に高く，要望も強いので，現有装置類のフルの稼動を期して保守員1名を増配置し，また，病部院よりKXC-19型エックス線装置の移管を受けて，時間外の使用などに活用することとした。また，第1ガンマ線棟の ^{60}Co 線源は39年末に半減期に達したが，40年度に予算的措置が得られたので，40年度早々にはこの補充を行なう予定である。

ベータトロンについては，年度前半は38年度よりの懸案であった本体各部およびドーナツの性能ならびに安定性の改良が製作者側の手によって進められ，後半はエックス線治療を目的とする均等な照射野を得るための改良が，放医研側と製作者側との協力によって実施され進行中である。高エネルギー電子線治療の実施は39年末からは比較的良好な条件において可能となったが，X線治療を主体にしたいという病院部側の希望により，39年度のmachine timeの大部分をその予備実験のため物理研究部および技術課が占有した。

バンデグラフは比較的順調に運転され，物理研究部を主体とする各種の実験に活用された。真空度劣化に対する対策は相変らず最大の課題であるが，39年度はイオンポンプおよび液体窒素自動補給装置の設置により，この面に格段の改良をみた。しかし，リークデテクターのないことはやはり大きな欠陥である。なお，ビームモニターが設置されてビームの位置および集束度の遠隔操作が可能となり，これによる作業従事者の被曝問題が解決した喜びは大きい。

医療用リニアックについては，線量低下の原因が加速管の効率低下にあるとの38年度末のVickers社技師の判定に基づき，39年4月に加速管を英国に送ったが，修理および通関等で不測の日時を要したため，加速管が送り返されてVickers社技師も来日し，最終的な調整を完了したのは12月上旬であった。しかし，依然として線量は定格値に達せず，agingによって出力は回復するであろうとのVickers社側の判断をいれて放射テストを続行し，40年1月からは病院部の治療も行なっている。しかし，やはり出力線量の増加は認められないので，約束により加速管の取り換えを行なうよう製作者側と交渉を行なった。

動物舎関係においては，哺乳動物の生産は夏季にいく

ぶん振わなかったが，大体順調に伸びており，38年度に比べて生産供給数は大巾に増加している。しかし，研究部の需要も急速に増大しているので，相当数（特にマウス）を購入に頼らざるを得ない実情であった。今後の課題は妊娠率　育成率の増加などの基礎的な研究に加え，根本的な疾病対策を立てて斃死を防止し，生産供給数の一層の増大をはかることである。非哺乳動物舎はショウジョウバエ容器の洗滌，滅菌および培地調製の業務が依然として多く，他の業務に支障を与えがちであった。多少費用を要しても自動管瓶洗滌器等の利用により，少人数の労力を有効に他の業務にも振り向け得るように措置することが今後の課題である。なお，39年度末に非哺乳動物舎118m²の増築および哺乳動物実験観察棟333m²の建築が竣工した。また，40年度からは動植物管理課の発足が予定され，動植物管理業務が従来の技術業務より分離移行されるので，一層強力かつ総合的な施策を期待することができるであろう。

2.　**共同実験室**（照射棟および動植物関係を除く）

（1）　研究棟共同実験室

研究棟共同実験室においては，発光分光分析装置の付属装置（アークスパーク・スタンド，フィルター，回折格子，除塵空気調和装置）を購入し，装置の整備，較正が済んだので，放射性核種の人体内における動向，および人体の最大負荷量，最大許容濃度の計算に必要な基礎的データに一層厳密さが増すことが期待される。電子顕微鏡用ミクロトーム室に空気調和装置を購入し，整備を行なった。39年度，電子顕微鏡の利用状況は放射線照射後の細胞の微細構造の形態等の研究のため，158件の検索撮影を行なった。100 Mc核磁気共鳴装置（Varian製）は有機化合物の分子構造決定に250件，物理化学的測定に50件の測定を行なった。ヒューマン・カウンターは38年より研究部による利用が本格的に増加し，39年度における利用状況は第1表に示す通りである。

第1表　ヒューマン・カウンター利用状況

測定内容	測定の対象	使用検出器	測定件数
体内 ^{40}K 量の測定	成年を対象	プラスチック・シンチレーター	218
体内 ^{137}Cs 量の測定	〃	〃	191
内部被曝の核種決定，体内分布	所外放射線従事者	NaI シンチレーター	6
〃　〃	トロトラスト患者，診断用RI服用者	〃	8
^{131}I 経口投与による代謝の研究	所内放射線従事者	〃	27
^{86}Rb(^{132}Cs)　〃	〃	〃	7
^{24}Na　〃	〃	〃	6
^{59}Fe　〃	〃	NaIプラスチック・シンチレーター	2
体内 ^{40}K，^{137}Cs 量の国際比較	〃	〃	1
原研ヒューマン・カウンターとの相互比較	測定法の確立	〃	1
体内 ^{137}Cs 量の国際比較	所内放射線従事者	〃	1

（2）　ラジオアイソトープ棟

ラジオアイソトープ棟においては旋回培養炭酸ガス圧調節器付ふ卵器，ウルトラミクロ天秤（UM-6，メトラー）を購入し，整備した。

（3）　アルファ線棟

アルファ線棟はモニター（3 channel）は整備したが，予定 channel は設置できず，さらに廃棄物処理施設の竣工がおくれたため，39年度はアルファ線棟本来の実験は遂行できなかったが，一部の実験は装置施設を使用して行なった。機器施設としてはアルファ線スペクトロメーター（R. C. L. 製），放射能測定装置（日本無線医理学研究所製），チンダロスコープ（日本分光製），ラドンプラント（千代田保安株式会社製）等を購入，整備した。

（3）　照　射　棟

（1）　エックス線棟

39年度中にエックス線棟で使用した照射機器は，EX-300 1台（2管球方式），信愛-250 2台，水冷式軟X線装置1台，KXC-19 1台と標準線源室の線源であり，それらの部別，月別使用状況は第2表および第1図，第2図に示すとおりである。X線装置は一括したが，信愛-250が圧倒的に多く，EX-300が例年より少ない。病院から移設されたKXC-19は，各部の数人に操作方法を習得し

第2表 39 年 度 X 線 棟 照 射

X線発生装置

39 年 度	39年4月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
物理研究部	2(60)	1(10)	6(1350)	3(840)	20(4860)	2(100)	16(3885)
化学 〃	0(0)	6(335)	2(90)	1(30)	0(0)	2(65)	0(0)
生物 〃	16(1515)	19(950)	18(890)	20(800)	12(485)	6(155)	1(30)
遺伝 〃	1(30)	4(100)	6(415)	6(170)	6(280)	14(300)	5(340)
生理病理 〃	21(440)	17(2865)	19(4985)	7(1935)	0(0)	3(125)	9(3230)
障害基礎 〃	30(1535)	34(1315)	30(1585)	33(2025)	17(1450)	17(1110)	19(1185)
薬学 〃	2(150)	3(340)	2(200)	4(335)	2(230)	3(295)	4(440)
臨床 〃	0(0)	0(0)	0(0)	2(630)	0(0)	0(0)	0(0)
技術課	6(790)	1(50)	2(430)	6(350)	12(1080)	2(30)	6(2030)
放射線安全課	1(360)	1(60)	1(30)	4(960)	2(80)	2(810)	2(60)
合 計	79(81.3)	86(100.4)	86(166.2)	86(134.6)	71(141.1)	51(49.7)	62(186.7)

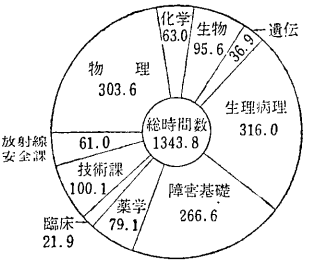
＊ X線発生装置はEX-300, KXC-19, 信愛-250 2台および水冷式航X線装置について集計

標準線源室

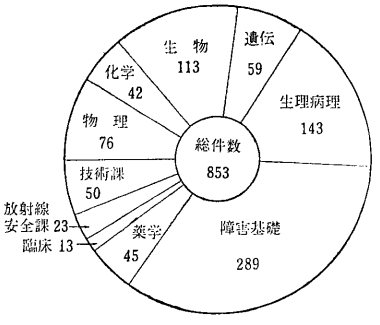
39 年 度	39年4月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
環境衛生研究部	1(2.0)	1(2.0)	2(2.7)	0(0)	1(1.0)	0(0)
放射線安全課	6(29.0)	2(5.5)	2(7.0)	2(7.5)	5(17.5)	3(11.3)
養成訓練部	1(4.0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
合 計	8(35.0)	3(7.5)	4(9.7)	2(7.5)	6(18.5)	3(11.3)

てもらい，信愛が混んでいるときや時間外など，各研究部員の使用を認めている。このため，早朝や夜間の照射実験，比較的長時間の実験などにかなり便利になった。EX-300は物理研究部がその大半を線量計の較正等の物理実験に使用し，標準線源室は放射線安全課が主にコントロール・フィルムやガラス線量計の曝射に使用し，その他のX線装置はほとんど動物と菌類の照射実験に使用している。

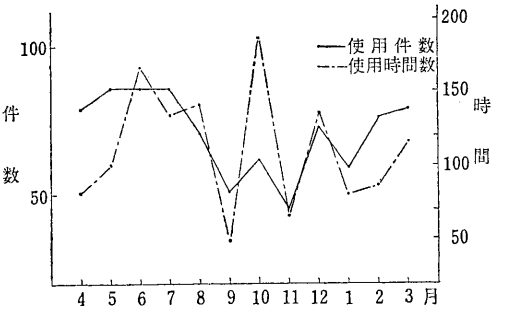
以前から要望されていた線量計の較正は40年3月から始め，40年度も引続き行なう予定である。



第1図—2 X線装置の各部使用時間数



第1図—1 X線装置の各部使用件数



第2図 X線装置年間使用状況

機 器 使 用 状 況

数字は使用件数（使用時間）

11 月	12 月	40年1月	2 月	3 月	合 計	備 考
3(1380)	10(3230)	0(0)	6(1125)	7(1380)	76(303.6)	主にEX-300使用
0(0)	5(585)	10(1015)	5(255)	11(1135)	42(63.0)	信愛-250, KXC-19および軟X線
4(240)	4(175)	2(55)	5(160)	6(280)	113(95.6)	すべて信愛-250
0(0)	3(115)	5(45)	7(210)	2(110)	59(36.9)	主として信愛-250
5(365)	23(1480)	12(1100)	10(590)	17(1845)	143(316.0)	主としてKXC-19
23(1205)	18(1470)	12(855)	30(1025)	26(1245)	289(266.6)	すべて信愛-250
4(380)	4(315)	7(760)	3(890)	3(410)	45(79.1)	主として信愛-250
1(60)	2(110)	3(175)	2(120)	3(220)	13(21.9)	すべて信愛-250
3(230)	0(0)	6(375)	3(435)	3(210)	50(100.1)	信愛-250 および KXC-19
2(120)	4(630)	2(340)	1(90)	1(120)	23(61.0)	主として信愛250-
45(66.3)	73(135.1)	59(80.3)	76(86.2)	79(115.9)	953(1343.8)	

数字は使用件数（使用時間）

10 月	11 月	12 月	40 年 1 月	2 月	3 月	合 計
0(0)	0(0)	0(0)	2(11.5)	0(0)	0(0)	7(19.2)
1(2.0)	1(2.2)	6(22.5)	1(2.0)	0(0)	12(52.3)	41(158.8)
0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(4.0)
1(2,0)	1(2.2)	6(22,5)	3(13.5)	0(0)	12(52.3)	49(182.0)

（2） 第1ガンマ線棟，第2ガンマ線棟および中性子線棟

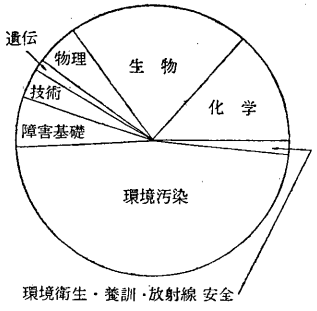
第1ガンマ線棟，第2ガンマ線棟，中性子線棟では，38年度に引続き各研究部の照射実験および線量計の試験等が行なわれた。第1ガンマ線棟は各種対象物の大線量照射，第2ガンマ線棟は長期微量照射，中性子線棟は線量計の較正および放射化分析等に主として使用されている。技術業務としては上記の維持管理に加え，39年度は第1ガンマ線棟および第2ガンマ線棟第2照射室の線量測定を行ない，実験計画の資料とした。各棟別の研究部

第 3 表

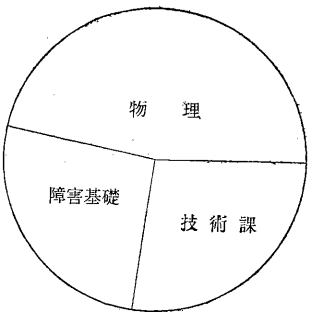
数字は使用件数(使用時間)

	第1 γ線棟	第 2 γ 棟 第1照射室	第 2 γ 棟 第2照射室	中性子線棟
物理 研究部	34(100)		7(35.5)	3(271.5)
化学 〃	12(262.3)			
生物 〃	85(414.0)			
遺伝 〃	25(27.16)	1(8,188.6)*		
障害基礎 〃	65(115.4)	1(8,188.6)*	1(20.00)	
環境衛生 〃	4(7.86)			
環境汚染 〃	33(920.9)			
技 術 課	17(74.13)		7(21.00)	
放射線安全課	1(1.0)			3(4.5)
養成訓練部	1(0.25)			7(126.7)
計	297(1,923.0)	2(8,188.6)	15(76.5)	13(402.7)

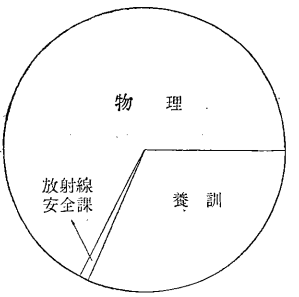
* 同時照射



第3図—1 第1ガンマ線棟



第3図—2　第2ガンマ線棟
第2照射室



第3図—3　中性子線棟

別使用状況は第3表のとおりで，これを円グラフにすると第3図のようになる。

（3）　ベータートロン

38年度に電子線治療の実際についてのtestを行なったベータトロンは，39年度に再度各機能の信頼性確保のための全面的な調整と負荷 31MeV energy up 連続放射試験を行なった。今まで29 MeV 以上で連続通電10時間，連続放射6時間以上にわたって運転したことはなく，これが成功したことはドーナツをも含めて主電源系に充分な安定性が得られたことを示すものである。また，38年度に一部使用された写真処理室にも恒温現像定着装置が設置され，広く共同実験室としてのベータトロン棟の機能を発揮できるようになった。39年度より40年度にかけての最大の目標は高エネルギーX線治療の実施である。現在，X線出力は29 MeV，100 R 1 m Radocon，3 mm Pb at 1mを維持し続けるだけの実績を有しており，少なくとも80 R 1 mは最低値として保障し得る自信もあるので，この出力を基礎として必要な照射野を得るための実験が技術課関係職員によってなされている。また，このX線治療を確実に実施するために必要なbeam flattening filter 固定機構やtransmission 型 chamberの最終調整も大体完了に近づいている。しかし，filterを用いた場合の出力低下を最小に止める何らかの解決策をはじめ，今後に多くの medical physics 上の問題点を残していることも事実であり，主として物理研究部および技術課が39年度のmachine timeを占有した。なお，電子線治療については現在の条件をそのまま維持し，必要に応じて照射できることはいうまでもない。

（4）　バンデグラフ

相変らずビーム走行路の真空度劣化の問題に悩まされたが，38年度に引続き各種の実験に応じた。年度後半には回復に日数を要するような大きなトラブルは起きず，ほぼフル運転することができた。

主に行われた実験は，time of flight，緊急被曝の実験，中性子線量測定，水ファントム中の熱中性子の分布測定等であった。

保守運用の面では，2つの課題の解決に努めた。すなわち，真空対策と中性子線被曝からの解放である。

加速器運転中，ビーム走行路の真空度が 2×10^{-5} mmHgより悪化すれば，ビームのロスが増え，集束性は崩れて，集束性を失なったビームは走路の内壁を叩いて真空度劣化に拍車をかけ，この連鎖作用は実験を中断させる。

39年度はターゲット直前にイオンポンプを設置し，ロータリーポンプを強化し，ガス放出の多かったスリット部も改造した。また，液体窒素自動補給装置の整備で昼夜の別なく排気作業継続の見通しがついた。しかし，頻発する微小な真空洩れについては姑息な手段で暗中模索を続け，数多くの日数を空費する現状である。リークデテクターの確保が熱望される。

調整作業のつどD-D中性子を浴びねばならなかった問題は，^{1}H，^{2}Hガス変換装置の新設で解消した。さらに，ビームモニターの設置で実験中のビームの集束度と走行位置は別室操作で監視し得るようになり，パイオニア的被曝問題は解決した。このビームモニターの眼を借りてビームの走行状態を適確にコントロールすることにより，真空対策の一助ともなり得る。

（5）　医療用リニアック

英国から送り返された修理加速管が到着するまで，対外的な手続上の問題で不測の日時を要し，Vickers社技師が来日して最終的な調整が完了したのは39年12月上旬であった。しかし，他の点では好調であったにもかかわらず，放射出力は依然として定格値200R/m at 1 mには達しなかった。技師在日中も，また，その後も技術課その他関係者により十分修理測定がなされたが，主電源装置はもちろん，oscillatorおよびmodulator等すべてについて異常は認められず，われわれのみならず遠く英国のVickers 社技師陣をも悩ませた。測定し得る範囲のあらゆる技術情報が彼らに与えられたが，出力不足の原因は不明であり，しいて考えるならば加速管の oxide coating heaterの輸送途中における劣化であると判定する以外に理由は発見できなかった。これが事実であれば，数カ月のagingによって出力は回復するはずであるということから，放射testを続行し，39年末には放射線治療の準備

を完了，40年1月より病院部関係者との密接な連絡のもとに^{60}Co治療をリニアック治療に全面的に切換えた。担当者はこのオペレーションに全力を注入している。別の新しい加速管その他予備部品の発注も治療計画の開始と平行して既になされており，治療中に散発する大小のトラブルもその解決には深夜に及ぶこともあるが，できる限りの努力がなされている。

4．動物舎関係

（1） 哺乳動物舎

各動物の生産は7，8，9月の夏期にいくぶん低下したが，それ以後は順調な伸びをみせ，38年度に比べ30～80%の増加となった。しかし，増大する研究部の需要を満たすにはほど遠かった。各動物別の供給数は第4表の通りで，研究部別にみると第4図のようになる。

疾病関係は，マウスにおいてはやはり肺炎が多く，この根本的な対策は次年度に繰り越された。ちなみに，発病の多かった4～7月および2～3月における系統別剖検所見は第5表のごとく肺炎が約30%を占めていた。なお39年度は新たに内部寄生虫の検索を行なったところ，各系統ともかなりの蟯虫の寄生が認められた。

第4表　各年度における動物供給数

種類＼年度		37年	38年	39年
マウス	生産	4,909	3,683	6,622
	購入	50	3,745	9,900
	計	4,959	7,428	16,522
ラット	生産	2,205	1,831	2,374
	購入	635	1,325	455
	計	2,840	3,156	2,829
ウサギ	生産	80	57	106
	購入	258	270	150
	計	338	327	256
モルモット	購入	0	300	110

第5表　マウス死亡数および剖検所見

（39年4月～7月）

系統名	死亡数	剖検所見 肺	肝	脾	腸	下痢	その他	異常認めず
C3H	6					2	3	1
C57BL	170	52	2				12	118
CF#1	157	34	2	1	2	8		113
RF	31	5	3				1	23
CRF_1	14	5					3	7
その他	21	5	4	2			2	9
計	399	101	11	3	2	10	21	271

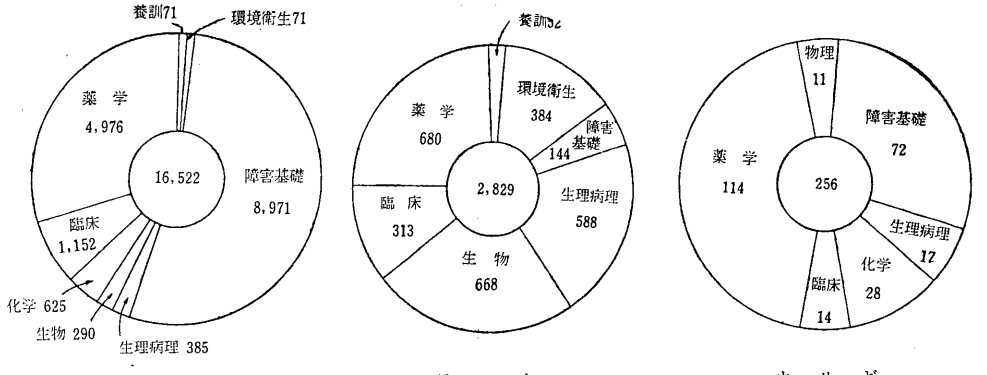
（40年2月～3月）

C3H （核）	32					2	2	30
C57BL（〃）	8	1					8	2
CF#1（〃）								
RF （〃）								
その他（〃）								
計	40	1				2	19	32

40年2月～3月に死亡したほとんどすべてのマウスの盲腸内に蟯虫が認められた。

（2） 非哺乳動物舎

非哺乳動物関係の業務は，水生動物，昆虫，原虫，組織培養および温室，圃場の管理等が主たるものである。水生動物は購入魚の検定，消毒および飼育ならびに採卵稚魚飼育に要する容器の洗滌，消毒等をしているが39年度中に購入した魚類はメダカ7,500匹，金魚6,300匹，イ



第4図　39年度各部別動物供給数

モリ500匹，蛙60匹，雷魚300匹その他であった。昆虫関係はショウジョウバエの培地調製および容器の洗滌，滅菌が主な業務で，39年度中の調整培地供給数は大管瓶25,032本，小管瓶327,240本，牛乳瓶16,720本，染色瓶516本，ケージ640本であった。この業務は時間的に非哺乳関係業務の大半を占め，他の業務に影響するので，さらに能率的な処理方法を検討中である。なお，この他，蚕を春季約26,000匹，夏季および秋季あわせて約26,000匹購入した。温室，圃場の業務も従来どおりであり，その主な内容は桑園1,320m² の耕うん，施肥および除草，畑地約990m² におよぶ実験用植物の栽培，温室における各種植物のポット栽培等である。原虫ならびに組織培養関係の業務は培養器具を洗滌，煮沸消毒して供給することが主で，39年度供給数は原虫関係が各シャーレ類約24,000枚，組織培養関係が各培養瓶類約25,000本であった。

B. 放射線安全業務

1. 概　況

放射線医学総合研究所は，国立の試験研究機関としては唯一の放射線に関する総合研究所であるばかりか，放射線障害防止法の施行にあたっている科学技術庁の附属研究所でもあり，しかも放射線による人体の障害やその予防に関する調査研究を主要な業務の1つとしていることから，その放射線安全管理は当然のこととして全国の放射線利用機関の範たるべき運命を有している。

このため，放射線安全管理は，33年12月管理部に設置された技術課において研究活動の開始にさきだって業務活動が開始され，現在地における施設の第1次工事の完了した34年7月には保健安全課という名称で専掌の課が設置されるにいたった。これが現在の技術部放射線安全課へと成長したのであるが，この間6年にわたる研究所全般の進展は，必然的に放射線管理対象人員および施設の増大（管理対象人員において3倍，管理施設面積において6倍）をもたらした。これに対応する管理組織の充実，特に人員の増強は，諸般の事情から必ずしも思うにまかせず，当初の理想としたところにははるかに及ばないうらみはあるが，新たに所全体をあげて本格的に取組もうとしているプルトニウムによる内部被曝管理など重要な問題をかかえているので，これらの困難にたえて十分その責を果さねばならない。そのためには，さきに安全管理に専念するように行なわれた組織規則の改正等にみられるように，少ない人数で重点的に管理を充実するようにし，その余力を全国でも数少ないフィルムバッジの自家現像および測定とか，放射性廃液の化学処理とか，放射線施設の線量測定や立入記録の充実等にあて，各方面からの期待にこたえている。特に，放射線障害の医学面からの考察は，所内の各専門家および病院部の協力のもとに全国の管理方式の範ともなり，また，法令改正等の根拠ともなるよう努力している。

2. 管理総括業務

放射線安全課は，39年度を通じ13名の人員をもって，健康管理係，安全係，汚染処理係の3係を構成し業務を遂行している。39年度における放射線管理の対象となった人員は，所員403名中321名であり，このほかに養成訓練研修生113名と約25名の研究員，研究生であった。一方，管理対象施設は39年度末現在において第1表に示すとおりである。

第1表　管　理　対　象　施　設

汚染のおそれのある施設		汚染のおそれのない施設	
RI棟	1,884m²	X線棟	847m²
汚染温室	131m²	第1γ線棟	428m²
病院棟	971m²	第2γ線棟	176m²
廃棄物処理棟	330m²	中性子線棟	121m²
廃棄物貯蔵庫	100m²	病院棟	654m²
し尿処理場	463m²	ベータトロン照射室	440m²
α線棟	495m²	リニアック照射室	198m²
養成訓練棟（2階）	756m²	バンデグラフ棟	416m²
東海支所	615m²	養成訓練棟屋上	576m²
計	5,745m²	計	3,936m²

関係法令をうけて定められた本研究所の放射線管理関係の規定については，放射線事故も含めた「放射線医学総合研究所防災管理規程」が39年8月に制定施行されるとともに，かねて懸案となっていた「緊急時の措置に関する規定(案)」および「緊急作業要領(案)」を再検討し，一本化した「緊急作業要領」として制定した（施行は40年5月1日)。病院部安全取扱規定については，病院部で作成された原案をもととし，最終的な検討がなされており，近く施行をみる予定である。本研究所の放射線管理関係の規定類は，現在次のような体系から成り立っている。

放射線医学総合研究所障害予防規定
- 放射線安全会議の組織及び運営に関する規定
- 管理区域に関する規定
- 管理区域立入りに関する心得
- 部外者の管理区域立入りに関する規定
- 放射線作業心得
- 健康診断実施要綱
- 病院部安全取扱規定
- 緊急作業要領
- 放射線医学総合研究所防災管理規程

放射性同位元素または放射線発生装置を使用する場合の科学技術庁長官の使用承認については，35年11月に当初の承認を受けて以来，施設の拡充，研究業務の進展に伴なって40年3月末までに8回にわたり変更承認を受けてきたが，このうち39年度の事項は次のとおりである。

① 39年3月3日に申請した病院患者治療用密封小線源の使用数量の変更の件が39年9月9日承認となる。

② 39年7月21日に申請した，(1)養成訓練棟の新規使用に伴う密封・非密封RIの使用，(2)RI棟貯蔵施設の使用目的の変更，(3)RI棟で使用する非密封RIの追加の件が39年8月31日承認となる。

また，核燃料物質の使用に関しては，39年度に次の使用に係る変更承認申請，その他の届出および報告書の提出を行なった。

① 39年8月17日，Puリファレンス・ソース5件の使用に伴う変更承認申請（39年10月12日承認）

② 核燃料物質の受入報告書，管理報告書及び国際規制物資使用届の提出

以上のほか，40年1月1日付で本研究所の住所表示が変更となったので，これに伴ない承認証の訂正申請等をそれぞれの関係省庁に提出し訂正を受けた。

39年度においては監督省庁による放射線施設の検査があいついで実施された。その1つは放射線障害防止法第43条第2項の規定に基づく科学技術庁の放射線検査官による立入検査であり，40年1月13日科学技術庁原子力局放射線安全課の課長補佐以下3名によって行なわれ，他の1つは国家公務員法に基づく人事院規則10-4（職員の保健及び安全保持）第3条による放射線作業従事者に対する保健および安全保持についての調査であり，40年2月26日人事院事務総局職員局厚生課の課長以下4名によって行なわれた。

検査はいずれも，まず放射線施設の図面，障害防止関係の諸規定等の資料を参考にした放射線安全管理体制の説明から始まり，次いで，各施設の現場における実地検査，最後に個人被曝管理，健康診断，施設立入記録，排水処理および放流記録，廃棄物引渡し記録等の各種管理記録の提示と説明が行なわれた。検査結果を要約すれば，放医研は科学技術庁の直轄の放射線障害の防止をその主任務の1つとする総合研究機関であることからして，放射線の管理も単に法令に合致させるだけでなく，全国の放射線使用事業所の模範となるよう十分努力すること，特に，放射線に関する健康診断は放医研の実施結果に対して期待するところが大きいので，十分有効に実施されたいとのことであった。

放射線安全課が行なった関連業務として，39年度においては，(1)営繕工事として関東地建の監督のもとに，荏原製作所によって施工されたα線実験棟廃液処理プラントの建設，(2)養成訓練部各種課程の講義および実習指導，(3)39年度養成訓練部教材映画「放射線の個人被曝管理」の作成，(4)東海支所の放射線使用施設としての承認申請およびこれに伴なう同支所における関連諸規定，諸施設の整備等に放射線安全管理の立場から積極的に参加したことが挙げられる。

放射線安全課が事務局である「放射線安全会議」(放射線障害の予防に関する所長の諮問機関）に関しては，39年度において議長は38年度と変らず伊藤物理研究部長が，委員には黒田管理部長，伊沢化学研究部長，渡辺環境衛生研究部長，田中臨床研究部長，隅田技術部長，熊谷病院部長が就任し，年間3回（第20回～第22回）の安全会議が開催され，東海支所の放射線管理方針，健康診断実施方針，緊急作業要領(案)等について審議が行なわれた。

39年度に本研究所に入荷した非密封放射性同位元素は第2表のとおりであり，密封放射性同位元素としては，Ra(α)Be（中性子線源）100 mCi 1個，^{60}Co管12 mCi×7本，50μCi×10本，同じく^{60}Co針1 mCi×1本のほか，各核種のスタンダードソース，計15個が入荷した。

第2表　39年度非密封放射性同位元素入荷量

（単位　mCi）

核種	数量	核種	数量	核種	数量	核種	数量
^{3}H	5,000	^{52}Mn	2	^{91}Y	3	^{147}Pm	65
^{3}H (L.C.)	36.3	^{55}Fe	1	^{95}Zr	4	^{198}Au	38
^{14}C	15	^{59}Fe	10.2	^{106}Ru	4	^{203}Hg	7
^{14}C (L.C.)	24.62	^{57}Co	1.015	^{125}I	21	^{207}Bi	0.01
^{22}Na	0.21	^{60}Co	1	^{125}I (L.C.)	2.5	^{210}Pb	1.5
^{24}Na	1	^{65}Zn	2	^{131}I	358.5	^{210}Po	1
^{32}P	296	^{74}As	1	^{131}I (L.C.)	90.02	F.P.	1
^{35}S	10	^{86}Rb	1	^{132}Cs	0.5		
^{35}S (L.C.)	3	^{85}Sr	7.7	^{134}Cs	1		
^{45}Ca	8	^{89}Sr	17	^{137}Cs	2		
^{51}Cr	15	^{90}Sr	12	^{144}Ce	5		

注：L.C.は labeled compound の，F.P.は fission productの略である。

3．個人被曝管理

39年度のフィルムバッジを主体とした被曝管理は，前年度と同様に，職員，研究生，養訓研修生および管理区域に立ち入る部外者を対象として行なわれた。39年度には，研究所の定員は12名増員となったが，フィルムバッジサービスを受けた人数は38年度より42名増加して総計359名となった。その内訳は，γ線用バッジの利用者が347名（38年度より39名の増），X線利用者が143名(38年度より53名の減）で，そのうち216名はγ線用のみの利用者（38年度より95名の増)で，12名はX線用のみの利用者（38年度より3名の増），131名はγ線用とX線用の両方を利用した。また，フィルムバッジの延べ着用数は，γ線用で3,084件（38年度より223件の増），X線用で1,597件（38年度より79件の増）であった。

38年度と同様に，39年度も大部分の放射線作業者の被曝線量が，フィルムバッジの測定限界である10ミリレム未満であり，年間被曝線量の最も大きい作業者で1,390ミリレムで，最大許容被曝線量(3カ月について3レム）をこえた例はない。年間の被曝状況は第3表のとおりであり，すべての測定値が測定限界（10ミリレム）未満の者がγ線で157名，69.5%，X線で122名，85.3%である。また，第4表に年間を通じ比較的被曝の多かった事例を掲げた。

第3表　年間被曝状況

種類		γ線	X線
		人	人
すべての測定値が10ミリレム未満のもの		157	122
10ミリレム以上の値が1つでもある場合，それらの値の合計量（ミリレム）	10～500	66	20
	510～1,000	2	1
	1,010～2,000	1	0
	2,010以上	0	0
計		226	143

第4表　比較的被曝の多かった例

該当者	年間被曝総線量（γ，X）	備考
操作担当者	1,390ミリレム＋10ミリレム未満×8	X線撮影，^{60}Co 操作
医療関係者	1,030ミリレム＋10ミリレム未満×13	治療および研究
〃	930ミリレム＋10ミリレム未満×21	治療
管理関係者	820ミリレム＋10ミリレム未満×5	RI管理，施設線量測定
医療関係者	660ミリレム＋10ミリレム未満×32	治療
〃	490ミリレム＋10ミリレム未満×29	〃
〃	460ミリレム＋10ミリレム未満×33	〃
〃	440ミリレム＋10ミリレム未満×31	〃
〃	380ミリレム＋10ミリレム未満×20	〃
〃	330ミリレム＋10ミリレム未満×30	〃

4. 健康診断

（1） 概　　況

従来，放医研においては，放射線作業従事者等に対する健康診断は6ヵ月ごとに実施する血液検査に主力をおいた形で行なわれていたが，「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」第23条（放射線障害者の発見）および「同施行規則」第22条（放射線障害者の発見のための措置）の第1号から第6号までに定められている健康診断の規定に完全に合致するよう，健康診断専門委員会の検討の結果を中心に放射線安全会議において審議を行なった結果，第5表のとおり実施することとなり，39年12月から実施された。

第5表　特別健康診断実施方針

項　　目	実　施　方　針
(1) 被　検　者	全職員（職員に準ずる者を含む）を，A放射線作業従事者，B管理区域随時立入者，Cその他に分類し，A群，B群については施行規則のとおり実施することとし，C群については希望者のみ実施する。
(2) 問診および皮ふの検診	「放射線作業従事者等に対する特別健康診断調査票」により，各自に必要事項を記載させ，この記載内容により医師が必要と認める者に対して直接問診および皮ふの検診を行なう（3ヵ月ごとに実施）。
(3) 血液検査（末梢血液中の白血球および赤血球の数ならびに血球素量）	従来どおり6ヵ月ごとに実施する。検査の結果正常基準範囲をはずれた者のうち医師が決定する者，その他医師が必要と認める者に対しては再検査を実施する。
(4) 末梢血液像の検診	採血時全員のスメーヤーをひき染色して保存し，必要が生じたときに検査する。
(5) 眼　の　検　査	現在，放医研には検査装置がないので国立病院等へ依頼して実施する（3ヵ月ごとに実施）。
(6) 白血球および赤血球の数ならびに血球素量の正常基準範囲の決定 白血球の数 { 男 4,000～10,000/mm³ ／ 女 4,000～10,000/mm³ } 赤血球の数 { 男 400～600×10⁴/mm³ ／ 女 350～550×10⁴/mm³ } 血球素量 { 男 12.0～18.0 g/dl ／ 女 11.0～17.0 g/dl }	
(7) 40年度以降における放射線作業従事者等に対する健康診断の実施については，病院部において実務を担当する。	

（2） 血液検査

39年度は血液検査を2回（39年6月，39年12月）実施した。検査の結果は第6表～第8表に示すとおりであるが，このうち健康診断専門委員会において決定した各検査値の正常基準範囲をはずれた者のうち医師が指定した者，その他一般に医師が必要と認めた者に対しては再検査を実施し，別にフィルムバッジによる被曝記録，放射線施設への立入り記録等の結果をもあわせて医師による考察を加えたが，現在まで職員の被曝線量は低く，放射線の影響と思われる血液諸成分の変化は認められない。

（3） 問診および皮ふの検診

「放射線作業従事者等に対する特別健康診断調査票」を配布し，各自に記載させたうえ回収し，そのうちから記載内容を検討して医師が必要と認めた者に対して，第1回（39年12月実施）は16名の直接診断を，第2回（40年3月実施）は17名の直接診断および2名の直接皮ふの検診を実施した。

検診の結果，放射線による異常者は発見されなかった。

（4） 眼の検診

バンデグラフ棟，中性子線棟等において，中性子線等による被曝のおそれのある放射線作業に従事しているものを一応の対象者として，国立千葉病院眼科で，第1回（39年12月実施）は17名について，第2回（40年3月実施）は17名（第1回の被検者12名を含む）について実施した。

検診の結果，特に放射線の影響と考えられる異常は発見されていない。検診を担当した医師の所見によれば，眼の症状は年令によって相違があり，また，個人差もあるので継続して経過をみる必要があるのとことであっ

第6表 白 血 球 数 検 査 結 果

白血球数/mm³	第1回 度数(人) 男	女	計	第1回 百分率(%) 男	女	第2回 度数(人) 男	女	計	第2回 百分率(%) 男	女
4,000 以 下	21	13	34	12.1	14.6	1	0	1	0.5	0
4,001 ～ 5,000	42	20	62	24.3	22.5	29	13	42	16.1	15.3
5,001 ～ 6,000	43	26	69	24.8	29.2	50	26	76	27.8	30.6
6,001 ～ 7,000	25	18	43	14.5	20.2	50	23	73	27.8	27.1
7,001 ～ 8,000	25	4	29	14.5	4.5	27	12	39	15.0	14.1
8,001 ～ 9,000	7	4	11	4.0	4.5	12	7	19	6.7	8.2
9,001 ～ 10,000	5	3	8	2.9	3.4	7	4	11	3.9	4.7
10,001 以 上	5	1	6	2.9	1.1	4	0	4	2.2	0
計	173	89	262	100.0	100.0	180	85	265	100.0	100.0

注 ……内は正常基準範囲を示す。

第7表 赤 血 球 数 検 査 結 果

赤血球数×10⁴/mm³	第1回 度数(人) 男	女	計	第1回 百分率(%) 男	女	第2回 度数(人) 男	女	計	第2回 百分率(%) 男	女
300 以 下	1	1	2	0.6	1.1	5	6	11	2.8	7.0
301 ～ 350	10	19	29	5.8	21.3	24	16	40	13.3	18.8
351 ～ 400	26	32	58	15.0	36.0	42	39	81	23.3	45.9
401 ～ 450	60	26	86	34.6	29.2	56	19	75	31.1	22.4
451 ～ 500	47	8	55	27.2	9.0	41	5	46	22.8	5.9
501 ～ 550	27	2	29	15.6	2.3	12	0	12	6.7	0
551 ～ 600	2	1	3	1.2	1.1	0	0	0	0	0
601 以 上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	173	89	262	100.0	100.0	180	85	265	100.0	100.0

注 ……内は正常基準範囲を示す。

た。なお今後は，事情が許すかぎり過去において特に被曝した者に対しても逐次実施したいと考えている。

5. 施設管理

(1) 管理区域

放射線障害防止のために，放射線被曝，放射性汚染や放射性物質の吸入を起こさないよう効果的な管理を行なうため管理区域を設定しているが，39年度には養成訓練棟の新設に伴ない，同棟管理区域を追加設定した。39年3月末現在の管理区域の設定状況は第9表のとおりである。

各管理区域には，それぞれ放射線安全管理者が任命され，担当区域内の安全の確保にあたっている。また，所内防災管理規程の施行により，常時放射線による災害の予防について徹底を期するため，各管理区域ごとに任命

第8表 血 球 素 量 検 査 結 果

血球素量(g/dl)	第1回 度数(人) 男	女	計	第1回 百分率(%) 男	女	第2回 度数(人) 男	女	計	第2回 百分率(%) 男	女
11.0 以下	1	7	8	0.6	7.9	0	2	2	0	2.4
11.1 ～ 12.0	2	11	13	1.2	12.4	8	17	25	4.4	20.0
12.1 ～ 13.0	9	46	55	5.2	51.6	29	30	59	16.1	35.3
13.1 ～ 14.0	26	22	48	15.0	24.7	53	27	80	29.5	31.8
14.1 ～ 15.0	64	3	67	37.0	3.4	54	6	60	30.0	7.0
15.1 ～ 16.0	60	0	60	34.6	0	25	3	28	13.9	3.5
16.1 ～ 17.0	9	0	9	5.2	0	11	0	11	6.1	0
17.1 ～ 18.0	2	0	2	1.2	0	0	0	0	0	0
18.1 以上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	173	89	262	100.0	100.0	180	85	265	100.0	100.0

注 ……内は正常基準範囲を示す。

第9表 管 理 区 域 一 覧

名称	該当施設および区域
RI棟管理区域	RI棟
温室管理区域	温室およびその周辺
X線棟管理区域	X線棟およびその周辺
第1γ線棟管理区域	第1γ線棟
第2γ線棟管理区域	第2γ線棟およびその周辺
中性子線棟管理区域	中性子線棟およびその周辺
廃棄物処理棟管理区域	廃棄物処理棟，廃棄物貯蔵庫およびその周辺
病院廃水貯留施設管理区域	病院廃水貯留および放射性し尿処理施設
RI診療センター管理区域	RI診療センター
RI病室管理区域	RI病室およびその前面の廊下
Ra病室管理区域	処置室，Ra病室およびその周辺の廊下
病院附属棟管理区域	第1，第2 ^{60}Co照射室，^{137}Cs照射室，ベータトロン照射室，リニアック照射室およびその周辺
病院地階管理区域	X線室，手術室およびその周辺
バンデグラフ棟管理区域	バンデグラフ棟およびその周辺
α線棟管理区域	α線実験棟およびその周辺
養成訓練棟管理区域	養成訓練棟

されている放射線安全管理者が，その任にあたることとなった。

（2） 放射線量率，空気中放射性物質濃度および表面汚染度の測定

放射線量率の測定は定期的に各管理区域ごとに行なっており，事業所の境界における法定許容線量10ミリレム/週を週168時間として計算すれば0.06ミリレム/時となるが，この値をこえた場所はバンデグラフ棟を除いてはなかった（バンデグラフ棟は現在の使用時間程度では特に問題にならない値である）。なお，40年度において遮蔽壁増強の予算が認められており，コンクリート，土波をもって増強する計画が順調に進められている。

また，管理区域境界における法定許容線量30ミリレム/週を週48時間として計算すれば0.6ミリレム/時となるが，この値をこえた場所はなかった。しかしながら，X線棟およびリニアック棟においては，照射方向によっては線量率の値がこの値をこえる箇所が一部あるが，これらには使用に際しての照射方向等の規制を設けたうえで使用している。

空気中の放射性物質濃度の測定は，排気設備からの排気はダストモニターにより連続測定し，屋外および作業室内はミリポア・フィルターNo.AAを使用して系統別に定期測定を行なっているが，いずれも10^{-10}～$10^{-12}\mu$Ci/ml程度であり，法定許容濃度をこえたことはなかった。管理区域のうち，汚染区域の表面汚染度の測定は必要に

応じてサーベイメーターあるいはスミヤー法により実施しており，定期的汚染検査の結果，室内床面に法定許容限度をこえた汚染を発見し，除染を行なった例がある。また，4半期ごとに使用状況調査を行なって汚染の早期発見事故の防止に努めた。

また，所内における環境汚染管理の一環として，研究棟および病院棟からの一般排水についてモニターを行なった。モニターの結果，一般排水の放射能濃度はすべてバックグラウンド程度であり，一般排水系が汚染しているところはなかった。

（3） 施設の安全設備

放射線作業従事者以外の人たちが不用意に管理区域に近寄ることを防ぐため，管理区域境界さくを38年度に引続き廃棄物処理棟，α線棟管理区域に設置し，全管理区域におよぶ境界さく工事は一応終了した。

（4） 事故の概要

放射線事故の事例は例年に比較すると少なくなりつつあるが，39年度には照射室における被曝事故および実験室における汚染事故がそれぞれ1件ずつあった。幸い被曝事故の際の被曝線量は少なく，また，汚染事故時の汚染状況も除染可能な程度であり，所外に対する環境汚染はもちろんのこと，当事者たちの人体についての異常所見も認められていない。

① 39年1月12日　バンデグラフ型粒子加速装置を実験照射中，誤って照射室内に立ち入り被曝した。被曝線量は400ミリレムであった。

② 40年3月9日　α線棟で非密封RIの実験中，RI配分残液を廃棄する際に誤ってRI入りガラス容器を破損し，床面および周囲を汚染した。

6．廃棄物処理

（1） 処理過程の概要

本研究所における放射性廃棄物の処理過程を簡単に示すと第10表のとおりである。

第10表　廃棄物処理過程概要

液体廃棄物
- 第1系統廃液（高レベル廃液）→貯留びん → 処理 / 廃棄物処理機関に引渡し
- 第2系統廃液（中レベル廃液）
- 第3系統廃液（低レベル廃液）
  → 貯留タンク → 処理
- 第4系統廃液（極低レベル廃液）→貯留プール → 処理 / 放出（モニターのうえ）

放射性し尿→浄化槽→貯留槽→放出（モニターのうえ）

固体廃棄物→専用容器→廃棄物処理機関に引渡し

なお，動物死体，スラリー状廃棄物は固体廃棄物に準じている。ただし，廃液の処理にあたり，中レベル廃液にあっては，原則として高速薬品凝集沈殿法を採用している。

また，39年度に建設された低レベルα放射体廃液処理施設においては，高速薬品凝集沈殿装置のほかに，単床式有機イオン交換装置が設けられ，α放射体の危険性にかんがみクローズド・システムが採用されたうえに，高い除染効果を期待することができるようになっている。

（2） 廃棄物処理機関に引渡した廃棄物

第11表は所内のRI使用施設から排出された廃棄物のうち，39年度において放射性廃棄物処理機関に引渡した廃棄物の数量および廃棄物中のRI量を示すものである。

（3） 廃液（し尿を含む）排出量および処理量

第12表は，放射性廃棄物のうち，高レベル廃液を除く液体廃棄物およびRIを投与された患者からの放射性し尿の排出量を系統別に示したものである。

現在，液体廃棄物処理施設としては，4 m³/hの処理能力をもつ低レベル廃液（$1\times10^{-5}\mu$Ci/ml以下）用の

第11表　39年度廃棄物処理機関引渡し廃棄物一覧表

種類	容器容量	引渡し容器数（本）	RI量（μCi）
可燃性固体	ドラムかん 200 l	50	6,432
不燃性固体	ドラムかん 50 l	136	115,232
動物	陶びん 20 l	75	59,343
	ドラムかん 50 l	6	
スラリー	陶びん 20 l	60	1,250
フィルター	鉄箱 150 l	24	—*
計		351	182,257

* フィルターについては，正確なRI量は計算できなかった。

高速薬品凝集沈殿装置と，0.5 m^3/hの処理能力をもつ中レベル廃液（$1\times10^{-3}\sim1\times10^{-5}\mu Ci/ml$）用の自己蒸気加圧式蒸発装置が設けられているほか，低レベルα放射体廃液処理装置（処理能力0.5 m^3/h）の完成をみた。

39年度においては，RI棟，養訓棟および病院から排出された低レベル廃液のうち，全排出量(1,030 m^3)の63%にあたる650 m^3を凝集沈殿装置により処理した（残りの部分は，処理前に濃度測定を行なったところ，放流許容濃度以下であったのでそのまま放流した)。

また，第12表から明らかなように，39年度においては，病院からの極低レベル廃液を除き全系統にわたり廃液の排出量，廃液中のRI量とも増加した。特に，凝集沈殿処理の対象となる低レベル廃液においては，38年度の2倍以上の排出量をみたほか，RI量の著しい増加にも特徴が現われている。

第12表　放射性廃液およびし尿排出量

系統		排出（m^3）			RI量（μCi）		
		39年度	38年度	38年度との差	39年度	38年度	38年度との差
RI棟養訓練	汚染系（RI_3）	975m^3	480m^3	+495m^3	20,170μCi	484μCi	+19,686μCi
	極低レベル系（RI_4）	1,520m^3	1,380m^3	+140m^3	6,710μCi	465μCi	+6,245μCi
α線棟	汚染系（α_3）	—	—	—	—	—	—
	極低レベル系（α_4）	5m^3	0	+5m^3	565μCi	0	+565μCi
病院	汚染系 中レベル 第2系統（H_2）	85m^3以上	10m^3	+75m^3以上	1,934μCi以上	450μCi	+1,484μCi以上
	汚染系 低レベル 第3系統（H_3）	55m^3	20m^3	+35m^3	375μCi	845μCi	−470μCi
	極低レベル系（H_4）	1,060m^3	1,640m^3	−580m^3	6,974μCi	337μCi	+6,637μCi
放射性し尿		1,200m^3	960m^3	+240m^3	8,051μCi	503μCi	+7,548μCi

注　1）病院低レベル廃液(H_3)は，39年12月以後は送液ポンプ自動操作回路の復旧により，直接RI_3系統廃液貯槽に流入することとなったので，上の表り値は11月までのものを示す。12月以降の分はRI_3系の中に含めた。

2）α_4系統廃液は濃度測定を行なった結果，放流許容濃度をこえていたので，蒸発濃縮処理を行なった。

7. 技術開発

日常の放射線安全管理業務を遂行するにあたって多くの問題点・疑問点に当面することが多い。たとえば，フィルムバッジにおける潜像退行・方向依存性・線量特性，ポケット線量計の自然放電・衝撃の測定に与える影響，放射性廃液処理に影響を及ぼす諸因子の究明等。

放射線安全管理は，業務と技術開発とが並行して進まなければならないのは当然であるが，最初はとりあえず管理体制の整備に大部分の力をそそいだのもやむを得なかった。しかしながら，一応の整備充実がとげられた今日においては，技術開発に重点を向け，安全管理を奥行の深いものにしたいと考えている。

以上の趣旨に沿って，ここ数年いくつかの問題の究明に努めてきたのであるが，以下に39年度において行なった技術開発の概要を報告する。

（1）　高性能フィルター（D.H.E.）に関する実験（その2）

RI施設の排気浄化設備のフィルターの管理に関しては，各事業所とも管理基準を決定すべく努力している。放射線安全課においても，放医研の排気浄化設備の管理基準を決定するため，（i）フィルターの使用期間と付着RIの量，（ii）フィルターの口過抵抗とフィルターの口過効率，(iii)使用RI核種とフィルター付着RI核種，(iv)付着塵埃量と放射性物質濃度について調査および実験を行なった。

実験方法としては，RI棟第1系統の排気浄化装置内に3種類の試験用フィルターを装備して，1カ月，3カ月，6カ月，12カ月ごとに交換し，付着放射性物質濃度，塵埃量，エネルギー分析等の測定を行なった。フィルターの使用期間と付着RIの量は，1カ月間使用の場合は明らかに付着量が少ないが，3カ月以上の使用期間ではほぼ同じ値となった。また，フィルターの口過抵抗は，RI棟排気浄化4系統のグラスウール・フィルター，高性能フィルター（D.H.E.）間にU字管マノメーターを設け，その水柱差から測定を行なった。動物実験室の排気浄化フィルターは動物の毛などにより抵抗が増加している。

次に，試験用フィルターの付着RIの核種を決定するためγ線エネルギー分析を行なった結果，^{106}Ru，^{144}Ce

がおもに検出された。これはRI棟吸気側フィルターの塵埃のエネルギー分析結果と一致し，明らかにRI棟排気浄化フィルターの塵埃は，フォールアウトの核種と考えられる。付着塵埃量は試験用フィルターの使用期間とともに増加し，フィルターの塵埃量による黒化の割合に比例している。

以上の結果から，現在の試験用フィルターでは，今日のようにフォールアウトの放射能濃度が高い場合には，その値に打ち消され，実験に使用したRI核種を直ちにフィルター付着塵埃から判別することは困難である。これは，試験用フィルターを通過する排気はあらかじめグラスウール・フィルターで処理された粒径の小さな塵埃でこれを測定する結果であると考えられるので，今後は試験用グラスウール・フィルターもあわせて検討する必要がある。

（2） ガラス線量計の実用化試験

現在，本研究所においては，作業者の放射線被曝線量測定に主としてフィルムバッジを使用しているが，フィルムでは，被曝量の多いときや可視光に感光した場合には測定することができなくなるので，被曝線量の測定範囲をひろげ，測定値の信頼性を高めるために，フィルムバッジに螢光ガラス線量計を組み込むことを考え，実施にあたっての問題点の解明に努めた。

^{226}Ra を使って照射実験を行なった結果，再現性などに不満な点はあるが，現段階では 50 mR 以上の領域で約20%の測定精度が得られる。X線のレスポンスは，フィルムとよく類似してエネルギーにより非常に差があるが，この点はフィルターを用いて改善することができる。また，バンデグラフの操作を行なうような場合には，熱中性子線による被曝量をもあわせて測定しうるようにフィルターの材料を検討した。さしあたっては，試験的に一部の放射線作業者に対して実施する予定で，その方法としてはSnとCdでそれぞれ別々にフィルターされた2個のガラスと，フィルターをしないガラス（いずれも角形ガラス）1個とを1組として，フィルムとともに同一のケースにおさめることを考えている。このバッジの適用される範囲は，約1.8 Rまでのγ線とX線で，フィルムによって測定され，それ以上大きい線量のγ線，X線および熱中性子線はガラスによって測定される。

（3） ^{89}Srによる蒸発濃縮装置の性能テスト

39年度においては，38年度に行なった非放射性の硝酸ストロンチウムを使用しての性能テスト（放医研年報，38年度参照）に引続いて，^{89}Sr をトレーサーとして性能テストを行なった。以下にテストの概要をのべる。

実験方法としては，あらかじめ蒸発かん内の水道水に ^{89}Sr 10 mCi を投入し，蒸発量に見合う量の水道水をかん内に供給しかん内の ^{89}Sr の濃度が常にほぼ一定となるようにした。なお，テストにあたっては，蒸発速度をパラメーターとして，蒸発かん，サイクロンおよびグラスウール充塡塔の除染系数を求めた。除染系数は 10^{-5}～10^{-6} のオーダーで，550～650 l/h の範囲で極大値となった。

今回のテストでは，前回のテストに比較し除染係数が低いが，原因としては，前回のテストでは硝酸ストロンチウムの10%溶液を原液としたため，かん内液の表面張力が大で，このため液滴中に含まれるトレーサー量が少ないうえ，液滴の密度が大きい結果，落下速度が大きいことにあるものと考えられる。なお，除染係数の極大値が得られる蒸発速度が両者の間で違うのは，液滴の密度の差にもとづく落下速度の差に原因するものと思われる。この装置は，10^{-3} μCi/ml 程度の放射能濃度の廃液を ^{90}Sr に対する一般人への最大水中許容濃度の 1×10^{-7} μCi/ml 以下にまで処理する目的で設けられ，したがって，10^{4}～10^{5}の除染系数が要求される。前回および今回のテスト結果から，本装置はこの条件を十分にみたし，また放射線安全管理のうえからもほとんど問題とすべき箇所のないことがわかった。

XV. 養成訓練部

1. 概　　況

39年度の養成訓練業務は，38年度まで実施してきた放射線防護短期課程2回，放射線利用医学短期課程2回に本年度新設された放射性薬剤短期課程1回を加えて，計5回を次のように行なった。

放射線防護短期課程

第10回　昭和39年9月7日から
10月30日まで

第11回　昭和40年2月1日から
3月26日まで

放射線利用医学短期課程

第6回　昭和39年5月25日から
7月3日まで

第7回　昭和39年11月9月から
12月18日まで

放射性薬剤短期課程

第1回　昭和39年4月8日から
5月2日まで

放射線防護短期課程（国際放射線防護課程1回，人員22名を含む）は34年度開講以来通計12回行ない，353名の受講生，放射線利用医学短期課程は36年度開講以来通計7回行ない，112名の受講生，放射性薬剤短期課程は39年度1回実施して20名の受講生をそれぞれ送り出している。したがって，39年度末で総計20回の課程を実施して，485名にのぼる研修生を教育した。

39年度新設された放射性薬剤短期課程は，放射性医薬品の製造，供給，管理等の業務に従事する者に対して，放射線防護の見地から基礎理論と技術を与えることを目的としたものである。特に，薬剤師はその取扱う医薬品に放射性医薬品が含まれることはもちろん，放射性薬剤等の製造所において，放射線取扱主任者の資格を認められているので，さらに知識の向上をはかる必要が叫ばれていた。このような情勢のもとに，本課程は，日本放射性同位元素協会，薬学教育協議会，日本薬剤師会，日本病院薬剤師協会，日本薬学会等から原子力委員会に働きかけて実現したものである。

38年度末で完成した養成訓練棟により，研修の能率化と研修成果の向上は期待どおりであった。内部施設の充実によって，40年度以降，研修課程増設の要望や必要をみたすことが可能になった。

2. 応募状況

5課程を通じて応募者総数165名うち113名が受講決定，平均1.4倍強の応募者があり，従来どおり選考委員会を開催し，厳正な選考を行なった。

（課程別）

放射線防護短期課程	応募者数	受講者数
第10回	36名	30名
第11回	34名	31名

放射線利用医学短期課程	応募者数	受講者数	専攻内訳
第6回	22名	16名	RI診断　1名 放射線治療15名
第7回	24名	16名	RI診断　5名 放射線治療11名

放射性薬剤短期課程	応募者数	受講者数
第1回	49名	20名

放射線防護短期課程の応募者は定員を若干こえる程度であるが，放射線利用医学短期課程と放射性薬剤短期課程の応募者は定員を相当に超過している。

研修生の所属機関別分類表は第1表-1～第1表-4に示すとおりである。

また，39年度に実施した各課程研修生都道府県別分布状況一覧表は第2表に示すとおりである。

なお，付録，319～325頁参照。

第1表-1　放射線防護短期課程研修生機関別専攻学科別累計表　（第1回～第11回）

所属機関＼専攻学科	医・薬	農	理・工	文	計
国立機関	29	23	36	3	91
国立大学	44	11	30		85
公立大学	11	1	2	1	15
私立大学	14	1	9	1	25
公立機関	9	2	13	4	28
準公立機関	13	1	17		31
民間	16	2	36		54
その他	1		1		2
計	137	41	144	9	331

第1表-2　39年度放射線防護短期課程研修生機関別専攻学科別分類表

所属機関＼回・専攻学科	第10回 医・薬	農	理・工	文	計	第11回 医・薬	農	理・工	文	計	合計
国立機関	6	1	2		9	2	5	3		10	19
国立大学	4	4	1		9	8	1	2		11	20
公立大学						2				2	2
私立大学	2		1		3	3				3	6
公立機関	4				4						4
準公立機関			2		2	1				1	3
民間	1		2		3	3				3	6
その他								1		1	1
計	17	5	8		30	19	6	6		31	61

第1表-3　39年度放射線利用医学短期課程研修生機関別分類表

所属機関	39年度実施 第6回	第7回	第1回からの累計
国立病院	2	2	15
公立病院	3	1	8
私立病院			2
国立大学医学部および附属病院	8	9	59
国立大学附属研究所		1	2
公立大学医学部および附属病院	1		6
私立大学医学部および附属病院	2	3	20
計	16	16	112

第1表-4　39年度放射性薬剤短期課程研修生機関別分類表

所属機関	第1回	所属機関	第1回
国立機関	2	公立大学医学部および附属病院	
国立病院	3	私立大学医学部および附属病院	2
公立病院		準公立機関	1
私立病院		民間	1
国立大学医学部および附属病院	11	その他	
国立大学附属研究所			
計	20		

第2表　39年度に実施した各課程研修生都道府県別分布状況一覧表

課程回数別＼地域別	北海道	青森県	宮城	秋田	茨城	群馬	埼玉	千葉	東京都	神奈川県	新潟	富山	静岡	愛知	京都府	大阪府	兵庫県	和歌山	鳥取	岡山	広島	徳島	愛媛	高知	福岡	長崎	熊本	宮崎	鹿児島	その他	計
第1回薬剤			1					1	9	1		2		1	1	2									2						20
第6回医学			1	1				1	6					1		2		1		1					1		1				16
第10回防護		1	3	1		1		2	10	2	1			2		1							1	1	1		1	1	1		30
第7回医学	2		1					2	3		1			2						1	1				1	1	1				16
第11回防護	1		1	1	1		1	4	6				1	1	1	3	1		1			1	1		2	2	1			1	31
計	3	1	7	3	1	1	1	10	34	3	2	2	1	7	2	8	1	1	1	2	1	1	2	1	7	3	4	1	1	1	113

XVI. 病　　院　　部

1. 診　　療

i) 患　者　数（表1～4）

病院部は開設後3年経過したが，昭和39年度入院患者数423，退院患者数416，1日平均患者数47.6，平均在院日数40.9日である。38年度に比較し，平均在院日数は2日ほどのび，入院患者数は18減少，1日平均入院患者数は約2ふえているにすぎなかった。

外来患者数444，新患と再来をあわせた1日平均患者数9.1，外来患者1人平均通院回数は6.2であり，38年度より外来新患者数は少し減っている。

退院患者数416のうち死亡25，元の病院に帰えしたもの58，治療不能のもの4，一時的に軽快したもの329である。

院内死亡率は5.3%で38年度より少し減っている。

入院患者の大部分が30才以上であるのは，悪性新生物の多いためである。

居住府県別にみて当病院部所在周辺に多いのは当然であるが，なお全国的にわたっている。

患者の紹介元は大学病院がもっとも多いが，再入院が増加し4分の1以上を占めるようになった。

ii) 悪性新生物と放射線治療（表5，6）

悪性新生物の入院患者数は38年度に比較し著しくふえ口腔および咽頭，食道，胃，喉頭，気管，気管支および肺等の悪性新生物に差はなかったが，A53子宮その他の部位および部位不明，A57その他および詳細不明の悪性新生物が2倍以上にふえている。

放射線照射件数は38年度とほとんど同じであるが，6 MeVリニアックによるX線照射がはじめて活発に行われたほか，^{60}Co管の腔内照射件数が著しくふえた。

iii) RI投与による検査治療（表7）

RI投与患者数は38年度とほぼ同数であり，使用核種別にみると，^{131}Iとその標識化合物がほとんどを占めている。

検査方法別では腎臓機能検査がもっとも多く，ついで甲状腺機能検査，攝取率測定で肝臓機能検査，スキャンニング等は数例にすぎない。

RI検査を行なったものを疾病別にみると，子宮がん，甲状腺腫が多いほか，各疾病に広い範囲にわたっている。

iv) そ　の　他（表8～13）

X線撮影回数はふえ，手術件数は減少，保存血輸血回数と数量は激減している。

医療費支出済額は14,233,974円で，このうち注射薬品費と注射薬試薬を除いたその他の薬品費，医療用消耗器材費が多いが，アイソトープ購入費は前年の約2分の1に減っている。

臨床検査件数は総数がやや減っているが，解剖数は22（♂15，♀7）で死亡数25（♂16，♀9）に対し88%の解剖率であり，36年度の58%，37年度の68%，38年度の80%より漸次増加している。

臨床診断，試験切除による組織学的診断，解剖による病理診断を総合し，死亡の原因を明らかにするとともに放射線照射の影響，照射治療の効果を検討するよう努めている。

放射線による不測の事故等は1例もなかった。

2. 看護，その他のサービス

i) 看　　護（表17）

重症患者が入院患者中2分の1以上を占めるようになり，がん患者を例にとると全診療科領域にわたり，Ra，Rnの組織内照射，RIによる検査，治療等，放射線防護に看護上いろいろ手数がかかった。加えて看護婦採用難はいよいよ深刻となって看護婦数は定員を遙か下廻り，常に看護の手不足を感じているが，よい看護をするための努力がなされた。

ii) 給　　食（表14）

入院患者の平均年令が58才であり，照射による食慾不振や嗜好上の変化が起ること，患者1人1日当りの平均材料費に予算上の制約があるため，患者1人1人に満足を与える給食は困難であったが，給食委員会の活用，栄養士の病室への進出等により，患者が好んで食べられる

よう努めた。患者1人1日の平均材料費は146円99銭であった。

iii) 環境の改善

寝具設備サービスの充実に努めるとともに，職員の協力による病室の窓ふき，防蚊防蠅のため屋内屋外の清掃薬剤撒布を行ない，よい環境をつくる努力がなされた。

3. 実診療点数（表15）

患者1人1日平均実診療点数は入院患者209.3点(38年度204.3点）外来患者76.4点（38年度72点）である。基本診療料をのぞくと入院患者1人1日放射線治療料40.2点，注射料31.8点，検査料20.8点，レントゲン料17.2点等であり，外来患者1人1日投薬料21.7点レントゲン料19.4点等である。

39年度実診療点数は入院外来あわせて4,082,228.2点，軽費無料123,521.2点，したがって請求点数はその差の3,724,525.4点である。

4. 組織と人員（表17）

5. 予算と主要医療機器（表18,19）

詳しくは統計表として掲げたが，参考までに患者1人1日当りの医療費と食糧費の予算単価1および保存血と特殊薬品（RI）の購入予算額を年次別に示めすと，下表とおりである。

		35年	36年	37年	38年	39年
医療費	入院	193円35銭	306円26銭	338円57銭	376円44銭	538円40銭
	外来	111円67銭	184円91銭	204円60銭	227円14銭	292円86銭
患者食糧費		102円00銭	105円29銭	115円00銭	120円00銭	普通食 126円00銭 特別食 158円60銭

		35年	36年	37年	38年	39年
医療費	保存血購入費	60千円	759千円	806千円	907千円	—
	特殊医薬品費(RI)	1,436千円	—	700千円	1,112千円	1,112千円

100万円以上の購入主要医療器械は，位置決めX線装置（X線室）で，放射線治療用のものである。

6. 統計表

本統計は，昭和39年4月1日から40年3月31日にいたる期間の実績である。「—」の記号は計数のない場合を表わしている。

RIとは，診療に用いたラジオアイソトープの略称である。

表1 患者数，入院，外来別

入院											外来			
入院数			退院数			入院患者延数	取扱患者延数	1日平均患者数	病床利用率	平均在院日数	新患者数	延数	1日平均患者数	平均通院回数
総数	男	女	総数	死亡	その他									
423	190	233	416	25	391	17,382	17,798	47.6	54.1%	40.9	444 (104)	2767 (1,913)	9.1 (63)	6.2 (18.4)

注 1. 入院患者延数は，医療法施行規則にもとづき，毎日午前0時現在で在院していた患者数を累計したものである。したがって，当日入院し即日退院した患者数は含まれない。

2. 取扱患者延数は，入院患者延数に退院患者数を加えたものである。

3. 1日平均入院患者数は，前記期間の全日数をもって入院患者延数を除した数である。1日平均外来患者数は，日曜および休日を除き，実際に療養した前記期間の全日数をもって外来患者数を除した数である。

4. 病床利用率とは，許可病床数(88)に対する入院患者数の割合で次の算出方法によった。

$$\text{病床利用率} = \frac{\text{入院患者延数}}{88\text{床} \times 365\text{日}} \times 100$$

5. 平均在院日数とは，1人の患者が入院してから退院するまでの在院日数を指定したもので，次の算出方法によった。

$$\text{平均在院日数} = \frac{\text{入院患者延数}}{1/2\,(\text{入院数} + \text{退院数})}$$

6. 平均通院回数とは，1人の外来患者が通院した平均回数で，次の算出方法によった。

$$\text{平均通院回数} = \frac{\text{外来患者延数}}{\text{新外来患者数}}$$

7. ( )内の数字は，外来患者として本院を利用した放射線医学総合研究所の職員とその家族の別掲である。

表2　退　院　の　事　由

退院患者数	死亡		その他			院内死亡率
	男	女	転医	治療中止	その他	
416	16	9	58	4	329	5.3%

注　1.　院内死亡率の計算は次によった。

$$\text{院内死亡率} = \frac{\text{年間死亡患者数}}{\text{繰越患者数}+\text{新入院患者数}} \times 100$$

2.　転医とは，元の病院，診療所に帰えしたものである。
3.　治療中止は，所期の治療が不能のため退院したものである。
4.　「その他」のなかの「その他」は，一時的に軽快した故をもって退院したものである。

表3　月別患者数，入院，外来別

	入院				外来	
	入院数	退院数	延数	取扱患者延数	新患者数	延数
総数	423	416	17,382	17,798	444 (104)	2,767 (1,913)
39年4月	39	40	1,343	1,383	39 (5)	273 (143)
5	24	27	1,329	1,356	34 (12)	212 (139)
6	35	29	1,427	1,456	38 (9)	209 (140)
7	29	37	1,455	1,492	30 (9)	217 (168)
8	41	28	1,395	1,423	33 (10)	204 (136)
9	34	39	1,514	1,553	42 (13)	218 (178)
10	25	26	1,545	1,571	30 (4)	212 (162)
11	31	32	1,380	1,412	30 (9)	205 (158)
12	33	48	1,475	1,523	43 (7)	260 (197)
40 1	31	15	1,336	1,351	34 (11)	213 (157)
2	53	47	1,477	1,524	38 (10)	236 (183)
3	48	48	1,706	1,754	53 (5)	308 (152)

注　1　入院延数は午前0時現在の入院患者数の累計である。
2　(　)内の数は表1と同様，職員とその家族の別掲である。

表4—1　入院患者数，年令階級別，性別

		男	女
総数	423	190	233
10 ～ 19才	4	3	1
20 ～ 29	29	11	18
30 ～ 39	68	30	38
40 ～ 49	79	16	63
50 ～ 59	103	51	52
60 ～ 69	107	62	45
70 ～	33	17	16

表4—2　入院患者数，居住都府県別，性別

		男	女
総数	423	220	221
岩手	1	1	—
秋田	1	1	—
福島	1	1	—
茨城	20	9	11
栃木	2	1	1
群馬	3	—	3
埼玉	25	8	17
千葉	145	64	81
東京	142	52	90
神奈川	25	15	10
新潟	6	2	4
長野	3	2	1
石川	1	1	—
山梨	4	—	4
福井	1	1	—
岐阜	1	1	—
富山	1	—	1
静岡	13	9	4
愛知	6	2	4
三重	1	1	—
京都	1	1	—
大阪	4	2	2
兵庫	3	3	—
奈良	1	1	—
広島	1	1	—
岡山	7	7	—
鳥取	1	1	—
福岡	2	2	—
中華民国	1	1	—

表 4—3　入院患者数，紹介元別

総数	423	100%
大学病院	152	36.0
国立病院	36	8.5
公立病院	17	4.0
私立病院	39	9.2
当院の勤務医師	33	7.8
再入院	121	28.6
その他	25	5.9

注　「その他」とは，診療所および当院で診療中の患者から紹介された
ものである。

表 5　悪性新生物による入院患者数，性別，年令階級別

	総数		10～19		20～29		30～39		40～49		50～59		60～69		70～	
	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女
総数	404		—		29		68		76		102		92		33	
	180	224	—	—	10	19	30	38	16	60	51	51	53	39	17	16
A44 口腔および咽頭の悪性新生物	26		—		1		—		2		3		13		7	
	18	8	—	—	—	1	—	—	2	—	2	1	9	4	5	2
A45 食道	37		—		—		—		2		21		10		4	
	31	6	—	—	—	—	—	—	2	—	19	2	6	4	4	—
A46 胃	31		—		2		4		9		6		8		2	
	22	9	—	—	1	1	3	1	4	5	5	1	7	1	2	—
A48 直腸	3		—		1		1		—		—		—		1	
	2	1	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—
A49 喉頭	19		—		—		—		—		8		7		4	
	18	1	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—	7	—	3	1
A50 気管，気管支および肺	33		—		2		4		3		10		11		3	
	22	11	—	—	—	2	—	4	3	—	9	1	8	3	2	1
A51 乳房	12		—		—		3		6		2		1		—	
	—	12	—	—	—	—	—	3	—	6	—	2	—	1	—	—
A52 子宮頸	11		—		1		2		4		—		3		1	
	—	11	—	—	—	1	—	2	—	4	—	—	—	3	—	1
A53 子宮その他の部位および部位不明	110		—		1		15		36		28		21		9	
	—	110	—	—	—	1	—	15	—	36	—	28	—	21	—	9
A55 皮膚	3		—		—		—		1		1		1		—	
	2	1	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	1	—	—
A56 骨および結合組織	3		—		1		—		—		1		1		—	
	1	2	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—
A57 その他および詳細不明	116		4		20		39		13		22		16		2	
	65	51	3	1	8	12	27	12	5	8	8	14	14	2	—	2

表6　悪性新生物の放射線照射件数

総数		2000 Ci ^{60}Co回転照射		2000 Ci ^{137}Cs固定照射		X線深部治療		120 Ci ^{60}Co固定照射		35 MeV ベータトロン	
実数	延数	実数	延数	実数	延数	実数	延数	実数	延数	実数	延数
476	10,292	235	7,250	38	602	15	531	18	295	—	—
		Ra針組織内照射		^{60}Co管の腔内照射		ラドンシード組織内照射		^{60}Co管近接照射		6 MeV リニアック	
		実数	延数	実数	延数	実数	延数	実数	延数	実数	延数
		6	103	96	311	6	54	6	16	56	1,130

注 1. 在院および外来患者に行なった放射線照射件数の合計である。
2. 同一患者に2種以上の照射を行なった場合はそれぞれ計上した。
3. Ra針は1mg，2mg針，^{60}Co管は15 mCi管である。
4. リニアックは40年1月1日からの照射件数である。

表7—1　RI投与患者数

実数			延数		
総数	性別		総数	性別	
	男	女		男	女
128 (43)	26 (7)	102 (36)	229 (1,357)	33 (257)	196 (1,100)

注 1. 投与延数を投与の目的別にみると，検査のため2，治療のため12である。
2. ( )内の数字は放射線外部照射治療を行なった件数である。

表7—2　核種別投与患者延数

総数	^{51}Cr	^{59}Fe	^{86}Rb	^{90}Y	^{125}I	^{131}I	^{132}Cs	^{203}Hg
229 (1357)	1 —	2 —	1 —	1 —	2 —	218 (1357)	1 —	3 —

注 1. この表はRI投与患者の延数を核種別に分類したものである。
2. ( )内の数字は放射線外部照射治療

表7—3　検査別患者延数，在院および外来患者

核種		^{51}Cr	^{59}Fe	^{86}Rb	^{125}I	^{131}I	^{132}Cs	^{203}Hg
総数	217	1	2	1	2	207	1	3
甲状腺 機能検査	75	—	—	—	—	75	—	—
甲状腺 摂取率測定								
蛋白代謝試験	5	—	—	—	2	3	—	—
腎臓 機能検査	118	—	—	—	—	115	—	3
腎臓 スキャンニング								
脳循環測定	3	—	—	—	—	3	—	—
脳腫瘍診断	1	—	—	—	—	1	—	—
脾臓スキャンニング	1	1	—	—	—	—	—	—
鉄代謝測定	2	—	2	—	—	—	—	—
セシウム代謝	2	—	—	1	—	—	1	—
肝臓 機能検査	6	—	—	—	—	6	—	—
肝臓 スキャンニング								
ヒューマン・カウンター	4	—	—	—	—	4	—	—

注　この表は7—1の注で述べた検査のため投与延数を検査の種類によって分類したものである。

表7－4　治療別患者延数在院患者

	核種	^{90}Y	^{131}I
総数	12	1	11
乳がん	1	1	—
甲状腺腫	3	—	3
甲状腺機能亢進症	8	—	8

注　この表は7－1注1.で述べた治療延数の内訳である。

表7－5　疾病別によるRI投与患者実数，在院および外来患者

総数	128	男	女	甲状腺機能亢進症	12	1	11
		25	103	卵巣がん	2	—	2
低蛋白血症	2	2	—	陰がん	2	—	2
甲状腺腫	14	1	13	胃がん	2	2	—
子宮がん	64	—	64	睾丸がん	1	1	—
乳がん	1	—	1	甲状腺がん	1	—	1
高血圧症	5	3	2	馬蹄腎	1	1	—
頸部腫瘍	1	1	—	セシウム代謝	1	1	—
低色素性貧血	1	1	—	肝臓腫瘍	1	1	—
腎臓性高血圧症	2	1	1	睾丸腫瘍	1	1	—
腎臓炎	1	1	—	ヒューマン・カウンター	1	1	—
低色素沈着症	1	1	—	若年性高血圧症	2	—	2
頸部腫瘍	1	—	1	バンチ氏症候群	1	—	1
肝臓がん	1	1	—	バセドー氏病	1	—	1
外陰がん	1	—	1	脳動脈血栓症	1	1	—
脳腫瘍	2	2	—				
噴門がん	1	1	—				

注　この表は表7－1のRI投与患者の実数を疾病別に分類したものである。

表8　X線透視撮影回数

			回数	フィルム枚数
透視		計	474	
		呼吸器	38	
		消化器	420	
		その他	16	
撮影	部位別	計	2,327	4,750
		呼吸器	1,128	1,812
		消化器	416	1,218
		泌尿，性器	136	462
		心臓血管	4	13
		骨	572	1,105
		その他	71	140
	方法別	計	2,327	
		単純	1,670	
		造影剤使用	561	
		特殊	96	

注　1.　この回数は社会保険診療報酬点数表によって計上した回数である。
2.　透視にひき続き撮影を行なった場合，透視と撮影の双方にその回数を計上した。ただし撮影の準備手段としての透視は算入していない。
3.　撮影に部位別においても方法別においても，使用したフイルムの枚数にかかわらず撮影した回数によっている。単純，造影剤使用，特殊の区分は診療報酬実数表の区分による。
4.　使用位別撮影の「その他」の多くは軟骨および軟部組織である。

表9　手術件数

総数	59
頸部リンパ節廓清術(摘出術)	17
胃瘻造設術	10
気管切開術	3
甲状腺腫瘍摘出術	3
空腸瘻造設術	3
皮膚悪性(良性)腫瘍摘出術	3
喉頭全摘術	2
開腹術	2
乳房切断術兼腋窩リンパ腺廓清術	1
人工肛門造設術	1
硬口蓋部方切断術	1
腸閉塞根治術	1
子宮全摘出術	1
耳下腺腫瘍根治手術	1
上顎がん根治術	1
口唇腫瘍摘出術	1
尿管皮膚移植	1
包皮切除術	1
陰茎腫瘍摘出術	1
100点以下のもの	5

表10－1　輸血の回数と数量(cc)

		回数	数量(cc)
保存血	手術のため	6	3,200
保存血	手術以外	368	75,600
プラスマ	手術以外	158	22,300

注　保存血を使用して行なった手術件数は19件である。

表10—2　医療費支出済額

区分	支出額	備考
総計	14,233,974	
注射薬品費	5,059,826	
その他の薬品費	2,972,220	
試薬費	307,085	
衛生材料費	504,760	
X線フィルム費	762,850	
X線薬品費	79,500	現像，定着剤等
写真材料費	118,251	フィルム，印画紙
酸素ガス費	55,400	
医療用消耗器材費	1,279,787	注射器，ガラス器
医療用器具費	275,870	
印刷費	31,250	
修繕費	558,220	
保存血費	640,200	
アイソトープ費	1,588,755	ラドンシード (22,050)

表11　臨床検査件数

総数				24,545
尿検査	尿中物質定性検査（基本診療料に含まれるもの）			2,502
	定量	蛋白質 (020の1)	(020の1)	177
		その他 (020の2)	(020の2)	17
	沈査顕微鏡検査		(021)	370
	その他 Na, K, Cl等			0
糞便検査	寄生虫卵検査		(022)	398
	潜血反応検査		(023)	475
	その他		(023)	1
血液検査	血液化学的検査	黄疸指数測定	(024の2)	595
		血糖，電解質定量等	(024の3)	6011
		アルカリフォスファターゼ定量等	(024の4)	3397
		コレステロール定量等	(024の5)	394
		トランスアミナーゼ定量等	(024の6)	574
	赤血球沈降速度測定		(025)	444
	血色素量測定		(026)	1372
	血球計算		(027)	2,887
	ヘマトクリット値測定		(024の3)	1225
	血液像検査	末梢	(028の1)	1,141
		骨髄	(028の2)	14
総数				24,545
血液検査	網状赤血球数計算		(028の1)	59
	栓球数計算		(028の1)	873
	出血時間測定		(024の1)	30
	凝固時間測定		(024の2)	29
	プロトロンビン値測定		(024の3)	12
	血中微生物検査		(029)	—
穿刺液採取検査	胃液または十二指腸液		(030)	2
	脳脊髄液		(031)	2
	体腔穿刺液		(032の1)	4
細菌検査等	排泄物，滲出物，分泌物の顕微鏡的検査	螢光顕微鏡		—
		暗視野装置等	(032の1)	—
		その他	(032の2)	42
	細菌培養検査	一般検査	(033の1)	117
		固定検査	(033の2)	37
		薬剤耐性検査	(033の3)	30
	細菌動物検査		(034)	—
	妊娠動物反応検査		(035)	—
免疫血清検査	梅毒血清反応	緒方法	(037の1)	33
		凝集法	(038の1)	9
		ガラス板法	(038の1)	53
	その他		(039～041)	397
機能検査等	呼吸機能		(043)	2
	基礎代謝		(044)	34
	心電図		(046)	309
	腎機能検査		(049)	5
病理組織検査	病理組織学的検査		(082)	291
	細胞学的検査		(083)	107
内視鏡検査	喉頭直達鏡		(085)	4
	気管支鏡		(086)	3
	食道鏡		(088)	64
	胃鏡		(089)	5
	直腸鏡		(090)	6
	膀胱鏡		(093)	51

注 1. この表は社会保険診療報酬点数表によって分類したもので，（ ）内は点数表の区分番号である。

2. 尿中物質定性検査（基本診療料に含まれるもの）とは，尿の比重，蛋白質，糖，ウロビリノーゲン，ビリルビン，ウロビリン等の尿中物質の定性検査である。

3. 血液理化学的検査のうち（024の3）は，総蛋白量，チモール混濁反応，亜鉛反応，BSP，ビリルビン量，アミラーゼ，Na，K，Ca，Cl，P等の定量，血糖検査，フィブリノーゲン定量等である。

4. (024の4) はアルブミン-グロブリン比，非蛋白性窒素，尿素窒素，尿酸，酸性およびアルカリ性フォスファターゼ，クレアチン，クレアチニン，血中 CO_2，血液 pH の検査である。

5. (024の5)は総コレステロール，遊離型コタステロール，濾紙電気泳動検査等である。
6. (024の6)は含水炭素，同化試験，PBI，トランスアミラーゼ等である。
7. 腎機能検査はP.S.P.希釈試験，クリアランス等である。
8. RIによる甲状腺機能検査，シンチグラム検査は表7にあり，この表に含まれていない。

表12—1 死体解剖件数

死亡数			解剖数			解剖率
総数	男	女	総数	男	女	
25	16	9	22	15	7	88%

注 解剖率は在院中の死亡患者中死体解剖を行なったものの割合で，次の算出方法によった。

$$解剖率 = \frac{死体解剖数}{死亡数} \times 100$$

表12—2 生検材料と剖検による診断

解剖番号	年令	性	初診日	死亡月日	臨床診断	生検材料による病理診断	剖検診断
S-49	76	♂	39. 2. 6	39. 5.18	食道がん	未分化型扁平上皮がん	食道下部に発生した扁平上皮がんで，真菌感染を伴なった肺膿瘍と放射線性変化を合併した肺炎像を呈し死亡した例。他に被照射部の脊椎椎間円板壊死および日本住血吸虫肝がみられた。
S-50	13	♂	37. 7.26	39. 7.15	髄芽細胞腫	生検を施行せず	脳底部，側脳室前半，大脳核および髄膜に沿って脳幹，脊髄に浸潤した神経膠芽細胞腫。腫瘍周辺部の脳軟化が著明。他に左腎の多発性小膿瘍もみられ全身衰弱，意識障害，呼吸麻痺状態で死亡。
S-51	60	♀	37. 4.26	39. 7.17	上顎洞がん	未分化型扁平上皮がん	右上顎洞に発生し顔面右半を侵襲するに至つた扁平上皮がんで，右副鼻腔開放術，右眼摘出術および放射線治療を加えた例。右眼窩壁より頭蓋内感染を起し，脳膿瘍を形成して死亡。
S-52	74	♂	37. 4. 6	39. 8.11	喉頭がん	未分化型扁平上皮がん	喉頭に発生した扁平上皮がんで，喉頭全摘術および放射線治療後の再発例で，気管開口部のがん組織壊死巣より大出血を来たし，窒息死した例。被照射部脊椎間円板壊死を認めた。
S-53	71	♂	39. 5.19	39. 8.30	食道がん	角化性扁平上皮がん	食道下部扁平上皮がんで放射線治療によりがん細胞は消失していたが，多発生の小膿瘍を伴なった器質化の進んだ気管支肺炎および瘢痕化した心筋梗巣と著明な動脈硬化を加味した心衰弱により死亡した例。
S-54	34	♂	37.10.15	39. 9. 9	鼻咽頭がん	扁平上皮がん	右耳下腺下部から鼻咽頭にわたって発見された腫瘍で，右耳下腺および頸部リンパ腺摘出を行なったが，以後全身リンパ腺，両肺，肝，膵頭部，全身の骨および骨髄に転移を起し，悪液質，心衰弱および両側の多量の胸水を伴なう肺機能不全にて死亡した例。
S-55	48	♂	39. 5.15	39.10. 2	胃がん		横隔膜，後腹膜と完全に線維性ゆ着を起した再発性胃腺がん。腎，腸間膜，肝，肺，脾，副腎周囲組織への転移，左腎における上行性腎盂腎炎。左癌性肋膜炎，局所的気管支肺炎を併発した例。
S-56	57	♂	38. 5.15	39.10.12	左口蓋腫瘍	扁平上皮がん 細胞診—Class Ⅳ（口腔液）	左顎下部の欠損（4.5×3.5cm）を伴なう歯肉，舌1/2の欠損を伴なう扁平上皮がんの周囲組織への浸潤。角化を伴なう左頸部リンパ腺への転移。気管支肺炎，肺浮腫うっ血を伴う右肺上葉部膿瘍。右肺動脈血栓を併発死亡した例。
S-57	49	♂	38. 6. 8	39.11. 9	再発性皮膚がん	腺がん 細胞診—Class Ⅳ（腹水）	食道幽門部における胃がんによる組織欠損部からの出血（約500cc）。全身皮膚および各腹腔臓器内への転移。肺浮腫，がん性心外膜炎と同時にがん性腹膜炎（腹水2,600cc），脂肪肝，動脈硬化性病変もみられた例。
S-58	73	♂	38.10.11	39.12. 1	胃幽門部がん		胃幽門部に径8×7cmの中心部潰瘍を伴なう腫瘍を認め，緑黄褐色の壊死と同時に転移巣または右肺上下葉と脳右側頸部に同様の転移。左肺気管支肺炎，胸椎9～腰椎2にいたる照射壊死および胸水550ccを認めた例。
S-59	67	♂	38. 4.30	39.12.15	左肺がん	細胞診（喀痰）	左肺上葉，膿瘍，肋膜ゆ着を伴なう肺がんと上下葉における肺炎像。肺，左副腎，腹部大動脈周囲リンパ腺への転移と同時に7～9胸椎への転移。右胸水1100cc，腹，胸部大動脈のアテローム変性を呈し，肺機能不全にて死亡した例。

解剖番号	年令	性	初診日	死亡月日	臨床診断	生検材料による病理診断	剖検診断
S-60	48	♀	38. 2.25	39.12.17	子宮がん	扁平上皮がん 細胞診—Class Ⅰ～Ⅴ	子宮がんによる壊死性潰瘍を伴なう直腸と膀胱間の穿孔，がんの浸潤および照射による周囲組織とのゆ着による尿管の狭窄を伴なう毒素症様所見。悪液質になって死亡した例。
S-61	53	♀	36. 8. 3	39.12.27	術後再発性右乳がん		乳がん手術後の再発。腫瘤部に小豆大の転移。また右肺にうっ血と軽度の肺淡像，頸椎6～7に照射性壊死。子宮筋腫多数。頸部線維性ゆ着による神経圧迫のため右上下肢の萎縮が著明であった例。
S-62	63	♀	39. 8.13	40. 1.21	舌がん	角化性扁平上皮がん	右舌縁に発生した扁平上皮がんで，舌右半側，右頬壁内面後半および右側咽頭壁を侵襲し，さらに右頸および鎖骨下リンパ腺および左側肺に転移した。悪液質，広汎な気管支肺炎および心衰弱を来たし死亡した例。
S-63	50	♀	38. 5. 8	40. 1.24	子宮肉腫	子宮線維肉腫	子宮原発の線維肉腫で，子宮摘出術および人工尿瘻肛門内造設術を行なうも腫瘍はさらに増殖し，下大静脈に入り腎静脈開口部から内外腸骨静脈まで浸潤，栓塞を起した例。なお左腎は30gに萎縮し，右腎は220gと代謝性肥大を示した。
S-64	69	♀	39.12.23	40. 2.18	左肺がん	未分化型気管支がん	左主気管支に原発した未分化がんで左肺上葉，前縦隔，頸部に浸潤し，さらに肝，両副腎，右腎，心外膜，胸腹部，皮ふ，腸間膜リンパ節，左肺下葉と広汎な転移を起し，肺機能不全および悪液質で死亡した例。
S-65	57	♀	37. 8.25	40. 2.22	鼻咽腔腫瘍		トルコ鞍周囲において灰白色を呈する腫瘍細胞浸潤が認められると同時に脳室の拡張がみられた。左腕筋の萎縮と下肢の浮腫が認められ，右肺下葉にはうっ血と同時に軽度の肺炎が認められた。軽度の貧血を伴ない，心衰弱にて死亡した例。
S-66	60	♂	39. 9.24	40. 3. 7	肝がん	細胞診—ClassⅣ（腹水）	肝がん(2,290g)で，胃幽門部において膵とゆ着し，同時に腫瘍を認め，また小彎側に小潰瘍もあった。腹水2,200cc，胸水1,00ccあり，悪液質にて死亡した例。
S-67	24	♂	39.12. 1	40. 3.20	精上皮腫	睾丸悪性奇形腫	左睾丸悪性奇形腫にて摘出術後，後腹膜リンパ腺，両側副腎および肝臓に塊状の転移を起し，さらに両側肺，左鎖骨下リンパ腺，骨髄にも転移巣を形成した例。直接死因は肝臓左葉の転移腫瘍塊壊死巣よりの大出血であり，腹腺内には1,300ccの新鮮凝血が認められた。なお腫瘍組織は下大静脈壁を浸し，内腔に入り，右心房まで連続性に腫瘍巣索として存在していた。
S-68	59	♂	39. 6. 1	40. 3.28	食道がん	角化型扁平上皮がん	食道中央部の扁平上皮がんで，上縦隔，右鎖骨窩，右肺内および右肺炎に浸潤し，がん組織の壊死により食道-右気管支瘻を形成し，肺炎およびがん性肋膜炎を起し，また，右頸静脈および鎖骨下静脈浸潤閉塞し，右側ホルネル症候および軽静脈閉塞症状を示した例。直接死因は食道－気管支瘻部よりの突然の大出血による気管および気管支閉塞のための窒息であった。
S-69	61	♂	39. 3.11	40. 3.29	左腋窩と脳転移を伴なう左肺がん		左肺がんおよび周囲の肺炎，うっ血像と同時に心外膜炎，右側頸葉，右上腕，左ソ径，左下肢にそれぞれリンパ腺転移。気管支炎，心肥大と同時に脾萎縮，大動脈のアテローム変性あり，直接死因は悪液質と考えられた例。

表13　臨　床　病　理　討　論　会

開催回数	開催月日	症例 解剖または生検番号	年令	性	臨床診断	組織診断	討論内容
1	39. 5.29	63-P-163 63-P-167	46	♀	咽頭腫瘍	悪性間葉腫	放射線感受性大なる下咽頭腫瘍で，組織学的に悪性間葉腫
		64-P-75 64-P-88	59	♂	喉頭がん	上皮内喉頭がん	上皮内に限局したがん腫とその組織発生，その移行と浸潤
		64-P-103	54	♂	悪性黒色膜の疑い	悪性黒色腫	最初に発生してから15年後のもの。この組織学的所見とPOPA反応およびメラニンの代謝

開催回数	開催月日	症例 解剖または生検番号	年令	性	病床診断	組織診断	討論内容
2	39. 6.24	S-34	14	♀	悪性リンパ肉腫	悪性リンパ内腫	右頸部腫瘍に気付いてから全経過3ヵ月前上部縦隔胴腫瘍，^{60}Co 3,000R/35日および脳，腋窩部等にも^{137}Cs出血性素因にもとづく左血胸剖検についてリンパ性白血病と診断
		64-P-127	61	♂	喉頭がん	扁平上皮がん	左肺内部がん照射3075R/23日により縮少後，左上葉切除，組織学的にほとんど腫瘍は消失し，異動性反応を認めた。
		64-P-133 64-P-126 63-C-14 27, 28, 29 35, 37, 40 41, 43, 45 48, 50	47	♀	子宮頸がん第2期	扁平上皮がん	38年2月より^{60}C管による腔内照射（4710μg Ra eq）ならびに両側子宮旁結合織にテレコバルト（4,400R/38日）治療，39年2月より照射後潰瘍かがん再発かの判定のため合計13回の細胞診を行なったが陰性，6月8日の生検64P-126でがんを認め，次の細胞診（64-C-48）にてClass V
3	39. 7.24	S-37	67	♂	直腸がん	腺がん	発見後5ヵ月目に直腸切断術施行，左小脳半球に転移巣を認め照射（4425R/TD/37日），肝転移，腫水(+)，全身衰弱にて死亡，小脳周囲部の放射線による小脳実質の変性
		64-P-148	47	♀	子宮頸がん第2期	扁平上皮がん	前回の第4例子宮全摘術施行，今回はそれによる腫瘍の拡がり方について
		64-P-145	45	♂	セミノーマ	セミノーマ	22才の時右停留睾丸に対する手術，38年末に右睾丸の腫大に気付き，39年5月右睾丸摘および開腹術，膵右上方の腫瘍組織所見
			17	♂		筋上皮腫	筋上皮腫の一般既念，その組織像と鑑別診断について
		64-P-132	26	♀	びまん性甲状腺腫		患者は2度の正常妊娠，分娩でいずれも3ヵ月後に甲状腺の腫大を認めた。組織学的鑑別について
4	39. 9. 1						① 新しくルーチン化した検査種目「フィブリノーゲン定量」について説明 ② 各種生化学検査における技術的標準偏差についての資料提出および説明
		S-35	61	♀	子宮がん無尿症	子宮頸部がん尿管口浸潤閉塞および水腎症	子宮頸部がんの浸潤による両側尿管口閉塞のため，両側水腎症および無尿症を来たしたが，無尿症になる死亡前の9日～4日までの間にNPNとBUNが急激に下降した稀有な例なので供覧，また，死亡前の9ヵ月前に血小板減少性血栓性紫斑病の存在を凝わせる臨床的所見ならびに解剖時顕微鏡的検査所見があったので供覧
		64-P-194	57	♂	喉頭がん	角化型扁平上皮がん	64-P-179で残存する喉頭の扁平上がんを認めたので，全摘した標本であるが，扁平上皮化性およびがん浸潤について討論
		64-P-182	64	♂	噴門部がん	分化型乳嘴型腺がん，扁平上皮化生を伴なう	adenoacanthomaとadenocarcinomaとの関係について示説
	39.10.16	S-53	71	♂	食道がん	食道瘢痕性潰瘍，器質化の進んだ気管支肺炎	食道がんの放射線治療後肺炎像を呈し死亡した症例
		64-P-223	59	♂		悪性奇形腫	子宮筋腫の診断の下に全摘施行 3ヵ月後腔内断端より腫瘍が現われ，臍高まで達する大きさになり，組織学的検査の結果，悪性奇形腫およびその転移と診断した例
		64-P-215	55	♂	肺がん	未分化型腺管がん	左S 1 + 2の基部に発生したduct cell carcinomaで，放射線高感受性で通常の肺がんとは放射線治療上異なるので，組織学的像とともに検討

開催回数	開催月日	症例 解剖または生検番号	年令	性	臨床診断	組織診断	討論内容
		64-P-219	64	♀	軟口蓋がん	粘液類上皮がん	組織学的に典型的なmuco-epidermoid carcinoma
6	39.11.25	S-49	76	♂	食道がん	未分化型扁平上皮がん	食道がんの放射線治療経過中肺の線維化像を認めた例で，剖検により肺線維化の他に気管支肺炎および真菌菌糸を伴なった膿瘍を合併しており，さらに照射部位に一致した脊椎椎間円板の壊死および日本住血吸虫肝を認めた多形な例
		64-P-247	49	♀	甲状腺腫	結節性嚢腫性甲状腺腫	良性甲状腺腫について
		64-P-220	53	♀	多発結節性膀胱粘膜	malakoplakia	子宮頸部がん第4期で腔内照射により治療した例で，経過観察のため来院し，膀胱転移を疑い膀胱鏡検査により粘膜に多発性の結節を認めた。 組織学的には大きな組織球性の細胞の集団であり，細胞質内に塩基性に染まる封入体Michaelis-Gutmann bodiesを認めた。
		64-P-249	55	♂	右側腹壁腫瘍	異型性がん	前回の本集談会において討論された例（64-P-215）で以前にとられた右側腹部腫瘤の組織標本との関係を討議
7	39.12.16	S-48	64	♀	胃がん	未分化型腺がん	胃がん発見後2年生存例で，がん腫は腹腔内線維性形成の強い癒着部等に印環形細胞として散在していた。mucicarmine反応陽性で未分化形の腺がん
		64-P-246	61	♂	鼻腔細網肉腫症再発	細網肉腫	24年以来鼻中隔の細網肉腫症といわれ治療してきた。38年9月本院における生検により再発と診断された例。長期生存例
		64-P-248	48	♀	胃がん	分化型腺腫	胃がん手術後，手術創に腹壁転移を生じた例
		64-P-250	35	♀	卵巣悪性腫瘍	分化型腺がん	腹部膨隆を主訴とした卵巣原発の腺がん
8	40. 2. 3						さる1月23日行われた，日本臨床病理学会関東支部例会にて試みられた。"Reversed CPC"についての紹介ならびに実際の1症例について検討を行なった。
		Y—12	73	♂	悪性黒色腫	未分化型導管がんまたは腺がん	右喉頭部より生検の結果，悪性黒色腫を疑われたが，39年12月に本院にて生検したものは未分化型の導管がんまたは腺がんを考えさせられ電子顕微鏡的にもこれを支持する所見
9	40. 2.24	65-P-17	71	♂	肺がん	導管がん	左上肺野の異常陰影で組織学的にはduct cell carcinoma
		65-P-22	35	♂		細網肉腫	右側頸部に無痛性腫張が現われ，組織学的には細網肉腫
		Y—15	37	♀			甲状腺腫がんで臨床検査では^{131}I-uptakeは23.4%，BMR+20%総コレステロール168mg/dl，他に中等量の貧血を示した。手術時右葉はcolloid goiterであったが，正中線上に甲状腺とは分離して小結節が存在したが，この組織所見は病理学者の間で異論が多いので，その討論を紹介
		64-P-274	67	♂	多発性骨髄腫	多発性骨髄腫	左肩部痛で初まり同肩甲部および右背部第6肋骨に弾力性硬の腫瘍を触れ，さらにレ線像で全身各所の骨に透亮像を認めた多発性骨髄腫。各種検査成績を検討し，さらに異蛋白血症のいずれの分類に属するかを討論
		S-52	74	♂	喉頭がん	未分化型扁平上皮がん	喉頭がん発見後喉頭全摘出，大量の放射線治療を行なった。その後気管開口部がん組織壊

開催回数	開催月日	症例 解剖または生検番号	年令	性	臨床診断	組織診断	討論内容
9							死巣より大量出血を来たし死亡 この例では頸椎の椎間円板に壊死像を認めた。
10	40. 3.17	S-55	48	♂	胃がん	腺がん	胃がんの診断のもとに手術 (38.12)術後照射を行ない(3,000R)，約7ヵ月後に右腎腫瘍に気ずき照射により縮少するも39年10月死亡

表14　食種別患者給食延数，患者1人1日当り材料費

			給食延数	1人1日当り給食材料費
総計			53,394	146円99銭
一般食			24,047	
特別食	特別食加算のある特別食	小計	26,061	
		肝臓食	3,878	
		糖尿食	744	
		胃潰瘍食	4,597	
		腎臓食	1,926	
		治療乳	—	
		経管栄養のための濃厚流動食	13,504	
		特別な場合の検査食	312	
		その他の特別食	1,100	
	加算のない特別食	小計	3,286	
		術前術後食	2,180	
		乳児食	—	
		小児食	—	
		その他	1,106	

注 1. 一般食とは特別食以外の患者食である。
2. 特別食加算のある特別食とは，疾病治療の直接手段として医師の発行する食事箋にもとづき特別に調理された腎臓食，肝臓食，糖尿食，胃潰瘍食，治療乳，経管栄養のための濃厚流動食および特別な場合の検査食である。
3. 加算のない特別食とは上記2以外の特別食である。
4. 胃潰瘍食には胃がん食を含めた。
5. 経管栄養のための濃厚流動食は，食道がん，喉頭がん，口腔がん等のため食道造設術および栄養ゾンデを用いて行なった経管栄養食数である。

表15—1　診療行為別実診療点数と患者1人1日平均診療点数

			入院患者	1人1日平均診察点数
総計			3,724,525.4	209.3
入院時基本診療料	計		1,393,535	78.3
	入院料	小計	964,225	54.2
		入院料	651,683	36.6
		基準看護加算料	241,350	13.6
		寝具設備加算料	71,192	4.0
	給食料	小計	429,310	24.1
		給食料	316,453	17.8
		基準給食加算料	102,877	5.8
		特別食加算料	9,980	0.5
特掲診療料	計		2,330,990.4	131.0
	検査料		370,449.9	20.8
	RI検査料		31,224	1.7
	レントゲン料		305,513.7	17.2
	放射線治療料	小計	728,712.0	40.9
		小線源γ線による照射	48,647.1	2.7
		大量γ線外部照射	668,407.9	37.5
		RI内部照射	1,070	0.1
		X線	10,587	0.6
		超高圧X線	—	—
		電子線	—	—
	投薬料		188,434.2	10.6
	注射料		565,699.6	31.8
	処置および手術料		53,945.5	3.0
	その他		87,011.5 (87,011.5)	4.9 (4.9)

注 1. 「その他」とは診療収入となる文書料および他の診療行為各欄に該当しないものの額である。
2. 「その他」のうち輸血料に関する金額は( )内に再掲した。
3. 取扱入院患者延数は表1に示したとおり17,798人，外来患者数は4,680人であった。

外来患者			1人1日平均診療費
総計		357,702.8	76.4
基本診療料	計	49,282	10.5
	初診時基本診療料	24,552	5.2
	再診時基本診療料	24,730	5.3
	乳幼児特定疾患初診加算料	—	—
特掲診療料	計	153,080.9	32.7
	療養と指導料	21,148	4.5
	検査料	41,217.7	8.8
	レントゲン料	90,715.2	19.4

外来患者			1人1日平均診療費
特掲診療料	放射線治療料 小計	34,707	7.4
	小線源γ線による照射	—	—
	大量γ線外部照射	30,890	6.6
	RI内部照射	—	—
	X線	3,817	0.8
	超高圧X線	—	—
	電子線	—	—
	投薬料	101,745.2	21.7
	注射料	16,845.2	3.6
	処置および手術料	1,135	0.3
	その他	907.5 (907.5)	0.2 (0.2)

表15—2 月別診療点数

	実診療点数 総点数	実診療点数 入院実診療点数	実診療点数 外来実診療点数	軽費無料点数	請求点数
総額	4,082,228.2	3,724,525.4	357,702.8	123,521.2	395,870.7
39年4月	304,016.8	275,054.2	28,962.6	13,343.9	290,672.9
5	275,686.9	252,799.9	22,887	3,376.8	272,310.1
6	314,626.9	287,521.4	27,105.5	10,245.5	304,381.4
7	375,423.3	34,706.7	29,716.6	16,502.7	358,920.6
8	322,686.8	300,285.7	22,401.1	12,124	310,562.8
9	352,554.5	323,763.8	28,790.7	16,680.9	339,893.6
10	346,971.6	320,152.7	26,818.9	11,083.3	335,888.3
11	287,030.3	260,606.4	26,423.9	2,474.6	284,555.7
12	342,482.5	305,878.3	36,604.2	2,544.7	339,937.8
40年1月	317,361.3	288,339	29,022.3	2,367.1	314,994.2
2	388,734.7	353,792.4	24,942.3	12,849.7	375,885
3	454,652.6	410,624.9	44,027.7	23,928	430,724.6

注 1. 実診療点数とは診療行為（入院サービスを含む）を社会保険診療報酬点数（甲）によって算定した点数である。
2. RIの大部分が社会保険診療報酬点数表に定めがないため，実施した多くのものについて実診療，点数を計上することができなかった。
3. 当病院部の規定により，診療額の一部または全部を軽減したものが軽費無料点数で，請求点数は実診療点数からこれを差引いた点数である。

表15—3 診療費支払方法別患者数

総数		入院	外来
		103 (19)	243 (6)
全額自費		1	10
健保共済	本人	28	119
	家族	20 (3)	35
国保		44 (6)	70 (2)
研究		10 (10)	4 (4)
その他		0	5

注 1. 入院は昭和40年3月中の在院患者，外来は同3月中の新患者と前月からの繰越患者について調査したもので，いずれも実数である。
2. 全額自費とは社会保険等の適用のないもので診療費の全額を支払ったものである。
3. （ ）内の数字は軽費無料の扱かいをうけたものの再掲である。
4. 研究の10名は子宮がん患者の尿管被曝の変化の研究8名，ヒューマン・カウンターによるCs—137代謝研究1名，腎テスト1名である。
5. 生活保護法による医療機関としての指定をうけていないので，医療扶助の患者は「その他」の欄に記入した。

表16　病院部組織と職員配置表　　40年3月31日現在

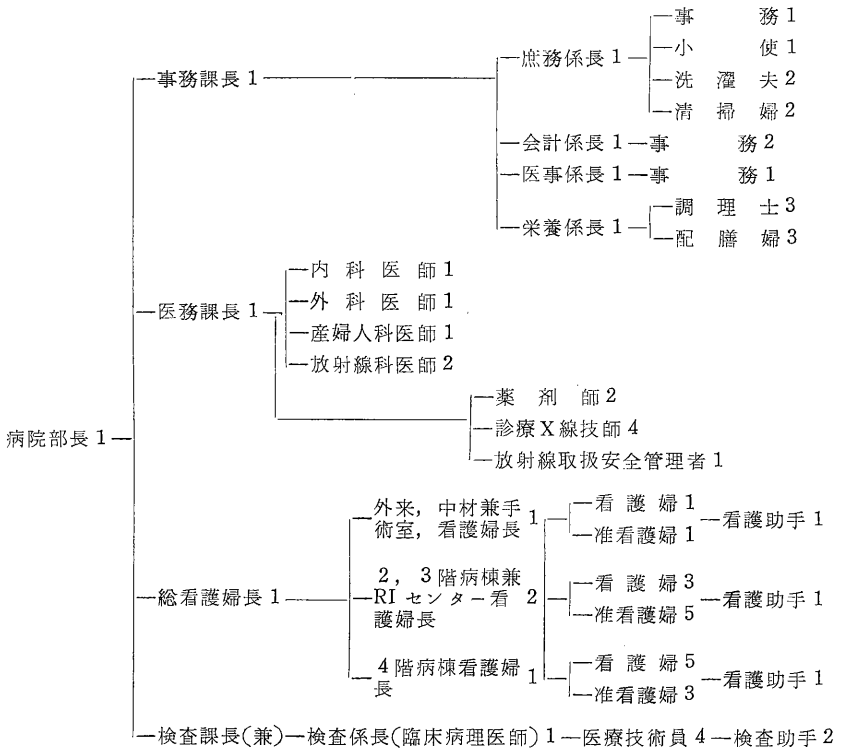


表17　看護職員の配置と勤務体制　　40年3月31日現在

看護単位	病床数	在院患者数	勤務体制	看護職員数			
				計	看護婦	准看護婦	看護助手
総数	88	54		26	14	9	3
2階 3階	36	26	3交代	11	5	5	1
4階	32	28	3交代	10	6	3	1
外来，中材，手術室		外来患者数 25		4	2	1	1
総看護婦長室				1	1		

表18　病院部の予算　　39年度

科目	予算額 千円	備考
病院部門運営費	33,905	
非常勤職員手当	210	
諸謝金	167	
職員旅費	117	
収入督促旅費	89	
庁費	2,725	
庁用器具費	262	

科目	予算額 千円	備考
自動車購入費	0	
燃料費	2,036	
自動車維持費	200	
被服費	110	
印刷製本費	100	
通信運搬費	17	
光熱水料	2,696	
患者用品費	437	
医療費	14,234	医療費内訳 入院患者1人1日当り 538円40銭 外来患者1人1日当り 292円86銭 特殊医薬品（RI） 1,112,000円
患者食糧費	3,010	入院患者1人1日当り {普通食126円 特別食158円60銭
医療機器整備費	10,220	購入主要医療機器

表19 購入主要医療機器

品名	納入会社，型式，規格	数量	購入価格	会計年度および予算科目
位置決めX線装置	東芝放射線株式会社	1式	7,200,000	39年度，医療機器整備費

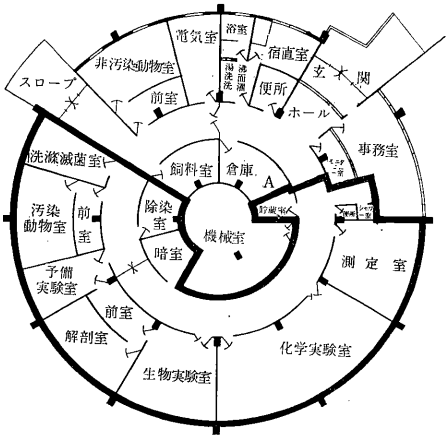
XVII. 東　海　支　所

東海支所は，日本原子力研究所東海研究所の原子炉施設を利用して実施する医学，生物学的研究を行なうため，35年度に設置されたものである。39年度は，東海支所運営費として1,912千円(うち923千円は試験研究費)が計上され，研究および管理体制をより一層充実させるため，施設の改造，放射性同位元素等使用に関する承認の改訂および東海支所防災規定の施行等が行なわれ，また，38年度に定員を確保した。研究室長には中村正好氏が40年1月1日付で就任した。

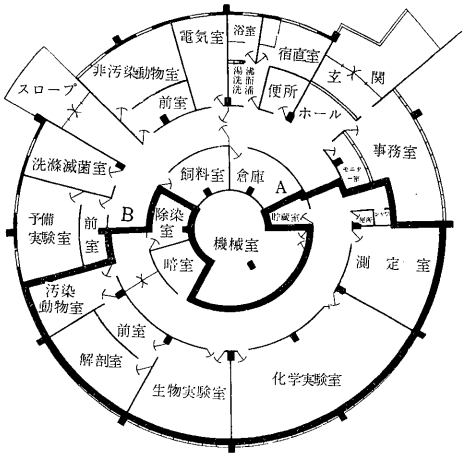
現在の施設において，安全かつ合理的な研究を可能にするため，貯蔵室の改造と予備実験室を非管理区域に設けて従来の管理区域を縮少した。貯蔵室と倉庫の間仕切り(第1図のA)は，従来ベニヤ板張りであったが，遮蔽能力，火災などの点を考慮してコンクリートブロックで間仕切り，貯蔵能力を実質的に完備した。また，非管理区域に予備実験室および研究員居室が皆無のため研究に多大の支障をきたしていたので，従来の汚染動物室を予備実験室にし，予備実験室を汚染動物室に変更して改造した。したがって，予備実験室と洗滌滅菌室を非管理区域にあらため，従来の管理区域（第1図）を第2図のように変更した。このため，廊下間仕切り（第2図のB）をあらたに設けた。

これらの変更に伴ない，放射性同位元素等使用に関する承認（昭和39年3月31日付）は40年2月7日に改訂承認された。

研究業務が活発になってきた事態に即応するため，諸規定の整備が検討され，まず，本所の消防規定および一連の関係規則を根底とした支所防災規定が39年11月1日から施行された。



第1図　変　更　前



第2図　変　更　後

（注）　管理区域，A：ブロック，B：壁新設廊下間仕切り

XVIII. 予算および決算

1. 39年年度予算の概要

39年度の予算編成にあたって，その重点施策としており込まれたものは，①組織を確立し，研究体制を充実強化すること，②研究棟，実験動物観察棟等の研究施設を拡充整備すること，③人当研究庁費を確保すること等であり，研究業務が強力に実施し得る体制の確立を目標として，見積総額758,449千円（要求定員58人）の概算要求を行なった。

これに対し大蔵省査定は，才出予算総額524,982千円（要求額758,449千円の69%），定員査定12人（要求定員58人の21%）であった。

（Ⅰ） 組織および定員

39年度の組織および定員の整備拡充方針にもとづき，組織では，環境衛生第2研究部の新設を，また定員は58人を要求したのであるが，結局，環境衛生第2研究部の新設は認められなかったが，既設環境衛生研究部に研究室1室の増設が認められたほか，定員12人が増員となった。これにより，39年度定員総計は403人である（別表参照）。

別 表　　39年度放医研定員

区　分	新　規	既　定	計
	人	人	人
行政職(一)	0	103	103
行政職(二)	2	59	61
研究職	9	184	193
医療職(一)	0	8	8
医療職(二)	1	8	9
医療職(三)	0	28	28
計	12	391	403

（Ⅱ） 才出予算

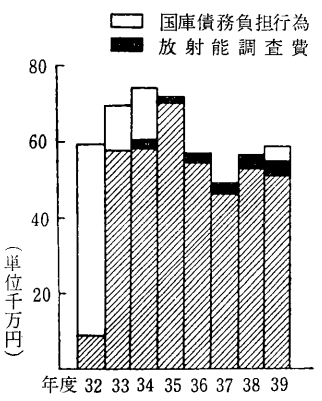
（1） 才出予算総額

39年度の才出予算総額は，524,982千円(第1表参照)が計上されているが，これを前年度才出予算総額529,091千円と比較すると，4,109千円(0.8%)の減少となっいる。

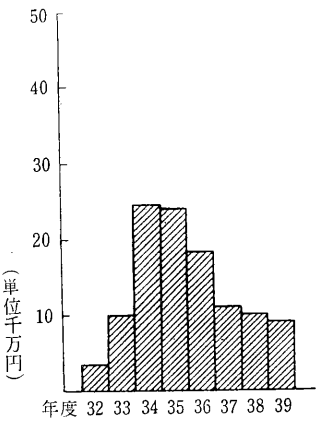
しかし，別枠で試験研究費24,300千円の国庫債務負担行為が認められたので，名目において才出予算総額は544,422千円となるが，39年度予算が前年度に比較し，

32年度以降放医研予算額の推移（第2表参照）

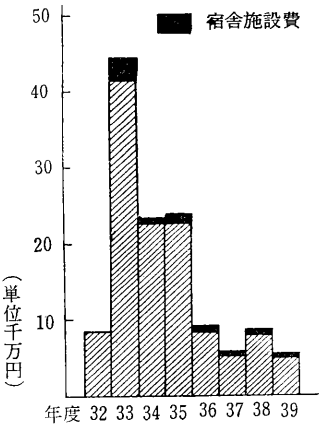
予算総額



試験研究費



施設整備費



第1表 39 年 度 予 算

事項別 / 科目別	前年度予算額	1. 人当経費 (1) 既定分	1. 人当経費 (2) 新規分	1. 人当経費 計	2. 特 (イ) 一般管理	2. 特 (ロ) 放射線医学特別研究費 (i) プロジェクト	(ii) 外研究来員	(iii) 実調態査	小計
(項) 放射線医学総合研究所	529,091	214,717	3,174	217,891	2,703	16,304	1,132	137	17,573
2 職員俸給	117,376	131,771	2,037	133,808					
3 扶養手当	2,347	2,557	105	2,662					
3 暫定手当	6,862	7,706	118	7,824					
3 職員諸手当	6,450	7,752	166	7,918					
3 職員特別手当	38,513	46,161	452	46,613					
4 超過勤務手当	12,805	14,170	203	14,373					
5 非常勤職員手当	200								
6 諸謝金	491					14		60	74
8 職員旅費	2,035				1,531				
8 試験研究旅費	1,744								
8 外来研究員等旅費	432						432	77	509
8 収入督促旅費	104								
9 講師旅費	67								
9 庁費	119,496	4,026	93	4,119	1,172		700		700
9 光熱水料	3,127	574		574					
9 試験研究費	99,720					16,290			16,290
9 患者用品費	347								
9 医療費	16,185								
9 医療機器整備費	6,984								
9 患者食糧費	3,723								
15 研究所施設費	85,785								
15 公務員宿舎費	4,208								
15 不動産購入費	90								

(注) 括弧内は国庫債務負担行為を示す

増加どころか減少しているのは，人当経費などの経常費が増加した反面，施設整備費等1カ年度限り経費の減少によるものである。

(2) 研究経費

a) 人当研究庁費

人当研究庁費の前年度査定単価は，国立試験研究機関の分類別単価（理工系人/495千円，農医系人/330千円）により，研究者1人あたり330千円であったが，経常的な研究に必要なこれら経費の単価増額改訂に関する動向は各省庁試験研究機関においても強くみられ，この要望が反映された結果，39年度査定単価は1人あたり360千円（30千円増）に改訂され，総額80,718千円が計上された。

b) 試験研究費

39年度研究業務を行なうに必要な研究用機器の購入費として，総額129,630千円を要求したが，大蔵省査定額は80,693千円の（要求額の62%）が認められたほか，別枠で国庫債務負担行為24,300千円（高エネルギーベーター線スペクトロメーター1式）が承認された。

(3) 研究所施設費

39年度の研究施設の整備拡充方針にもとづき，研究棟の増築（既設研究棟に360坪増築）を筆頭に，施設整備費総額144,121千円を要求したのであるが，大蔵省査定では，研究棟の増築は認められなかったが，哺乳動物実

事項別科目別総表　　（単位　千円）

経費別 (ハ) 研究部	(ニ) 技術部	(ホ) 廃処理物費	(ヘ) 病院部	(ト) 養成訓練部	(チ) 東海支所	(リ) 研究所営繕等施設整備 (i) 営繕施設等費	(ii) 営繕事務附帯工事費	小計	計	合計	対前年度比較増△減
(24,300) 160,136	20,628	6,770	33,905	16,998	1,912	46,006	460	46,466	307,091	(24,300) 524,982	△4,109
										133,808	16,432
										2,662	315
										7,824	962
										7,918	1,468
										46,613	8,100
										14,373	1,568
			210						210	210	10
96			167	308					645	645	154
			117		387		184	184	2,219	2,219	184
1,830									1,830	1,830	86
									509	509	77
			89						89	89	△ 15
				67					67	67	0
80,018	20,628	6,770	2,725	16,623	312		276	276	129,224	133,343	13,847
14,712			2,696		290				17,698	18,272	15,145
(24,300) 63,480					923				(24,300) 80,693	(24,300) 80,693	△19,027
			437						437	437	90
			14,234						14,234	14,234	△ 1,951
			10,220						10,220	10,220	3,236
			3,010						3,010	3,010	△ 713
						41,239		41,239	41,239	41,239	△44,546
						4,677		4,677	4,677	4,677	469
						90		90	90	90	0

験観察棟（120坪）のほか次のとおり認められ，総額46,466千円（職員宿舎整備費4,767千円を含む）が計上された。

哺乳動物実験観察棟
（CB造り，396 m²/120坪）13,475千円
水生昆虫飼育舎（CB造り，101 m²/30.5坪）6,160
アルファ線棟廃棄物処理設備　15,159
雑工作物（道路舗装，土留工事等）　6,445
職員宿舎（10,5坪×8戸）　4,767
営繕工事付帯事務費　460

（Ⅲ） 放射能調査費

39年度における放射能調査研究計画は，①放射能レベル調査，②放射能線量調査，③放射能調査データセンター業務等であるが，これらを行なうに必要な経費として25,855千円（前年度25,106千円）が計上された。

（Ⅳ） 才入予算

この才入予算は病院部の診療収入であって，39年度は基礎患者数を，入院1日平均60人，外来1日平均15人として見込収入額44,410千円を予定した。

2. 39年度決算の概要

（Ⅰ） 才出予算

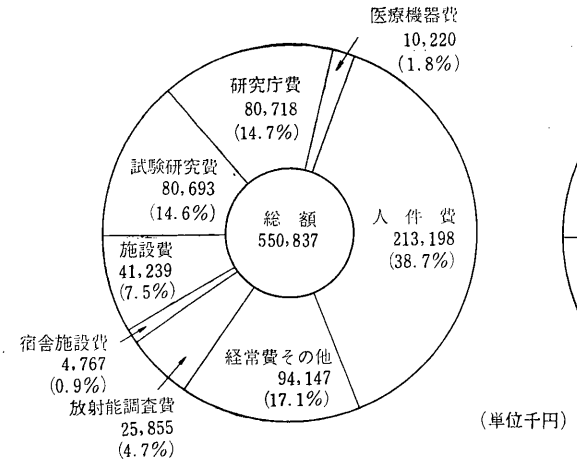
39年度決算額の詳細は，第3表（278頁）のとおりであるが，流用等増減額，翌年度繰越額，不用額等についての事由は次のとおりである。（277頁へつづく）

第2表　年度別科目別予算額総表

（単位　千円）

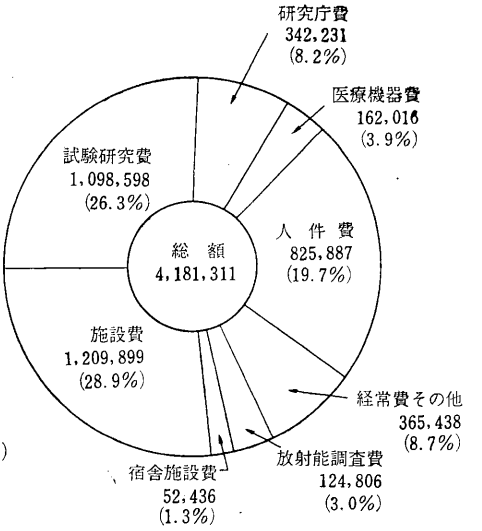
項	目	32年度	33年度	34年度	35年度	36年度	37年度	38年度	39年度	合計
(項)	放射線医学総合研究所	(447,567) 143,571	(120,000) 569,335	(140,000) 583,187	702,119	544,794	459,436	529,091	(24,300) 524,982	(731,867) 4,056,515
2	職員俸給	7,629	13,339	31,136	48,170	75,320	97,021	117,376	133,808	523,799
3	扶養手当	309	607	1,644	2,340	2,256	2,213	2,347	2,662	14,378
3	暫定手当	1,588	2,620	5,404	4,340	5,377	6,227	6,862	7,824	40,242
3	職員諸手当	367	1,241	2,485	2,968	4,236	5,675	6,450	7,918	31,340
3	職員特別手当	1,747	3,535	8,517	13,002	20,413	29,379	38,513	46,613	161,719
4	超過勤務手当	601	1,200	2,513	4,582	7,858	10,477	12,805	14,373	54,409
5	常勤職員給与	0	0	278	538	158	0	0	0	974
5	非常勤職員手当	0	0	273	228	170	180	200	210	1,261
6	諸謝金	0	0	43	94	376	387	491	645	2,036
8	職員旅費	278	1,042	1,842	2,358	1,948	2,568	2,035	2,219	14,290
8	赴任旅費	60	0	0	0	0	0	0	0	60
8	試験研究旅費	0	523	744	918	1,239	1,562	1,744	1,830	8,560
8	収入督促旅費	0	0	0	0	75	89	104	89	357
8	講師旅費	0	0	16	32	64	67	67	67	313
8	外来研究員等旅費	0	0	0	0	0	0	432	509	941
9	庁費	5,030	13,400	39,322	57,944	82,894	116,277	119,496	133,343	567,706
9	光熱水料	0	0	0	0	0	509	3,127	18,272	21,908
9	試験研究費	(39,050) 43,765	90,210	259,096	248,771	172,563	103,780	99,720	(24,300) 80,693	(63,350) 1,098,598
9	患者用品費	0	0	0	1,462	1,446	361	347	437	4,053
9	医療費	0	0	0	2,182	15,101	14,250	16,185	14,234	61,952
9	医療機器整備費	0	0	0	79,273	55,789	9,750	6,984	10,220	162,016
9	患者食糧費	0	0	0	229	3,074	3,568	3,723	3,010	13,604
9	賃金	0	0	0	0	3,101	0	0	0	3,101
9	各所修繕	0	0	0	593	2,216	3,617	0	0	6,426
15	研究所施設費	(408,517) 82,197	(120,000) 415,845	(140,000) 224,862	226,756	85,445	47,770	85,785	41,239	(668,517) 1,209,899
15	公務員宿舎施設費	0	25,773	5,012	5,066	3,675	3,709	4,208	4,677	52,120
15	不動産購入費	0	0	0	136	0	0	90	90	316
16	国有資産所在市町村交付金	0	0	0	137	0	0	0	0	137
(項)	科学技術庁	0	0	0	0	0	42	5,017	5,467	10,526
8	国有特許外国出願費	0	0	0	0	0	42	110	96	248
9	各所修繕	0	0	0	0	0	0	4,907	5,371	10,278
(項)	特別研究促進調整費	0	0	0	0	0	4,406	3,970	3,040	11,416
8	試験研究旅費	0	0	0	0	0	55	0	0	55
9	試験研究費	0	0	0	0	0	4,351	3,970	3,040	11,361
(項)	放射能調査研究費	0	0	14,196	11,654	24,514	23,481	25,106	25,855	124,806
6	諸謝金	0	0	0	0	0	0	450	450	900
8	放射能調査旅費	0	0	0	0	0	0	131	131	262
9	光熱水料	0	0	0	0	0	0	0	1,029	1,029

9 放射能測定費	0	0	14,196	11,654	24,514	23,481	24,525	24,245	122,615
(項) 総理本府									
賠償償還及び払戻金	0	0	0	0	0	109	0	17	126



39年度放医研予算の内訳

(単位千円)



32年度以降放医研予算の総計額

(275頁より)

(1) 流用等増減額

a) 人件費の流用増減額は「一般職の職員の給与に関する法律等の一部を改正する法律」に伴なうものである。

b) 庁費と光熱水料の彼我流用額は，事務的に正当科目へ流用したものである。

(2) 翌年度繰越額

特殊事情によって年度内に一部完了せず，予算を次年度に繰越すの余儀なきにいたったものである。

試験研究費　高エネルギーベーター線スペクトロメーター

(3) 不用額

人件費の不用額は，39年9月4日閣議決定にもとづく欠員不補充方針により生じた欠員分である。

(Ⅱ) 才入予算

a) 病院部収入

収納済才入額	40,554,209円
入院1日平均	47.6人
外来1日平均	15.4人

b) その他

国有財産貸付料不用物品売払収入等　84,306円

第3表　39　年　度　才　出　予　算　額

項　　目	才出予算額	前年度繰越額	流用等増△減額	才出予算現額
(項) 放射線医学総合研究所	(46,376,000) 524,982,000	2,850,000	△ 6,252,000	(44,982,000) 521,580,000
2 職員俸給	133,808,000	0	* △ 264,000	133,544,000
3 扶養手当	2,662,000	0	0	2,662,000
3 暫定手当	7,824,000	0	0	7,824,000
3 職員諸手当	7,918,000	0	0	7,918,000
3 職員特別手当	46,613,000	0	2,304,000	48,917,000
4 超過勤務手当	14,373,000	0	* 264,000	14,637,000
5 非常勤職員手当	210,000	0	0	210,000
6 諸謝金	645,000	0	△ 10,000	635,000
8 職員旅費	(184,000) 2,219,000	0	△ 66,000	(178,000) 2,153,000
8 試験研究旅費	1,830,000	0	△ 55,000	1,775,000
8 収入督促旅費	89,000	0	△ 3,000	86,000
8 講師旅費	67,000	0	0	67,000
8 外来研究員等旅費	509,000	0	△ 15,000	494,000
9 庁費	(276,000) 133,343,000	0	* △ 3,018,000 △ 3,862,000	(268,000) 126,463,000
9 光熱水料	18,272,000	0	* 3,018,000	21,290,000
9 試験研究費	80,693,000	2,850,000	△ 2,421,000	81,122,000
9 患者用品費	437,000	0	△ 9,000	428,000
9 医療費	14,234,000	0	0	14,234,000
9 医療機器整備費	10,220,000	0	△ 307,000	9,913,000
9 患者食糧費	3,010,000	0	△ 428,000	2,582,000
15 研究所施設費	(41,239,000) 41,239,000	0	△ 1,380,000	(39,859,000) 39,859,000
15 公務員宿舎施設費	(4,677,000) 4,677,000	0	0	(4,677,000) 4,677,000
15 不動産購入費	90,000	0	0	90,000
(項) 科学技術庁	5,467,000	0	0	5,467,000
9 国有特許外国出願費	96,000	0	0	96,000
9 各所修繕	5,371,000	0	0	5,371,000
(項) 特別研究促進調整費				
9 試験研究費	3,040,000	0	0	3,040,000
(項) 放射能調査研究費	25,855,000	0	△ 745,000	25,110,000
6 諸謝金	450,000	0	△ 14,000	436,000
8 放射能調査旅費	131,000	0	△ 4,000	127,000
9 放射能測定費	24,245,000	0	△ 727,000	23,518,000
9 光熱水料	1,029,000	0	0	1,029,000

(注) 1. (　　)は内数で関東地方建設局へ支出委任分

2. 流用等増減額欄の＊は流用増減額，△は節約額

（単位　千円）

支出済才出額				翌年度繰越額	不用額
支出官払額	資金前渡官吏払額	関東地建支出委任分	計		
128,882,269	340,826,124	44,969,242	514,677,635	4,714,200	(12,758) 2,188,165
0	132,537,945	0	132,537,945	0	1,006,055
0	2,657,445	0	2,657,445	0	4,555
0	7,585,461	0	7,585,461	0	238,539
0	7,418,485	0	7,418,485	0	499,515
0	485,511,781	0	48,511,781	0	405,219
0	14,634,002	0	14,634,002	0	2,998
0	209,624	0	209,624	0	376
0	625,250	0	625,250	0	9,750
0	1,974,962	176,000	2,150,962	0	(2,000) 2,038
0	1,774,812	0	1,774,812	0	188
0	85,960	0	85,960	0	40
0	66,590	0	66,590	0	410
0	492,540	0	492,540	0	1,460
37,680,702	88,513,948	267,842	126,462,492	0	(158) 508
15,825,040	5,463,962	0	21,289,002	0	998
67,211,627	9,193,572	0	76,405,199	4,714,200	2,601
0	427,545	0	427,545	0	455
399,900	13,834,074	0	14,233,974	0	26
7,765,000	2,148,000	0	9,913,000	0	0
0	2,580,566	0	2,580,566	0	1,434
0	0	39,848,700	39,848,700	0	(10,300) 10,300
0	0	4,676,700	4,676,700	0	(300) 300
0	89,600	0	89,600	0	400
1,987,000	3,477,019	0	5,464,019	0	2,981
0	95,866	0	95,866	0	134
1,987,000	3,381,153	0	5,368,153	0	2,847
2,346,000	692,800	0	3,038,800	0	1,200
15,501,120	9,606,750	0	25,107,870	0	2,130
0	435,500	0	435,500	0	500
0	126,870	0	126,870	0	130
14,951,120	8,565,380	0	23,516,500	0	1,500
550,000	479,000	0	1,029,000	0	0

第4表　39年度新営工事表（研究所施設費，公務員宿舎施設費）

工事名	工事内容	契約金額	工期	請負業者
		円		
哺乳動物実験観察棟新設工事				
建築工事	新築　CB　336.02 m²	6,880,000	39.11.24～40. 3.25	岩田建設（株）
電気工事	電灯設備，動力配線設備，電話配線，拡声設備	967,000		高千穂電設（株）
瓦斯工事	配管設備	187,000		東京ガス（株）
衛生設備工事	給排水設備，衛生器具設備，給湯設備，給汽設備	853,000		小糸工業（株）
空気調和設備工事	換気設備，空気調整設備	3,004,000		高千穂電設（株）
〃	電気設備	1,164,000		〃
計		13,055,000		
水生昆虫動物飼育舎増設工事				
増築工事	増築 B　118.46m²	2,767,000	39.11.24～40. 3.25	岩田建設（株）
電気工事	電灯設備，動力配線設備	792,000		高千穂電設（株）
瓦斯工事	配管設備	41,000		東京ガス（株）
衛生設備工事	給排水設備	413,400		小糸工業（株）
空気調和設備工事	空気調整設備，電気設備	2,255,000		〃
計		6,068,400		
アルファ線棟廃液処理設備工事				
処理設備工事	屋内設備，屋外設備	15,060,000	39.11.14～40. 3.30	（株）荏原製作所
道路新設工事				
舗装工事	整地，道路舗装，排水	2,718,000	39. 4.21～39. 6.10	岩田建設（株）
囲障新設工事				
雍壁工事	延長　70m	1,956,700	40. 2. 2～40. 3.25	岩田建設（株）
管理区域境界柵	アルファ線棟，廃棄物処理棟	790,600	39.11.24～40. 3.25	〃
公務員宿舎新設工事（本所）				
建築工事（1棟2戸建，3棟）	新築木造　194.4 m²	3,538,300	39. 8.27～39.11.30	岩田建設（株）
電気工事	電灯設備	143,500		
衛生工事	給排水設備	261,000	39.11.26～39.11.30	
瓦斯工事	配管設備	62,900		東京瓦斯（株）
計		4,005,700		
公務員宿舎新設工事（東海支所）				
建築工事	新築木造　39.38 m²	601,000	39.11.12～40. 3.10	（株）黒沢工務店
電気工事	電灯設備	23,000		
衛生工事	給排水設備	47,000		
計		671,000		

XIX. 図書および広報，その他

1. 図書業務

39年度は，図書費予算額6,250千円を計上し（経費節約による削減188千円），下記資料の収集を行なった。

	購入	寄贈
1) 新刊雑誌（外国雑誌）	251種	44種
〃 （国内雑誌）	35種	302種
2) バックナンバー	8種	
3) 単行書（洋書）	252冊	8冊
〃 （和書）	69冊	4冊

各主題別内訳は別表のとおりである。

蔵書冊数は40年3月31日現在

1) 単行書（洋） 2,115冊 （和） 1,465冊

2) 製本雑誌(洋) 2,804冊 （和） 140冊

計6,524冊である。

年間所内貸出冊数はi）図書2,165冊，ii)雑誌4,265冊であり，国立国会図書館，千葉大学医学部図書館との相互貸借冊数は，おのおの65冊，82冊であった。

39年度に行なった他の主要業務としては，39年6月に複写機ゼロックスを設置し，複写業務を飛躍的に促進させ，11月に，閲覧，利用の便宜およびその他業務の能率化のために閲覧室および事務室の模様替えを行なった。

〔別 表〕

区分＼分類			物理学	化学	生物学	医学	工学	その他	合計
単行書	洋書	購	27	38	82	53	19	33	252
		寄	0	0	0	3	5	0	8
	和書	購	1	7	6	19	10	26	69
		寄	0	0	0	3	1	0	4
	合計		28	45	88	78	35	59	333
雑誌	欧文		20	32	79	62	21	37	251
	和文		0	4	2	18	6	5	35
	合計		20	36	81	80	27	42	286

また，40年3月には，AEC(米国原子力委員会)リポート4,357点を科学技術庁より管理換えを行なった。

なお，インフォーメーション活動としては，従来の資料速報に代えて，さらに充実したライブラリー・ニュースを月1回発行している。

2. 出版，その他

(1) 刊行物

39年度における主な刊行物は次のとおりである。

1) 放射線医学総合研究所年報，昭和38年度(年刊)；39年12月1日発行，B 5判，378頁，発行部数1,800部

2) National Institute of Radiological Sciences, Annual Report, 1963(年刊)；39年12月1日発行，レター・サイズ，84頁，発行部数1,500部

3) 放医研ニュース（月刊)；第7巻第4号～第8巻第3号，B 5判，16頁（ただし，第7巻第4号は20頁，第7巻第8号，第8巻第1号，2号，3号は12頁，第7巻第9号，10号は8頁)。なお，39年度は特に，第7巻第5号附録「Health Physics パネル討論会-原子力開発に伴なう重要問題-」(40頁)，第7巻第11号附録「プルトニウムのBioassayに関するシンポジウム」(42頁)，第8巻第2号附録「国連科学委員会1964年報告」(13頁)を刊行した。発行部数，毎月2,000部

4) 放医研のしおり，1964（不定期刊)；39年4月15日発行，A 5判，16頁，発行部数6,000部

5) Radioactivity Survey Data in Japan（季刊)；レター・サイズ，発行部数1,500

No. 3 (May, 1964), 34頁，39年4月発行

No. 4 (Aug., 1964), 32頁，39年8月発行

(2) 所内一般公開

39年4月17日(金)，昭和39年度第5回・科学技術週間行事の一環として，所内一般公開が行なわれた。当日は従来と同様，所内の施設，実験室等を午前10時より午後4時まで開放したほか，講堂において映画「アイソトープによる診断」および「放射線による癌の治療」が上映された。近在の大学，高校の学生，生徒および一般人お

よそ800名が来所，見学した。

また，39年より毎年10月26日（IAEA憲章調印，JPDR（動力試験炉）初発電成功の日）が「原子力の日」と定められ，39年はその第1回としてこの日を中心に各地で種々の記念行事が催されたが，放医研においても当日この記念行事の一環として所内一般公開を行なった。当日は午前10時より午後4時半まで，所内各施設の外部公開および講堂で映画（「放射線障害」その他）の上映等を行なった。

（3） 教材用映画の製作

放医研では，例年養成訓練教材用映画の製作を行なっているが，39年度は6月に映画製作委員会（委員長 渡辺博信環境衛生研究部長）を設け，シナリオの検討を重ねた結果，「ある医師の被曝—放射線の個人管理—」（全2.5巻，モノクローム，35ミリ・フィルム）の製作を決定し，新理研映画株式会社に製作を依頼して，40年3月に完成した。

この映画は，種々の分野における放射線の利用に伴ない，放射線従事者が被曝する危険性が増大している現状にかんがみ，ある医師の不測の放射線被曝事故を想定し，その原因を追求して事故を未然に防止することをテーマとしたものであり，極めて示唆を富んだ内容を含み，全体として劇的な構成をとっている。

3. 厚放研連

厚生省付属機関-放射線医学総合研究所研究者連絡会（略称 厚放研連）は，34年8月に発足し，38年度までに20回の会合を重ねてきたが，39年度は下記のとおり第21回目の会合が開催され，活発な討論が行なわれた。

〔第21回〕 40年2月12日（金），国立がんセンター講堂

1） 国連科学委員会1964年報告について
放医研所長 塚本憲甫

2） 細胞レベルにおける放射線の作用機序
国立がんセンター放射線研究部長 松平寛通

4. 放医研研究会

38年4月に発足した放医研研究会は，職員の研究向上と相互の理解，親睦を目的として，職員の自発的な意思により結成されたものであるが，39年度は若干活動が遅れ，39年11月に総会を開催して，放医研研究会規約案および39年度事業計画案等の検討を行ない，大体原案どおり承認された。なお，39年度における放医研研究会の会長には田中茂臨床研究部長の就任が決定した。

39年度は総会において承認された事業計画に従がい，以下のとおり所外および所内講師を招いて研究集会を開催し，多くの貴重な知見を得ることができた。

39年度放医研研究会

〔第1回〕 39年11月12日（木）

Studies on repairable premutational damage *Paramecium*

R. F. Kimball (Biol. Div., ORNL)

〔第2回〕 39年11月13日（金）

Chemical mutagene on *Drosophila*

I. I. Oster (Inst. for Cancer Research)

〔第3回〕 39年11月18日（水）

Some aspects of recuperation in mammalian cell system as revealed by radiation dose fractionation experiment Kallman (Stanford Univ.)

〔第4回〕 39年12月14日（月）

生物集団に対する突然変異の遺伝的影響

遺伝研 木村 資生

〔第5回〕 39年12月18日（金）

半導体検出器によるガンマ線，中性子線の測定

原研 坂井 英次

〔第6回〕 40年1月18日（月）

High energy dosimetryのシンポジウム

電気試験所 森内 和之
〃 茨木 康行

〔第7回〕 40年1月28日（木）

蛋白質と核酸の電子状態

東大物性研 田仲 二郎

蛋白質と核酸の旋光分散

青山学院大 鮫島 達也

〔第8回〕 40年2月1日（月）

加速器の実際について

東工大 増田 正美

〔第9回〕 40年2月16日（火）

新しい医学の道

東大 高橋 晄正

〔第10回〕 40年2月22日（月）

化学反応論，高分子成長反応

東工大 慶伊 富長

〔第11回〕 40年3月16日（火）

代謝系の数理的解析

放医研 福田 信男

〔第12回〕 40年3月19日（金）

NMRの溶媒効果

原研 山口 一郎

〔第13回〕 40年3月22日（月）

アルファ放射体の廃棄物処理—主にプルトニウムを含んだ廃棄物処理—

原研　石原　健彦

〔第14回〕 40年3月23日(火)

Corticoid 生成系に対する ACTH の作用機序

立教大　木村　徳次

〔第15回〕 40年3月31日 (水)

海洋の水質汚濁の研究

東大海洋研　多賀　信夫

海洋の放射能汚染

東工大　西脇　安

5. プルトニウム研究への準備

わが国における核燃料再処理計画に関連してプルトニウム燃料の開発，利用が現実の問題として切迫している折から，プルトニウムによる内部被曝の影響の評価および障害の防護が重要かつ緊急の課題となってきた。しかしながら，プルトニウムの物理的化学的特性および生体に与える影響については，なお未解決の問題が山積し，今後の研究にまつところが非常に多い。このような状況を反映して，本研究所においては，40年度より特別研究の一環として「プルトニウムによる内部被曝に関する調査研究」の実施を考慮することとなり，このための準備活動を積極的に行なった。

1)　プルトニウム保健安全研究連絡会

プルトニウム保健安全研究連絡会は，原研，原燃，放医研，放射線防護研究協議会その他関連機関の研究者有志により，39年9月に発足したものであるが，特にその第1回研究集会として「プルトニウムのbioassay に関するシンポジウム」を本研究所で開催し，環境衛生第3研究室長鈴木正氏は「プルトニウムの Bioassay に関する基本的，生物学的問題点」と題して講演を行なった。その後39年度内に「プルトニウムの物理的測定」，「プルトニウム用グローブ・ボックスとグローブ」，および「プルトニウムの安全取扱における衛生工学的諸問題」等に関するシンポジウムが所外において順次開催され，本研究所からも関係研究者が多数参加した。

2)　プルトニウム障害評価のセミナー

40年度より実施が予想される特別研究「プルトニウムによる内部被曝に関する調査研究」に関連して，所内研究者グループの間で，プルトニウム障害評価研究に関するセミナーが，39年7月よりほぼ毎月開催された。セミナーの主な話題は，i) 生体試料中のプルトニウムの分析方法，ii) プルトニウムの動物吸入実験法，iii)プルトニウムの放射線毒性等で，活発な討論が行なわれた。

付　　録

1. 放射線医学総合研究所組織規則
2. 放射線医学総合研究所事務分掌規程
3. 職員名簿
4. 39年度職員海外出張
5. 39年度人事異動表
6. 39年度退職および転出者名簿
7. 39年度外来研究員名簿
8. 39年度研究生名簿
9. 職員研究発表一覧
10. 職員著書その他一覧
11. 養成訓練部各課程講師，研修生一覧
12. 放射線医学総合研究所組織英文呼称
13. 放射線医学総合研究所日誌

1. 放射線医学総合研究所組織規則

（昭和32年6月29日
総理府令第39号）

改正　昭和39年3月31日総理府令第9号

第1条　放射線医学総合研究所に，次の14部を置く。

管　理　部
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
環境汚染研究部
臨床研究部
技　術　部
養成訓練部
病　院　部

第2条　管理部に，次の3課を置く。

庶　務　課
会　計　課
企　画　課

第3条　管理部庶務課においては，次の業務をつかさどる。

1　機密に関すること。
2　人事に関すること。
3　所長の官印及び所印の保管に関すること。
4　公文書類の接受，発送，編集及び保存に関すること。
5　職員の福利厚生に関すること。
6　前各号に掲げるもののほか，他部及び他課の所掌に所属しない業務に関すること。

第4条　管理部会計課においては，次の業務をつかさどる。

1　予算，決算及び会計並びに会計の監査に関すること。
2　行政財産及び物品の管理（アイソトープ，医療用消耗品及び給食用食品の保管及び配分を除く。）に関すること。
3　営繕に関すること。

第5条　管理部企画課においては，次の業務をつかさどる。

1　調査研究の総合調整及び企画に関すること。
2　文献及び資料の調査，収集，編集，刊行及び保管に関すること。
3　国際機関に提出する資料の作成に必要な調査を行うこと。
4　統計の製表，解析及び編集に関すること。
5　国有特許等の事務に関すること。

第6条　物理研究部においては，次の業務をつかさどる。

1　放射線からの人体の防護に関する調査研究に関すること。
2　人体及び生物に対する放射線の測定に関する調査研究に関すること。
3　人体及び生物に対する放射線の照射に関する調査研究に関すること。
4　医用原子炉に関する調査研究に関すること。

第7条　化学研究部においては，次の業務をつかさどる。

1　放射線の作用に関する化学的調査研究に関すること。
2　放射線の作用に関する生化学的調査研究に関すること。
3　放射性物質の分析等に関する調査研究に関すること。

第7条の2　生物研究部においては，次の業務をつかさどる。

1　放射線の作用に関する生物学的調査研究に関すること。
2　放射線の作用に関する生物物理学的調査研究に関すること。

第7条の3　遺伝研究部においては，次の業務をつかさどる。

1　放射線の遺伝線量に関する調査研究に関すること。
2　放射線による突然変異の生物集団に及ぼす影響に関する調査研究に関すること。

第7条の4　生理病理研究部においては，次の業務をつかさどる。

1　人体に及ぼす放射線の影響に関する生理学的調査研究に関すること。

2　人体に及ぼす放射線の影響に関する病理学的調査研究に関すること。

第8条　障害基礎研究部においては，次の業務をつかさどる。

1　放射線による人体の障害に関する基礎的な調査研究に関すること。

2　放射線の人体に対する許容量に関する調査研究に関すること。

3　放射線による人体の障害の予防及び早期発見に関する調査研究に関すること。

第8条の2　薬学研究部においては，放射線による人体の障害の予防薬及び治療薬に関する薬学的調査研究に関する業務をつかさどる。

第9条　環境衛生研究部においては，次の業務をつかさどる。

1　放射線の生活環境に及ぼす影響に関する調査研究に関すること。

2　放射線の職業環境に及ぼす影響に関する調査研究に関すること。

3　放射性物質による人体の汚染に関する調査研究に関すること。

第9条の2　環境汚染研究部においては，次の業務をつかさどる。

1　放射性物質による汚染に関する調査研究（環境衛生研究部の所掌に属するものを除く。）に関すること。

2　放射性物質による汚染の除去に関する調査研究に関すること。

3　放射能水準に関する調査研究に関すること。

第10条　臨床研究部においては，次の業務をつかさどる。

1　放射線による人体の障害の診断に関する調査研究に関すること。

2　放射線による人体の障害の治療に関する調査研究に関すること。

3　放射線を利用する疾病の診断に関する調査研究に関すること。

第10条の2　技術部に，次の2課を置く。

技　術　課

放射線安全課

第10条の3　技術部技術課においては，次の業務をつかさどる。

1　共用実験施設の運用に関すること。

2　変電施設，ボイラー室及び機械室の運用に関すること。

3　研究用物品の工作及び修理を行なうこと。

4　研究用動物の飼育及び研究用植物の栽培並びにこれらの配分を行なうこと。

第10条の4　技術部放射線安全課においては，次の業務をつかさどる。

1　所内における放射線量率の測定その他放射線に関する安全管理に関すること。

2　アイソトープの保管及び配分を行なうこと。

3　機器，被服等のアイソトープによる汚染の除去及び放射性廃棄物の処理に関すること。

4　職員の放射線に関する健康管理に関すること。

第11条　養成訓練部においては，次の業務をつかさどる。

1　養成訓練計画の樹立及びその実施に関すること。

2　教科書及び教材の作成に関すること。

3　受講生の入所，退所その他身分取扱に関すること。

4　受講生の宿泊に関すること。

5　前各号に掲げるもののほか，養成訓練に関すること。

第11条の2　病院部に，次の3課を置く。

事　務　課

医　務　課

検　査　課

第11条の3　病院部事務課においては，次の業務をつかさどる。

1　患者の受診及び入退院の手続に関すること。

2　医療用消耗品及び給食用食品の保管及び配分に関すること。

3　入院患者の給食に関すること。

4　診療記録の整備及び保管並びに医療に関する統計に関すること。

第11条の4　病院部医務課においては，次の業務をつかさどる。

1　診療に関すること。

2　調剤及び製剤に関すること。

第11条の5　病院部検査課においては，生理学的検査，病理学的検査，化学的検査及び細菌学的検査に関する業務をつかさどる。

第12条　放射線医学総合研究所に，所長を置く。

2　所長は，所務を掌理し，所属職員を監督する。

第12条の2　科学研究官は，所長の命を受け，専門的事項の研究に関し総括して指導を行なう。

第13条　放射線医学総合研究所の部に部長，課に課長を置く。

2　部長は，所長の命を受け，部務を掌理する。

3　課長は，部長の命を受け，課務を掌理する。

第14条　病院部に，総看護婦長1名を置く。

2　総看護婦長は，部長の命を受け，看護に関する業務を掌理する。

第15条　放射線医学総合研究所に，支所を置く　。

2　支所の名称及び位置は，次のとおりとする。

名　　称	位　　置
放射線医学総合研究所東海支所	茨城県那珂郡東海村

3　支所に支所長を置く。

4　支所長は，所長の命を受け，支所の業務を掌理する。

附　則

この府令は，昭和32年7月1日から施行する。

附　則

この府令は公布の日から施行する。

2. 放射線医学総合研究所事務分掌規程

（昭和34年7月17日
所長達第6号）

改正　昭和39年4月1日　所長達第18号

（目　的）

第1条　この規程は，科学技術庁事務分掌規程第32条の規定に基づき，放射線医学総合研究所の各部及び支所並びに各課の事務分掌について定めることを目的とする。

（庶務課）

第2条　管理部庶務課に，庶務係，人事係，給与係，及び厚生係を置く。

2　庶務係においては，次の業務をつかさどる。

(1)　機密に関すること。

(2)　所長の官印及び所印の保管に関すること。

(3)　公文書類の接受，発送，編集及び保存に関すること。

(4)　所内規程案，その他成案文書の審査及び進達に関すること。

(5)　庁中の取締に関すること。

(6)　課の庶務に関すること。

(7)　その他他部，他課及び課の他係の所掌に属しない業務に関すること。

3　人事係においては，職員の任免，給与，職階，懲戒，分限，服務，試験その他の人事並びに教養及び訓練に関する業務をつかさどる。

4　給与係においては，職員の給与，旅費等の支払に関する業務をつかさどる。

5　厚生係においては，次の業務をつかさどる。

(1)　職員の保健衛生，宿舎その他の福利厚生に関すること。

(2)　職員の公務災害補償に関すること。

(3)　共済組合に関すること。

（会計課）

第3条　管理部会計課に，予算係，契約係，物品係，営繕係，経理係及び監査係を置く。

2　予算係においては，次の業務をつかさどる。

(1)　予算の編成及び実行計画に関すること。

(2)　支出負担行為計画及び支払計画に関すること。

(3)　支出負担行為の確認に関すること。

(4)　課の庶務に関すること。

(5)　その他課の他係の所掌に属しない業務に関すること。

3　契約係においては，物品，役務等の契約に関する業務をつかさどる。

4　物品係においては，次の業務をつかさどる。

(1)　物品の需給計画及び運用計画に関すること。

(2)　物品の管理（アイソトープ，医療用消耗品及び給食用食品の保管及び配分を除く。）に関すること。

5　営繕係においては，国有財産の管理及び営繕に関する業務をつかさどる。

6　経理係においては，次の業務をつかさどる。

(1) 才入の調定及び収納に関すること。
(2) 小切手の振出及び支払に関すること。
(3) 才出才入の決算に関すること。
(4) 債権の管理に関すること。
(5) 計算証明に関すること。

7 監査係においては，会計の監査に関する業務をつかさどる。

（企画課）

第4条 管理部企画課に，企画係，調査係，統計係，図書係及び放射能資料係を置く。

2 企画係においては，次の業務をつかさどる。
(1) 調査研究の総合調整及び企画に関すること。
(2) 各種会議，委員会等の運営に関すること。
(3) 研究者の派遣及び受入れの企画及び調整に関すること。
(4) 課の庶務に関すること。
(5) その他課の他係の所掌に属しない業務に関すること。

3 調査係においては，次の業務をつかさどる。
(1) 文献及び資料の調査及び編集（放射能資料係の所掌に属するものを除く。）に関すること。
(2) 文献及び資料の刊行並びに広報（放射能資料係の所掌に属するものを除く。）に関すること。
(3) 国際機関に提出する資料の作成に必要な調査（放射能資料係の所掌に属するものを除く。）を行なうこと。
(4) 国有特許の事務に関すること。
(5) 調査研究の委託又は受託の事務に関すること。
(6) 技術相談に関すること。

4 統計係においては，次の業務をつかさどる。
(1) 統計の製表，解析及び編集に関すること。
(2) 統計原表の保管に関すること。

5 図書係においては，次の業務をつかさどる。
(1) 図書，文献及び資料の収集，整理，保管及び閲覧に関すること。
(2) 文献及び資料の複写及び記録写真の作成に関すること。

6 放射能資料係においては，次の業務をつかさどる。
(1) 放射能水準の調査に関する文献及び資料の調査，編集及び刊行並びに広報に関すること。
(2) 国際機関に提出する放射能水準の調査資料の作成に必要な調査を行なうこと。

7 管理部企画課に，専門職を置く。

8 専門職は，上司の命を受け，放射能水準の調査に関する文献及び資料の解析に関する業務をつかさどる。

（物理研究部）

第5条 物理研究部に，物理第1研究室，物理第2研究室，物理第3研究室及び医用原子炉研究室を置く。

2 物理第1研究室においては，人体及び生物に対する放射線の測定に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

3 物理第2研究室においては，人体及び生物に対する放射線の照射に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

4 物理第3研究室においては，放射線からの人体の防護に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

5 医用原子炉研究室においては，医用原子炉に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

（化学研究部）

第6条 化学研究部に，化学第1研究室，化学第2研究室及び化学第3研究室を置く。

2 化学第1研究室においては，放射線の作用に関する化学的調査研究に関する業務をつかさどる。

3 化学第2研究室においては，放射線の作用に関する生化学的調査研究に関する業務をつかさどる。

4 化学第3研究室においては，放射性物質の分析等に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

（生物研究部）

第7条 生物研究部に，生物第1研究室及び生物第2研究室を置く。

2 生物第1研究室においては，放射線の作用に関する生物学的調査研究に関する業務をつかさどる。

3 生物第2研究室においては，放射線の作用に関する生物物理学的調査研究に関する業務をつかさどる。

（遺伝研究部）

第7条の2 遺伝研究部に，遺伝第1研究室及び遺伝第2研究室を置く。

2 遺伝第1研究室においては，放射線の遺伝線量に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

3 遺伝第2研究室においては，放射線による突然変異の生物集団に及ぼす影響に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

（生理病理研究部）

第8条 生理病理研究部に，生理学研究室，病理第1研究室及び病理第2研究室を置く。

2 生理学研究室においては，人体に及ぼす放射線の影に響関する生理学的調査研究に関する業務をつかさどる。

3　病理第1研究室においては，放射線による人体の正常組織の変化に関する病理学的調査研究に関する業務をつかさどる。

4　病理第2研究室においては，放射線の医学的利用に関する病理学的調査研究に関する業務をつかさどる。

（障害基礎研究部）

第9条　障害基礎研究部に，障害基礎第1研究室，障害基礎第2研究室，障害基礎第3研究室及び障害基礎第4研究室を置く。

2　障害基礎第1研究室においては，放射線による人体の障害に関する基礎的な調査研究に関する業務（障害基礎第4研究室の所掌に属するものを除く。）をつかさどる。

3　障害基礎第2研究室においては，放射線の人体に対する許容量に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

4　障害基礎第3研究室においては，放射線による人体の障害の予防及び早期発見に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

5　障害基礎第4研究室においては，放射線による人体の晩発性障害に関する基礎的調査研究に関する業務をつかさどる。

（薬学研究部）

第9条の2　薬学研究部に，薬学第1研究室及び薬学第2研究室を置く。

2　薬学第1研究室においては，放射線による人体の障害の予防薬及び治療薬の合成及び抽出に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

3　薬学第2研究室においては，放射線による人体の障害の予防薬及び治療薬の効果に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

（環境衛生研究部）

第10条　環境衛生研究部に，環境衛生第1研究室，環境衛生第2研究室，環境衛生第3研究室及び環境衛生第4研究室を置く。

2　環境衛生第1研究室においては，放射線の生活環境に及ぼす影響のうち，外部被ばくによるものに関する調査研究（環境衛生第3研究室の所掌に属するものを除く。）に関する業務をつかさどる。

3　環境衛生第2研究室においては，次の業務をつかさどる。

(1)　放射線の生活環境に及ぼす影響のうち，内部被ばくによるものに関する調査研究（環境衛生第3研究室の所掌に属するものを除く。）に関すること。

(2)　放射性物質による人体の汚染に関する調査研究（環境衛生第3研究室及び環境衛生第4研究室の所掌に属するものを除く。）に関すること。

4　環境衛生第3研究室においては，次の業務をつかさどる。

(1)　放射線の特殊な生活環境に及ぼす影響に関する調査研究に関すること。

(2)　特殊な生活環境における放射性物質による人体の汚染に関する調査研究に関すること。

5　環境衛生第4研究室においては，次の業務をつかさどる。

(1)　放射線の職業環境に及ぼす影響に関する調査研究に関すること。

(2)　職業環境における放射性物質による人体の汚染に関する調査研究に関すること。

（環境汚染研究部）

第10条の2　環境汚染研究部に，環境汚染第1研究室，環境汚染第2研究室及び環境汚染第3研究室を置く。

2　環境汚染第1研究室においては，次の業務をつかさどる。

(1)　放射性廃棄物による汚染及びその除去に関する調査研究（環境衛生研究部及び環境汚染第3研究室の所掌に属するものを除く。）に関すること。

(2)　放射性廃棄物の放射能水準に関する調査研究に関すること。

3　環境汚染第2研究室においては，次の業務をつかさどる。

(1)　事故時における放射性物質及び放射性降下物による汚染及びその除去に関する調査研究（環境衛生研究部及び環境汚染第3研究室の所掌に属するものを除く。）に関すること。

(2)　事故時における放射性物質及び放射性降下物の放射能水準に関する調査研究に関すること。

4　環境汚染第3研究室においては，次の業務をつかさどる。

(1)　海洋の放射性物質による汚染に関する調査研究に関すること。

(2)　海洋の放射能水準に関する調査研究に関すること。

（臨床研究部）

第11条　臨床研究部に，臨床第1研究室，臨床第2研究室，臨床第3研究室，臨床第4研究室及び臨床第5研究室を置く。

2　臨床第1研究室においては，放射線による人体の障

害の診断に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

3　臨床第2研究室においては，放射線による人体の障害の治療に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

4　臨床第3研究室においては，放射線を利用する疾病の診断に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

5　臨床第4研究室においては，放射線を利用する疾病の治療に関する調査研究（臨床第5研究室の所掌に属するものを除く。）に関する業務をつかさどる。

6　臨床第5研究室においては，アイソトープトレーサーによる疾病の治療に関する調査研究に関する業務をつかさどる。

（技術課）

第12条　技術部技術課に，施設係，技術第1係，技術第2係，飼育第1係，飼育第2係及び動物衛生係を置く。

2　施設係においては，次の業務をつかさどる。

(1)　変電施設，ボイラー室及び機械室の運用に関すること。

(2)　研究用物品の工作及び修理を行なうこと。

(3)　部の庶務に関すること。

(4)　課の庶務に関すること。

(5)　その他課の他係の所掌に属しない業務に関すること。

3　技術第1係においては，共用実験施設の運用（技術第2係の所掌に属するものを除く。）に関する業務をつかさどる。

4　技術第2係においては，放射線発生装置の運用に関する業務をつかさどる。

5　飼育第1係においては次の業務をつかさどる。

(1)　研究用ほ乳動物の飼育及びほ乳動物舎の運用（動物衛生係の所掌に属するものを除く。）に関すること。

(2)　研究用ほ乳動物の配分を行なうこと。

6　飼育第2係においては，次の業務（飼育第1係の所掌に属するものを除く。）をつかさどる。

(1)　研究用動物の飼育及び動物舎の運用（動物衛生係の所掌に属するものを除く。）に関すること。

(2)　研究用植物の栽培及び温室の運用に関すること。

(3)　研究用動物及び研究用植物の配分を行なうこと。

7　動物衛生係においては，研究用動物の衛生管理に関する業務をつかさどる。

（放射線安全課）

第13条　技術部放射線安全課に，健康管理係，安全係及び汚染処理係を置く。

2　健康管理係においては，次の業務をつかさどる。

(1)　職員の放射線の被ばくの管理に関すること。

(2)　職員の放射線に関する健康診断に関すること。

(3)　その他職員の放射線に関する健康管理に関すること。

(4)　課の庶務に関すること。

(5)　その他課の他係の所掌に属しない業務に関すること。

3　安全係においては，次の業務をつかさどる。

(1)　所内における放射線量率の測定，放射線測定器の較正その他放射線に関する安全管理に関すること。

(2)　アイソトープの保管及び配分を行なうこと。

4　汚染処理係においては，次の業務をつかさどる。

(1)　機器，被服等のアイソトープによる汚染の除去に関すること。

(2)　放射性廃棄物の処理及び放射性廃棄物施設の運用に関すること。

第14条　削除

（養成訓練部）

第15条　養成訓練部に，教務室及び指導室を置く。

2　教務室においては，次の業務をつかさどる。

(1)　教科書及び教材の作成に関すること。

(2)　受講生の入所退所その他身分取扱に関すること。

(3)　受講生の宿泊に関すること。

(4)　部の庶務に関すること。

(5)　その他部の他室の所掌に属しない業務に関すること。

3　指導室においては，次の業務をつかさどる。

(1)　養成訓練計画の樹立及びその実施に関すること。

(2)　養成訓練に関する調査研究に関すること。

（事務課）

第16条　病院部事務課に，庶務係，会計係，医事係及び栄養係を置く。

2　庶務係においては，次の業務をつかさどる。

(1)　患者の受診の手続に関すること。

(2)　部の庶務に関すること。

(3)　課の庶務に関すること。

(4)　その他課の他係の所掌に属しない業務に関すること。

3　会計係においては次の業務をつかさどる。

(1)　医療用消耗品及び給食用食品の保管及び配分に関すること。

(2)　診療費の徴収に関すること。

4　医事係においては，次の業務をつかさどる。
(1)　患者の入退院手続に関すること。
(2)　入退院患者名簿及び外来患者名簿の保管に関すること。
(3)　患者診療費の算定事務に関すること。
(4)　死体の保管及び解剖の手続に関すること。
(5)　診療記録の整理及び保管並びに医療に関する統計に関すること。
5　栄養係においては，次の業務をつかさどる。
(1)　給食計画に関すること。
(2)　食料品の調理に関すること。
(3)　炊事場の管理に関すること。
(4)　栄養指導に関すること。

（医務課）

第17条　病院部医務課に，庶務係を置く。
2　庶務係においては，課の庶務に関する業務をつかさどる。

（検査課）

第18条　病院部検査課に，検査係を置く。
2　検査係においては，生理学的検査，病理学的検査，化学的検査及び細菌学的検査に関する業務をつかさどる。

（総看護婦長付）

第19条　病院部に，総看護婦長付を置く。
2　総看護婦長付においては，次の業務をつかさどる。
(1)　患者の看護及び医師の診療の補助に関すること。
(2)　病棟，外来診療棟，手術室及び中央材料室の運用に関すること。
(3)　看護婦宿舎の運営に関すること。

（東海支所）

第20条　東海支所に，管理室及び研究室を置く。
2　管理室においては，次の業務をつかさどる。
(1)　支所の器材及び施設の保管または運用に関すること。
(2)　支所の庶務に関すること。
3　研究室においては，各部（管理部，技術部，養成訓練部及び病院部を除く。）の業務のうち原子炉施設を使用して行なう調査研究に関する業務をつかさどる。

（東京連絡所）

第21条　科学技術庁内に，東京連絡所を置く。
2　東京連絡所においては，放射線医学総合研究所の業務の連絡に関する業務をつかさどる。

（課長補佐）

第22条　各課に，課長補佐を置く。
2　課長補佐は，上司の命を受け，課の所掌業務につき課長を補佐する。

（係　長）

第23条　各係に，係長を置く。
2　係長は，上司の命を受け，係の所掌業務をつかさどる。

（研究室長）

第24条　各部（管理部，技術部，養成訓練部及び病院部を除く。）及び東海支所の研究室に，研究室長を置く。
2　研究室長は，上司の命を受け，研究室の所掌業務をつかさどる。

（主任研究官）

第25条　各部（管理部，技術部，養成訓練部及び病院部を除く。）に，主任研究官を置く。
2　主任研究官は，上司の命を受け，特定の研究課題について研究の指導及び管理を行なう。

（室　長）

第26条　養成訓練部の各室及び東海支所の管理室に室長を置く。
2　室長は，上司の命を受け，室の所掌業務をつかさどる。

（医　師）

第27条　病院部医務課に，医師を置く。
2　医師は，上司の命を受け，診療に関する業務をつかさどる。

（薬剤師）

第28条　病院部医務課に，薬剤師を置く。
2　薬剤師は，上司の命を受け，調剤及び製剤に関する業務をつかさどる。

（婦　長）

第29条　病院部総看護婦長付に，婦長を置く。
2　婦長は，上司の命を受け，総看護婦長付の業務につき総看護婦長を補佐する。

（守衛長）

第30条　管理部庶務課に，守衛長を置く。
2　守衛長は，上司の命を受け，守衛を指揮監督する。

（車庫長）

第31条　管理部会計課に，車庫長を置く。
2　車庫長は，上司の命を受け，自動車運転手を指揮監督する。

附　則

この規程は，昭和34年7月16日から施行し，昭和34年4月1日から適用する。

附　則

この規程は，昭和39年4月1日から施行する。

3. 職　員　名　簿

所長	塚本憲甫
管理部長	黒田政次郎
庶務課長	石井一
課長補佐	高野繁
庶務係長	郡司善雄
	三沢清子
	金山貴子
	吉崎啓子
	成毛とし
	亀ケ谷武雄
	森谷石造
	湯沢リツ子
守衛長	根本正衛
	加藤義一
	浅野了
	鯨井栄一
	浮島豊次郎
	小川良平
人事係長	岡田春夫
	鶴子一郎
	福久桂子
給与係長	高貫秀雄
	近藤和子
	田辺寿男
厚生係長	川端音三
	鈴木稔
会計課長	榊原賢二
課長補佐	狩野清
予算係長	海老原昇二
	小木曽清士
	森田恵美子
契約係長	山岸栄男
	長谷川芳夫
	家入賢二
	若松隆
物品係長	住吉利明
	富田千秋
	河西市子
	永井幸彦
	酒井政吉
車庫長	坂本広
	土屋義男
	前田栄
	河野茂広
	新井清一
営繕係長	関和一郎
	山下義久
	福岡孝寿
	和田ちか
	山本節子
	長嶋紀子
	佐藤キリ
	亀井慎子
	布施きく
経理係長	永田孝行
	駒谷恒夫
	村井アイ子
監査係長(兼)	海老原昇二
企画課長	山中和
専門職	望月尚文
課長補佐	藤岡淳介
企画係長	黒沢保雄
	神谷基二
	野地一二
調査係長	福田宗一
	渕上辰雄
	北友子
統計係長(兼)	藤岡淳介
	福久健二郎
図書係長	田中昭
	高森弘子
	野々村恭子
	大日方信治
	高橋雪男
放射能資料係長(兼)	藤岡淳介
	児玉眞理子
物理研究部長	伊藤岳郎
物理第1研究室長	田中栄一
	平本俊幸
	飯沼武

伊藤　進
野原功全
石原十三夫
西村弘子
物理第2研究室長　松沢秀夫
川島勝弘
稲田哲雄
佐方周防
平岡　武
河内清光
物理第3研究室長　橋詰雅
野田博治
丸山隆司
中島敏行
白貝彰宏
医用原子炉研究室長(兼)　伊藤岳郎
喜多尾憲助
高久祐治
主任研究官　加藤義雄

化学研究部長　伊沢正実

化学第1研究室長(兼)　伊沢正実
山崎秀郎
藤田　斉
武貞啓子
市村幸子
化学第2研究室長　鈴木孝之
小野浄治
大町和千代
市村国彦
島津良枝
森口恵津子
平山嘉子
化学第3研究室長(兼)　伊沢正実
河村正一
坪田博行
渡利一夫
大綱保司
主任研究官　沢田文夫

生物研究部長　江上信雄

生物第1研究室長　山口武雄
江藤久美
岩崎民子
舘　鄰
兵藤泰子
成毛千鶴子
生物第2研究室長　田口茂敏
中沢　透
加藤旌夫
山田　武
藤井良三
浅見行一

遺伝研究部長　仲尾善雄

遺伝第1研究室長　塩見敏男
中井斌
稲垣栄一
佐伯哲哉
吉川勲
高橋文子
永井むら
遺伝第2研究室長(兼)　仲尾善雄
渡部郁雄
根井正利
今泉洋子
戸張厳夫
山口英子
町田勇
主任研究官　中西宥

生理病理研究部長　竹内正

生理学研究室長　松葉三千夫
矢後長純
島　澄夫
小林　森
黒川ひろみ
病理第1研究室長　春日孟
関山重孝
五月女茂
高橋イチ
田中幸子
病理第2研究室長　関正利
白沢春之
浅尾武士
大谷恵子
鵜沢晴美
主任研究官　寺島東洋三
主任研究官　一井昭五

障害基礎研究部長　江藤秀雄

障害基礎第1研究室長　中村弥
完倉孝子
小林定喜

	小島栄一	
	門間汎美	
	中村正代	
障害基礎第2研究室長(兼)	中村弥	
	佐藤文昭	
	土橋創作	
	新発田杏子	
	西本義男	
	杉山洋	
障害基礎第3研究室長	土屋武彦	
	玉野井逸朗	
	山田淳三	
	村松晉	
	早川純一郎	
	南沢武	
	斉藤博子	
障害基礎第4研究室長	松岡理	
	古川義宣	
	鹿島正俊	
	石田桂子	
薬学研究部長	赤星三弥	
薬学第1研究室長	日野亨	
	花木昭	
	松島美一	
	田名網和子	
	山田和子	
薬学第2研究室長	玉置文一	
	篠田雅人	
	色田幹雄	
	若林克己	
	高木良成	
環境衛生研究部長	渡辺博信	
環境衛生第1研究室長(兼)	渡辺博信	
	山下幹雄	
	阿部道子	
	松田節子	
	岡田守道	
	桜井瑞穂	
	保谷雅子	
環境衛生第2研究室長(兼)	渡辺博信	
	市川竜資	
	榎本好和	
	稲葉次郎	
	松坂尚典	
	高田直子	
環境衛生第3研究室長	鈴木正	
環境衛生第4研究室長	樫田義彦	
	山崎幹夫	
	北野妙子	
	岩倉哲男	
	松尾光芳	
	新井清彦	
主任研究官	小栗幹郎	
主任研究官	阿部史朗	
環境汚染研究部長(兼)	塚本憲甫	
環境汚染第1研究室長	佐伯誠道	
	小柳卓	
	大桃洋一郎	
	鎌田博	
	近藤喜久子	
	山口治子	
	清水恵美子	
環境汚染第2研究室長	田中義一郎	
	富川昭男	
	内山正史	
	大野茂	
	大島一蔵	
環境汚染第3研究室長(兼)	佐伯誠道	
	児玉幸雄	
	鈴木譲	
	高田紀美	
	村越善次	
主任研究官	上田泰司	
臨床研究部長	田中茂	
臨床第1研究室長	熊取敏之	
	石原隆昭	
	上田俊男	
	佐藤満洲子	
臨床第2研究室長(兼)	熊取敏之	
	平嶋邦猛	
	大山ハルミ	
	鎌形富世	
臨床第3研究室長	永井輝夫	
	藪本栄三	
	寺尾寿夫	
臨床第4研究室長	楠本五郎	
	荒居竜雄	
	藤田裕子	

	古川重夫	
	小池幸子	
臨床第5研究室長（兼）	田中茂	
	山根昭子	
	芝田節子	
主任研究官	福田信男	
主任研究官	恒元博	
技術部長	隅田拡	
技術課長	天野隆治	
課長補佐	益子孝	
施設係長	鶴岡良宣	
	元吉貞子	
	小坂三夫	
	川島利雄	
	佐々木末雄	
	篠原秀男	
	黒沢進	
	榎本昭男	
	三橋千代義	
	戸辺昭男	
	黒沢範夫	
	土屋一男	
	八代重雄	
	高石重義	
	齢亀一郎	
	羽石武雄	
	大竹孝	
技術第1係長	小高庄二	
	並木良夫	
	増沢武男	
	近藤竜雄	
	魚路益男	
	岡本延夫	
	柴沼淑子	
技術第2係長	近藤民夫	
	山崎英一	
	吉川元之	
	三輪実	
	長沢志保子	
	小野綾子	
飼育第1係長（兼）	山田淳三	
	堀佑司	
	種田信司	
	長沢文男	

	稲葉一司	
	山崎友吉	
	曾我健吾	
	富田静男	
	小関よし子	
飼育第2係長	稲坂正行	
	塩見美緒子	
	佐藤貞男	
	吉田登志雄	
動物衛生係長	森正弥	
	北爪雅之	
放射線安全課長	石川友清	
課長補佐	深見稔	
健康管理係長	福元健夫	
	藤田欣司	
	関川富士江	
安全係長	桜井保孝	
	長内忠亮	
	原勢千恵子	
	岩楯七郎	
	山田隆	
汚染処理係長	伊藤文雄	
	中升晋司	
	上ノ原俊美	
養成訓練部長	飯田博美	
教務室長	若林一夫	
	石原照一	
	山下チヨ子	
指導室長	河野宗治	
	岡林弘之	
	白石義行	
	青木一子	
病院部長	熊谷冨義	
事務課長	村上正雄	
庶務係長	林定治	
	鷹取賢子	
	杉本義雄	
	三瓶ハナ	
	成毛菊子	
	榎本睦三	
	飯田優	
会計係長	山崎博文	
	小藤田満	
	中村栄寿	

医事係長　峰村啓蔵
根田和江
栄養係長　谷口清司
鈴木富士男
加瀬栄子
勝田弘子
竹垣シヅ
宮本みつ
宮岡喜代野
医務課長　田崎瑛生
医師　尾立新一郎
〃　山本五郎
〃　池田道雄
〃　中島和彦
〃　望月幸夫
〃　米山達男
朽木満弘
薬剤師　小泉利喜雄
〃　石黒由紀子
中沢直子
診療エックス線技師　庄田文夫
〃　管野健夫
〃　坂下邦雄
〃　岡崎実
総看護婦長　川上アヤ
看護婦長　岩本房子
〃　衛藤公子
〃　長田しず子
〃　小笠原しほ子
岩本フサエ
清水琴子

花田富美子
佐藤勝子
花内美江子
佐藤早苗
三宅文代
井浦正子
大内豊子
石渡啓子
庄田博子
中島紀子
矢口松子
小田澄江
関恵子
宮崎ヒサエ
上原千代
秋山巳佐
猪俣喜代野
藤田郷子
検査課長(兼)　熊谷冨義
遠藤愛子
三浦正司
中島耀子
大谷繁子
藤田友子
大内隆三
東海支所長(兼)　塚本憲甫
管理室長　上滝利春
志村光雄
須藤重雄
高橋正弘
研究室長　中村正好

4. 39年度職員海外出張

氏名	所属	出張先	期間	備考
一井昭五	生理病理研究部	アメリカ合衆国(Worcester Foundation for Experimental Biology)	36. 6. 4～39. 6. 3	
白沢春之	生理病理研究部	西ドイツ (Universität Tübingen)	37. 1.27～39. 9.26	
松島美一	薬学研究部	アメリカ合衆国(Illinois Institute of Technology)	37. 8.31～39. 5.31	
坪田博行	化学研究部	アメリカ合衆国 (University of Maryland)	37.11.17～39.11.16	
中井斌	遺伝研究部	アメリカ合衆国 (University of California)	38. 6.26～40. 6.25	フルブライト留学生
大山ハルミ	臨床研究部	アメリカ合衆国 (Columbia University)	38 .7. 3～39. 9. 2	
川島勝弘	物理研究部	英国 (Christie Hospital, Holt Radium Institute)	38.10.12～39. 8.30	37年度原子力留学生
平嶋邦猛	臨床研究部	〃	38.10.26～39. 9.22	〃
渡部郁雄	遺伝研究部	アメリカ合衆国 (University of Rochester)	38.12. 4～39.12. 3	
舘鄰	生物研究部	英国 (Royal Cancer Research)	38. 1.20～40. 1.10	
山下幹雄	環境衛生研究部	アメリカ合衆国 (University of California)	38. 1.20～39. 1.16	37年度原子力留学生
田口茂敏	生物研究部	アメリカ合衆国 (Washington State University)	39. 2.22～40. 2.21	
市川竜資	環境衛生研究部	オーストリア (IAEA, Division of Isotopes)	39. 4.16～41. 4.15	IAEA 勤務
矢後長純	生理病理研究部	アメリカ合衆国(Worcester Foundation for Experimental Biology)	39. 6. 1～41. 5.31	
伊沢正実	化学研究部長	アメリカ合衆国, ニューヨーク(ICRP第Ⅱ専門委員会)	39. 6. 5～39. 7. 3	
永井輝夫	臨床研究部	アメリカ合衆国, カリフォルニア(米国核医学会)	39. 6.12～39. 7. 1	
塚本憲甫	所長	アメリカ合衆国, ニューヨーク(第14回国連科学委員会)	39. 6.29～39. 9.13	日本政府代表
佐伯誠道	環境汚染研究部	〃	〃	日本政府代表代理
関山重孝	生理病理研究部	アメリカ合衆国(Worcester Foundation for Experimental Biology)	39. 7. 7～40. 7. 1	
玉置文一	薬学研究部	アメリカ合衆国, ニューヨーク(国際生化学会)	39. 7.27～39. 8.24	
江上信雄	生物研究部長	英国, ロンドン (第2回国際内分泌学会)	39. 8.11～39. 8.24	
土屋武彦	障害基礎研究部	アメリカ合衆国, ニューヨーク(第7回国際神経放射線学会)	39. 9. 8～40.10. 3	
高久祐治	物理研究部	アメリカ合衆国 (Argonne National Laboratory)	39. 9.29～40. 9. 2	
鈴木孳之	化学研究部	オーストリア, ウィーン (IAEA主催 放射線感受性に関するパネル)	39.11.14～39.12. 2	
永井輝夫	臨床研究部	フィリッピン, マニラ (IAEA主催第6回核医学教育課程)	39.11.21～39.11.26	客員講師
伊藤岳郎	物理研究部長	オーストリア, ウィーン (IAEA, WHO共催 高レベル被曝個人線量測定に関するシンポジウム)	40. 3. 6～40. 3.20	

5. 39年度人事異動表

行政職(一)

職名または所属	氏名	異動年月日	備考
技術部放射線安全課長	個人情報保護の為、非公開	39. 4. 1	科学技術庁より
技術部放射線安全課	〃	〃	文部省より
管理部庶務課	〃	〃	科学技術庁より
管理部会計課	〃	39. 5.21	採用
管理部企画課長	〃	39. 8.20	厚生省より
管理部企画課	〃	39. 9. 1	防衛庁より

行政職(二)

職名または所属	氏名	異動年月日	備考
病院部医務課	個人情報保護の為、非公開	39. 4. 1	採用
技術部技術課	〃	〃	〃
管理部企画課	〃	〃	〃
技術部技術課	〃	39. 4.16	〃
〃	〃	39. 6.17	〃
技術部放射線安全課	〃	39. 7.16	〃
管理部会計課	〃	39. 8.26	〃
病院部総看護婦長付	〃	39. 9. 1	厚生省より
化学研究部	〃	〃	採用
技術部技術課	〃	〃	〃
〃	〃	40. 1. 1	〃

研究職

職名または所属	氏名	異動年月日	備考
生理病理研究部	個人情報保護の為、非公開	39. 4. 1	文部省より
技術部技術課	〃	〃	採用
生物研究部	〃	〃	文部省より
環境汚染研究部	〃	〃	採用
養成訓練部指導室	〃	〃	〃
環境衛生研究部	〃	〃	〃
環境衛生研究部	〃	39. 4. 1	採用
養成訓練部指導室	〃	39. 4.16	文部省より
生理病理研究部	〃	〃	採用
〃	〃	〃	〃
臨床研究部	〃	〃	〃
化学研究部	〃	39. 5.15	〃
養成訓練部指導室	〃	39. 7. 1	神奈川県より
〃	〃	39. 7.16	島根県より
生理病理研究部	〃	〃	採用
臨床研究部	〃	39. 8. 1	〃
遺伝研究部	〃	39. 9. 1	文部省より
環境衛生研究部	〃	〃	採用
環境汚染研究部	〃	40. 2. 5	〃

医療職(二)

職名または所属	氏名	異動年月日	備考
病院部医務課	個人情報保護の為、非公開	39. 7. 1	採用
〃	〃	39. 8. 1	〃

医療職(三)

職名または所属	氏名	異動年月日	備考
病院部総看護婦長付	個人情報保護の為、非公開	39. 5.28	採用
病院部総看護婦長	〃	39. 7. 1	厚生省より
病院部総看護婦長付	〃	39. 9. 1	採用
〃	〃	39.11. 1	厚生省より
〃	〃	39.12.16	採用
〃	〃	〃	〃
〃	〃	40. 1. 1	厚生省より

6. 39年度退職および転出者名簿

職名または所属	氏名	異動年月日	備考
放射線安全課長	個人情報保護の為、非公開	39. 4. 1	科学技術庁へ
管理部企画課		〃	厚生省へ
化学研究部		〃	文部省へ
遺伝研究部		39. 4.15	辞職
化学研究部		〃	〃
管理部庶務課		39. 4.16	科学技術庁へ
総看護婦長付		31. 4.30	辞職
生理病理研究部		〃	〃
放射線安全課		39. 4. 1	〃
遺伝研究部		39. 6. 1	〃
総看護婦長付		39. 6.30	〃
総看護婦長		39. 7. 1	厚生省へ
管理部会計課		〃	宇宙開発推進本部へ
環境衛生研究部		〃	文部省へ
臨床研究部		39. 7.30	辞職
企画課長		39. 8.20	厚生省へ
管理部会計課	個人情報保護の為、非公開	39. 9. 1	科学技術庁へ
臨床研究部		39. 9.30	辞職
〃		〃	〃
臨床研究部		〃	〃
技術部技術課		39.10. 1	文部省へ
総看護婦長付		〃	厚生省へ
臨床研究部		39.11.30	辞職
総看護婦長付		39.12.20	〃
化学研究部		39. 1.31	〃
障害基礎研究部		〃	〃
管理部企画課		39. 2. 1	科学技術庁へ
総看護婦長付		39. 2.28	辞職
環境衛生研究部		39. 3.31	〃
薬学研究部		〃	〃
〃		〃	〃
総看護婦長付		〃	厚生省へ

7. 39年度外来研究員名簿

氏名	配属研究部	研究課題	研究期間	備考
今道友則	障害基礎研究部	放射線障害に関する生物学的指標としての「血中セロトニン量」の検討	39. 7.16～40. 1.15	日本獣医畜産大学
高橋英一	環境衛生研究部	^{14}C,^{3}Hに関する研究—植物の炭酸摂取機構の研究	39. 4.16～39.10.31	京都大学
氏原暉男	遺伝研究部	放射線障害発現における細胞核の機構	39. 9. 1～40. 3.31	大阪府立放射線中央研究所
望月義夫	臨床研究部	放射性ヨードの甲状腺ならびに全身負荷軽減に関する研究	39. 9. 1～39.12.28	岡山大学

8. 39年度研究生名簿

所属研究部	氏名	期間	備考
化学	片岡正宏	39. 4. 1～40. 3.31	東邦大学理学部化学科
〃	陶山富義	39. 4. 1～40. 3.31	〃
薬学	川崎智子	39. 4.20～40. 3.31	千葉大学薬学部
遺伝	小穴良子	39. 5. 1～40. 3.31	日本女子大学理Ⅱ科 (実習生)
生物	伊藤祥子	39. 4.20～40. 3.31	日本女子大学 (実習生)
〃	能登光代	39. 4.15～40. 3.31	千葉大学文理学部
障害基礎	市原修	39. 5. 1～40. 4.30	千葉商業高等学校 (実習生)
化学	松下恵己	39. 5. 1～40. 3.31	千葉工業大学 (実習生)
〃	松葉谷治	39. 6.16～40. 6.15	東京教育大学
技術部	森洋子	39. 7.15～40. 3.31	日本保安用品協会 (実習生)

所属研究部	氏名	期間	備考	
生物	上村晴子	39. 8. 1～40. 2.28	東京大学理学部	
環境衛生	柴田浩	39. 8. 1～40. 3.31	東京大学	
〃	尾日愛子	39. 7.27～39. 8. 8	昭和薬科大学	(実習生)
〃	卯月冨美子	39. 8. 1～39. 8.31	千葉大学大学院薬学研究科	(実習生)
臨床	胡屋洋子	39. 8. 1～39. 8.31	千葉商業高等学校	(実習生)
薬学	新井良一	39. 9. 1～39. 9.30	国立科学博物館	
環境汚染	二村義八朗	39. 9. 1～39.12.31	東京大学農学部	
環境衛生	川添豊	39. 9. 1～39.12.31	国立がんセンター	
生物	藤井佳子	39. 9. 7～40. 3.31	山脇学園高等学校	
環境衛生	石浜洋	39.10.12～40. 3.31	興和(株)下高井戸研究所	
薬学	室田誠逸	39.11. 1～40. 3.31	東京大学薬学部	
〃	吉岡文子	39.11. 1～40.10.31	佐倉東高等学校卒業生	(実習生)
臨床	馬原敬二	39.10.27～40. 1.31	順天堂大学医学部	(実習生)
〃	柴田隆	39.12. 1～40. 5.31	名古屋大学医学部	
生物	嶋田拓	39.12.14～40. 3.31	東京大学教養学部	
臨床	林徹	40. 1.25～40. 5.25	東京医科大学大学院学生	
遺伝	菅原陸子	40. 3.15～41. 3.14	東邦大学理学部	
薬学	篠原直美	40. 4. 1～41. 3.31	共立女子薬科大学	
技術部	杉本実	40. 2.18～40. 7.17	船橋農場	(実習生)

39年.

9. 職員研究発表一覧

A. 論　文

（　）内は所外の共同研究者

発表者	題目	発表年月	発表誌	巻	号	頁	備考
〔物理研究部〕							
橘詰　雅　加藤義雄 （津屋　旭　田中利彦） （森武三郎）	Four cases of thorotrast injury and estimation of absorbed tissue dose in critical organs	1963. 6, 9, 12	*Journal of Radiation Research*	4	2, 3, 4	126～145	
橘詰　雅　加藤義雄 丸山隆司　白貝彰宏 （丸山静雄　滝沢正臣）	診断用X線撮影による骨髄線量の推定	1964. 12.	日本医学放射線学会雑誌	24	9	33～39	
平岡　武　川島勝弘 星野一雄　松沢秀夫	6 MV X線の線量分布	1964. 12.	日本医学放射線学会雑誌	24	91	1100～1104	
松沢秀夫　星野一雄 稲田哲雄　川島勝弘	Energy distribution of electrons ejected from bone and Lucite by 150～300kVp X-rays	1965. 2.	*The British Journal of Radiology*	38	446	131～142	
松沢秀夫　川島勝弘 平岡　武　稲田哲雄 星野一雄　佐方周防	高エネルギーX線・電子線の測定（レントゲン値からラドの算定について）	1964. 8.	日本医学放射線学会雑誌	24	5	468～472	
中島敏行	Thermoluminescence dosimeter の試作	1964. 11.	応用物理	33	11	825～827	
中島敏行	Thermoluminescence of powdered KBr crystals	1965. 2.	*Japanese Journal of Applied Physics*	4	2	149～150	
中島敏行　橘詰　雅 渡利一夫*	γ線照射により着色した塩化ナトリウム結晶の異常螢光	1965. 3.	日本化学雑誌	86	3	322～323	*化学研究部
野田博治	高エネルギー（10～29MeV）電子線・X線の遮蔽について	1964. 6.	日本医学放射線学会雑誌	24	4	27～44	
野田博治　白貝彰宏	高エネルギー散乱X線，制動輻射線の角度分布	1964. 9.	日本医学放射線学会雑誌	24	8	9～12	
佐方周防　平岡　武 松沢秀夫	放射線の熱量的測定に関する研究(4)（6 MV X線のエネルギー束について）	1964. 12.	日本医学放射線学会雑誌	24	9	1105～1108	
田中栄一　平本俊幸 野原功全	二重層螢光体を用いた低バックグラウンドβ線スペクトロメーター	1964. 6.	応用物理	33	6	413～419	
〔化学研究部〕							
小野浄治 (L. Grossman) (R. G. Wilson)	The effects of ultraviolet light on nucleic acid coding systems	1964	*Cellular Radiation Biology*			107	
小野浄治 (L. Grossman) (R. G. Wilson)	Biochemical significance of ultraviolet induced water addition to nucleid acid pyrimidines	1965	*Federation Proceedings*	24	2	1～80	
小野浄治 (R. G. Wilson) (L. Grossman)	Effects of ultraviolet light on the template properties of polycytidylic acid	1965	*Journal of Molecular Biology*	11	3	600	
鈴木堅之　山上啓子 島津良枝	Effects of mitomycin C on early phenotypic expression in the transformation of *Diplococcus pneumoniae*	1965. 2.	*Nature*	205		625～630	
坪田博行	The cation exchange adsorption of calcium and strontium from an ammonium acetate solution in mixtures of organic solvents and water	1965	*Bulletin of the Chemical Society of Japan*	38	2	159～165	
山崎秀郎 (R. J. Cvetanović)	Collisional deactivation of the excited singlet oxgen atoms and their insertion into the CH bonds of propane	1964. 12.	*Journal of Chemical Physics*	41	12	3703～3709	
山崎秀郎 (A. Wada)	The renaturation of deoxyribonucleic acids (I). Rates of bimolecular	1964	*Biopolymers*	2		445～462	

発表者	題目	発表年月	発表誌	巻	号	頁	備考
	reactions of complementary and non-complementary Gaussian chains						
〔生物研究部〕							
浅見行一 (小沢 光)	フェニルヒドラジンおよび類似化合物のコハク酸酸化酵素に対する阻害作用(Ⅲ). Carbonyl cyanide-phenylhydrazone と acetyl-phenylhydrazine の作用	1964. 10.	生化学	36	10	730～734	
江上信雄 大島たま代 中西 宥*	Inhibitory effect of X-irradiation on the development of male characteristics in females of the teleost, *Oryzias latipes*, kept in water containing methyl testosterone	1965. 5.	*Japanese Journal of Zoology*	13	2		*遺伝研究部
江上信雄 兵藤泰子	Inhibitory effect of X-irradiation on the development of the ovaries of the fish, *Oryzias latipes*, in sexually inactive seasons	1965. 3.	*Annotationes Zoologicae Japonenses*	38	1	8～11	
江藤久美	キンギョの頭部に対する ^{60}Co γ線大線量照射の影響	1964. 8.	動物学雑誌	73	8	236～241	
江藤久美	メダカに対する ^{60}Co γ線大線量分割照射の影響	1965. 1.	動物学雑誌	74	1	29～30	
兵藤泰子	Effect of X-irradiation on the intestinal epithelium of the goldfish, *Carassius auratus* Ⅰ. Histological changes in the intestine of irradiated fish	1964. 6.	*Annotationes Zoologicae Japonenses*	37	2	104～111	
兵藤泰子	Effect of X-irradiation on the intestinal epithelium of the goldfish, *Carassius auratus* Ⅱ. Influence of temperature on the development of histopathological changes in the intestine	1965. 1.	*Radiation Research*	24	1	133～141	
岩崎民子	Sensitivity of *Artemia* eggs to the γ-irradiation, Ⅰ. Hatchability of encysted dry eggs	1964. 3.	*Journal of Radiation Research*	5	1	66～75	
岩崎民子	Sensitivity of *Artemia* eggs to the γ-irradiation, Ⅱ. Effect of water content	1964. 3.	*Journal of Radiation Research*	5	1	76～81	
岩崎民子	Sensitivity of *Artemia* eggs to the γ-irradiation, Ⅲ. The sensitivity and the duration of hydration	1964. 6.	*Journal of Radiation Research*	5	2	91～96	
岩崎民子	Sensitivity of *Artemia* eggs to the γ-irradiation, Ⅳ. After effect of irradiation in comparison with the effect of heat treatment	1964. 6.	*Journal of Radiation Research*	5	2	97～101	
中西 宥* 岩崎民子 加藤旌夫	Cytological studies on the radio-sensitivity of spermatogonia of the silk worm		*Japanese Journal of Genetics*	40			*遺伝研究部
中沢 透	Contraction of glycerinated mitochondria induced by adenosine triphosphate and divalent cations	1964. 7.	*Journal of Biochemistry*	56	1	22～36	
(P. N. Srivastava) 舘 鄰	Sodium excretion as a factor causing death in fish due to irradiation	1964. 6.	*Nature*	202	4938	1234～1235	
(P. N. Srivastava) 舘 鄰	Effect of irradiation on the excretion of radiosodium from the gills of goldfish, *Carassius auratus* L.	1964. 10.	*Radiation Research*	23	10	222～231	
(P. N. Srivastava) 江藤久美 兵藤泰子 江上信雄	Thyroid activity and radiosensitivity relationship in goldfish, *Carassius aruratus* L.	1964. 10.	*Strahlentherapie*	125	2	305～308	

発表者	題目	発表年月	発表誌	巻	号	頁	備考
〔遺伝研究部〕							
中西 宥（沖垣 達） （大石英恒） (C. M. Pomerat)	Preliminary note on the chromosomes of a rabbit endothelial cell line in the 101st passage	1964. 2.	*Texas Reports on Biology and Medicine*	22	2	322～326	
仲尾善雄　山口英子 町田　勇	Further test of possible correlation between cross-linking and chromosome breaking abilities of chemical mutagens	1964.	*Japanese Journal of Genetics*	39	2～3	155～163	
根井正利	Effects of linkage and epistasis on the equilibrium frequencies of lethal genes. Ⅰ. Linkage equilibrium	1964. 6.	*Japanese Journal of Genetics*	39	1	1～6	
根井正利	Effects of linkage and epistasis on the equilibrium frequencies of lethal genes. Ⅱ. Numerical solutions	1964. 6.	*Japanese Journal of Genetics*	39	1	7～25	
戸張厳夫	Effects of temperature on the preadults viability of lethal heterozygotes in *D. melanogaster*	1965. 1.	*Drosophila Jnformation Service*		40	82	
〔生理病理研究部〕							
一井昭五　小林　森 松葉三千夫	Studies on the side chain cleavage of C_{21} steroids	1965. 2.	*Steroids*	5	2	123～130	
春日　孟 (H. B. Demopoulas) (A. A. Channing)	Virus particles in B-16 and S-61 mouse melanomas and their significance	1965. 3.	*Laboratory Investigation*	14	2	219～230	
春日　孟 (H. B. Demopoulas) (A. A. Channing)	Comparison of ultrastructure of B-16 and S-61 mouse melanomas, and correlation with growth patterns	1965. 1.	*Laboratory Inevstigation*	14	1	108～121	
松葉三千夫 一井昭五　小林　森	Effect of head irradiation with X-rays on cholesterol side-chain cleavage activity in rat tests	1964. 7.	*Jikeikai Medical Journal*	11	2	97～99	
竹内　正 関　正利	パロイジンおよびキレート剤を用いる骨沈着の ^{85}Sr の追出しに関する研究	1964	*Acta Pathologica Japonenses*	14	4	405～412	
寺島東洋三 (L. T. Tolmach) (R. A. Phillips)	X-ray sensitivity changes during the division cycle of HeLa S3 cell and anomalous survival kinetics of developing microcolonies	1965. 3.	*Cellular Radiation Blology*, Baltimore			376～396	
〔障害基礎研究部〕							
早川純一郎 村松　晉　山田淳三 土屋武彦	3近交系マウスにおけるX線全身照射後の脾臓	1964. 7.	日本医学放射線学会雑誌	24	4	370～376	
(H. Langendorff, H. Melching) (M. Abe)新発田杏子	Strahlanbedingte Stoffwechselveränderungen and Leukemie	1964.	*The Japanese Jorunal of Clinical Haematology*	Supplement		31～40	
H. Kriegel 新発田杏子	Histologische Untersuchungen über die Beeinflussung der Embryonalentwicklung bei der Maus nach Röntgenbestrahlung Ⅰ. Mitteilung : Fruhembryonale Veränderungen und Beeinflussung der Augenentwicklung	1964. 6.	*Strahlentherapie*	124	4	573～587	
松岡　理　土屋武彦 江藤秀雄	消化管機能に及ぼす放射線の影響 第1報．腹窓法による家兎消化管障害の観察	1964. 5.	日本医学放射線学会雑誌	24	2	157～162	
松岡　理　土屋武彦 江藤秀雄	消化管機能に及ぼす放射線の影響 第2報．消化管障害の動物差の原因に関する比較生理学的検討	1964.10.	日本医学放射線学会雑誌	24	7	910～915	
南沢　武　土屋武彦	ウサギの癌の自然電気流動および誘発電気位におよぼす放射線の影響 1．海馬自発電気流動および皮質視	1964.11.	日本医学放射線学会雑誌	24	8	1040～1048	

発表者	題目	発表年月	発表誌	巻	号	頁	備考
	覚領の誘発電位に及ぼすX線の影響						
門間汎美　中村　弥 江藤秀雄	Effet de saignées fréquentes sur la teneur en sérotonine du sang chez le lapin	1964.	*Compte Rendus des Séances de la Société de Biologie*	158	6	1419～1422	
中村　弥 新発田杏子 門間汎美　江藤秀雄	Effet des rayons X sur la teneur en sérotonine du sang chez la lapine	1964.	*Comptes Rendus des Séances de la Société de Biologie*	158	6	1426～1430	
中村　弥　新発田杏子 門間汎美　根井正利* 江藤秀雄	Rythme journalier de la teneur en sérotonine du sang chez le lapin	1964.	*Comptes Rendus des Séances de la Société de Biologie*	158	6	1419～1416	*遺伝研究部
山田淳三 早川純一郎 村松　晉　土屋武彦	放射線感受性の異なる近交系の交雑により得られたヘテロなマウス群における放射線感受性	1964. 10.	日本医学放射線学会雑誌	24	7	630～634	
〔薬学研究部〕 赤星三弥(加藤俊雄) (雑賀昭助)	Synthesis of the hetrocyclic compounds by Pschorr cyclization Ⅱ.	1963. 11.	*Chemical and Pharmaceutical Bulletin*	11	11	1446～1451	
(伊藤四十二) (遠藤浩良) (榎木　宏) 若林克己(高村和枝)	Ossification in tissue culture Ⅱ. Chemical development of the female of chick embryo in various liquid media	1963. 7.	*Experimental Cell Research*	31	1	116～127	
花木　昭	尿中のクロルテトラサイクリンの定量に用いる2，3の計算式	1965. 1.	生化学	37	1	46	
(室田誠逸)色田幹雄 玉置文一	Intracellular distribution of the enzymes related to androgen formation in mouse tests	1965. 3.	*Steroids*	5	3	406～413	
(中村裕)　玉置文一	Intracellular distribution and properties of steroid 11β-hydroxylase and steroid 18-hydroxylase in rat adrenal	1964.	*Biochimica et Biophysica Acta*	85		530～352	
(中村裕)(大塚英夫) 玉置文一	Activation of rat adrenal mitochondrial steroid11β- and 18-hydroxylase by a new protein factor	1965	*Biochimica et Biophysica Acta*	86		339～341	
色田幹雄　玉置文一	Testosterone formation by subcellular particle of rat tests	1965. 4.	*Endocrinology*	76	4		
色田幹雄　柿崎弘子 玉置文一	The pathway of formation of testosterone from 3-β hydroxylase-5-en-20-one by rat testicular microsomes	1964. 10.	*Steroids*	4	4	521～572	
〔環境衛生研究部〕							
岩倉哲男　樫田義彦	^{14}C and ^{3}H measurement by the use of a liquid scintillation spectrometer (Ⅲ). Determination of the counting efficiency by the discrimination ratio method	1965. 3.	*Radioisotopes*	14	2	132～136	
松尾光芳　山崎幹夫	Biosynthesis of sinigrin, Ⅱ	1964.	*Chemical and Pharmaceutical Bulletin*	12	11	1388～1389	
小栗幹郎　高田直子	pH, calcium level and osmotic concentration of the urine in the snakehead fish, *Channa argus*	1965.	*Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*	31	4		
山崎幹夫 (E. Leete)	Biosynthesis of ibogaine	1964	*Tetrahedron Letters*		23	1449～1501	
〔環境汚染研究部〕							
大桃洋一郎 佐伯誠道	Methods for determination of iodine-131 in fresh milk	1964. 7.	*Radioisotopes*	13	4	304～307	
佐伯誠道　小柳　卓 海津善一郎 富川昭男	Assay of strontium-90 in human bone in Japan, 1961～1963	1964. 6.	*Journal of Radiation Research*	5	2	120～123	

発表者	題目	発表年月	発表誌	巻	号	頁	備考
〔臨床研究部〕							
石原隆昭 (A. A. Sandberg) (Y. Kikuchi)	Chromosomes of lymphosarcoma and cancer cells in bone marrow	1964. 6.	*Cancer*	17	6	718～746	
石原隆昭 (A. A. Sandberg) (Y. Kikuchi)	Group-C trisomy in myeloid metaplasie with possible leukemia	1964.12.	*Blood*	24	12	716～725	
三輪史朗	赤血球酵素異常と溶血	1964. 6.	日本血液学会雑誌	27	2～3	218～225	
三輪史朗（坂元正一 野末悦子他）	妊娠，分娩，産褥期の好中性白血球アルカリフォスファターゼ活性値の変動とその妊娠補助診断への応用	1964. 7.	産科と婦人科	31	7	936～952	
田中　茂	アイソトープの臨床的応用	1964. 3.	順天堂医学会誌	6	3	115	
田中　茂	甲状腺機能亢進症の治療	1964. 8.	*Medicina*	1	8	701	
田中　茂	レノグラム	1964. 3.	*Medicina*	2	3	203	
田中　茂	アイソトープ測定機器	1963.12.	臨床検査	5	12	1156	
恒元　博　楠本五郎 藤田裕子　古川重夫 小池幸子	^{60}Co 治療用 compensating wedge filterの研究	1965. 2.	日本医学放射線学会雑誌	24	11	1204～1209	
〔病院部〕							
田崎瑛生　池田道雄 北川俊夫　望月幸夫 山本五郎	脳腫瘍の放射線治療について	1964.10.	臨床放射線	9	10	848～857	

職員研究発表一覧

B. 口　頭

（　）内は所外の共同研究者

発表者	題目	発表年月	学会	場所	備考
〔物理研究部〕					
橋詰　雅　加藤義雄 飯沼　武	Human counter によるトロトラスト患者のトリウム残存量の推定	1964. 5.	第23回日本医学放射線学会総会	岩手県公会堂	
橋詰　雅　丸山隆司 河村正一*	緊急被曝時の個人線量の推定	1964. 5.	第23回日本医学放射線学会総会	岩手県公会堂	* 化学研究部
橋詰　雅，他	医療用放射線による国民線量について	1964. 7.	日本放射線影響学会第6回研究発表会	東北大学	
橋詰　雅　丸山隆司 田中栄一　河村正一*	広島・長崎の原爆投下時の速中性子線束の推定	1964. 7.	日本放射線影響学会第6回研究発表会	東北大学	* 化学研究部
橋詰　雅　中島敏行 加藤義雄　白貝彰宏	熱ルミネッセンスによる放射線測定(i) 測定器について	1964.10	日本医学放射線学会関東部会	群馬大学	
橋詰　雅　加藤義雄 飯沼　武　熊取敏之*	Human counter によるトロトラスト患者のトリウム残存量の決定	1964.10.	日本医学放射線学会物理専門部会	日本原子力研究所	* 臨床研究部
橋詰　雅　加藤義雄 丸山隆司　白貝彰宏	治療による遺伝有意線量の推定	1964.12.	日本医学放射線学会関東部会	群馬大学	
橋詰　雅　中島敏行 加藤義雄　白貝彰宏 丸山隆司	熱ルミネッセンスによる放射線測定(ii) 検出器について	1965. 2.	日本医学放射線学会関東部会	東京医科歯科大学	
橋詰　雅　中島敏行 白貝彰宏　加藤義雄	透視測定による骨髄線量の推定	1965. 3.	日本医学放射線学会関東部会	東京医科大学	
平本俊幸　稲田哲雄	Post acceleration pulsing による time of flight 測定装置	1965. 4.	第12回応用物理学関係連合講演会	早稲田大学	
星野一夫　平岡　武 佐方周防　松沢秀夫	6 MV X線の線量分布	1964. 5.	第23回日本医学放射線学会総会	岩手県公会堂	

発表者	題目	発表年月	学会	場所	備考
飯沼 武 石原十三夫 田中栄一	8コの大型プラスチック・シンチレータを用いたユニット型ヒューマン・カウンタ	1965. 4.	第12回応用物理学会関係連合講演会	早稲田大学	
飯沼 武 石原十三夫 永井輝夫*	ヒューマン・カウンタによる全身体中に存在する放射性核種の校正(^{40}Kと^{137}Csについて)	1964. 11.	第4回核医学研究会	朝日生命ホール	* 臨床研究部
飯沼 武 石原十三夫 永井輝夫*伊沢正実** 渡利一夫** 市川竜資***	^{137}Cs投与による人体Cs代謝の研究	1964. 7.	日本放射線影響学会第6回研究発表会	東北大学	* 臨床研究部 **化学研究部 *** 環境衛生研究部
稲田哲雄 佐方周防 松沢秀夫	両端窓型 NaI spectrometer のレスポンス	1964. 4.	物理学会（1964年春の分科会）	京都大学	
稲田哲雄 星野一雄 松沢秀夫 （山口芳樹）（後藤孝文）	Compton spectrometer の後段加速	1964. 10.	物理学会	名古屋大学	
河内清光 高久祐治	組織等価物質中の中性子束分布	1964. 5.	第23回日本医学放射線学会総会	岩手県公会堂	
喜多尾憲助（服部学） （永原照明 咸彰植）	逆同時γ線スペクトロメーター	1964. 11.	原子炉学会炉物理炉工学合同分科会	大阪大学	
丸山隆司	工業用X線装置の附加フィルターに関する研究	1964. 7.	非破壊検査第1分科会	放射線医学総合研究所	
松沢秀夫	加速器治療の将来（物理的方面からの考察）	1964. 12.	日本ME学会総会	東京大学	
松沢秀夫 星野一雄	2次電子に関する研究（連続X線によりC, Alから放出される2次電子について）	1964. 10.	日本医学放射線学会関東部会	群馬大学	
中島敏行	粉末化された alkali-halide の thermoluminescence (1)	1964. 11.	応用物理学会	大阪大学	
野田博治	高エネルギー電子線，X線の遮蔽について	1964. 10.	日本医学放射線学会物理専門部会	日本原子力研究所	
佐方周防 川島勝弘 平岡 武 稲田哲雄 星野一雄 松沢秀夫	高エネルギー放射線の吸収線量	1964. 5.	第23回日本医学放射線学会総会	岩手県公会堂	
田中栄一	微量放射能測定におけるスペクトロメーターの最適ウインドウ	1964. 11.	応用物理学会学術講演会	大阪大学	
田中栄一	同型計数型β線スペクトロメーターによる低レベル放射能の測定	1965. 1.	京大原子炉実験所環境放射能問題研究会	京都大学	
田中栄一	同時計数型ベータ線スペクトロメーターのバック・グラウンドに及ぼす試料板の影響	1965. 4.	応用物理学関係連合講演会	早稲田大学	
田中栄一 丸山隆司 伊藤 進	対数増幅器を用いたβ線エネルギーの測定	1965. 4.	応用物理学関係連合講演会	早稲田大学	
〔化学研究部〕					
藤田 斉 鈴木堅之	Photodynamic action の研究（Ⅳ）大腸菌に対する作用	1964. 7.	日本放射線影響学会第6回研究発表会	東北大学	
藤田 斉 山崎秀郎	核酸成分のメチレンブルーによる光増感反応	1965. 4.	日本化学会第18年会	関西大学	
藤田斉 森口恵津子 山上啓子 鈴木堅之 和田昭允	Photodynamic action の研究（Ⅲ）DNA の不活性化の action spectra と塩基の変化	1964. 4.	日本化学会第17年会	東京大学	
伊沢正実 河村正一 橋詰 雅* 丸山隆司* 田中栄一*	広島，長崎における原爆投下時の中性子線量の推定	1964. 11.	第8回放射化学討論会	大阪大学	* 物理研究部

発表者	題目	発表年月	学会	場所	備考
河村正一　伊沢正実 (松下恵己)	薄層クロマトグラフィによる放射性核種の分離	1964.11.	第8回放射化学討論会	大阪大学	
河村正一 (片岡正宏) 伊沢正実	アンチピリン—チオシアン酸塩によるコバルトの比色定量法の検討	1965. 4.	日本化学会第18年会	関西大学	
小野浄治　島津良枝 鈴木孝之	バクテリオファージφRの"複製型"DNA	1964.10.	日本生化学会第37回総会	名古屋	
沢田文夫　市村幸子	リボヌクレアーゼの紫外線感受性に対する基質アナローグの影響	1964.10.	日本生化学会第37回総会	名古屋	
島津良枝　鈴木孝之	抗原・抗体反応の阻止反応によるバクテリオファージφRタンパク質の微量定量法およびその応用例について	1964.10.	日本生化学会第37回総会	名古屋	
鈴木孝之	An approach to the cellular radiosensitivity on molecular basis	1964.11.	Panel discussion held by IAEA on the radiosensitivity	Vienna(Austria)	
坪田博行 (G. Atkinson)	The conductance of calcium and strontium m-benzendisulfonates in methanol-water and a aceton-water mixture at 25°	1964. 9.	1964 *ACS National Meeting*	Chicago (U.S.A.)	
坪田博行 (G. Atkinson)	水－有機溶媒中におけるm－ベンゼンジスルホン酸マンガンおよび硫酸マンガンのイオン会合度と溶媒効果	1965. 4.	日本化学会第18年会	関西大学	
渡利一夫 (陶山富義) 伊沢正実	金属硫化物形イオン交換樹脂に対する放射性ルテニウムの挙動	1964. 9.	日本分析化学会第13年会	東北大学	
渡利一夫　小柳　卓* 伊沢正実	金属硫化物形イオン交換樹脂に対する放射性核種の挙動	1964.11.	第8回放射化学討論会	大阪大学	* 環境汚染研究部
渡利一夫　小柳　卓* 伊沢正実	金属硫化物形イオン交換樹脂に対する塩酸溶液中の放射性ルテニウムの挙動	1965. 4.	日本化学会第18年会	関西大学	* 環境汚染研究部
渡利一夫　小柳　卓* 伊沢正実	金属硫化物形イオン交換樹脂による放射性核種の捕集および分離	1965. 4.	日本原子力学会	京都大学	* 環境汚染研究部
山上啓子 森口恵津子 藤田　斉　鈴木孝之 和田昭允	Photodynamic action の研究（Ⅱ）透析平衡、可視および紫外部流動二色性吸収による DNA とアクリジンオレンジの結合状態	1964. 4.	日本化学会第17年会	東京大学	
山崎秀郎 (R. J. Cvetanović)	Collisional deactivation of the excited singlet oxgen atoms and their insertion into the CH bonds of propane	1964. 6.	*Sixth Inforemal Photochomistry Cenfernce*	California (U.S.A.)	
山崎秀郎 (R. J. Cvetanović)	一重項酸素分子の反応と脱活性	1965. 4.	日本化学会第18年会	関西大学	
山崎秀郎　武貞啓子 和田昭允	ポリグルタミン酸と銅（Ⅱ）イオンとの錯体の水溶液中における構造	1965. 4.	日本化学会第18年会	関西大学	
〔生物研究部〕					
浅見行一　中沢　透	ミトコンドリアの電子伝達系アデニンヌクレチオドによる調節について	1964.10.	日本動物学会第35回大会	名古屋大学	
江上信雄(新井良一)	Evolutional aspects of reproductive function in lower vertebrates	1964. 8.	*Second International Congress of Endocrinology*	London (U.K.)	
江上信雄　兵藤泰子	硬骨魚の生殖細胞放射線感受性の変化とその要因	1965. 2.	昭和39年度文部省放射線影響班研究報告	東京大学	
江上信雄　兵藤泰子 (新井良一)青木一子*	X線照射後の魚類卵巣の変化にあずかる生殖腺刺激ホルモンの役割	1964.10.	日本動物学会第35回大会	名古屋大学	* 養成訓練部
江藤久美	異なる飼育条件下でのワキンの放射線感受性の相違と甲状腺機能の関係	1964.10.	日本動物学会第35回大会	名古屋大学	
江藤久美　江上信雄	被照射メダカにおける線量－致死時間関係とそれに影響を与える諸要因Ⅲ，分割照射の効果	1964. 7.	日本放射線影響学会第6回研究発表会	東北大学	

発表者	題目	発表年月	学会	場所	備考
江藤久美　江上信雄 (P. N. Srivastava)	キンギョの2品種間にみられる放射線感受性の相違と甲状腺機能の関係	1964. 4.	日本動物学会関東支部大会	慶応大学	
藤井良三(藤井佳子)	電子顕微鏡による魚類黒色素胞の神経支配の研究	1964.11.	細胞化学シンポジウム	金沢，卯辰山	
藤井良三　山口武雄	X線照射によるラット胸腺細胞の微細構造変化	1964.10.	日本動物学会第35回大会	名古屋大学	
(藤井佳子)藤井良三	魚類黒色素胞の神経支配機構 I．電子顕微鏡による観察	1964.10.	日本動物学会第35回大会	名古屋大学	
兵藤泰子	被照射キンギョの腸上皮細胞中への^{3}H－チミジンの取込みと水温との関係	1964.10.	日本動物学会第35回大会	名古屋大学	
中沢　透	アルテミア卵発生におよぼす卵内^{32}Pの効果	1964.10.	日本動物学会第35回大会	名古屋大学	
土橋創作* 山田　武 中沢　透	アルテミア胚のリン酸代謝に及ぼす放射線の影響	1964.10.	日本動物学会第35回大会	名古屋大学	* 障害基礎研究部
山田　武	メダカ胚への放射線の作用に対するDNPの保護効果	1964.10.	日本動物学会第35回大会	名古屋大学	
山口武雄	胸腺細胞に対する放射線の作用	1964. 6.	日本動物学会関東支部例会	東京大学	
山口武雄	X線照射後の胸腺の電解質含量の変化	1964.10.	日本動物学会第35回大会	名古屋大学	
山口武雄　藤井良三	ラット胸腺細胞の放射線死	1964. 7.	日本放射線影響学会第6回研究発表会	東北大学	
山口武雄　藤井良三	ラット胸腺細胞に対する放射線初期効果の研究	1965. 2.	昭和39年度文部省放射線影響班研究報告	東京大学	
〔遺伝研究部〕					
今泉洋子　根井正利	血液型の頻度分布からみた日本人集団の遺伝的構造	1964.10.	日本遺伝学会第36回大会講演会	愛媛大学	
中西　宥	Cytological studies on the radiosensitivity of spermatogonia of the silkworm	1964.11.	日米科学協力による放射線遺伝学セミナー	大磯	
中西　宥　岩崎民子* 加藤旌夫*(小穴良子)*	カイコの精原細胞の放射線感受性	1964.12.	文部省科学研究費研究班報告会	京都工芸繊維大学	* 生物研究部
中西　宥　加藤旌夫*	紫外線局部照射を受けたカイコの精原細胞の変化	1965. 1.	文部省科学研究費研究班報告会	学士会館	
中西　宥　岩崎民子* (山田久美子)	アルテミア卵の分化と細胞分裂に関する細胞学的研究	1965. 1.	文部省科学研究費研究班報告会	国立遺伝学研究所	* 生物研究部
仲尾善雄	The critical comparisons between mutagenic and cell killing effects of radiation and radiomimetic substances	1964.11.	日米科学協力による放射線遺伝学セミナー	大磯	
仲尾善雄　山口英子 町田　勇	蚕のX線誘発可視突然変異に対するDNPおよび酸素の効果	1964. 7.	日本放射線影響学会第6回研究発表会	東北大学	
仲尾善雄　山口英子 町田　勇	ジメチルサルフェート，ジエチルサルフェートによる蚕の突然変異誘発	1964.10.	日本遺伝学会第36回大会	愛媛大学	
仲尾善雄　山口英子 町田　勇	ショウジョウバエ幼虫の合成培地飼育法を用いる核酸塩基のアナログによる突然変異誘発実験	1964.10.	日本遺伝学会第36大会回	愛媛大学	
仲尾善雄　山口英子 町田　勇	カイコの蛹期X線照射による突然変異と致死に対するO_2,N_2の影響	1964.10.	日本動物学会第35回大会	名古屋大学	
根井正利	遺伝的荷重におよぼす連鎖の影響	1964.10.	日本遺伝学会第36回大会講演会	愛媛大学	
根井正利	集団の遺伝的構造	1964.10.	日本遺伝学会第36回大会	愛媛大学	
根井正利　今泉洋子	近交係数と遺伝子頻度の分化	1964. 4.	Biometrics Society 日本支部(第16回)講演会	東京大学	

発表者	題目	発表年月	学会	場所	備考
根井正利　今泉洋子	日本人の ABO 血液型遺伝子頻度にみられる cline について	1964.11.	日本人類遺伝学会第9回総会	和歌山県立医科大学	
戸張厳夫	生存力におよぼす温度と genetic background の影響	1964.10.	日本遺伝学会第36回大会講演会	愛媛大学	
戸張厳夫　根井正利	遺伝的に不均一な集団の量的形質に対する放射線の影響（Ⅱ）	1964. 7.	日本放射線影響学会第6回研究発表会	東北大学	
〔生理病理研究部〕					
一井昭五	Pregnenolone 生合成に関する諸問題	1964. 9	内分泌学会東部部会	東京医科歯科大学	
一井昭五	ウシ黄体の 20α, 22R-dihydroxy-cholesterol desmolase (pregnenolone synthetose) について	1964.10.	生化学会総会	名古屋大学	
春日　孟 (H. B. Demopoulas) (A. A. Channing)	An ultrastructure study of melanosome origin and melahogenesis in B-16 and S-91 mouse melanomas, and human malignant melanomas	1964.11. 1965. 2	Seminar at Oak Ridge National Laboratory University Research Meeting	Oak Ridge (U.S.A.) Los Angels (U.S.A.)	
関　正利　竹内　正 (緒方知三郎)	Vit.E の放射線防護効果に関する実験的研究	1964. 5.	第53回日本病理学会総会	仙台	
関　正利　関山重孝	全身X線照射によるマウス脾の電子顕微鏡的研究	1964. 5.	日本電子顕微鏡学会第20回学術講演会	徳島	
島澄夫　松葉三千夫	ACTH 副腎内直接注入のコルチコイド産生能におよぼす影響について	1964. 4.	日本生理学会総会	千葉大学	
島澄夫　松葉三千夫	ラット副腎皮質におけるコルチコイド生合成過程におよぼすACTHの作用部位について，第Ⅰ報	1964. 6.	日本内分泌学会総会(第37回)	日本都市センター	
寺島東洋三	同調培養法によりあきらかにされた HeLa 細胞の放射線感受性の変化	1964. 5.	日本医学放射線学会第3回生物部会	岩手医科大学	
寺島東洋三	増殖周期と放射線の致死効果	1964. 7.	第6回放射線影響学会シンポジウム	東北大学	
寺島東洋三	腫瘍細胞の放射線感受性について	1964. 9.	第161回日本医学放射線学会関東部会	放射線医学総合研究所	
寺島東洋三	Recovery process of HeLa cells damaged by X-irradiation	1964.11.	Conference on Mechanisms of the Dose Rate Effect of Radiation at the Genetic and Cellular levels	大磯	
寺島東洋三 (横山健郎)	新しい同調培養法とそれを用いた HeLa 細胞への放射線の影響の研究	1964. 4.	第17回組織培養学会	京都大学	
寺島東洋三 (L. J. Tolmach) (R. A. Phillips)	X-ray sensitivity changes during the division cycle of HeLa S3 cells and anomalous survival kinetics of developing microcolonies	1964. 4.	The 18th Annual Symposium on Fundamental Cancer Research	Texas (U.S.A.)	
〔障害基礎研究部〕					
古川義宣　鹿島正俊 松岡　理	ガス代謝測定に関する基礎的実験呼気採取法と採取条件の吟味	1964.11.	第58回日本獣医学会	宮崎市自治会館	
古川義宣　松岡　理 鹿島正俊	マウスの呼吸ガス代謝測定に関する2，3の問題点	1965. 1.	第12回実験動物談話会	科学技術館	
早川純一郎 土屋武彦　村松　晉	3近交系マウスにおけるX線全身照射後の脾臓，胸腺の重量変化	1964. 5.	第23回日本医学放射線学会総会	岩手県公会堂	
小林定喜　中村　弥 (荒川清之)	酵母 *Torulopusis utilus* より抽出した還元型グルタチオンの生物学的活性（放射線防護効果）	1964. 6.	第28回必須アミノ酸研究評議会	学士会館	
松岡　理	放射線の消化管に対する影響の動物差の発現機構に関する研究	1964. 4.	第57回日本獣医学会	日本獣医畜産大学	
松岡　理　古川義宣 鹿島正俊	^{90}Sr による内部照射のマウス全身機能に及ぼす影響	1964. 7.	日本放射線影響学会第6回研究発表会	東北大学	

発表者	題目	発表年月	学会	場所	備考
南沢 武	中枢神経系におよぼす放射線の影響	1964. 6.	日本動物学会6月例会	東京大学	
南沢 武 土屋武彦	中枢神経系におよぼす放射線の影響 1. 家兎脳の electrical activity におよぼすX線の影響 (6)	1964. 7.	日本放射線影響学会第6回研究発表会	東北大学	
門間汎美 中村 弥 江藤秀雄	Effet des rayons X sur la teneur en sérotonine du sang chez la sourris. Relation entre la dose des rayons et l'effet	1964. 11.	日仏生物学会第61回例会	東京日仏会館	
村松 晉 早川純一郎 土屋武彦	マウスの成長に伴なう外部形態の変化	1965. 1.	第12回実験動物談話会	科学技術館	
中村 弥	放射線障害とセロトニン	1964. 7.	東大伝研談話会	東京大学	
中村 弥 門間汎美 江藤秀雄	Diminution remarquable de la teneur en sérotonine du sang chez le lapin irradié par des rayons X	1964. 11.	日仏生物学会第61回例会	東京日仏会館	
中村 弥 門間汎美 江藤秀雄(荒川清二)	X線照射後のハツカネズミ血中5-HT量の変化に及ぼす摘脾ならびに脾遮蔽の影響	1964. 7.	日本放射線影響学会第6回研究発表会	仙台市松下会館	
中村 弥 小島栄一 門間汎美 小林定喜 江藤秀雄	L細胞の放射線感受性に及ぼす methyl linolenate の影響	1964. 5.	第23回日本医学放射線学会総会	岩手県公会堂	
玉野井逸朗 土屋武彦 江藤秀雄	免疫化学的にみたマウスの各種臓器における放射線の影響 1. 骨髄の変化	1964. 7.	日本放射線影響学会第6回研究発表会	東北大学	
土屋武彦 (伊藤国彦) (西川義彦, 他)	バセドウ病の ^{131}I 治療における線量と効果の関係について, 第3報	1964. 6.	第37回日本内分泌学会総会	日本都市センター	
土屋武彦 (伊藤国彦) (西川義彦, 他)	バセドウ病の家族的発生について, 第1報	1964. 6.	第37回日本内分泌学会総会	日本都市センター	
土屋武彦 (伊藤国彦) (西川義彦, 他)	甲状腺腫をみとめないバセドウ病様疾患について	1964. 6.	第37回日本内分泌学会総会	日本都市センター	
土屋武彦 (福田 隆) (中島哲二) (山崎統四郎)	甲状腺シンチグラム読影における問題点	1964. 5.	第23回日本医学放射線学会総会	岩手県公会堂	
山田淳三	育種目標としての形質の選択について——放射線に対する反応を異にするマウス系統の育成に関連して	1965. 1.	第12回実験動物談話会	科学技術館	
〔薬学研究部〕					
赤星三弥	放射線防護物質に関する研究の現状とその問題点	1964. 6.	日本保健物理協議会	放射線医学総合研究所	
赤星三弥	Recent progress on chemical protection in mammals against ionizing radiation	1964. 11.	第6回日本アイソトープ会議総合講演	日本都市センター	
花木 昭	発ガン性アミノアゾ色素の代謝および肝臓蛋白質との結合について	1964. 4.	日本薬学会第19回大会	東京大学	
花木 昭 (宮沢辰雄)	グリシルグリシン銅錯塩の可視および赤外吸収スペクトル	1964. 4.	日本化学会第17年会	東京大学	
(中村 裕) 玉置文一	ラット副腎ミトコンドリアの steroid 11β- および 18-hydroxylase の作用機構	1964. 6.	第16回酵素化学シンポジウム	学士会館	
(中村 裕) 玉置文一	ステロイド11β- および 18- 水酸化酵素の新しい蛋白性補酵素要求性について	1964. 10.	第37回日本生化学会総会	名古屋大学	
色田幹雄 玉置文一	Cleavage of side chain of progesterone by rat testicular microsomes	1964. 7.	第6回国際生化学会議	New York (U.S.A.)	
篠田雅人 高木良成 玉置文一	サリバ・パロチン・Aの免疫化学的定量に関する研究	1964. 12.	第9回日本唾液腺シンポジウム	東京薬業健保会館	
篠田雅人 (岡 孝己) 玉置文一 赤星三弥	放射線障害防護薬剤に関する研究 (第1報) マウスの放射線感受性について	1964. 4.	第19回日本薬学大会	東京大学	

発表者	題目	発表年月	学会	場所	備考
篠田雅人(岡 孝己) 田名網和子 山田和子 玉置文一 赤星三弥	放射線障害防護薬剤に関する研究（第2報）AETおよびMEAの放射線障害防護作用について	1964. 4.	第19回日本薬学大会	東京大学	
玉置文一	*in vitro* における男性ホルモンの生合成	1964. 5.	第38回日本内分泌学会シンポジウム	日本都市センター	
玉置文一	ラット睾丸におけるテストステロン生合成経路について	1964.10.	群馬内分泌シンポジウム	群馬観光ホテル	
若林克己 玉置文一	*in vitro* biosynthesis of LH	1964. 8.	2nd International Congress of Endocrinology	London	
〔環境衛生研究部〕					
阿部史朗	ミリポア＋パンケーキGM管系による放射性浮遊塵計測の有効性	1964. 7.	日本放射線影響学会第6回研究発表会	東北大学	
阿部史朗	アルファ放射体用実験施設の建設	1964.11.	第6回アイソトープ会議	日本都市センター	
阿部史朗	自動ダストサンプラーの試作	1964.11.	第2回原子力学会炉工学分科会	大阪大学	
阿部史朗 渡辺博信	自動エアサンプラーの試作	1964.11.	第6回放射能調査研究成果発表会	放射線医学総合研究所	
阿部史朗 阿部道子 岡田守道	ミリポアフィルタの集塵特性(2)	1964.10.	日本労働衛生工学会第4回学会	早稲田大学	
阿部史朗 阿部道子 渡辺博信	大気浮遊塵中の ^{239}Pu（^{240}Pu）測定	1964.11.	第6回放射能調査研究成果発表会	放射線医学総合研究所	
新井清彦	$^{14}CO_2$ を使用する biogenetic chamber Ⅱ	1964.11.	第6回日本アイソトープ会議	日本都市センター	
稲葉次郎 榎本好和 市川竜資	SrおよびCaの消化管吸収に関する研究Ⅰ．体内蓄積に及ぼすL-アスパラギン酸の影響	1964. 4.	第57回日本獣医学会	日本獣医畜産大学	
稲葉次郎 榎本好和 市川竜資	食性によるSr, Ca代謝の相違に関する研究（Ⅱ）	1964. 7.	日本放射線影響学会第6回研究発表会	東北大学	
市川竜資 榎本好和 小栗幹郎 稲葉次郎 高田直子	腸管内における種々の放射性同位元素の滞留状況について	1964.11.	第6回放射能調査研究成果発表会	放射線医学総合研究所	
岩倉哲男	醗酵アルコールおよび植物精油中 ^{14}C の濃度変化	1964.11.	第6回放射能調査研究成果発表会	放射線医学総合研究所	
（勝沼晴雄）渡辺博信 阿部史朗 阿部道子	肺臓における放射性核種の生物学的半減期の測定	1965. 1.	文部省班研究報告	東京大学	
樫田義彦	$^{14}CO_2$ を使用する biogenetic chamber Ⅰ	1964. 4.	第1回理工学における同位元素研究発表会	東京大学	
樫田義彦	^{14}C and ^{3}H measurement by the use of a liquid scintillation counting. Ⅴ Colour quenching	1965. 2.	IAEA Symposium on RI Sample Measurement and Technology in Medicine and Biology	Vienna	
松尾光芳	芥子油配糖体の生合成 Ⅳ．$Na^{35}SO_4$ 投与時における sinigrin への ^{35}S の取込みについて	1964. 4.	第19回日本薬学大会	東京大学	
松坂尚典(池田三義) (大久保義夫)	妊娠前 ^{89}Sr 既往汚染母体から新生児への ^{89}Sr 移行	1964. 4.	第37回日本薬理学会総会	長崎大学	
松坂尚典(池田三義) (大久保義夫)	^{89}Sr および ^{45}Ca の新生児への移行	1964. 4.	第57回日本獣医学会	日本獣医畜産大学	
小栗幹郎 高田直子	魚類の簡易採尿法とカムルチーの尿の2, 3の性状	1964.10.	日本水産学会秋季大会	東京水産大学	
小栗幹郎 高田直子 市川竜資	魚類の腎排出におけるSr-Ca差別率	1964. 7.	日本放射線影響学会第6回研究発表会	東北大学	
渡辺博信 小柳 卓*	下水処理場における放射性核種の動向について	1964. 9.	第21回日本公衆衛生学会総会	北海道大学	*環境汚染研究部

発表者	題目	発表年月	学会	場所	備考
渡辺博信　阿部史朗 阿部道子	人体臓器中のα放射体の測定	1964.11.	北日本放射線影響研究者会議	新潟大学	
渡辺博信　小口節子 山下幹雄	外部線量測定用高圧電離箱の試作	1964.11.	第6回放射能研究調査成果発表会	放射線医学総合研究所	
渡辺博信　山下幹雄 小口節子	外部線量測定用高圧電離箱の試作	1965. 7.	日本放射線影響学会第6回研究発表会	東北大学	
鈴木間左支	ウラン鉱山内における環境と bioassay の関連について	1964.11.	労働衛生工学会	早稲田大学	
鈴木間左支	原子燃料再処理事業における放射線防護について	1964.11.	原子力総会シンポジウム	学士会館	
鈴木間左支	内部被曝障害の評価について	1965. 2.	京大原子力施設原子炉の生物学シンポジウム	京大原子炉実験所	
〔環境汚染研究部〕					
大桃洋一郎 佐伯誠道	牛乳中の ^{131}I 定量法について	1964. 7.	日本放射線影響学会第6回研究発表会	東北大学	
大桃洋一郎 佐伯誠道	牛乳中のヨウ素の形態に関する研究 第1報，牛乳中の ^{131}I 定量法の検討	1964.11.	第6回日本アイソトープ会議	日本都市センター	
大桃洋一郎 児玉幸雄　山口治子 佐伯誠道	東京湾内海水中の放射性核種濃度	1964.11.	第6回放射能調査研究成果発表会	放射線医学総合研究所	
鎌田　博　佐伯誠道	日本各地における上水道中の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度について	1964. 4.	第19回日本薬学大会	東京大学	
佐伯誠道　梅津　武* (古川　厚)	放射性核種の水中懸濁物による濃縮 (第1報)	1964. 4.	日本水産学会年会	東京水産大学	* 外来研究員
佐伯誠道　飯沼　武* 内山正史	^{137}Cs の人体負荷量に関する研究 (第1報)	1964. 4.	日本原子力学会年会	立教大学	* 物理研究部
佐伯誠道　小柳　卓 近藤喜久子	下水道における放射性物質の研究 (第3報)	1964. 7.	日本放射線影響学会第6回研究発表会	東北大学	
佐伯誠道　上田泰司 鈴木　譲	1962年太平洋捕獲魚の放射性物質 (第2報)	1964.11.	第6回放射能調査研究成果発表会	放射線医学総合研究所	
佐伯誠道　上田泰司 鈴木　譲	日本海側と太平洋側の魚類中の ^{90}Sr ^{137}Cs 濃度	1964.11.	第6回放射能調査研究成果発表会	放射線医学総合研究所	
佐伯誠道　鎌田　博 清水恵美子	土壌中の ^{90}Sr, ^{137}Cs 濃度	1964.11.	第6回放射能調査研究成果発表会	放射線医学総合研究所	
佐伯誠道　上田泰司 鈴木　譲	食品の放射性物質	1964.11.	第6回放射能調査研究成果発表会	放射線医学総合研究所	
佐伯誠道　小柳　卓 近藤喜久子	下水処理施設におけるラジオアイソトープの移動	1964.11.	第6回日本アイソトープ会議	日本都市センター	
佐伯誠道　小柳　卓 山下幹雄 近藤喜久子	下水道における放射性物質の研究 (第2報)	1964. 4.	日本原子力学会年会	立教大学	
佐伯誠道　上田泰司 鈴木　譲　村越善次	放射性降下物による食品，特に水産食品汚染の研究	1964. 4.	日本水産学会年会	東京水産大学	
佐伯誠道　上田泰司 鈴木　譲　村越善次	食品中の放射性核種	1964. 7.	日本放射線影響学会第6回研究発表会	東北大学	
佐伯誠道　田中義一郎 鎌田　博 村越善次　小柳　卓	中国核爆発実験の放射性降下物による環境汚染	1964.11.	第6回放射能調査研究成果発表会	放射線医学総合研究所	
佐伯誠道　飯沼　武* 内山正史　蔡昭明** 石原十三夫*	^{137}Cs 人体負荷量と ^{137}Cs 尿中濃度	1964.11.	第6回放射能調査研究成果発表会	放射線医学総合研究所	* 物理研究部 **台湾清華大学
佐伯誠道 田中義一郎 上田泰司　鎌田　博 小柳　卓　鈴木　譲 富川昭男　村越善次	環境放射能バックグラウンド	1964. 4.	日本原子力学会年会	立教大学	

発表者	題目	発表年月	学会	場所	備考
田中義一郎	水牛乳尿および甲状腺中の放射性ヨウ素の定量法	1964. 4.	第57回日本獣医学会	日本獣医大学	
田中義一郎 富川昭男	甲状腺尿および牛乳中の放射性ヨウ素の測定法	1964. 7.	日本放射線影響学会第6回研究発表会	東北大学	
渡辺博信* 小柳 卓	下水処理場における放射性核種の動向について	1964. 9.	日本公衆衛生学会	北海道大学	* 環境衛生研究部
〔臨床研究部〕					
福田信男 田中 茂	甲状腺ホルモンおよび類似化合物の量子化学的考察	1964.11.	日本内分泌学会関東部会	東京	
平嶋邦猛（高久史麿）	赤血球生成の体液性調節	1965. 3.	第27回日本血液学会	国立教育会館	
平嶋邦猛 (D. D. Portecus) (S. C. Tso) (L. G. Lajtha)	Stem-cell kinetics after ionizing radiation	1964. 9.	4th Congress of the International Society of Haematology	Stockholm (Sweden)	
石原隆昭 熊取敏之	電離放射線の白血球染色体に及ぼす影響	1965. 3.	第27回日本血液学会総会シンポジウム	国立教育会館	
熊取敏之 石原隆昭	電離放射線被曝による白血球染色体異常について	1964. 6.	日本血液学会	広島公会堂	
熊取敏之 石原隆昭	トロトラスト被投与者にみられた白血球染色体異常	1964. 7.	染色体学会	日本大学	
熊取敏之 石原隆昭	電離放射線被曝者の白血球染色体	1964.11.	長崎原爆後障害研究会	長崎大学	
楠本五郎 恒元 博 古川重夫	立体模型（小線源）を用いた線量計算法	1964.10.	第28回日本医学放射線学会第162回関東部会	群馬県猿ケ原ホテル	
楠本五郎 恒元 博 藤田裕子 古川重夫	平板型電離槽を用いた治療時人体容積線量の測定	1964. 5.	第23回日本医学放射線学会総会	岩手県公会堂	
三輪史朗	赤血球酵素異常と溶血	1964. 6.	日本血液学会	広島公会堂	
田中 茂 福田信男 辰口益三	^{131}I の甲状腺摂取率に及ぼす各種薬物の影響	1964. 4.	日本内分泌学会	東京	
田中 茂 熊取敏之 辰口益三	^{131}I の甲状腺ならびに全身負荷軽減に関する研究	1964. 7.	日本放射線影響学会第6回研究発表会	東北大学	
田中 茂 辰口益三 藪本栄三	低アルブミン血症の RI による診断	1964.11.	第4回日本核医学会	東京	
田中 茂 福田信男 辰口益三 藪本栄三	糖尿病患者の ^{131}I－インスリン代謝	1964.11.	第4回日本核医学会	東京	
上田俊男 熊取敏之	ヒト白血球培養条件の検討	1965. 3.	第27回日本血液学会総会	国立教育会館	
〔病院部〕					
荒居竜雄* 田崎瑛生，他	放射性縫合糸の試作（第2報）	1964. 5.	第23回日本医学放射線学会	岩手県公会堂	* 臨床研究部
池田道雄 望月幸夫 田崎瑛生	半自動化計算による多門ならびに運動照射時の等線量曲線製作への試み	1964. 5.	第23回日本医学放射線学会	岩手県公会堂	
(町田豊平) 尾立新一郎 田崎瑛生 米山達男	膀胱マラユプラキーの1例	1965. 3.	日本泌尿器科学会	関東逓信病院	
望月幸夫 池田道雄 田崎瑛生	放射線治療におけるピリミヂン誘導体応用の検討	1964. 5.	第23回日本医学放射線学会	岩手県公会堂	
尾立新一郎 池田道雄 荒居竜雄* 望月幸夫 田崎瑛生	子宮頸癌腟内照射の簡単な線量分布の作り方	1965. 3.	日本産婦人科学会	東京大学	* 臨床研究部
田崎瑛生	下咽頭頸部食道癌の照射の困難性について	1964. 5.	頭頸部腫瘍研究会	大阪	
田崎瑛生	肺癌術前照射における至適線量の一考察	1964. 9.	肺癌研究会	千葉県庁ホール	

発表者	題目	発表年月	学会	場所	備考
田崎瑛生　望月幸夫 尾立新一郎 荒居竜雄*　池田道雄	子宮頸癌腔内照射線量の日本人における特異性について	1964. 5.	第23回日本医学放射線学会	岩手県公会堂	* 臨床研究部
田崎瑛生　池田道雄 荒居竜雄*　望月幸夫 尾立新一郎	子宮頸癌腔内照射の至適線量と尿管被曝線量について	1964. 9.	日本産婦人科学会	千葉大学	* 臨床研究部
田崎瑛生　望月幸夫 尾立新一郎 荒居竜雄*　池田道男	子宮体癌の放射線療法について	1964.11.	癌治療学会	千葉県庁講堂	* 臨床研究部
山本五郎　田崎瑛生	撒布性肺転移癌の全胸廓照射について	1965. 1.	肺癌研究会	慶応大学	
山本五郎　荒居竜雄* 池田道雄　田崎瑛生 望月幸夫	肺癌外部照射計画法の１例	1964. 6.	肺癌研究会	放射線医学総合研究所	
〔養成訓練部〕 青木一子	X線被照射キンギョの造血器官の細胞数と分裂頻度に及ぼす温度の影響	1964.10.	日本動物学会第35回大会	名古屋大学	

10. 職員著書その他一覧

A. 著書

（　）内は所外の共同執筆者

著者(執筆者)	書名	題目	出版年月	頁数	備考
〔化学研究部〕 河村正一	アイソトープ講座(３)	アイソトープの化学	1964	1～111	社団法人日本エックス線技師会
(三宅泰雄)(杉村行勇) 坪田博行	The natural radiation environment	Content of uranium, radium and thorium in river waters in Japan	1964	219～225	
〔生物研究部〕 江上信雄，他	実験発生学・下巻	変態・性	1964. 9.	16～45 196～272	岡田要編
〔遺伝研究部〕 中井　斌	放射線遺伝学	微生物における放射線突然変異の機構	1964. 5.	44 227～269	裳華房
中西　宥	組織培養	染色体研究における応用	1964. 9.	525～534	朝倉書店
中西　宥 (牧野佐二郎)	Cytogenetics of cells in culture	Phase cinematography studies on the effects of radiation and of some chemicals on cells and chromosomes	1964	47～62	Academic Press
仲尾善雄	放射線遺伝学	化学物質による突然変異の誘発	1964. 6.	155～189	裳華房
〔障害基礎研究部〕 江藤　秀雄	放射線医学(基礎)〔医学双書25A〕		1964.10.	174	医学書院改版第５版
江藤秀雄　土屋武彦	アイソトープ講座(６)	アイソトープの利用	1964.10.	117	社団法人日本エックス線技師会
玉野井逸朗	生物学		1965. 3.		分担執筆有信堂

著　者(執筆者)	書　名	題　目	出版年月	頁　数	備　考
〔薬学研究部〕					
赤星三弥	有機薬品合成化学	フリーデル・クラフツ反応（増補第7版）	1964. 4.	156～165	南江堂
赤星三弥	有機薬品合成化学	縮合（増補第7版）	1964. 4.	166～203	南江堂
〔環境汚染研究部〕					
佐伯誠道（菊地吾郎，他4氏）	化学実験ハンドブック（増補版）		1965. 3.	600	
〔臨床研究部〕					
熊取敏之	日本血液学全書（第3巻）	工業的放射能症	1964	586～599	丸善
熊取敏之	今日の治療指針 1964	白血病	1964. 7.	193～195	医学書院
熊取敏之（三好和夫）	日本血液学全書（第3巻）	ビキニ放射線症の臨床並びに血液学的特徴（被曝後9年間の経過を含めて）	1964	660～703	丸善
上田俊男	組織培養	培養技術 腹水，末梢血，造血臓器などの浮遊細胞の利用	1964. 9.	83～85	朝倉書店
上田俊男	組織培養	造血臓器の培養	1964. 9.	269～292	朝倉書店
〔病　院　部〕					
田崎瑛生	放射線医学（改訂版，江藤他編）	頭頸部腫瘍，乳癌，女性生殖器の癌，皮膚癌，			医学書院印刷中
田崎瑛生	放射線治療学（宮川，他編）	婦人生殖器の癌各論			印刷中
田崎瑛生　池田道男	放射線治療学（宮川，他編）	放射線治療患者の看護管理			印刷中
田崎瑛生　望月幸夫	放射線治療学(宮川，他編)	放射線治療における防護			印刷中
〔技　術　部〕					
桜井保孝	アイソトープ講座 (5)	放射線の管理	1964. 8.		伊沢正実共著 日本エックス線技師会
〔養成訓練部〕					
飯田博美	アイソトープ講座 (1)	アイソトープの物理学	1964. 5.	98	社団法人 日本エックス線技師会

B.　総説，その他　　（　）内は所外の共同執筆者

発　表　者	題　名	発表年月	発　表　誌	巻	号	頁	備　考
〔物理研究部〕							
飯沼　武	シンチレーション計数管における光電子増倍管の雑音について	1964. 5.	応用物理	33	5	298	
松沢秀夫	ベータートロンX線，電子線の線量測定と線量分布	1964. 9.	日本医学放射線学会雑誌	24	6	606～610	
〔化学研究〕							
渡利　一夫（岩島　清）	天然水中の放射性ルテニウムの捕集と分離	1964	化学と工業	17	1	702～710	

発表者	題目	発表年月	発表誌	巻	号	頁	備考
〔生物研究部〕							
江上信雄，他	比較内分泌について	1964. 6.	ホルモンと臨床	12	6	430～446	
江上信雄	比較内分泌学——その理念と応用——	1964. 8.	メディカル・カルチュア	6	4	696～704	
江上信雄	性とその分化	1964. 4.	化学療法		38	1～6	
兵藤泰子	オートラジオグラフ法について	1964.12.	東書高校通信「生物」	3	12	4～5	
山口武雄	神経の興奮，伝導	1964. 8.	東書高校通信「生物」	3	8	1～3	
山口武雄	Histoincompatibility と胸腺		医学のあゆみ				印刷中
〔遺伝研究部〕							
中西　宥	映画でとらえた細胞分裂	1964. 4.	遺伝	18	4	8～11	
山口英子	化学物質による突然変異の誘発	1964. 5.	医学のあゆみ	49	10	479	
〔障害基礎研究部〕							
江藤秀雄	原子炉よりの ^{41}A の放出について“安全性の観点より”	1964. 3.	日本保健物理協議会ニュース	1964—3	8,9	19～23	
江藤秀雄（吉沢康雄）	各科領域における Iatrogenic Disorder放射線	1965. 3.	日本臨牀	23	3	106～112	
江藤秀雄	タバコの中の放射性物質：ラジウム-226およびポロニウム-210	1965. 3.	医学のあゆみ	52	13	777～778	
江藤秀雄	最大許容量；X線ガンマ線；“r”（レントゲン）“rep”（レップ）“rad”（ラド）“RBE”“rem”（レム）	1964. 4.	医学のあゆみ	49	5	260～262	
南沢　武	脳波について	1964. 9.	東書高校通信「生物」				
〔薬学研究部〕							
赤星三弥	メルカプトアルキルアミンの反応とアルコール類の脱水反応	1964. 7.	化学	19	7	718～721	
赤星三弥	含イオウ化合物の合成	1964.12.	化学	19	12	1267～1268	
赤星三弥	放射線防護物質に関する研究の現状とその問題点	1965. 2.	日本保健物理協議会ニュース		14	379～383	
赤星三弥	Recent progress on chemical protection in mammals against ionizing radiation	1965. 2.	第6回日本アイソトープ会議報文集			770～785	
色田幹雄	副甲状腺の異常（基礎医学者からみた内分泌疾患）	1964.12.	診療	17	12	34～39	
色田幹雄　柿崎弘子	生化学におけるダブルトレーサー実験	1964. 5.	化学の領域	18	5	53～62	
色田幹雄　柿崎弘子　玉置文一	放射性物質の薄層クロマトグラフィ	1964.11.	化学の領域　増刊	64号	第2集	45～60	
若林克己　色田幹雄　玉置文一	新型メタボリックインキュベーターの試作	1964. 6.	蛋白質・核酸・酵素	9	7	607～608	
〔環境衛生研究部〕							
阿部史朗	アルファ放射体実験棟の建設	1965. 2.	日本保健物理協議会ニュース		14	384～389	

発表者	題名	発表年月	発表誌	巻	号	頁	備考
阿部史朗	エーロゾル粒子（煙霧質）の性状	1964.10.	空気清浄	2	2	10～19	
阿部史朗	アルファ放射体用実験施設の建設	1964.12.	原子力工業	11	1	59～63	
岩倉哲男	放射性炭素 C-14 と三重水素の分別測定法（液体シンチレーション測定法を中心に）	1964. 5.	化学の領域	18	5	43～52	
樫田義彦　岩倉哲男	Liquid scintillatio ncounting の最近の進歩	1965. 3.	Radioisotopes	14	2	152～165	
鈴木間左支	放射性物質摂取障害の評価	1965. 2.	科学	35	2	65～71	
〔環境汚染研究部〕							
佐伯誠道	海洋への放射性廃棄物の処分	1964. 7.	原子力工業	10	7	8～12	
佐伯誠道　小柳　卓 山下幹雄　近藤喜久子	下水処理施設におけるラジオアイソトープの移動	1965. 1.	原子力工業	11	1	55～58	
〔臨床研究部〕							
平嶋邦猛（中尾喜久）	診断及び治療上の進歩「血液疾患」	1965. 2.	日本医事新報		2128	14	
石原隆昭	白血病に特有な染色体異常	1965	遺伝	19	2	12～15	
〔養成訓練部〕							
飯田博美	1962年 ICRU Report 10a の正誤表について	1865. 2.	日本原子力学会	7	2	110	

11. 養成訓練部各課程講師，研修生一覧

放射線防護短期課程

第1表　放射射利用医学短期課程　所外講師名および講義科目

放射性薬剤短期課程

氏名	所属機関	防護課程第10，11回講義科目	医学課程第6，7回講義科目	薬剤課程第1回講義科目
有水　昇	千葉大学医学部	放射線，RIの医学系への利用	臨床実習，アイソトープスキャンニング実習	
柄川　順	国立がんセンター病院放射線科		臨床実習	
藤井　正一	建設省建築研究所	放射線施設概論，排気排水設備	研究室および病院設計	
藤田　順一	国立東京第二病院放射線科		患者取扱い	
福田　整司	日本原子力研究所東海研究所	安全設備および取扱い器具，安全取扱い（密封RI）		
浜田　政彦	国立がんセンター病院放射線科		高エナージー線治療	
浜口　博	東京大学理学部	RIの製造，放射線，RIの化学的利用		
平田　明	小西六写真工業株式会社化学研究所		オートラジオグラフィー	オートラジオグラフィー

氏　名	所　属　機　関	防護課程第10，11回講義科目	医学課程第6，7回講義科目	薬剤課程第1回講義科目
日高　丘平	日本原子力研究所東海研究所	事故時の急救処置		
茨木　康行	通産省工業技術院電気試験所			線量測定
飯尾　正宏	東京大学医学部		RI 診断概論，循環器機能診断	
石田　末雄	科学技術庁原子力局放射線安全課			障害防止法と健康管理
巖淵　光弘	日本原子力研究所東海研究所	原子炉施設の安全設備		
筧　弘毅	千葉大学医学部	放射線および RI の医学系への利用	アイソトープスキャンニング	
加島　政昭	東京通信病院放射線科	臨床実習		
加藤　正夫	東京大学生産技術研究所	放射線および RI の工業利用		
勝沼　晴雄	東京大学医学部	放射線と公衆衛生		
小林　昌敏	東京都立アイソトープ総合研究所	放射線および RI の工業利用		
倉光　一郎	国立東京第一病院研究検査科		臓器機能診断，腫瘍診断	
Manuel Tubis	Asst. Clinical Prof. of Radiology School of Medicine, University of California, Los Angeles, California			放射性同位元素の製造，原子力時代における薬学者の役割，交換反能による ^{131}I ヒップランの調整，薬学および医学における放射性同位元素，病院薬局における放射性同位元素，質量吸収係数の測定における放射性同位元素，薬剤の製造と研究への放射性同位元素の利用，定量測定と半減期測定，薬学実務への放射線および放射性同位元素の利用
松平　寛通	国立がんセンター病院放射線科		臨床実習	
水上　繁樹	東京大学		RI の基礎医学への利用	
宮川　正	〃		放射線治療概論	
宮永　一郎	日本原子力研究所東海研究所	個人管理（被曝管理）		
宮坂　駿一	〃	遮蔽計算と実際		
望月　恵一	〃	原子炉概論		
森内　和之	通産省工業技術院電気試験所田無分室	線量標準測定法と測定器較正法	線量測定	
守屋　忠雄	自治省消防研究所	事故対策概論		
村上悠紀雄	日本原子力研究所ラジオアイソトープ研修所	放射化学		放射化学
西垣　晋	農林省農業技術研究所	放射線及び RI の農業利用		
尾内　能夫	癌研究会附属病院放射線科		放射線遮蔽理論	放射線遮蔽理論
大野　明	神奈川県工業試験所	安全取扱（密封 RI），安全設備及び取扱器具		
大塚　巖	理化学研究所	電子回路	エレクトロニクス，電子回路	
三枝　健二	千葉大学医学部		臨床実習，アイソトープスキャンニング実習	

氏　名	所　属　機　関	防護課程第10，11回講義科目	医学課程第6，7回講義科目	薬剤課程第1回講義科目
粟冠　正利	東北大学		放射線生物学，障害基礎	
渋谷　政夫	農林省農業技術試験所	放射線およびRIの農業利用		
志田　正二	東京工業大学	放射線化学		放射線化学
末吉　徹	富士写真フィルム株式会社研究所	オートラジオグラフィー		
村主　進	日本原子力研究所東海研究所	モニタリングおよびエリアサーベー		
立田　初己	〃	〃		
高橋　晄正	東京大学		統計学および推計学	
滝沢延次郎	千葉大学		悪性腫瘍の放射線病理	
鶴藤　丞	東京大学			放射性トレーサー
津屋　旭	横浜市立大学		外部測定	
浦久保五郎	国立衛生試験所			薬事法
山県　登	国立公衆衛生院	放射化学分析法		
山本誠一郎	東京逓信病院放射線科		臨床実習	
山下　久雄	慶応義塾大学		アイソトープ内用治療	
与那原良雄	国立東京第二病院放射線科		臨床実習	
吉川　春寿	東京大学医学部	放射線およびRIの生物系への利用	RIの基礎医学への利用	RIの基礎医学への利用
吉沢　康雄	〃	個人管理（健康管理）		

（アルファベット順）

第2表　所内講師名および講義科目

氏　名	所　属	防護課程第10，11回講義科目	医学課程第6，7回講義科目	薬剤課程第1回講義科目
塚本　憲甫	所長	トピックス	トピックス	
伊藤　岳郎	物理研究部長	放射線の単位	測定概論	測定概論
田中　栄一	物理研究部			放射能測定
平本　俊幸	〃		ガスフローカウンター	
飯沼　武	〃			シンチレーションカウンター
野原　功全	〃			シンチレーションカウンター
松沢　秀夫	〃	放射線発生機器		
橘詰　雅	〃	環境放射線（人工放射線）		
加藤　義雄	〃	放射線遮蔽理論		
伊沢　正実	化学研究部長	安全取扱（非密封RI），最大許容線量	許容線量および保健安全	最大許容量と保健安全
河村　正一	化学研究部	β線の自己吸収，共沈法	β線の自己吸収	^{90}Sr-^{90}Yから^{90}Yの無担体分離
渡利　一夫	〃	イオン交換法		
江上　信雄	生物研究部長	生物演習		
山口　武雄	生物研究部	放射線生物物理学概論	放射線生物学	
中沢　透	〃	細胞集団に対する放射線の作用		
仲尾　善雄	遺伝研究部長	放射線遺伝学概論，細胞に対する放射線の作用，集団(人類)に対する放射線の遺伝的作用		放射線遺伝学

氏　名	所　属	防護課程第10，11回講義科目	医学課程第6，7回講義科目	薬剤課程第1回講義科目
竹内　正	生理病理研究部長		放射線病理学	
江藤　秀雄	障害基礎研究部長	放射線障害と基礎的問題点	放射線障害に関する諸問題，トピックス	放射線障害
松岡　理	障害基礎研究部	汚染動物の管理	動物実験における安全取扱	動物実験におけるRI安全取扱
鹿島　正俊	〃	オートラジオグラフィー，急性障害と血液変化	オートラジオグラフィー，RIの代謝	
赤星　三弥	薬学研究部長	放射線防護薬剤		放射線防護薬剤
渡辺　博信	環境衛生研究部長	自然環境における放射線		
樫田　義彦	環境衛生研究部	標識化合物，汚染および除染	液体シンチレーションカウンター	
鈴木　正	〃	職業環境と放射線		
小栗　幹郎	〃	放射性物質とフードチェン		
岩倉　哲男	〃		液体シンチレーションカウンター	
佐伯　誠道	環境汚染研究部	廃棄物処理技術，放射性廃棄物管理原論		
田中　茂	臨床研究部長		物理代謝，甲状腺診断，臨床実習	
熊取　敏之	臨床研究部	放射線障害の臨床的問題	障害臨床	
平嶋　邦猛	〃		オートラジオグラフィー	
永井　輝夫	〃		外部測定，血液疾患診断，アイソトープスキャンニング	RIの臨床医学への利用
楠本　五郎	〃		治療技術ならびに線量分布，線量測定	
北川　俊夫	〃		高エナージ線治療	
恒元　博	〃		線量測定	
近藤　民雄	技術部技術課	安全取扱（照射器）		
石川　友清	技術部放射線安全課長	法律，法律演習	障害防止法および健康管理	
桜井　保孝	技術部放射線安全課	モニタリングおよびエリアサーベー，汚染管理，除染管理	サーベーおよびモニター，RI安全取扱，サーベーメーター，除染作業，廃棄物処理，汚染管理	廃棄物処理
福元　健夫	〃	個人被曝管理	個人被曝管理	フィルムバッジ
伊藤　文雄	〃	廃棄物処理技術		
岩楯　七郎	〃	汚染管理，モニタリングおよびエリアサーベー，除染作業	サーベーメーター，汚染管理，除染作業	エリアサーベーおよび汚染管理
長内　忠亮	〃		サーベーメーター	
山田　隆	〃	個人被曝管理	個人被曝管理	
田崎　瑛生	病院部医務課長		臨床実習，治療総論	
中村　正好	東海支所研究室長	RI安全取扱法，RIの代謝	RIの代謝，RI安全取扱法，β線の自己吸収	GMカウンター，$^{90}Sr-^{90}Y$から^{90}Yの無担体分離，エリアサーベーおよび汚染管理
飯田　博美	養成訓練部長	原子物理，物理演習，GMカウンター，学会案内，ガイダンス	原子物理，物理演習，GMカウンター，シンチレーションカウンター	原子物理，GMカウンター
河野　宗治	養成訓練部	放射線測定，GMカウンター，シンチレーションカウンター，ガスフローカウンター，放射化分析，計測演習，放射線発生機器	放射線測定，GMカウンター，シンチレーションカウンター，計測演習，外部測定，ガスフローカウンター	

氏　名	所　属	防護課程第10，11回講義科目	医学課程第6，7回講義科目	薬剤課程第1回講義科目
岡村　弘之	養成訓練部	シンチレーションカウンター，化学演習，RI安全取扱法，放射化分析，β線の自己吸収，イオン交換法，モニタリングおよびエリアサーベー，共沈法，ガスフローカウンター，汚染管理，RIの代謝，除染作業，廃棄物処理技術	RI安全取扱法，β線の自己吸収，RIの代謝	
白石　義行	〃	GMカウンター，安全取扱法，オートラジオグラフィー，モニタリングおよびエリアサーベー，急性障害と血液変化，汚染管理，RIの代謝，除染作業		
青木　一子	〃	シンチレーションカウンター，汚染管理，オートラジオグラフィー，急性障害と血液変化，RIの代謝，除染作業，廃棄物処理技術，モニタリングおよびエリアサーベー	RI安全取扱，オートラジオグラフィー，RIの代謝	

第3表の1　第10回放射線防護短期課程研修生名簿

氏　名	所　属
有馬　昭	千葉大学医学部附属病院放射線科
遠藤　順一	原子燃料公社開発部技術課
藤本　滋生	鹿児島大学農学部
花田　富美子	放射線医学総合研究所病院部
日高　忠治	日本生命済生会附属日生病院放射線科
井上　忠良	農業技術研究所生理遺伝部
石　義雄	海上自衛隊横須賀地区病院
垣内　詔二	国立高知病院放射線科
金谷　浩一郎	同和鉱業株式会社小坂研究所
川久保　洋	陸上自衛隊化学学校第103化学発煙中隊
河野　誠一	宮崎県立宮崎病院放射線科
木村　滋	東京教育大学大学院農学研究科農学専攻修士課程（在学中）
三島　厚	名古屋大学医学部附属病院放射線科
西脇　和枝	東京女子医科大学法医学教室
小保内　弘一	岩手大学放射性同位元素研究室
緒方　節生	熊本大学医学部放射線科
奥村　寛	愛知県がんセンター建設事務局
小野田　欽一	国立衛生試験所薬理部
坂本　忍	東北大学大学院医学研究科(在学中)
桜木　幹夫	運輸省航海訓練所
佐々木　俊作	東北大学医学部放射線基礎医学講座
柴田　浩	東京大学大学院生物系研究科獣医課程修士課程（在学中）
下田　一雄	日本総合防水株式会社技術部研究室
橘　美佐子	国立がんセンター研究所化学療法部
種村　静雄	慶応義塾大学医学部放射線業務管理室
谷本　義文	東京歯科大学生理学研究室
富永　幸男	国立大村病院放射線科
渡辺　昇	愛媛県立中央病院放射線科
渡辺　清次	新潟県立がんセンター新潟病院
山下　敬一	原子燃料公社倉吉出張所技術課

第3表の2　第11回放射線防護短期課程研修生名簿

氏　名	所　属
阿部　建男	長崎大学医学部原爆後障害医療研究施設
有吉　敏彦	長崎大学薬学部衛生化学教室
江副　正輔	九州大学医学部附属病院小児科
福島　和雄	千葉大学園芸学部農芸化学科
星野　正生	農林省畜産試験場飼料作物部
稲葉　忠興	農林省農業技術研究所病理昆虫部
石原　豊之	東京大学原子核研究所放射線管理室
伊藤　和夫	熊本大学薬学部薬品製造工学教室
吉川　純弘	京都府立医科大学（大学院1年在学中）
小島　睦男	農林省農業技術研究所生理遺伝部

氏名	所属
小島　隆	東京工業大学原子炉工学研究所垣花研究室
松川正永	大阪歯科大学（大学院1年在学中）
松岡承沢	聖マリア病院X線室
宮国信栄	琉球政府厚生局宮古保健所
名田智恵一	松山赤十字病院放射線科
内貴正治	東京大学伝染病研究所獣医学研究部
小笠原しほみ	放射線医学総合研究所病院部
斎藤勝	宮城県心臓血管病予防協会
柴山孝行	国立名古屋病院放射線科
鈴井孝仁	農林省北海道農業試験場病理昆虫部
鈴木康夫	大阪歯科大学生理学教室
高木胖	農林省放射線育種場照射課

氏名	所属
高橋勇守	東北大学医学部附属病院中央放射線部
富山栄一	運輸省航海訓練所研究第2課
和田俊司	神戸大学理学部生物学教室
渡辺昭	関西医科大学附属病院放射線科
山田隆	放射線医学総合研究所技術部放射線安全課
山根明臣	農林省林業試験場保護部
山下奉昭	徳島大学医学部附属病院中央放射線部
吉川雪男	株式会社日本軽金属蒲原工場診療所兼研究所RI研究室
吉原進	同和鉱業株式会社秋田鉱業所花岡病院X線科

第3表の3　第6回放射線利用医学短期課程研修生名簿

氏名	所属
浜田辰己	大阪大学大学院医学研究科(在学中)
原田正智	防衛庁航空自衛隊幕僚監部衛生課
勝島一郎	東北大学大学院医学研究科(在学中)
木戸長一郎	名古屋大学医学部附属病院第1外科
木下陽	岡山大学医学部附属病院小坂内科
河野信夫	東京医科歯科大学医学部第2外科学教室
中瀬吉美	和歌山県立医科大学附属病院第2外科学教室
小原準之輔	秋田県立中央病院放射線科
緒方義也	熊本大学医学部附属病院放射線科

氏名	所属
鴛海良彦	九州大学医学部附属病院放射線科
小山田日吉丸	国立がんセンター研究所内分泌部アイソトープ室
斉藤秀雄	順天堂大学大学院医学研究科（在学中）
篠田章	東京医科大学附属病院外科
遠山富也	千葉大学医学部放射線科
山田龍作	大阪市立大学大学院医学研究科（在学中）
山崎統四郎	虎の門病院放射線科

第3表の4　第7回放射線利用医学短期課程研修生名簿

氏名	所属
平林光司	岡山大学医学部産婦人科学教室
伊勢泰	自衛隊中央病院小児科
伊藤和朗	広島大学原爆放射能医学研究所臨床第1部門
伊東重光	名古屋大学医学部小児科学教室（大学院在学中）
春日建邦	千葉大学医学部附属病院放射線科
木村勝美	九電病院診療部
国枝武義	慶応義塾大学医学部内科学教室（大学院在学中）
馬原敬二	順天堂大学医学部第2内科学教室（大学院在学中）

氏名	所属
中嶋典嗣	熊本大学医学部附属病院放射線科
南部正次	市立札幌病院放射線科
蔡昭雄	千葉大学医学部寄生虫学教室
佐久間貞行	名古屋大学医学部附属診療エックス線技師学校
佐々木爾	東北大学医学部鳥飼内科学教室（大学院在学中）
佐藤守雄	陸上自衛隊札幌地区病院放射線科
辻芳郎	長崎大学医学部小児科学教室
雅楽川隆	新潟大学医学部小児科学教室（大学院在学中）

第3表の5　第1回放射性薬剤短期課程研修生名簿

氏名	所属
有馬省一	株式会社東京原子力産業研究所業務部放射線応用課
馬場茂雄	東京薬科大学薬品分析学教室
福地坦	大阪大学医学部附属病院薬剤部
福室憲治	東京大学医学部附属病院薬剤部
不破亨	東京大学大学院化学系研究科薬学専門課程修士課程（在学中）
長谷川明	国立衛生試験所放射線化学部
林弘祐	名古屋大学医学部附属病院薬剤部
井上正美	富山大学薬学部薬学科薬品物理化学教室
伊藤肇	自衛隊中央病院衛生資材部衛生資材課
北沢式文	京都大学医学部附属病院薬剤部
小古間時夫	東京大学大学院化学系研究科薬学専門課程修士課程（在学中）
小泉利喜雄	放射線医学総合研究所病院部医務課薬局
宮本純男	関東逓信病院薬局
百瀬和享	東北大学医学部薬学科薬品作用学教室
武田寧	東京大学大学院化学系研究科博士課程（在学中）
田村裕喜男	金沢大学医学部附属病院薬剤部
谷崎信子	東京理科大学薬学部薬化学教室
辰己淳	九州大学大学院薬学研究科博士課程（在学中）
鶴田勝	国立福岡中央病院薬剤課
山田秀雄	塩野義製薬株式会社研究所製剤学研究室

12.　放射線医学総合研究所組織英文呼称

放射線医学総合研究所　National Institute of Radiological Sciences

所長　Director

管理部　Administration Division

庶務課　General Affairs Section

会計課　Accounting Section

企画課　Planning and Information Section

物理研究部　Division of Physics

物理第1研究室　Physics—1 Laboratory

物理第2研究室　Physics—2 Laboratory

物理第3研究室　Physics—3 Laboratory

医用原子炉研究室　Research of Medical Reactor

化学研究部　Division of Chemistry

化学第1研究室　Chemistry—1 Laboratory

化学第2研究室　Chemistry—2 Laboratory

化学第3研究室　Chemistry—3 Laboratory

生物研究部　Division of Biology

生物第1研究室　Biology—1 Laboratory

生物第2研究室　Biology—2 Laboratory

遺伝研究部　Division of Genetics

遺伝第1研究室　Genetics—1 Laboratory

遺伝第2研究室　Genetics—2 Laboratory

生理病理研究部　Division of Physiology and Pathology

生理学研究室　Physiology Laboratory

病理第1研究室　Pathology—1 Laboratory

病理第2研究室　Pathology—2 Laboratory

障害基礎研究部　Division of Radiation Hazards

障害基礎第1研究室　Radiation Hazards—1 Laboratory

障害基礎第2研究室　Radiation Hazards—2 Laboratory

障害基礎第3研究室　Radiation Hazards—3 Laboratory

障害基礎第4研究室　Radiation Hazards—4 Laboratory

薬学研究部　Division of Pharmaceutical Science

薬学第1研究室　Pharmaceutical Science—1 Laboratory

薬学第2研究室　Pharmaceutical Science—2 Laboratory

環境衛生研究部　Division of Environmental Hygiene

環境衛生第1研究室　Environmental Hygiene—1 Laboratory

環境衛生第2研究室　Environmental Hygiene—2 Laboratory

環境衛生第3研究室　Environmental Hygiene—3 Laboratory

環境衛生第4研究室　Environmental Hygiene—4 Laboratory

環境汚染研究部　Division of Environmental Contamination

環境汚染第1研究室　Environmental Contamination—1 Laboratory

環境汚染第2研究室　Environmental Contamination—2 Laboratory
環境汚染第3研究室　Environmental Contamination—3 Laboratory
臨床研究部　Division of Clinical Investigation
臨床第1研究室　Clinical Investigation—1 Laboratory
臨床第2研究室　Clinical Investigation—2 Laboratory
臨床第3研究室　Clinical Investigation—3 Laboratory
臨床第4研究室　Clinical Investigation—4 Laboratory
臨床第5研究室　Clinical Investigation—5 Laboratory
技術部　Technical Service Division
技術課　Technical Service Section
放射線安全課　Health Physics Section
養成訓練部　Training Division
教務室　Course Office
指導室　Instruction
病院部　Hospital
事務課　General Affairs Section
医務課　Medical Affairs Section
検査課　Clinical Pathology Section
総看護婦長付　Nursing Section
東海支所　Tokai Branch Laboratory
管理室　Branch Office
研究室　Laboratory

13. 放射線医学総合研究所日誌

昭和39年

4月1日　技術部放射線安全課長に，石川友清氏（科学技術庁原子力局研究振興課長補佐）就任
環境衛生研究部環境衛生第1研究室長に，鈴木正氏（元同部第2室長，IAEA勤務）就任
環境汚染研究部環境汚染第1研究室長に，佐伯誠道氏（環境衛生第5研究室長）就任
環境汚染研究部環境汚染第2研究室長に，田中義一郎氏（技術部放射能検査課）就任
7日　定例所議
8日　第1回放射性薬剤短期課程開講式
10日　所内公開実行委員会
13日　哺乳動物舎運営委員会
14日　定例所議
16日　環境衛生研究部環境衛生第2研究室長市川竜資氏，IAEA勤務のため渡欧
養成訓練部長に，飯田博美氏(同部指導室長)就任
養成訓練部指導室長に，河野宗治氏（東京教育大学助教授）就任
17日　所内一般公開（約1,000名来所見学）
21日　定例所議
28日　定例所議
第7回編集連絡会
放射線安全会議
5月1日　研究棟共同実験室運営委員会
2日　第1回放射性薬剤短期課程終講式
9日　将来計画検討委員会
11日　定例所議
18日　東海支所運営委員会
19日　定例所議
25日　第6回放射線利用医学短期課程開講式（カリフォルニア大学医学部 Tubis 博士講演）
26日　定例所議
28日　図書委員会
6月1日　生理病理研究部生理学研究室矢後長純氏，米国ウースター財団で研究のため渡米
2日　定例所議
5日　化学研究部長伊沢正実氏，国際放射線防護委員会出席のため渡米（7月3日帰国）
12日　合同会議
臨床研究部第3研究室長永井輝夫氏，米国核医学会に出席のため渡米（7月1日帰国）
16日　医用原子炉調査ワーキング・グループ会合
24日　映画製作委員会
25日　臨時所議
26日　所長塚本憲甫氏，環境汚染研究部環境汚染第1研究室長佐伯誠道氏，第14回国連科学委員会に出席のため渡米（7月13日帰国）
30日　生理病理研究部生理学研究室一井昭五氏，米国ウースター財団より帰国
31日　薬学研究部薬学第1研究室松島美一氏，米国イリノイ工学研究所より帰国
7月1日　生物研究部長に，江上信雄氏（同部生物第1研究室長）昇任
3日　第6回放射線利用医学短期課程終講式

14日　定例所議
15日　英文年報編集連絡会
21日　定例所議
医用原子炉調査ワーキング・グループ会合
25日　薬学研究部薬学第2研究室長玉置文一氏，国際生化学会に出席のため渡米（8月24日帰国）
8月4日　定例所議
7日　映画製作世話人会
11日　定例所議
生物研究部長江上信雄氏，第2回国際内分泌学会に出席のため渡英（8月24日帰国）
18日　医用原子炉調査ワーキング・グループ会合
20日　企画課長に，山中和氏（厚生省医務局）就任
22日　I. L. オックエル氏来所
25日　定例所議
30日　物理研究部物理第2研究室川島勝弘氏，英国ホルト・ラジウム研究所より帰国
28日～29日　第7回放射線取扱技術者講習会
9月1日　養成訓練棟完成式
2日　臨床研究部臨床第2研究室大山ハルミ氏，米国コロムビア大学より帰国
7日　第10回放射線防護短期課程開講式
15日　定例所議
医用原子炉調査ワーキング・グループ会合
17日　放医研研究会幹事会
20日　障害基礎研究部障害基礎第3研究室長土屋武彦氏，第7回国際神経放射線学会に出席のため渡米（10月3日帰国）
22日　臨床研究部臨床第2研究室平嶋邦猛氏，ホルト・ラジウム研究所より帰国
22日　定例所議
26日　実験動物慰霊祭
26日　生理病理研究部病理第1研究室白沢春之氏，西ドイツ，チュービンゲン大学より帰国
29日　物理研究部医用原子炉研究室高久祐治氏，米国アルゴンヌ研究所に留学のため渡米
10月1日　編集連絡会
2日　哺乳動物委員会
5日　RI棟委員会
6日　定例所議
13日　映画委員会
16日　放射線作業者の健康診断委員会
19日　RI棟運営委員会
26日　所内一般公開（第1回原子力の日）
27日　定例所議
29日　養成訓練委員会
30日　第10回放射線防護短期課程終了式
11月9日　第9回放射線利用医学短期課程開講式
カナダ，モントリオール大学，Sternberg氏来所
11日　研究棟共同実験室運営委員会
12日　オークリッジ研究所 Kimball 博士講演会
13日　放医研研究会総会
13日　英国がん研究所 Oster 博士講演会
14日　化学研究部化学第2研究室長鈴木孚之氏，IAEA 主催パネルに出席のため，渡欧（12月2日帰国）
16日　化学研究部化学第3研究室坪田博行氏，米国メリーランド大学より帰国
17日　定例所議
18日　米国スタンフォード大学 Kallman 博士講演会
21日　臨床研究部臨床第3研究室長永井輝夫氏，IAEA 主催第6回核医学教育課程に講義のためフィリピンに出発
24日　定例所議
放射線安全会議
27日　動物使用者連絡会
27日～28日　放射能調査研究成果発表会
30日　図書委員会
12月2日　放射線安全管理者打合会
4日　α線棟運営小委員会
8日　定例所議
9日　図書委員会
14日　放医研研究会（遺伝研　木村資生氏講演）
15日　定例所議
16日　医用原子炉調査ワーキング・グループ会合
環境衛生研究部環境衛生第4研究室山下幹雄氏，米国カリフォルニア大学より帰国
18日　第7回放射線利用医学短期課程終講式
研究棟共同実験室運営委員会
放医研研究会（原研　坂井英次氏講演）
24日　映画製作委員会
25日　α線棟運営委員会
28日　御用納め

昭和40年

1月1日　生物研究部生物第1研究室長に山口武雄氏（同部生物第2研究室）昇任
障害基礎研究部障害基礎第4研究室長に松岡

理氏（同部障害基礎第4研究室）昇任
東海支所研究室長に中村正好氏（同研究室）昇任
4日　御用始め
12日　定例所議
13日　放射線施設立入検査
18日　放医研研究会（電気試　森内和之氏，茨木康行氏講演）
19日　合同所議
25日　照射室運営委員会
26日　定例所議
23～28日　養成訓練教材用映画撮影
28日　放医研研究会（東大物性研　田仲二郎氏，青山学院大　鮫島達也氏講演）
29日　原子力委員会との定例連絡会
2月1日　第11回放射線防護短期課程開講式
放医研研究会（東工大　増田正美氏講演）
3日　養成訓練委員会
9日　合同会議
健康診断専門委員会
16日　定例所議
放医研研究会（東大　高橋眹正氏講演）
19日　研究棟共同実験室委員会
22日　放医研研究会（東工大　慶伊富長氏講演）
23日　定例所議
24日　医用原子炉調査ワーキング・グループ会合
3月2日　定例所議
4日　放射線安全管理者打合会
5日　仏国ラジウム研究所 J. F. Duplan 博士来所講演
6日　物理研究部長伊藤岳郎氏，IAEA シンポジウムに出席のため渡欧（3月23日帰国）
9日　定例所議
10～12日　J. F. Duplan 博士講演会
16日　放医研研究会（放医研　福田信男氏講演）
19日　哺乳動物舎運営委員会
放医研研究会（原研　山口一郎氏講演）
22日　放医研研究会（原研　石原健彦氏講演）
23日　定例所議
放医研研究会（立教大　木村徳次氏講演）
25日　英国ハウエル研究所 J. Dennis 博士来所講演
26日　第11回放射線防護短期課程終了式
動物使用者連絡会
30日　定例所議
所内公開実行委員会