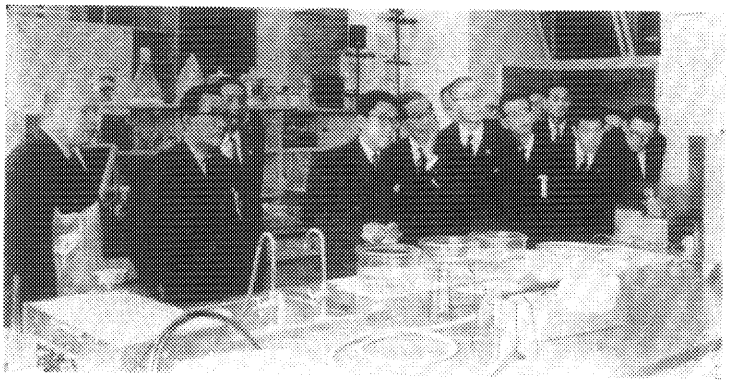
放射線医学総合研究所年報

昭和36年度

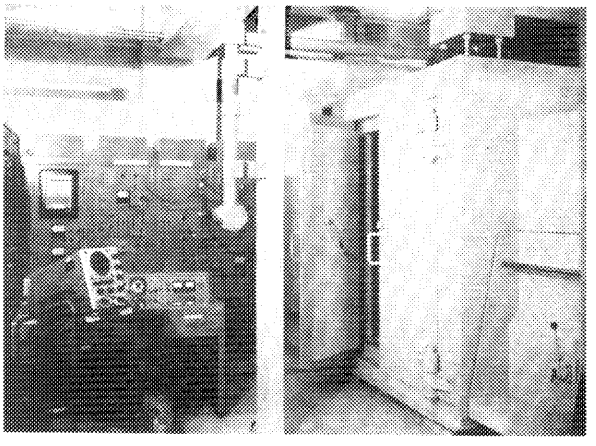
放射線医学総合研究所

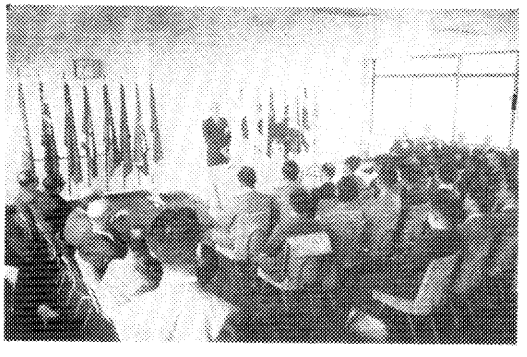


皇太子殿下，所内をご見学（36年12月6日）

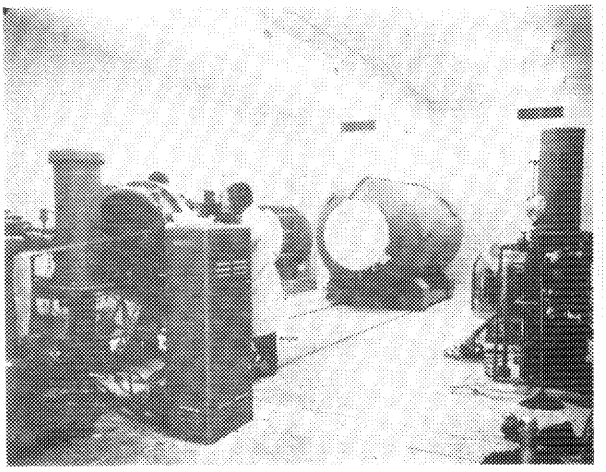
（右）　ヒューマンカウンター（人体内微量放射能測定装置）

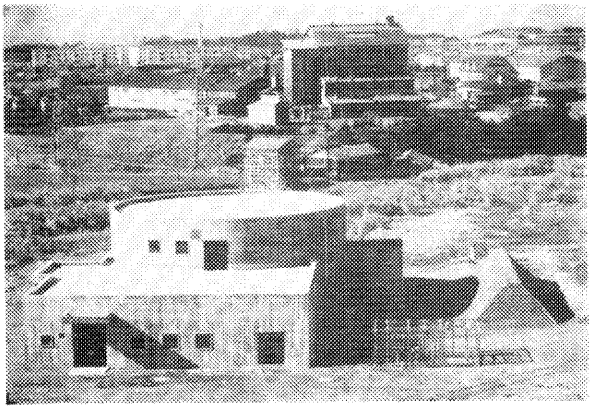
（下）　IAEA，WHO および日本政府共催による放射線防護に関する国際コース開講式（36年10月24日）

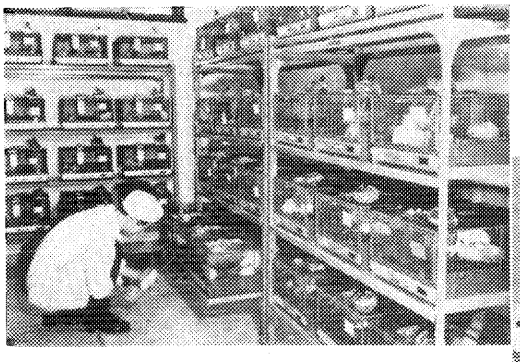


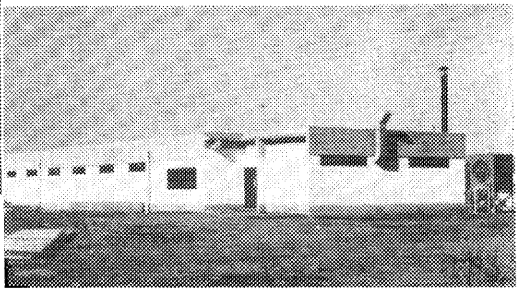


（右）　組立て中のバンデグラフ加速器本体
（下）　バンデグラフ棟外景（36年12月竣工）









（上）　哺乳動物舎内部　ラットの飼育室
（右）　哺乳動物舎外景（36年10月竣工）

I 概　　況

概　観　設立第5年度にあたる昭和 36 年度は，前年度に整備を充足し得なかった各部門，すなわち生理病理研究部の病理部門，臨床研究部の全部門，技術部の放射能検査課，ならびに病院部等の諸部門にわたってようやく本格的に業務を実施し得る体制を確立し，放医研の研究体制はここに一応の根幹を形成し得るにいたった。すなわち，36年5月，前年度末竣工した病院棟の整備を終り，病院部の診療業務が開始され，臨床研究の分野に着実な進展が期待されるようになり，また 36 年9月，ソ連核爆発実験再開という緊急事態に対処して，放射能調査に係わる体制の強化がはかられ，技術部放射能検査課の業務体制に飛躍的な充実がみられたのである。

さらに養成訓練業務については，34年度より実施してきた放射線防護課程を前後2回開設したほか，新たにこの年度から放射線利用医学課程を開設し，わが国はじめての試みとして各方面の注目と期待を受け，また，36年秋には，WHO，IAEA および日本政府の共催による放射線防護国際コースを開設し，広く西南太平洋地域各国の研修生を集め，外国人講師陣に協力して所期の成果を収めることができた。これらの経験は，放医研養成訓練事業の今後に多大の寄与を期待し得るであろう。

一方，前年度竣工した東海支所については，その内部設備の充足等に不測の日時を要し，36 年 12 月1日にようやくその開設披露を行ない得るにいたったが，同支所において期待された原子炉利用による中性子線の生物照射実験等は未だ十分の進展をみることができなかった。なお同支所は他機関研究者にも開放し，共同利用の便に供する予定で，その方針等についての検討を行なった。

研究業務　本年度の放医研業務は，年度当初作成された業務計画について，科学技術庁，原子力委員会等関係機関の諒承を得て実施された。

研究業務については，前年度から開始された総合研究課題が 1) 放射線の影響と栄養，2) 低線量放射線による突然変異発生率，3) ^{14}C，^{3}H に関する諸問題の3課題のほか，新たに 4) 緊急時対策に関する研究，および 5) 放射線による癌の診断ならびに治療に関する研究の2課題を追加し，それぞれ担当の幹事役および委員長を決定して実施されたが，このうち，低線量放射線による突然変異発生率については，一応の結論を得て終了した。もとより放医研における研究業務は，上記の5課題に限られるものではなく，より広汎な規模にわたり，各研究部において各種の研究がさらに強力に実施されたが，これら研究業務の推進にあたり各研究部間の相互理解，知識の交流等はますますその必要の度を加え，本年度はこの分野において多大の進展がみられた。特に研究者全体の集会としての研究集談会が毎月第3火曜日を定例として開催されるようになったことは，この間の事情の集約された表現とみることができよう。

なお，業務計画の大綱については，前年度同様，所長はじめ各部長出席の上，36年7月，研究所の顧問会議を開催し，藤岡由夫，石館守三，木原均，菊池正士，三宅仁，森脇大五郎の各氏の出席を得て，助言と指導を得た。例年この顧問会議に出席され，放医研の業務とその運営に多大の関心を示されていた都築正男博士が，不幸この年度初頭（36 年4月）逝去され，その声咳にもはや接することのできなくなったことは極めて遺憾であった。

建　設　研究所施設については，昨年度末竣工した病院棟をもって一応主要施設の整備を完了したとはいえ，なお本年度も各種の実験施設の建設が推進された。

すなわちまず，前年度放医研への所管換えが決定した西側新用地（29,729 m^2）の正門際に，バンデグラフ棟が建設されることとなり，36 年7月着工，同年 12 月に竣工し，新年度よりの実験開始が約束された。また，放医研の研究実施上，欠くことのできない実験用動物については，従来，その飼育設備の不備をかこっていたが，36 年6月，まず哺乳動物舎（389.57 m^2）の建設に着手し，同年 10 月にこれが完成をみた。さらに水生・昆虫動物舎（152.4 m^2）も同年 12 月着工されるにいたり，実験動物の供給に一段の進歩を画するにいたった。なお，これらの動物舎はそれぞれ本年度予算によりさらに増設されることになっている。

このほか，病院施設の一環として，医療用リニア・アクセルレータ（6 MeV）の建家（165 m^2）が病院地下別棟の高エネルギー放射線治療センターに接続して建設されることとなり，36 年 11 月着工した。

最後に，37 年3月にいたり，ようやく放射性粉塵やラ

ドンなどの放射性気体を取扱う実験施設としてのアルファ線実験棟（484.39 m²）の設計が終了し，37年9月竣工を目標に工事に着手した。

以上のほか，看護婦宿舎増設分（172 m²），一般職員宿舎3棟6戸分，廃棄物貯蔵庫（82.5 m²）などが本年度内に建設された。

組　織　36年度の放医研組織については，36年4月6日，総理府令第19号として放医研組織規則の一部を改正する総理府令が公布され，同日施行されることとなり，これによりまず生物研究部から遺伝関係の調査研究が分かれ，遺伝研究部が新たに設置され，また，従来技術部技術課の所掌業務となっていた研究用消耗品（アイソトープを除く）の保管配分が，物品の管理として管理部会計課が一括して所掌することとなり，さらに技術部保健安全課が放射線安全課と改称されるなどの改正が行なわれた。

この組織規則の改正に伴ない事務分掌規程の改正に関する所長達第10号が，5月6日公布され，さらに細目にわたる改正が行なわれた。これらの改正の主要な事項をあげると，まず管理部庶務課の給与厚生係が給与係および厚生係に分割されたこと，また研究部では，遺伝研究部の設置により，遺伝第1，第2研究室が生物研究部より所属換えされたこと，臨床研究部に新たに1研究室が増設され，放射線障害の診断および治療に関する調査研究が診断と治療に分けられ，臨床研究部は都合4研究室となったこと，さらに技術部技術課では大巾な改正が行なわれ，従来の器材，施設，飼育栽培の3係から施設，技術第1（アイソトープ関係を除く共用実験施設の運用），技術第2（放射線発生装置の運用），飼育栽培の4係となったこと，放射線安全課の安全係の所掌として放射線測定器の較正に関することが加わったことなどである。

人　事　以上の組織規則，事務分掌規程の改正に伴なう職員の配置換えについては，36年5月にそれぞれ発令され，遺伝研究部長には仲尾善雄生物研究部長が併任された。

8月にいたって管理部庶務課長剛崎章二氏の科学技術庁金属材料技術研究所管理部庶務課長への配置換えがあり，後任には石井一会計課長が，また会計課長には科学技術庁長官官房会計課長補佐から榊原賢二氏がそれぞれ発令された。

9月には，菅原努障害基礎第2研究室長の京都大学への転出があったが，同氏は当分の間なお放医研障害基礎第2研究室長に併任される旨発令された。また，管理部会計課長補佐松岡大氏もこの月，厚生省へ出向し，後任には狩野清予算係長の昇任があり，これに伴ない会計課内に係長の異動が行なわれた。

10月には，養成訓練部指導室長に飯田博美氏が，11月には生物第1研究室長に江上信雄氏がそれぞれ発令された。

37年には，まず1月，遺伝第1研究室長に塩見敏男氏が昇任，2月には環境衛生第4研究室長に佐伯誠道氏が，臨床第2研究室長に三輪史朗氏がそれぞれ発令され，研究室長の充足が行なわれた。

またこの月には，管理部企画課長今井清氏が厚生省に出向し，後任には，原子力局放射線安全課から鈴木一男氏を迎えることとなった。

海外との交流　職員の海外出張については，本年度もまた，原子力留学生あるいはIAEAその他のフェローシップ等により，延10数名の職員を欧米諸国に派遣し（付録247頁，職員海外出張の項参照），海外知識の吸収と同化につとめたが，特に本年度は以下に述べるように彼我の交流が活発に行なわれた。

すなわちまず，36年8月から9月，および37年3月の前後2回にわたり，塚本所長は第10回および第11回の国連科学委員会に日本政府代表として出席し，わが国からの資料および情報の提供に努力し，同委員会の62年報告作成の作業に参加した。なお第11回には，放医研から市川龍資環境衛生第3研究室長が代表代理として所長に随行した。

またこれよりさき，36年6月には江藤秀雄障害基礎研究部長はウィーンで開催された『神経系に対する電離放射線の影響』，『ホールボディカウンティング』およびローマで開催された『医学におけるオートラジオグラフ技術』に関するIAEAの三つのシンポジウムに出席し，併せて欧州諸国を歴訪し，また9月には伊沢正実化学研究部長はニューヨークで開催された国際放射線防護委員会（ICRP）の第2専門委員会に正式委員として参加した。

また一方，外国人，なかんずく科学者の放医研訪問もますます頻繁に行なわれたが，本年度は特に英国エジンバラ大学動物遺伝学研究所のアウアバック（Auerbach, Charlotte）博士，米国オークリッジ国立研究所生物部長ホーレンダー（Hollaender, Alexander）博士および同博士のもとで放射線免疫学を担当するマキノダン（Makinodan, Takashi）博士の来訪を数えるべきであろう。

このような諸外国科学者との交流および接触により，放医研研究業務における国際的感覚はますます豊かに，稔り多き収獲を期待し得るであろう。

II 総合研究課題

1. 放射線による影響と栄養に関する研究

概　　況

1. 目　　的

ICRP 勧告による許容量値を日本人に適用するに当っては，その欧米人との民族的条件の種々の違いを考慮しなければならない。日本人の食生活の特殊性によって生ずる栄養と放射線感受性の問題もその重要な因子と考えられるので，許容量決定のための一指標として，この問題を追究する。

栄養と放射線の影響の問題は非常に複雑で，種々の観点から綿密な検討を加えなければ，万全を期しがたいであろう。しかし，現段階では研究の出発点となる基礎的知識においてすら未だ不明の点が多いので，さし当り，現象論的に比較的定量的に求めやすい方法で，種々の合成飼料について栄養による放射線感受性の差の有無のみを調べることにする。

2. 経過と現況

本研究は昭和35年度に着手，その経過については，昭和35年度年報に記述したように，

（1） 合成飼料の作成

（2） 作成した飼料を用いてのラットとマウスの成長曲線の作成

（3） 種々の照射条件の検討

などの予備的実験の程度に終った。

本年度は蛋白質含量の異なる種々の合成飼料によって，主としてマウスの放射線感受性を比較検討した。

（江藤秀雄）

（1） 飼料と放射線感受性について

障害基礎第2研究室
菅原　努
高橋千代子

1. 実験方法

実験動物として CF_1 マウスを用い，生後21日で離乳，その後5群（各群150匹）に分けて，それぞれ，第1表に示すごとき蛋白質含量の異なる5種類（a, b, c, d, e）の合成飼料により飼育した。ただし，c群は前年度報告に標準合成飼料として掲げたもので，e群は普通飼料（船橋農場製）である。

第1表　各種合成飼料の成分およびカロリー蛋白量

a）8％飼料

牛乳カゼイン	8%	蛋白質（6.75%）
澱粉	62%	炭化水素源
蔗糖	10%	炭化水素源
硬化油	10%	脂肪源
マツカラム塩	4%	塩類
タルク	6%	
パンビタン	40 g/10 kg	ビタミン
熱量	405.7 Cal	

b）14% 飼料

牛乳カゼイン	14%	蛋白質（11.8%）
澱粉	56%	
その他は8% 飼料と同じ		
熱量	402.4 Cal	

c）20% 飼料

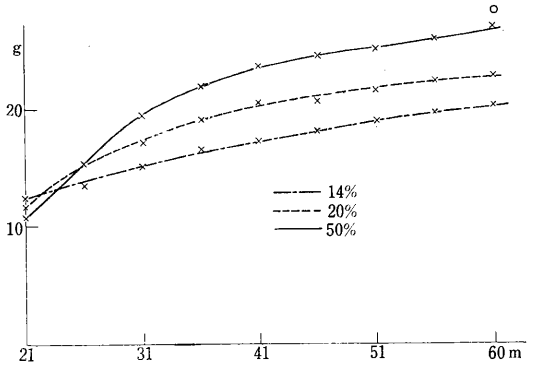
牛乳カゼイン	20%	蛋白質（16.8%）
澱粉	50%	
その他は8% 飼料と同じ		
熱量	399.2 Cal	

d）50% 飼料

牛乳カゼイン	50%	蛋白質（42.2%）
澱粉	20%	
その他は8% 飼料と同じ		
熱量	383.0 Cal	

e）普通固形飼料（船橋農場製）

生後60日目に各群をさらにA，B，Cの3群（各50匹）にわけ，X線（250 kVp）を照射し，照射後30日間の死亡率を観察した。照射線量はA群450 r，B群500 r，C群550 r である。



第1図　成　長　曲　線

（○は普通飼料群であるが，これは60日目のものしか測定しておらない）

研究経過

d群（8%飼料）は60日までの間の死亡率が高く，実験が困難であるが，目下継続中である。

	飼　料	死亡率	平均死亡日数	死　亡　率
A群 450r	b群 14%	40/50	12.9日	(i) b群とc群およびd群のものとは有意差あり。
	c群 20%	30/50	12.8日	
	d群 50%	20/50	15.5日	(ii) c群とd群とは有意差あり。
B群 500r	b群 14%	41/50	13.8日	(i) b群とc群のあいだに有意差なし。
	c群 20%	45/50	11.4日	(ii) b群とd群のあいだに有意差あり。
	d群 50%	33/50	14.5日	(iii) c群とd群のあいだに有意差あり。
	e群	17/42	14.3日	(iv) d群とe群のあいだに有意差あり。
C群	目下実験中			

A, B, C群のいずれの場合においても，平均死亡日数には有意差がなかった。しかし，蛋白質含量と放射線感受性との間には，なんらかの関連性が一応考えられる。

しかし，500r群において明らかなように死亡率におき対照群との間に有意な差があり，合成飼料群の方がすべての場合に対照群よりも死亡率が高いということは，合成飼料と普通飼料との間に蛋白質含量以外になんらかの差異があるものと思われる。

2．低線量放射線による突然変異発生率の研究

遺伝第1研究室
塩見敏男
稲垣栄一
橘　弘子
仲尾善雄

1．緒　　言

放射線量とそれによって誘発される突然変異率との間には直線関係の存在することは一般に認められているが，この関係がどのような低線量にまでも適用し得るかどうかは難しいまた大切な問題である。突然変異検出において最も確実な劣性伴性致死を用いて，古くSpencer & Sternは25rまでの実験を行なった。最近さらに低線量域においてこれを実験的に確かめようとする試みがいくつかなされた。ずなわち，キイロショウジョウバエ *Drosophila melanogaster* を材料として，体剛毛に関する優性突然変異形質（*Minute*）をとりあげ，両親にそれぞれ5r照射した子孫におけるその発生率を大規模に調査（Glass, 1961）したり，20rの線量を一時あるいは5rずつ4回に分けて照射したときの劣性致死突然変異率を調べた研究（Glembotsky et al., 1960）があり，また大腸菌 *E. coli* においても生化学突然変異を用いて8.5rまでの突然変異率が調べられている（Demerec & Sams, 1960）。これらの研究によっても，直線的な線量—効果関係が調査された線量まで成立し，放射線による突然変異誘発作用には閾値がないという仮定が支持されている。

われわれもこの関係が成立するか否かを確かめるため，1960年度より，キイロショウジョウバエを材料に用い，突然変異検出の最も確かな方法の一つと考えられる伴性劣性致死突然変異について，最低8rまでに至る線量—変異率関係を調査した。

2．実験方法と材料

昨年度年報その他（1961）で中間報告を行なった際に述べたように，低線量放射線によって誘発される突然変異を検出するためにはひじょうに大規模な実験を行なう必要があるので，実験開始前に，それまでに行なわれていたSpencerたちの25rまでの照射による実験データを根拠とし，彼らのえた直線関係をさらに低線量域に延長した場合に，その直線上に得られたデータがうまくのるか否かを検定するために必要な最小限度の染色体数を計算した。

実験方法材料などについては，昨年度年報（1961）な

どに述べたので省略する。

3. 結　　果

まず予備実験として行なった高線量域(1,000～4,000r)における線量—効果関係を第1表に示す。いま，線量—突然変異率の関係式を，

$$P = A + B \cdot d$$

P: 突然変異率，d: 放射線量 (r)，A: 自然突然変異率，B: 単位線量あたりの誘発率 (mutation constant) とすると，1r あたりの誘発率は 0.00211% となり $\hat{B}$ が Spencer たちの $\hat{B}_s$ (0.00215%) と統計的に一致するか否かの検定を行なったところ，$t = 0.5706 < t(0.05) = 3.182$ となり，5% 水準で一致性が認められた。

第1表　Mutation rates at high dosage.

Dose in r	N	n	Mutation rate (%) Lower 5% limit		Upper 5% limit
0	68,799	62		0.0714	
1,000	8,783	209	2.0816	2.3795	2.7190
2,000	6,267	267	3.7884	4.2604	4.7884
3,000	4,366	262	5.3352	6.0009	6.7440
4,000	3,198	283	7.9144	8.8493	9.8830

N: No. of tested chromosomes
n: No. of lethals
Spontaneous mutation rate (A): 0.0792%
Mutation constant (induced mutation rate per r) (B): 0.00211%

低線量域として，0, 8, 15, 25r の線量を用い，約80回の実験を繰返して総計504,512本のX染色体について調査した。その結果を第2表に示すが，統計的にえられた $\hat{B}$ の値は 0.00243% となり，$t = 0.5374 < t(0.05)$ で

第2表　Matation rates at low dosage.
(Total lethals)

Dose in r	N	n	Mutation raet (%) Lower limit		Upper limit
0	163,103	119	0.0610	0.0729	0.0870
8	157,582	165	0.0900	0.1047	0.1218
15	101,007	116	0.0958	0.1148	0.1374
25	82,820	111	0.1114	0.1340	0.1612
Total	504,512	511			

N: No. of tested chromosomes
n: Total No. of lethals
A: 0.0778%　B: 0.00243%
Lower and upper limits: Lower and uppr 5 per cent fiducial limits.

直線勾配は Spencer らのものと一致し，直線性の成立が認められる。

しかしながら，ここでえられた致死突然変異のなかには，グルーピング (grouping) が含まれている。実験として1頭の雄親から由来した20の精子 (X染色体) について検定する方式をとったが，合計26,897の雄親中に1雄あたり2から最高15の致死突然変異を生じたものが25例あった。その分布を第3表に示す。これらのグルーピングを一応精子形成の初期に起った自然突然変異に由来する同一起原のもの，すなわちクラスター (mutation cluster) と仮定して，致死突然変異数を補正してみると第4表のようになり，15r 区と 25r 区との間に差がなくなるが，統計的には $\hat{B} = 0.00185\%$，$t = 0.3926 < t(0.05)$ となり，5% 水準での一致性は一応認められる。

第3表　Distribution of grouping mutation per parent male.

Dose in r	Total P ♂♂	Lethals per P male 0	1	2	3	4	5	6	7	9	13	15
0	8,733	8,636	87	8	1	0	0	0	0	0	1	0
8	8,278	8,134	138	1	2	0	1	1	1	0	0	0
15	5,430	5,326	99	4	0	0	0	0	0	1	0	0
25	4,456	4,371	81	1	0	1	0	0	0	1	0	1
Total	26,897	26,467	405	14	3	1	1	1	1	2	1	1

第4表　Mutation rates at low dosege.
(Counted every grouping as one lethal)

Dose in r	N	n	Mutation rate (%) Lower limit		Upper limit
0	163,103	97	0.0487	0.0594	0.0723
8	157,582	144	0.0779	0.0913	0.1071
15	101,007	104	0.0850	0.1029	0.1244
25	82,820	85	0.0831	0.1026	0.1267
Total	504,512	430			

A: 0.0673%　B: 0.00185%
Lower and upper limits: Lower and upper 5 per cent fiducial limits.

また，各実験区ごとにえられた突然変異率を検討して，統計的に誤差範囲を越えると考えられるものを除外した場合の率を第5表に示す。この場合，$\hat{B} = 0.00215\%$ となり，5% 水準で Spencer たちの勾配とよく一致する。これらの統計処理に関しては今泉，安田 (1962) (本

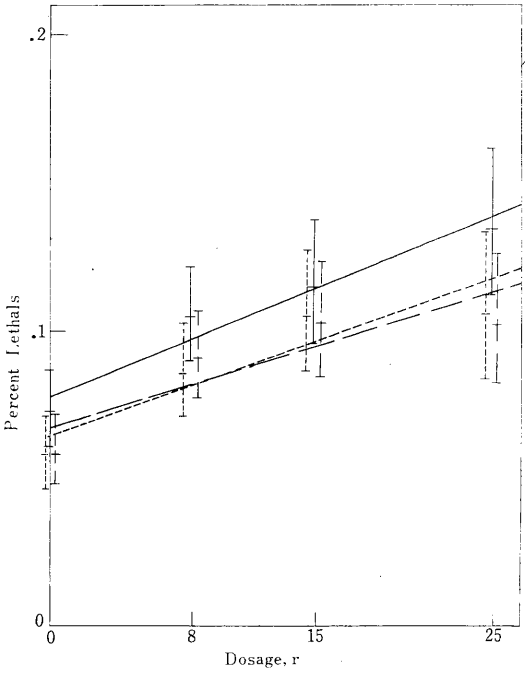
第5表　Mutation rate at low dosage.
(Corrected by statistical treatment)

Dose in r	N	n	Mutation rate (%) Lower limit		Upper limit
0	141,645	82	0.0467	0.0579	0.0717
8	132,297	113	0.0712	0.0855	0.1026
15	93,955	99	0.0867	0.1054	0.1281
25	64,243	68	0.0837	0.1059	0.1339
Total	432,140	362			

A: 0.0634%　B: 0.00215%
Lower and upper limits: Lower and upper 5 per cent fiducial limits.

年報）を参照されたい。

以上の結果を図示すると，第1図のようになる。実線は突然変異すべてを計算した場合，破線は各クラスターを1回の突然変異起原とした場合，点線は統計処理による補正を加えた場合をそれぞれ示している。



第1図　The linear relation between radiation dose and lethal mutation rate. The solid line is based on all data in table 2.; the broken line is based on the data in table 4; the dotted line is based on the data in table 5. The ends of the vertical lines represent the upper and lower 5 per cent fiducial limits of the values observed.

4. 考　　察

こうして生じたグルーピングはいままで長くショウジョウバエを用いて実験した学者のほとんど経験しないところであって，特に9/16とか9/20はあまりに大きすぎると考えられる。さらに15/17というものに至っては説明に困難である。このような例については浸透度が完全でない半致死を取扱ったのではないかという疑問もある(Auerbach, personal communication)。Auerbach (personal communication) は，こうしたグルーピングはいかに大きくとも1と数えることが正しいと示唆された。

自然突然変異であれ誘発突然変異であれ，若い生殖細胞に発生した突然変異が分裂とともに増殖しクラスターを生ずる。これが実際の実験データに入ってくる場合の問題については，いままでたびたび論ぜられた (Auerbach, 1943, Fano, 1943, Muller, 1952, Kondo, 1961).

また伊藤 (1962) のいうように，低線量における突然変異が DNA の二つのストランドの一方に起るものが多く，高等動物においても DNA についての Watson & Crick の模型が通用されるとすると，突然変異は本来モザイクであって，伴性致死の場合には検出されないことになる。もしこういう可能性を考えれば，実際に得られた線量—突然変異間の関係が低線量において直線を示さないこともあってよい。

また Russell の，マウスにおける突然変異発生率に対する線量率の影響は成熟精子に通用されないものであるが，もしショウジョウバエの本実験の場合にも或る影響が見られるものとすると，高線量域では145 r/分を用い，低線量域では4 r/分を用いたことも問題になるかも知れない。しかし，この疑問はいろいろの点からほとんど無視し得るであろう。

5. 結　　論

最低8 r にいたる低線量放射線によって誘発される伴性劣性致死突然変異には，線量—効果関係の上で直線性が認められる。

6. 文　　献

Auerbach, C. (1943). The unsolved statistical problem of calculating mutation rate when eggs are treated. D. I. S. **17**, 59.

Auerbach, C. (1962). Personal communication to Nakao.

Clark, A. M. (1960). Modification of genetic response to X-irradiation in Drosophila. 3rd Australasian Conference on Radiation Biology. 216—229.

Demerec, M. and J. Sams (1960). Induction of mutations in individual genes of E. coli by low X-radiation. Int. J. Rad. Biol. Suppl. 283—291.

Fano, U. (1943). Remarks on the preceding note by Miss. Auerbach. D. I. S. **17**, 59—60.

Glass, H. B. and R. K. Ritterhoff (1961). Mutagenic effect of a 5-r dose of X-rays in Drosophila melanogaster. Science 133: 1366.

Glembotsky, Y. L., E. A. Abeleva and Y. A. Lapkin (1960). The influence of small doses of ionizing radiation on the frequency of sex-linked recessive lethal mutations in Drosophila. Moscow. Also, United Nations document A/AC. 82/G/L. 408.

今泉洋子，安田徳一 (1962). 本年報

今泉洋子，安田徳一 (1962). 本年報

塩見敏男，稲垣栄一，橘　弘子，仲尾善雄 (1961). 低線量放射線による突然変異発生率の研究—中間報告—. 放医研年報昭35年度，5—6.

Shiomi, T., E. Inagaki, H. Tachibana, and Y. Nakao (1961). Mutation rates at low level irradiation in Drosophila melanogaster. United Nations document A/AC. 82/G/L. 734.

Spencer, W. P. and C. Stern (1948). Experiments on the validity of the linear relation of mutation frequeucy to X-ray dose in Drosophila melanogaster. Genetics, 33: 43—74.

安田徳一 (1961). 低線量放射線と誘発突然変異との関係についての研究，I　実験計画. 放医研年報昭35年度，86—88.

3. ^{14}C, ^{3}H に関する研究

概　　況

核爆発実験によって増加した ^{14}C, ^{3}H の生物環境中の行方を追って，本年度はまず植物に摂取される量，変化，機構などを植物化学的に追求し，これと平行に形体のことなる各種の検体試料に最適の測定法を発見確立することに目標を定めて，研究に着手した。この研究が成功した暁には，さらに動物を使用して生体代謝の研究まで発展させ，他方，分子生物学的見地より出発した化学研究部，障害基礎研究部の研究とむすびつけ，終局の ^{14}C, ^{3}H の人体に及ぼす影響を評価する計画であった。

すなわち35年度の準備研究を経て，本年度は本格的研究にとりかかるべく予算に計上された施設，装置等の設計発注は概ね第1·4半期中に完了した。しかし内容的には本邦ではじめての高度の技術を要するものが多く，製作者側との慎重なる打合を重ねたり，あるいは当初国産品を試作せしめる予定のものが所期の性能に達せず，止むなく外国製品に切替えたり，などの支障が生じた。このため年度内にこれらを使用して研究を全面的に展開しえなかった点は遺憾である。

なお，37年度研究計画において総合研究に関する方針が変り，本研究は環境衛生第1研究室の各個研究として存続することになったので，端緒についた許りであるが，構想を新たにして次年度の研究を実施する計画である。

さらに協力者の海外留学，あるいは転勤などの悪条件が重なって成果があがらなかった分野もあったが，できるだけ既存設備を活用し，今後の実験に必要なデータを集めた。測定法，動植物の $^{14}CO_2$ 摂取実験，生物学的影響の研究と項を分けて報告する。(樫田義彦)

(1) ^{14}C, ^{3}H の測定法

環境衛生第1研究室
樫　田　義　彦
岩　倉　哲　男
馬　被　尚　子

35年より引きつづいた Liquid scintillation spectrometer による研究は，本年度は特に (1) ^{14}C, ^{3}H の二重標識の測定，(2) 試料瓶の材質差による影響，(3) Primary solute, Secondary solute の吸収と発光のスペクトルによる検討に主力をおいた。

また，本年度初頭に発注した MBLE-Proportional counter (Manufacture Belge de Lamps et de matériel Electronique 製) の counter 部，scaler 部は年度末に到着，これとは別にこの shield 部は医理研に，sample 調整装置は矢沢科学器械に注文し，いずれも年度末に入手できた。これらの装置を調整し，実際の測定の段階に入るにはなお若干の時日を要する。

1. ^{14}C, ^{3}H の同時測定法

液体シンチレーション法による低エネルギー β 線測定の一つの特長として，同一試料中に含まれるエネルギー

の異なった2種のβ放射体を比較的簡易に計り得るという点があげられる。本実験では，特に ^{14}C, ^{3}H の二重標識実験への応用という点に主眼をおき，2種の測定法を比較検討した。

測定法1 Screenout Method

光電子増倍管の印加電圧を ^{14}C の場合は低くとり，また ^{3}H の場合は高くとって，一方の核種による puls を追い出すよう window（上下 discriminator）を設定する。quenching のない試料では，^{14}C 測定の最も有利な条件は，^{3}H puls を数え出す印加電圧（770 V）で window を 10～60 V に設定，^{3}H の場合は印加電圧 1070 V で window を 10～100 V に設定すればよい。計数効率はそれぞれ 55%, 25% である。この測定法では一試料につき2回の測定を必要とし，また ^{14}C の測定条件下では，^{3}H による puls をほとんど除去し得るが，^{3}H 測定条件下では必ならず或る程度の ^{14}C puls が混入し，特に測定試料の核種の存在比 ^{3}H dpm/^{14}C dpm が小さい場合には，^{3}H の測定誤差が極めて大きくなる危険性があり，また quenching effect の大きな試料では，^{14}C と ^{3}H の differential curve の重なり合いが大きくなり，その結果，相手の puls を screen out しにくくなって，測定法の特長が失なわれる。

測定法2 Discriminater Ratio Method

光電子増倍管の印加電圧および2組の window 1, 2（たとえば 10—50 V, 10—100 V）をいずれの window にも ^{14}C, ^{3}H 両方のかなり多数の puls が入るように設定する。^{14}C, ^{3}H おのおのの単独標準試料について window 1, 2 で測定される計数値の比（$C_2/C_1 = b$, $H_2/H_1 = a$）および efficiency factor（e_{c_1}, e_{c_2}, e_{H_1}, e_{H_2}）を求めておき，測定試料のそれぞれの window における観測値 N_1, N_2 より

$$N_1 = H_1 + C_1$$

$$N_2 = H_2 + C_2$$

より，

$$H_1 = \frac{bN_1 - N_2}{b - a} \qquad {}^{3}\mathrm{H\ dpm} = \frac{H_1}{e_{H_1}}$$

または，

$$H_2 = \frac{a(N_2 - bN_1)}{a - b} \qquad {}^{3}\mathrm{H\ dpm} = \frac{H_2}{e_{H_2}}$$

$$C_2 = \frac{b(N_2 - aN_1)}{b - a} \qquad {}^{14}\mathrm{C\ dpm} = \frac{C_2}{e_{C_2}}$$

または，

$$C_1 = \frac{aN_1 - N_2}{a - b} \qquad {}^{14}\mathrm{C\ dpm} = \frac{C_1}{e_{C_1}}$$

上式に代入して，比放射能を算出する。この方法は，quenching effect のかなり大きな試料にも適用でき，一試料一回の測定ですむ有利さはあるが，試料の化学形，シンチレータ溶媒の配合比の異なった試料では，その都合，対照試料を作って a, b, e_{H_1}（e_{H_2}），e_{c_1}（e_{c_2}）を求めなければならぬわずらわしさがあり，また，印加電圧，window の設定条件の適，不適が測定精度に大きく影響する。

2. 容器，材質の検討

トレーサー実験を主とした液体シンチレータ用小容量 vial としては，現在，すべて米国製低カリガラス vial（Wheaton Glass Co, Millville N. J.）を用いている。価格，購入の容易な点から，早急に国産品の開発が望まれる。この見地から，本実験では目的にそうと思われる数種の試料容器を取り上げ，^{14}C, ^{3}H level における計数効率，および Background 計数率を比較検討した。

1） 測定容器

材　　質	容量	蓋	備　　考
1. Low K Glass	20 ml	screw	Packard 扱
2. Quartz	20	snap on	〃
3. Vycor	20	snap on	〃
4. Polyethylene	20	screw	〃
5. Pyrex	15	ground	秤量壜
6. Hario 1st class	15	screw	試薬壜
7. Horio 2nd class	15	ground	秤量壜

2） 計数効率

各容器の ^{14}C および ^{3}H の計数効率の比較値は，第1表のごとくである。前報において指摘したごとく Polyethylene 容器は，特に ^{3}H 測定の際にすぐれた結果を示している。今回はこの点に着目し，透明な低カリガラス容器表面にパラフィンを塗布し，乳白色化したところ，Polyethylene vial の場合と同様，^{3}H においては測定効率が高まった。これは，シンチレータの光がパラフィン層で散乱され，光電子増倍管の光電面へ到着する光子の数が均一化されたことを示している。

3） Background 計数率

実験の結果を第2表A，Bに要約する。液体シンチレーション法における Brckground 放射線のうち，容器自身に起因すると考えられるものには，(1) 容器材質に含まれる ^{40}K による Scintillation puls, (2) ^{40}K および宇宙線の高エネルギー荷電粒子（メソン）にもとづく容器材質中およびトルエン中における Ĉerenkov ef-

第1表　相対計数効率（低カリガラス 100）

	^{14}C	^{3}H
Low K glass	100.0	100.0
Quartz	98.3	95.6
Vycor	97.6	95.6
Polyethylene	101.0	110.8
Pyrex	96.4	96.5
Hario 1st class	94.0	93.8
〃 2nd class	95.4	96.0

第 2 表

A ^{14}C level

	window			
	10—50	10—100	10—∞	100—∞
	cpm	cpm	cpm	cpm
Low K Glass	10.7	16.5	40.0	23.5
Quartz	10.4	15.1	36.9	21.8
Polyethylene	10.1	14.5	38.0	23.5
Vycor	37.3	38.6	57.6	21.0
Pyrex	10.3	13.5	33.4	19.9
Hario 1st class	11.1	21.2	81.5	60.3
Hario 2nd class	13.3	22.7	77.5	54.8

B ^{3}H level

	window			
	10—50	10—100	10—∞	100—∞
	cpm	cpm	cpm	cmp
Low K Glass	19.2	25.4	48.4	59.0
Quartz	11.7	17.5	65.2	47.7
Polyethylene	9.8	38.6	67.1	28.5
Vycor	42.2	58.4	133.4	75.0
Pyrex	24.0	31.9	75.7	43.8
Hario 1st class	31.4	39.5	123.0	84.5
Hario 2nd class	31.2	42.2	117.6	75.4

fect, (3) 容器材質自体の発光機構の3点が考えられる。

^{40}K の Scintillation puls は，^{40}K のエネルギーから考えて，^{3}H, ^{14}C による Scintillation puls よりもかなりレベルが高く，上限 discriminator をかけた場合には，その相当数を除き得る。Čerenkov puls は ^{3}H の Scintillation puls と同じか，やや高いレベルであるが，計数率としては極めて少ない。また，Vycor の例でもみられるように，容器材質自体のもつ放射線に対する発光機構が，Background 計数率のうち，かなり大きな因子となっていると思われることは注目に値いする。

〔研究発表〕

1. 岩倉哲男； 液体シンチレーション・スペクトロメーターによる ^{14}C, ^{3}H の同時測定法，日本放射線影響学会第3回研究発表会（1961年7月）
2. 樫田義彦，山崎幹夫，岩倉哲男； 液体シンチレーションスペクトロメーターによる ^{14}C, ^{3}H の測定 III，第14回日本薬学会大会（1961年7月）
3. 樫田義彦； 液体シンチレーション測定法，第1回核医学会特別講演（1961年11月）
4. 樫田義彦，岩倉哲男； 液体シンチレーションスペクトロメーターによる ^{14}C, ^{3}H の測定 II. ^{14}C, ^{3}H の同時測定法，Radioisotopes 投稿中
5. 樫田義彦，岩倉哲男； 液体シンチレーション・スペクトロメーターによる ^{14}C, ^{3}H の測定 III. 試料容器の検討，Radioisotope 投稿中

（2） 動植物の $^{14}CO_2$ の摂取実験

環境衛生第1研究室
樫田義彦
山崎幹夫
松尾光芳
碓井妙子

前年度の研究においてわれわれは，ヤマジソのフェノール性主成分たるチモールを用い，1954年より61年に至る自然環境中の放射性炭素含量の年次変化を測定発表した。すなわち，核爆発実験の結果増加した放射性炭素が，漸次チモール中に取込まれる事実を確認した。しかし，いかなる経路，機構によりチモール分子中に ^{14}C が固定されたかは不明である。

この研究には，植物が体外より CO_2 を摂取する場合の経路，摂取率を追求する方法と植物体内での生合成機構とを追求する方法との二つの方法が考えられる。前者の研究を行なう目的で植物栽培フードを設計したが，年度末までに完成せず，実験は次年度に持越されたので，フードについては装置の設備性能を紹介するに止める。生合成機構は植物の種類により，また成分により異なるので多くの実験を重ねる必要があるが，本年度はチモールの生合成過程を研究するに適した若干の前駆物質を使用して実験した。この実験はヤマジソの生育期に限定されるので，季節外には冬期栽培可能の植物，たとえばカラシナの配糖体シニグリンなどの実験を行なったが完了しなかったので，報告は後日に譲った。

1. 植物栽培フードの設計

(1) 概　説

この施設は放射性炭素ガス気流中で植物を育成して炭酸の摂取固定，光合成の機構，成分の標識化等の実験を行なうのが主な目的である。最低50日間の連続使用にたえ，植物の育成に適した気象条件に温度湿度を調節し，フード中の炭酸ガス濃度，放射能を調整監視できる性能をもつ。主な附属装置としては，

内圧調整装置
水耕液循環装置
炭酸ガス発生装置
廃ガス炭酸捕集装置
測定記録制御装置

がある。

このフードは本研究所既設温室内の汚染第2温室に設け，課せられたフードの機能を維持援助する空気調節設備，室内空気のモニター装置等の補助設備がおかれる。前室の汚染実験室には測定記録制御のパネルが組立てられ，操作し易く，点検が容易な構造になっている。これら以外の機械はできるだけ地下に設置した。

(2) 温室の条件

1) 室　温

フードをおく第2汚染温室には，東芝 RAC-75 P 4 (冷房能力28,000 Kcal/h)，汚染実験室には RAC-38 P 6 (14,000 Kcal/h) の Room cooler を設置して，夏季は30°C以上にならぬように冷房し，冬季は10°C以下にならぬよう暖房する。Room cooler の負担を軽くするため温室の屋根に灌水装置をつけ，また内面にカーテンを張った。また，運転費軽減のためカウンターフロー方式の冷却塔 CT-1101 (15馬力用) をつけて冷却水を循環使用する。

2) 換　気

^{14}C の空気中の最大許容濃度 (MPC) 10^{-5} μc/ml の1/10になるよう運転し，^{14}C 濃度が MPC をこえたときは，直ちに捕集装置を通過させ，直接空気中に放出しない。

3) 監　視

室内の放射能は Cary Model 34 の Air monitor により監視し，10^{-6} μc/ml air をこえるときは警報を発する。

(3) フ　ー　ド

1) 形　状

高さ150 cm，間口150 cm，奥行80 cm，内容積約2000 l，下部に高さ30 cm のステンレス台をつけ，ステンレス製ポットを納める。

2) 構造，材質

骨格は耐蝕塗料のエポキシ系樹脂をぬったクロームメッキ黄銅材。床および北面下部はステンレス板張。枠と強化ガラスとの間に Buna MK 製のOリングやクッションゴムをはさみ，気密を保たしめる。許容漏洩基準はフード全容積に対する比率で約 10^{-3} l/sec，すなわち全容積の5%のガスが24時間中に洩れる程度である。

3) 温度，湿度条件

フード外の温室の温度が夏季30°以下，冬季10°以上に調節された条件において，夏季25～30°±2°，冬季10～20°±2°の範囲を維持し，かつ変動しうるよう Split 型 Room cooler を内蔵する。湿度は50～80%，風速は1 m/sec 以下とする。

4) 付属設備

(i) 手袋　$^{14}CO_2$ を使用してフードを密閉運転中，すなわち開扉厳禁時に内部の植物を手入れし，あるいは装置を操作するため，3コの Neoprene 製手袋をつける。ただし洩れを防ぐため，手袋を使用しないときは折たたんで蓋をして密閉する。

(ii) 照明　自然光を利用し，人工照明設備はないが，必要あれば将来考慮しうるよう設計してある。

(iii) 内部設備　水道蛇口1カ所，電源10 A，30 A のコンセント，内壁床面の洗滌用のシャワーがある。北面ののぞき窓の下部はステンレス板張りとし，熔接によって各種導入用パイプが接続されている。

(4) 内圧調整装置

フード内のガスが外部に洩れないよう常に陰圧（軽油をつめたU字管の圧差20 cm）を保持する。もし温度が急激に上昇し，圧が変動した場合は容積200 l の補助タンク（サラン#301，厚さ0.04 mm 2枚重ね，外周160 cm，長さ100 cm）が作動して調節する。

(5) 水耕液循環装置

1) ポット

フードの床にステンレス製の3コの円筒（直径20 cm，深さ30 cm）を埋め，植物を固定するため，内部の取手付きのポットに砂を入れる。ポットはステンレス鋼板を打抜いて多数の孔をあけたもので，さらに内部に16 mesh の網をはり，砂のこぼれるのを防ぐ。

2) タンク

地階に容量150 l の水耕液タンクを設け手動のバルブを開閉し，メカニカルシールを組込んだケミカルポンプ

によって水耕液をポットに送り込み，または抜き出す。かくして1日数回，一定時間植物の根部をひたす。

（6） 炭酸ガス発生装置

あらかじめ RI 棟 High Level 実験室 California 型フード内でマニホルドを利用して，液体空気で冷却し，炭酸を耐圧ガラス採取管（東北大学非水研型高圧実験用，容量50 ml 耐圧100気圧）にとり，一種の貯蔵ボンベとする。これを温室実験室に搬入して装置に接続し減圧弁を経て一度300 ml の二口耐圧採取管（耐圧20気圧）に導き，圧を数気圧に下げる。この採取管につづく電磁弁の開閉によって，フード内に炭酸ガスが送りこまれる。$^{12}CO_2$，$^{14}CO_2$ ともに同一形式として並列する。電磁弁は CO_2 については赤外分析計，$^{14}CO_2$ については Vibrating reed electrometer に設定した条件にもとづいて自動的に作動する。

（7） 廃ガス炭酸捕集装置

植物をフード内で栽培し，100～1000 μC/grC の CO_2 を 100～1000 ppm の濃度で使用したときの放射能は，10^{-5}～10^{-4} μC/ml air となる。この植物をフード外に取出すためには，フード内の空気を ^{14}C の空中の最大許容量 10^{-5} μC/ml air の1/10，すなわち 10^{-6} μC/ml air とする必要がある。実験の性質上，短時間内に炭酸を除去する場合には，空気抵抗の少ない液体空気型 Air filter を，徐々に完全に除去させる場合にはアルカリ洗滌型の捕集器を使用する。

1） Air filter

内容約20 l の液体空気貯蔵槽中に銅製脚部を浸し，これにつながる頭部の銅製 Demister を −190° に冷却する。導入された空気中の炭酸は冷却された Demister の表面で固化し，微細な雪となって付着し，除染された空気は Demister 内部に侵入し排出口より外に出る。フード，フィルター間を空気流量120 l/min の速度で循環させて，放射能を MPC の1/10までに低下させる時間は，前記の濃度において，銅の熱伝導効果や液体空気の熱効率をそれぞれ50% として計算しても1時間以下である。

2） アルカリ捕集器

4 N NaOH 溶液を入れた10 l のポリエチレン瓶に廃ガスを導入してアルカリ洗滌を行なう。各捕気瓶には塩化ビニール製の空気噴射管，排出管およびアルカリ液導入管，取出管がつき，さらに噴射管の先端には多孔質ガラスフィルター，排出口手前には飛沫止め板が付属する。最上段に20 l ポリエチレン瓶の液貯蔵槽，2段3段の一側に捕気瓶ならびに逆流止めの空瓶を1系列，他側に他の系列の2系列を配置する。最下段には廃液溜槽がある。フード内の汚染空気は実験の状況により直接このアルカリ捕集器に導入するか，または Air filter に一度固定してからさらにこのアルカリ捕集器に接続して除染し，アルカリ廃液の形で廃棄物処理棟に引渡す。

（8） 測定記録制御装置

フード内の全炭酸ガス濃度および ^{14}C の濃度を測定記録する回路，温度湿度を測定記録する回路および冷暖房装置，炭酸ガス発生装置等を自動制御する回路を装備する。

1） 温度記録

温室内外およびフード内の3カ所に白金抵抗温度計プローブ（保護管は SUS）をおき，東芝 SB 型トランジスタ式自動平衡記録計によって打点方式の記録を行なう。任意温度に設定しうる警報機構を付属する。

2） 湿度記録

フード内に Honneywell Q-457 A 湿度検出器をつけ，SA 型記録計に接続，記録する。測定湿度範囲 35～93%，使用温度範囲 5～48°C。検出器周辺に水滴防止板および日光遮蔽板が取付いている。

3） 除湿器系

赤外線ガス分析計および Ion chamber に被測定ガスを流すための Blower，流量計および冷却型除湿器が付属する。

4） CO_2 測定回路

東芝赤外線ガス分析計 I G-1 型を使用する。フッ化リチウムのプリズム，試料槽は単一槽型，測定範囲 0～5%，目盛 10^{-5}～10^{-2}%。

5） ^{14}C 測定回路

Cary Model 31 Vibrating reed electrometer に1000 ml Flow 型 Ion chamber を接続して測定する。

6） 制御装置

CO_2，^{14}C の測定値は打点式記録計により記録し，また CO_2 と ^{14}C の濃度の比は比較回路を使用して記録する。これらの測定値より冷暖房装置，炭酸ガス発生装置に命令を与える自動制御回路，動作状態の表示および異状の場合の警報回路等の諸装置を備えている。

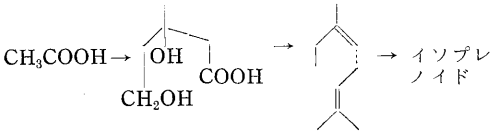
2. チモールの生合成機構の研究

一般にテルペン類の生体内における合成の機構には，イソプレン単位の重合によるといういわゆるイソプレン法則が適応されてきた。動物，微生物におけるステロイド，トリテルペノイドの生合成機構については，近年多くの研究が行なわれ，重要な結果が次々に明らかにされ

てきたにもかかわらず，高等植物の低級テルペノイド類に関しては僅かに二，三の基礎的実験が行なわれたに過ぎず，CO_2 が光合成機構により植物中にとり込まれてよりテルペンに至る合成の径路はまだ明らかにされていない。

そこで先に自然環境中の放射性炭素測定の試料として用いたチモールをとりあげ，その生合成機構につき二，三の実験を行ない，得られた結果につき報告する。チモールは芳香環を有するフェノール性化合物であるが，その炭素骨格は容易に2個のイソプレン単位が重合して合成されたことを暗示させる。

一方，スクワレン，ステロイドをはじめカロチノイド，トリテルペノイド等の生合成の研究において酢酸からメバロン酸が合成され，このものが脱炭酸によって炭素5個を有するイソプレン単位物質となり，これらポリイソプレノイドの生合成に関与することが近年に至って判明した。



本実験には3カ月間圃場に生育せしめたヤマジソ *Orthodon japonicum* Benth, et Oliv. (*Mosla japonica* (Benth) Maxim) を用い，これに酢酸ナトリウム (1-^{14}C) およびメバロン酸 (2-^{14}C) 各 50 μc を与えた。まずポットに移したヤマジソの茎に脱脂洗浄した木綿糸を貫通させ，その先端を放射性化合物の水溶液に浸して植物中に溶液を吸収せしめた。第1および第2の両実験ともに 50 μc の放射性化合物を 0.5～1 cc の蒸溜水に溶かして用いたが，5～6時間で全量が植物中に吸収された。10日間平常の栽培を続けたのち採取し，水蒸気蒸溜によってヤマジソ油溜分を得，これより石油エーテル抽出をくり返して油を分取し，アルカリ抽出によりチモールを単離精製した。また，水蒸気蒸溜における残液には糖およびアミノ酸が含まれると思われたので，アンバーライト IR-120 のクロマトカラムを通してアミノ酸を吸着せしめ，糖のフラクションと分けてそれぞれの放射能を測定した。その値は第1表に示すとおりである。

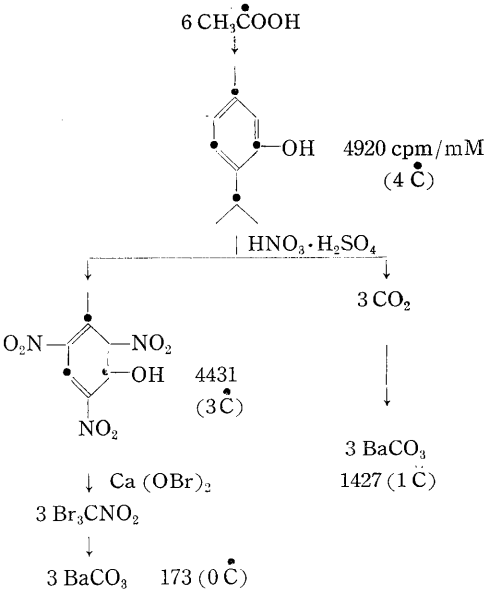
第 1 表

substrate	石油エーテル可溶部 cpm	蒸溜残液 糖部	蒸溜残液 アミノ酸部
実験 I	2900	12.96×10^5	
$CH_3\,^{14}COONa$		8.36×10^5	2.66×10^5
実験 II	2800	36.42×10^5	
メバロン酸 2 ^{14}C		34.20×10^5	4.52×10^3

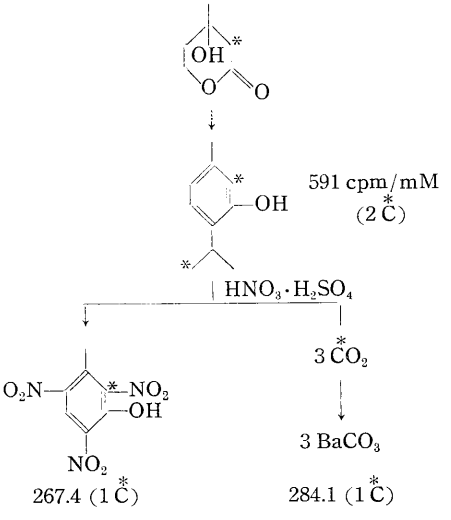
この結果，酢酸からの放射能は糖部，アミノ酸部にほぼ均等にとり込まれているのに対し，メバロン酸からの放射能はほとんどが糖部に移行していることがわかる。

単離したチモールはそれぞれ放射性を有し，実験Iからは 3882.0 cpm/mM，実験IIからは 591.0 cpm/mM の比放射能を有するチモールが得られた。これら放射性チ

第 1 図



第 2 図



モールはさらにその標識炭素の位置を追求すべく次のごとき分解反応に付し，それぞれの分解産物の放射能を測定した。その結果は第1図および第2図に示す。

上に示された数値は各分解産物の放射能測定値であるが，これは酢酸およびメバロン酸からの生合成仮説を満足させるものであり，したがってチモールは一般にいわれるごときイソプレン法則にしたがって生合成されることが認められる。しかしながら，ここに残された問題は酢酸およびメバロン酸のチモールに対する摂取率が意外に低いことであるが，このことに関してはこれらテルペン油産生植物の植物生理学的な理由が存在すると思われ，なお実験を続行しつつある。また，酢酸よりメバロン酸を経てチモールに至る仮説にしたがえば，メバロン酸は酢酸より大きな摂取率をとるべきであるが，これと反対の結果を得たことは，メバロン酸分子が酢酸に比し植物の細胞膜を通過する際に，より大きな障害を受けることに起因するものらしく，このことを裏づける実験結果も最近二，三の研究者により発表されている。

本研究はさらに放射性植物栽培フードの完成をまち，放射性 CO_2 を利用して続行される予定である。

本実験の結果は M. Yamazaki, T. Usui: "The Biogenesis of Thymol" として Chem. Pharm. Bull. Vol. **10**, 71 (1962) に発表済である。また実験の詳細は M. Yamazaki, T. Usui, S. Shibata: "The Biogenesis of Plant Products" 第2報として Chem. Pharm. Bull. (Tokyo) (1962) に投稿中である。

(3) ^{14}C および ^{3}H の decay による生物の不活性化を測定する可能性の考察

化学第2研究室
鈴木堅之
沢田文夫

^{14}C や ^{3}H が生体内にとりこまれて何らかの影響をおよぼす原因の主要なものの一つに，それら同位元素の崩壊による効果を考えることができる。すなわち ^{14}C が ^{14}N になり，^{3}H が ^{3}He に変化するのに伴なって，おのおのの元素の化学的な性質の変化があり，したがって ^{14}C または ^{3}H を含む化合物全体としても構造上の変化を伴なうことが予想される。これらの影響は，当然崩壊に伴なって放出される β 線の影響とともに考えられるべきものである。

ところでこれらの影響をどのようにして定量的に取扱うかという段になると，きわめて困難な問題が存在することが明らかになった。それは両同位元素ともに半減期が非常に長いために，単位時間内についての変化量がごくわずかであり，定量的な取扱いがきわめて困難であるか，または一つのデータを出すのに非常な長期を必要とすること，さらに上の理由により実験にはなるべく比放射能の高い化合物を使用したいにもかかわらず，その入手あるいは合成が簡単でないことなどによるものであった。

しかしながら種々計算をしてみると，^{32}P の崩壊に伴なう生物活性の低下が，同じ割合で ^{14}C にも適用されると考えれば，市販の1ミリモル当り数ミリキュリーの比放射能活性をもつ標識化合物を用いると，生体へのとりこみ能率が非常によい条件を選べば，約1年半くらいの継続実験により，有意義と思われる結果をうることができることが予想された。

次にいかなる系についてこの実験を行なうかが問題になるが，要は ^{14}C 化合物をもっと多くとりこむことができ，しかも，その物質が生物学上重要なものでなくてはならないとすると，それは生物の遺伝情報の担体である DNA であり，^{14}C や ^{3}H の給源としてチミン化合物を用いるのが最も適当である。また，致死効果や変異率などを測定するのには，何といっても微生物の使用が便利である。そこで，大腸菌のチミン要求株でこの実験をおこなうための必要な計画を考えた。チミン要求株はその野性株よりも培地中に存在するチミンのとりこみがはるかに多いことと，変異率を求める際に，野性株への逆変異を利用しうる便宜がある。ここで準備しなければならないことは，(a) まず変異を確認する技術的基礎をたしかめ，(b) 正常な状況での突然変異，すなわちバックグラウンドの量を定め，(c) さらに実験を開始したら，向う1年以上にわたる頻繁な測定に用いる培地用の薬品その他をストックしなくてはならないこと，(d) 本実験前に，少量のチミン化合物をトレーサーにして，現実に大腸菌のチミン要求株にどのていどのチミン化合物がとりこまれうるかをしらべることなどであった。

この計画は昭和35年度にもうけられたが，何分にも一度開始すると非常に長期にわたる性質のものであり，かつまた相当の経済的負担をも伴なうので，実験そのものの可能性について討議をおこなうのにかなり長期を必要とした。しかもフランスにおいて，すでに1年以前からほとんどまったく同様の研究がおこなわれて，昭和36年にはその結果が出ていることが明らかとなったために，同じ実験を同じスケールのもとで遂行することは不

必要であることが考えられるにいたった。また，細菌の型転換因子としての DNA についても，同様の実験がフランスにおいて開始されていることがわかっている。このような状況のもとでは，これらと異なった生物種について実験をおこなう必要があるが，現在の状態で可能なのはバクテリオファージであった。しかし，計算によると，ファージ1匹当りの DNA 量は細菌に比してはるかに少なく，同位元素崩壊の実験を細菌と同じレベルでおこなうと，少なくとも細菌の場合の数倍すなわち数年間にわたる測定が必要であることになった。実際問題としてこのような実験は現在の人員その他では不可能であるため，とりあえず，上述の大腸菌を用いて追試すべく，大腸菌のチミン要求株 *E. coli* 15 T^- からさらに検討を重ねて単一な株を単離し，合成培地中で培地に加えたチミジン-^{14}C が DNA にとりこまれる量を小規模でテストし，さらに液体窒素中で試験培養液を長期保存するために必要な容器をととのえ，またその方法についての検討をおこなった。

4. 緊急時対策に関する研究

概　　況

1. 目　　的

原子炉および放射性物質取扱い施設の事故により，放射性物質が上記施設外に放出され，環境に影響を及ぼす場合の対策につき研究調査することを目的とする。もちろん事故である以上，従来発生した事故と同種の，また同じ規模の事故が発生するとは限らない。このため研究は，過去日本以外の国で発生した事故の記録を参考とし，対象を施設外の環境および住民を重点とし，研究の問題点も一応つぎの四つに限った。

(1) 人体に対する外部被曝線量の推定法

(2) 特定の放射性核種の吸入および食物による体内摂取過程に関する研究（人体の内部被曝線量の推定を含む）

(3) 緊急時における放射性核種の分析，試料採取等に対する迅速簡易方法の研究

(4) 事故時における診療対策に関する研究（この課題は施設内における問題を主とする。）

2. 研究着手までの経過

本研究に関しては，昭和 35 年度にまず研究の課題の検討を行ない，上記の四つを取上げることに決定し，昭和 36 年度より班を編成し，研究に着手したが，予算，人員，その他の関係で，主として第3の研究課題に重点をおいた。

事故時における周辺の住民に対する重要な対策の一つとして，飲料水使用の可否，食物摂取の可否，退避の必要性の有無などの問題があり，危害要因の迅速評価を必要とするという意味からもこの課題を最初に取上げることにした。班は，

班長　江藤秀雄

幹事　渡辺博信

班員　化学研究部，環境衛生研究部の研究員

をもって編成した。

3. 研究の状況

化学研究部においては，フォールアウトを含む雨水，その他河川水を用い，イオン交換法を主とした迅速分析法の確立を行なっている。環境衛生研究部においては，大気中に含まれたガス状の放射性核種の採取法，測定法につき，活性炭による採取固定を検討し，電離箱と振動容量電位計を組合せた連続ガス測定法につき検討を行なっている。また事故現場付近にて分析，測定を行なうことが迅速に危害の評価を行なうことができることから，可搬可能の測定器の整備を行なった。37 年度において運搬用車の整備により，野外調査が計画されている。（江藤秀雄，渡辺博信）

(1) 放射性希ガスの測定（1）

（捕集型電離箱を用いた定量的測定）

環境衛生第4研究室

山　下　幹　雄

渡　辺　博　信[1)]

[1)] 環境衛生研究部長

1. 緒　　言

核燃料の分裂生成物は，分裂当初において，$_{35}Br$，$_{53}I$，$_{54}Xe$，$_{36}Kr$ 等のガス状物質がその Yield の大半を占める。これらは，原子炉の平常運転時においても放出されているが，とくに，原子炉の事故時，燃料再処理過程に，大量に放出され得る。このうち，放射性希ガスとしては，^{135}Xe (9.2 h)，^{133}Xe (5.3 d)，^{85}Kr (10.3 Y)，^{41}A (109 m) が障害の面から，とくに重要であると思われる。^{41}A は，直接に分裂によって，生成するのではなく，大気中の ^{40}A が，中性子捕獲によって生ずるものである。

これらの放射性希ガスは，その特長である分離の困難性から，その大気中における濃度を測定することは，容易でない。一般に，放射性希ガスの測定には，Sampling chamber（捕集型電離箱），Flow counter，および場合

により，γ-ray spectrometer が使用される。このうち Sampling chamber による方法は，最も一般的で，比較的簡単であるが，定量的測定を行なうには，他の測定器のように測定効率の較正をすることが困難であるため，未だ多くの問題が残されている。

ここでは，主として，球形電離箱の場合について，測定効率を理論的に算出する試みとして，その電離効率について，一般的な考察を行なった。さらに，得られた理論的近似式について，固形点線源，^{41}A 気体試料を使って，実験的検討をおこなった。

2. 測定装置および測定法

放射性ガスの測定は，球形の Sampling chamber を振動容量電位計と組合せておこなった。

振動容量電位計，タケダ理研製
Model TR 84 T
Sampling chamber，タケダ理研製
12.4 cm ϕ
材質，Fe，内面 Cr メッキ

また点線源の放射能強度の絶体測定，および ^{41}A の定量にはそれぞれ，2π gas flow counter，NaI (Tl) crystal 128 channel pulse height analyzer を使用した（別報参照）。

β 放射性気体試料を，電離箱内に封入した場合，電離箱が，飽和領域で作動しているとすれば，得られる電流値は，次式で表わされる。

$$i = \frac{dQ}{dt} = \varepsilon \times 1.6 \times 10^{-19} \cdot \frac{E}{W} \cdot D \quad \cdots\cdots\cdots(1)$$

charging method により，電圧の時間的変化から，測定する場合には次式が使われる。

$$\frac{dV}{dt} = \frac{1}{C}\frac{dQ}{dt} \quad [\mathrm{volt/sec}] \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

ここで，i: 飽和電流〔A〕
E: 1崩壊当たりに放出される β 線の全エネルギーの平均〔eV〕
W: 1イオン対を作るに必要なエネルギー〔eV〕
D: 電離箱内の全放射能強度〔dps〕

ε は，電離箱の効率を示すもので，さらに，$\varepsilon = I_e \cdot f$ で表わされる。I_e は，電離効率で，β 線が電離箱内で，気体の電離に有効に費やされるエネルギーの割合である。f は集電効率でイオンの再結合に対する補正であるが，A, N_2 等の negative ion をほとんど創生しない電離気体に関しては，$f = 1$ と考えてよい[1]。

3. 電離効率について

電離効率 I_e は，β 線のエネルギー，気体の密度，電離箱の形状，大きさ，材質によって変る。したがって，I_e を厳密に理論的に求めることは不可能であるが，β 線の媒質中における，エネルギー損失に対して，指数函数法則を適用し得ると仮定すれば，球形電離箱の場合の I_e は次のようにして近似式を求め得る。

(1) 電離箱の内壁に点線源をおいた場合

(a) 壁面で後方散乱がない場合

放出された β 線は，直線的，かつ等方的であるとし，吸収係数 μ_0〔cm^{-1}〕で表わされるとすると，電離効率は次式で与えられる。

$$I_{e_0} = \frac{1}{2\mu_0 R}(2\mu_0 R + e^{-2\mu_0 R} - 1) \cdots\cdots\cdots\cdots(3)$$

ただし，Rは電離箱の半径である。

Fig. 1にこのグラフを示す。

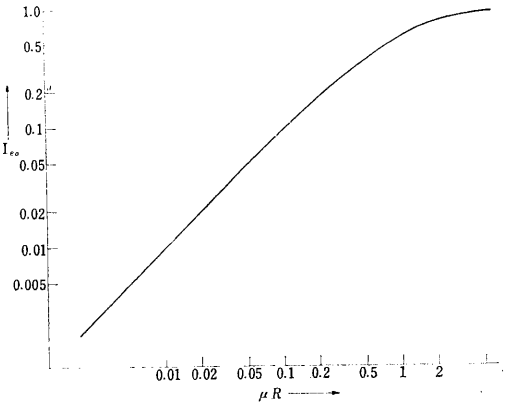


Fig. 1. Primary Ionization Efficiency of the Spherical Chamber for a Point Source on the Inside Wall. (Theoretical)

(b) 壁面での後方散乱を考慮した場合

線源より，電離箱壁に達した β 線の一部は，ここで後方散乱をする。その角度分布を等方的であると仮定すれば，後方散乱 β 線の電離効率は，壁面における2次線源と考えて[2]，(a) の場合と同様に取扱える。したがって，後方散乱を考慮した場合の電離効率は次式で表わされる。

$$I_e = I_{e_0} + (1-I_{e_0})f_{B_1}I_{e_1} + (1-I_{e_0})(1-I_{e_1})f_{B_1}f_{B_2}I_{e_2} + (1-I_{e_0})(1-I_{e_1})(1-I_{e_2})f_{B_1}f_{B_2}f_{B_3}I_{e_3} + \cdots\cdots \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (4)$$

ここで I_{ei} は第 i 回目の後方散乱 β 線の電離効率で，その吸収係数 μ_i が知れれば Fig. 1. より容易に求まる。f_{Bi} は第 i 回目壁面散乱における後方散乱率とする。

（2） 電離箱内に一様に分布した線源の場合

(a) 壁面での後方散乱がない場合

電離効率は次式より算出し得る。

$$I_{eo}=\frac{\sum_i r_i^2\cdot f(r_i,R)}{\sum_i r_i^2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(5)$$

ここで，$f(r,R)$ は，電離槽内に一定濃度の放射性ガスが一様に分布している場合，中心より，r の距離における単位体積中に生ずる一次イオン対の相対数であり，次式で示すことができる。

$$f(r,R)=1-\frac{1}{4b}\{(a+b+1)e^{-(a-b)}-(a-b+1)e^{-(a+b)}\}$$
$$+\frac{a^2-b^2}{4b}\{-E_i[-a-b)]+E_i[-(a+b)]\}\cdots\cdots(6)$$

ここで　$a\equiv\mu_0R$,　$b\equiv\mu_0r$　であり，

$-E_i(-x)$　は積分指数で次式で表される。

$$-E_i(-x)=\int_x^\infty \frac{e^{-t}}{t}\,dt$$

(5) 式の計算結果は，Fig. 2 に示されている。

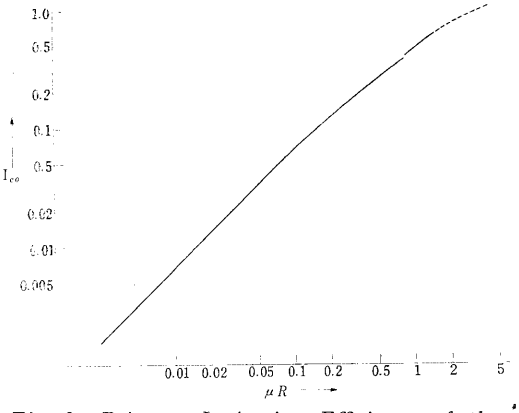


Fig. 2. Primary Ionization Efficiency of the Spherical Chamber for Uniformely Distributed Sources. (Theoretical)

(b) 壁面での後方散乱を考慮した場合

後方散乱が等方的であるとすれば，点線源の場合とまったく同様である。

4. 実験および実験結果

(3), (5) 式および (4) 式で求められた理論的電離効率の妥当性を検討するために，^{32}P, ^{131}I の点線源を電離箱の内壁上において，その電離効率の，一定温度における圧力変化を測定した。Fig. 3, Fig. 4 に，その結果を示す。また気体試料として，^{41}A の場合について同様な実験をおこなった（別報参照）。Fig. 5 にその実験結果を示す。

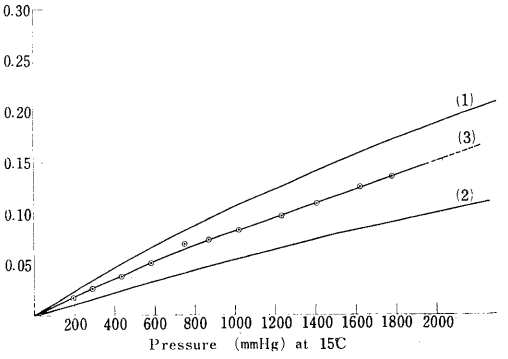


Fig. 3. Ionization Efficiency of ^{32}P Point Source in the Case of a Spherical Chamber (in Argon Gas)

(1) Theoretical, with the Consideration of Back Scatter Effect.

(2) Theoretical, with no Consideration of Back Scatter Effect.

(3) Experimental.

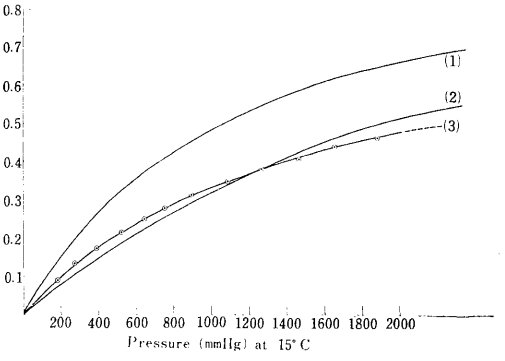


Fig. 4. Ionization Efficiency of ^{131}I Point Source in the Case of a Spherical Chamber (in Argon Gas)

(1) Theoretical, With the Consideration of Back Scatter Effect.

(2) Theoretical, with no Consideration of Back Scatter Fffect.

(3) Experimental.

5. 考　　察

得られた理論式にしたがって，電離効率の計算をする場合，その値は，f_B および μ に大きく依存する。一般に，飽和後方散乱係数は，散乱体の原子番号 Z の函数でエネルギーが比較的高いところでは，入射粒子のエネルギーには，あまり関係しない。Z = 25 の場合，$f_B\fallingdotseq 0.4$ である[3][4]。後方散乱した β 線の，角度分布，およびエ

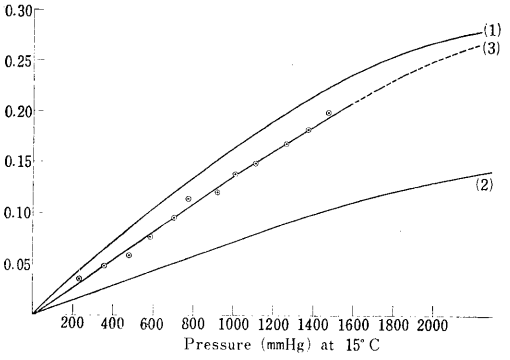


Fig. 5. Ionization Efficiency of ^{41}A in the Case of a Spherical Chamber (in Argon Gas)
(1) Theoretical, with the Consideration of Back Scatter Effect.
(2) Theoretical, with no Consideration of Back Scatter Effect.
(3) Experimental.

ネルギー分布は，一般に複雑で，まだ利用できる十分なデータはない。エネルギー分布に関しては，Zumwalt にしたがって，Z = 25 の場合，入射β線，後方散乱β線の半価層比が，約 0.59 であることを利用して計算した。したがって後方散乱後のβ線の吸収係数μは，約 1.7 倍になる。μの値については，いくつかの報告がなされているが，これらは，主に，GM カウンターを用いて得られた吸収曲線から算出されたものであり，後方散乱の角度分布に関連して，多々検討の余地があるが，ここでは Rossi[5]の実験結果から得られる値を利用した。すなわち，質量吸収係数は次式により算出する。

$$\frac{\mu}{\rho}=\begin{cases}12.5\,E_{\max}^{-1.524} & (E_{\max}<0.7\ \mathrm{Mev})\\ 11.0\,E_{\max}^{-1.917} & (E_{\max}>0.7\ \mathrm{Mev})\end{cases}\quad [\mathrm{cm}^2/g]$$

それぞれの場合についての計算結果は，Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5 に示しあるが，^{32}P, ^{41}A の場合には実験値とかなりよく一致している。^{131}I の場合の不一致は，μおよび f_B の値に起因すると考えられる。崩壊がγ線を伴なう場合，これに対する補正が必要となるが，一般にはγ線による寄与は，β線のそれに比してはるかに小さく無視できる。Fig. 6 に ^{137}Cs の点線源を 4 mg/cm^2, 160 mg/cm^2 の Al 板で覆った場合の電流値を示す。^{137}Cs からのβ線は 160 mg/cm^2 の Al 板でほとんど screen out される。

6. 結　　語

球形電離箱を用いて，放射性希ガスの濃度を定量的に測定するために，その電離効率について検討し，かなり

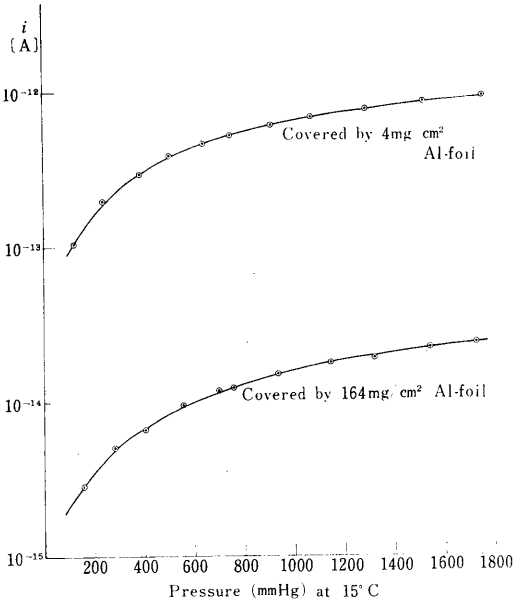


Fig. 6. ^{137}Cs Point Source in A-gas.

よい近似で理論的に算出されることを示した。今後，さらに，吸収係数，後方散乱係数等について検討するとともに，実際的測定技術について研究を進めてゆく予定である。

終りに，電離効率の理論的計算に関して，種々討論いただいた生物研究部小川英行氏に感謝いたします。

（文　　献）

(1) G. J. Hine, G. L. Brownell; Radiation Dosimetry.
(2) 田村，ほか； 第2回原子力シンポジウム報文集。
(3) S. Flügge; Corpuscles and Radiation in Matter II (1958)
(4) L. R. Zumwalt; AECU-567.
(5) H. H. Rossi et al.; Nucleonics Vol. 2, No. 1 (1948)

（2） 放射性希ガスの測定（2）

（活性炭を用いたγ線スペクトロメトリー）

環境衛生第4研究室
山　下　幹　雄
渡　辺　博　信[1)]
1) 環境衛生研究部長

1. 緒　　言

大気中における放射性希ガスの濃度を測定するため

に，Sampling chamber（捕集型電離箱）を用いる方法について，別報のごとく，基礎的な検討がなされたが，実際に 10^{-8} μc/ml 程度の β 放射性希ガスの測定を行なう場合，自然放射能，核実験によるフォールアウト等からの影響があり，その測定は容易でない。また電離箱による測定からでは，核種について決定的情報は得られない難点がある。そのほか，実際的技術として，放射性希ガスの定性的，定量的測定を行なうには，幾多の問題が残されている。

これらの問題を解決する糸口の一つとして，Activated Charcoal による気体の吸着現象の利用についての検討は興味ある課題であると考えられる。実際に，放射性ガスを，活性炭に吸着せしめて，γ 線スペクトロメータにより測定することは，核種の同定に，迅速，かつ有効な方法であり，その有用性は，以前から認識されており，実際に，原子炉から放出する Fission Gas の測定，および ^{131}I のモニター用に適用されている[(1),(2)]。ここでは，主として，活性炭を利用した γ 線スペクトロメトリーによって，大気中の微量放射性希ガスの測定法について，基礎的な検討を行なった。すなわち，工業用アルゴンガスを，中性子照射により，放射性アルゴン ^{41}A を製造し，その γ 線スペクトロメトリーによる測定法，活性炭の吸着特性等について検討した。

2. 実験装置および実験

実際に放射性希ガスについての実験を行なう必要性から，アルゴンガスを中性子照射によって，放射性アルゴン ^{41}A を製造した。Fig. 1 に ^{41}A 製造の実験装置を示す。中性子線源は，Ra-Be 1 curie を使用し，照射は，円筒形の水槽内で，水を減速材として行なった。

活性炭の気体吸着を，直接に，γ 線スペクトロメトリーに利用する場合には，その比吸着量（活性炭 1 cc 当りの気体吸着量）が，できるだけ高いことが望ましい。実際に，市販されているいくつかの活性炭について，比吸着量，その温度，気圧に対する依存性等について，基礎的な資料を得るために，静的気圧平衡における吸着特性を実験により調べた。Fig. 2 にその実験装置を示す。図において，まず真空ポンプにより，全系を真空にしたのち，コック C_1, C_4, C_5 を閉じる。ガスボンベより一定量のガスを放出したのち，コック C_4, C_5 を開ける。このときの平衡気圧および最初の Sampling Bottle の圧力より，平衡気圧における活性炭の effective volume を算出することができる。Fig. 3 に得られた結果の一例を示す。

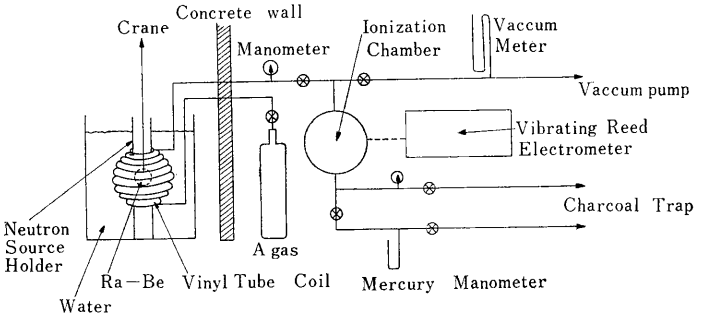


Fig. 1. Apparatus of A-gas activation and its measurement.

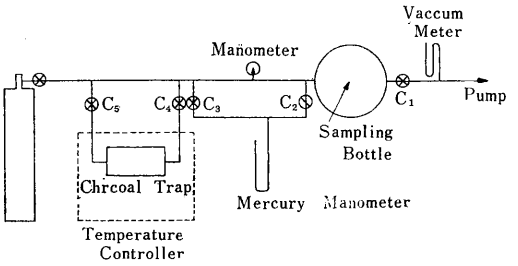


Fig. 2. Apparatus for the Experiment of Adsorption Characteristics under Static Equilibrium Pressure.

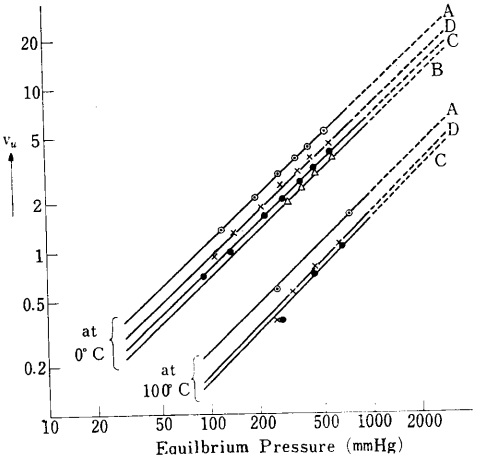


Fig. 3. Specific Volume, Vu (cc at STP), adsorbed on various Activated Charcoal.
A. 12～30 mech, made from coconut-shell.
B. 12～30 mesh, made from coal.
C. 4～6 mesh, made from wood.
D. 8～12 mesh, made from wood.

3. ^{41}A の γ 線スペクトロメトリー

上述の装置により製造された ^{41}A (109 m) を γ 線スペクトロメータによって，定量的測定を行なう場合，試料容器の形状，材質等が問題となるが，筆者は，Fig. 4 に示すようなプラスチック製の試料容器を試作した。この試料容器は，気体捕集前に，真空にする必要性から，相応の耐圧性をもたねばならない。このため外蓋の厚さによる γ 線の吸収，幾何学的効率の低下等によって測定効率は悪くなる。試料容器内の活性炭に捕集される試料気体の量は，同一の活性炭について，静的気圧平衡における実験から算出し得る。

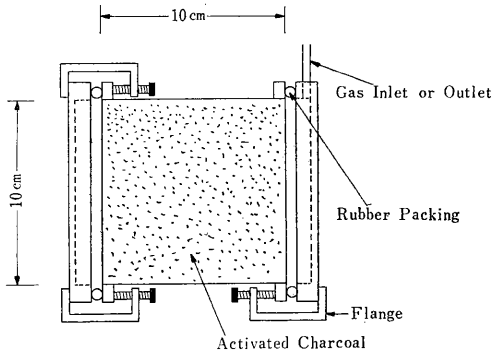


Fig. 4. Counting Cell.

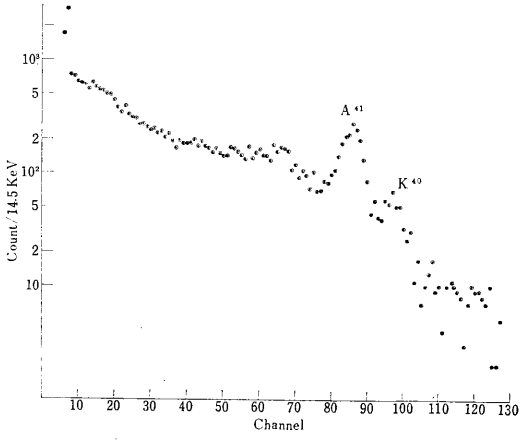


Fig. 5. γ-Ray Spectrum of ^{41}A

Fig. 5 にこの試料容器を用いて，128 チャンネル波高分析器によって，測定した ^{41}A の γ 線スペクトルの 1 例を示す。得られたスペクトルから，^{41}A の定量を行なうには，同一の幾何学的条件においての，検出器の Crystal の効率を求めて近似的に行なうことができるが，一般に簡単ではない。筆者は，既知量の ^{22}Na を同一の試料容器に混入して得られた γ 線スペクトルから比較定量した。^{22}Na の γ 線 (1.28 MeV) および ^{41}A の γ 線 (1.29 MeV) の 1 崩壊当りの放出の割合は，ともに約 100% であるから，その full energy peak の面積を比較することにより，^{41}A の量は算出される。

4. 考　　察

上述のごとく，活性炭の吸着性の直接の利用により，試料気体の捕集をして測定する場合，測定限界は活性炭の吸着能にそのまま左右される。実験温度における活性炭の吸着等温線は Fig. 3 に示すごとく Freunlich type equation で表わされ，Air, N_2, A の場合について，あまり変りがない。一般に吸着量は，温度の低下とともに急激に増大する。-30°C 程度で，活性炭の体積の 20～30 倍のガスが吸着されることも観測された。^{41}A の定量は，0°C に冷却した試料容器に試料気体を約 5 倍に濃縮して行なったが，^{41}A の濃度は 760 mm Hg, 15°C で，1.7×10^{-6} μc/ml であり，これは，$1\frac{3}{4}'' \phi \times 2''$ NaI crystal, 128 チャンネル波高分析器を使って測定する場合，測定限界の約 10 倍に相当する。したがって，試料容器をさらに低温にし，また，幾何学的条件にも改良を加えることにより，10^{-8} μc/ml 程度の大気中放射性希ガスの γ 線スペクトロメータによる測定は，十分可能となる。また，大気中の ^{41}A を捕集型電離箱で測定する場合，活性炭の吸着能の温度依存性を利用して，電離箱に試料気体を捕集すれば，より効率よく測定することができる。

5. 結　　語

活性炭の気体吸着を直接に利用して，許容レベルの 1/10 程度の放射性希ガスを，γ 線スペクトロメトリーにより定量する方法について，実験的な検討を行ない，効果的に測定可能であることの確信を得た。また，この実験により，活性炭を用いて大気中放射性希ガスを逐次濃縮し，効率よく，これを測定する方法についても知見を得たので，活性炭の吸着に関する本質的な検討とともに，今後研究を進めて行く予定である。

終りに，A ガス中性子照射に関して，多大の御援助をいただいた隅田拡技術課長に謹しんで謝意を表します。また，環境衛生研究部樫田義彦室長，化学研究部坪田博之氏には，実験装置に関して，種々有益な御指導をいただいたことを感謝します。

なお，実験に使用した活性炭は，鶴見コール興業株式

会社の厚意によるもので，記して，感謝いたします。

Referenel

(1) J. M. Markoruitz, R. C. Koca, J. A. Poll; WAPO-180.

(2) C. W. Sill, J. K. Flygare, Jr; Health Physics, Vol. 2, No. 3 (1960)

(3) 緊急時における放射性核種の分析法
—放射能特別調査に用いた"水中の放射性核種の分析法"

化学第3研究室

坪田博行

1. 序

1961年秋，ソ連の核爆発実験再開のため，"イオン交換法を主とする緊急時における放射性核種の分析法"に関する系統的な研究は中断された。研究の初期において，実際に緊急時に遭遇し，放射能特別調査のために，分析法の提出を迫られると同時に，本研究分担者（化学第3研究室　河村正一，渡利一夫，田野実）全員が調査の分析作業に参加した。そのため，オリジナルな研究もいくつか着手していたが，中断され，すべて断片的な仕事に終ってしまった。

以下に記述する放射能調査に採択された分析法のなかには，これらのオリジナルな方法も相当含まれている。

2. 上水中の ^{137}Cs および ^{90}Sr の分析法

緊急時対策のために，上水試料採取用の陽イオン交換カラムを設計製作した。普通，上水中の ^{90}Sr および ^{137}Cs を分析する場合，試料量は約 100 l を必要とする。しかし 100 l の水を採取輸送するのは困難なので，それを約 500 ml の陽イオン交換樹脂に濃縮して輸送することを考えた。5 cm ϕ × 25 cm の Dowex 50 − × 8 (50〜100 mesh) のカラムを Na^+ 形として用いた。この試料採取用カラムは 1961 年 7 月試作され，全国河川の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度の調査に試用された（環境衛生第4研究室，東京教育大学理学部三宅研究室と共同で建設省の便宜を受けて行なった)。

ソ連の核爆発実験による上水の汚染調査に，このカラムをそのまま用いた。上水 100 l に Cs^+− および Sr^{2+}− キャリヤー各 100 mg を加えて，カラムに通し，交換吸着させたのち，カラムをそのまま，放医研まで郵送する。放医研では，このカラムに，3 N 塩酸 3 l を通し，吸着された Cs^+ および Sr^{2+} を溶出する（Cs および Sr を完全に溶離するためには，3 N 塩酸 5 l を必要とするが，操作を簡単にするために 3 l 使用した。このとき，95% 以上溶離される。最後にキャリヤーの化学的収率を求めるので差支えない)。溶出液を水で 15 l にうすめて，苛性ソーダで中和したのち，海水中の ^{137}Cs および ^{90}Sr の分析法[1]に準じて，^{137}Cs および ^{90}Sr の分析を行なうようにした。ただし，^{137}Cs はリンモリブデン酸アンモニウムで共沈させたあと，フェノールスルホン酸形陽イオン交換樹脂による分離を行ない，過塩素酸セシウムとして β 放射能を測定する方法（本年報 67 頁参照）を用いた。

3. 雨水および天水中の放射性核種の分析法

(1) 液浸形シンチレータを用いる γ スペクトロメトリー（物理第1研究室と共同）

さきに，尿中のセシウム-137 の測定のために検討した液浸形シンチレータ（本年報，化学研究部の項 70 頁参照）を用い，試料水 2 l をそのまま，γ スペクトロメータで測定する方法により，雨水および天水中の ^{103}Ru, ^{95}Zr-^{95}Nb を短時間のうちに定量することができた。また，そのほかの核種，たとえば ^{140}Ba-^{140}La などもその量の多いときには定量可能であった。核爆発実験直後のフォールアウトには，酸不溶性の強放射性粒子が多く，これらは ^{103}Ru, ^{95}Zr-^{95}Nb をとくに多く含むので，液浸スペクトロメトリーは望ましい方法である。

(2) 放射化学分析法

これまでの報告[2][3]（本年報，化学研究部の項 76 頁参照），および当時進行中であった研究結果などをもとにして，同一の試料から多数核種を系統的に分離定量する方法をとった。雨水中の放射性核種の分析操作順序の概要を付図に示した。全国より送付された天水は，この方法を一部変更簡単化して行なった。

この方法には一部未検討の点もあって，修正したり，また，放射性フォールアウトの物理的および化学的性質は非常に複雑であるから，採取された試料の性質によって，その都度，変更した点もあるが，全体の方針は変えないで適用することができた。

4. 結　論

ソ連の核爆発実験再開のため，必要に迫られ，不満足ながら考案した分析法であるが，この分析法により，放射能調査の目的はほぼ達し得たと考えられる。

（文　献）

1) Y. Miyake, K. Saruhashi and Y. Katsuragi: Pap. Met. Geophys., Tokyo, **11**, 1 (1960)

2) Y. Miyake: Guide Book on Methods of Monitoring Waste Disposal into the Sea. (1961)

3) 坪田博行： 分析化学，**9**，783，905（1960）

付図　雨水中の放射性核種の分析法の概要

付図1.　分　　属

雨水試料 5 l

濃塩酸 10 ml を加える

キャリヤー Cs^{+} 50 mg
Sr^{2+} 20 mg
Fe^{3+} 20 mg
Ca^{2+} 0.8 g　を加える

約 70℃ に加温する

(1:1) NH_4OH で pH を 7 にする

P1 (R. E., Zr, Ru, U etc)
6 N HCl にとかす
(1:1) NH_4OH で pH 7 にする

F1 (Sr, Ba, Cs)
Na_2CO_3 固体 20 g を入れる
pH 9～10 にする

F2

P2
Fe 共沈部分

P3
6 N HCl にとかす
Fe^{3+} 5 mg を加える
(1:1) NH_4OH で pH 8 にする

F3
Cs部分

P4

F4
Ba^{2+} キャリヤー 10 mg を加える
サク酸緩衝液を入れる
ロジゾン酸ソーダ固体 0.2 g を加える
pH 8～9 にする

P5
アルカリ土類部分

F5

付図2.　Fe 共沈部分の分離

P 2 + P 4

8 N HCl にとかす
イソプロピルエーテル抽出（2回）

水相
蒸発乾固
濃塩酸でしめらせ，Br_2 水 1～2 滴で酸化
0.2 N HCl 溶液にする

有機相
（すてる）

陽イオン交換カラム*1

0.2 N HCl 20 ml → Ru, Te
0.5% $H_2C_2O_4$ 40 ml → Zr, Nb, Np
5% $H_2C_2O_4$ 40 ml → U, Pu, Th,
水　洗　30 ml → すてる
1 M ギ酸緩衝液 pH 4.0 150 ml → R. E.

*1 Amberlite CG-120, 100—200 mesh, 1.1 ϕ × 8 cm, H^{+} 形

Ru, Te フラクション： 蒸発乾固後，ガラス試料皿にとる。γ, β 測定，必要あればRu は別に Ru-キャリヤーとともに蒸溜分離する。

Zr, Nb フラクション： 白金皿に移し，蒸発乾固後，HNO_3 で分解，HNO_3 溶液としてガラス試料皿に移し，β, γ 測定。

U, Th フラクション： 白金皿に移し，蒸発乾固後，HNO_3 で分解，HNO_3 溶液として白金製試料皿に移し，α, β, γ 測定。

R. E. フラクション：
R. E.-Y の分離： R. E. フラクションに La^{3+} 5 mg, Sm^{3+} 5 mg, Y^{3+} 10 mg をキャリヤーとして加え，水酸化物沈殿を作り，これを 2 M HNO_3 溶液とする。D 2 EHPA-25% トルエン溶液で2回抽出，Yは有機相に移り，R. E. は水相に残る。有機相のYは 10 M HNO_3 で逆抽出，いずれもシコウ酸塩として測定試料とする。（γ, β 測定）

付図3.　アルカリ土類部分の分離

P 5

熱硝酸でロジゾン酸分解
蒸発乾固
水溶液とする

陽イオン交換カラム*2

→ すてる
1 M ギ酸緩衝液 pH 4.1 150 ml → すてる
1 M ギ酸アンモニウム 100 ml → Sr
2 M　〃　100 ml → Ba

*2 Amberlite IR-120, 100—200 mesh, 1.1 ϕ × 10 cm H^{+} 形

Sr フラクション
$^{89}Sr + ^{90}Sr$ の測定（β 測定）
^{90}Sr： ^{90}Y の測定（低バックグラウンド β 測定）
Ba フラクション
^{140}Ba-^{140}La の測定： γ, β

付図4.　セシウム部分の分離*3

F 3 + F 5

濃硝酸を pH 1～2 になるまで加える
約 60℃ に加熱する
リンモリブデン酸アンモニウム固体 5 g 投入

P
NaOH にとかす
イオン交換分離
$CsClO_4$ 精製

F
すてる

低バックグラウンド GM カウンターで測定

*3 詳細は本年報，化学研究部の項 70 頁参照

5. 放射線による癌の診断ならびに治療に関する研究

概　　況

放射線による癌の診断に関しては ^{131}I-人血アルブミンを使用し，脳腫瘍の診断について鋭意研究を進めており，現在までにすでに10数例の症例を集めている。また甲状腺癌の診断についてはプロフィル，およびシンチスキャナーを用い，甲状腺癌はその転移巣の発見についての研究を行なっている。なお予定されていたシンチレーションカメラが3月末にようやく納入されたため，これを活用する時間的余裕がなかった。治療に関する研究のうち，線量分布についての問題はガラス線量計を用い，尿管被曝線量の測定を行なった。これは子宮癌患者を ^{60}Co，ラジウム等で治療する際しばしば見られる尿管の障害を防止するためであって，尿管内にガラス線量計を挿入し，尿管の被曝線量を正確に測定したものであった，これは日本医学放射線学会総会で発表した。なお研究課題のうち"放射線の生体反応に及ぼす照射環境の影響"についての研究は動物の移植癌を用い，酸素加圧下に外部照射を行なう予定であったが，酸素釜，オキシメータの完成が遅れ，3月より実験を開始している。

（田中　茂）

（1） 子宮頸癌の根治的照射における尿管の被曝線量について

臨床第4研究室
荒　居　龍　雄
楠　本　五　郎
田　崎　瑛　生[1)]
尾　立　新　一　郎[1)]
[1)] 病院部医務課

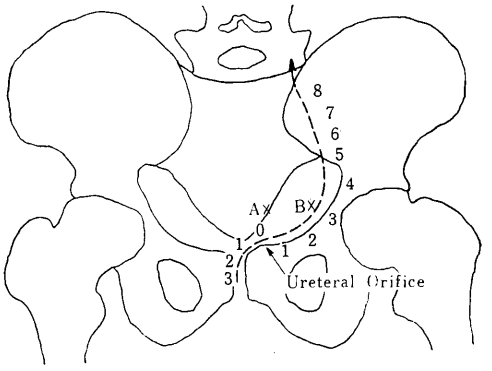
1. 研究目的

子宮頸癌の根治的放射線治療の際，尿管の被曝線量は現在十分に究明されてない。そこでわれわれは尿管の被曝線量を実測し，その測定値より尿管の耐容線量を推定したい。また腟内照射および経皮照射の線量分布より照射法の検討を行ない，子宮頸癌照射術式の改善の資料としたい。

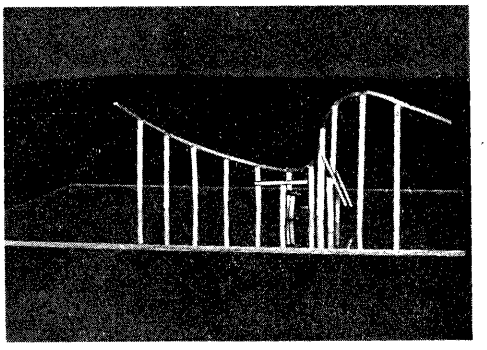
2. 研究方法

患者の腟内および経皮照射の際，尿管内に硝子細桿螢光線量計（1 mm ϕ × 6 mm）を1 cm 間隔に封入したポリエチレン製尿管カテーテルを挿入し（第1図），一定時間曝射して測定した。

次にX線写真より尿管の走行を復元し（第2図），水槽中にて人骨盤を用いて模型実験を行ない，尿管の線量分布とA，B点との関係を求めた。



第1図　尿管内に挿入した硝子細桿螢光線量計の位置（X線写真より）



第2図　尿管走行の復元

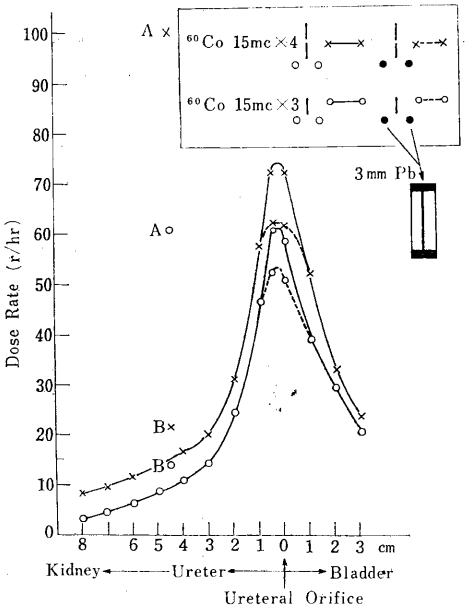
経皮照射（70度振子と特殊フィルター使用の固定）および腟内照射の線量測定を phantom を用いて行ない，その測定値を複合して尿管の最高被曝線量を求めた。

3. 研究結果

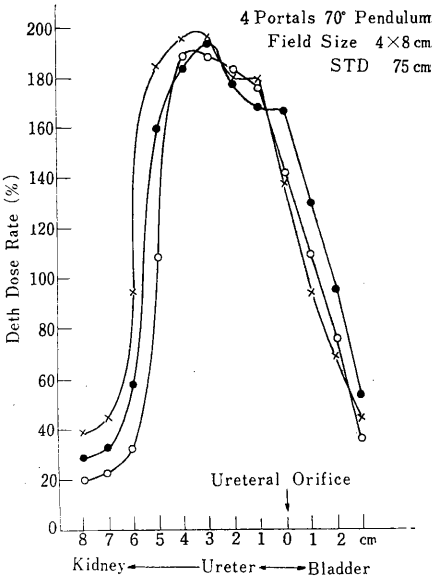
① phantom 実験より，腟内照射における尿管の最大線量は，尿管開口部から腎側1 cm の間にあり，A点の受ける線量にほぼ等しい。

また子宮腟内小線源 Tandem の単位を変えることおよび腟内線源の上部を遮蔽することにより，A点線量に対する尿管の最大線量を減少せしめ得る（第3図）。患者実測例は第4図のごとくである。

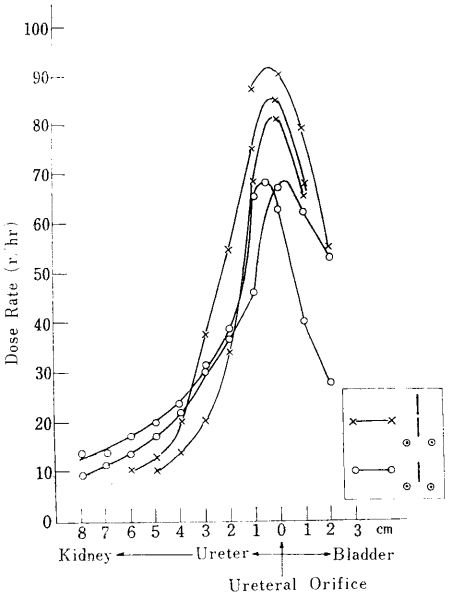
② Phantom 使用による70度振子照射（4門）と特殊固定照射である楔状フィルターを加えた Divesring Beam Technic（4門）の線量分布を比較すると，われわれの装置では（^{60}Co. 2000 キュリー，線源2 cm ϕ × 1.3 cm 多重可変絞）運動照射の場合，高線量域が広く，



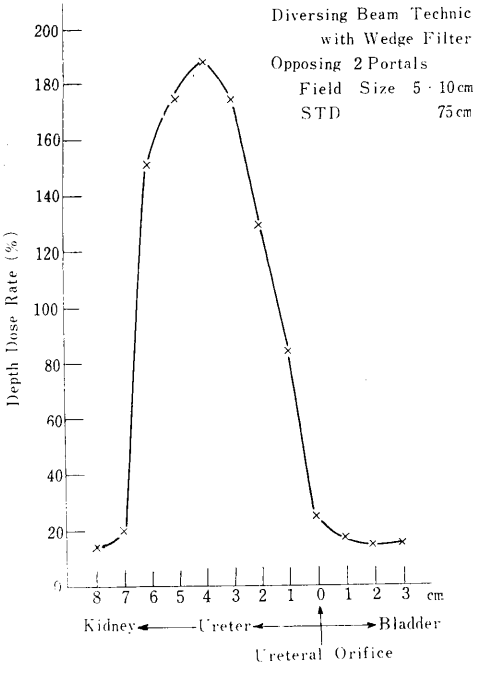
第3図　Phantom 使用による尿管の線量分布



第5図　経皮照射による尿管線量分布（患者例）
（縦軸はB点線量200に対する深部線量比）



第4図　尿管線量分布（患者例）



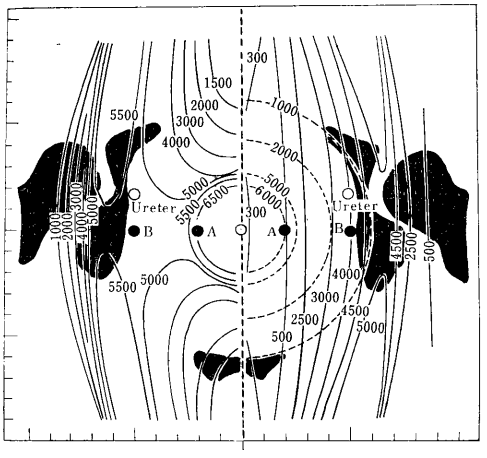
第6図　特殊固定照射による尿管の線量分布
（Phantom より）
（縦軸はB点線量200に対する深部線量比）

B点に対するA点の線量が多過ぎるので，固定照射の方が優れているように思われる。

③ 70度振子4門照射による ^{60}Co 経皮照射の尿管実測例は第5図に示すごとくである。

④ 特殊固定照射による phantom 測定より，尿管線量を導出すると第6図となる。

⑤ 腟内照射にてA点6000 r，経皮照射にてB点4000 rを目標とした根治照射の場合の腟内，経皮（固定）の合成線量分布は第7図のごとくである。それより尿管線量（A，B点を含む横断面における）は5300 rであるが，最大被曝線量部と考えられる尿管開口部附近では7000～7500 rとなる。



第7図　右側は腟内照射（A点6000 rを目標）と経皮照射—楔状フィルターを加えたDiversing Beam Technic（B点4000 rを目標）の骨盤内線量分布，左は，腟内，経皮照射の復合線量分布

4．考　　按

尿管の耐容線量は現在のところ，明らかにされてないが，Corscaden[1]らによるとRadioresistantの臓器のようである。しかしながら生体内においては，Radioresistantの組織でも癌が浸潤した場合，極端に耐容量が悪くなることをしばしば経験する。子宮頸癌の場合，解剖学的に癌の進行径路に接して尿管が走っており，Buchmann[2]がX線検査で調べた報告によると，I度には見られないがII～IV度では37%の症例に癌のため水腎症を認めている。また，尿管の直接障害ではないが，強照射することにより尿管周囲の組織が線維症を起し，二次的に狭窄等の障害を起し得ることが考えられる。それ故に子宮の近くにある尿管は，治療に際して十分注意しないと障害を発生する危険がある。

現在のところ実測症例が少ないので，今後症例を増して尿管被曝線量を明らかにしたい。

また尿管の機能検査をRIレノグラム，X線増影検査等系統的に精査し，尿管の耐容量を追求するとともに，障害の防止と子宮頸癌治療技術の向上をはかりたい。

（文　　献）

1) J. A. Corscaden: Gynaecologie Cancer.
2) Erich Buchmann: Ureterstenosierung und Hydronephrosenbildung durch Krebsinfiltration und Strahleninduration des Parametriums bein Collumcarcinom. Strahlen Therapie Bd. 99, 1956, 20—38.

〔研究発表〕

荒居龍雄，楠本五郎，田崎瑛生，尾立新一郎；子宮頸癌根治照射に於ける尿管の線量測定，第21回日本医学放射線学会総会（1962年4月）

III 物 理 研 究 部

概　　況

物理研究部は昭和32年第1基礎研究部として発足し，33年度に物理研究部と改称され，研究室は3室である。

36年度の定員は，4名増加の計18名である。

本研究部の研究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る計量と防護方法との基礎的な技術の開発を目的としているほか，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解明のための一つの基礎資料を得るため，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をも行なうものである。

上記の目標のうち，36年3月までの研究経過の主なものの概要は次のとおりである。

a)　放射線の測定関係，放射線防護上の基礎的手段として大切な低エネルギー X (γ) 線のエネルギースペクトル分布の測定方法を開発するためのスペクトロメータと，中性子線の生体内スペクトル分布を研究する際使用するタイム・オブ・フライト式スペクトロメータとを試作中で近く完成する予定である。

放射線の吸収線量算定に関する基礎的研究としては，前年度は ^{60}Co の γ 線について実施したが，本年度はベータトロンが使用できるようになったので，10～30 MeV の X 線と電子線について予備的実験を行なった。その結果，人体組織に近いルサイト中での深部線量率の分布が分明し（外挿電離箱使用），熱量計法による実験データを併用し，実用測定器の読みから高エネルギー X 線および電子線による吸収線量への実用的換算方法を提案することができた（研究報告1参照）。また本研究題目の一部として，熱量計法による ^{137}Cs の γ 線について γ 線のエネルギー束の測定を行なった結果，新らしい吸収線量算定の一資料を得た（研究報告2参照）。

媒質内における電子阻止能および2次電子スペクトルに関する研究は，吸収線量算定の基礎データを得る上に重要視しているが，本年度は媒質として鉛を使用し 300 kVp の連続 X 線について実験を行ない近く発表する予定で，引続きルサイト等の人体等価組織について実験を行なっている。

ヒューマンカウンタの校正方法に関する研究は，その調整と平行して着手した。今後も使用方法および被測定核種に応じて続行する予定である（研究報告3参照）。

前年度，研究担当者によって新らしい着想が得られた低バックグラウンド β 線スペクトロメータの研究が続行され，その成果は内外の関係研究者の間で高く評価され，目下内外特許を申請中である（研究報告4参照）。

Na I シンチレータを使用して低バックグラウンドの計測を行なう場合に，必らず問題になるのは宇宙線の影響である。この影響を解明する実験を行なっているが大体の様子を知ることができたが今後の実験の続行とともにこの方面の重要な資料としたい（研究報告5参照）。

b)　放射線防護関係　施設による放射線の防護方法の研究については本年度も続行しているが，本年度は新らしく Na I シンチレータを使用したスペクトロメータを使用し，X 線しゃへいの場合の Stray Radiation の線質を測定した。その結果，従来の電離箱方式による結果を再確認し，背後二次線のスペクトルが分明した（研究報告6参照）。

医学利用 X 線による遺伝有意線量の問題は従来から重要視し調査研究を続けてきたが，本年度は線量を減少させる照射方法について実験を行なった結果，2点ほど提案することができた（研究報告7参照）。

骨髄線量の測定またはその線量推定の問題は，白血病発生と関係して，これまた重要な課題であるが，本年度から文部省科学研究費による「骨髄の有意線量」研究班に協力して，測定部門を担当することになった。本年度は骨梁間隔と骨髄線量との関係について研究を行なった（研究報告8参照）。

戦時中，X 線造影剤としてトロトラスト（ThO_2 25% 含有）が使用された例があり，最近その使用者の肝臓障害の発生が問題になってきたので，患者の臓器の吸収線量の算定を行なった（研究報告 9 参照）。これに関しては内部被曝による放射線障害の貴重な研究対象と考えられるので，ヒューマンカウンタを併用した調査研究を続行する予定である。

以上が物理研究部の 36 年度の研究経過の概要であるが，そのうちの主な成果について次に報告する。

（伊藤岳郎）

1. 高エネルギー X 線，電子線の測定

物理第 2 研究室
松沢秀夫
川島勝弘
高久祐治
稲田哲雄
星野一雄

1. 緒　言

東芝製 BMH-31 型ベータトロンから発生する 10～30 MeV X 線および電子線について深部線量率，出力等を測定した。なおまた，試みにルサイト中の吸収線量も求めてみた。

2. 実験方法

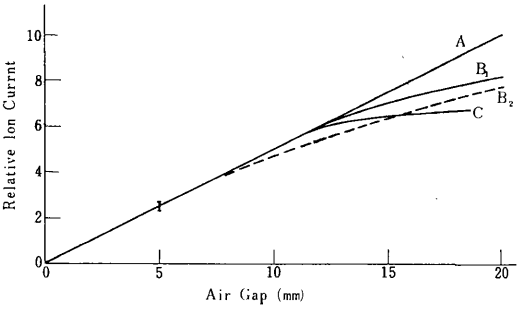
(1) 線　源

ベータトロンによる，10, 20, 30 MeV X 線および 20, 27 MeV の電子線を使用した。また外挿電離箱等の比較，較正用として ^{60}Co（50 c）も使用した。

(2) 外挿電離箱

平行電極型電離箱で，前後の電極は内側にアカダックを塗布したルサイト壁からなる。後電極には中央の直径 2 cm（これはほかの大きさのものと交換が容易）の集電極を囲んで earth 電位の保護電極がある。したがって電離空洞は両電極間に挟まれた断面 2 cm ϕ の円柱である。この体積は，前電極の前後移動（ピッチ 0.01 mm，電極間隔の移動 0～30 mm）によって自由に変えることができる。また，上記放射線に対し第 1 図にみられるごとく電極間隔 5 mm 以下ならば，空洞原理が満足されることがわかったので，空気層厚 5 mm に固定して以上の実験を進めた。Air Gap の zero 点は電気的測定のほかに ^{60}Co を用いて check を行なった。

電離電流 I は集電極に接続する高抵抗 R（Victoreen 社製，誤差 2%）を通る電圧降下 IR として振動容量電



第 1 図　Extrapolation Curves

A : 30 MeV X-rays. Front Wall Lucite 2 mm
B_1 : 10 MeV 〃 〃 10 mm
B_2 : 10 MeV 〃 〃 30 μ
C : 27 MeV Electrons. 〃 2 mm

位計（Applied Physics 社製，Model 31 型）で測定した。これは正負両極性について行ないその平均値をとった。両電極間に与える電位勾配は ±400 V/cm である。

(3) その他の装置

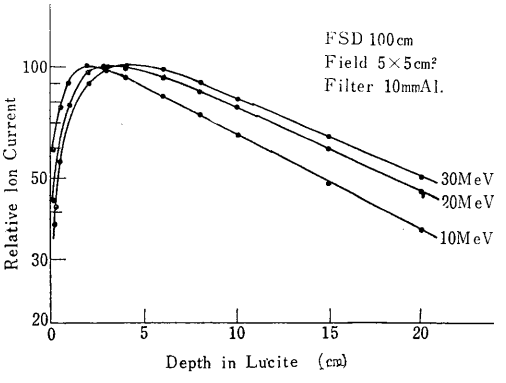
その他の測定装置としては，Victoreen, Condensor chamber. No. 553. 131. 621; Radocon type No. 606; 東芝製ガラス線量計，熱量計等である。

(4) 実験条件

実験は，X 線の場合は FSD 100 cm，照射野 5 × 5 cm^2, Filter 10 mmAl，電子線の場合は，FSD 109 cm，照射野 8 cm ϕ, Scatterer 0.5 mmAl，それにルサイト製コリメータを使用して行なった。

3. 実験結果

(1) 10, 20, 30 MeV 各 X 線について測定したルサイト中の深部線量率は，第 2 図のごとくである。深さ 0.2 cm で 10 MeV-51%，20 MeV-43%，30 MeV-37% であり，max（100%）になる深さは，10 MeV-2cm,



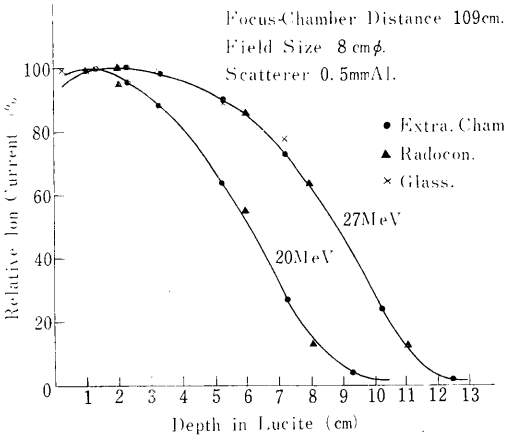
第 2 図　Depth Dose Curves for X-rays

第1表　Comparison of $\bar{S}$ and E_{eff} in Lucite for X-Rays.

Peak Ene. (MeV)	HVL (cm) (Lucite)	μ (cm²g) (Lucite)	E_{eff} (X-ray) (MeV)	E_{eff} (Comp.) (MeV)	$\bar{S}^{lucite}_{air}$	E_{eff} (ele.) (MeV)
30	22	0.026	7.1	4.5	1.02_2	
20	19.3	0.030	5.1	3.0	1.04_3	
10	16.1	0.036	3.5	2.0	1.06_0	
30	$\frac{1}{\bar{S}} = \frac{\int N(E)\cdot E\cdot \frac{1}{S}\,dE}{\int N(E)\cdot dE}$				1.01_4	5.5
20					1.01_7	5.0
10					1.05_1	2.5
30	$\frac{1}{\bar{S}} = \frac{\int N(E)\cdot \frac{1}{S}\,dE}{\int N(E)\cdot dE}$				1.04_3	3.0
20					1.05_7	2.2
10					1.08_0	1.4

20 MeV 3.5～4 cm, 30 MeV–4.5～5 cm である。エネルギーが高いほど build-up の著しいことがわかる。また max 以後の減弱は exponential であり，これに相当する減弱係数は 10 MeV–0.043 cm^{-1}, 20 MeV–0.036 cm^{-1}, 30 MeV–0.031 cm^{-1} で実効エネルギー 3.5, 5.1, 7.1 MeV にそれぞれ相当する（第1表参照）。

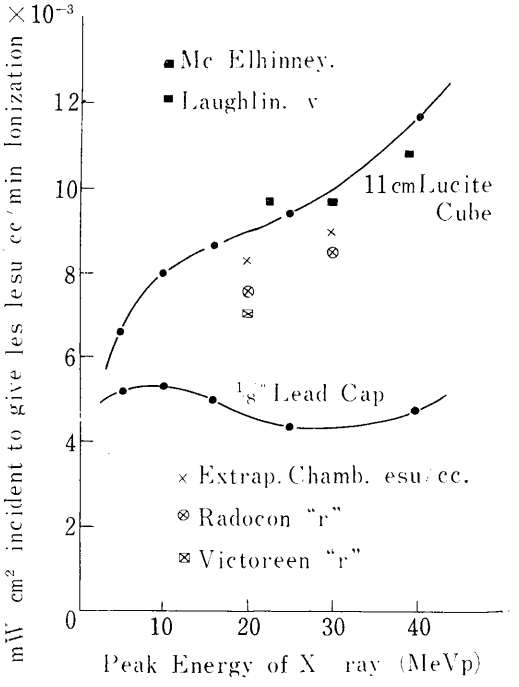
(2) 電子線についてもルサイト中の深部線量率を 20 MeV, 27 MeV について求めたが第3図のごとくである。



第3図　Deth Dose Curves for Electrons.

この場合，線量 max.（100%）の深さは，20 MeV, 27 MeV それぞれ 0.5～1 cm, 1～2 cm であり，50% の深さはおのおの 6.2 cm, 8.2 cm である。また外挿飛程はおのおの 10.2 g/cm², 13.8 g/cm², であった。ところで，X 線の場合，照射野，FSD を等しくすると，どこの施設でも同じような深部線量率が得られるが，これに反して電子線の場合は，上記の factor のほかに，collimator scatterer 装置そのもののもつ或る factor 等により，外挿飛程は大体一致するが，深部線量率にはかなりの差があることは注意を要する。(J. S. Laughlin "Review of Dose Distribution Data for Electron" February 27. 1961)

(3) 熱量計（測定装置についてはすでに報告ずみである）により X 線出力を求めた。その結果，外挿電離箱については，20 MeV の場合 4980 ergs/cm²-esu/cc.



第4図　Radiation Intensity necessary to produce 1 esu/cm³/min

または 1 esu/cc/min につき 8.30×10^{-3}mW/cm^2, 30 MeV の場合, 5200 ergs/cm^2-esu/cc または 1 esu/cc/min につき 8.67×10^{-3} mW/cm^2 である。Victoreen chamber No. 553 については, 20 MeV–4160 ergs/cm^2-r, 30 MeV–5970 ergs/cm^2-r である。Radocon type No. 606 については, 20 MeV–4440 ergs/cm^2-r, 30 MeV–4860 ergs/cm^2-r というような値を得た。

第 4 図には半理論値や, 他のひとびとの実験値 (N. B. S. Hand book 55) と比較して示してある。

4. 吸収線量の算定

ルサイト中の吸収線量の算定をしてみた。吸収線量を求める関係式として,

(イ) 電子線の場合

$$D_{med}=D_{wall}\cdot S^{med}_{wall}=0.87_7\cdot S^{wall}_{air}\cdot Q\cdot S^{med}_{wall}$$
$$=k'Q\ (\mathrm{rad})\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

または,

$$D_{med}=k_1\cdot R\ (\mathrm{rad})\cdots\cdots\cdots\cdots(1')$$

ただし, S^{wall}_{air}: 空気に対する電離箱壁の実効的な質量阻止能の比

Q: 標準状態の空気 1 cc 当りに生じた電離値—esu/cc

$k'\equiv0.87_7\cdot S^{med}_{air}$

$k_1\equiv k'\cdot Q/R$

R: 各種線量計のレントゲン読み "r"

(ロ) X 線の場合

$$D_{med}=D_{wall}\cdot\bar{\mu}^{med}_{wall}$$
$$=0.87_7\cdot S^{wall}_{air}\cdot Q\cdot\bar{\mu}^{med}_{wall}$$
$$=k''Q\ (\mathrm{rad})\cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

または,

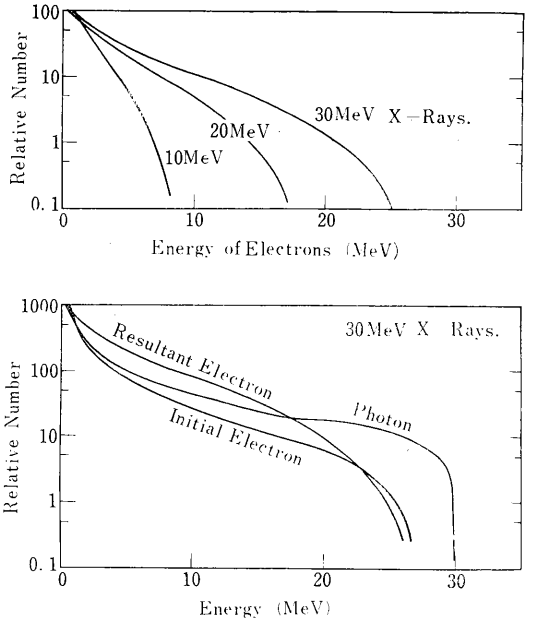
$$D_{med}=k_2\cdot R\ (\mathrm{rad})\cdots\cdots\cdots(2')$$

ただし,

$\bar{\mu}^{med}_{wall}$: 媒質と電離箱壁との実効的なエネルギー吸収係数 (cm^2/g) の比

$k_2\equiv k''\cdot Q/R$

ここで stopping power の評価が問題となってくる。monoenergetic electron に対しては Nelms (Ann T. Nelms. NBS Circular 577 & Supplement 1958) の表を使用できる。特にX線に対してその評価が複雑となってくるが, われわれは, まず Bremsstrahlung スペクトルとして, Schiff の式に thick target の補正をした Hisdal (E. Hisdal. Phys. Rev. 105, 6, 1957) の式から出発して, Initial electron spectra を求め, 媒質および空洞中を通過する電子は連続的に slowing-down するという仮定のもとに, 2 次電子の numerical spectra $N(E_0, E)$ を求めた。ただし, E_0 は target に衝突する電子のエネルギーである。また, δ-ray の補正は行なってない。これらは第 5 図に示した。



第 5 図 Relative Secondary Electron Distributions (Comton-, Pair Electron)

そこで $\bar{S}$ として, S にエネルギーの荷重をかけた場合と, 荷重をかけない場合の両方について求めてみた。

$$\frac{1}{S_1}=\frac{\int N(E_0, E)\,E\,\frac{1}{S(E)}\,dE}{\int N(E_0, E)\,EdE}\cdots\cdots(3)$$

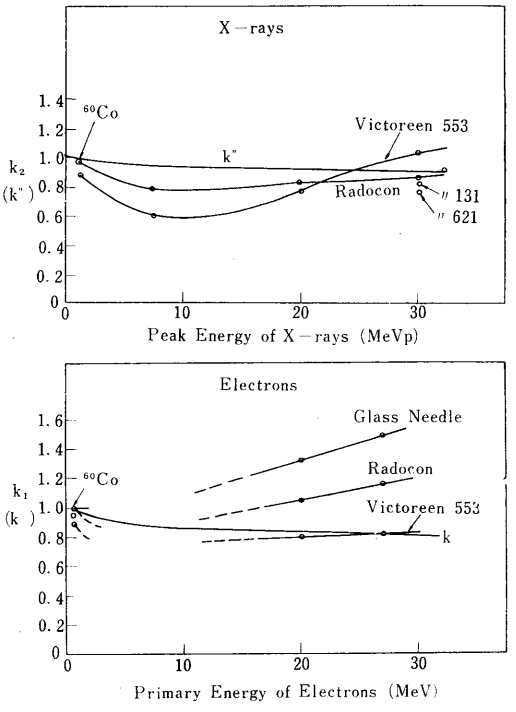
$$\frac{1}{S_2}=\frac{\int N(E_0, E)\,\frac{1}{S(E)}\,dE}{\int N(E_0)\,dE}\cdots\cdots\cdots(4)$$

また一方, X 線の実効エネルギーと同じ単一エネルギー X 線より発生する compton electron spectra のみを考えて, compton electron の実効エネルギー T_0 を求め, 次式により mean mass stopping power

$$\frac{1}{S}=\frac{1}{T_0}\int_0^{T_0}\frac{1}{S}\,dE\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(5)$$

以上三つの値を第 1 表に示しておいたが, $\bar{S}_3$ は S_1 と S_2 との中間の値となっている。

計算過程の簡単さ等から考えて，$\bar{S}_3$ を出す方法が実用的には便利である。ただし高原子番号やもっとエネルギーの高い電子対創生の断面積の大きなところでは，対創生による部分を無視できなくなるので $\bar{S}_3$ はズレてくるだろう。以上により，k'，k，k''，k_2 を計算したのが第6図である。



第6図

〔研究発表〕

松沢秀夫，川島勝弘，高久祐治，稲田哲雄，星野一雄；高エネルギー X 線，電子線の測定，第21回日本医学放射線学会（1962年4月）

2. 放射線の熱量的測定に関する研究（その2）（^{137}Cs γ 線のエネルギー束について）

物理第2研究室
高久祐治
川島勝弘
稲田哲雄
星野一夫
松沢秀夫

1. 緒　言

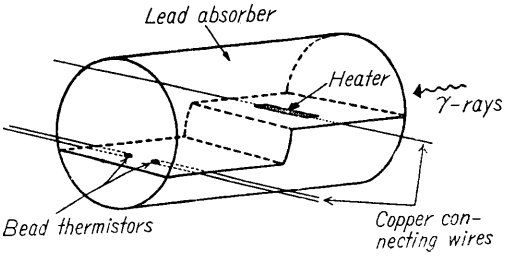
われわれが放射線の熱量的測定に関する研究を始めた目的および実験計画については，すでに第一報に述べたとおりである。また同時に，100～200 kVp の連続 X 線に関する幾つかの結果を同報に報告した[1]。

今回は^{137}Cs 2000 キュリー遠隔治療装置からの γ 線について実験を行なったので，ここに報告する。前報と異なる主な点は，単一エネルギー線束であること，高エネルギ γ 線なるがゆえに鉛吸収体を非常に厚くしなければならぬこと，したがって温度変化の検出感度を上げるためにサーミスター4個の bridge 回路を用いたことなどである。

2. 実験方法

(1) 吸収体（第1図）

この実験に用いた吸収体は，底面の直径5 cm，高さ8 cm の鉛円柱であり，サーミスターや較正用抵抗の埋込みを容易にするため縦方向に2分割した。γ 線は底面に垂直に入射せしめた。較正用抵抗（以上ヒーターと呼ぶ）は入射面から2 cm の深さに，また2個のサーミスターは背面から2 cm の深さに埋込んだ。これを温度検出用円柱とする。他方，これとまったく同形同大で，2個のサーミスターだけを埋込んだ鉛円柱を作り，γ 線を照射しない対照円柱とする。



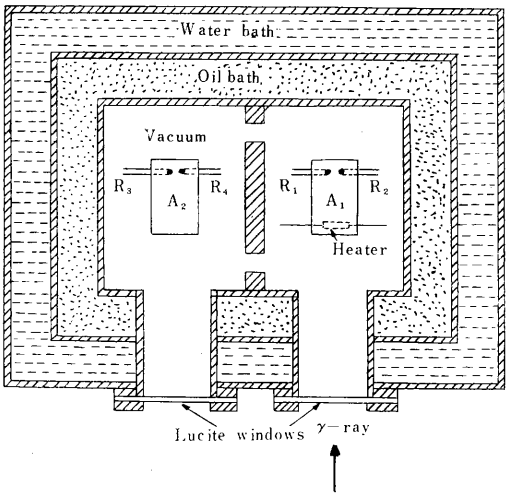
第1図

(2) 実験装置

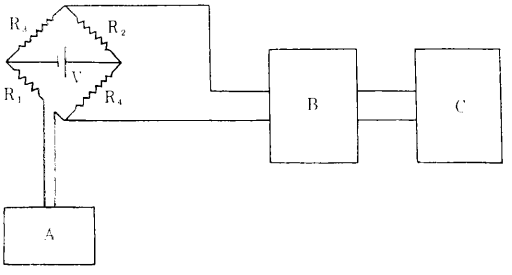
第2図に示すごとく，真空恒温槽内に前記の温度検出用円柱 A_1 および対照円柱 A_2 をナイロン糸（0.5 mmφ）で吊し，A_1 に γ 線を照射する。A_1 のサーミスター R_1，R_2 と A_2 のサーミスター R_3，R_4 は第3図のブリッヂ回路を構成し，B への出力電流が照射前は一定の平衡を保つよう抵抗 A によって調整されている。γ 線を吸収して A_1 の温度が上昇すると，R_1，R_2 の抵抗値が減少して B への出力電流が変化する。そこで，これを直流増巾器 B をとおして記録計へ導くと，第4図に示すような曲線が得られる。横軸は時間，縦軸は記録計出力電圧に対応する。またヒーターに通電する場合も，

これとまったく同様な経過をとることはもちろんである。

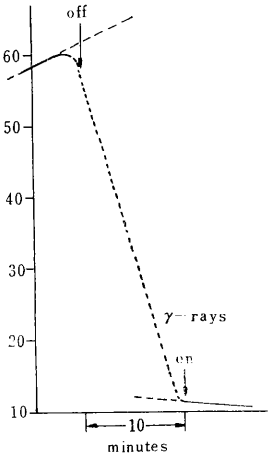
恒温槽は，ポリスチロール保温材，水，油の層で囲まれた真空槽（10^{-4}mmHg）で，実験は20℃で行なった。また真空槽の内面および鉛円柱の外表面には，熱輻射損失を防ぐためにアルペーストを塗布した。



第2図



第3図



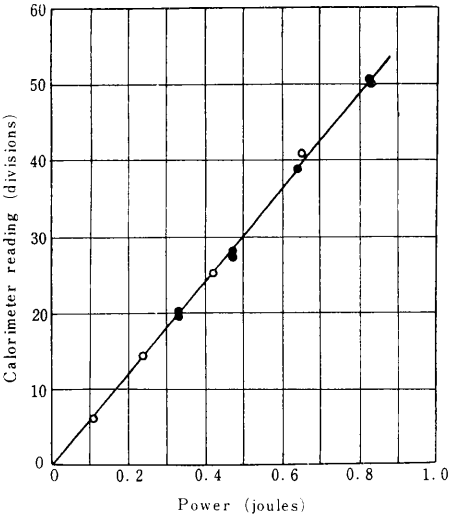
第4図

サーミスターは，ほぼ同一の特性をもったもの4個を選んで実験に供した。(0℃で2400 Ω～100℃で82.5 Ω)。形はビード型である。

(3) 熱量計の較正

温度検出用円柱 A_1 内に封入したヒーター（2.18 kΩ）に0.4～1.0 mA の直流を与えたときの記録計フレを測定し，フレ1目盛に対応する吸収エネルギーを求めた。これはヒーター中で消費される全電気エネルギーに等しいと考えられる。

第5図にみられるとおり，記録計の読みは消費された全電気エネルギーに比例し，電力（単位時間に消費されるエネルギー）には無関係である。したがってこの直線の傾斜からフレ1目盛は 1.67×10^5 ergs のエネルギー吸収に相当することがわかる（第1表）。なお，鉛の密度および比熱をそれぞれ 11.35 g/cm³，0.0304 cal/g-℃として計算すると，記録計の1目盛は 0.000073℃（1.4万分の1度）に対応する。



第5図

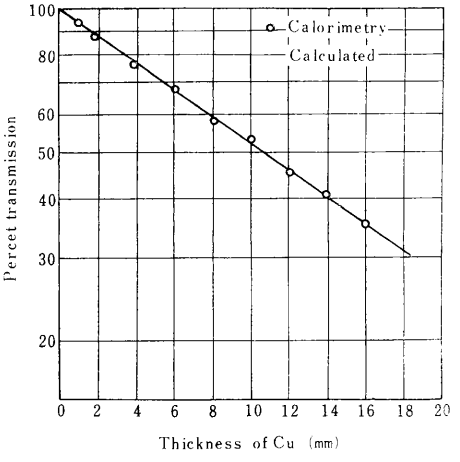
さて，^{137}Cs γ 線照射の場合，円柱 A_1 へ入射したγ線束はほとんどすべてこの内部に吸収されるであろう。なぜならば，円柱外へのエネルギー損失は，A_1 を透過する割合として0.02%，前面からの背後散乱として0.1%（Hayward[2]，Laughlin[3]），また，側方への散乱として0.1%（Goodwin[4]）であるとされているから。し

第1表　Calibration of calorimeter.

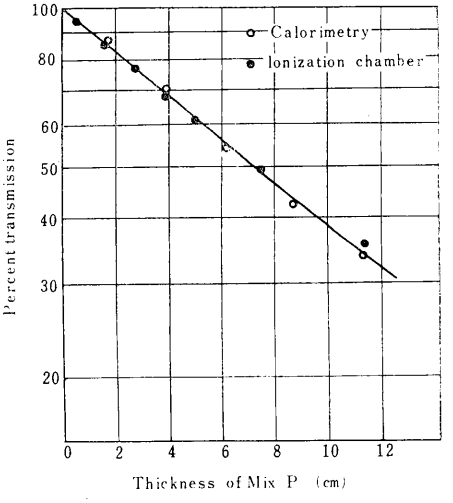
(1) Electric currents (mA)	(2) Time of heating (sec)	(3)* Dissipated power (ergs)	(4) Recorder reading (divisions)	(5)** Energy for one div. (ergs/div)
0.40	300	10.46×10^5	6.0	1.74×10^5
0.50	600	32.70×10^5	20.2	1.62×10^5
0.50	600	32.70×10^5	19.6	1.67×10^5
0.60	300	23.54×10^5	14.2	1.66×10^5
0.60	600	47.09×10^5	27.5	1.71×10^5
0.60	600	47.09×10^5	28.0	1.68×10^5
0.70	600	64.09×10^5	38.9	1.65×10^5
0.80	300	41.86×10^5	25.3	1.66×10^5
0.80	600	83.71×10^5	50.0	1.67×10^5
0.80	600	83.71×10^5	49.8	1.68×10^5
1.00	300	65.40×10^5	41.0	1.60×10^5
			mean……	$1.66_7\times10^5$

* The dissipated power gives $2.18\times(1)^2\times(2)\times10^4$ ergs, because the resistance of heater is 2.180 kΩ.

** The mean value of column (5) is estimated as 1.67×10^5 ergs±0.7% (standard error) for recorder's reading of one division.



第6図



第7図

たがって円柱 A_1 の前面（5 cmφ）において単位面積当り 8.48×10^3 ergs（$=1.67\times10^5/\pi\cdot2.5^2$）のエネルギー束が入射すれば，記録は真に1目盛ふれるであろう。これを較正係数とする。

(4)　照射線量

γ 線の熱量測定を行なうとき，円柱 A_1 の前面を γ 線源から 62 cm の距離においたので，同じ位置における空気中照射線量率を測定して 14.8 γ/min を得た。線量計は Victoreen 社製の Radocon No. 606 である。

なお，使用した ^{137}Cs 遠隔治療装置は日立製の TS—200 CA 型であり，線源（塩化セシウム）の大きさ 3 cmφ ×3.6 cm である。また濾過板は 2 mmCu である。

3.　結果および考按

第2表は以上の方法で得られた結果である。FSD 62 cm における γ 線束の強さ 44600 ergs/cm²-min を照射線量率 14.8 γ/min で割れば1レントゲン当りのエネルギー束 E_f として 3030 ergs-/cm²-r を求めることができる。

第2表　Experimental data of Cs^{137} γ-rays.

1. FSD: 62 cm.
2. Field size: 7 cmϕ at the surface of Pb-absorber.
3. Time of irradiation: 10 minutes.
4. Resistance of resistor box: 103.08～105.00 Ω
5. Volt-meter range: 200 μV.
6. Recorder reading (divisions/10 minutes):
   52.9
   52.1
   53.2
   53.1
   52.9
   52.7
   51.9
   52.7
   mean 52.7±0.163 (standard error)
7. Exposure dose rate: 14.8 r/min in air at 62 cm from the source (Radocon dosimeter).
8. Intensity of ^{137}Cs γ-rays (energy flux density): $F=4.46\times10^4$ ergs/cm^2-min.
9. Energy flux per roentgen:
   $E_f=3.03\times10^3$ ergs/cm^2-r.
10. Photon flux per roentgen:
   $\Phi=2.86\times10^9$ photons/cm^2-r.

いま，^{137}Cs γ 線のエネルギーを 662 keV として，これに対する空気の質量エネルギー吸収係数 $({}_m\mu)_{air}$ を 0.0294 cm^2/g (1959年 ICRU Report[5]) とすれば，$E_f=87.7/({}_m\mu_{en})_{air}$ から E_f は 2983 ergs/cm^2-r と計算される。他方，Goodwin[4] も実験値として 2959 ergs/cm^2-r を得ている。したがってこれらの値の比較から，単一エネルギー γ 線では E_f の実験値と計算値がよく一致 (±1.5%) することがわかる。これは，実効エネルギーの同定が困難な連続 X 線に比して実際上，極めて好都合な利点である。

さらに実験値と計算値との良好な一致は，銅板透過による γ 線の減弱においてもまたみられる (第6図)。たとえば質量吸収係数を 0.072 cm^2/g[6] として計算した半価層は 10.8 mmCu となるが，本実験では 10.7 mmCu が得られた。

第2表の最後の項に，レントゲン当りの光子束をあげたが，これは E_f を ^{137}Cs γ 線のエネルギー 662 keV で割った値である。

第7図は筋肉等価物質 Mix P[7] による ^{137}Cs γ 線の減弱であるが，電離法と熱量測定法とはよく一致し，連続 X 線でみられるような厚さによる E_f の変化[1]はおこらない。

(4) 結　論

^{137}Cs 遠隔治療装置からの γ 線出力を熱量的方法で測定した。この際，熱量計の感度を上げるためにサーミスター4個のブリッヂ回路をつくり，約 3×10^{-5}°C の検出感度を得ることができた。単位レントゲン当りのエネルギー束 E_f および光子束 Φ は，それぞれ 3030 ergs/cm^2-r，2.86×10^9 photons/cm^2-r である。

つぎに，銅および筋肉等価物質 Mix P による ^{137}Cs γ 線の減弱を測定し，電離法と一致することを知った。これは連続 X 線と異なる点である。

文　献

1) 稲田他：放射線の熱量的測定に関する研究（その1）．日本医放誌，21，197 (1961).
2) E. Hayward and J. Hubbel: The albedo of various materials for 1 MeV photons. Phys. Rev. 93, 955 (1954).
3) J. S. Laughlin et al.: Calorimetric evaluation of the roentgen for 400 kV and 22.5 MeV roentgen rays. Am. J. Roentgenol. Radium Therapy Nuclear Med. 70, 294 (1953).
4) P. N. Goodwin: Calorimetric measurements on a cesium-137 teletherapy unit. Rad. Research 10, 6 (1959)
5) Report of ICRU 1959, NBS Handbook 78 (1961).
6) 木村健二郎編著 "放射線データブック 1958年版" 地人書館発行 (1958).
7) 川島他：組織等価物質の試作，日本医放会誌，20，2460 (1961).

〔研究発表〕

1. 松沢秀夫，川島勝弘，高久祐治，稲田哲雄，星野一雄；放射線の熱量的測定に関する研究（その2）(^{137}Cs γ 線のエネルギー束について)，日本医学放射線学会誌，第21巻第8号 (1961年11月)
2. 同上，日本医学放射線学会関東部会 (1961年12月)

3. ヒューマンカウンタによる人体内放射能の較正法の研究

物理第1研究室
田中栄一
平本俊幸

1. 序

ヒューマンカウンタによる人体内放射能の較正法の研究については，まずこれら検出器ならびに装置各部の性

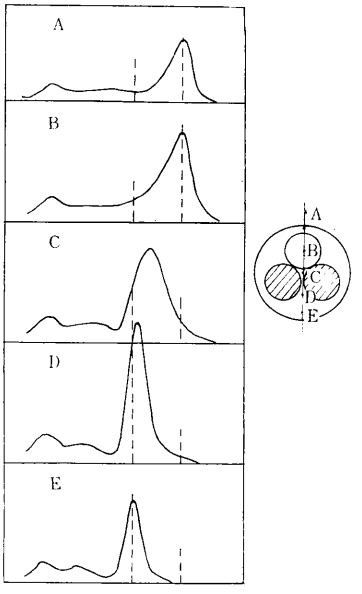
能をしらべなければならない。われわれははじめに検出器のエネルギー分解能および検出装置のバックグラウンドをしらべた。また，本装置を用いた測定の一方法についての考察を試みたので，これらについて報告する。なお，このヒューマンカウンタの概要を簡単に紹介すると次のようである。

互いに長所と短所を相補なうということ，被測定者の量を考えて，検出器として NaI を用いたものと，プラスチックシンチレータを用いたものとの2台が建設された。NaI 型は 8″ϕ×4″ のクリスタルに 3″ϕ の光電子増倍管を3本とりつけたものを2個使用し，これを約 250×180×210 cm，壁の厚さ 20 cm の鉄室内におく。2個の検出器は寝台に仰臥した人体の上下に配置し，上下より人体をはさんでスキャンニングを行なうこともできる。NaI を2個使用した理由は，(1) 人体の表裏から測定を同時に行なうことができるので，RI の深さの決定が容易なこと，(2) 手，足，頭などの小部分の汚染がほぼ 4π に近い立体角で測定できる。(3) 同時計数法により 2γ 線放射体や陽電子放射体が他の RI と分離して測定できることなどである。

プラスチックシンチレータは 50×50×15 cm のものを上下に各4枚ならべ，人体はその間にベッドに仰臥させたまま挿入する。光電子増倍管はシンチレータ1個につき 5″ϕ のもの各4本を配置し，これらは2群に分割して同時計数をとることにより，低エネルギーにおける光電子増倍管の熱雑音の影響をさけられるようにしてある。この検出器は，さきの NaI 検出器をおさめた鉄室と隣り合った鉄室に収められている。この隣り合った面は，鉄 20 cm，他の面は鉄 15 cm 厚である。

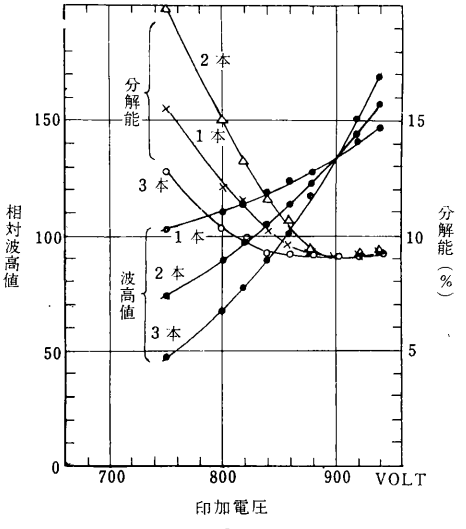
2. NaI シンチレータの分解能

ここに用いた検出器は Harshow 社製 matched window type のものである。3本の光電子増倍管の dynode に印加する電圧を調節して，各増倍管の利得を揃えることにより分解能を最良の状態にすることが必要であるが，そのために次のような実験を行なった。3本の増倍管のうち1本だけを動作せしめ，クリスタルの表面上に ^{137}Cs 点線源をおき，その位置を順次変えていくと第1図の A～E のようなパルス波高スペクトルがそれぞれ得られる。A，B の光電吸収ピークは光電子増倍管に光が直接入射した増合であるが，D，E のそれは反射光によるものである。C はその中間の状態と考えられる。各増倍管について，この光電吸収のピークが等しくなるように電圧を加減すれば利得が揃うことになるが，このばあい反射光のピークよりも直接入射光に対するピークで揃えた方が総合の分解能として少し優っている結果を得ている。



第1図

また，このようにして増倍管の利得を揃えた状態における印加電圧の変化に対する分解能ならびに波高値の変化を第2図に示した。電圧変化が1本の増倍管のみのとき，2本の増倍管のとき，3本全部のときを示した。これによれば波高値は当然のことながら大きな変化を示す



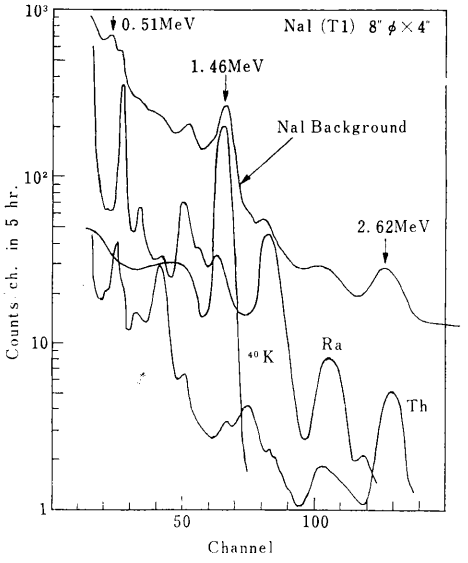
第2図

が，分解能については心配したほどの変化が認められなかった。

分解能の方向性は正面方向の ^{137}Cs について最良の分解能約 9% から，側面方向に対しては約 12%，背面方向に対しては約 15% に悪化した。

3. NaI 検出器のバックグラウンド

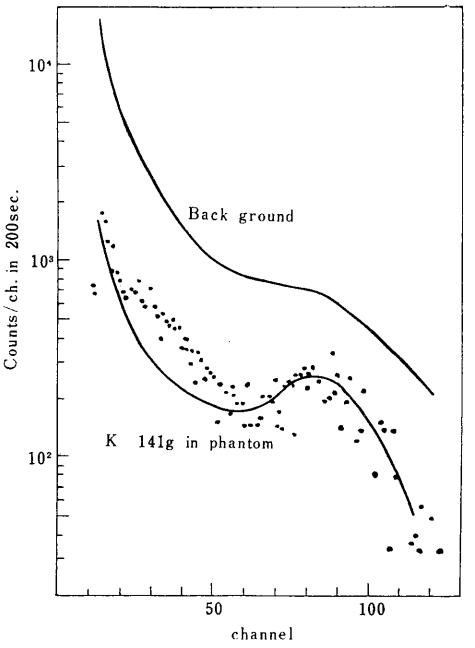
遮蔽室内における NaI 検出器のバックグラウンドを第 3 図に示した。このバックグラウンドに寄与しているとおもわれる ^{40}K，Ra，Th のスペクトルも同図に示した。これらからバックグラウンドスペクトルにあらわれているピークは 0.77 MeV 附近のものを除いては大方説明がつく。もし 0.77 MeV のものが Ra によるものならば，1.76 MeV 附近のピークがもっと大きくなければならない筈であるので，他の RI による公算が大きい。ここに示したバックグラウンドスペクトルは検出器駆動装置，コリメータ等の附属品を取りつける以前のものである。



第 3 図

4. プラスチックシンチレータの特性

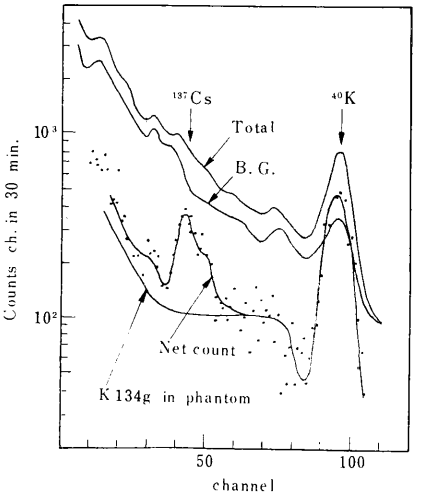
プラスチックシンチレータのバックグラウンドスペクトル（熱雑音除去の同時計数を使用しないとき）と，phantom に K 141 g を入れて測定して得られたスペクトルを第 4 図に示した。half resolution は ^{40}K に対して約 20% である。通常人の体内の K は約 130 g であるが，第 4 図から ^{40}K の量を 3 分間で約 3% の相対標準偏差をもって測定できることが計算される。



第 4 図

5. 人体測定例

特に放射能に汚染されていない通常人の体内放射能がどの程度に測定できるかは，装置の性能とも関係するので興味のあることである。一般に人体内の放射性同位元素は，天然に存在する ^{40}K が 10 mμc，その他核兵器実験によって人体中にもたらされた ^{137}Cs が普通は数 mμc あるとされている。通常人を NaI 検出器で測定した 1



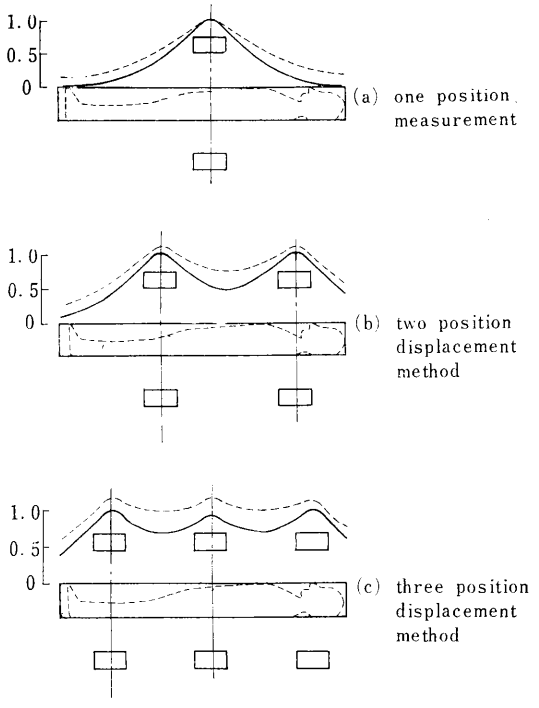
第 5 図

例を第5図に，プラスチックの検出器で測定したものの1例を第4図中の点点に示した。NaI で測定したもののスペクトルでは，最近の核実験による ^{95}Zr–^{95}Nb も含まれていることがうかがわれる。プラスチック検出器の方では ^{40}K (1.46 MeV) と ^{137}Cs (0.662 MeV) を分離して測定できることがわかる。

6. 検出器移動測定法

体内放射能を測定するとき，それが体内のどこにあっても一様な効率で測定されることが望ましい。このため標準椅子，1 m 円弧法などが考えられているが，われわれの装置では，NaI 検出器を身長の方向に駆動しながら，あるいは位置をかえて測定ができる特徴をもっている。これはいくつかの検出器を身体に沿っておいたのと等価になり（測定時間は短かくなるが），このようにして測れば身体各部に対する効率の一様性はよくなることが期待される。たとえば水 phantom の中心軸上に点線源がおかれたとき，その位置（身長に沿って）の変化に対する効率の変化を計算すると第6図のようになる。(a)，(b)，(c) は実効的な体積が 8″φ×4″ であるような検出器をそれぞれ1カ所，2カ所，3カ所で測定して合計した場合を示す。(c) の場合は，中央での測定時間は他の位置の測定時間の 85% にしてある。

このように検出器を移動させながら測定することは見かけ上の検出器の面積が増えることになり，体内の深さに対する効率の一様性についても多少改善される。たとえば連続スキャンニングで測定したとすれば，検出器は幅が $\sqrt{\pi/4}\times$（クリスタルの直径）であるような長い板状のものとみなすことができる。検出器を1カ所に止めておいたときと，このようにスキャンニングしたときの深さに対する効率を ^{137}Cs について計算した結果を第7図に示す。



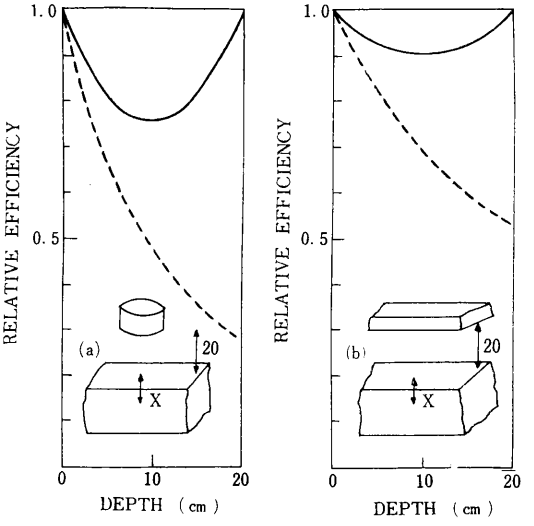
第6図　中心軸に沿っての効率変化

検出器：8″φ×4″

検出器—phantom 間距離：20cm

点　線：吸収を考慮しない場合

実　線：^{137}Cs の γ 線に対する吸収を考慮した場合



第7図　深さに対する効率

点　線：片側より測定

実　線：両側より測定

検出器—phantom 間距離：20 cm

以上は測定の一方法についての計算の結果を示したのであるが，この結果は近い将来，実験によって確めてみたいと思う。

〔研究発表〕

1. 江藤秀雄，渡辺博信，田中栄一，平本俊幸；IAEA Symposium on Whole-Body Counting, Vienna (1961年6月12～16日)

2. 田中栄一，平本俊幸，小高庄二； Whole Body Counter，第9回応用物理学関係連合講演会（1962年3月）

4. 低バックグラウンド β 線シンチレーションスペクトロメータ

物理第1研究室
田 中 栄 一
平 本 俊 幸

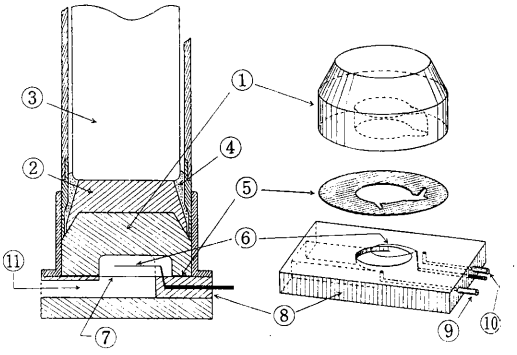
1. はしがき

β 線放射体の低レベル計測において，放出される β 線のエネルギースペクトルまたは少なくともエネルギーに関するなんらかの情報を得たい場合がしばしばある。ところがいままで低バックグラウンドという点で適当な測定方法がなかった。ふつう用いられる方法は逆同時遮蔽を用いた低バックグラウンドカウンタで β 線の吸収曲線をとる方法（たとえば Harley の方法）が用いられるが，吸収によって計数値が減少するため装置のバックグラウンドより少なくとも 10～100 倍程度強い試料でなければ測定できなかった。β 線用のシンチレーションカウンタを用いてスペクトルを測定する方法もあるが，バックグラウンドが高く，たとえ逆同時遮蔽をほどこしても，元来シンチレータが γ 線に対して高い検出効率をもつので，そのバックグラウンドは気体計数管に比してはるかに高いものとなってしまう。

そこでわれわれは，まったく新しい方法で β 線用シンチレーションスペクトロメータのバックグラウンドを極度に低減する方法を考案し，実験を行なった。これは γ 線に起因するバックグラウンドを GM 計数管と同時計数させることにより減少し，宇宙線硬成分（μ メソン）によるものをシンチレーションカウンタの出力の波高分析で除去する方法である。

2. 動作原理

プラスチックシンチレータ等を用いた β 線用のシンチレーションカウンタを 10 cm 程度の鉛または 20 cm 程度の鉄で遮蔽して，そのバックグラウンドのスペクトル分布を測定してみると，比較的低エネルギーのものが大部分で，これにシンチレータを貫通する高いエネルギーの放射線によるものがみとめられる。前者は主として周囲，遮蔽材料，検出器の構成材料等から放出される γ 線が大部分で，シンチレータまたはその周辺からの β 線の寄与もあると考えられる。後者はほとんど宇宙線の硬成分（μ メソン）によるものである。



第1図 検出器の構造

① プラスチックシンチレータ
② ルサイトライトパイプ
③ 光電子増倍管（EMI 6097 B）
④ 反射材 MgO
⑤ ビニールパッキング
⑥ 陽極（0.05 mmφ ステンレス鋼線）
⑦ マイラー膜（金蒸着）
⑧ ルサイト板
⑨ ⑩ 計数気体（Q ガス）出入口
⑪ 試料挿入口

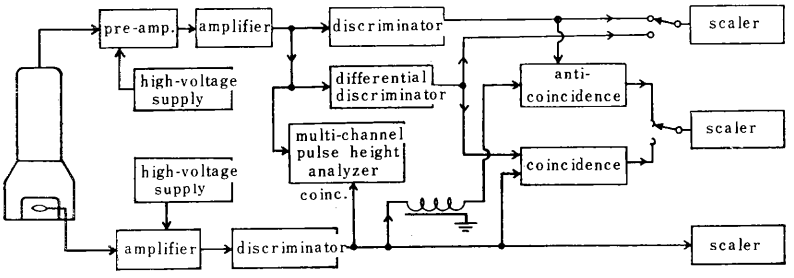
いま第1図のようにシンチレータの下面に凹みを設けてこの部分を GM 計数管として動作させ，これとシンチレーションカウンタとの間に同時計数法を適用する。β 線を放出する試料を GM 計数管の下におくと，それから放出された β 線は GM 計数管を通ってシンチレータに入射するので，同時計数出力を生じ，そのエネルギーはシンチレーションカウンタの出力から分析できる。一方，シンチレーションカウンタのバックグラウンドの大部分は GM 計数管と同時計数しないので測定から除外される。

宇宙線による高エネルギーのバックグラウンドは μ メソンが GM 計数管を通ると同時計数して出力を生ずるが，シンチレータの形と大きさを適当にして GM 計数管を通過する μ メソンは必らずシンチレータのなかを或る長さ以上通過し，シンチレータのなかでのエネルギー損失が十分大きいようにしておくと，この μ メソンの計数は波高分析によって除外することができる。

このような方法によって装置のバックグラウンドは極度に低減せられ，同じ GM 計数管に逆同時遮蔽をほどこした場合よりもさらに少なくすることができる。

3. 装　置

試作した検出器は第1図に示すようなもので，プラスチックシンチレータの下面に深さ 10 mm 直径 26 mm



第2図　電子回路のブロック・ダイヤグラム

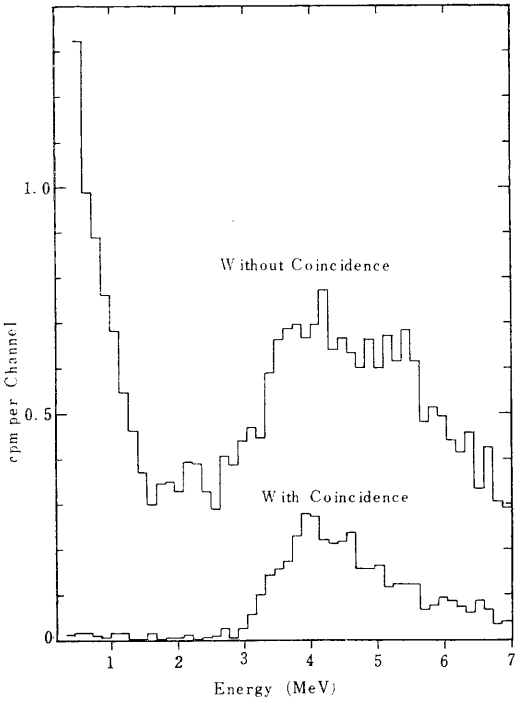
の凹みを設け，この凹みの内面はアルミニウムと金で電導化されてガスフロー型 GM 計数管の陰極として動作するようになっている。この GM 計数管の窓は金を蒸着した約 1.3 mg/cm² のマイラー膜で，陽極は 0.05 mmφ のステンレス鋼線の水平なループである。

GM 計数管は Q ガスを用いて 1100～1300 V で動作し，プラトの長さは 200 V，傾斜 3%/100 V 以下である。

プラスチックシンチレータはルサイトのライトパイプを経て光電子増倍管 EMI-6097 B に結合され，シンチレーションスペクトロメータを形成している。

シンチレータとライトパイプの側面には反射材として MgO の粉末をつめてある。このシンチレーションカウンタのエネルギー分解能は，^{137}Cs のコリメートされた内部転換電子に対し，半値幅 20% 程度である。検出器全体は鉛 10 cm で遮蔽してある。

第2図は実験に用いた電子回路のブロックダイヤグラムで，前述した3つの使用方法が全部できるようになっている。波高分析器には RCL 256 チャンネル波高分析器を用い，これを同時計数法で用いたときの分解時間は約 5.5 μ sec である。スケーラで同時計数した場合の同時計数回路の分解時間は約 11 μ sec である。



第3図　バックグラウンドの波高分布

4. バックグラウンド

同時計数法を適用したときと，しないときのシンチレーションカウンタのバックグラウンドの波高分布を第3図に示した。宇宙線によるものは約 4 MeV 附近にピークを有し，同時計数をした場合には低エネルギーの方で急になくなっているのがわかる。われわれの場合，GM 計数管を通る μ メソンのシンチレータ中の最短通過距離は約 17 mm で，約 3.5 MeV のエネルギー損失に相当する。

低エネルギー部における γ 線バックグラウンドの減少の効果も非常に顕著で，たとえば 0.5～2.5 MeV のエネルギー範囲で $^1/_{50}$ 以下に減少し，約 0.15 cpm になっている。

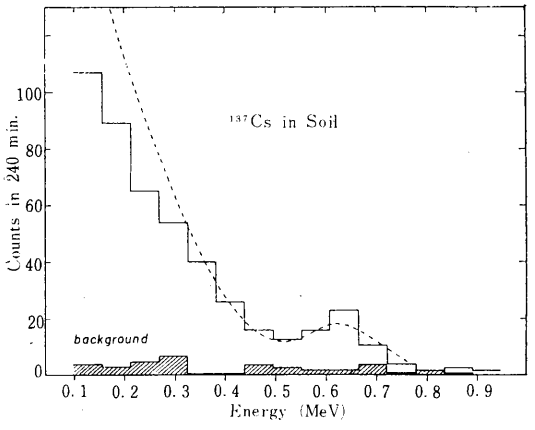
GM 計数管の全バックグラウンドは約 5.3 cpm で，その大部分はシンチレータと同時計数する。このうちわけをエネルギー別に第1表に示した。

第1表　GM 計数管のバックグラウンドの成分
(10 cm 鉛遮蔽中)

エネルギー範囲 (MeV)	同時計数率 (cpm)	註
>2.5	5.0	大部分は宇宙線によるもの
2.0—2.5	～0.04	0.25 cpm
1.5—2.0	～0.03	
1.0—1.5	～0.03	
0.5—1.0	～0.05	
0.025—0.5	～0.10	
<0.025 または同時計数しないもの	0.08	偽計数を含む
計	5.3	

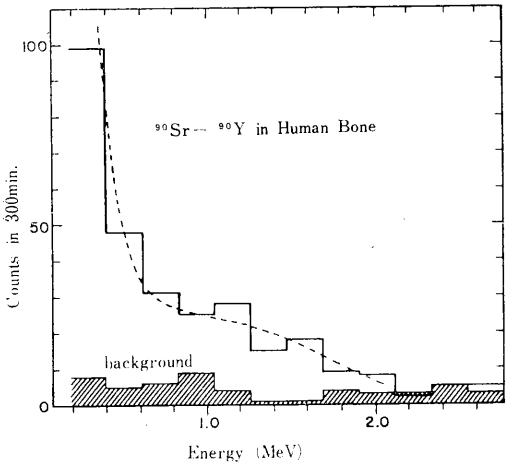
5. 働作例

β 線スペクトロメータとして用いたときの2，3の結果を示すと第4図は放医研近くの畠の乾燥土10 g から Cs ($PtCl_6$) として抽出した試料で，試料の量は50 mg，放射能は逆同時計数法で測定して2.0 cpm のものである。図の点線は強い ^{137}Cs 試料で得たスペクトルの形を示している。



第4図　土壌中の ^{137}Cs のスペクトル

第5図は人骨の灰4.0 g から抽出した $SrCO_3$ (74 mg) で0.8 cpm のものである。いずれの場合も，同じ測定条件でのバックグラウンドを斜線で示してある。



第5図　人骨中の ^{90}Sr のスペクトル

スケーラによる同時計数の1例を示すと，^{40}K (E_β = 1.32 MeV) の測定でシングルチャンネル波高分析器を0.2～1.2 MeV とした場合，バックグラウンドは0.11 cpm であった。このときの試料の β 線に対する効率は，ルサイト板に附着した天然の KCl を5 mm の位置におき約33% で GM 計数管自身の効率は39% であった。これを通常の μ メソンのみの逆同時遮蔽の場合（第1表からわかるようにバックグラウンドは約0.33 cpm）と比較すると効率は85% に低下するのみで，バックグラウンドは約33% に減少している。

6. むすび

この方法は，低バックグラウンドカウンタの観点からいえば，通常の逆同時遮蔽で得られるバックグラウンドのなかから，そのエネルギーを判別して不要なエルネギー成分のものを除外していることに相当し，この点でもすぐれていると思われる。

さらに同時計数法を使用する利点は，それぞれの検出器の雑音，後続放電 Spontaneous discharge 等による偽の計数が除かれ，装置の信頼度が向上することである。このことは低レベル計測の場合に特に重要である。その理由は，たとえば逆同時計数法の場合，GM 計数管自身の全計数率は宇宙線のため試料の計数率よりはるかに大きいことが多く，わずかの後続放電の確率が測定結果に大きな影響を及ぼすことがあり，またこのようなトラブルの発見も非常に厄介であるからである。

〔研究発表〕

1. 田中栄一，平本俊幸；プラスチックシンチレータ遮蔽を用いた β 線低バックグラウンドカウンタ，第8回応用物理学関係連合講演会（1961年3月）
2. 田中栄一，平本俊幸；同上，「低レベル放射能計測に関する討論会」，日本原子力学会（1961年6月）
3. 田中栄一；A low background bata-ray scintillation spectrometer using a coincidence method with a Geiger counter, Nuclear Instr. & Meth., Vol, 13 No. 1 (1961年)

（付記）　内外国特許申請中

5. NaI シンチレーションカウンタに及ぼす宇宙線の影響

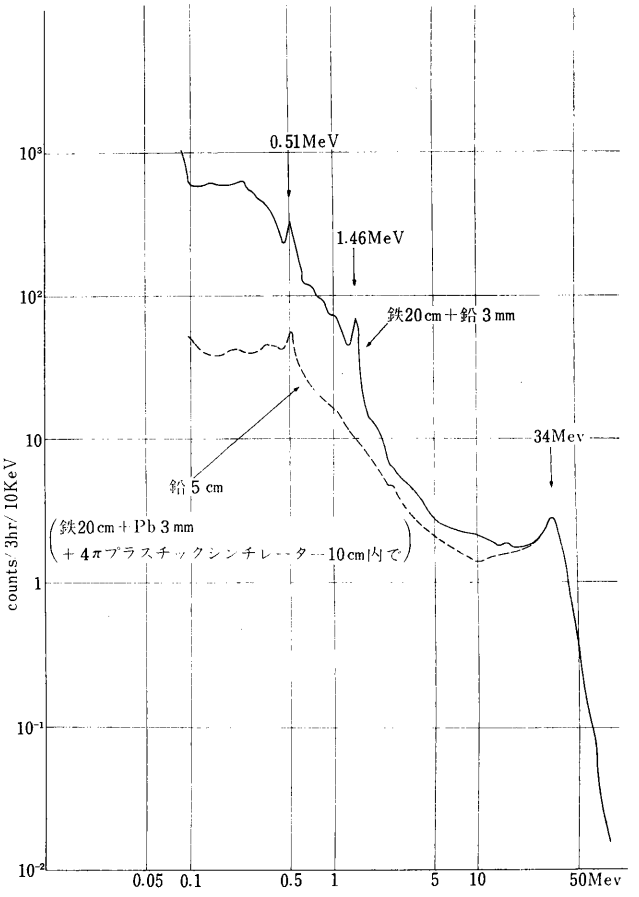
物理第1研究室
伊藤　進
田中栄一
平本俊幸

NaI シンチレーションカウンタで微量の放射性物質を測定する際に，測定器の持つバックグラウンドをできるだけ低くする必要がある。微量放射能を測定する場合

には，建物中に含まれている放射能と宇宙線の軟成分をとりのぞくために，鉛 10 cm または鉄 20 cm 程度の遮蔽をしている。遮蔽鉄室内におかれた NaI シンチレーションカウンタのバックグラウンドの原因には，遮蔽材料および検出器自身に含まれる放射性物質によるもの一宇宙線の硬成分に原因するものに大別できる。これらの成分については種々の分析研究を行なった例もあり，たとえば Miller. C. E. (ANL) によると $7''\phi \times 3\frac{1}{2}''$ NaI で 535 cpm のうち，155 cpm は宇宙線によるものと推定されている。その他は光電子増倍管や NaI シンチレータの中の ^{40}K や天然放射性物質が大きな寄与をしているが，これらは検出器の進歩により次第に改良されつつある。一方，宇宙線による成分は主として硬成分から放出された二次的成分が原因していると考えられるが，その詳細はわかっていない。宇宙線のなかには原子核と相互作用する成分，たとえば中性子，陽子，π 中間子のような N 成分と，そうでない成分がある。N 成分については，鉄室中では μ 中間子にくらべて少ないと考えられるので無視した。鉄 20 cm を通ってくる宇宙線，つまり硬成分はほとんどが μ 中間子であると考えられるので，μ 中間子が NaI シンチレーションカウンタに及ぼす影響について調べてみた。

そのために，鉄 20 cm 遮蔽室のなかに厚さ 10 cm の 4π プラスチックシンチレータを置き，そのなかにおいた $3''\phi \times 3''$ の NaI (Tl) シンチレーションカウンタとの同時計数法で測定した。鉄室の内面には，鉄室内の散乱を少なくするために鉛 3 mm が内張りしてある。第 1 図は実験結果の一例で，鉄室中における $3''\phi \times 3''$ の NaI (Tl) シンチレーションカウンタの 100 MeV までのスペクトルである。実線は鉄室中のバックグラウンドで，シールド，NaI (Tl)，光電子増倍管等に含まれる放射性物質によるものと宇宙線によるものとの両方が含まれている。

0.51 MeV のピークは消滅放射線，1.46 MeV は ^{40}K，34 MeV は μ 中間子の NaI 中の通り抜けによるものである。点線は鉄室中に 10 cm の 4π プラスチックシンチレータをおき，そのなかに鉛 5 cm をおき，そのなかに NaI シンチレーションカウンタをおき，プラスチックシンチレーションカウンタとの同時計数法により測定



第 1 図　4π プラスチックシンチレータ，ディスクリ・レベル，1 MeV でコインシデンス

した結果で，プラスチックシンチレーションカウンタのエネルギーのディスクリミネーションレベルは 1 MeV である。これは宇宙線によるものと考えられ 0.51 MeV の消滅放射線が宇宙線によって作られているのがわかる。

μ 中間子が NaI を直接通過した場合は，エネルギー損失が大きいので高エネルギー部分に計数し，微量放射能を測定する場合にはあまり問題とはならないが，問題となるのは NaI の周囲で μ 中間子から作られる電子や γ 線の二次的成分である。これらの電子や γ 線は物質の種類や厚さ，エネルギーによって作られる様子や吸収が異なると思われるので，プラスチックシンチレータと NaI シンチレータの間の遮蔽物の種類と厚さ，プラスチックシンチレーションカウンタのエネルギーのディスクリミネーションレベルを変えて測定することにした。

いままでの実験では，物質は鉛だけ，厚さは 0，0.2，0.3，1.5，5.0 cm，プラスチックシンチレーションカウンタのディスクリのレベルは 1 MeV，10 MeV で行なった。

測定のスペクトルは，0.51 MeV にはっきりしたピークがあらわれた。これは電子対創生でできた陽電子が消滅するときに出す放射線であると考えられるので，二次的成分の出来ぐあいを考える上に非常に役に立つ目安になる。それで，厚さとディスクリのレベルをかえた場合の全体の計数値の変化と，0.51 MeV のピークの計数値の変化をみた。

厚さ一定で，ディスクリのレベルを 1 MeV から 10 MeV にかえた場合，0，0.2，0.3，1.5，5.0 cm で 0.51 MeV のピークの計数値は目立って変化せず，全体の計数値は 0，0.2，0.3，1.5 cm の場合，全般的に 1 MeV の方が多かった。しかし，5 cm の場合はほとんど変化しなかった。

ディスクリレベル一定で，厚さを変えた場合，1 MeV，10 MeV，どちらの場合でも 0.51 MeV のピークはあまり変化せず，0.8 MeV 以上の計数値は厚さを変えても変らず，0.51 MeV 以下の計数値は厚さを増すと急激に減少する。

測定結果の傾向は大体上のようであるが，詳細については現在検討中である。

〔研究発表〕

田中栄一，平本俊幸，伊藤　進；NaI シンチレーション検出器に及ぼす宇宙線の影響について，第 9 回応用物理学関係連合講演会（1962 年 3 月）

6. 施設による放射線の防護方法の研究（その 2）

（X 線遮蔽に関する基礎的研究—線質について，その 2）

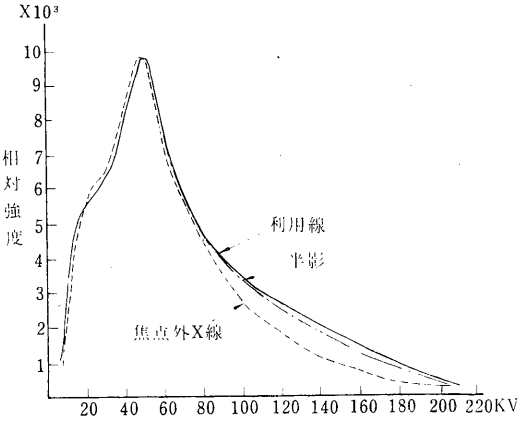
物理第 3 研究室
橋　詰　　雅
加　藤　義　雄
野　田　博　治

前年度，われわれは電圧波形の異なる（Greinacher と脈動波形）一次 X 線について，Equivalent Voltage の表示によってその線質を実用上，同一にとりあつかうことができることを報告した。本年は前年同様 2×2 吋の NaI をつけたシンチレータを使用し，これを RCL の 128 および 256 チャンネルの波高分析器に入れて，Stray Radiation のエネルギースペクトルを測定した。

1. 測　　定

(1) 焦点外 X 線

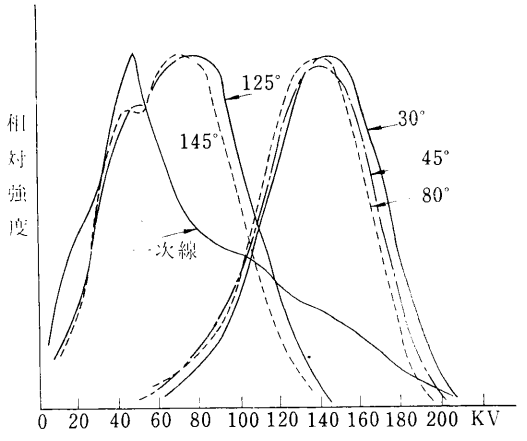
利用線，半影および焦点外 X 線のエネルギースペクトルを示すと，第 1 図のごとくなる。すなわち，利用線，半影には実用上差は認められないが，焦点外 X 線は前二者に較べ相当軟かい。



第 1 図　利用線，半影および焦点外 X 線のスペクトル

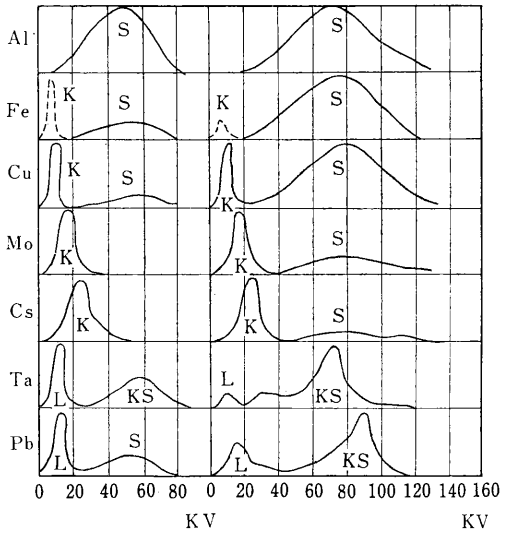
(2) 二 次 線

（i） 200 kV X 線の透過二次線と背後二次線および利用線のエネルギースペクトルを示すと第 2 図のごとくなり，90° 以下と 90° 以上のものとでは非常に差があるが，90° 以下のものおよび 90° 以上のものの相互の間の差は余り認められない。（ただし，このデータは鉄板に照射したものである）。



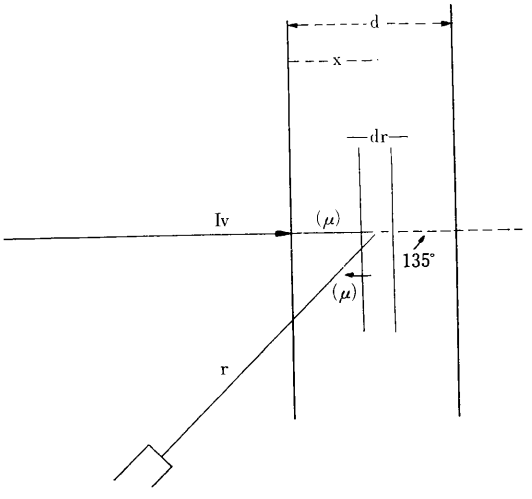
第 2 図　利用線，透過および背後二次 X 線のスペクトル

(ii) 種々の物質から出る背後二次線のスペクトルを示すと第3図のごとくなる。



第3図　80 kVp および 150 kVp の X 線を種々の物質に照射したとき出る背後二次線の最大線量点を一致させたスペクトル模型図

(iii) 第4図のごとく，照射されたときの 135° 方向の散乱線および螢光 X 線量を計算すると，次のごとくなる。



第4図　背後二次線の放射模形図

散乱線

$$\phi^{S}_{\nu 135^\circ} = \frac{\rho NZ}{A}\frac{1}{r^2} I_\nu \left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{135^\circ} \left[\frac{1-e^{-d(\mu+\sqrt{2}\mu')}}{\mu+\sqrt{2}\mu'}\right]$$

螢光 X 線

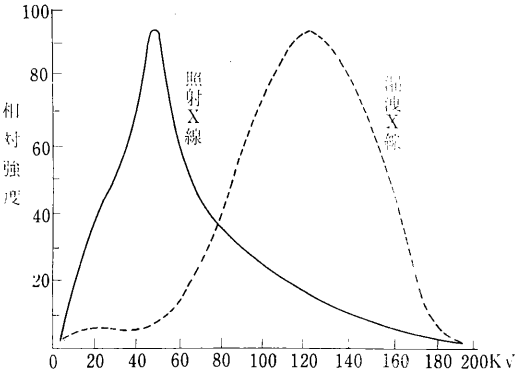
$$\phi^{F}_{\nu 135^\circ} = \frac{1}{4\pi r^2} I_\nu \tau_\nu \left[\frac{1-e^{-d(\mu+\sqrt{2}\mu'')}}{\mu+\sqrt{2}\mu''}\right]$$

ただし，μ は 吸 収，　N はアボガドロ常数
Z は原子番号，　A は原子数
τ_ν は螢光係数（Barhop の値使用）

この計算値と第3図の測定値とから，散乱線と螢光 X 線との関係を求め，第3図のスペクトル区分を決める。図の K，L はそれぞれ K 系列，L 系列の特性線を示し，S は散乱線を示している。

(3) 漏洩 X 線

200 KV の X 線と，10 mm の鉄板を透過した漏洩 X 線のスペクトルを比較すると，第5図のごとくなる。図に示すごとく，一次線のタングステンの特性部分が完全になくなっており，相当硬くなっている。



第5図　照射 X 線と漏洩 X 線のスペクトル

2. 結　果

(1) 一次線にくらべ，焦点外 X 線は相対強度の一番強いところは変らないが，全体としては相当軟かい X 線となっている。

(2) 透過二次線は一般に相当硬いが，背後二次線は非常に軟かい。また，物質によっては K，または L 系列の特性線も相当多く含んでいる。

(3) 漏洩 X 線は相当硬い場合があるので，注意が必要である。

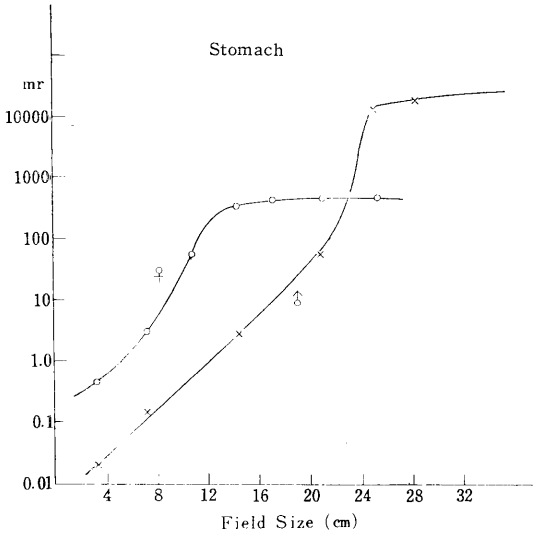
以上の結果は，われわれが数年前に電離槽のみによって測定した場合と比較して，背後二次線の推定スペクトルを除けば，ほとんど相違のないことを示した。

7. 医学利用 X 線による遺伝有意線量と照射との関係について

物理第3研究室
橋詰　雅
加藤義雄
野田博治

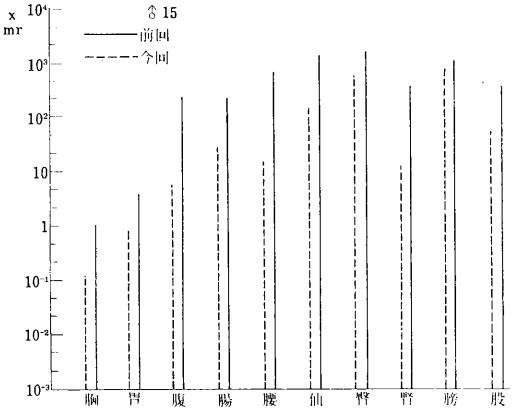
前年度，われわれは X 線診断による遺伝有意線量の推定を行なった。その際，使用した調査表の撮影条件を見るに，ほとんどが使用フィルムサイズ以上の広い照射野で撮影を行なっていた。われわれは X 線診断にさしつかえない範囲で照射野をせまくした場合，どの程度生殖腺被曝線量およびその標準偏差を減少することができるかを知るため，15才以上の男女について調査表に記載されたフィルムサイズに照射野を合せて照射し，生殖腺被曝線量を測定した。

はじめに胃について，その照射野と生殖腺線量の関係を調らべてみた。撮影条件は 70 kVp，100 mA，0.5 S で F. S. D 40 cm とした。その結果は第1図のごとくである。横軸は正方形照射野の一辺の長さ，縦軸は生殖腺線量である。図からわかるごとく，男女とも或る照射野まではほとんど指数的関係にあり，或る大きさに達すると，一定値になる。すなわち，変動の激しいところでは，照射野の一辺の長さが数糎変るだけで，線量は 10 倍近く変動することを示している。それ故，撮影照射野をほんの少し小さくすることで，有意線量を著しく減少させることが期待された。

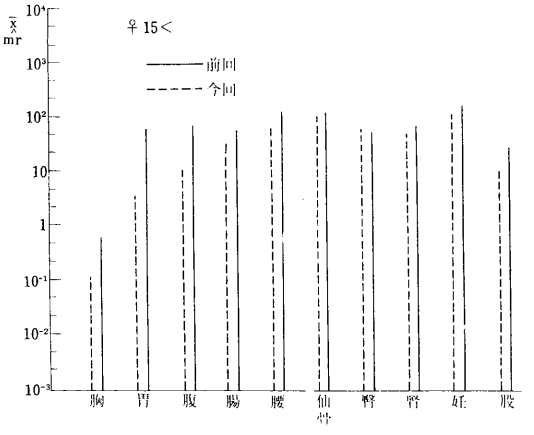


第1図

実験に用いた装置は前回と同様であり，また phantom には骨入り Mix D のものを用いた。測定資料もまた前回と同じ調査表によった。第2，3図は，その測定値の平均および前回の平均値とを示したものである。また，平均値の比 x_f/x_0（x_f はフィルムサイズに合わせたとき，x_0 は前回の値）は第4図のごとくである。男子では胸部，胃，腹部，腸，腰椎，仙骨，腎臓で，また女子では胸部，胃で直接線が除かれたため線量は著しく減少している。他の部位は，フィルムサイズに絞っても直接線を除くことができず，大体同程度の値を示している。

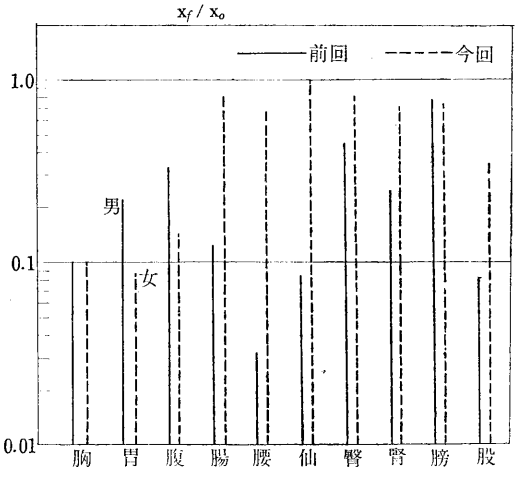


第2図

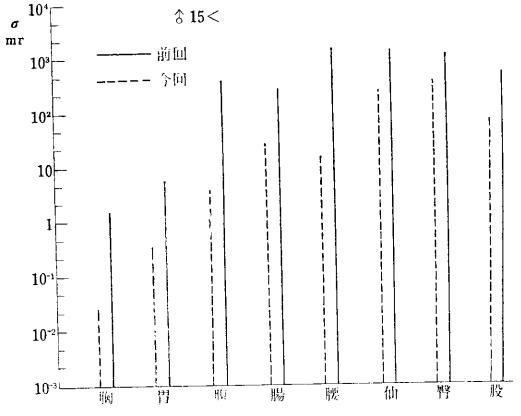


第3図

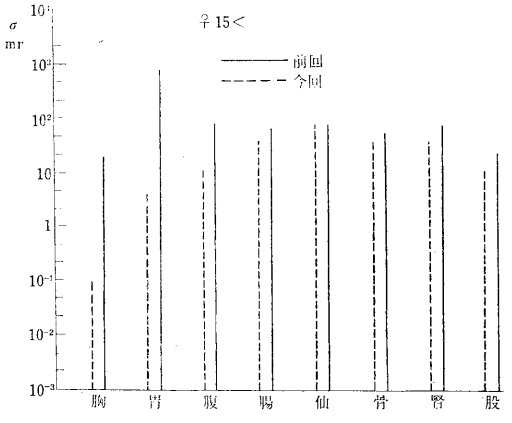
第4，5図は，前回と今回の測定値に対する標準偏差 σ を示したものである。やはり σ も著しく減少している。



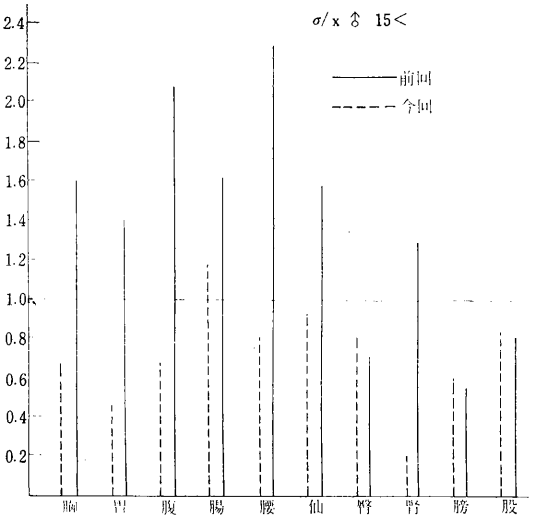
第 4 図



第 5 図



第 6 図



第 7 図

第6, 7 図は $\sigma/\bar{x}$ を示す。前回の場合 σ が $\bar{x}$ よりかなり大きかったが，今回はかなり小さい値になっている。これは照射野が大体一定し，直接線が除かれたため線量のバラツキが少なくなったためである。これはまた，医学利用 X 線では不必要な線量を人体に照射していることにほかならない。

以上の結果から，撮影の場合の遺伝有意線量（$\Sigma_{jk} N_{jk} d_{jk} W_{jk}$）を求めると，

$$D_f^{(M)}/D_0=0.15,$$

$$D_f^{(F)}/D_0=0.34,$$

指標 f は，フィルムサイズに照射野を合せた場合である。すなわち，男子では 85% 線量が減じ，女子では 66% 減じることになる。

第 1 表は撮影と透視の線量を示す。( ) 内の数値は照射野をフィルムサイズに合せた場合である。ただし，透視は前回と同じとした。表からわかるごとく，撮影の場合の男女合計の減少は 83% であり，また撮影透視合計では 44% 減じることになった。

第 1 表　$\Sigma_{jk} N_{jk} d_{jk} W_{jk}$

Sex \ Method	Rad.	Flu.	Sum.
Male	263 (39)	105	368 (149)
Female	39 (13)	336	375 (349)
Sum.	303 (52)	441	743 (493)

以上のことよりして，現在の診断効果をそこなうこと

なく，照射野を注意して不必要な線量を減らすことにより，撮影における遺伝有意線量を現在の線量の 17% にすることができる。また透視についても，イメージアンプ等の使用により遺伝有意線量を減ずることが可能と思われる。

8. 骨髄線量の測定

（その1　骨梁間隔と骨髄線量について）

物理第3研究室
橋詰　雅
加藤義雄

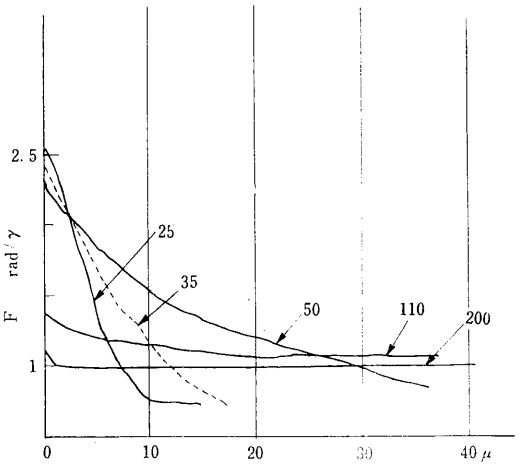
白血病発生の一因となる放射線の骨髄被曝線量を測定するための基礎実験を行なった。なお，本研究は文部省科学研究費による「骨髄の有意線量」宮川班に所属し，その測定部門を担当している。

骨髄線量測定で問題になる点は数多くあるが，本年は特に不均一境界（骨と骨髄）における線量分布とその線量算出法について研究した。骨に接した部分の骨髄のうける電離は第1図のごとく非常に大きく，したがって骨梁間隔が狭いほど軟組織のうける線量は，軟組織だけの場合より大きくなる。35 kV の場合，骨梁間隔 5 μ では超過線量は数倍にも達するが（ICRU による），6000 μ 程度になれば超過線量はわずか 1% 程度となる。

骨梁巾と骨梁間隔の分布が線量較正に最も大切なものの一つである。この値は次の3つの値をつかった。

(1)　本研究班員である吉永氏（広大，放）と橋本氏（九大，病理）とが正常と思われる日本人の骨断面の写真を撮影し，それを 10 倍に拡大して骨梁巾および骨梁間隔を実測して，その分布を作った。

(2)　同上の写真を用い積分幾何学的方法で骨梁巾および骨梁間隔の平均値を出した。



第1図

(3)　本研究班員の粟冠氏（東京医科歯科大）が正常と思われる骨の断面写真から，骨梁の周囲 10 μ の巾と骨梁および骨髄との面積比を出した。

以上3つの方法によって求めた値に ICRU から求めた骨梁間隔の相違による超過線量 % を使用し，各部位の超過線量を求めると第1表のごとくなる。

ここで，積分幾何法では骨梁間隔の平均値を使用した。II の超過線量は $\sum_i f_i V_i d_i / \sum_i f_i V_i$ の値である。ここに f_i は各大きさの頻度，V_i は各容積，d_i は超過線量である。III は 10 μ の範囲は超過線量が2倍あるとした場合の値である。

たとえば，椎骨の面積比は骨梁 10%，骨梁近接附近 2%，骨髄 88% となり，その線量は $(2\times2+88)/90=1.022$ となり，超過線量は 2.2% となる。

以上の結果，積分幾何学的方法で求めた平均の骨梁

第1表

	骨梁巾	骨梁間隔		超過線量 %		
	I	I	II	I	II	III
椎骨	128±37$^{\mu}$	606±83$^{\mu}$	100～2000$^{\mu}$ (600)	8.6	2.1	2.2 (2.0%)
胸骨	126±54	826±135	100～2000 (500)	6.4	2.4	2.7 (2.4%)
腸骨	110±41	601±70	(500～1000)	8.6	3.0	
肋骨	375±265	449±265		10.2	3.3	

I：積分幾何法，　II：実測法，　III：面積法

間隔を使用するのは正しくなく，一番正しいのは II であると考えられる。したがって，骨髄線量の測定では境界面の線量を無視した骨髄の線量を測定し，のち2～3%の補正をすればよいことがわかった。

〔研究発表〕

橋詰　雅，加藤義雄；骨梁間隔と骨髄線量について，日本医学放射線学会物理部会（1962年2月）

9. トロトラスト使用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

戦時中，動脈瘤の大きさ決定，肝脾造影等にトロトラストが盛んに使用された。戦後その使用者のなかに肝臓障害をひきおこすものがでている。われわれは，これら患者の肝臓および脾臓のトロトラストによる吸収線量を推定した。

トロトラストは ThO_2 25% を含有する注射液である。われわれは臓器中の Th 量を測定し，これより α 線による吸収線量を求めた。この計算に当り次の仮定を行なった。

① 投与時には ^{232}Th と ^{228}Th が放射平衡にある。

② Th の decay products は肝臓で20%，脾臓で30% 排出される（J. Rundo）。

③ α 粒子は平均して肝臓で50%，脾臓で75% 自己吸収される（J. Rotblat & G. B. Ward）。

④ Tn は45% 血液中に流失し，再び肝臓脾臓に沈着しない。

⑤ 決定臓器重量には死亡時のものを用いる。

⑥ トロトラストの粒子は臓器中に均等に分布している。

⑦ β 線，γ 線による吸収線量は無視する。

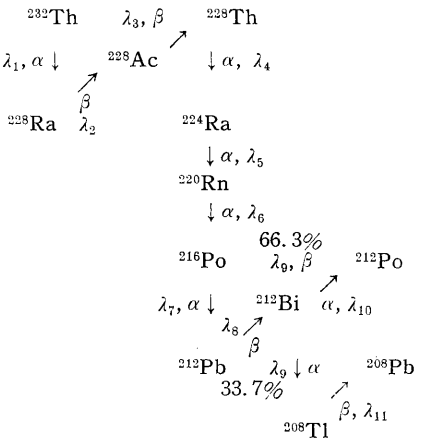
以上の仮定にもとづいて計算を行なうと，時間 t において ^{232}Th が毎秒1個崩壊するときに Th 系列全部から放出される全エネルギーは次式のごとくなる（ただし，α 粒子のエネルギーは MeV 単位を用いる）。

肝臓：
$$E_L=27.83e^{-\lambda_1 t}-32.06e^{-\lambda_2 t}+36.61e^{-\lambda_4 t}-21.78e^{-\lambda_5 t}+0.80e^{-\lambda_8 t},\cdots\cdots(1)$$

脾臓：
$$E_S=28.24e^{-\lambda_1 t}-32.06e^{-\lambda_2 t}+38.91e^{-\lambda_4 t}-23.60e^{-\lambda_5 t}+0.87e^{-\lambda_8 t},\cdots\cdots(2)$$

λ_i と α のエネルギーは第1表の値を用いた。

よって，トロトラスト注入後，t 秒までに，1g 臓器中に含まれた Th の放出エネルギーは，



第1図　Th 系列

第1表

系列番号	λ_i	α energy.
1	1.58×10^{-18} sec^{-1}	4.07 MeV
2	3.28×10^{-9}	
3	3.14×10^{-5}	
4	1.16×10^{-8}	5.47
5	2.20×10^{-6}	5.76
6	1.27×10^{-2}	6.40
7	4.39	6.90
8	1.82×10^{-5}	
9	1.91×10^{-4}	6.17
10	2.28×10^{6}	8.95
11	3.73×10^{-3}	

$$(^{228}Th\ の崩壊数/sec/g)\cdot\int_0^t Edt\cdots\cdots(3)$$

である。（なお，われわれは ^{232}Th の d. p. s を直接測らず，^{212}Pb の γ（0.239 MeV）で測ったため，上記の仮定を考慮して（3）式を得ている）。

式（1），（2）を積分すると次のごとくなる。

肝臓：
$$\int_0^t E_L dt=\frac{27.83}{\lambda_1}(1-e^{-\lambda_1 t})-\frac{32.06}{\lambda_2}(1-e^{-\lambda_2 t})+\frac{36.61}{\lambda_4}(1-e^{-\lambda_4 t})-\frac{21.78}{\lambda_5}(1-e^{-\lambda_5 t})+\frac{0.08}{\lambda_8}(1-e^{-\lambda_8 t}),$$

脾臓：
$$\int_0^t E_S dt=\frac{28.24}{\lambda_1}(1-e^{-\lambda_1 t})-\frac{32.06}{\lambda_2}(1-e^{-\lambda_2 t})+\frac{38.91}{\lambda_4}(1-e^{-\lambda_4 t})-\frac{23.60}{\lambda_5}(1-e^{-\lambda_5 t})+\frac{0.87}{\lambda_8}(1-e^{-\lambda_8 t}),$$

これを (3) に入れ，自己吸収分を引き，さらに rads 単位に換算することにより，吸収線量を得た。

Th 量決定には，フォルマリン漬の臓器を 400～800℃で灰化し，この灰をポリエチレン管に封入したのち数日間放置しておく。^{228}Th から ^{208}Pb までが放射平衡になったとき，$1\frac{3}{4}\times2\frac{5}{8}\times1\frac{1}{2}''$ Well type NaI シンチレータを用い，256 channel のパルハイでその γ スペクトルを読み，^{212}Pb の γ (0.239 MeV) によって ^{228}Th の d. p. s を求めた。Standard には ^{232}Th 1% 含有の試料を用いた。

線量推定に用いた患者は 4 例で，求めた結果は第 2 表のとおりである。

第 2 表

Sample No.	臓器	d. p. s/gm	沈着年数	rads.
896	L	11.4	22 年	1,240
	S	107.		6,050
1200	L	11.4	20	1,110
	S	79.7		4,050
1243	L	20.5	18	1,780
	S	110.		4,930
1520	L	3.46	20	338
	S	9.95		505

〔研究発表〕

橋詰　雅，加藤義雄，津屋　旭；トロトラスト使用患者決定臓器の吸収線量推定，第 132 回日本医学放射線学会関東部会 (1961 年 10 月)

IV 化学研究部

概　　況

昭和36年度に行なわれた研究の大すじは，前年度までと同じく，大別して放射線の生物に対する作用機構を化学的に追求して，放射線障害の問題を解明しようとする方向の研究と，障害の評価を行なうために必要な，非放射性の元素や放射性核種の分析法の研究との二つとなる。

前者に属する生化学的研究は，核酸分子の変化が蛋白質の合成や遺伝的その他の"障害"の発現とどのように関連づけられるかをしらべている。デオキシリボ核酸（DNA）を構成する2本のポリペプチド鎖の一方が変化したとき，それの生物学的活性がどうなるかを，細菌のストレプトマイシン耐性をめやすとして研究をすすめ，また DNA に依存するリボ核酸（RNA）および酵素の，無細胞系での合成に関与する諸条件を詳細に検討しつつあり，放射線の効果を簡単な系で研究し得る点で今後有力な研究手段となるものと思われる。

一方，物理化学的方法による研究もすすめられた。電子スピン共鳴装置により，細菌の細胞内顆粒には放射線を照射しないときでも遊離基の存在を示唆するパターンが得られたことは興味のあることである。またコロイド系の放射線による凝結を，主にメカニカルな作用に注目して研究をすすめた。

Oak Ridge National Laboratory からマキノダン氏が昭和36年10月に来所し，37年4月までの間，主に本研究部の研究者とともに，抗体蛋白の産生に対する放射線の影響を細胞レベルで研究した。これは放射線の作用を研究する新しい分野であり，われわれは免疫学，血清学的な新しい技術を習得することができた。外来研究者をむかえての，長期間にわたるこのような協同研究は研究所にとってはじめての経験であり，得るところが多かった。

分析関係では，放射性ストロンチウム，放射性セシウムについての検討は一段落し，これらについで危険と考えられるα放射体や希土類放射性核種の分析法が研究された。方法としてはイオン交換法，溶媒抽出法，ロ紙電気泳動法などがとり上げられ，研究の成果は人体や環境のいろいろな試料中に存在する放射性核種の標準的な分析法として，くみ合せて使われている。人体臓器中の成分元素の発光分光分析による研究は年来の懸案であったが，装置の完成をみてようやく軌道にのった。

昭和36年9月，ソ連が大規模な核爆発実験を行ない，放射性フォールアウトは急増した。研究者の一部はフォールアウト対策に動員されて，予定の研究業務を一時中断して相当の努力を払った。この緊急作業を行なうに当って，われわれの従来の成果が大いに役立ったと考える。調査体勢が整備されるに伴なって実際の仕事は検査課にうつされたが，その後も協力している。

また放射能調査の一環として3カ年にわたって行なってきた，尿中のセシウム-137含有量の年次変化と，それによる被曝に関する調査研究は，37年度以降も，規模を拡大してつづけられるが，一応今日までの結果をまとめた。

年度当初3名の新研究員をむかえたほか，鈴木（第2研究室長）は約1年にわたるフランス留学をおえて帰任し，かわって沢田（第2研究室）が Oak Ridge National Laboratory の Biology Division，また山崎（第1研究室）がカナダの National Research Council の研究所へ，それぞれ1カ年の予定で旅立った。また，上述のように Oak Ridge からマキノダン氏をむかえ，亀

山（第2研究室）は昭和37年2月，金沢大学医学部に転出した。

伊沢は昭和36年初より ICRP 第2専門委員会の委員に指名され，36年9月，ニューヨークでひらかれた同委員会に出席した。（伊沢正実）

1. 大腸菌中の遊離基

化学第1研究室
山崎秀郎
山上啓子
亀山忠典[1)]

1) 化学第2研究室

1. 緒　言

これまで ESR (Electron Spin Resonance) が生物物質を測定対象としてきたのは，主に乾燥試料であった。それは，ESR の測定において用いるマイクロ波の領域で，水の双極子能率が測定感度を大きく下げるという技術上の限界があったからであるが，最近の技術の進歩から，特殊な空洞と測定容器を用いて，水溶液試料も乾燥試料と同様，測定できるようになった。生細胞をそのまま測定器にかけることが可能である。

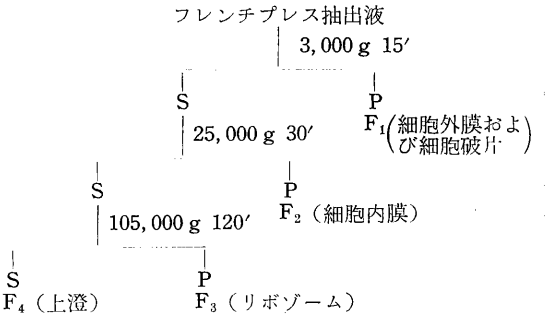
われわれは，大腸菌B株の菌懸濁液に，菌当り 3×10^3 コの遊離基があることを見つけ，この菌懸濁液に致死作用をもつと考えられている種々の処理を行なった場合，この遊離基の強度がどう変化するかを観察した。紫外線，γ 線，化学試剤（KCN，ストレプトマイシン）などの作用では，この遊離基は消失せず，ただ熱処理によって，その減少あるいは消失が観察された。遊離基の存在場所は，細胞破砕液の遠心分劃各部分の検討から，リボゾーム分劃にあることが知れた。リボゾームは，細胞内で蛋白合成の場であることが知られているので，熱処理したリボゾームの生物活性と，ESR 吸収のシグナル強度の関係をみるために，^{14}C-ロイシンのとりこみ能を調べ，この両者に相関関係のあることが示唆された。

2. 材料と実験方法

（1） 用いた大腸菌は B 株で，最少-グリセリン培地で通気培養し，対数期に達した菌を遠心で集菌し，0.85 % NaCl 水溶液で 2 度洗浄後，約 10^{11} cells/ml になるように同溶液中に懸濁させた菌懸濁液を測定材料にした。種々の処理もこの菌懸濁液について行なった。

（2） 細胞破砕液の分劃化

1と同様に集菌した菌を 0.01 M-Tris (pH 7.4) 0.01 M $MgSO_4$ の緩衝液に懸濁させ，フレンチプレスに2度かけて菌を破砕し，遠心で次の四つの分劃に分けた。



（3） 遊離基の検出には，Varian 4501 Spectrometer を用い，石英製の水溶液用測定容器を，空洞中の電界の節面に入れて，マイクロ波の損失が少ない条件で測定した。

（4） γ 線は，^{60}Co からの γ 線を，紫外線は，低圧水銀ランプからの 2537 Å 線を照射に用いた。吸収されたエネルギー量は，γ 線については，7×10^{-5} erg/cell，紫外線については 10^{-3} erg/cell である。γ 線照射中は，試料を氷で冷却しながら行なった。

熱処理は，約 2 l の温水中に測定容器に試料を入れたまま一定時間ひたし，室温に戻してから測定した。

（5） リボゾームのアミノ酸とりこみ能実験の反応系と実験方法

Tris (pH 7.4)	100 μM/ml
Mg^{++}	5 μM/ml
Mn^{++}	2.5 μM/ml
ATP	10 μM/ml
クレアチン燐酸塩	4.8 μM/ml
クレアチンキナーゼ	40 μg/ml
XTP (ATP, GTP, CTP, UTP) それぞれ	42 μg/ml
アミノ酸混合液（ロイシンを欠く）	50 μg/ml
^{14}C-ロイシン (D. L)	50 μg/ml (0.2 μc/ml)

particle (F_3)

上清分劃 (F_4) (0.01 M-Tris, Mg^{++} 緩衝液に7時間透析した。)

水

まず，particle だけを除いた混合液を作っておき，これに熱処理をしたリボゾーム（40°C, 50°C, 60°C でそれぞれ 10 分間熱処理した試料および未処理試料）を加え，攪拌後一定量を取出し反応停止液に加えたときをも

って，0時間とする。反応液は，35.7℃恒温槽中で振盪し，30分，60分後に一定量取出して停止液に加える。反応停止液は，0.2 ml 3 M-TCA（トリクロル酢酸）溶液，1.4 ml 水，0.05 ml ロイシン溶液（標識してないもの）の混合液で，反応液 0.4 ml を各時間に加え，生ずる白沈は洗浄後，液体シンチレーション法で，蛋白中にとりこまれた ^{14}C-ロイシンを計測した。

3．実験結果

（1） 大腸菌B株の菌懸濁液に第1図のようなESR↗吸収がみられた。このシグナルは，次のような特性をもっている。

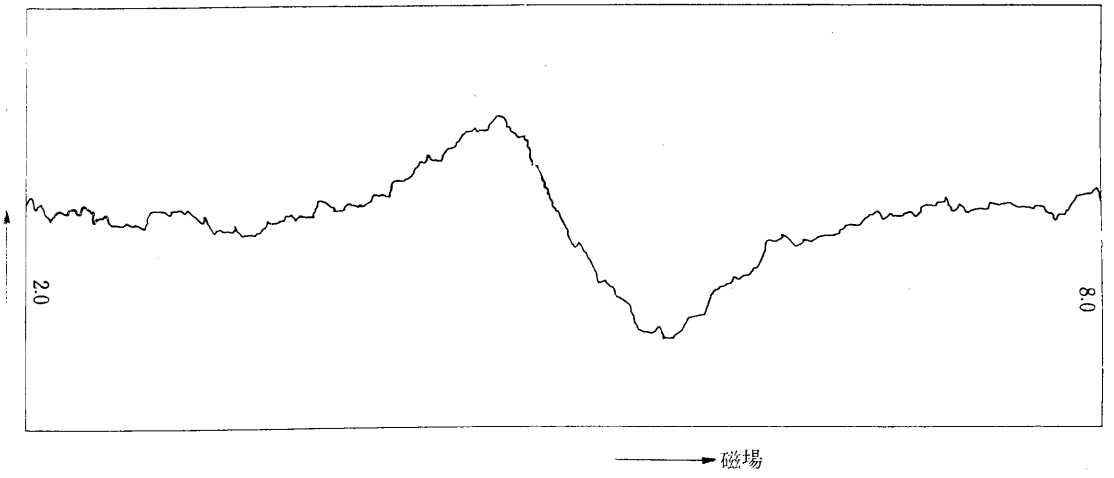
a．弱い singlet signal である。

b．Gauss 形である。

c．シグナルの幅 $\Delta H_{msl} = 17$ gauss

d．g-因子 = 2.004

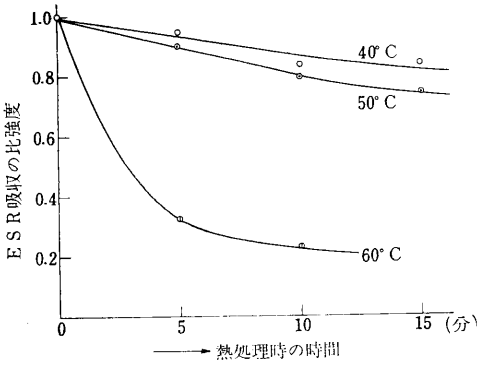
e．スピン密度（$MgSO_4$ 水溶液を標準として用いた）$= 3 \times 10^3$ spins/cell



第1図　大腸菌の菌懸濁液の ESR 吸収微分曲線

（2） ESR 吸収強度への γ 線，紫外線，熱処理などの影響

γ 線，紫外線の照射，KCN やストレプトマイシンのような化学試剤で処理したとき，一般に生き残る菌の数が減少することが知られているが，大腸菌中の遊離基は，これらの処理ではほとんど消失しない。しかし，熱処理を行なった菌懸濁液のシグナル強度は第2図のように，60℃で急激に減少することが観察された。



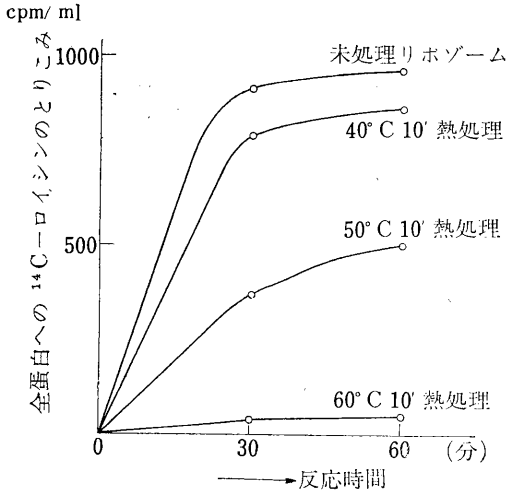
第2図　熱処理した菌懸濁液の ESR

（3） 遊離基の存在場所の決定

大腸菌中に見出された，この遊離基が，菌体のどの部分に存在するのかを知るために菌体をフレンチプレスで破砕し，前記のように F_1～F_4 の4部分に分劃し，それぞれについて，ESR の吸収をとってみた。F_3（リボゾーム分劃）にのみ，生菌と同じ強度の吸収が見られたが，他の分劃にはほとんど検出されなかった。

（4） ESR 吸収強度とリボゾームの生物活性との関係

リボゾームは菌体中で，蛋白合成の場であり，アミノ酸を最初にとりこむ場であることが知られてきた。前記のようにして分けたリボゾームを，40℃，50℃，60℃で10分間熱処理したとき，アミノ酸をとりこむ能力が未処理のリボゾームに比較してどうなるかを，前記の反応系で調べたところ，第3図のような結果が得られた。未処理リボゾームのとりこみに比較し，40℃ 10分処理の



第3図　熱処理したリボゾームのアミノ酸とりこみ能

リボゾームで89%，50℃ 10分処理のもので51%，60℃ 10分処理のもので5%のとりこみ能が残っていた。この熱処理したリボゾームについて ESR 吸収強度を測定すべきであるが，菌体中にみられた遊離基のほとんどがリボゾームにあることからみて，菌体懸濁液についての熱処理の結果（第2図）を，第3図と比べてみることは無意味でないだろう。熱処理によって菌懸濁液の ESR 吸収強度が減少するのと，リボゾームがアミノ酸をとりこむ能力の減少するのと，平行しているのが見られる。すなわち遊離基の数とアミノ酸とりこみ能との間に，相関関係がありそうである。このことをさらにはっきりさせるためには，菌懸濁液について行なった種々の処理をリボゾームに行ない，その ESR 吸収強度と，生物活性との関係をみる必要があると考えられる。これについてはまだ行なっていない。熱処理によって，リボゾームが互いに凝集して，遊離基は消失し，またそのような構造変化をしたリボゾームは，蛋白合成の場としての機能を失なっているのであろう。遊離基の消失とアミノ酸とりこみ能の減少との間に，遊離基が蛋白合成の活性点であるといったような直接的関係はないかもしれない。しかしリボゾームにある遊離基は，どのような役割をもっているのだろうか。興味ある問題で，今後追求したいと思う。

2．無機物コロイド系に対する放射線の作用

—硫酸バリウムゾルの安定度に対するガンマ線照射の影響—

化学第1研究室
藤田　斉
伊沢正実

1．緒　言

コロイド系に対する放射線の作用に関する研究は，合成高分子化学や生化学的面で盛んである。しかし，典型的な無機物ヒドロゾルへの放射線照射の影響についての研究は，極めて少ない。界面電気化学的面での研究は，疎水性コロイドの本質的性質につながる問題で，コロイド系への放射線の作用機構を解明するための基礎的研究として重要である。V. F. Oreshko は，金・銀・沃化銀ゾルを用いてガンマ線照射の影響を報告している〔Colloid J. (U. S. S. R.) **17**, 371 (1955)〕が，結果はばらつき，その解析も不十分である。

試料として，単分散で，しかも再現性よく得られるゾルを用いれば，明確な結果が期待できる。この観点から本研究では，単分散のものが得やすく，粒子の大きさを或る程度コントロールできる硫酸バリウムゾルを用いた。

2．実　験

試料の製法は，クエン酸ナトリウム共存下で，硫酸カリウムと塩化バリウムとを反応さす方法である。その濃度条件を，第1表に示す。25℃ で 24 時間，かきまぜ，反応させた。反応後，傾瀉洗滌を2回，以後，コロジオン膜の袋で適当に透析した。所定濃度に稀釈し，硬質ガラス製の広口びんに入れて，^{60}Co（2.7 キロキュリー）のガンマ線を，線量率約 7,000 r/min で照射した。照射中は，酸素または窒素を通気してかきまぜた。種々の線量を照射後一部をとり出して，以下の測定および分析をおこなった。

第1表　試料の生成条件

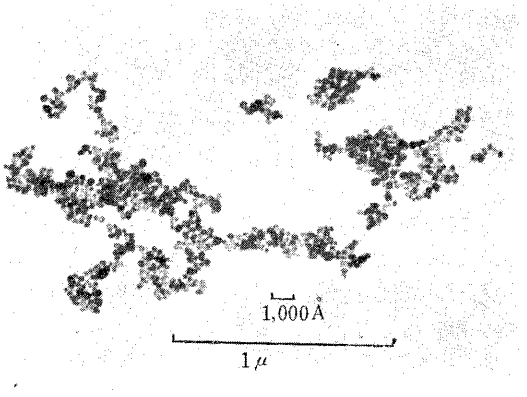
試　薬	K_2SO_4	$Na_3C_6H_5O_7$	H_2O	$BaCl_2$
濃度(M)	0.1	0.1	—	0.1
液量(ml)	200	200	1500	100
混合後の濃度(M)	10×10^{-3}	10×10^{-3}	—	5×10^{-3}

照射済みの試料を試験管にとり，24 時間静置後，上部より一定量をピペットで静かにとり出し，濁度を測定し

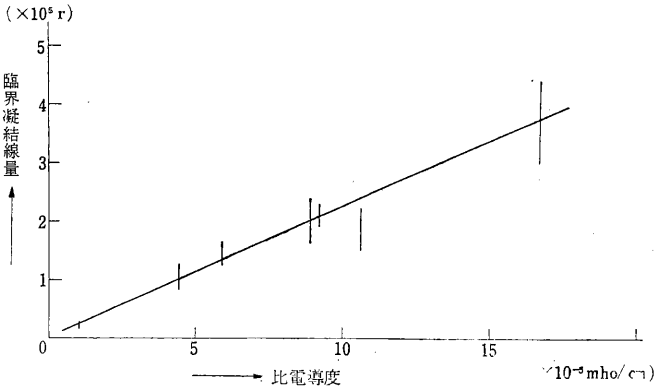
た。他方，チゼリウスの電気泳動装置を用いて，15°C で易動度の測定をおこなった。外液は，ゾルにふくまれる電解質と同じ組成で，等しい比電導度に調整して用い，易動度は，上昇側と下降側の平均値をとった。また，pentabromoacetone 法〔Biochem. J. **60**, 647 (1955)〕により，クエン酸残基の定量分析をおこなった。なお，照射線量の測定は，Fricke の線量計によった。

3. 結果および考察

上記の製法により，直径約 300 Å の，ほぼ単分散の硫酸バリウムゾルを得た（第 1 図）。照射後，静置して観察すると，或る線量以上照射したものは，著るしく不安定になっている。24 時間静置後の，上部液の濁度測定結果の一例を第 2 図に示す。濁度は 370 mμ における $-\log(I/I_0)$ で表わすこととする。濁度 0 は凝結沈降したことを表わす。透析の程度の差，すなわち，共存電解質の濃度のちがいにより，凝結に要する線量（以下，臨界凝結線量と呼ぶ）は異なる。十分に透析したゾルに，新たに，生成時の上澄液を加えて照射をおこない，臨界凝結線量と比電導度との関係を調べると，第 3 図のように，比例関係がある。新たに加えた上澄液には，クエン酸イオン，Na^+，K^+，Cl^-，SO_4^{--} が，ふくまれている。上澄液を加えた場合の濃度に相当するクエン酸ナトリウム・塩化カリウム・硫酸カリウムを，おのおの別に加えた実験によると，第 4

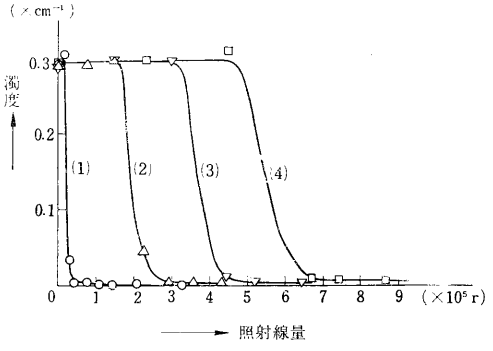


第 1 図　硫酸バリウム微粒子の電子顕微鏡写真



第 3 図　共存電解質濃度の影響

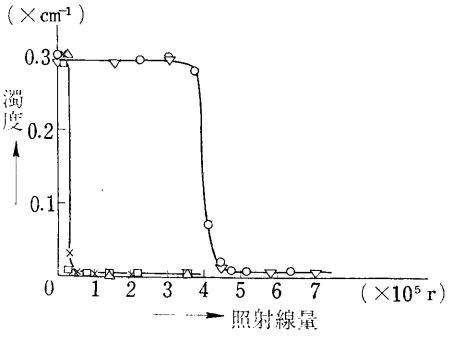
$BaSO_4$　1.02 g/l
酸素　bubbling



第 2 図　照射試料の比濁

比電導度 (25.0°C)　(1) 1.03×10^{-5} mho/cm
(2) 10.7×10^{-5} mho/cm
(3) 16.7×10^{-5} mho/cm
(4) 24.4×10^{-5} mho/cm

$BaSO_4$ 1.02 g/l
酸素 bubbling

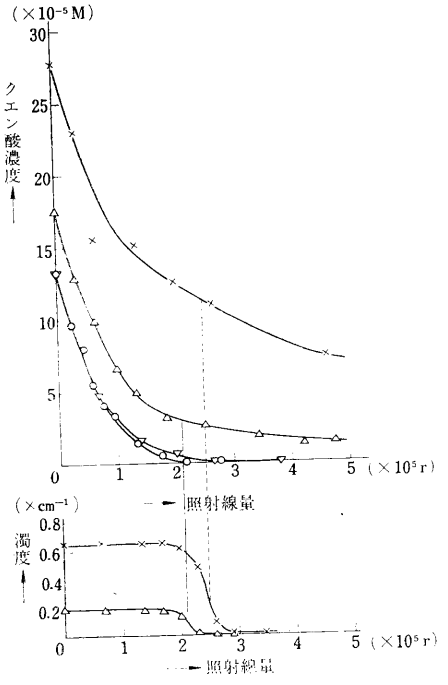


第 4 図　共存電解質の種類の検討

×：無添加　○：$Na_3C_6H_5O_7$ (2.67×10^{-4} M)
△：K_2SO_4 (1.33×10^{-4})
□：KCl (2.67×10^{-4} M)
▽：上澄液（3 種の塩を，相当濃度含む）
$BaSO_4$　1.02 g/l
酸素　bubbling

図のように，クエン酸イオンが電位決定イオンであることがわかる。クエン酸イオンが，硫酸バリウム粒子に異常に強く吸着して，電位に大きい影響を与える。

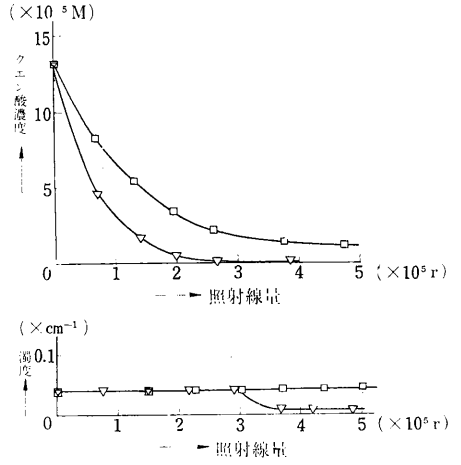
このように，クエン酸イオンを電位決定イオンとする硫酸バリウムゾルの，ガンマ線照射による凝結現象は，クエン酸イオンの放射線分解が最も大きい原因と考えられる。そこで，クエン酸残基の水溶液中およびゾル中におけるガンマ線照射による減少を定量した。凝結したものは，よく振盪し，硫酸バリウムが分散したままの状態で分析した。第5図に示すように，線量が増すと，クエン酸は減少する。おのおの曲線は，ゾル濃度の異なる場合である。臨界凝結線量での，クエン酸の残存量と硫酸バリウム濃度との比をとると，ほぼ一定である。凝結沈降したところで，沈殿を除き，上澄液だけについて分析すると，ほとんど残っていない。すなわち，残存しているクエン酸の大部分は，粒子に吸着している ものである。粒子表面積に対して，クエン酸イオンが吸着して占



第5図　クエン酸の放射線分解による減少とゾルの安定度との関係

$BaSO_4$ 濃度 ○：0　▽：0.102 g/l　△：0.68 g/l　×：2.55 g/l

酸　　素　bubbling



第6図　雰囲気の影響

▽：酸素　□：窒素

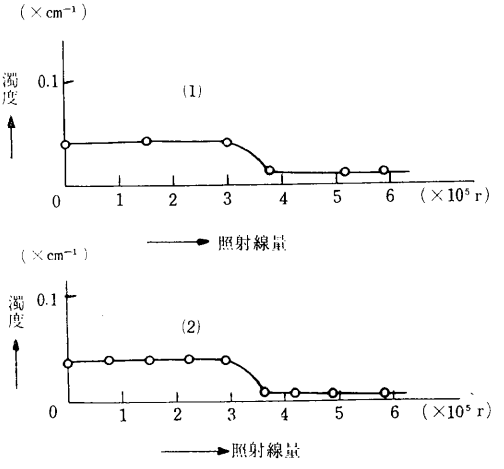
$BaSO_4$ 濃度；0.102 g/l

$Na_3C_6H_5O_7$ 初濃度；2.67×10^{-4} M

める面積が，或る一定割合に達した場合に凝結するものと考えられる。この面積は，見かけの粒子表面積と，オーダーが合致する。

また，酸素がない場合（窒素を通気した場合）には，酸素を通気した場合に比べて，分解速度が遅い（第6図）。酸素通気の場合に凝結する線量でも，窒素通気の場合には凝結しない。

クエン酸ナトリウム水溶液に照射し，その後，十分に



第7図　間接効果と直接照射の対応

(1) 間接効果　　(2) 直接照射

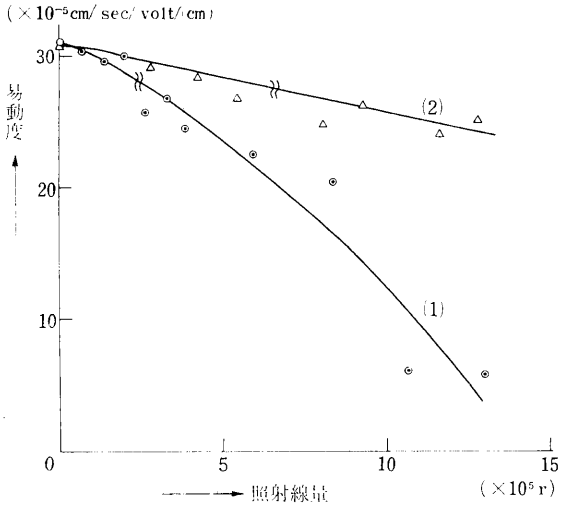
$BaSO_4$ 濃度；0.102 g/l

$Na_3C_6H_5O_7$ 初濃度；1.33×10^{-4} M

酸素　bubbling

透析したゾルと混合した場合にも，直接照射した場合と，臨界凝結線量は一致した（第7図）。ゾルの凝結とクエン酸イオンの減少が対応するので，クエン酸イオンの放射線分解にともなう間接的な効果として，凝結が起こるものといえる。

次に，電気泳動をおこない，易動度を求めた。第8図に示すように，易動度は，ガンマ線照射につれて減少していく。易動度の減少は，ζ電位の減少を意味する。ζ電位の値は，すべて負であった。濃度の異なる試料について電気泳動をおこなった場合にも，臨界凝結線量における易動度は一致した（波線）。このことは，クエン酸イオンが粒子表面積に対して，或る一定の割合にまで減少したときに凝結するという先の解釈とも合致する。



第8図　易動度の変化（15℃）

(1) 比電導度　8.9×10^{-5} mho/cm（15℃）
$BaSO_4$ 濃度　2.54 g/l
(2) 比電導度　25.3×10^{-5} mho/cm（15℃）
$BaSO_4$ 濃度　7.64 g/l

4．結　語

無機物ゾルの一例として，単分散で再現性よく得られる硫酸バリウムゾルをとりあげ，その安定度に対するガンマ線照射の影響を調べた。その結果，照射により凝結が起こり，その機構として，粒子への直接的な作用よりも，電位決定イオンであるクエン酸イオンの放射線分解にともなう間接的な作用が大きいことがわかった。溶液中にあるクエン酸イオンが，大部分分解し，吸着しているクエン酸残基もふくめて，粒子の見かけの表面積に対して，一定割合にまで減少したときに，凝結が起こる。易動度，換言すれば，ζ電位には急激な変化はなく，照射につれて徐々に，その絶対値が小さくなり，critical な値を割ったときに凝結する。別のデータより吸着しているクエン酸残基は，放射線分解を受け難いと推定され，臨界凝結線量以上照射を続けても，ζ電位は徐々にしか減少しない。また，クエン酸の放射線分解の反応速度は，酸素がない零囲気では遅い。クエン酸の放射線分解生成物については，今後の研究に待たなければならないが，リンゴ酸水溶液についての研究結果〔Radiation Research 5, 134 (1956)〕から推して，一種のケト酸の生成が考えられる。リンゴ酸より oxalacetate および，α-hydroxy-β-ketosuccinate の生成反応が，酸素に依存することとも合う。

以上の結果から明らかなように，コロイド溶液への放射線照射の影響は，従来考えられているような，ラジカルによる粒子表面での電荷の放電や充電のみでは，説明が不十分で，とりわけ，安定剤として有機物イオンが存在する系では，むしろ，粒子の電位決定イオンを通しての間接的効果を，第一に考慮に入れる必要がある。

〔研究発表〕

藤田斉，伊沢正実；硫酸バリウムゾルの安定度に対するガンマ線照射の影響　日本化学会第15年会発表（1962年4月）

3．肺炎球菌（*Diplococcus pneumoniae*）における型転換（transformation）作用でみられる DNA の構造と活性

化学第2研究室
鈴木堅之
山上啓子[1]
[1] 化学第1研究室

生物に対する放射線の作用はいろいろ知られているが，なかでもその突然変異の誘発は最も重大な生物作用の一つであり，これが生物の遺伝情報のにない手である DNA に対する放射線作用にもとずくことはもちろんである。このほか致死作用，発癌作用，さらに細胞の分化の阻害，あるいは遺伝型質の発現の抑制など核酸に対する傷害に起因すると考えられる作用が多く知られている。したがって放射線の生物作用を研究するのに際して，その核酸に対しての影響をしらべることは最も基礎的な問題として一義的な重要性をもつものと考えられる。

この研究は DNA 分子あるいは DNA をふくむ生体内の構造に対する放射線作用を，その生物活性との対比の

もとに可能なかぎりの実験的方法を用いて解く目的のもとに始められた。細菌の型転換をえらんだ理由は，DNA の生物活性を定量的に測定することが比較的簡単であり，DNA 自体を多量に抽出，精製することも容易であるからである。

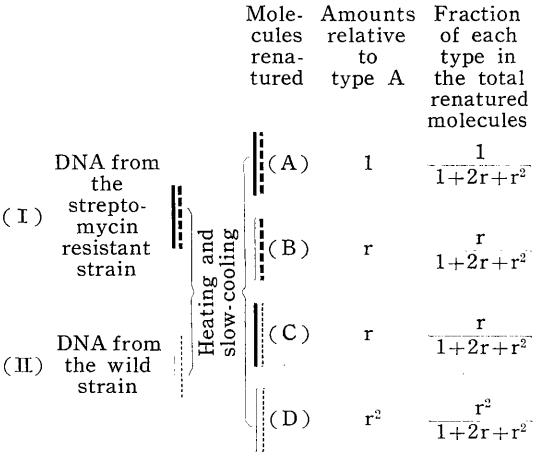
この実験の目的は二つのポリヌクレオチド鎖からなる二重らせん構造をもつ DNA 分子の一方の鎖上にのみおきた傷害があるかどうか，もしあるとすればそれがどのような形で現われるかを知ることにあった。このためにごく特殊な場合以外は通常二重らせん構造として活性を有する DNA の生物作用が，活性をもつ変異株の DNA と，活性をもたない原生株からの DNA とから1本ずつの鎖を分けあっているときにどのような活性を示すかをしらべた。

1. 実験方法の概要

原生株の肺炎球菌 (R36A) を適当な培養条件のもとにおくといわゆる competent の状態をとる。このような菌に，或る遺伝型質をもつ変異株，たとえばストレプトマイシンに対して耐性をもつ菌から精製した DNA を加えて数分間 37 度で培養すると，菌はストレプトマイシンに耐性を示す変異をおこす可能性を獲得するから，さらに培養をつづけて 90 分以後，耐性の表現が完了してからストレプトマイシンを含む寒天培地にまいて変異をおこした菌数をはかることができる。10^{-2} μg/ml 以下では，加えた DNA の濃度は，えられた変異株の数に完全に比例する。

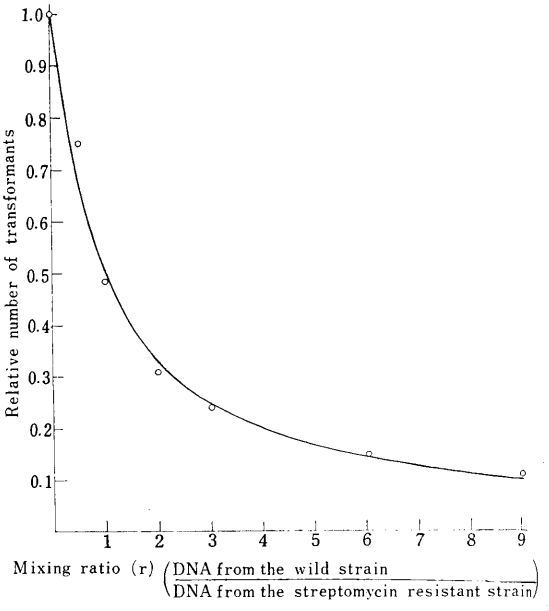
DNA はすべて Marmur の方法で精製した。原生株と変異株とからの DNA の鎖を1本ずつわけあっているいわゆる hybrid-DNA は両方の DNA の混合溶液を沸とう水中で 10 分間加熱してから，少し低い温度から長時間かかって冷却することによってえられる。この際，当然のことではあるが処理前の両方の DNA と同じ型のものも形成され，これらの型の間の比率は二つの DNA の混合比に依存する筈である。

計算によると，もし二つの DNA の間には加熱によるポリヌクレオチド鎖の間の水素結合の解裂，および緩冷処理による両鎖の再結合という性質に関してまったく差がないものと仮定すると，加熱・緩冷却処理後再構成される筈の活性分子数は単に両 DNA の混合比のみの函数であることがわかった。第1図にこれを図式化して示すが，活性 DNA (1) と同じ鎖構造をもつ再構成分子 (A)，両方の DNA から1本ずつの鎖を分けあっている2種の hybrid 分子 (B と C)，および活性のない原生株の DN



第1図　2種の DNA を同時に加熱・緩冷却したときに生成される二重らせん構造物質の種類と量

A (II) と同じ再構成分子 (D) のうち，A 型のものは活性 DNA (I) と同じ活性を示すものとし，また D 型の分子は DNA (II) と同型でこれは活性がないものとするとき，B および C について，これらが A とそれぞれ



第2図　ストレプトマイシンに抵抗性のある菌からの DNA と，感受性のあるその野生株からとった DNA との混合物を加熱・緩冷却処理してえられた物質による型転換の頻度と混合比との関係

実線は $\frac{1}{r+1}$ の曲線を示し，各点は観測値を示す。

同じ活性をもつかどうかが当面の問題である。

2. 実験の結果

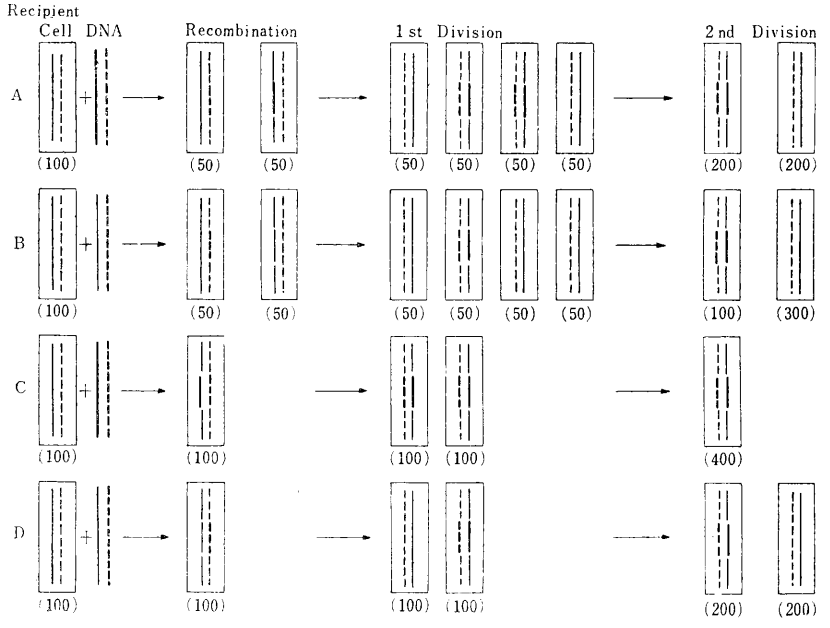
それぞれ同じ濃度の二つの DNA 溶液（0.15 M 食塩＋0.015 M クエン酸ソーダ）を種々の割合に混合し，おのおのの混合溶液について同じ条件で加熱，緩冷却処理をおこなった。或る混合比（r）の溶液からえられた再構成物の活性を混合比が 0，すなわち活性 DNA 溶液からえられた再構成物質（A型のみを含む）の活性と比較した。後者の活性を 1 とすると第 2 図の結果がえられた。

3. 結果からの推論

混合比 r の溶液からえられた再構成物質の比活性（a）は $a=\frac{1}{1+r}$ の曲線によく一致する。第 1 図に示すように混合比 r の溶液からえられる二重らせん再構成物質は A，B，C，D の 4 種で，そのお互いの量の比は A 型を 1 とするとそれぞれ 1, r, r, および r^2 になる。したがって，全体のうち各型の占める部分は第 1 図に示すように表現される筈である。もしAのみが活性をもつなら，全再構成分子のうち活性をもつ分子はその $\frac{1}{1+2r+r^2}$，A とBとCがひとしく活性を有するなら $\frac{1+2r}{1+2r+r^2}$ になる。ところが，えられた結果は $\frac{1+r}{1+2r+r^2}$ であって，B とCの分子は両方で 1 単位の活性を示すことが明らかである。

これに対してつぎの三つの説明が可能である。(a) B とCのうちどちらか一方の型のみに活性があって他は活性をもたない，(b) BとCが平等に活性をもつ。すなわちその効率が両方とも 1/2 である，(c) BとCが不均等に活性をもつ。(a) の場合は二つの鎖のうちどちらかが交叉のおこる前に何らかの方法により不活性化を受けるか，または菌のクロモゾーム DNA にとりこまれえないと考えなくてはならないが，現在までこのような事実は何も示唆されていないので非常に考えにくい。何となればとりこまれてしまえば，その後 Watson-Crick 方式により DNA の倍化がおこると，どちらの鎖からも同じ型の DNA ができあがらねばならないからである。また (c) の場合も似たような理由で考えにくい。したがって，いまのところ (b) の可能性が強く，BとCの型の分子が，A に対する効率が 1/2 で型転換をおこすと考えるのが妥当と思われる。

この事実は，第 3 図に示すような組かえのモデルによってよく説明される。この図の (B) がそれであって与えられた DNA 分子とそれを受けとる側の菌の DNA とが，それらのどちらかの一方のポリヌクレオチド鎖について部分交換をおこなう。この際おのおのの鎖についてこの部分交換のおこる確率はひとしいと考えると，一方の鎖にしか遺伝情報をもっていない hybrid-DNA では，組替えのときに全体の菌のうち半分にしかこの情報が伝わらないことになる。したがって型転換の効率としては，全部の菌に情報が伝わったときのちょうど半分になる筈



第 3 図　型転換における与えられた DNA と菌体 DNA との組かえ現象の模式図

A と C は正常の型転換 DNA による場合。
B と D は hybrid-DNA による場合。
A と B は 1 本のポリヌクレオチド鎖での組かえ。
C と D は両方のポリヌクレオチド鎖での組かえを示す。
一つの DNA 分子中の対応する 2 本のポリヌクレオチド鎖は，それぞれ実線と点線で示されている。カッコのなかの数字は，100 匹の菌が DNA と組替えをしたときにあらわれるであろう DNA 型の菌の数を示す。

である。もし，組替えが，第3図のDで示されるように1本の，ポリヌクレオチド鎖のみでなく両方の鎖について同時におこるなら，菌はすべて情報をもつDNAのどちらか一方のポリヌクレオチド部分を受けている筈であり，hybrid-DNAでない正常の型転換DNAによる場合(A と C) には組替えモデルのいかんにかかわらず，すべての菌のDNAに情報がとりいれられることになる。したがって，型転換の効率が1/2になりうるのはBの場合しか考えられない。

この種の組かえがおこったとすると，菌のDNAはその一方のポリヌクレオチド鎖にしか情報をもっていないからまだ変異は確立されていないし，事実このままではストレプトマイシンに耐性をもちえないことが明らかにされている。しかし，第1回目の分裂がおこると両方の鎖に情報をもつものが生産され，ここで変異の固定(fixation) がおこる。第3図のモデルに示されるように，このように固定された菌の数は，segregation の結果，はじめ情報を一方の鎖に受取った菌の数と変らず，第2回目の分裂から始めて増加しうるようになる。このことも別の実験で確められている。

放射線によって一方の鎖にのみ変化のおこった場合は，今回の実験でのBまたはC型のDNA分子と似ていると考えられる。ただ放射線の作用には，ポリヌクレオチド鎖自体の解裂をも伴なうものと予想されるから，解析は多少複雑になるものと思われる。現在，その研究も進行中である。

附記： この研究はフランスのラジウム研究所において所長の Latarjet 博士および Rebeyrotte 夫人との共同研究としてはじめられたものである。両氏に厚く感謝の意を表したい。

〔研究発表〕

1. 鈴木堅之，山上啓子； 肺炎球菌 *(Diplococcus pneumoniae)* における型転換 (transformation) 作用でみられるDNAの構造と活性，第10回核酸シンポジウム (1962年5月)
2. 同上，Journal of Molecular Biology に投稿中

4. DNAに依存するRNAの生合成

化学第2研究室
亀山忠典
小野浄治
岩間由希子
小田鈎一郎[1)]
島津良枝
[1)] 研究生

前年度すでに報告したとおり *Escherichia coli* の無細胞系による β-galactosidase の生合成が特異的DNAの存在を必要とするとともにまた，4種のリボヌクレオシド三燐酸 (XTP) の共存を必要因子とすることが明らかになった。この事実から酵素合成のための情報がDNAにあり，この情報がXTPを前駆物質とするRNAの合成を介して酵素合成部位に伝達されてテンプレートが形成されるという作業仮設のもとに研究を進めているが，現在までにこの酵素合成系においてDNAの存在を必要とし，かつ，XTPを前駆物質とするポリリボヌクレオチド合成系 (RNA合成系) が存在することを認めた。この系によるRNA合成は従来知られている可溶性RNAのポリリヌクレオチド鎖の末端へのヌクレオチドの附加反応や，ポリヌクレオチドホスホリラーゼによるRNA合成とは根本的に異なる性格のもので，生物における遺伝情報の伝達経路すなわちDNAの保有する特異的情報をタンパク質へ伝える経路に介在するRNAとしての性格を示唆するものである。

1. 方法と材料

Escherichia coli B. または K_{12} を最少培地中で培養して対数成育期に菌体を集める。洗滌後 10^{-2} M トリス緩衝液，pH 7.4 (Mg^{++}. 10^{-2} M) に懸濁し，French pressure cell によって菌を破砕する。低速遠心で細胞残渣を除いてから，40,000×g，30分遠心の上清をさらに105,000×g，120分の超遠心にかけてこの上清を S_{120}，ペレット分劃を洗滌して P_{120} とする。S_{120} をストレプトマイシンで処理して (5%濃度) 核酸分劃を除き，さらに硫酸アンモニウム 0.45 飽和で沈澱するタンパク部分をDEAE-celluloseのクロマトで分劃し，同じ緩衝液に対して透析したものをRNA合成酵素の標品とする。

DNAは前述の菌を別にドデシル硫酸ナトリウムで処理してからクロロホルムで除タンパクし，エタノールで波澱する分劃よりリボヌクレアーゼでRNAを除き，最後にイソプロピルアルコール沈澱によって調製した。

^{32}P でラベルした基質の調製法は，*Escherichia coli* に ^{32}P をとりこませてから RNA を分離し，蛇毒ホスホヂエステラーゼで分解してからこの分解産物に酵母のキナーゼを作用させて，ラベルした XTP を作り，イオン交換クロマトグラフで分別し，Cytidine triphosphate，ならびに Uridine triphosphate 分劃を集め濃縮して基質とする。これらは α 位の P が ^{32}P でラベルされた Cytidine-^{32}P-P-P, Uridine-^{32}P-P-P の形のものである。

反応系は第1表に示すとおりで，反応終了後，冷却しながらトリクロル酢酸を加えて 0.3 M 濃度とし，沈澱を集めて 0.3 M トリクロル酢酸で3回洗滌してから 0.5 N KOH で 37°, 18 時間，加水分解する。中和してから再びトリクロル酢酸を加えて 0.3 M とし，遠心して上清部分の放射能を G-M 計数管で測定して RNA 量とする。

第1表　反応混液の組成

Substances Containing in the systems.		No. of Systems (I)	(II)	(III)
E. coli enzyme	mg	3	4	2
DNA	μg	80	44	20
Tris buffer (pH 7.4)	μmoles	180	100	100
Mg^{++}		8	5	7
Mn^{++}		8	2	7
P^{32}-CTP	mμmoles	45	45	
ATP, GTP, UTP	mμmoles each	75	75	
P^{32}-UDP	mμmoles			50
ADP, CDP, GDP	mμmoles each			75
ATP	μmoles			0.45
creatine Phosph.	μmoles			1.7
creatine kinase	mg			45

CTP：シチジン-5′-三リン酸
GTP：グアノシン-5′-三リン酸
UTP：ウリジン-5′-三リン酸
ATP：アデノシン-5′-三リン酸

第2表　DNA に対する依存性（第1表の System I）

DNA added to the reaction mixture	Amount of ^{32}P incorporated in RNA cpm/ml
E. coli DNA	385
Heat-denatured DNA* from *E. coli*	198
Calf thymus DNA	870
No addition	108
E. coli DNA + DNase (9 μg)	138

*At 100°C for 10 minutes.

2. 実験結果

（1） DNA 依存性（第2表）

第2表に示すように，反応系から DNA を除くか，またはデオキシリボヌクレアーゼ処理をすることによって RNA 合成は著しく低下することからこの系による RNA 合成には DNA の存在が必要であることがわかる。

（2） DNA に対する放射線照射の影響

反応の際に加える DNA を予め γ 線照射しても，また紫外線照射しても，RNA 合成は阻害される（第3表）。

第3表　DNA の放射線照射による RNA 合成への影響（第1表の System II）

Irradiations	Amount of ^{32}P incorporated in RNA cpm/ml
Without irradiation	926
γ-ray (20 kr)	275
UV (15 watt, 4 min.)	441

（3） XTP 共存の必要性

反応系から XTP を除けば RNA 合成はまったく進行しない（第4表）。

第4表　RNA 合成における XTP の必要性（第1表の System II）

	Amount of ^{32}P incorporated in RNA cpm/ml
complete mixture	926
minus ATP, GTP and UTP	0

（4） 反応の前駆物質

反応の基質としてリボヌクレオシド二燐酸（XDP）を用いた場合にはキナーゼ系が必須であることから，この反応の直接の前駆体はリボヌクレオシド三燐酸であるといえる（第5表）。

第5表　RNA 合成における XTP の必要性（第1表の System III）

Substrates added	Amount of ^{32}P incorporated in RNA cpm/ml
XDP plus phospho-creatine and creatine Kinase	632
XDP	13

（5） DNA の最適濃度

反応に必要な DNA の最適濃度は 40 μg/ml であり，

第6表　DNA の濃度の影響（第1表の System II）

Concentration	Amount of ^{32}P incorporated in RNA
	cpm/ml
DNA　8 μg/ml	419
40	926
80	653
miuns DNA, plus *E. coli* RNA (40 μg) and DNase (10 μg)	168

第7表　2価金属イオンの影響（第1表の System II）

	Amount of ^{32}P incorporated in RNA
	cpm/ml
complete	926
minus Mg	478
minus Mn	321
minus Mg and Mn, plus EDTA	18

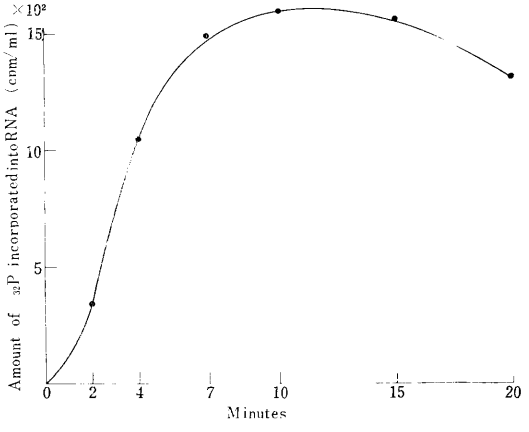
同濃度の RNA では代行し得ない（第6表）。

（6）　二価イオンの影響

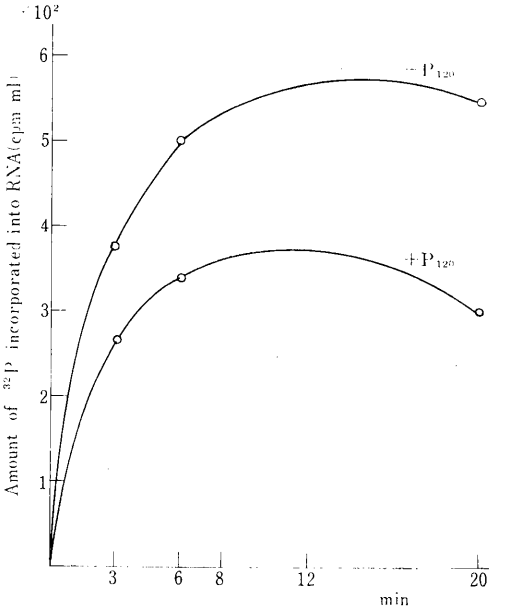
反応系から Mg^{++}, Mn^{++} を欠けば RNA 合成は低下する。さらに酵素分劃に含まれている Mg^{++} を除くために EDTA を加えると反応は全く進行しない。従ってこの反応系には Mg^{++}, Mn^{++} が不可欠である（第7表）。

（7）　P_{120} の影響

第1図に示すように，この RNA 合成反応は反応開始後10分で飽和する。また 105.000 × g，120分遠心の沈澱部分，P_{120} 分劃には RNA 合成能はまったく認められず，さらに前述の RNA 合成系にこの P_{120} 分劃を添加すれば RNA 合成は外見的に，著しく抑えられる（第2図）。



第1図　RNA 合成



第2図　P_{120} の影響

3．考　　察

第2表，第6表に示すように，この系による RNA 合成反応には DNA が存在することが必須条件であり，DNA の代りに RNA が存在しても反応は進行しない。また，この DNA は RNA 合成酵素源となった菌株に対して特異性を持たず，コウシ胸腺の DNA を用いても RNA 合成が起る。また第4表に示した実験結果から明らかなように，反応系から XTP を除けば反応が進行しないことから，この反応には XTP 4種の共存が必要であることがわかった。以上の結果は，この反応がすでに見出されている可溶性 RNA のポリヌクレオチド鎖の末端へのヌクレオチド附加反応とは本質的に異なり，RNA のポリヌクレオチド鎖の *de novo* 合成が起っていることを示す。また Ochoa らのポリヌクレオチドホスホリラーゼによる反応では，生成物の構造が反応基質に依存するだけで，DNA の存在を必要としない点において，ここに述べた反応とは根本的に異なるものである。

また DNA に種々の処理をした場合についての結果は第2表，第3表に示すとおりである。γ線照射のごとく DNA の低分子化を惹起するような処理を施した場合にも RNA 合成は低下するが，注目すべきことは第2表に示すごとく加熱（100°），急冷した DNA で RNA 合成が正常の DNA を用いた場合に比して著しく低下することである。Marmur らによれば，このような加熱処理によ

ってDNAは1本鎖の状態に変性することが知られている。したがって前述の実験結果からRNA合成のためにはDNAは正常の2本鎖の状態にあることが必要であり，1本鎖の状態のDNAではRNA合成を支持し難いことが示唆される。しかしDNAからRNAへの遺伝情報の伝達がDNAの2本のポリヌクレオチド鎖の組合わせから行なわれるのか，それとも情報伝達のためにDNAの二次，三次構造の保持が要求されることを示しているのかについては不明である。

以上述べたごとく，この系で合成されたRNAがDNAの遺伝的情報の伝達のための中間体としての，messenger RNAの性格を有するものであるとするならば，このRNAの生物学的活性として，特定のタンパク質の合成のための情報をDNAから与えられ得るはずである。この観点から現在，β-galactosidase合成に対する，このRNAの役割について実験を進めつつある。

〔研究発表〕

1. 亀山忠典，小野浄治，岩間由希子，小田鈎一郎，島津良枝；DNAに依存するRNAの生合成，第13回酵素化学シンポジウム（1961年7月）
2. 同上，酵素化学シンポジウム，第18集，印刷中

5. アルキルリン酸による希土類元素の分離

化学第3研究室
坪田博行
渡利一夫

1. 序　論

核分裂生成物中で希土類元素は重要な元素であるが，その化学的性質および挙動が互いに類似しているため，その相互分離は非常に困難である。これまでは主としてイオン交換樹脂による分離法が用いられてきたが，多量処理が困難であることおよび長時間を要する現状である。ミクロ量からマクロ量にまで適用しうることと，さらに短時間処理が可能なこと等からアルキルリン酸によるイオン交換溶媒抽出の基礎的実験を行なった。

溶媒にアルキルリン酸を用いたのは放射線に対して安定であることと，D. F. Peppardらの報告（J. Inorg Nucl. Chem. 4, 334, '57）からD2EHPA〔Di (2 ethyl hexyl) phosphoric acid〕による相互分離が可能であろうと考えたからである。

しかし市販のアルキルリン酸は通常組成が一定せず，たとえばD2EHPA中にはかなりのM2EHPA〔mono (2 ethyl hexyl) phosphoric acid〕が含まれており，その精製は非常に煩雑であり，実際に使用する際いちいち精製することはほとんど不可能である。

われわれはD2EHPA中に含まれているM2EHPAの量を調べつつ特別に両者を精製することなしに使用し，混合物を使っても分離できる方法を確立した。

主として各種濃度の硝酸溶液中での各元素の分配比K_dを調べ，D2EHPAとM2EHPAの混合比の変化による分配比の変化も調べた。

さらにいくつかの2種類の元素の組合せを作り，1回抽出における分離実験も行なってみた。

これらをもとにしてカウンターカーレント抽出の予備的実験も行なった（詳細については現在実験中である）。

このデータをもとにして，逆相分配の基礎的考察も行ないつつある。

2. 実　験

（1） 溶媒の精製および混合比の決定

使用したアルキルリン酸は多摩化学工業製のD2EHPAおよびM2EHPAで，これらを前述のPeppardらの方法により他の不純物を除去したのち，D. C. Stewartら（J. Amer. Chem. Soc, **73**, 1377, '51）の水酸化ナトリウムによる滴定法でD2EHPAとM2EHPAの混合化を求めた。

混合比の変化による分配比の変化をみるため数種類の混合比のものを作り，それぞれで実験を行なった。おのおのを溶媒A, B, C, D, Eで表わす。

溶媒	A	B	C	D	E
Mono-	87%	76	73	71	38
Di-	13%	24	27	29	62

実験にはこれらの25%トルエン溶液をあらかじめ1N硝酸または塩酸で30分間2回ふりまぜ，さらに実験に相当する濃度の硝酸または塩酸で5分間ふりまぜたものを使用した。

（2） 希土類元素の純度

希土類元素の場合，特にこれらの純度が問題になるが，われわれはJhonson, Mathey およびBerksher Chemical Co. より得た分光学的に純粋なものを日本原子力研究所JRR 1で中性子照射して放射化したものを用いた。

これら放射性希土類元素はRCL社製256 ch. P. H. Aによるγ線スペクトルの測定および減衰曲線により純度をたしかめた。

また^{147}Pm, ^{144}Ce, $^{152-154}$Euについては，輸入配分されたものを，TTA抽出，イオン交換法等の処理をして

放射化学的に純粋なものを用いた。

（3） 実験操作

0.01 M 希土類元素の各種濃度の硝酸または塩酸溶液 5 ml を 25 ml の共栓試験管にとり，これにあらかじめ前処理をしたアルキルリン酸の 25% トルエン溶液 5 ml を加えて 5 分間ふりまぜた。

相分離後両相より 1 ml ずつ取り出し放射能を測定し分配比を求めた。

両相の分離には，必要に応じ遠心機を使用した。

放射能の測定には東芝製 Medical Spectrometer U CH-23103，科研製 Radiation Counter Model 100 等を使用した。

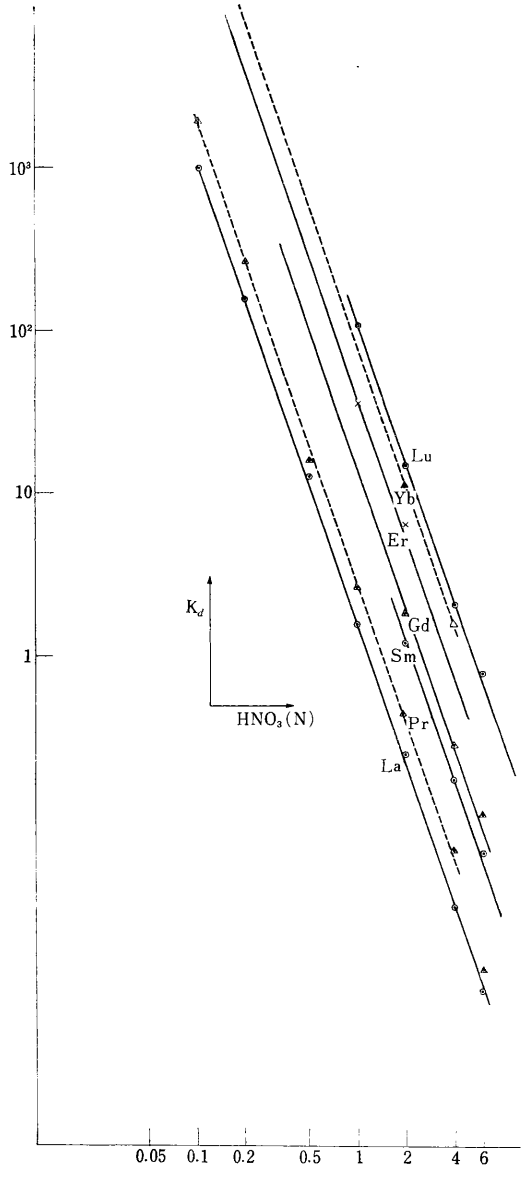
3. 実験結果と考察

（1） 硝酸濃度による各元素の分配比の変化

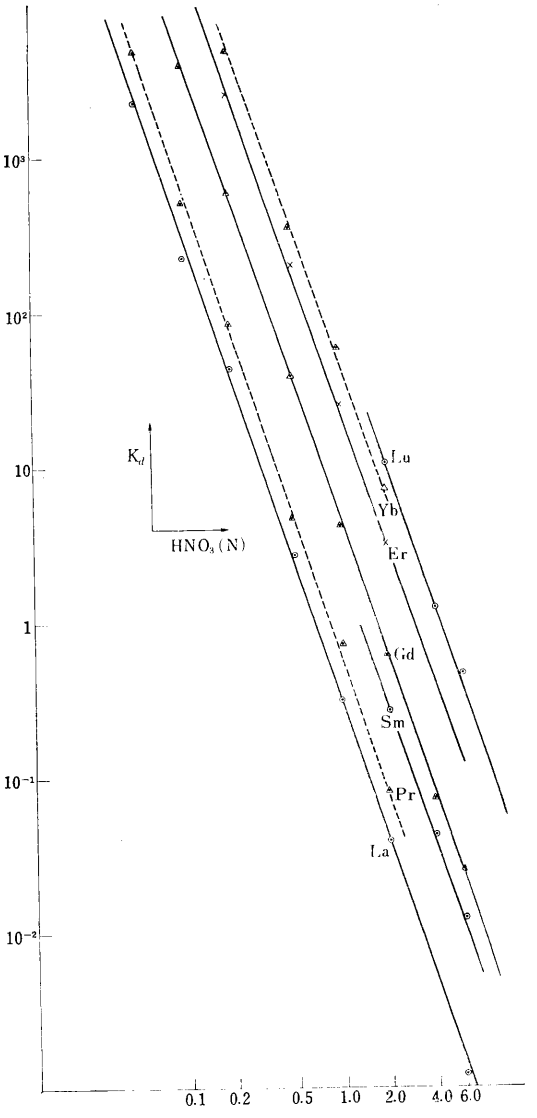
（i） 溶媒Aを用いた場合（第1図）

（ii） 溶媒Eを用いた場合（第2図）

分配比の硝酸濃度による影響は第1図および第2図のごとく縦軸に分配比 K_d の対数値，横軸に硝酸濃度の対



第1図 硝酸濃と分配比の関係（溶媒Aの場合）



第2図 硝酸濃度と分配比の関係（溶媒Eの場合）

数値をとると各元素とも硝酸の濃度が小さいほど分配比は大きく，溶媒A，Eともに傾斜3の直線が得られる。

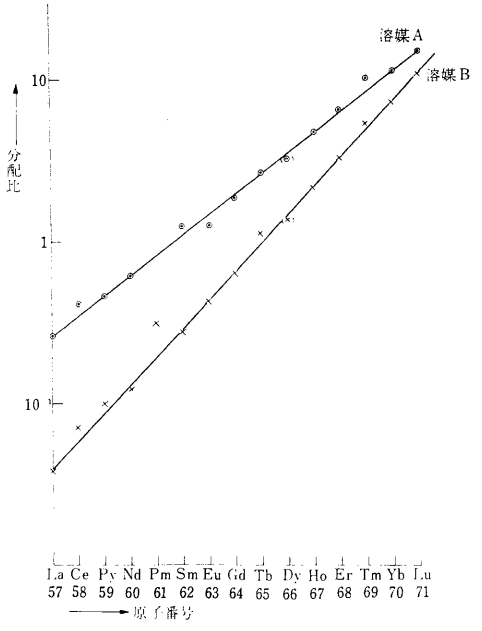
M2EHPA の含量が多い溶媒Aの方がEよりも分配比は大きいが，隣接する元素間の分配比の差は小さくなる。

塩酸の場合もほぼ同様の結果が得られた。

（2） 原子番号と分配比の関係

各元素の原子番号と分配比の変化をみるため溶媒AおよびEの場合について縦軸に分配比の対数値を，横軸に原子番号をとると第3図のごとく原子番号の増大に伴ない分配比も直線的に増大する。

また原子番号の増大にしたがい，AとEの差は縮まる。



第3図　原子番号と分配比の関係

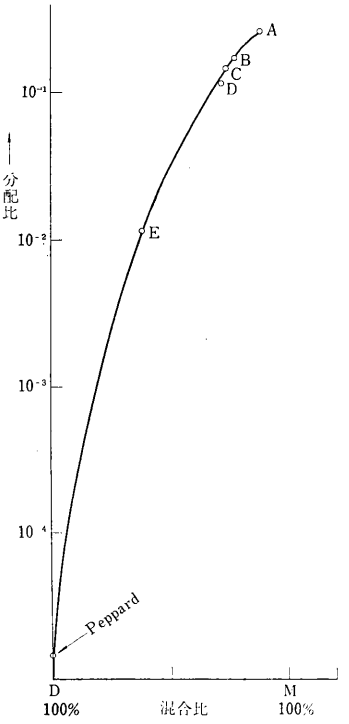
（3） 溶媒の純度と分配比の関係

溶媒の混合比が分配比に及ぼす影響をみるため，La について2N硝酸で溶媒ABCDEで実験を行なった結果，第4図のごとき結果が得られた。

第3図からもわかるように原子番号の増大に伴ない曲線の傾斜はゆるやかになり，混合比の影響は少なくなる。

実際に実験する際，M2EHPA と D2EHPA の精製分離が困難であるので，この図を利用すれば直ちに分配比の推定をすることができ有用である。

これらの結果から希土類元素相互の分配比の差を利用すれば約5～6番離れた希土類元素の相互分離は2～3



第4図　溶媒の混合比と分配比の関係

回の抽出ではほとんど純粋に分離することができ，その分離条件は分配比から予測することができる。

（4） 希土類混合物の分離

以上の分配比 K_d は単一の元素についてそれぞれ求めたものであるが，実際に希土類元素のいろいろの組合せについて分離実験を行なってみた。分離の程度はいずれも放射能で調べた。

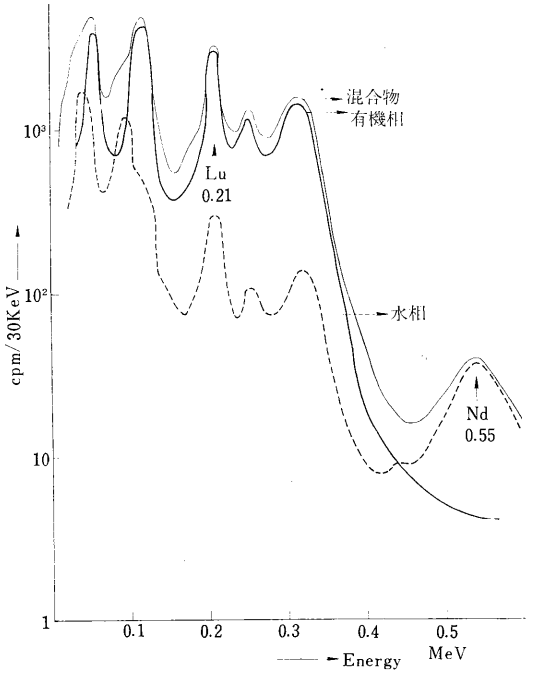
すなわち2種類の元素を混合したものと，分離後の有機相および水相についてそれぞれ γ 線スペクトルを測定し，両者に特性的なピークだけをとりあげて比較する。

たとえば Lu-Nd 混合物について2N硝酸，溶媒Eを用いたときの1回抽出後の有機相および水相の γ 線スペクトルを示すと次のごとくなる（第5図）。

また他の組合せについても有機相中の金属の％と，先に単一の金属について求めた分配比から計算した有機相中の％とを比較すると，よく一致した値が得られた。（第1表）

4．結　　語

上記の実験結果からわかるように分配比 K_d に十分の差があれば，相互分離は容易であるし，またその程度を予測して実験することができる。



第5図　1回抽出後のγスペクトル

(Nd-Lu 混合物
溶媒 E-2 $NHNO_3$

(第1表)　1回抽出後の有機相中の金属 %

	分　析　値	K_d からの計算値
La—Lu	La　3% Lu　95%,　92%	4% 92%
Pr—Lu	Pr　5% Lu　94%	7 92
Nd—Yb	Nd　— Yb　87	11 88
Nd—Lu	Nd　10,　11 Lu　94,　92	11 92
Yb—Lu	Yb　84 Lu　90	88 92

したがって数種類の元素について予備的なカウンターカーレント分離も行なってみた。

その結果も予想どおりの結果が得られたが，これについてはさらに詳細な分離実験を現在行なっているのでそれと合せて報告する。

もちろんこの分離法は分析にも使用可能であるが，少量の希土類元素の分離定量にはイオン交換法の方が有利である。

一方，McCown と Larsen (Anal. Chem, **32**, 6, 599, '60 & **33**, 8, 1003, '61) が ^{90}Sr と ^{137}Cs 等を含む核分裂生成物から D2EHPA を用いて希土類元素の分離を報告しているが，これに連続して適用すれば放射性希土類元素の相互分離精製に有用であると考えられる。

なお，本研究のデータをもとにして 1961 年秋のソ連の核爆発実験再開に伴なって行なわれた放射能調査の一環として ^{91}Y を他の希土類核種と分離する方法を提案した。

〔研究発表〕

坪田博行，渡利一夫；アルキルリン酸による希土類元素の溶媒抽出，第5回放射化学討論会 (1961 年 10 月)

6. 放射性核種の分析法の研究 (その1)

(ロ紙電気泳動法による希土類元素の分離)

化学第3研究室
河村正一
伊沢正実[1)]

1) 化学研究部長兼化学第3研究室長

1. 緒　言

従来，ロ紙電気泳動法による希土類元素の分離法としては Sato (J. Am. Chem. Soc. **74**, 6154, '52), Lederer (Nature, **176**, 462, '58) 等の方法がある。これらの方法は分離が完全でない。したがってシャープに分離できる方法を検討した。最初，東洋濾紙 No. 3 を用いて相互分離の条件を検討した。電解液には酢酸，クエン酸，乳酸，EDTA，ギ酸を用いた。その結果，このロ紙では試料の量などにより分離状態にばらつきがあることがわかった。化学的性質の類似した希土類元素の分離を通常のロ紙で行なうには限界があると考えられる。最近市販されているイオン交換紙で分離しところ通常のロ紙を用いた場合に比べ，多少，試料の量等の変動にかかわらず，シャープに分離できることがわかった。

2. 実験方法

(1) 試　料

^{144}Ce, $^{152-154}Eu$, ^{147}Pm は輸入配分されたものを，その他の希土類元素は JRR-1 で照射し，0.05 M 溶液に調製したものを使用した。このうち ^{147}Pm だけはトレーサー濃度で使用した。

(2) ロ紙，電気泳動装置，実験操作

前報（河村，伊沢；放医研年報，昭和35年度，65頁）と同一である。ただし東洋濾紙No. 3の実験では泳動時間は60分，泳動電圧は360 Vである。イオン交換紙を用いた場合の泳動時間，泳動電圧は一定でない。

3. 実験結果および検討

（1） 東洋濾紙No. 3を用いた場合

ロ紙電気泳動法の試料の分離状態を支配する条件は試料の状態，電解液，電圧，ロ紙，装置などである。この実験ではシャープに分離することを目標として，主に電解液の検討を行なった。以下種々の電解液での分離状態を記す。試料としては放射性のLa, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Ho, Er, Yb, Luを用いた。

(a) 0.1 M酢酸　希土類元素の原子番号が変っても移動度は変らない。したがって相互分離には不適当である。

(b) 0.1 Mクエン酸　試料は原点に留まり移動しない。0.1 Mクエン酸に水酸化ナトリウムを加えてpH 6.6にすると，試料は陽極に動くが移動度の差を認めない。相互分離に不適当である。

(c) 0.1 M乳酸　LaからGdまでは移動しないが，Gdより原子番号が大きくなると移動度が大きくなる。0.1 M乳酸に水酸化ナトリウムを加えたpH 4の電解液ではほとんど移動しない。LaからGdまでの元素とTbからLuまでの元素の分離は0.1 M乳酸を用いることができる。希土類元素は原子番号の大きい元素ほど一般に有機酸と安定な錯塩を作るとされている。乳酸に対する希土類元素の電気泳動的挙動の考察については検討中である。

(d) 0.05 M EDTA-0.2 M酢酸，酢酸アンモニウム液　この場合，試料は陽極に動くのが特長である。pH 3.4, 4.7の溶液中では試料の挙動はほとんど変らず，原子番号が大きい側の元素の移動度は大きい。pH 6.1では試料の移動度は等しくなる。比較的シャープに分離できる。pH 3.4が分離に使用できる。

(e) 0.1 Mギ酸　PmからGdが動かず両側の元素の移動度が大きくなる。pH 3.5でも移動度はほとんど変らない。PmからGdまでの元素と他の元素との分離に利用できる。

（2） イオン交換紙を用いた場合

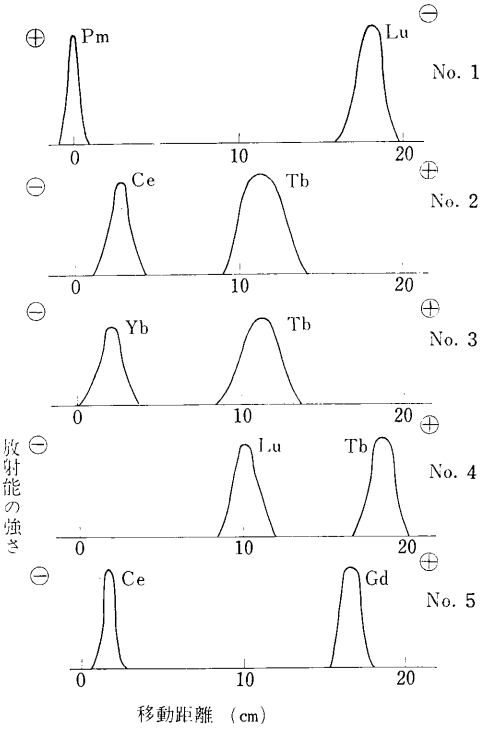
前記の東洋濾紙No. 3を用いた結果から，希土類元素の相互分離に電解液としてギ酸，EDTAを使用できることがわかった。しかし希土類元素は化学的性質が類似しているので，電解液の保持体としてロ紙を用いたのでは，分離状態は必ずしも良好とはいえない。分離を良好にするため電解液の保持体の吸着の容量を大きくすることが考えられる。そこでロ紙の代りにイオン交換紙を使い，ロ紙の場合に分離良好であった電解液を，この場合にも使用した。この結果を第1図に示す。

第1図　イオン交換紙による分離

分離条件

No.	イオン交換紙	電解液	電圧	泳動時間
1	WA-2	0.1 M ギ酸	1200 V	1 h
2	WA-2	0.1 M ギ酸	1200 V	1 h
3	SB-2	0.05 M EDTA 0.2 M 酢酸，酢酸ナトリウム (pH 4.3)	800 V	6 h
4	WB-2	同上	700 V	6 h
5	WB-2	同上	700 V	6 h

イオン交換紙：アンバーライト，イオン交換紙，2 × 30 cm



第 1 図

第1図から明らかなように，予想のようにシャープに分離できる。ただ分離に要する時間は短かくないのが欠点である。EDTAを電解としたときは，塩基性の交換

紙で陽極側に向かって動くことを認めた。この実験事実は EDTA と希土類とのキレート化合物が陰の荷電を持つことを裏付けている。これらイオン交換紙の結果はロ紙の結果と同一傾向である。

4. 総　　括

希土類元素の分離をロ紙電気泳動法で行なった。電解液を検討したところ，一応，分離に使用できる電解液は 0.1 M ギ酸，0.05 M EDTA (pH 3.4) であることがわかった。希土類元素は化学的性質が極めて類似しているため，通常のロ紙では再現性の良好な分離を行なうには非常に厳重な試料等の実験条件の規正を要する。しかし，イオン交換紙を用いると，或る程度，条件がばらついてもシャープに分離できる。

〔研究発表〕

河村正一，伊沢正実；希土類元素のロ紙電気泳動法による分離，第5回放射化学討論会（1961 年 10 月）放射化学討論会（1961 年 10 月）

7. 放射性核種の分析法の研究（その2）

（ロ紙電気泳動法による核分裂生成物の分離）

化学第3研究室

河　村　正　一

伊　沢　正　実[1)]

1) 化学研究部長兼化学第3研究室長

1. 緒　　言

先報で核分裂生成物中，半減期の長い ^{173}Cs, ^{90}Sr, ^{144}Ce, ^{95}Zr のロ紙電気泳動法による迅速分離法を報告した。この方法は少量の試料の分離には適当な方法であるが，大量の試料の分離には適さない。今回は比較的多量の試料から ^{137}Cs を分離しようと試みた。最初，一次元による方法を検討し，つぎに連続ロ紙電気泳動法（以下連続法と略称）による分離を行なった。

2. 実験方法

（1）試　料

日本放射性同位元素協会を通じて購入した ^{137}Cs, ^{90}Sr, ^{144}Ce, ^{95}Zr をそれぞれ，0.01 M 塩酸でうすめ，担体を加えて 0.05 M 溶液とした。

（2）ロ　紙

東洋濾紙 No. 3 を前報（河村，伊沢，放医研年報，昭和35年度，65頁）と同様処理した。

（3）ロ紙電気泳動装置

一次元は前報と同一，連続法は萱垣製作所製の装置を用いた。

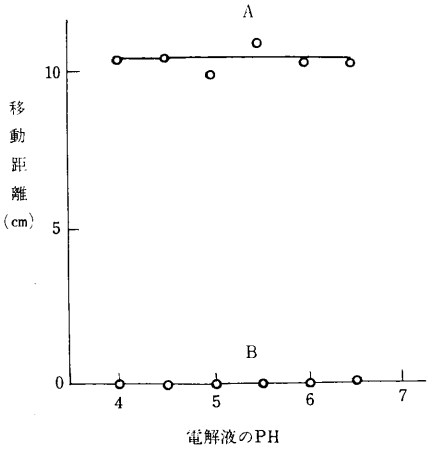
（4）操　作

一次元は前報と同一である。ただし試料は陽極側から 15 cm のところにスポットした。連続法は，型紙にそって切り取ったロ紙の鋸歯の部分を下にして泳動箱のなかに張る。つぎにロ紙の上端を電解液のなかに浸す。電解液は，毛細管現象でロ紙に浸み込み下端に達する。この間約4時間を要する。つぎに，このロ紙に約2時間通電したのち試料をつける。一定時間泳動して，ロ紙の下端の試験管中の液を，そのままウエルタイプシンチレーションカウンターで測定した。また，^{90}Sr は蒸発乾固して G. M カウンターで測定した。

3. 結果および検討

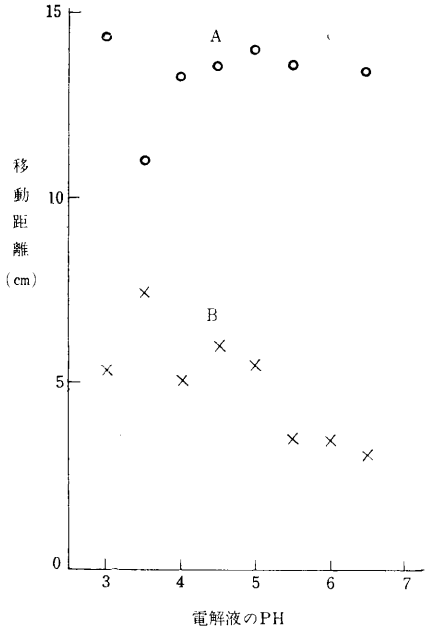
（1）一次元ロ紙電気泳動法による分離

Sr, Ce, Zr と EDTA とのキレート生成定数はそれぞれ，8.6, 16.0, 19.4 である。一方 Cs は通常 EDTA とキレート化合物を作りにくい。これらの元素を分離するため，電解液として EDTA 溶液を用い，Sr, Ce, Zr, Cs の混合物を，EDTA の pH を変えて泳動させる。Cs は，EDTA と interaction しないので pH によって Cs の移動距離は変らない。一方，Sr, Ce, Zr, は pH を変えると，EDTA との生成定数に差があるので移動距離に差を生じ，適当な pH で ^{137}Cs, ^{90}Sr, ^{144}Ce, ^{95}Zr は分離すると考えた。このような予想で，最初，^{137}Cs, ^{90}Sr, ^{95}Zr, ^{144}Ce を従来の一次元のロ紙電気泳動法で緩衝液の pH を変化させながら詳細に分離条件をしらべた。その結果を第1図に示す。

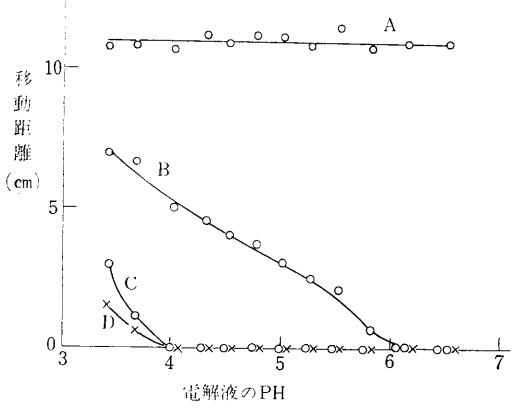


第1図　0.1 M EDTA 電解液の移動距離
A：0.05 M Cs (^{137}Cs トレーサー)
B：0.05 M Sr (^{90}Sr トレーサー)
0.05 M Ce (^{144}Ce トレーサー)
0.05 M Zr (^{95}Zr トレーサー)

この結果，^{137}Cs は ^{95}Zr，^{144}Ce，^{90}Sr と分離できる予想がついた。つぎに電解液の EDTA の濃度を小さくし，0.01 M 溶液で泳動をおこなった。その結果を第 2 図に示す。



第 2 図　0.01 M EDTA 電解液の移動距離
A，B は第 1 図に同じ

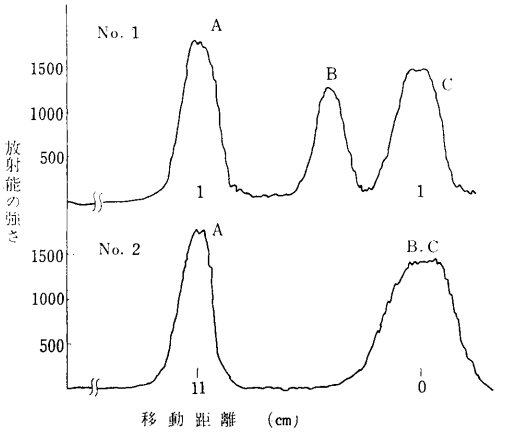


第 3 図　0.05 M EDTA 電解液の移動距離

A：0.05 M Cs（^{137}Cs トレーサー）
B：0.05 M Sr（^{90}Sr トレーサー）
C：0.05 M Ce（^{144}Ce トレーサー）
D：0.05 M Zr（^{95}Zr トレーサー）
電　　圧　720 V
泳動時間　30 分
ロ　　紙　東洋濾紙 No. 3，2×40 cm

しかし，この場合 EDTA の濃度が小さすぎたためか，良好な結果は得られなかった。したがって EDTA の濃度を上げる必要がある。そこで 0.05 M EDTA，0.2 M 酢酸—酢酸ナトリウムを電解液とした。その結果を第 3 図に示す。

この場合，電解液の pH を大きくして解離した EDTA の濃度を高くしても，Cs と EDTA とは interaction しないので ^{137}Cs の移動度はほとんど変らない。^{90}Sr は電解液の pH を上げるとキレート化合物を作り，荷電が減り，移動距離が小さくなる。同様に ^{144}Ce, ^{95}Zr は EDTA とキレート化合物を作るが，キレート生成定数が Sr に比べて大きいのでより移動距離は小さくなる。この結果，pH 6.5 では（^{137}Cs）と（^{90}Sr–^{144}Ce–^{95}Zr）の 2 グループに分離できる。また pH 4.5 では（^{137}Cs）と（^{90}Sr）および（^{144}Ce–^{95}Zr）の 3 グループに分離できる。この条件で分離した結果を第 4 図に示す。



第 4 図　0.05 M Cs，0.05 M Sr，0.05 M Ce と 0.05 M Zr の混合試料の一次元電気泳動法による分離

電解液 No. 1　0.05 M EDTA，2 Na，0.2 M 酢酸，酢酸ナトリウム（pH 4.5）
No. 2　同　　上　（pH 6.2）
A：0.05 M Cs（^{137}Cs トレーサー）
B：0.05 M Sr（^{90}Sr トレーサー）
C：0.05 M Ce（^{144}Ce トレーサー）
0.05 M Zr（^{95}Zr トレーサー）
電　圧　720 V

この結果を先報 1）と比較する。分離の際には大量の試料を迅速に処理できることが望ましい。4 核種を 4 グループに分離した先報 1）に比べ，EDTA 法は 3 グループに分離するのでグループの間隔に余裕がある。多少

zone が広がったとしても，お互いに contamination するおそれはない。この方法は3グループに分離するときは先報（試料の量は 0.005 ml）の3倍に，2グループに分離するときは5倍に増すことができる。以上のような一次元の結果を連続法に適用した。

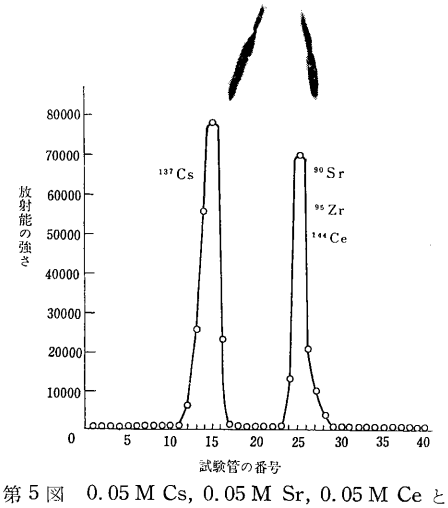
（2） 連続ロ紙電気泳動法による分離

（a） 泳動電圧の検討

Z. Purcar によれば，一般に連続法の場合の試料は電気泳動による水平方向のベクトルと，クロマト的な垂直方向のベクトルの和であるという。したがって連続法で分離する予備試験として，上述の一次元の電気泳動法による検討結果を用いることができると考えて，連続法では電圧だけを種々かえて検討した。その結果，pH 4.5, pH 6.2 では，それぞれ，170 V，100 V が最も分離良好であった。

（b） (^{137}Cs) と (^{90}Sr, ^{144}Ce－^{95}Zr) の2グループの分離

四つの核種から ^{137}Cs のみを分離する目的には (^{137}Cs) と (^{90}Sr, －^{144}Ce, －^{95}Zr) の2グループに分ける方法が最もよい。2グループに分離するので操作はきわめて容易である。



第5図　0.05 M Cs, 0.05 M Sr, 0.05 M Ce と 0.05 M Zr の混合試料の連続ロ紙電気泳動法による分離

電解液　0.05 M EDTA，0.2 M 酢酸，酢酸ナトリウム（pH 6.2）

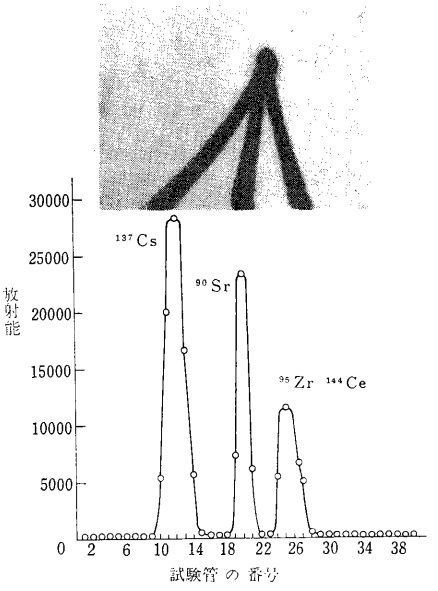
電　圧　100 V

電　流　7 mA

ロ　紙　東洋濾紙 No. 3

（c） (^{137}Cs) と (^{90}Sr) および (^{144}Ce－^{95}Zr) の3グループの分離

この方法は四つの核種から ^{137}Cs, ^{90}Sr を同時に分離できる。この分離結果を第6図に示す



第6図　0.05 M Cs, 0.05 M Sr, 0.05 M Ce, 0.05 M Zr の混合試料の連続ロ紙電気泳動法による分離

電解液：0.05 M EDTA，0.2 M酢酸，酢酸ナトリウム（pH 4.5）

電　圧：170 V

電　流：15 mA

ロ　紙：東洋濾紙 No. 3

（d） 分離位置の再現性の検討

連続法を分離に利用する際に，分離位置の再現性がよくなくてはならない。同一実験を3回くりかえし放射能のピークをしらべた結果を第1表に示す。再現性は良好であった。

（e） 試料に Brilliant Blue FCF の添加

試料が無色では，分離状況が肉眼でわからないので，特定の核種と同一行動をとる色素を得ることにより，分離操作上，作業が非常に容易となる。種々の色素について検討したところ，Brilliant Blue FCF がこの実験条件では ^{144}Ce, ^{95}Zr とまったく同一挙動をとることがわかった。なおこの色素は Ce, Tr と結合しているのでなく，単に同一行動をとっているものである。

4. 総　　括

一次元ロ紙電気泳動法で ^{137}Cs と ^{90}Sr および ^{144}Ce-

第1表　連続法の分離の再現性

電　解　液	核　種	電　圧	溶離位置
0.05 M EDTA—0.2 M 酢酸，酢酸ナトリウム (pH 4.5)	^{137}Cs	170 V	12
			12
			12
	^{90}Sr		20
			20
			20
	^{144}Ce, ^{95}Zr		25
			25
			25
0.05 M EDTA—0.2 M 酢酸－酢酸ナトリウム			15
	^{137}Cs	100 V	16
			16
			25
	^{90}Sr, ^{144}Ce, ^{95}Zr		25
			25

^{95}Zr の3グループに簡単に分離する際には，先報の試料の 0.005 cc の3倍に増すことができた。^{137}Cs と ^{90}Sr–^{144}Ce–^{95}Zr の二つのグループに分離するときは先報の5倍となる。さらに連続法では試料，約4 cc を3グループに処理でき，再現性は良好であった。これらの分離機構については検討中である。

〔研究発表〕

河村正一，伊沢正実；ロ紙電気泳動法による核分裂生成物の分離，日本化学会第14年会（1960年4月）

8．天然水中のラジウムの分析法

化学第3研究室
坪田博行
杉村行勇[1)]

1) 気象研究所地球化学研究部

1．緒　言

天然水中のラジウムの分析法としては，これまで，ラドン法やプロポーショナルカウンターによる測定などを定量手段とした方法が報告されている。これらの場合，^{226}Ra の娘核種の放射能を測定している。われわれは，近来，Frisch Grid Ionization Chamber が十分使えるようになってきたことを考慮に入れて新らしい方法を研究した。これは，^{226}Ra のみの α 計数値を測定する方法であるが，そのためには，α スペクトロメトリーのできるように，キャリヤーフリーの試料が調製できるような分離法が必要である。ロジゾン酸バリウム共沈—イオン交換分離法により天然水中のラジウムを純粋に分離する方法を考案検討し，海水中の ^{226}Ra 定量に用いた結果を記述する。

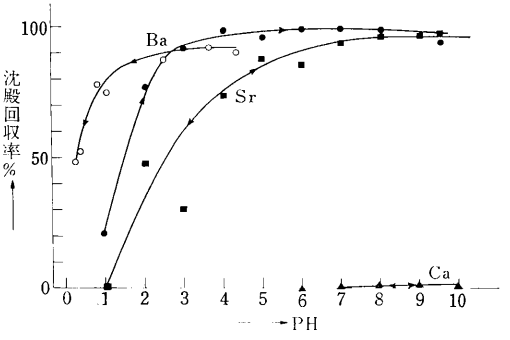
2．分析法の検討

（1）アルカリ土類のロジゾン酸塩の沈殿

Feigle は，ロジゾン酸がアルカリ土類の分離（定性分析）に有効であることを示した[1)]。最近，Weiss らはアルカリ土類の放射化学的分離に，この試薬を用いた[2-4)]。しかし，これらの研究では，アルカリ土類のロジゾン酸塩の沈殿の生成条件や性質についての詳細な検討は行なわれていない。著者らはその詳細な検討を行ない，その結果にもとづき，後述の分析法をきめた。

（i）水素イオン濃度の影響

アルカリ土類金属のロジゾン酸塩の沈殿率と pH との関係を室温でしらべた。カルシウム，ストロンチウムまたはバリウム 20 mg を含む溶液（1から10の種々の pH）にそれぞれロジゾン酸ナトリウムを分子量の比で4倍量を溶液として加え，溶液の全量を 100 ml にした。15分間放置後，遠心分離し，沈殿を硝酸に溶解し，ロジゾン酸を分解した。EBT を指示薬として EDTA で滴定し，カルシウム，ストロンチウムおよびバリウムの沈殿回収率を求めた。結果を第1図に示した。バリウムは pH 4 以上，ストロンチウムは pH 7 以上で回収率が最もよい。バリウムにストロンチウムまたはカルシウム



第1図　pH の沈殿回収率との関係
—●— Ba–沈殿生成
—○— Ba–pH を下げて沈殿溶解
—■— Sr
—▲— Ca
Ba, Sr, または Ca　20 mg
溶液量　100 ml
金属/ロジゾン酸 = 1/4（モル比）
放置時間　15分

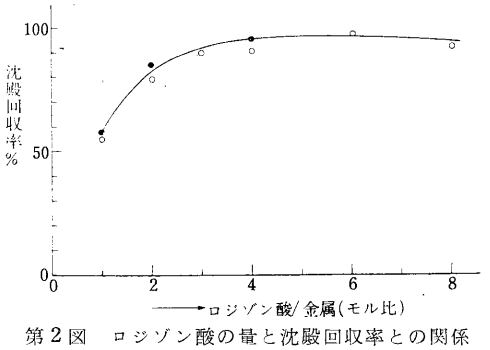
が，あるいは，ストロンチウムにカルシウムが共存しても，上記の条件では，溶液の pH と沈殿の回収率との関係はほとんど変らないことを，イオン交換法[5]で各金属に分離したのち，EDTA で滴定してたしかめた。

バリウムまたはストロンチウムの沈殿をそれぞれ pH 4または8以上で作っておき，溶液の pH を下げたときの沈殿回収率をみると，ロジゾン酸ストロンチウムでは沈殿生成と溶解と同じ曲線の上にのるが，ロジゾン酸バリウムでは溶解曲線の方が pH の低い方にずれている。また，ロジゾン酸バリウムの沈殿生成速度は pH 4 の方が早いので，これらのことを利用して，はじめに高い pH でロジゾン酸バリウムを沈殿させ，次に，pH を下げてロジゾン酸ストロンチウムを溶解させる方法をとることにした。

ラジウムは，後に結果（第1表）に示すようにこの操作でバリウムの沈殿を作ったとき，ほとんど定量的にバリウムの沈殿中に集まった。

（ii） 試薬の量

一定の金属の量に対して，試薬の量を変えたときの沈殿率の変化を第2図に示した。バリウムまたはストロンチウム 20 mg を含む溶液（pH はそれぞれ 4 または 7）に種々の量のロジゾン酸ナトリウムを加え，（i）と同様にして回収率を求めた。ロジゾン酸ナトリウムを金属に対するモル比で 3～4 倍加えたとき，沈殿の生成はほぼ完全である。このことから，試薬は 4 倍の量（モル比）を用いることとした。

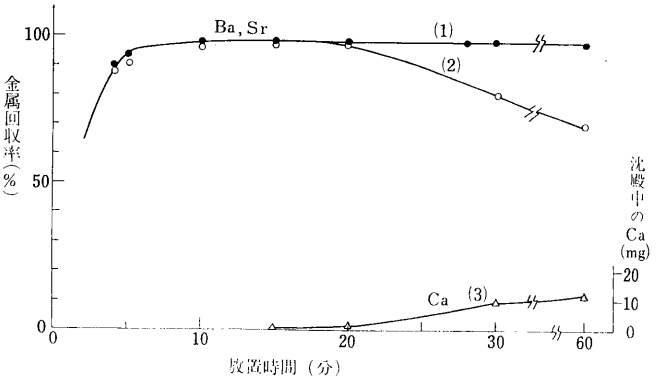


第2図　ロジゾン酸の量と沈殿回収率との関係

Ba または Sr	20 mg
溶液量	100 ml
pH 4 または 7	
放置時間	15 分

（iii） 沈殿の生成および純度に及ぼす時間の影響

バリウム 20 mg を含む溶液（pH 4）に，4 倍量（モル比）のロジゾン酸ナトリウムを加えたときの沈殿回収率の時間変化をしらべた。結果を第3図に示した。同時に，多量のカルシウムが存在するときのバリウムまたはストロンチウムの回収率に及ぼす影響もしらべた。試薬を加えたのち，5分間以上経過すれば，沈殿は完成する。しかし，多量のカルシウムが共存するとき，共沈するカルシウムの量は時間の経過とともに増加し，さらに，30 分間以上経過すると，一度生成したロジゾン酸バリウムの沈殿が溶解し，カルシウムとおきかわることがわかった。このことから，試薬を加えてから5分間以上放置し，かつ，おそくとも 30 分間以内に次の操作に移る必要がある。



第3図　ロジゾン酸塩沈殿率と時間との関係

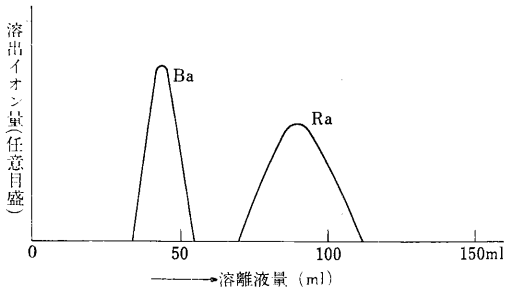
曲線（1）　Ba 20 mg または Sr 20 mg（pH 4 または 7）

（2）　Sr 20 mg + Ca 200 mg のときの沈殿中の Sr（pH 7）

（3）　（2）の場合の沈殿中の Ca

（2） イオン交換分離

バリウムとラジウムの分離には陽イオン交換法を用いた。アルカリ土類の分離には，すでにいくつかの溶離液が報告されている[5~8]。ラジウムを α スペクトロメーターで測定するためにはラジウムの測定試料にほかの物質を含んではならないので，ギ酸アンモニウム水溶液とした。ギ酸アンモニウムは加熱により簡単に除去できるので，この目的に適うものと考えた[9]。0.8 ϕ ×10 cm の陽イオン交換カラムを用いて予備実験を行なった結果，0.8 ϕ × 20 cm の Dowex 50 − × 8（100—200 mesh）H 型のカラムを用い，2 M ギ酸アンモニウム水溶液を溶離液とし，1 ml/min の流速で溶離するのが適当であることがわかった。この条件での溶離曲線を第4図に示した。



第4図　バリウムおよびラジウムの溶離曲線
陽イオン交換カラム；Dowex 50 × 8, 100-200 mesh, 0.8 ϕ × 20 cm, H型
(バリウム：10 mg + Ba-137
ラジウム：^{226}Ra)
溶離液：2 M ギ酸アンモニウム
流　速：1 ml/min

3. 海水中のラジウムの分析法

1 l またはそれ以上の海水に，濃塩酸を 10 ml/海水 1 l の割合に加え加熱する。中和したのち炭酸アンモニウム (10 g/海水 1 l) を加え，炭酸カルシウムの沈殿を作る。沈殿を濾別したのち，少量の塩酸に溶解する。バリウム—キャリヤー 10 mg を加え，酢酸緩衝液で pH を 4 に調節し，全液量をほぼ 25 ml にする。0.2% ロジゾン酸ナトリウム溶液（フタール酸緩衝液，pH 7) 25 ml を加え，5～15 分間，室温で放置する。希塩酸を注意して加え，溶液の pH を 1 に調節する（pH が 1 より低くならないようにする)。沈殿を No. 4 のガラスフィルターで濾過したのち，4 M の熱硝酸に溶解する。硝酸溶液を蒸発乾涸し，残渣を 0.4 M 硝酸に溶解する。

この溶液を陽イオン交換樹脂柱（Dowex 50－ × 8, 100～200 mesh, 0.8 ϕ × 20 cm, H型）に通す。カラムを水洗したのち，蒸溜水 50 ml を通す。2 M ギ酸アンモニウム水溶液を溶離液とし，流速約 1 ml/min で溶離する。溶出液の最初の 60 ml はすてる。次の 60 ml をビーカーに集め，湯浴上で蒸発乾固する。続いて，赤外線電球でアンモニウム塩を分解する。容器の内壁を 1 M ギ酸—1 M ギ酸アンモニウム水溶液の等容混合液 5 ml で洗って，ラジウムを溶解する。溶液を少量ずつ白金製試料皿に移し，赤外線電球で乾燥する。

試料中の ^{226}Ra の α 放射能 (4.78 MeV) を α スペクトロメーターで測定する。

4. 結　　果

人工海水に既知量のラジウムを加えて，本法にしたがって分析した結果は第1表に示すとおりで，94 ± 2.0% の回収率であった。

第1表　人工海水中の Ra の回収率
(NaCl 19‰)

加えた Ra　g	試料数	回収率 %	誤　差 %
9.0×10^{-9}	2	94.3	2.0
4.5×10^{-10}	3	95.0	1.6
4.5×10^{-11}	3	93.6	2.0
9.0×10^{-12}	4	94.0	2.2
4.5×10^{-13}	3	94.0	2.0
	平均	94.0 ± 2.0	

第2表　西北太平洋表面海水のラジウム含有量

位　　置	Cl ‰	Ra ($\times 10^{-13}$ g/l)
29°58′ N　148°31.5′ E	19.02	1.0 ± 0.1
30°　N　139°50′　E	19.04	0.8_7 ± 0.1
37°52′ N　143°50′　E	19.09	0.8_7 ± 0.1
38°04′ N　148°02′　E	19.06	0.4_3 ± 0.06

本法により，西北太平洋の数点で採水した海水中の ^{226}Ra の分析を行なった結果を第2表に示した。

α 測定用の最終試料の重量は 0.2～0.5 mg で，α スペクトロメトリーを行なう場合，その自己吸収は問題とならない。

本法は海水のみならず，天然水中のラジウムの分析法に有用であり，かつ，他の場合でも，α スペクトロメトリー用の試料調製に役立つものと考えられる。

〔研究発表〕

坪田博行，杉村行勇；ロジゾン酸バリウム共沈イオン交換分離法による天然水中のラジウムの分析法，化学関係学協会連合秋季研究発表会（1961 年 11 月）

（文　　献）

1) F. Feigle, Spot test in inorganic analysis, p. 216, 222, 313 (1958), Elsevier.
2) H. V. Weiss and W. H. Shipman, Anal. Chem., **29**, 1764 (1957)
3) H. V. Weiss and M. G. Lai, ibid, **32**, 475 (1960)
4) H. V. Weiss and M. G. Lai, ibid, **33**, 39 (1961)
5) H. Tsubota and Y. Kitano, Bull. Chem. Soc. Japan, **33**, 770 (1960)
6) E. R. Tompkins, J. Amer. Chem. Soc., **70**, 3520 (1948)
7) F. Nelson and K. A. Kraus, ibid, **77**, 801 (1955)

8) 本田雅健，分析化学，3，132 (1954)
9) H. Tsubota and Y. Kitano, Bull. Chem. Soc. Japan, 33, 765 (1960)

9. 尿中のセシウム-137 の分析法

化学第3研究室
伊沢正実[1)]
坪田博行
田野　実
1) 化学研究部長兼化学第3研究室長

1. 緒　言

尿中のセシウム-137 の濃度の調査研究（別項参照）に用いるためのセシウム-137 の分析法の検討をした。目的からいって，方法は簡単で，多数の試料の処理測定ができるような方法でなければならない。最初，試料尿のセシウム-137 濃度が高かったので，γ スペクトロメトリーによった。また，それに伴ない，液浸シンチレーションカウンターによる測定法の検討を行なった。液浸シンチレーションカウンターによる測定法は，1961 年秋のソ連の核爆発実験再開に伴なう放射能調査で，天水中のルテニウム-103，ジルコン-95 などの分析にも適用された。1961 年以降の尿試料については，そのセシウム-137 濃度が低く，低バックグラウンド GM カウンターで測定し，そのために，セシウムを化学的に単離する方法を検討した。この方法は簡単であるが，セシウム-137 の総量が 1 μμc 程度あれば分離定量できるので，セシウム-137 を使う作業者などの日常のモニターにも適用できる。この分離方法は他核種の除去係数がよいので，上記の放射能調査のセシウム-137 の分析法にも適用された。

2. γ 測定による尿中のセシウム-137 の分析法

（1） 分析法

分析法の概略を第1図に示した。

（2） 分析法各ステップの検討

溶液中のセシウムの濃縮には，リンモリブデン酸アンモニウム・セシウム沈殿による方法が撰択性に富み，以前から用いられている。この方法を尿中のセシウムの分析のために用いた例もすでにある[1)]ので，われわれは，これまでのデータをもとにして分析法をきめた。分析法は最もよい方法というよりも，試料の採取および前処理を他に依頼するので，この方法にしたがって行なえば間違いないという方法をえらぶ方針できめた。

（i） 尿の組成および濃度の変化に伴なうセシウムの回収率の検討

第1図　γ 放射能測定による尿中の ^{137}Cs の分析法の概略

人尿 10 l ＋ 濃硝酸 2 l
　10 l をとる
試料
　Cs キャリヤー 500 mg を加える
　50～60°C に加温
　20% モリブデン酸ナトリウム 1 l を加える
　30 分攪拌，一夜放置
　傾瀉，遠心分離
沈澱　　上澄液（棄）
　(1:1) アンモニア水 300 ml（輸送）
溶液
　3 N 硝酸 1 l，燐酸 10 ml の溶液を 50～60°C に加温したところへ滴下，傾瀉，遠心分離
沈澱　　上澄液（棄）
　6 N 苛性ソーダ 200 ml に溶解，NH_3 追出し，水を加えて 500 ml にする。
γ-スペクトロメトリー（液浸）

尿の組成および濃度の変化で，セシウムの回収率に最も影響があると思われるのはカリウムである。また，カリウムは天然の放射性核種 ^{40}K を含むのでとくに問題になる。分析法検討用の試料尿は夏期に採取したものであるから，濃度は十分高いと考えられる。それゆえに，尿に蒸溜水を加えて薄めた場合，およびカリウムを（KCl として）加えた尿についてセシウムの回収率の検討を行なった。結果は第1表に示すとおりで，尿の組成や濃度の変化により，セシウムの回収率に変化はなかった。得られた沈殿の量（50～150 g）の多少にかかわらずセシウムの回収率はほぼ一定で，97 ± 3% であった。

第1表　尿中 ^{137}Cs のリンモリブデン酸アンモニウム沈殿との共沈率（%）

試　料	1回目の沈殿	2回目の沈殿
通常の尿*	99 ± 3	97 ± 3
水で4倍に稀めた尿		98.0
KCl 38 g 加えた尿		97.8
合成尿		99.0

* 3回の平均値

（ii） 再沈殿

リンモリブデン酸アンモニウム・セシウムのアンモニア水溶液に硝酸を加えて沈殿を作ると，モリブデン酸塩のいろいろな状態のものができる。逆に，硝酸にアンモ

ニア水溶液を加えると，きれいなリンモリブデン酸アンモニウムの黄色沈殿を得る。このとき，硝酸に燐酸を加えておけば，沈殿の回収率は，ほとんど100%になる。これらの予備実験の結果，分析法（第1図）にきめたような方法を再沈処理に用いることにした。

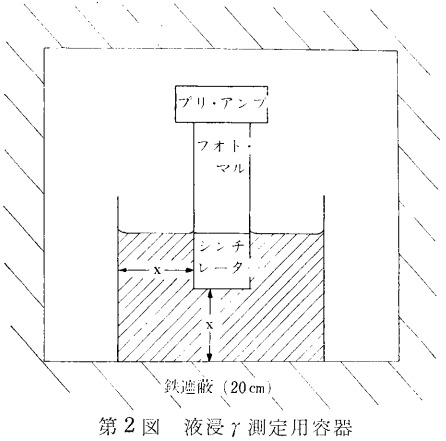
(iii) 測定および測定試料の放射化学的純度

再沈殿により得た沈殿をシャーレにつめて乾燥したのち，そのγ放射能を測定した。沈殿の量は50～150 gで非常にバラツキがあり，また，多量の沈殿を常に同程度の密度に充填することはむつかしいので，計数効率を一定に保ちがたい。そのため，測定は液浸シンチレーションカウンター[2]によった。この詳細は次にのべる。

測定試料の放射化学的純度に最も影響するのは，リンモリブデン酸アンモニウム・セシウムの沈殿を作るときに共沈したカリウム中の^{40}Kである。また，カリウムは，液浸による測定のために，試料溶解に用いた苛性ソーダから混入するおそれもある。本法により，最終測定試料に混入するカリウムは，0.1 g以下で，セシウム-137のフォトピークに重なるエネルギー範囲では，自然計数値が13.6 ± 0.4 cpm（繰返し誤差を含む）であるのに対して，^{40}Kによるものは0.1 cpm以下の寄与しか持たない。

（3） 液浸シンチレーションカウンターによるセシウム-137の測定

（i） 装　置



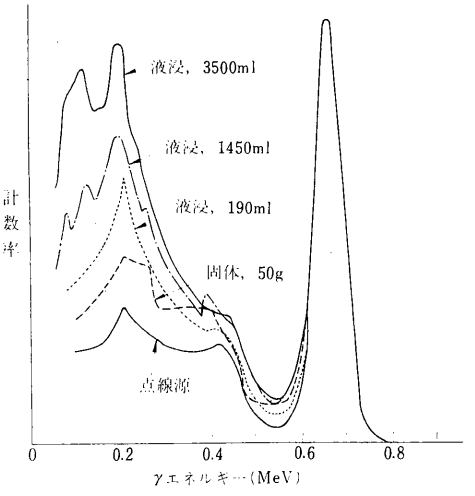
第2図　液浸γ測定用容器

容器の容量	液層の厚さ（x）
60 ml	0.5 cm
190	0.9
330	1.5
520	2.0
1070	3.2
1450	3.9
2150	4.8
3500	6.8

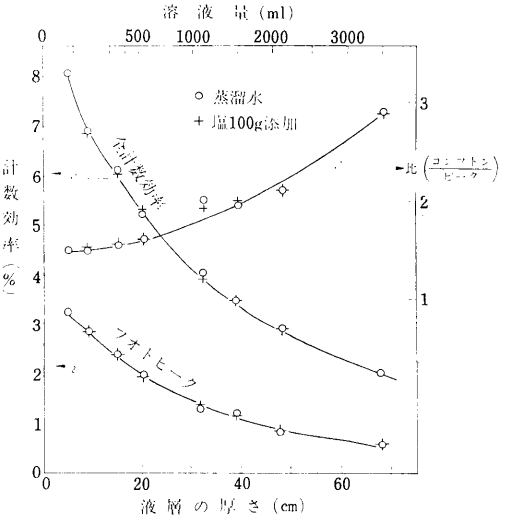
円筒型シンチレーターにすっぽりはまるように凹みのついた銅製容器を用いた。以下の実験の結果，2″ϕ×2″のNaI（Tl）クリスタルを用いるときには，液量は500 mlが適当であると考えた。液層の厚さはクリスタルの側面方向にも底面の方向にも同じ厚さになるようにした（第2図）。

（ii） 液の密度および液量の変化によるγスペクトルおよび計数効率の変化

セシウム-137のγスペクトルが液量をかえたときに示す変化の有様を第3図に示した。液量の増加とともに全



第3図　フォトピークを規格化したときのγスペクトル



第4図

計数効率，フォトピークの計数効率が落ちるが，コンプトンの計数効率の割合が増加する（第4図）。しかし，液の密度にはよらないし，また，フォトピークの位置は液量が変化してもずれない。このことは，液浸シンチレーションカウンターで測定するときに有利である。すなわち 1) エネルギー範囲をきめるときに，線源の形に考慮を払う必要がない。2) 計数効率は，液量によってのみ決まるので，一定の液量で測定すれば，そのうちに溶け込んでいる塩の量に対して考慮を払う必要がない。

(iii) 測定限界

液浸シンチレーションカウンターでは，液量の増加とともに，計数効率は落ちるが，計数率は増大する。したがって，試料中の放射能値が低くても，試料を大量に採れるときには有効な方法と考えられる。実験による計数効率の変化を外挿すると，計算によれば，無限液量では 0.1 $\mu\mu$c/ml まで測定可能である。

シンチレータを大きくすると，同じ液量に対して，液層の厚さを薄くできるので，液量を増しても，フォトピークの効率の大きい γ スペクトルが得られる。

3. β 測定による尿中のセシウム-137 の分析法

(1) 分析法

分析法の概略を第5図に示した。

(2) 分析法の各ステップの検討

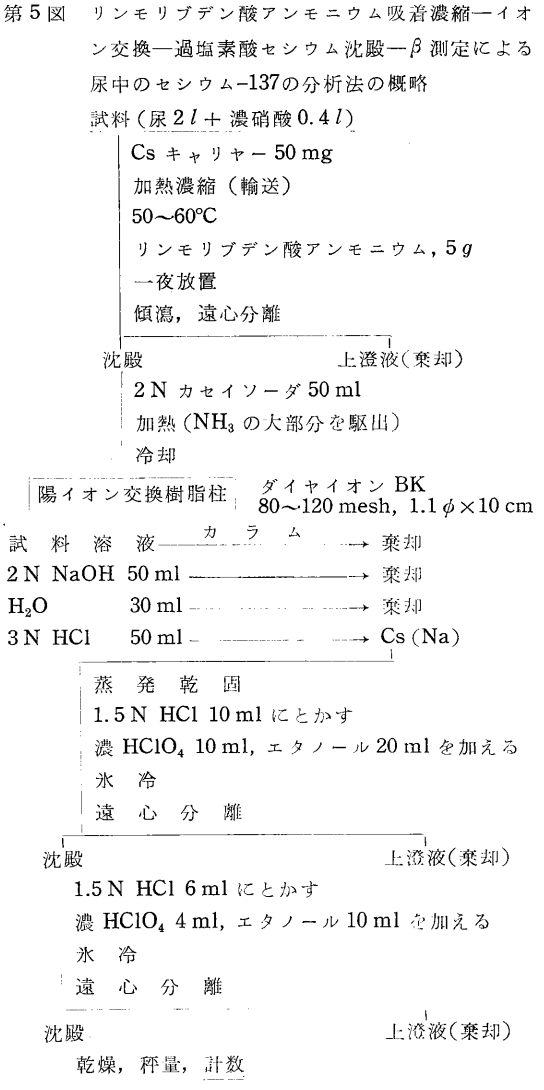
(i) リンモリブデン酸アンモニウムへのセシウムの吸着によるセシウムの濃縮

溶液中のセシウムの濃縮に，リンモリブデン酸アンモニウムの固体表面へのセシウムのイオン交換吸着を利用した。この方法は，すでに 2, 3 の応用例が報告されている[3)4)]。試料尿 2 l に対して，5 g の沈殿を投入しほぼ 100 % 近い回収率が得られた。

(ii) イオン交換

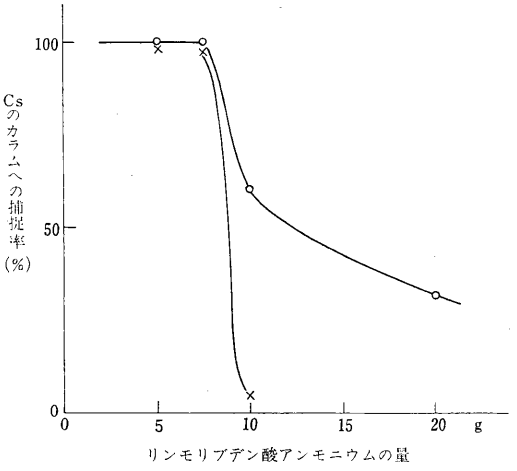
リンモリブデン酸アンモニウムセシウムは苛性ソーダに溶解すること，セシウムはアルカリ性溶液からフェノール形陽イオン交換樹脂に選択吸着されることを利用して，セシウムをその吸着濃縮に用いた他のイオンと分離した。セシウムをイオン交換樹脂のフェノール基に吸着させるためには，溶液の pH は 12 以上であることが必要であり，それに共存塩の濃度の影響なども考慮に入れて今までのデータにもとづき[5)]，計算すると，5 g のリンモリブデン酸アンモニウムを 2 N 苛性ソーダ水溶液 50 ml に溶解し，イオン交換樹脂 10 ml を使用した場合，セシウムの吸着はほぼ完全で，さらにカラムの洗滌のために 2 N 苛性ソーダ 50 ml を通してもセシウムは溶離されることはないと考えられた。実験の結果，1.1 ϕ × 10 cm のダイヤイオン BK，80～120 mesh のカラムを使用し，沈殿を溶解する 2 N 苛性ソーダの量を 50 ml としたとき，沈殿量 7.5 g まではセシウムをカラムに完全に捕促できることがたしかめられた（第6図）。

第5図 リンモリブデン酸アンモニウム吸着濃縮—イオン交換—過塩素酸セシウム沈殿—β 測定による尿中のセシウム-137の分析法の概略



(3) 結果

尿 2 l に既知量のセシウム-137 を加え，本法にしたがって分析した結果は第2表に示したとおりである。この結果からわかるように，本法は再現性もよく，また，カリウム，アンモニウムの除去もよく，セシウムの測定試料はほとんど純粋の過塩素酸セシウムである。また，こ



第6図　リンモリブデン酸塩溶液中のセシウムの樹脂への捕捉率
樹脂：ダイヤイオン BK，80～120 mesh
カラム：1.1 ϕ × 10 cm
×：固体を 2 N-NaOH 50 ml に溶かした場合
○：溶液の pH が 13 になるまで 2 N-NaOH を加えた場合

第2表　分析精度

（比放射能　240 dpm/mg Cs）

試料尿 2 l + ^{137}Cs，12,000 dpm + Cs キャリヤー 50 mg

試料	沈殿回収率（%）	沈殿比放射能（dpm/mg Cs）	
添加液	48.1	228 ± 10	
〃	46.2	251 ± 10	
A	21.9	260 ± 24	Av. 252 ± 9
B	39.9	245 ± 14	
C	48.5	243 ± 10	
D	36.5	258 ± 20	

試料尿 2 l + ^{137}Cs，1200 dpm + Cs キャリヤー 50 mg

（比放射能　24 dpm/mg Cs）

試料	沈澱回収率（%）	沈澱比放射能（dpm/mg Cs）	
添加液	30.9	25.1 ± 1.6	
〃	29.5	24.5 ± 1.7	
A	34.0	34.3 ± 2.0	Av. 33.9 ± 1.2
B	35.0	33.8 ± 1.9	
C	30.4	33.6 ± 2.2	

の実験に使用した尿中のセシウム-137 濃度は 110 $\mu\mu$c/l であったことがわかる。

同時に採取した試料につき，本法と，前述の γ 測定法

第3表　他の方法との比較

液浸 γ 法		本法	
試料量（l）	^{137}Cs 濃度（$\mu\mu$c/l）	試料量（l）	^{137}Cs 濃度（$\mu\mu$c/l）
10	36 ± 4	1.5	35.5 ± 2.5
10	44 ± 4	1.5	44.5 ± 1.6
10	25 ± 2	1.5	24.3 ± 1.1

との二つの方法による分析結果を第3表に示した。いずれの試料についてもよく一致した結果を示した。

〔研究発表〕

1) 伊沢正実，坪田博行，河村正一，田野実；液浸シンチレーションカウンターによるセシウム-137 の分析法，第4回放射化学討論会（1960 年 10 月）

2) 同上；尿中のセシウム-137 の定量法，第3回放射線影響学会（1961 年 7 月）

（文　献）

1) 半谷高久，柳原栄一：第2回放射化学討論会（京都 1958 年 11 月）
2) C. P. Haigh: Nucleonics, 12, No. 1, 34 (1954)
3) Y. Miyake, K. Saruhashi, Y. Katsuragi, T. Kanazawa: J. Rad. Res., 2, 25 (1961)
4) 山県　登：原子力学会（東京，1961 年 2 月）
5) 坪田博行：セシウムのイオン交換，日本化学会第13年会講演（東京，1960 年 4 月）

10. 人尿中のセシウム-137 の濃度とこれにもとづく被曝線量について

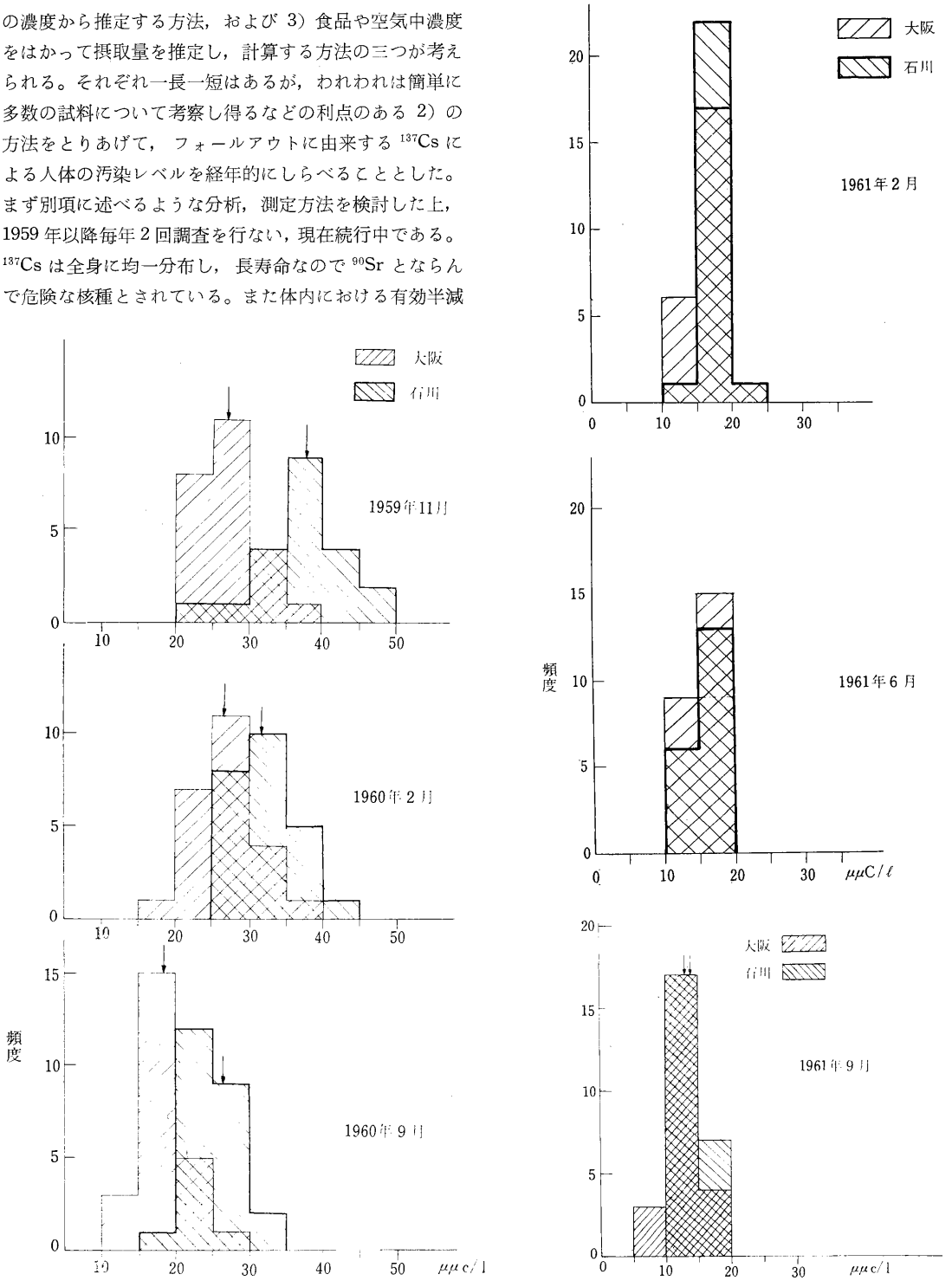
化学第3研究室
伊沢正実[1)]
坪田博行
河村正一
田野　実
沖岩四郎[2)]
板倉　淳[3)]

1) 化学研究部長兼化学第3研究室長
2) 大阪府立公衆衛生研究所
3) 石川県衛生研究所

1. 緒　言

人体内に存在する放射性核種の量を知ることは，現在のフォールアウトによる障害を論ずる場合のみならず，原子力利用にともなって起るかもしれない事故時の問題としても大切である。方法は大別して 1) 直接ヒューマンカウンタで測定して知る方法，2) 尿などの排泄物中

の濃度から推定する方法，および 3）食品や空気中濃度をはかって摂取量を推定し，計算する方法の三つが考えられる。それぞれ一長一短はあるが，われわれは簡単に多数の試料について考察し得るなどの利点のある 2）の方法をとりあげて，フォールアウトに由来する ^{137}Cs による人体の汚染レベルを経年的にしらべることとした。まず別項に述べるような分析，測定方法を検討した上，1959 年以降毎年 2 回調査を行ない，現在続行中である。^{137}Cs は全身に均一分布し，長寿命なので ^{90}Sr とならんで危険な核種とされている。また体内における有効半減



第 1 図　尿中の ^{137}Cs 濃度の頻度図（矢印は平均値をあらわす。）

期は比較的みじかいので，外界のレベルと速やかに平衡に達する。したがって，フォールアウトによる人体汚染の目安として適当な核種であると考えられる。

2. 試料の採取

大阪および石川の2地点をえらび，毎回約1,200名の中学生から採尿した。1人200 ccあて，50人分をあつめて1試料とした。採取および予備処理は大阪府立公衆衛生研究所および石川県衛生研究所において行ない，分析および測定は放医研で行なった。なお，協力を得た学校は次の6校である。

大阪府豊中市立第二中学校
　　和泉市立中学校
　　八尾市立成法中学校
　　富田林市立第一中学校
石川県金沢市立鳴和中学校
　　金沢市立紫錦台中学校

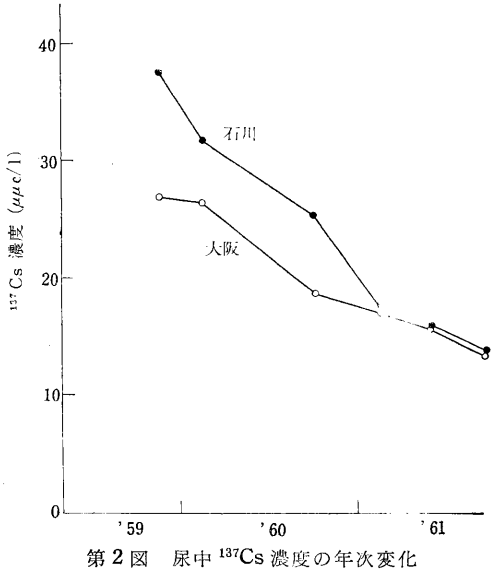
3. 分析測定法

別項で詳述したとおりで，^{137}Cs濃度の大小によって異なる方法を採用した。

4. 結　　果

個々の試料の測定結果を大阪，石川にわけて，頻度図で示すと第1図のごとくになる。この図から，あきらかにいくつかの事実がみとめられる。

（1） 1960年までの3回についてみると，裏日本（石川）の平均値の方が表日本（大阪）の値にくらべてあきらかに大きい。



第2図　尿中^{137}Cs濃度の年次変化

（2） 大阪，石川県ともに1959年以降，濃度は減少の一途をたどっている。これを平均値について示すと第2図のごとくなる。

（3） しかし最近では，両地の値の差はなくなってきた。

（4） 試料毎の測定値のばらつきは，両地区ともに漸次へってきている。

第1点は放射性降下物の降下率がだんだんへっていることと，体内セシウム-137量は降下率に相当依存することを示しているものと思われる。第2点は1959年において降下量が裏日本の方が多かったという事実によるものであり，3, 4点は，1958年以降新らしい核爆発実験が行なわれなかったために，食物中のレベルが地域的にも個人的にも平均化してきたためと考えられる。なお，セシウム-137の排泄量の日変化を知る目的で同一人の24時間尿を5日間連続して毎日採取して分析した。その結果は第1表に示すとおりで，日々の変動は大きいが，5日間の平均では男女とも同程度の値におちついた。

第1表　セシウム-137排泄量の日変化

対象	測定年月日	尿排泄量 ml/day	^{137}Cs排泄量 μμc/day	^{137}Cs濃度 μμc/l
男 25才	1961. 8. 30	910	13.6 ± 1.0	14.9 ± 1.1
	8. 31	1130	11.6 ± 0.9	10.3 ± 0.8
	9. 1	920	14.5 ± 0.9	15.8 ± 1.0
	9. 2	1040	16.1 ± 1.1	15.5 ± 1.1
	9. 3	760	11.0 ± 0.9	14.5 ± 1.2
	平　均		13.4 ± 1.8	14.0 ± 1.9
女 28才	1961. 9. 1	1000	11.4 ± 1.2	11.4 ± 1.2
	9. 2	640	14.1 ± 1.1	22.1 ± 1.8
	9. 3	990	11.3 ± 0.8	11.4 ± 0.8
	9. 4	900	18.7 ± 1.2	20.8 ± 1.4
	9. 5	1130	12.8 ± 1.0	11.4 ± 1.1
	平　均		13.7 ± 2.3	14.7 ± 4.7

5. ^{137}Csの体内量および被曝線量の推定

一般に，放射性物質が人体内に存在する量と排泄率との関係は，いわゆる exponential model であらわすのが普通である。すなわち，単位時間に排泄される量は，その時刻に体内に存在する量に比例するものと仮定される。^{137}Csをふくめた2, 3の核種についての動物実験でこの考え方の妥当なことが明らかにされている（伊沢等第2回日本アイソトープ会議報文集，201-206, '58, M. J. Cook 等，ORNL-1860, 7～11, '55）ので，ここでも

これを用い，尿中への排泄量から次式を用いて体内にある ^{137}Cs を算出した。

$$E_u = -f_u q \cdot 0.693/T$$

ここで，

E_u: 尿中への1日当りの排泄量（μc/日）

f_u: 全排泄量中尿中へでるものの割合，Cs では1とおいてよい。

T: 有効半減期(日)，^{137}Cs では110日とおく Snyder，私信)。

q: 体内存在量（μc）

その結果は第2表のごとくで，最近では約3.2 mμc の ^{137}Cs が人体内に存在したことになる。これらの結果は，同じ表に示してあるヒューマンカウンターによる実測値および標準食の分析による1日摂取量からの推定値，ならにび人体組織の分析値からの推定などと比較することができる。

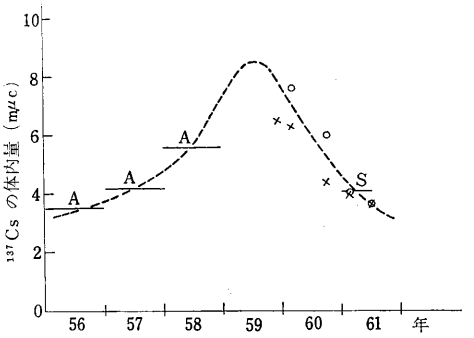
第2表　日本人体内の ^{137}Cs 量の年次変化

	体内の ^{137}Cs 量（mμc）				
	尿分析より（大阪）	尿分析より（石川）	標準食より（東京）	ヒューマンカウンター	軟組織の分析より
1959			6月 7.2		1～12月 16.
			9月 8.1	——	
	11月 6.5	9.0	12月 11.6		
1960	2月 6.3	7.6	3月 8.4		1月～4月 6.
			6月 7.5	——	5月～8月 14.
	9月 4.4	6.0	9月 8.9		
1961	2月 4.0	4.1		4.1	
	6月 3.6	3.6	——		——
	9月 3.1	3.3			
研究者	本	報	檜 山	村 主	山 県

6. 被曝線量の推定

これらの結果と，外国でヒューマンカウンターで測定された日本人の体内にある ^{137}Cs 量を加えて図示すると第3図となる。

^{137}Cs は体内に一様に分布するものと仮定し，50 kg の人体中に qμc 存在するときの吸収線量率（レム/週）は



第3図　日本人体内の ^{137}Cs 量の年次変化
尿；× 大阪，○ 石川
ヒューマンカウンター；A Argonne, S 村主

次式で算出される（ICRP, 1959)。

$$R = \frac{q \cdot 0.59}{2.8 \times 10^{-3} \cdot 5 \times 10^{4}} = 4.2 \times 10^{-3} q$$

この関係をつかって，1961年末までの ^{137}Cs にもとづく被曝線量を第3図の上で積算すると，約5ミリレムとなる。また1961年末における線量率は約0.65ミリレム/年（13マイクロレム/週）と推定される。

〔研究発表〕

伊沢正実，坪田博行，河村正一，田野 実，沖岩四郎，板倉 淳；尿中の ^{137}Cs の濃度について，日本放射線影響学会第2回研究発表会（1960年10月)，日本放射線影響学会第3回研究発表会（1961年7月）

11. 降水中のセシウム-137およびストロンチウム-90の濃度

化学第3研究室
伊 沢 正 実[1)]
坪 田 博 行
[1)] 化学研究部長兼化学第3研究室長

1. 緒　　言

著者らはさきに毎月のフォールアウト中の ^{137}Cs および ^{90}Sr の分析を行なった結果，^{137}Cs/^{90}Sr の比の平均値が核分裂収率から考えられるよりも大きく，かつ，毎月大きく変動していることを指摘した。またこのことから爆発後，地上に落下するまでに起り得るいろいろの物理学的，化学的な，核種間の分別の可能性を考えた。また，比の変動の問題がわれわれの考えているように，主として対流圏の気象条件によるものであれば，比の緯度による差が出る可能性があることを指摘し，各国のデータを

整理した結果，その傾向のあることを示した[1]。一方，三宅らは，フォールアウト中の ^{90}Sr と降水量との関係が次の式で表わされることを示した[2]。

$$R = C(1 - e^{-\beta p} + kP)$$

ただし，Rは雨とともに落下する ^{90}Sr の線量，Pは降水量，Cは空気柱中の ^{90}Sr の濃度，β および k は核種によってきまる定数で ^{90}Sr に対してはそれぞれ2および0.06である。この式は，降水中の塩素イオン濃度と降水量との関係から求められた式なので，^{90}Sr 以外の核種についても成立すると考えられる。定数のうち，β は主として雨滴が降下途中で放射性核種をとらえることによりきまる定数であるから核種によって大きく変ることはないと考えられる。それに対し，雨核形成のときに入る量が核種によって変るならば，β および k ともにかわるが，とくに k が変動するであろう。したがって，^{137}Cs に対して定数 β および k がどのような値をとるかは，フォールアウト中の $^{137}Cs/^{90}Sr$ の比の問題の解明，および，フォールアウトの落下機構の解明に役立つと考えられる。

2. 降水中の ^{137}Cs および ^{90}Sr の濃度

(1) 分析法

1959年3月から1960年8月の間に，放医研屋上で採取された雨水について分析した。表面積 $0.2\,m^2$ の容器で降水を採り，集めた降水の量が $1\,l$ 以上のときは $1\,l$，$1\,l$ 以下のときは全量をとり蒸発乾固して，全 β 放射能の測定に使用したのち塩酸にとかし，陽イオン交換法[3]でCs，Sr，Ceの各フラクションに分けた。Csのフラクションはさらに小型のフェノールスルホン酸形陽イオン交換カラムで精製し[4]，蒸発乾固後，放射能測定用試料皿に移した。試料皿は表面がとくに滑らかに仕上げられたものを使用した。Srフラクションには Sr キャリヤー20 mg を加えたのち，Sr CO_3 沈殿を作り，ルサイト製の試料台上に固定した。Csの全回収率は98±3%，Srのイオン交換分離完了までの回収率は95±3%で，Srの場合は，これに沈殿の回収率を重量で求めて補正した。

測定はプラスチックシンチレータを用いた低バックグラウンド β 線スペクトロメータ[5]を用いた。計数誤差が10%以下になるように測定時間をえらんだ。試料皿のみを入れたときの自然計数値は，試料皿をとりかえたときの差もふくんで0.06±0.01であったが，^{90}Sr の測定用に用いたルサイト試料台には若干の汚染がみられ，ロ紙上に Sr CO_3 沈殿をおいた状態での自然計数値はルサイトをとりかえたときの差をふくめれば0.19±0.06であったので，予め1コずつ自然計数値をとり，0.19±0.03にまで自然計数値の誤差を小さくした。

(2) 結　　果

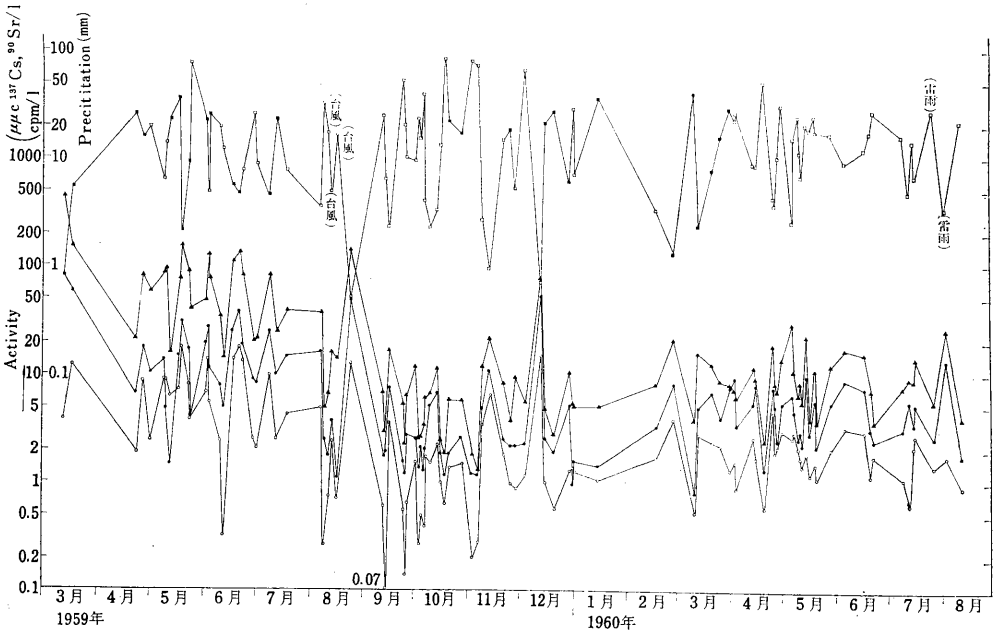
分析結果を第1図に示した。図中，全放射能は試料を分析する直前に，Tracerlab社製，低バックグラウンドカウンターで測定した値である。^{137}Cs および ^{90}Sr の値は $\mu\mu c/l$，全放射能値は cpm/l であらわした。全放射能の測定効率は約40%であったが，ここでは，ただ比較のためなので cpm 値で出した。期間中の雨は大部分あつめたが，すべての雨を採取していない。第1図では各測定点を線で結び，各値の変化の仕方や相関関係をみやすくした。図からわかるように，雨量と放射能値の間には，少数の例外を除いて，きれいな逆相関がみられる。

3. 降水量と ^{137}Cs および ^{90}Sr の降下量との関係

第1図にみられる降水量と放射性核種の降下量との関係を最もよくあらわしているのは，三宅らの式[2]であると考えられるから，われわれはその方法にしたがって両者の関係を調べた。得られた全部のデータについて，降水量と放射性核種の降下量との関係を求めると，相関係数は ^{137}Cs について0.71，^{90}Sr については0.70となった。同一の時期でも，500 mb のトラフの前面が通過したとき，ジェット流のコアーが観測点の上かやや南を通るときには，^{90}Sr の降下量が増加することが知られている[6]。われわれもこの解析方法をそのままとり入れることにした。すなわち，第1図の雨量を示す印のうち，黒く塗りつぶしたもの（■）は降下量の増加すると考えられている気象条件（以下Aとする）のときであり，白く抜いてあるもの（□）は500 mb のトラフの位置も，ジェット流のコアーの位置も観測点からはなれているときの降雨（気象条件Bとする）に対応させてある。1960年4月以降の雨はA，Bに区別していない。期間Ⅳでは大部分，気象条件がAのときの雨，Ⅴでは大部分気象条件がBのときの雨とみなした。降下量，気象状況から考えて，測定した全期間を次の五つの期間に分け，その期間中では，空気中に浮遊する放射性チリの濃度は大きく変動しないと仮定した。

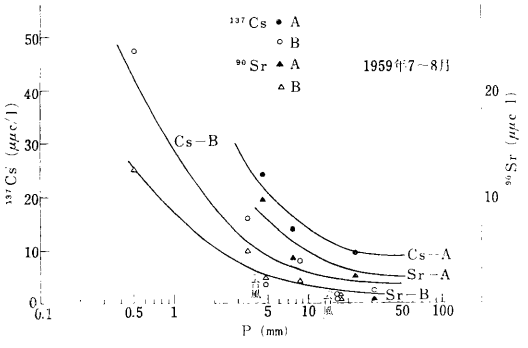
Ⅰ　1959年3月～6月
Ⅱ　1959年7月～8月
Ⅲ　1959年9月～1960年2月
Ⅳ　1960年3月～6月
Ⅴ　1960年7月～8月

各期間内の降水中の ^{137}Cs および ^{90}Sr 濃度を雨量に対

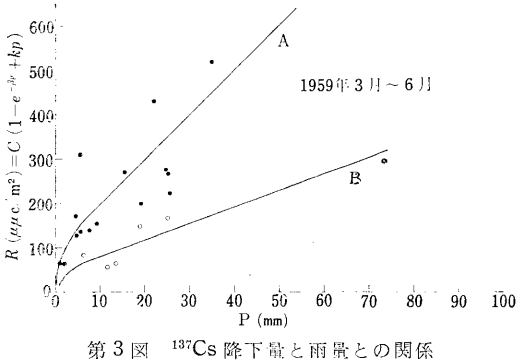


第1図　降水中の ^{137}Cs および ^{90}Sr の濃度

—□—■— 雨量，—▲— 全放射能，—●— ^{137}Cs，—○— ^{90}Sr



第2図　降水中の ^{137}Cs および ^{90}Sr 濃度と降雨量との関係



第3図　^{137}Cs 降下量と雨量との関係

してプロットした。第2図は期間IIのグラフである。黒点は前述の気象条件A，白点は気象条件Bである。各核種のそれぞれの気象条件に分類した点は前述の三宅の式にしたがうと仮定して，"Trial and error" 法で β および k の値およびCの値を決定した。また，^{137}Cs および ^{90}Sr の降下量と雨量との関係図からも，同様に β, k およびCの値がきめられるので，この両者から値を決定した。第3図は期間Iの ^{137}Cs の降下量と雨量との関係を示した。期間I，II，III については，両方法による結果がよく一致しよい値が得られた。すなわち，^{137}Cs に対しては，

$$\beta = 2.0 \sim 2.2$$

$$k = 0.09 \sim 0.11$$

^{90}Sr に対しては，

$$\beta = 1.9 \sim 2.1$$

$$k = 0.05 \sim 0.07$$

であった。Cの値は第1表に示した。期間IVおよびVについては余り関係が判然としないので，期間I～IIIで得た β および k の値を用いてCを求めた。このCの値も第1表に示した。第2図，第3図中の曲線は，得られた β, k およびCの値を用いて画いたものである。^{90}Sr について得た β および k の値は，さきに三宅らが求めた値（β

第1表　気柱の ^{137}Cs および ^{90}Sr 濃度（$\mu\mu c/m^2$）

期間	気象条件（A） ^{137}Cs	^{90}Sr	$^{137}Cs/^{90}Sr$	気象条件（B） ^{137}Cs	^{90}Sr	$^{137}Cs/^{90}Sr$
I 自1959年3月 至 6月	90	45	2.0	45	27	1.7
II 自 7月 至 8月	70	25	2.8	30	9	3.3
III 自1959年9月 至1960年2月	20	10	2.0	12	6	2.0
IV 自 3月 至 6月	(28)	(15)	1.9			
V 自 7月 至 8月				(16)	(8)	2.0

〔註〕（ ）内の値は，期間IVの雨を気象条件A，期間Vの雨を気象条件Bであると仮定して求めた。

$=2$, $k=0.06$）とよく一致している。Cの値は余りよい一致ではない。これは次のような理由によるものであろう。

（1）三宅らは毎月のフォールアウト中の ^{90}Sr の分析値と降雨ごとの全放射能値とから，妥当な仮定のもとに降雨ごとの ^{90}Sr の値を求めた。

（2）われわれの分析試料は蒸発乾固物であり，また，すべての雨を集めていない。とくに，降雨量の少ない雨についてのデータが少ない。このような差にもかかわらず，β および k についてよい一致を得たことは，これまで毎月のフォールアウトのデータからいろいろの推論をしたこと（昭和35年度年報）が十分妥当性をもっていたことを示すものである。

4. ^{137}Cs および ^{90}Sr の気中濃度とフォールアウト中の ^{137}Cs および ^{90}Sr の量との関係

3で ^{137}Cs および ^{90}Sr に対する β および k の値が得られたので，この値を毎月のフォールアウト中の ^{137}Cs および ^{90}Sr の値に代入して，気柱濃度を求めた。この計算結果は三宅らの得た値[6]とほとんど一致している。著者らは，先に $^{137}Cs/^{90}Sr$ の比の問題でこのことにすでにふれている[1]。計算結果を比の形で第2表にまとめた。毎月のフォールアウトは降雨とともに落下したものばかりではないが，ドライ・フォールアウトの割合はそれほど大きくない（10～30%）ので，全部が降雨によるものと仮定した。また，われわれの測定した雨も全部の降雨について求めたものではないが，それぞれの期間の他の雨のなかの ^{137}Cs および ^{90}Sr も，同様の気柱濃度と β, k の値によってきまると仮定した。

第2表　気柱中の $^{137}Cs/^{90}Sr$ の比の値

期間	比の実測値 毎月のフォールアウトから*1	本研究から	気柱中の比の計算値 毎日のフォールアウトから A	B	本研究から*2 A	B
I	2.6	2.0	2.2	1.8	2.0	1.7
II	3.6	3.3	3.0	3.3	2.8	3.3
III	2.9	2.4	2.4	2.4	2.0	2.0
IV	2.6	2.5	1.9		1.9	
V	3.3	2.2		3.0		2.0

*1　期間Iは予研における値
　　期間II～Vは放医研における値より算出
*2　第1表参照

5. 一降雨ごとの $^{137}Cs/^{90}Sr$ の比について

一降雨ごとの $^{137}Cs/^{90}Sr$ の比は相当大きく変動するが，簡単な関係は得られない。しかし，連続した一雨を二つに分取し，初めの部分と終りの部分とをくらべると，常に前者の方が比が大きい。中断しても，同一の雨と見られるものについても同様の関係がある。この関係が明らかに見られるような場合を第3表にまとめた。このことは，われわれが以前になした推論[1]と密接な関係をもっている。すなわち，成層圏から対流圏に落ちてきた放射性チリの対流圏における滞留時間が比に関係している。

第3表　一降雨ごとの $^{137}Cs/^{90}Sr$ の比

降雨日	雨のふり方	気象条件	雨量 (mm)	^{137}Cs ($\mu\mu c/l$)	^{90}Sr	$^{137}Cs/^{90}Sr$
59-5- 9	連続	B	6.2	13.3	8.9	1.5
5-10	連続	B	13.5	4.8	8.8	0.6
5-17～18		A	35.0	14.8	7.1	2.1
5-19		A	2.1	30.0	17.7	1.7
5-23	中断	A	9.1	17.0	7.9	2.2
5-23～25	中断	A	73.7	4.0	3.8	1.1
6- 2	中断	A	21.9	19.6	6.7	2.9
6- 3～ 4	中断	A	4.8	26.7	13.7	1.9
6- 4	中断	A	24.7	11.1	5.4	2.1
10- 1～ 2		B	9.4	2.6	1.5	1.7
10- 3～ 4	中断	B	22.9	1.3	0.27	4.8
10- 4～ 5	中断	B	15.0	2.2	0.49	4.5
10- 6～ 7	連続	B	38.3	1.3	0.39	3.3
10- 7	連続	B	4.0	2.0	1.8	1.1
10-10		B	2.3	5.2	1.5	3.5

6. 結　　言

雨水中の ^{137}Cs および ^{90}Sr の定量を約100試料につき

行なった。この研究により，極微量の放射性核種の分析法と測定法とが実際に適用された。

^{137}Cs および ^{90}Sr の降下量と雨量との関係は ^{90}Sr について得られた三宅らの式でうまく整理できる。式中の定数 β および k は，^{137}Cs についてはそれぞれ 2 および 0.1 であり，^{90}Sr についてはそれぞれ 2 および 0.06 である。^{90}Sr についての値は三宅らの得た値と一致した。

ここに得られた結果からの推論は，毎月のフォールアウトの分析結果から得た推論とよく一致している。このことは，これまでになした推論がいろいろの仮定の上に立っているにもかかわらず正しいことを証明している。本研究で触れなかった推論，たとえば，$^{137}Cs/^{90}Sr$ の比の緯度変化なども，この研究からも支持される。

〔研究発表〕

伊沢正実，坪田博行，永井　充；Cs-137 の降下量と雨量との関係，地球化学討論会（1961 年 10 月）

（文　　献）

1) M. Izawa, H. Tsubota and T. Nagai; J. Rad. Res. 2 (1961)
2) Y. Miyake, Y. Sugiura, K. Saruhashi and T. Kanazawa; Pap. Met. Geophys., Tokyo, 8, 222 (1957)
3) H. Tsubota and Y. Kitano; Bull. Chem. Soc. Japan, 33, 765 (1960)
4) 坪田博行；分析化学，9, 789 (1960)
5) E. Tanaka; J. Sci. Inst. Method, 13, 43 (1961)
6) Y. Miyake, K. Sarnhashi, Y. Katsuragi and T. Kanazawa; Pap. Met. Geophys. Tokyo, 11, 1 (1960)

12. 人体臓器中の各種成分元素の発光分光分析

化学第 3 研究室
坪　田　博　行
近　藤　龍　雄[1)]
[1)] 技　術　課

1. 緒　　言

放射性核種の環境および人体内の行動を知り，あわせて現在用いられている放射性核種の人体内の最大許容負荷量（maximum permissible body burden），および人体摂取の最大許容濃度（maximum permissible concentration）のもっと確かな値を計算するための基礎資料を提出するために，人体臓器中の微量の各種成分元素の定量を計画した。

多数の試料中の多数の微量元素を分析するために，主として写真測光法による発光分光分析法を用いることにした。本研究は昭和 34 年度より計画されたが，装置の設計製作に 2 年以上を要し，実際の研究は昭和 36 年度より始められた。発光分光分析法の必要な検討がほぼ完了したので，ここに報告する。

Ag, Al, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, Sr, Ti, V, Zn の 16 種の元素について検討したが，ここではそれらのうち，Al, Cu, Mn, Ni, Pb について得た結果を記す。これらの元素は，この定量法の検討でいろいろの意味で代表的な性質を示したものである。

2. 分　析　法

（1）試　料

健康人を対象とするため，事故死による人体の臓器をとる。100 g 以上の臓器については約 100 g，100 g 以下の臓器については全量をとり，直ちにポリエチレン袋に入れ，ドライアイスに詰めて研究所に持ち帰り，石英製容器で乾燥灰化する。乾燥は 110°C で 24 時間以上，灰化は 450°C 以下で 24 時間以上とする。容器はすべて，クロム酸混液中に 2 日以上浸したのち，水洗して酸溶液に 2 日以上入れる。蒸溜水だけで洗ったのち，EDTA 溶液に 2 日以上入れる。蒸溜水のみで洗って乾燥使用する。

（2）分析法

励起電源；　極めて微量の分析であり，多数の元素を一度に分析するため，最も感度の高い直流アークを使用する。

試料；　灰化物 5 mg に内標準元素を加えた黒鉛粉末 5 mg を混合してつくり，これを黒鉛補助電極の凹孔に詰め，陽極として発光させる。補助電極の形状は外径 6 mm，内径 4 mm，深さ 3 mm の Necked 型を用いる。

マトリックス；　臓器に対しては次のような組成のものを用いる。

Na	(as NaCl)	15.0%
K	(as KPO_3)	18.6
Mg	(as MgO)	1.0
Ca	(as $CaCO_3$)	1.0
Fe	(as Fe_2O_3)	1.0

定量方法；　内標準法をとる。パラジウムを内標準元素とし塩化パラジウムの形で 500 ppm を黒鉛粉末に添加して，Buffer とし加える。

多数の元素を分析するために，写真撮影に当って 3 段

フィルターを使用し，フィルターを通らない分析線と，フィルターを通った内標準線（あるいはその逆）の濃度の近い値を比較できるようにする。

検量法；　分析線と内標準線との強度比の対数を元素の濃度の対数に対応せしめる方法をとるため，強度換算に用いる乾板示性曲線は，2段フィルター法による。また，バックグラウンドは強度に直してから補正する。

写真乾板の測光；　島津ミクロフォトメータを使用する。

第1表　実　験　条　件

分光写真器	島津エバート型分光写真器 GE 340 型 米ボッシュ・ロム社製 3.4 meter 平面回折格子付き
励起電源	直流アーク 280 V 11.5 A
露出時間	1 min.
波長範囲	2560～3600 Å（乾板2枚使用）
スリット幅	0.015 mm.
分析間隙	3 mm.
写　　真	乾板　富士分光分析用プロセス 現象　FD-131 (1:1) 6 min. 18.5℃ 定着　FF-H_4　9 min. 18.5℃ 島津自動現像装置使用
乾板較正	2段フィルター法，各乾板ごとに較正
フィルター	島津3段フィルター
測光器	島津ミクロフォトメーター（透過率目盛）

第2表　分析に使用したスペクトル線

分析元素		内標準元素	
Ag	3382 Å	In	3039 Å
Al	3082	Pd	3027, 3421
Bi	3067	In	3039
Cd	3261	In	3039
Co	3453	Pd	3027
Cr	4254	Pd	3027, 3421
Cu	3274	Pd	3027, 3421
Mn	2801	Pd	3027
Mo	3170	Pd	3027
Ni	3414	Pd	3027
Pb	2833	Pd	3027
Sn	2840	Pd	3027
Sr	4077, 4607	Pd	3404
Ti	3653	Pd	3027
V	4379	Pd	3027
Zn	4810	Pd	3027

実験の条件は第1表にまとめた，また，使用分析線を第2表に示した。

3．分析法の検討

（1）　マトリックス

マトリックスは T. H. Tipton[1] らのものをそのまま用いた。ここで主成分はそれほど変らないと仮定した。このマトリックスは以下の検討結果から，Al 以外の元素には，使用したマトリックスはほぼ満足すべきものであった。

マトリックス作成に用いた試薬はいずれも沈殿法，溶媒抽出法，イオン交換法などを組合わせ，精製の各段階で発光分析による不純物検査をし，分光的に純粋になるまで精製したものを用いた。

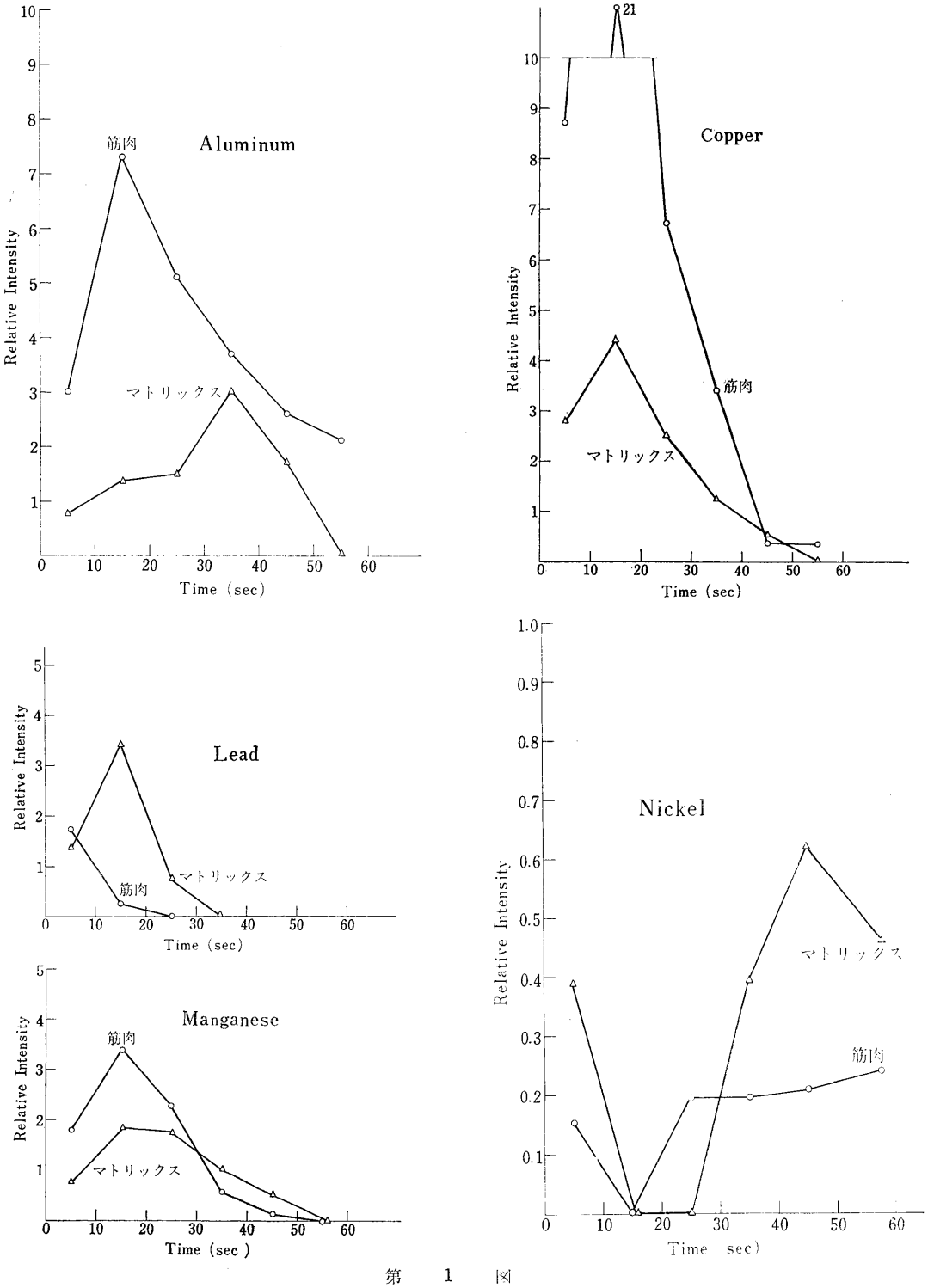
一度に多数の元素を分析するには，分別蒸発曲線を作って，各元素が蒸発性のものか，そうでないかを知っておかねばならない。この特性はマトリックスの組成に著しく影響されるので，マトリックスと試料とに含まれる元素の分別蒸発特性を調べることによって，マトリックスがどの程度試料に近似しているかが推察できる。

第1図は，筋肉とマトリックス中の元素の分別蒸発曲線である。ただし，この試料とマトリックスには，それぞれ 50% の黒鉛粉末が含まれていて，燃焼を助けるとともに，分別蒸発を抑制する作用をしている。図から明らかなように，ニッケルを除いては，着火後 15 秒してから蒸発のピークがみられる。これは，分別蒸発の抑制を示すものである。また，筋肉と標準試料（マトリックスに各元素が既知濃度加えられたもの）との比較は，アルミニウムを除いて，曲線の性質は近似している。異なるマトリックス中の Al の分別蒸発曲線を第2図に示した。

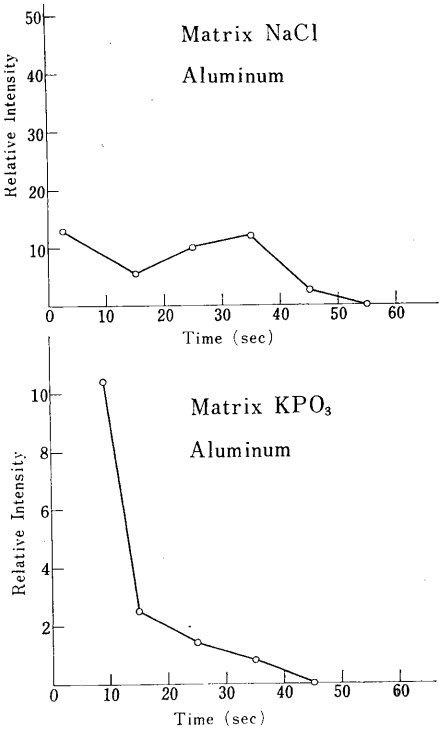
マトリックスに NaCl を用いると，ピークが後に出，KPO_3 中では，先にピークが出た。筋肉中の Al は KPO_3 中の Al に比較的近似している。このことから，筋肉中のアルミニウムの分別蒸発曲線（第1図）は，KPO_3 の影響を相当受けており，これに対して標準試料中の Al は NaCl の影響を多分に受けていると考えられる。

Tipton らは，Al が試料によって，相当奇異に感じられる値を得たことを報告している[1]が，それについては，何ら説明していない。

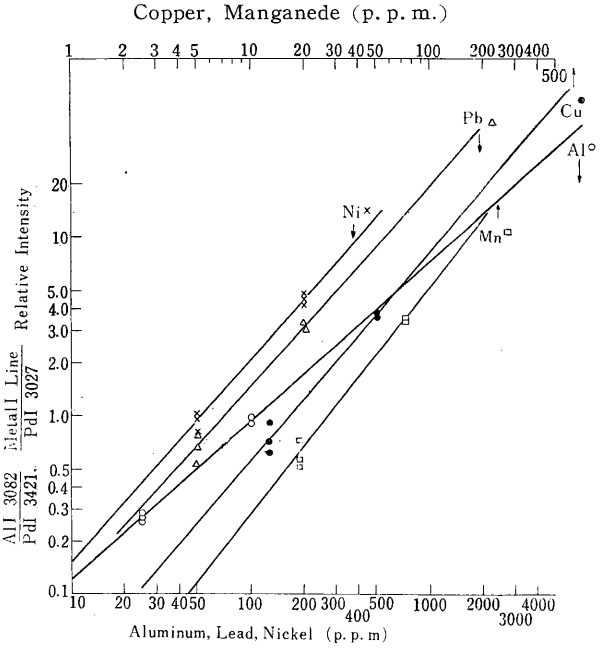
[1] I. H. Tipton, M. J. Cook, R. L. Steiner, J. M. Foland, K. K. McDaniel and S. D. Fentress; ORNL 57-2-2 (1957)


Aluminum
筋肉
マトリックス
Relative Intensity
Time (sec)
Copper
21
筋肉
マトリックス
Relative Intensity
Time (sec)
Lead
マトリックス
筋肉
Relative Intensity
Time (sec)
Manganese
筋肉
マトリックス
Relative Intensity
Time (sec)
Nickel
マトリックス
筋肉
Relative Intensity
Time (sec)

第　1　図



第 2 図



第 3 図

これは試料中の Al は，燐酸イオンと特別な結合をしていて，それが試料によって相当変ったためではないかとも推測される。今後の検討を重ねて結論を出したい。

（2） 標準試料作成

標準試料はマトリックスに既知濃度の元素を加えて作った。標準試料用試薬は，主に Johnson Mathey の発光分析用試薬を用いた。入手できなかったものは，分光的に純粋になるまで精製して用いた。

標準試料の作成には，固体で混合する方法と，溶液で添加して混合する方法とがあり，固体混合法は，濃度を小さくするために，多量のマトリックスが必要であり，標準試薬の形状等に問題があったので，この実験では溶液で添加する方法をとった。

この方法では，マトリックスに添加した溶液を乾固中に一部が遊離し，容器の壁に付着する元素があること，また，加水分解等についても考慮する必要がある。しかし，添加が比較的容易であるので，溶液による方法をとった。

内標準元素のパラジウムは，黒鉛粉末に塩化パラジウムの溶液で添加したが，付着による損失が考えられるので，固体での混合を準備している。固体混合の場合，パラジウム粉末の粒度・比重などが問題となるので，非常に軽質のパラジウム末を作る方法を検討している。

（3） 検量線

標準試料を用いて得られた検量線を第3図に示した。

この値は，乾板示性曲線による強度換算およびバックグラウンドの補正をした。Al をのぞき，他は勾配がほとんど1の直線を得た。

（4） 定量限界および再現性

定量の最小値は次に示した。これ以下の量ではバラツキが大きい。

アルミニウム	10 ppm
銅	2.5
鉛	10
マンガン	5
ニッケル	10

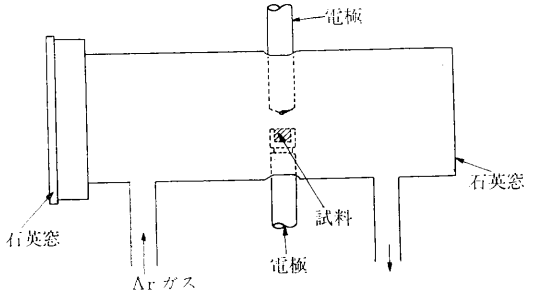
また標準試料につき，繰返えし分析したときの強度比のバラツキを，第3図の検量線上にプロットした。かなりよい再現性がみられた。

（5） CN 帯の消滅法

CN 帯はしばしば分析の妨害になる。特にわれわれの分析対象では，これに対する考慮が必要となり，Owens Chamber を用いて，Ar ガス，または O_2 ガス中で発光

させたときの分光写真をとるようにした。空気中のと比して，CN 帯が消滅しているので，この範囲で分析線を選ぶことが可能である。しかしこの点については，まだ検討が十分でない。

Owens Chamber を第4図に示した。



第 4 図

4. 分析結果

臓器の分析結果の一例を第3表に示した。数字は ash 当りの ppm（すなわち μg/g ash）である。同一試料を3回分析した結果を示したが，これから，3回の分析値を平均すれば大部分 ±10% 程度の誤差範囲内で定量できることがわかった。

第3表 分析結果

臓器名	灰化物中の各元素の濃度（ppm/ash）				
	Al	Cu	Mn	Ni	Pb
1. 大脳	380	186	—	195	42
	360	169	37	155	39
	—	—	37	—	46
2. 前立腺	1180	46	—	80	—
	—	—	42	89	77
	1270	47	46	87	79
3. 筋肉	1920	79	—	136	—
	—	75	88	123	240
	1920	70	94	106	250
4. 肺臓	—	64	35	38	125
	960	76	36	—	—
	820	50	31	38	117
5. 腎臓	490	54	21	45	28
	490	47	18.7	41	28
	540	60	—	42	—
6. 肝臓	460	103	11.2	36	143
	—	83	—	38	129
	360	63	7.1	35	99
7. 脾臓	—	51	33	<10	40
	390	58	35	<10	40
	390	55	33	<10	30
8. 膵臓	590	103	—	—	—
	—	75	128	28	276
	590	71	122	29	325
9. 睾丸	390	50	—	56	—
	—	59	86	49	36
	360	53	89	—	34

5. 結言

人体臓器中の微量成分を，発光分光分析法で定量するための基礎的な条件の定量を行なった。

その結果，まだ十分とはいえないが，第1表の条件で，第2表に示した元素の分析が可能となった。

今後さらに，(1) 標準試料作成法についての吟味，(2) CN 帯の消滅法について検討を重ねたい。

V 生　物　研　究　部

概　　況

生物研究部から本年度遺伝研究部が独立した。このため生物2室，遺伝2室となった。生物の定員増は本年3名であったが，東大から江上信雄博士が第1研究室長に，山口武雄博士が第2研究室に，千葉大学腐敗研から中沢透氏が第2研究室にそれぞれ着任し，研究陣に大きな威力を加えた。またこの間，生物部の研究に参加した研究生は5名であった。第2研究室の小川英行研究員は微生物を用いて放射線の作用を分子生物学的の立場から研究する基礎技術を習得するため，予研化学部長富沢純一博士の指導を受けた。

生物研究部においては，放射線感受性の問題を巾広い立場から追及しようとする根本方針に変化はないが，研究推進のため本年度よりグループ制を確立して責任の所在を明らかにする体制をとることにした。すなわち，研究内容によって部の研究室区分とはまったく関係のないシステムを採用し，消耗品費の分配等もこのグループ毎に配分した。すなわち，第1研究室では江上室長はいままでの専門の立場から放射線作用を解析すべく，個体の調節作用に対する放射線の作用を追及することによって，個体の放射線感受性の問題にメスを入れることになった。このため，特に調節機構の明らかな魚類における脳下垂体—副腎皮質の関係を利用する。こうした立場からの研究は放医研の各部でも行なわれているため，研究の総合のため，松葉（生理病理），中村（障害基礎），玉置（薬学）の各室長と数回会合してお互いに研究計画を打合せ，相互に密接に連絡して研究における総合の実を挙げている。

またアルテミア卵を用いて，ESR によるラジカル生成の面から，放射線感受性を追及する実験は第1，第2両研究室の研究により，後で詳しく述べるようにひじょうに興味深い事実が明らかになってきた。この研究は，さらに細部にわたる解析を行なって進めて行くことになるが，そのためにも照射中ラジカルを測定し得る装置の設置を切望している。

色素細胞の収縮拡大に対する放射線作用の研究は，一面，江上室長の行なっている内分泌系を用いて個体のレベルで調節作用に対する放射線の解明を目指している研究に対して，細胞レベルからの背景を与えると同時に，他面，第2研究室で山口研究員の実施している，細胞の透過性に対する放射線の作用の追及と密接に関連した研究である。こうした細胞レベルにおける，細胞機能に対する放射線の作用の研究は，高等動物における複雑な放射線の影響を解決するのに大きな寄与をするものと考える。

生物第2研究室においては，放射線感受性を生化学的生物物理的立場から追及せんとしている。放射線は細胞分裂，発生，生長等に特に大きな影響を与えるので，こうした生物現象のエネルギー源と考えられる ATP, ADP, AMP に対する放射線の作用を調べるため，これらをまず精密に測定する方法を昨年度確立したが，本年度は，この確立した方法を一面他に応用しながらその適用の可能性を試し，他面放射線作用の研究に用い始めた。

放射線作用の追及には，照射された細胞または組織内における，放射線作用の発現に対応しそうな物質または代謝系を取り出して，その変化を測定する方法もあるが，また生物を異常ではない違った二つの生理的状態において，その放射線感受性の差異から問題を追及する方法もある。第2研究室では，本年この方面からの研究も開始した。すなわち，カエルやメダカの胚を用いて，いままで DNP による呼吸の上昇と Azide による DNP 呼吸の抑制がよく知られている。この事実を利用して，DNP 処理による呼吸の上昇が放射線感受性をいかに変化させるかが実験された。この実験は，はじめカエル胚を用いて放射線の致死作用に著目して行なわれたが，次にウニ卵を用いてさらに追及された。ウニ卵はいままで

生化学的，形態学的，細胞学的に最も広い分野からくわしく調べられている上，受精が容易であり，分裂がひじょうによく synchronize するので，放射線の生物学的作用の研究には最も適当なものの一つであるが，Henshaw の実験以来あまり用いられていない。わが国においては四囲が海である関係上，材料の取得は容易であるが，いままでわが国の臨海実験所で放射線源を持つ所が皆無なため，これが研究は取上げられなかったのであろう。本年度は，三崎臨海実験所より材料を提供されて実験を行なったが，大規模で結論的な結果を得るためには，臨海実験室の設置が要望される。Henshaw の実験した米国のウニ Arbacia に比べて，日本のバフンウニやアカウニの放射線感受性がひじょうに低いこと等，ウニは放射線感受性の問題を基礎的に研究するのに将来性のある材料である。

また第2研究室では山口研究員が単細胞生物を用いて，細胞の透過性に対する放射線の作用を追跡して興味ある結果を得た。研究報告にも記述されているように，細胞が Homeostasis を保つ能力をもつことは細胞の基本的な特性であり，その本質的な表現である細胞の透過性を明らかにすることは，放射線の作用を明らかにする上で大切なことである。この研究もまた洋々たる将来性を持つ研究の一つである。

中沢研究員は東海支所に滞在して，東海支所における研究の基礎をおくために努力しつつある。

本年度生物研究部の関係した班研究は，細胞の生理的機能に対する放射線の作用の研究（班長秋田康一都立大教授），放射線の化学的防禦の研究（班長福田正京大教授），化学物質による突然変異生成機構の研究（班長田島弥太郎遺伝研部長）であった。

また6月，Oak Ridge National Lab. の Hollaendr 博士を研究所に迎えて，ひじょうに有益な advice を受けることができた。博士はムラサキツユクサを使って増富での放射線耐性の問題に深い関心を示された。

（仲尾　善雄）

1. 脳下垂体機能に対する放射線の影響

—X線被照射によるキンギョの ACTH 分泌促進（予報）—

生物第1研究室
江上信雄
江藤久美
館　鄰*
青木一子*
東大理学部動物学教室
新井良一
* 印研究生

生体が放射線の照射を受けたばあいに示すいろいろな機能変化のうちで，神経系・内分泌系といった個体の調節機構におこる変調は重視すべきものの一つである。とくに最近生理学的にみると，中枢神経系も放射線感受性が高いこと，被照射動物の視床下部・脳下垂体および副腎皮質の機能は非照射のものとは異なること，脳下垂体または副腎を剔出された動物は放射線に対する抵抗性を特異的に失なうことなどが知られてきた。

われわれは照射によって中枢—脳下垂体—副腎皮質系におこる一連の変化は，一面では障害であると同時に，他面障害からの回復にむすびついた，生体に特有な調節反応の一部であると考える。さらにこの問題の研究は急性放射線障害とその治療の基礎となるばかりでなく，発癌や寿命短縮などの晩発性効果を理解する上に，興味ある資料を提供しうるものと思われる。すなわち，細胞の放射線感受性の問題とともに，細胞間の機能的相関に対する放射線の作用を調節生物学（regulatory biology）の立場から明らかにしようというのがわれわれの現在の目的である。

キンギョの赤い品種にX線をかけると，皮膚が黒化することは，これまでに多くの研究者によって認められている。またこれとは別に，キンギョの脳下垂体前葉から副腎皮質刺激ホルモン（ACTH）が多量に分泌されると，皮膚に黒色素胞が出現することが報ぜられている。そこでキンギョを用い，その皮膚の黒化を目標にすれば，上記の中枢—脳下垂体—副腎皮質系の重要な中介物質（mediator）である ACTH の血中濃度を容易に推定でき，また比較的多数の個体数を用いた実験が可能なので，材料としてこの魚をえらんだ。

1. 材料と方法

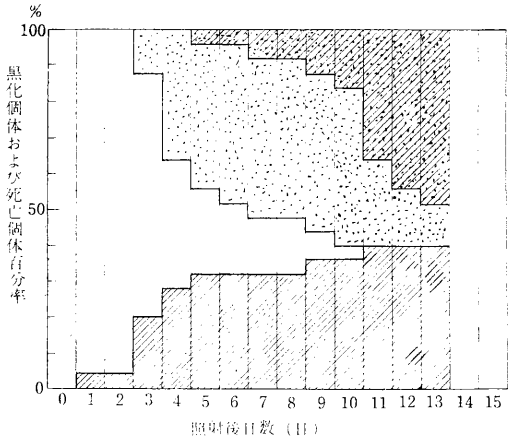
市販の小型のワキン（*Carassius auratus*）を用いた。X線照射の標準条件は，200 KVP，20 mA，0.5 mmAl と 0.5 mmCu フィルター，400 r/min. で，線量は照射時間の長短により 250 r，500 r，1,000 r，2,000 r，4,000 r および 8,000 r の6種の1回照射に限定した。照射後魚は 25°C の人工気候室においた水槽中に飼育し，原則として1日おきに水を換え，餌は与えなかった。

脳下垂体剔出手術は Chavin (1959) の方法を一部改変して行なった。脳下垂体および副腎の組織・細胞学的観察のため，ブアン固定後パラフィン切片とし，マイヤーヘマトキシリン・エオジン染色を施した。ACTH は第1製薬より発売されているものを使用した。

2. 結　果

現在のところ予備的実験の段階を出ないが，得られた結果のうち，主なものはつぎのように要約される。

（1） 8,000 r から 2,000 r の全身照射を受け，1週間から10日間にわたって生き残った個体の大部分の例において皮膚に黒化がみられた。1,000 r および 500 r では少数例が黒化したが，250 r および非照射対照動物では原則として黒化はおこらなかった(第1図参照)。



第1図　照射後に黒化する個体と死亡する個体の百分率
(4,000 r 全身1回照射実験の1例)
点を打った部分は黒化した個体，斜線を引いた部分は死亡した個体の百分率を示す。

（2） この皮膚黒化は，黒色素胞が形成される結果であることをみた。形成された黒色素胞は，その形態の点からも，またアドレナリンやアトロピンに反応する生理学的な点からも，普通のフナの黒色素胞と同様なものであった。

（3） 8,000 r，4,000 r，2,000 r の全身照射を受けたのち7日以内にかなりの個体が死亡したが，黒化のおくれている個体にむしろ早期死亡例が多かった（第1図参照)。

（4） キンギョのからだの後半部を遮蔽しておいても，前半部を照射すれば，全身の皮膚に黒化がおこることを観察した。

（5） 8,000 r から 2,000 r の照射を受けて黒化した個体の副腎皮質組織は，組織学的に機能亢進の像を呈していた。

（6） 非照射のキンギョに ACTH を注射したところ，皮膚の黒化と，顕著な副腎皮質機能亢進像が得られた。

（7） 脳下垂体を除去したキンギョに 4,000 r または 2,000 r のX線を照射しても，黒化はまったくみられなかった。しかし，死亡率は脳下垂体をもつものに照射したばあいよりもはるかに高かった。

（8） 脳下垂体を除去したキンギョに，照射したキンギョからとった脳下垂体5個体分を腹腔内移植したばあいも，1日1 I.U. の ACTH を5日間連続注射したばあいにも黒化が誘発された。

3. 考　察

これまでに得られた結果を綜合すると，つぎのようなことが考えられる。

（1） キンギョにX線照射をほどこすと，数日後皮膚の黒化がおこるが，これは照射を受けた部位の局所的変化だけによるものではない。

（2） 照射を受けてから黒化がおこるまでの一連の過程のうちで，脳下垂体は不可欠な役割を果している。

（3） 照射を受けると，中枢をへて脳下垂体が刺激され，ACTH（または類似のホルモン）分泌が促進される。ACTH は，副腎皮質に作用してコルチコイド生産をたかめ，皮膚にはたらいてメラニン形成をおこさせる。

（4） このような照射後におこる中枢—内分泌系の変化は，個体の放射線障害を回復し，放射線の致死効果を減ずる方向に作用していることが暗示される。

今後さらに定量的・生化学的実験を進め，生体に対する放射線の作用機構と，障害からの回復の問題を細胞・組織・個体のレベルで比較検討してゆきたい。

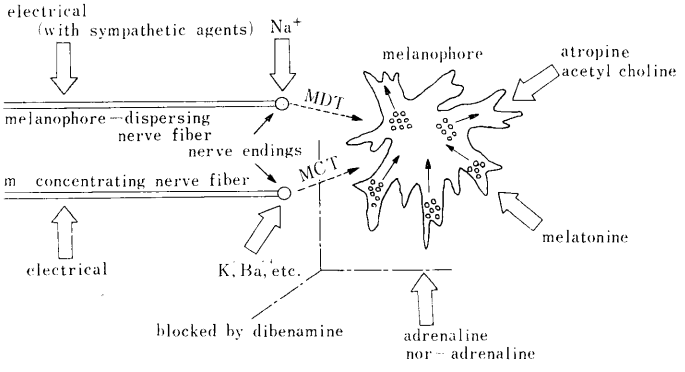
2. 魚類の黒色素胞の調節機構に及ぼす放射線の影響

I. 黒色素胞およびその調節神経末端に及ぼす放射線の影響

生物第1研究室
江 藤 久 美

神経系に対する放射線の影響に関しては，古くから多くの研究がある。それらは脳脊髄神経系に属する神経細胞または神経繊維に対する放射線の作用についてであり，神経末端とそれにつながる奏効器に対する放射線の影響についての研究はほとんどない。生体の調節機構に対する放射線の影響を解明するためには，自律神経系に対する作用を知ることが必要であり，特に現在まで解明されていない神経末端に対する影響を研究することは重要である。魚類の黒色素胞は自律神経支配が優勢であり，この目的のために適当な材料であると考え，これを用いて研究を行なった。

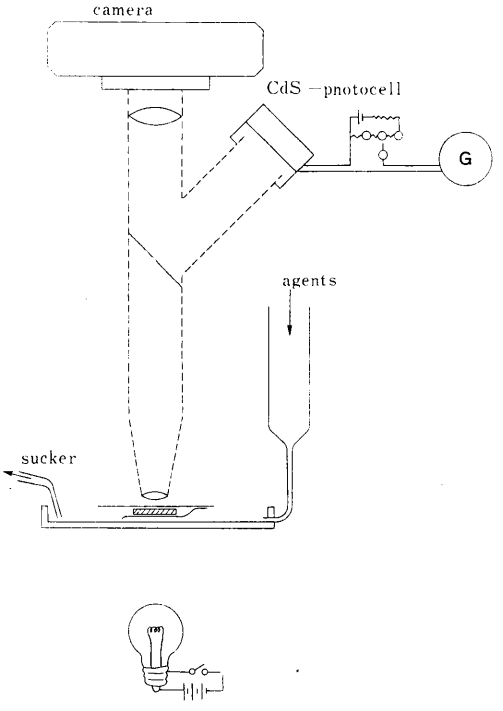
魚類の黒色素胞内顆粒の動きは単一細胞でも測定できるし，また"光電的記録法"を用いて多数の細胞の変化を同時に測定し，統計的処理をおこなうことも可能である。一方，生理学的に異なる部位を別々に刺激すると考えられる薬剤が知られている。すなわち，アドレナリン，アトロピン，MSH などは色素胞自体に作用し，K, Na, Ba などのイオンは神経末端に働き，電気刺激は神経繊維を興奮させるといわれている（第1図）。したがって神経一黒色素胞標本は連絡路に対する放射線の作用を区別して研究する上に好都合な材料と考えられる。



第1図 Loci of action of various stimuli on melanophore system of fish. MDT; melanophore dispersing transmitter, MCT; melanophere concentrating transmitter. (R. Fujii, unpublished)

材料および方法

フナ（*Carassius carassius*）の尾ヒレの剝離標本（isolated split preperation）を用いて，顕微鏡視野中に100前後の黒色素胞が入るよう調製して測定した。標本は切り出したのち，生理食塩水（NaCl 7.5 g, KCl



第2図 Schematic illustration of the aparatus used the experiments.

0.02 g, $CaCl_2$ 0.02 g, 蒸溜水 1,000 cc, pH 7.2）に浸して黒色素胞を拡散させた状態に保ち，実験に供した。

黒色素胞の反応はそれらの色素顆粒の凝集拡散によって生ずる透過光量の変化を，顕微鏡接眼部に取りつけた CdS の光電池で電流の変化としてガルバノメーター（感度 $8.3\times10^{-}$amp）で読みとるという"光電的記録法"によって測定した。その装置の模式図は第2図に示した。なお測定の際，黒色素胞以外の色素胞，すなわち赤色素胞，黄色素胞などの変化を除くためにオレンヂフィルターを使用した。測定は 25° C の恒温室でおこなった。線源は ^{60}Co 3 kc の γ 線を用い（15

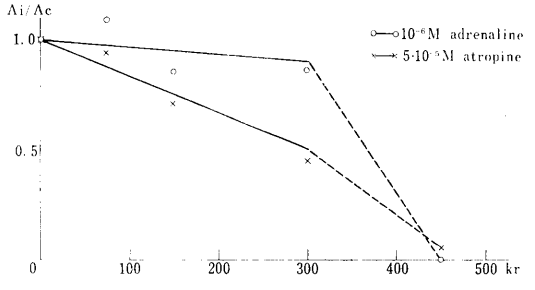
kr/min)，室温で照射した。方法の詳細は各実験の項で述べる。

〔実験 I〕黒色素胞に対する放射線の影響（夏期実験）

黒色素胞自体に及ぼす放射線の影響をしらべるため計画された。薬剤は黒色素胞自体に直接作用するといわれるアドレナリン，アトロピンを用いた。標本を作製して1時間後に 10^{-6}M，および 10^{-5}M アドレナリン，5×10^{-5}M アトロピンを作用させて黒色素胞の凝集，拡散をおこさせて記録し，照射後，1時間静置して同一標本の同一箇所について，前と同じ処理をして測定，比較した。対照群でははじめの測定後，約3時間で2回目の測定をおこない両者を比較した。黒色素胞の凝集反応に対する放射線の作用は 10^{-6}M アドレナリンを作用させてしらべ，10^{-5}M アドナリンはアトロピンを作用させる際の出発点となる最大凝集点を求めるために使用した。尾ヒレを切り出すと黒色素胞拡散神経は6～7時間で退化するといわれているので，1回の実験は6時間以内に終了するよう計画し，照射群と対照群とを交互に測定し，もし対照標本に反応の異常が認められると，その直前に測定した照射標本の記録は除外した。

実験時間は7月～9月。材料のフナは自然の照明条件下におき，飼育水温は27°C～32°Cであった。体長8.5 cm～12 cm。照射線量は75, 150, 300, 450 kr を与えた。

結果は第3図に示した。第3図は横軸に照射線量をとり，縦軸に（Ai/Ac）の値をとった。ここで Ai は（照射後の値／照射前の値）×100 を，Ac は（2回目の測定値／1回目の測定値）×100 を示している。

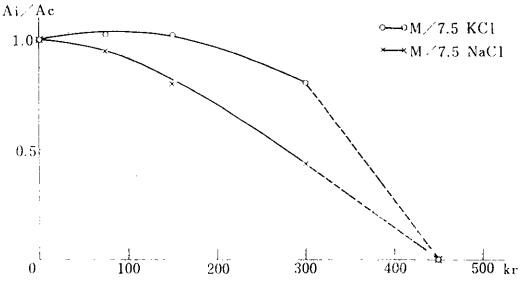


第3図　Dose effect of γ-rays on melanophores of summer fish.

〔実験 II〕神経末端に対する放射線の影響

この実験は自律神経末端に対する放射線の作用を研究するために計画された。刺激剤としては，神経末端に働いて黒色素胞を凝集，拡散させるといわれる KCl（M/7.5），NaCl（M/7.5）を用いた。

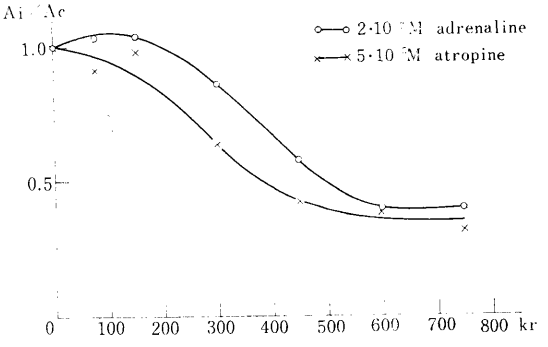
実験期間は10月～12月。飼育水温は実験前5～10日間30°Cに保ち，連続照明した。体長9～10.5 cm。線量は75, 150, 300, 450 kr を照射した。その他の条件は〔実験 I〕と同じにした。結果は第4図に示した。450 kr 照射して反応のおこらなくなった標本を 10^{-}M アドレナリンで処理すると凝集反応をおこした。このことは神経末端が不活化されても，色素胞には反応する能力が残っていることを示し，〔実験 I〕と異なる結果が得られた。そこでこの点をたしかめるために〔実験 I〕と同様な実験を再び計画した。



第4図　Dose effect of γ-rays on nerve endings.

〔実験 III〕黒色素胞に対する放射線の影響（冬期実験）

実験期間は12月～2月。飼育水温は実験前5～10日間30°Cに保ち，連続照明した。体長9～10.5 cm。線量は75, 150, 300, 600, 750 kr を与えた。薬剤は2×10^{-7}M，および 10^{-5}M アドレナリンと5×10^{-5}M アトロピンを使用した。その他の実験方法は〔実験 I〕に同じである。得られた結果は第5図に示した。



第5図　Dose effect of γ-rays on melanophores of winter fish.

考　察

黒色素胞自体は放射線に対して非常に強く，750 kr 照射をうけてもホルモンに対する反応性は残っている。これに対して神経末端では 450 kr 照射で反応を示さなくなる。すなわち，この実験条件のもとでは神経末端の方が黒色素胞よりもはるかに放射線感受性が高い。

黒色素胞に対する放射線の影響は第3図（夏期実験）および第5図（冬期実験）に示されているが，夏期実験では黒色素胞の凝集，拡散の両過程とも線量の増加とともに直線的に反応性が低下し 450 kr で反応が消失した。冬期実験では両過程の反応の低下は，線量の増加とともにS字状の曲線で示され，低線量域（200 kr 以下）では凝集反応の高まりがみられた。そして 750 kr でもなお凝集過程で 40%，拡散過程で 35% の反応がみられた。特に前者では 600 kr 以上，後者では 500 kr 以上になると線量が増加しても反応度は変らなかった。線量の増加とともに Ai/Ac の値が低下すること，すなわち照射後の変化量の減少は被照射のすべての黒色素胞の反応の低下により得られたものであり，けっして一部の細胞が死滅することにより生じたものでないことは黒色素胞の凝集，拡散の各過程を撮影し，その結果から確認された。したがって第3図，第4図および第5図は放射線による黒色素胞の生残率を示すものではなく，個々の細胞の機能低下を示す。この両実験で一致していいえることは，放射線が黒色素胞の凝集過程よりもむしろ拡散過程に対して大きな影響を与えるということである。また，実験Ⅰ とⅢとで線量効果関係に大きな差のあることは次の二つの理由が考えられる。一つは冬期の魚の黒色素胞が夏期の魚のそれよりもホルモン感受性が高いことである。夏期実験においては，色素胞の完全凝集の 60～70% の凝集をおこさせるために 10^{-6}M の濃度のアドレナリンを要するが，冬期には同程度の凝集をおこさせるのに 2×10^{-7}M のアドレナリンで十分である。他の一つは，γ 線照射時の温度が夏期には短時間ではあるが 35° C にもなるが，冬期には 14° C 程度であることである。

神経末端への影響と線量との関係は上方に凸な曲線で示され，450 kr で反応がみられなくなった。低線量域（200 kr 以下）では，凝集神経末端の反応の高まりがみられた。

このような放射線照射による反応の高まりは，一般に神経繊維に対する照射の際にもみられるもので，それらと類似の結果を得た。しかし黒色素胞自体の拡散過程および拡散神経末端の反応性の高まりがみられなかったことは異なっている。

結　論

魚類の黒色素胞の調節機構，特に神経末端と奏効器との連絡路に対する放射線の影響を研究した結果，放射線は黒色素胞の凝集過程よりはむしろ拡散過程に大きな影響を与えるように思われる。しかし両過程とも，線量の増加とともに反応性はS字状に低下し，非常な高線量では反応は減少しなくなり一定の値を保つ。

神経末端は黒色素胞に比してはるかに感受性が高いように思われ，450 kr で反応しなくなる。凝集神経末端への放射線の影響と，現在まで報告されている神経繊維への影響との間には類似した傾向が認められ，低線量域（200 kr 以下）ではむしろ刺激感受性が高まるようである。しかし拡散神経末端ではそのような高まりはみられなかった。

今後は黒色素の凝集―，拡散―神経繊維に対する放射線の作用を研究し，さらに色素胞および神経末端に対して作用させる薬剤を変えてこの問題をさらに深く追求する考えである。

〔研究発表〕

江藤久美；魚類の黒色素胞の調節機構に対する放射線の影響Ⅰ，第32回日本動物学大会（1961年10月）

3.　ラジカルと生物学的効果との関係

（アルテミア卵の γ 線照射によるラジカル形成と孵化率の関係）

生物第1研究室
岩崎民子
小川英行[1)]
仲尾善雄[2)]

1) 生物第2研究室
2) 生物研究部長

放射線の作用機構を解析するために電子スピン共鳴吸収法を用いてフリーラジカルを測定する試みがさかんに行なわれつつある。たとえば種々な生体材料に放射線を照射したのち，フリーラジカルのパターンの違いについて多くの研究がなされつつあるが，生体そのものについては大麦の種子等植物種子での実験が主なものに過ぎない。大麦の種子の実験では，照射後の含水量とラジカル崩壊の相関関係について調べ，ラジカル崩壊の多いものほど実生の草丈で表わされる生物学的障害が大きいことを示した。

本報告はアルテミア乾燥卵を用いて照射によつて形成

されるラジカル量，および照射後のラジカル崩壊の様相，また卵の保存状態（温度）によってそれがどのように変化するかを調べ，ラジカルと孵化率を指標とした放射線生物学的効果の間にいかなる関係があるかについて考察した。

1. 実験方法

電子スピン共鳴吸収法（Electron Spin Resonance ESR）は磁場の下で不対電子のスピンが電磁波の振動磁界と共鳴し，これを吸収する事実を利用したものである。装置は米国の Varian 社製，4,500 型，100 KC ↗↗の磁場変調を施したものを使用した。卵を直径 5 mm のガラスのサンプルチューブに入れ室温にて測定した。

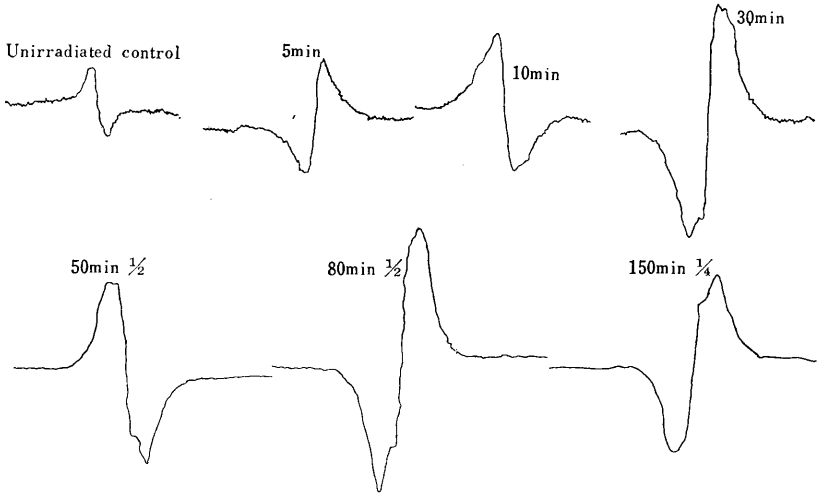
照射は 3 kc ^{60}Co γ 線を用い，15,000 r/min の条件で，5 分～150 分間室温にて行なった。

孵化率は 2% 食塩水中に入れ，27° C に保持し，72 時間後にホルマリンで固定して求めた。

2. 実験結果

（1） 線量とラジカル生成量

乾燥卵を室温にて 5 分～150 分照射し，直ちに ESR にてラジカルを測定したところ，第 1 図に示されるような微分曲線を得た。非照射対照卵にもすでにラジカルは存在するが，照射に伴ない，その量は増加して行く。また，そのパターンは線量が増加すると，肩ができるような形となる。この微分曲線を積分し，その面積を計算することによりフリーラジカルの量を求めることができる（第 2 図）。線量の増加に伴ないラジカル量は増加して行くが，その増加の割合は直線より幾分はずれていて，線量が増加するとその増加率は幾分減少する傾向がある。



第 1 図　アルテミア卵における，線量と ESR によるラジカル量との関係

このときの孵化率を調べてみると，シグモイド曲線となり，10 分照射卵ではラジカル量は増加するけれども孵化率にはほとんど変化がない。また 60 分照射で孵化率は零となるが，ラジカル量はそれ以上の照射によっても依然として増加して行く。このように全般の傾向として，ラジカルは線量とともに増加するが，必ずしもきれいな比例関係を示すものではない。

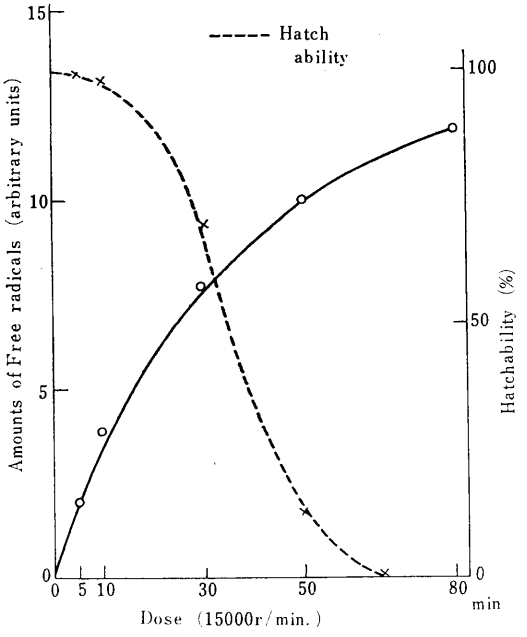
（2） ラジカル崩壊（decay）

乾燥卵を室温で照射し，以後 24° C，デシケータ中に保持し，その崩壊状態を調べた。そして第 3 図に示されるような微分曲線を得た。まず，照射によって顕著に生ずる肩の部分が消失して行くこと，また時間の経過とともにその大きさが減少することを示している。これよりラジカル量を求め，その崩壊状態を示したのが第 4 図である。崩壊は照射後急速に起るが，時間とともにその割合は減少して行く。やがて一週間ほどで平衡に達する。また，崩壊の割合は線量の大きいものほど，すなわちラジカル量の多いほど大きい。

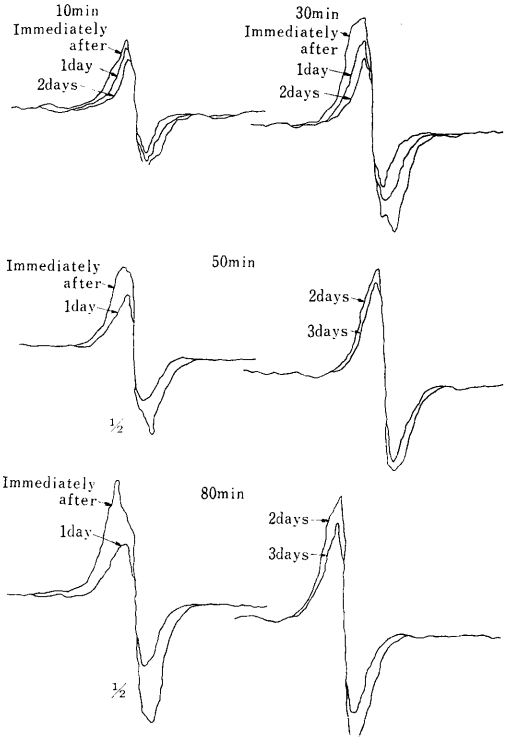
一方，孵化率ではラジカル崩壊に相当するような大きな変化は見られず，時間の経過とともに徐々に低下する。第 4 図の点線で表わした曲線がそれである。

（3） 照射後の温度処理によるラジカル崩壊の変化

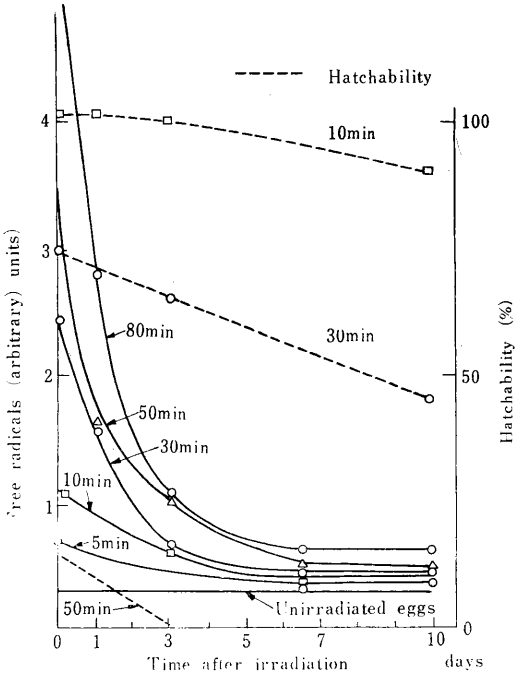
50 分間室温で照射した卵を直ちに二群に分かち，一方をドライアイス中に，他方を 24° C 中に保持し，その



第2図　アルテミア卵における放射線量とフリーラジカル量との関係



第3図　照射卵における照射後種々な時間のラジカルの崩壊



第4図　照射アルテミア卵の種々な時期におけるフリーラジカルの崩壊の状況

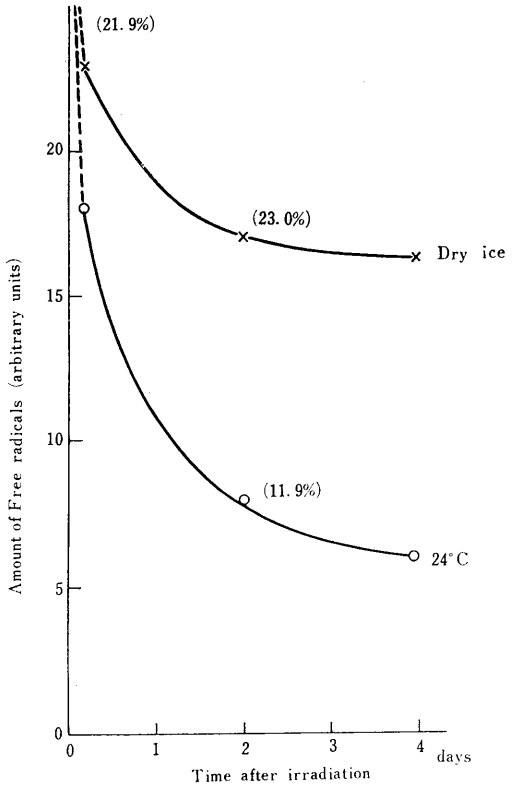
崩壊状態を調べた（第5図）。ドライアイス中に保持した卵では，そのラジカル崩壊量は 24°C のものに比して遙かに少なかった。

照射直後に調べた孵化率は 21.9% であったが，このような処理をした卵の孵化率を2日後に調べてみると，ドライアイス中のものは，23.0% とほとんど変らなかったが，24°C 中に保持したものでは 11.9% と大きく低下した。

3. 考　察

以上の結果より，照照によってラジカルが確かに形成されること，しかもそうしてできたラジカルは急速に崩壊して行くことがわかる。しかし孵化率と考え合せると，形成されたラジカルが，また崩壊したラジカルがすべて生物学的効果に直接関係しているものと思えない。

現在の段階では ESR の応用がまだ初期の状態にあるので，照射によってできるラジカルがどのような種類のものであるかについては不明であるが，いずれにしろ照射後のラジカルの崩壊は放射線障害を軽減するような相互反応による消滅でなく，放射線障害を固定するような反応への化学変化の進行を意味するように思われる。換言すれば，残存ラジカル量に放射線生物学的効果は依存



第5図　照射後ドライアイス中と24°Cにおいたアルテミア卵のラジカルの崩壊の状況

するのでなく，崩壊した量に障害が——すべてではないであろうが——依存するものといえよう。

〔研究発表〕

岩崎民子，小川英行，仲尾善雄；被照射アルテミア卵ラジカルの ESR による測定，第32回日本動物学会大会（1961年10月）

4. 動物胚に対する放射線の作用の形態学的，生理化学的研究

（1） アカウニとバフンウニの初期発生胚におけるアデノシンヌクレオチドの量的変化

生物第2研究室
田口茂敏
安増郁夫[1)]

[1)] 東京大学教養学部

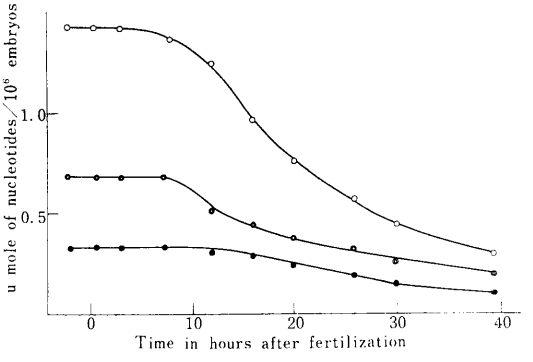
酸可溶性分画のヌクレオチドは，エネルギー源として，また助酵素として，生物にとり重要な役割を持つと考えられている。著者は前年度本報告にメダカ胚では発生に伴ないこれらのヌクレオチドが増加することを報告したが，T. Hultin (1957) は *Psammechinus* という種類のウニでそれらが減少することを報告している。そこでわれわれは，われわれの手でその事実を確かめると同時に，発生胚における代謝系の型が卵黄の分布により異なるのではないかと考え，その考えを確かめるため，本実験を行なった。

1. 材料および方法

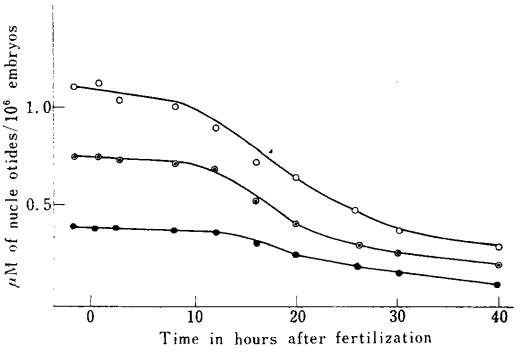
アカウニ *Pseudocentrotus depressus* とバフンウニ *Hemicentrotus pulcherrimus* を，雌雄それぞれ M/2 KCl で，卵または精子を排出させ，人工的に受精させて後 20°C の恒温槽中で振盪しながら発生させ，一定時にそのなかから一定量の海水とともに胚を取出し，遠心により材料を集めて，このものにつき前年度本報告掲載の方法により分画測定した。

2. 結果および議論

アカウニとバフンウニの各発生時期の ATP, ADP および AMP 量を第1図および第2図に示した。両種類ともにこれらのヌクレオチドはすべて発生につれて減少する。このことは前出の Hultin の結果とよく一致する。したがって ATP が減少しているときでも，ADP や AMP が増加するようなことは見られない。また，これらのヌクレオチドは未受精卵のときと，受精直後ではその量にまったく変化がない。受精と同時にウニ卵の呼吸は急激に増大するのに，このことはまったく意外な事実である。ヌクレオチドのゆるやかな減少は，受精直後から孵化までつづき，その後プルテウス期までは，やや急激に減少する。ウニ胚においては，ミトコンドリア



第1図　Changes in the contents of adenosine nucleotides during embryonic development of the sea urchin, *Psudeocentrotus depressus*. Each point represents mean of four experiments.



第2図 Changes in the contents of adenosine nucleotides during embryonic development of the sea urchin, *Hemicentrotus pulcherrimus*. Each point represents mean of four experimenrs.

があまり発達していないときに発生分化をつづけ，それに必要なエネルギーおよび核酸の合成に必要なヌクレオチドを ATP 等の形で，すでに未受精卵のときに持っているものと考えられる。

本研究の詳細は，1962 年度中に Annot. Zool. Japon. に発表予定。

（2） ウニ精子の Aerobic Incubation 中におけるアデノシンヌクレオチドの変化

生物第2研究室
田口茂敏
毛利秀夫[1)]
安増郁夫[1)]

[1)] 東大教養学部

ウニの精子は海水中に放出されると，活潑に運動することが知られている。また一方，ATP-ATPase 系は筋収縮，鞭毛運動，生物発光等においてそのエネルギー供給源として重要なことはよく知られている。ウニ精子においても ATP の存在は Spikes (1949) により証明され，ATPase についても myosin ATPase に似ているが，Mg-activated であるものが尾に局在していることが毛利 (1958) により発見された。また，森脇により (1958) 精子の ATP は，精子を海水でうすめると急激に減少し，やがて再び増加してくることが知られた。これは最初の急激な運動に必要な ATP が，endogenous な物質の酸化によりまかなわれるだけでは不足してくるためと考えられる。

毛利はアカウニ *Pseudocentrotus depressus* の精子で incubation の時間を延ばすと ATP 量も減り運動性も少なくなることを見た (1957) が，Hultin (1958) は *Brissopsis lyrifere* の精子では，3時間の incubation で運動性はまったくなくなっているのに，ATP 量はほとんど変わらないことを報じている。

この差異は使用したウニの種類によるのではなくて，incubation の各種条件によるものと考え，そのことをたしかめるためにこの実験を行なった。

1. 材料および方法

アカウニ *Pseudocentrotus depressus* とバフンウニ *Hemicentrotus pulcherrimus* の精子を材料として用い，一個体より得た精子より三組の実験群を用意した。第1群は直接に 10% TCA 2 ml を加え冷却したまま homogenize し，20,000×g で 10 分遠心し，その上澄をとり実験に使用した。第2群は 1:25 にうすめ KOH を入れずに Warburg フラスコに入れ 20°C で 8 時間振り，その後 10,000×g の遠心で精子のみを集め，それ以後は前者と同じように TCA で処理した。第3群は稀しゃく率を 1:75，フラスコの center well に 10% KOH を 0.2 ml 加えた以外はすべて第2群と同じに処理をした。それ以後の分離測定法は，すべて前年度本報告の報文にしたがって行なった。

2. 結　果

アカウニで得られた結果は，第1表に要約してある。

第1表 Adenine nucleotides content of sea-urchin spermatozoa, *Pseudocentrotus depressus*. Incubation at 20°C. All values are expressed at μM per 10^{10} spermatozoa.

Condition	AMP	ADP	ATP
A. Fresh	0.291	0.217	0.050
B. Aged for 8 hr without KOH, dilutioh 1:25	0.239	0.181	0.035
C. Aged for 8 hr with KOH, dilution 1:75	0.207	0.059	0.013

AMP はすべての場合に最も多く，ADP，ATP がこれにつづいている。うすめた精子を長時間 incubate し，発生してくる CO_2 をアルカリに吸収させた群では3種のヌクレオチドともにかなりの減少を示している。これは前出の毛利の結果とよく一致している。これに反し，精子をやや濃い suspension として CO_2 も吸収せずに incubate すると，8時間たってもこれらのヌクレオチドには然したる減少がみられない。これは Hultin の結

果と合致するものである。

バフシウニ *Hemicentrotus* で得られた結果は第2表

第2表 Adenine nucleotides content of sea-urchin spermatozoa, *Hemicentrotus pulcherrimus*. Incubation at 20°C. All values are expressed as μM per 10^{10} spermatozoa.

Condition	AMP	ADP	ATP
A. Fresh	0.233	0.307	0.071
B. Aged for 8 hr without KOH, dilution 1:25	0.252	0.250	0.063
C. Aged for 8 hr with KOH, dilution 1:75	0.269	0.134	0.027

に掲げてある。この種では，各種のアデニンヌクレオチドが前種の場合よりもやや多い。一般的には，結果は前種の場合とほぼ同じであるが，次の二点だけ異なる。すなわち，新しい精子で ADP が AMP より多いことと，第2および第3の実験群で ADP と ATP が減少するにつれて AMP が多少増加することである。もちろん，その場合でもヌクレオチドの全量としてはかなりの減少が見られる。

3. 論　議

本研究により，KOH で CO_2 を吸収させて incubation の時間を長くすると ATP と ADP はかなり減少するが KOH を入れずに suspension を濃くしておくと，そのような変化がみられないことがわかった。ウニ精子では，海水でうすめるほど酸素消費が高まり，濃い精子の suspension では最初うすめたときに一時呼吸が上がり，以後はだんだんに下がり，さらにうすめると再び呼吸も上がることが知られている。さらに，endogenous な基質―主として phorpholipids であるが―は，呼吸により排出される CO_2 を吸収させる KOH がないときには多量に減るが，KOH を入れた状態ではそうならないことが知られている。この実験では，第3群の条件では endogenous な基質の沸底を来たし，したがって酸素消費が下がり高エネルギー燐酸化合物の量が保持されなくなるものと考えられる。これに反し，第2群の条件では酸素消費と高エネルギー燐酸化合物の消費がともに低くバランスがとれているものと考えられる。

本報文の詳細は，1962年度 Annot. Zool. Japon. に発表予定。

(3) X線被照射動物の種々の組織における酸可溶性ヌクレオチドについて

生物第2研究室
田口茂敏
新津せつ子

放射線による障害の発現は他の原因による場合に比較して，生体が吸収したエネルギーに比して障害の大きいことが特徴である。この際に生体内における障害の拡大作用を考えるのが普通であるが，その拡大作用の本質については未だ適確な解答が得られていない。

われわれはこの拡大作用に生体内代謝系相互間の協調の不調を想定し，その不調の直接の原因として，代謝系に共軛して存在する助酵素系の量的変化を考え，このことを実験的に証明しようとしている。その第一歩として，われわれはまず酸可溶性ヌクレオチドのうち ATP, ADP および AMP の，X線照射後のマウス各組織中の変化を調べた。本研究は代謝系相互間の協調の状態の研究と並行して続行中であるが，表記の研究につき得られた結果の一部を下記に報告する。

1. 材料および方法

材料として CF #1 雄の60または75日令マウスを用い，照射条件は 200 KV, 19 mA, 0.5 mm Cu+0.5 mm Al filter, FSD 50 cm, dose rate 80 r/min, whole-body irradiation, total dose 1,000 r である。照射後一定時間毎に動物を殺して各組織を取り出し，TCA にて酸可溶性分画をとり，これを本研究所36年度報告に記載の方法により分画定量した。

2. 結　果

Spleen における結果の一例は下表のごとくである。表中各ヌクレオチドの項の数字は組織 100 mg 当りの $\times 10^{-7}$ モルを現わしている。全ヌクレオチドの項の数字は動物一個体分の全量を $\times 10^{-7}$ モルで現わしている。表からみると，Spleen の全重量は周知のごとく照射後次第に減少し，現在使用の線量では5日以後再び増加してくるが，全ヌクレオチド量もこれに比例して変化する。これは一見当然であるが，100 mg 当りの AMP の ADP, ATP 合計のモル数も一時減少し，5日目に再び増加してくるのは興味ある事実である。しかし，この各ヌクレオチド量の合計と，ATP の量は照射後の一定時期に一時増大が見られるのは意外な事実であり，今後の解析に興味ある手がかりを与えるものと思われる。

（なお，本研究は昭和36年度文部省科学研究費による班研究報告を行なった。）

Spleen ×10⁻⁷ Mol/100 mg	AMP	ADP	ATP	M+D+T	全組織重量	全ヌクレオチド量
非照射対照	2.48	0.92	0.18	3.58	197.1 mg	7.06
24 時間後	2.59	1.50	0.40	4.50	84.4	3.80
48 〃	1.87	0.66	1.96	4.49	77.7	3.49
72 〃	2.37	0.39	0.02	2.72	52.4	1.40
96 〃	0.75	0.27	0.13	1.16	40.7	0.47
120 〃	1.77	0.44	0.04	2.26	43.2	0.98

(4) ウニ卵の放射線による細胞分裂遅延に対するDNP の効果

生物第2研究室
仲尾善雄[1)]
田口茂敏
1) 生物研究部長

ウニ精子，ウニ卵，ヒキガエル胚，メダカ胚等に DNP を作用させると，呼吸は正常値に比して高くなるが，正常呼吸には作用のないアザイドはこの高くなった部分の呼吸にのみ作用して正常値までに下げることが知られている。これらの薬物によって代謝の状態が変えられているときに放射線の感受性がどのように変化するかは，放射線障害の発現機構の研究および保護剤の作用機序の解明にとり興味ある問題である。本報告の別項にて報告したごとく，ヒキガエル胚を用い致死または奇形を Merkmal として調べると，DNP は放射線保護剤として働くことがわかったが，このような作用が他の動物胚でも共通におこるかどうかをしらべた。

1. 材料および方法

未受精卵での照射実験にはアカウニ *Pseudocentrotus depressus* の卵を KCl で刺激し産卵させ，10^{-4}M DNP 海水中に移し，通常海水中の未受精卵と同時に3 KC ^{60}Co γ 線で照射した。

線量は 1,000 r，3,000 r および 10,000 r で線量率はそれぞれ 100 r/min，300 r/min，1,000 r/min，である。照射時間を含めて DNP の処理時間は 21 分（照射前10分より処理）である。照射後の卵は海水で3回洗い（対照も同一操作をした），対照，実験群ともに約15分後に媒精した。全実験は一つの雄からの精子と一つの雌からの卵について行なった。媒精後は 20° C の恒温室におき，適当な時間以後に2分毎に各群から一滴づつをとり 10% フォルマリン中に入れて固定して分裂卵の百分比を調査した。実験は数回操返して行なった。

受精卵での照射実験にはバフンウニ *Hemicentrotus pulcherrimus* を用い，雌雄ともに KCl で刺激して，卵または精子を排出させ，媒精して 20° C の恒温室に入れ，3～5時間後で卵割期の卵を一部をとって DNP 5×10^{-5}M に入れ 7,000～8,000 r（線量率 200 r/min）で照射し，その後すみやかに通常海水にもどし，DNP の処理時間は照射時間を含めて 1～2 時間である。

2. 実験結果

未受精卵については，分裂遅延について見る限り DNP は保護効果を持たなかった。しかし受精卵では照射のみを行なった群では 100% 死亡するに反して，DNP 処理を行なった照射群では約 50% が生存しているのみならず発生も進んでいる。すなわち，DNP は受精卵では完全な保護作用を現わした。別報のヒキガエル胚でも受精以後で保護作用が見られることから，未受精卵では呼吸の上昇は同じように見られるにもかかわらず，その代謝系の変化の内容は異なるものと考えられる。この反応の特殊性を追求することにより，DNP の保護作用の作用機序ひいては障害の発現機構の解明に役立つものと考えられる。なお，受精卵での保護作用の数値的立証はウニの発生中に分化してくる骨片のカルシウム量およびエキノクローム量を比較し，形態的な写真による立証とともに続報に発表する予定である。

（本研究は昭和36年度文部省科学研究費による班研究報告を行なった。）

(5) 両生類幼生の放射線致死に対する DNP 処理の効果

生物第2研究室
仲尾善雄[1)]
田口茂敏
1) 生物研究部長

1. 研究目的

放射線に対する化学的防護剤が生体のどのような代謝

系を通して，どのような mechanism で働くかはひじょうに興味ある問題であるけれども，このような研究は極めて数少い。こうした研究への一つの試みとして，次のような構想のもとに実験を進めることは有益と思われる。すなわち，生体代謝経路に二つの系があり，生体をひじょうに abnormal な状態におかないで，この二つの経路の別々の道を生体にとらせることが可能であり，かつこの二つの経路のどれをとるかによって放射線感受性が変化をすると，われわれはそれによって放射線感受性の依存する系を明らかにし得るとともに，放射線の化学的防護をそれから予想することができる。

現在発生卵に及ぼす DNP (2,4-dinitrophenol) の作用機構はひじょうによく分析されている。卵や組織に DNP を加えると，呼吸のたかまることがよく知られている。ところが胚や組織における DNP 呼吸が，正常な呼吸にはなんらの作用も与えないか，またはわずかな阻害しか与えない濃さのアザイドによって完全に阻害される。

たとえばヒキガエルの後期原腸胚を 10^{-4}M の DNP で処理すると，一時間ぐらいたって呼吸が高まってくる。このような状態において胚の放射線感受性がどうなるだろうかというのが本実験の目的である。

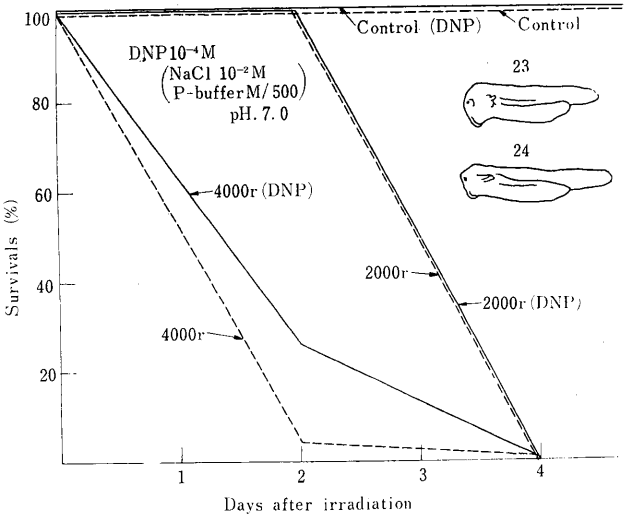
研究方法

実験は繰返し3回行なわれた。ただし，用いた胚の時期は同一ではない。胚期20—24（岡田，馬場の発育図）のヒキガエル *Bufo vulgaris formosus* の胚を用いた。DNP は 10^{-2}M の NaCl (M/500 の燐酸バッファーにより pH 7.0) 中に 10^{-4}M に溶かした。照射前45分に DNP と対照（10^{-2}M の NaCl, M/500 の燐酸バッファーにより pH 7.0）に浸した。照射は 200 KVP, 20 mA (0.5 mmCu+0.5 mm Al) 距離 40 cm で 155 r/分の条件で行ない，Radocon による積算線量を照射した。照射後 DNP をよく洗い，飼育して死亡を記録した。

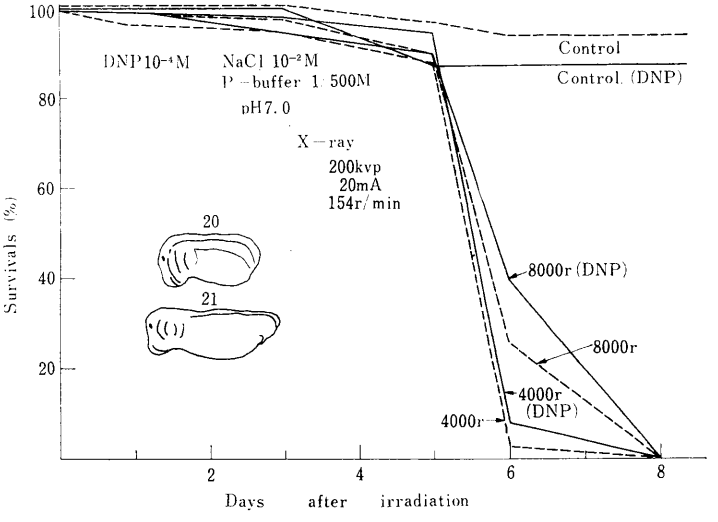
研究結果と論義

結果は図に示すとおりである。すなわち，線量の高い場合には DNP 処理と無処理でほとんど差が見られない。しかし，DNP 処理の方が，わずかに平均生存日数の多い場合が見られる。また 8,000 r 照射の方が 4,000 r 照射より DNP 処理，無処理とも平均生存日数が大となる。1,500 r 照射では，ひじょうに明らかに，DNP 処理の方が生存がよく，明らかな保護効果が見られる。

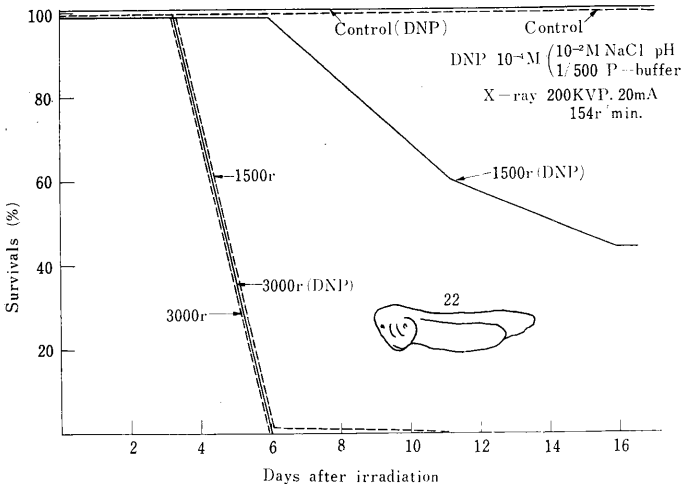
本実験は予備的なものであるため，結論的なことをいうためにはさらに繰返し実験を行なう必要がある。しかし，通常呼吸を高めた方が放射線感受性が増加するにもかかわらず，DNP による呼吸（活動呼吸）の上昇が放



第 1 図



第 2 図



第 3 図

射線感受性を低下させることはひじょうに興味がある。DNP が ATP を分解させ，また乳酸を増加させ，またアンモニア発生を促進させる。こうした DNP の作用の分析による放射線感受性への影響については，さらに実験を進めて結論を出したい。

両性類の未受精卵または受精直後の卵では線量と作用との間に逆の関係があることは古くから有名であって，Hertwig effect と呼ばれている。しかし進んだ胚においてこのような関係は，それでは説明できない。放射線によってこわされる二つの系があり，その両方がこわされると，かえって生存に対する障害が少なくなるというような機序も考えられるが，この点もさらに詳しく，今後しらべてみたい。

〔研究発表〕

仲尾善雄，田口茂敏；両生類幼生の放射線致死に対する DNP 処理の効果，日本放射線影響学会第3回研究発表会（1961年7月）

5. Nitromine 処理がメダカ胚の AMP, ADP および ATP contents に対する作用

生物第2研究室

田 口 茂 敏

新 津 せつ子

1. 研究目的

radiomimetic substances 特に alkylating substances が，放射線といろいろの点でよく似た作用を呈することは確立した事実である。こうした物質の mutagenic の作用を解明する場合，細胞の分化活動等のエネルギー源である adenine nucleotides に対して，これら物質がどのように作用するかを知ることは非常に興味あることである。特に，alkylating substance が染色体異常を誘発し，切断した染色体の切断端の癒合に ATP の必要性が明らかにされた現在，こうした代謝面からの追求が化学物質による突然変異発生機構に有力な解決の手がかりを与える可能性がある。

本実験は，目高胚を用い，発生中の細胞の adenine nucleotides 含有量に対し nitromine がどのように作用するかを見た。

2. 研究方法

産卵当日の盤状分割の最後の時期の胚100個宛をとり，径約40 mm のシャーレに入れ，約10 ml（深さ約5 mm）の液中に浸し23°C 恒温槽中で振盪し，観察のおよび測定のときまで飼育した。ナイトロミン処理の場合の実験群およびその対照群の処理時以外は，すべて蒸溜水中で飼育した。AMP, ADP および ATP の定量は本研究所昭和35年度報告（78頁）に掲載された方法にしたがって行なった。

3. 実験結果

実験結果は，処理時間に対する生存率と孵化率で求めた。

A Stage: Fig. 11～12 (last stage of discoidal cleavage)
Medium: 1.3×10^{-2}M Nitromin in M/20 Phosphate buffer pH 7.0
Control は buffer のみ

B Stage: Fig. 21 (7 Segment)
Medium: 同上
15 hrs treat で 24 Hrs 後には全部死亡

C Stage: Fig. 25 (18 Segment)
Medium: 10^{-2}M Nitromin in M/50 Phosphate buffer pH 7.0 8 hrs treat では control とほとんど同じに孵化する。

上記のごとき実験にもとづいて，試薬濃度は 10^{-2}M とし，処理時間を1日目胚においては2時間と4時間にし，3日目胚においては4時間と8時間として，処理時間直後における ATP 等を定量した。

測定結果は下表のとおりである。

days	control		1h treat		2 hrs		4 hrs		18 hrs		24 hrs	
	S %	H %	S %	H %	S %	H %	S %	H %	S %	H %	S %	H %
1	95		88		96		87		0		0	
3	95		88		93		85		0		0	
10	90		87		91		83		0		0	
12	80	50	69	41	75	5	83	(83[2])	0		0	

1日目胚　2時間処理　　μM/200 embryos

	対照群	実験群
AMP	.049	.061
ADP	.032	.033
ATP	.001	.002

1日目胚　4時間処理

	対照群	実験群
AMP	.218	.208
ADP	.036	.033
ATP	.016	.016

3日目胚　4時間処理

	対照群	実験群
AMP	.268	
	.234	
	.216	.216
	.202	.189
	.085	.084
ADP	.053	
	.066	.049
	.069	.053
	.066	.100
ATP	.021	
	.028	.014
	.017	.020
	.077	.109

3日目胚　8時間処理

	対照群	実験群
AMP	.104	.086
	.065	.082
	.072	.082
	.078	
	.085	.113
ADP	.081	.057
	.045	.050
	.056	.072
	.064	
	.101	.100
ATP	.081	.125
	.061	.109
	.045	.097
	.078	
	.036	.021

4. 考　察

結果をみると，実験群間にふれの大きいこと，一群のなかでの実験群と対照群との間には一定の関係が見られるが，全体的に見ると一定の傾向が認め難い。

この理由については，処理条件が適当でなかったとか，実験例がなお十分の数に達しなかった，材料の整一が不十分等のことが考えられるので，さらにこの点に留意して実験を行なう予定である。また適当な材料を用い，染色体異常の多い状態と少ない状態において（ナイトロミン誘発染色体異常に対する）これら ATP, ADP, AMP の量の変化を追及したいと考える。

〔研究発表〕

昭和36年度文部省班研究報告

6. γ 線照射によるゾウリムシ電解質含量の変化

生物第2研究室

山口武雄

生体に対する放射線の作用を基本的に理解するために，照射が各種の細胞に与える効果を共通の量的尺度で捉える必要がある。生物細胞の最も基本的な共通の特性は，動的平衡状態 Homeostasis を保つ能力があるということであり， Homeostasis を規制するひとつの本質的な表現は細胞のイオン透過性である。ゾウリムシは自由生活をする大型の単細胞生物で，大量の純粋な培養が

容易である点から，イオン透過性の研究材料として好都合である。ここでは，γ 線照射をしたゾウリムシの細胞内の K, Na および Ca の含量が，照射後の時間的経過につれて変化する事実を見出したので報告する。

1. 材料および方法

ゾウリムシ *Paramecium caudatum* の $K_3$2 strain を牧草浸出液中で，*Aerobacter cloaca* を餌として分裂増殖させ，定常期となったときに濃厚懸濁液として使用した。温度はすべて 24±1° C。照射は ^{60}Co 3,000 c を線源とし約 15 kr/m で所要時間だけ行なった。K, Na および Ca の定量は炎光分光光度計を用い，Stephenson ('57) の方法にしたがった。

2. 結　果

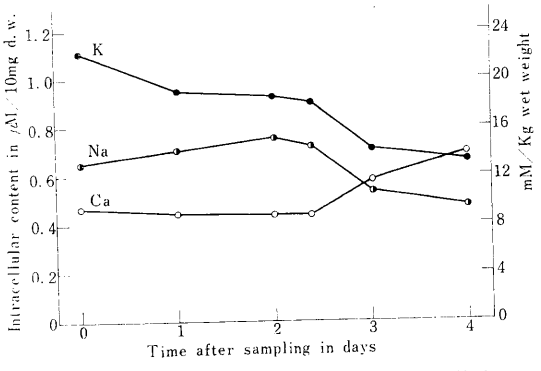
（1） 基礎データとして培養液および幾つかの実験液中での細胞内電解質含量を測定した。その結果は第1表に掲げた。

第 1 表 Intracellular Na, K and Ca content of Paramecium in some experimental media.

External solution	Preadaptation mM/liter			Condition	Intracellular content μM/10 mg. dry weight		
	Na	K	Ca		Na	K	Ca
Hay infusion	0.54	3.29	0.40	Well fed	0.64	1.11	0.46
				One day starved	0.70	0.95	0.44
				Two days starved	0.73	0.93	0.44
Balanced salt solution	0.54	3.3	0.40	One day adapted	0.68	1.14	0.42
				Two days adapted	0.70	1.04	0.49
M/200 Artificial sea water	4.62	0.08	0.09	One day adapted	1.00	0.88	0.38
				Two days adapted	1.07	0.81	0.30
M/300 $CaCl_2$ solution	0.50	0	3.33	One day adapted	0.60	1.02	0.47
				Two days adapted	0.71	1.10	0.48

* Since the water content of the paramecia is about 80%, twenty times this figure gives a value in m-equiv/kg. wet weight.

（2） 照射実験はいわゆる"飢えた状態"で行なうから，餌を与えずに高密度に懸濁放置した場合の含量の時間的変動を知る必要がある。結果を第1図に示した。これにより1日放置して，餌のバクテリヤを食いつくした状態で照射実験を開始することにした。



第 1 図 Effect of starvation on the intracellular Na, K and Ca content in *Paramecium caudatum*.

（3） 15 kr/m の γ 線を 2, 4, 8, 16 および 32 分間照射したゾウリムシの照射直後の状態を観察すると，第2表のごとくである。運動度の示標は顕微鏡下での繊毛運動の状態，および試験管内での負の走地性による上方への集合度である。この結果は，他の研究者たちの観察とよく一致する（Wichterman '53)。

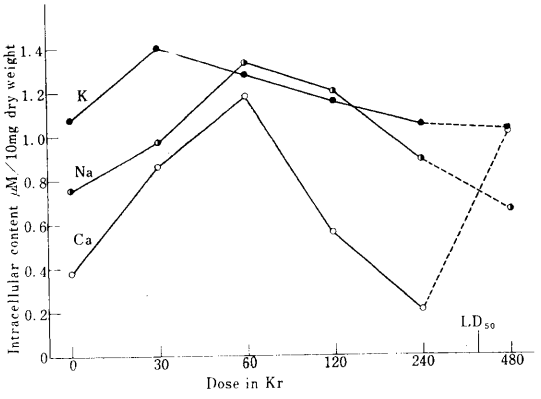
（4） 上記の各線量の照射をうけたゾウリムシおよび非照射対照群を，照射開始時点からかぞえて 2, 8 および 28 時間後に採って，その K, Na および Ca の含量を分析定量した。

第2図は照射後2時間の K, Na および Ca の含量に対する γ 線の線量効果を示す。いずれも致死線量以下での運動度の増加（第1表）と相関した含量の増加が見られる。これは特に Ca において著しい。繊毛運動が著し

第2表　Effect of γ-irradiation upon locomotion of *Paramecium caudatum*.

Dose in kr.	Observation soon after irradiation
0	Normal, regular ciliary movement
30	More active than normal
60	The most active of the all
120	Slightly slower than normal
240	Very slow movement
480	No locomotion, soon cytolysis occurred

Temp.: 24° C.; Stationary phase; 15 kr/min ^{60}Co.

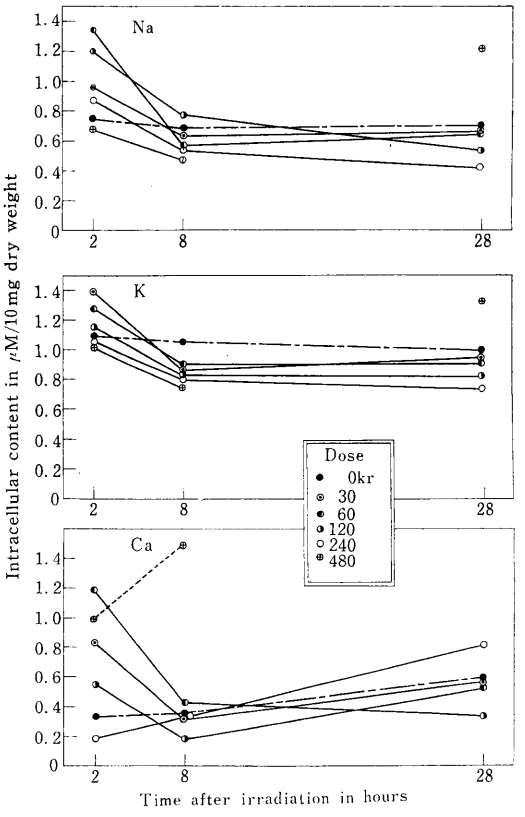


第2図　Dose effect of γ-irradiation on the intracellular Na, K and Ca content in *Paramecium* at 2 hours after the beginning of irradiation. Temp.: 24° C; stationary phase; dose rate: 15 kr/m ^{60}Co γ-rays.

く阻害される240 kr では逆に Ca が対照の約1/2に減少している。480 kr ではすべての動物は照射直後にまったく運動を示さず，2時間後には，cytolysis を始めているから，Ca 含量の2次的増加は他の値との比較の意味をもたない。

致死量以下で増加したこれらの金属の含量が，その後の時間的経過につれてどのように変るかを第3図に示した。

顕著な事実は少なくとも8時間以上経過するといずれも正常値もしくは以下に減じ，この減少した値が少なくとも28時間後までかなり一定に保たれるということである。特にKはどの線量でも正常値以下であって，大線量ほど減少効果が著しい。Ca の8時間以後の2次的増加は，特に240 kr（X線による LD_{50} 24 hrs; 350 kr: Back and Halberstaedler '45; Figge and Wichterman '52）といった大線量で著しいが，この場合には，cytolysis を起しているものもかなりみられ，先述した意味で他との比較の対象とはならない。



第3図　Time change in Na, K and Ca content in *Paramecium* after γ-irradiation.

3. 論　議

これまでに報告された淡水産の原生動物の K, Na および Ca の含量を第3表に示した。本報の値は諸種の実験条件上の差異を考慮に入れても，他の報告とかなりよく一致する。Yamaguchi（'60 b）の ^{45}Ca の出入りを調べた研究と今回の結果とを考え合わせると，細胞内の Ca は約2/3が結合状態にあり，残りがイオン化されて自由に拡散できるものと思われる。また，Yamaguchi（'60 a）の膜電位測定結果と今回の M/200 人工海水中のゾウリムシの K, Na 含量測定値と考え合わせると，細胞内の K と Na とは大部分イオン状態にあって両者の膜透過性はほぼ等しいと思われる。

γ 線を照射された細胞で，特に顕著な事実は致死量以下での一時的な運動度の増大と，これに平行しておこる

第3表 Electrolytes concentration of some fresh water protozoa.

Material	mM/liter			Methods	References
	Na	K	Ca		
Acanthamoeba (distilled water washed)	14.3	26.9	—	Elemental analysis	Klein '59
Spirostomum (in salt solution)	1	7	—	Equilibration to isotopic solution	Carter '57
Tetrahymena (in 2% proteose-peptone)	12.7	31.7	—	Elemental analysis	Dunham and Child '61
Paramecium (D. W. washed) pre-adapted in M/100 NaCl+KCl solution	17	23	0.3	Elemental analysis	Akita '41
pre-adapted in M/150 $CaCl_2$ solution	9	21	0.4		
Paramecium (in M/300 $CaCl_2$ solution)	—	—	3.6	Equilibration to isotopic solution	Yamaguchi '60 b
Paramecium (D. W. washed) fed well in culture	13	22	9	Elemental analysis	Yamaguchi '62 present paper
pre-adapted in M/200 artificial sea water	21	17	7		
pre-adapted in M/300 $CaCl_2$ solution	13	21	10		

電解質含量特に Ca の増加である。

細胞の膜を横切ってのイオン透過性に対する電離放射線（主にX線）の作用については，これまでにも幾らか報告されている（たとえば，Sheppard and Beyl '51; Wild and Sheppard '55; Portela et al. '60; Darden '56, '58, '60; Bergeder '58 a, b 等)。しかし，興味のあるそして現在得られた結果と関連した事実は，ミミズの巨大神経およびネズミの神経を用いた Bachofer らの仕事に見出される（Bachofer '57; Bachofer and Gautereaux '59, '60 a, b)。すなわちX線照射によって，正常のものに比し一時的に伝導速度・活動電位が増加し，相対不応期・閾値が減少するという。そして活動度増強の原因として彼らは，Rothenberg ('50) のイカの巨大神経の ^{24}Na のとり入れの照射による増加を傍証として，膜イオン透過性の照射による変化をあげている。

ゾウリムシは K, Na および Ca を細胞内に 'active' にとり入れているものと考えられる。その機作はもちろん未だよくわからないが，Robertson ('60) のモデルのように呼吸と直接結びついた細胞活性によるものならば，その活性が γ 線の照射によって一時的に増加するのであろう。

Bacq と Alexander は照射に続き，最も早期に起り最もしばしばみられる細胞内の変化は，細胞内の必須構造物の境界膜の変化による酵素活性の一時的増大であると述べている (Enzyme release hypothesis: Bacq and Alexander '55; Alexander '61 等)。したがってゾウリムシでみられた照射による細胞活性の一時的増加は，電離放射線のかかる作用にもとづくものとして理解されよう。

さらに致死量に近い線量では，照射後短時間に細胞内 Ca 含量が著しく減じていた。

放射線障害に果す Ca の役割については，すでに多方面からの研究がある（たとえば Steffenson '55; Wolff and Luippold '56; Toosy '58; Zuppinger and Minder '58; Rixon et al. '58, '61 等)。本報の結果は，放射線障害が細胞周囲の Ca 濃度を増すことで軽減されるという一般的観察と照し合わせて，放射線障害の原因・防禦・治療に果す Ca の役割の細胞レベルでの解明に対し，その端緒となるべきものであると考えられる。

4. 附　記

炎光分光光度計の使用を許して下さった環境衛生研究部の小柳卓氏に厚く御礼申し上げる。

〔研究発表〕

1. 山口武雄；ガンマ線照射によるゾウリムシ電解質含量の変化，第32回日本動物学会大会（1961年10月）
2. 文部省放射線影響班研究報告（1962年2月）

VI 遺　伝　研　究　部

概　　況

遺伝研究部は本年度初頭生物研究部から独立した。独立してみると，人員の面でも設備備品の面でも，なおひじょうに整備されていないことを痛感した。委員会にも委員を全部送るのに不足していて，一部の委員会はいままでと同様生物と共通の委員にしている。したがって研究部としては各方面の理解と援助により，早急に人と物との面で整備を行ない，他の研究部に追いつき追い越す努力をしたいものと考える。

遺伝研究部の本年の定員増は3名であって，第1研究室に北大より中西宥，遺伝研より町田勇，第2研究室に今泉洋子の3研究員を迎えた。中西博士は細胞の局部照射後の染色体の行動を顕微映画撮影法により追及し，この方面では世界の第一線に立つ学者であるので，いままで細胞遺伝分野に研究者がおらなかったが一躍して強化されることになった。細胞遺伝の分野はひじょうに放射線遺伝の研究に大切であり，特に最近，人の細胞培養法により，放射線の影響を明らかにせんとする試みがさかんになったことを考慮すると，こうした研究グループの早急な拡充が強く要望される。

また年度はじめ，Edinburgh 大学の Institute of Animal Genetics の C. Auerbach 博士が交換教授として来朝された際，放医研の生物，遺伝研究部に約半月滞在されて，直接研究の Consultant としていろいろな示唆を与えられたことは，ひじょうに有益であって研究の発展に大きな寄与をされた。本年度遺伝研究部において，研究に参加された研究生は3名であった。

遺伝第2研究室の安田徳一研究員は，Wisconsin 大学の Crow 教授，Morton 助教授等の，ブラジルにおける近親婚の遺伝的研究に参加するため7月米国に向け出発した。この研究は3年計画であるが，調査の企画，調査，結果のデータ処理の三つの面をつぶさに観察し，自分でも実施してくることになるので，本研究部の将来の研究に測り知れない研究上の寄与となるものと期待している。

放射線による突然変異発生の本質は化学的なものであろうから，この機構の解明には放射線の作用と同様の作用を持つ放射線類似物質の作用を明らかにすることがひじょうに有用である。この意味において，年度末近く37年2月にクラブハウスにおいて2日間にわたり，"radiomimetic substance による突然変異誘発の問題"を各方面より論議するシンポジウムを開催した。午後のみであったが，夜8時頃まで活発な討論を行なった。このシンポジウムには遺伝・生物両研究部のほか，化学研究部から鈴木孝之室長，亀山，岩間等の研究員，障害基礎研究部から中村弥室長，村松研究員が参加されて有益な論議を提供された。

遺伝第1研究室では，昨年に引続き総合課題の「低線量における突然変異」の研究を11月に終了することができた。調査した染色体総数は54万本におよぶ大規模な研究であったが，塩見，稲垣，橘研究員等の努力により，予定どおり完成することができた。この完成は，第2研究室の安田，今泉研究員による適切な計算により，予め精密な統計処理により必要な数を明確にして実験したこと，実験室の配置その他に至るまで大規模実験に必要なルーチンの仕事を合理化して，あらゆる面で無駄をはぶいたこと，日本人の手先の器用さを利用して pair mating 等に管瓶3本を持つ等小さな点においても能率向上に創意をこらしたこと，等が大きな推進力となっていたと信ずる。これによって遺伝第1研究室，第2研究室はまったく一体の実を挙げることができ，また大規模実験に対する大きな自信を得ることができた。同時に本研究はいろいろな点で部内外の御援助をいただいた。物心両方面における，所長，管理，技術，他研究部の支持のほかに，遺伝研究所の田島弥太郎部長，近藤宗平博士，木村資生博士等からは貴重な御指示を得，また国外からも Auerbach 博士，Muller 教授，Oftedal 博士等か

らいろいろな示唆をいただいた。こうした御教示と御援助が本研究完成の背後の大きな力であったことを信じ厚く感謝の意を表したい。

研究データの処理では，grouping の処理でこれを cluster と考えるかどうかでいろいろな問題があり，この点は将来の問題として各方面から解決して行くつもりである。

このほかに，研究部は突然変異発生機構を追及するための実験を行なった。この目的のため，二つの方面から研究を行なっている。一つは前に述べたように，放射線と類似の作用をもつ化学物質，radiomimetic substances を用いて突然変異発生機構を明らかにせんとする試みであり，本年度は構造が簡単で，かつ発癌，制癌作用の明らかな 4-nitroquinoline-N-oxide を用いての実験であり，さらには作用基の数と作用機構との関係の問題である。他の方面は，蚕を材料として molecular level から DNA の strand を考え，突然変異をこの level で考えようとする試みである。

遺伝第2研究室は実験的研究は人員，設備備品の関係から本式に発足し得ず，原生動物を用いる集団遺伝学的研究の可能性を検討するための基礎実験を行なった。この実験は原生動物の増殖時期の放射線感受性の差を明らかにし，将来集団研究に入るためにひじょうにしっかりした基礎づくりといい得よう。

また中西研究員はいままでのすぐれた技術と経験を駆使して，干渉顕微鏡を全体または局部照射後の培養細胞の行動を追及する研究の準備に着手した。

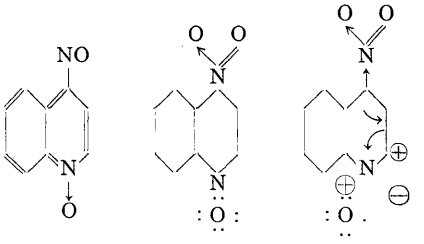
本年研究部の関係した班研究は「化学物質による突然変異生成機構の研究（班長，遺伝研田島弥太郎部長）」，「放射線の遺伝的影響の研究（班長，森脇大五郎都立大学教授）」である。　　（仲尾　善雄）

1. 放射線による突然変異の発生機構の研究（Radiomimetic substance による機構の解析）

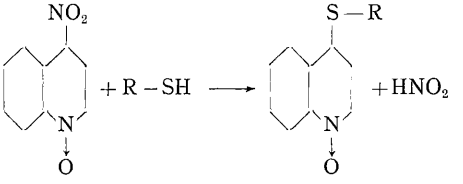
（1） 4-Nitroquinoline-N-oxide によるショウジョウバエの突然変異発生実験 II. Feeding Experiment

遺伝研究部
仲尾善雄
森岡美子[1)]
[1)] 研究生

4-Nitroquinoline-N-oxide (4 NQO) は下のような簡単な機造式を持つ物質で，落合英二博士により合成された。この物質の制癌作用は酒井博士（1955）により，また強力な発癌性は中原博士等，高宮博士（1957，1960）により明らかにされ，また突然変異誘発作用は *Aspergillus* について岡林（1955）により，*Streptomyces* について池田博士等（1958）により研究された。すなわち，この物質は carcinogenic, carcinostatic および mutagenic の三つの作用を持っている。特に遠藤博士等は，TMV を用いてこの作用を詳細に追及した。(Nature, 1961)



それによると 4-NQO は直接 DNA と結合しないで，蛋白特に SH 蛋白と特異的に結合し，TMV において *Nicotiana tabacum L.* variety xanthi の葉に生ずる necrotic lesions を指標としての突然変異誘発作用を示した。そして，化学的には 4-NQO の4の位置の C がひじょうに高い活性中心を形成し，N-oxide と nitro-group の polar effect によって，nucleophilic reagents と結合して nitrous acid を生ずる。



したがってこの nitrous acid が RNA と反応して突然変異を生ずる可能性も考えられるが，いまのところこれは否定的である。

このように 4-NQO の作用はいろいろの観点から興味があり，特に formaldehyde の作用と比較して，突然変異発生機構の点から本実験を行なった。

1. 研究方法

実験は2回行なった。第1回の実験では 100 ml の飼料につき 6, 18, 36 mg の 4-NQO を混じ，羽化後 12.5 ±7.5 hrs の OrK ♂♂ 2×♀♀ 3 を4日間入れた。準備した管瓶は 36 mg；10 本，18 mg；8 本，6 mg；10 本，対照3本である。第2回目のものは 254 mg，127 mg，64 mg/ml にし，これに同様 OrK 2 ♂♂×3 ♀♀ を入

れ（羽化後3 hrs），24時間飼料上においた。この卵から育った♂♂を集め，通常のように Muller-5 法により劣性伴性致死率を求めた。F_2 は1処理雄当り20本取り，致死は F_3 まで検定した。処理雄には♀♀2を交配した。M-5 test の場合，3日目毎に♀♀とかえて brood を4回までしらべた。

2. 結　果

(1) 4-NQO による発生遅延と性比

4-NQO を飼料に加えることにより，明らかな発生遅延が見られる（第1図）。また対照では，ほとんど0.5の雄の割合が処理区では0.468（18 mg），0.486（36 mg）と低下する。6 mg では0.499とほとんど差がない。4-NQO の量を増加して254 mg，127 mg にしたものではまったく幼虫が孵化しない。卵は産下されていてもそのまま死亡する。実験開始後約1週間のちに♂♂5×♀♀5を加え，1週間をおいてもまったく幼虫が出てこない。発生遅延もいちじるしい（表に示す）。

第1表　処理による発生遅延〔(　) 内は奇形〕

	11 日目	12 日目	13 日目	14 日目	♂／♀
対　照	219	160	173	40	297/295
60 mg	—	13	77 (6)	25 (3)	72/41

管瓶数は対照8本，処理11本である。この場合，発生遅延のみならず，致死も相当の率に達することがわかる。

また第1図に示した36 mg までの実験では見られなかったが，64 mg の実験では外形的に奇形のものも発生した。

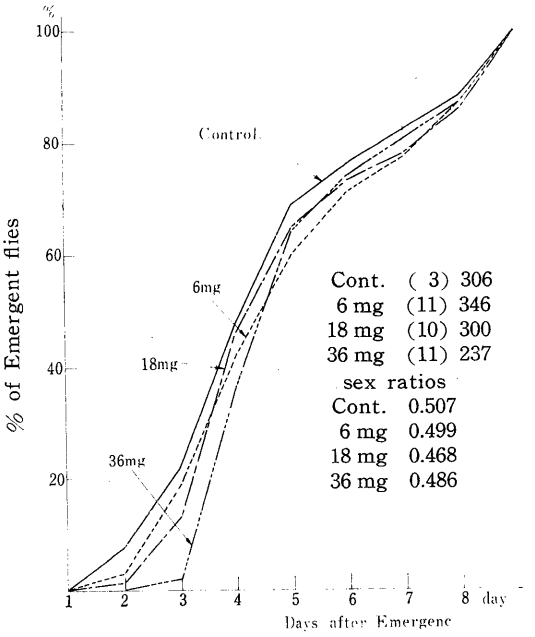
(2) 突然変異発生率

結果は次表のとおりである。

第2表　突然変異発生率（%）

	brood Ⅰ	brood Ⅱ	brood Ⅲ
Cont.	0.19 (509)	0.21 (469)	0.66 (301)
6 mg	0.0 (548)	0.0 (486)	0.0 (366)
18 mg	1.75 (628)	1.76 (569)	3.49 (544)
36 mg	0.34 (582)	0.35 (572)	0.57 (522)
Cont.	0.36 (556) (3.24)	0.0 (542) (2.18)	0.16 (631) (3.13)
64 mg	2.98 (771)	1.79 (504)	2.41 (415)

なお第2実験の brood Ⅳ は，それぞれ Cont: 0.21% (472)，64 mg: 1.21% (331) であった。



第1図　Delay in development by 4-NQO-treatment

実験結果において特異な点の第1は，ここで挙げていないが sterile の♂が生ずることで，6 mg の brood Ⅰ に2，Ⅱ に1，18 mg の brood Ⅰ に2，Ⅱ に4，Ⅲ に1見られた。こうした sterile は，新らしい♂♂を加えても孵化し得る卵を産まない。第2は Mntation cluster の多いことで，18 mg の区に致死が多いが，これは大部分1匹の処理♂から由来する。すなわち，18—4—3の雄からは，brood Ⅰ で11，Ⅱ で8，Ⅲ で17の致死が出ている。このため，変異率が高くなっている。これを除くと，18 mg における突然変異は極めて低くなる。

3. 考　察

4-NQO のショウジョウバエにおける劣性伴性致死の誘発作用は，feeding experiment においては弱いけれども，確実に存在するといってよいであろう。しかしここには，いろいろの問題が存在する。36 mg までの処理における雄の減少は64 mg における雌の減少と矛盾する。しかし64 mg においては幼虫期の死亡がひじょうに大きいので，原因をこれに帰すことができるかも知れない。第2の点は，突然変異率が18 mg 処理区で最大のことも奇妙な現象ではあるが，mutation cluster の数え方では，64 mg から作用が確実といえそうである。これに加えて 4-NQO が飼料中に小さな粒子とし

て存在し，完全に溶け得ないこともこの一つの原因かも知れない。いずれにしても，4-NQO の mutagenic の作用は高等な生物では強いとはいえない。将来，合成培地と組合せてこの問題を追及したいと思う。

最後に，本実験のため 4-NQO を提供していただき，御教示をたまわった落合英二先生，遠藤英也教授，樫田義彦博士に厚くお礼申上げる。

〔研究発表〕

仲尾善雄，森岡美子；4-nitroquinoline-N-oxide によるショウジョウバエの突然変異発生実験 II. feeding experiment，日本遺伝学会第 33 回大会（1961 年 9 月）

(2) 4-Nitroquinoline-N-oxide によるショウジョウバエの突然変異発生実験 I. Injection Experiment

遺伝第 2 研究室
藤 田 英 子
仲 尾 善 雄[1)]

[1)] 遺伝研究部長

4-NQO は II に述べたように，SH 蛋白と特異的に結合し，DNA とは反応しないにもかかわらず，mutagenic な作用を有するひじょうに興味ある物質である。その作用のし方から，ひじょうによく Formaldehyde に似ているように思われる。Formaldehyde は mature sperm と，Auxocyte と呼ばれる特別な時期にしか作用しない。4-NQO にもこのような特異性が見られるかどうかは，その作用機構を知る上に大切な問題である。精子成熟時期における 4-NQO の作用は，feeding experiment を詳細に追及して行けば明らかになる。しかし，成熟精子に有効かどうかをしらべるため本実験を行なった。

1. 研究方法

処理する雄は，いろいろな点を考慮して OrK を用いた。羽化後 24±5 hrs の雄を用い，その腹腔内に Agla の微量注射器を用いて 10^{-3}M の 4-NQO（0.4% NaCl 液に溶解）を 3 目盛（3 μl）注射した。24 時間後 0—1（y. sc^{s1} In 49 sc^{s}）; bw; st ♀♀ に交配した。brood pattern をしらべるため，3 日目毎に 4 回，新らしい ♀♀ に mate した。交配による sex-linked recessive lethals と translocations 検出の方法は表のとおりである。

Method of Detection

○ Wild strain……Oregon—K

○ Strain for detection of translocation

	X chr.	IInd chr.	IIIrd chr.
	y sc^{s1} In 49 sc^{s}	bw	st

P; $\frac{ysc^{s1}In\ 49\ sc^{s}\ bw\ st}{ysc^{s1}In\ 49\ sc^{s}\ bw\ st}$ × ↓

F_1 ♀ $\frac{ysc^{s1}In\ 49\ sc^{s}\ bw\ st}{}$ × M-5

F_2 ——→ detection of sex-linked recessive lethals

F_1 ♂ $\frac{ysc^{s1}In\ 49\ sc^{s}\ bw\ st}{}$ → × $\frac{ysc^{s1}In\ 49\ sc^{s}\ bw\ st}{ysc^{s1}In\ 49\ sc^{s}\ bw\ st}$

F_2 ——→ detection of translocations

2. 結果と考察

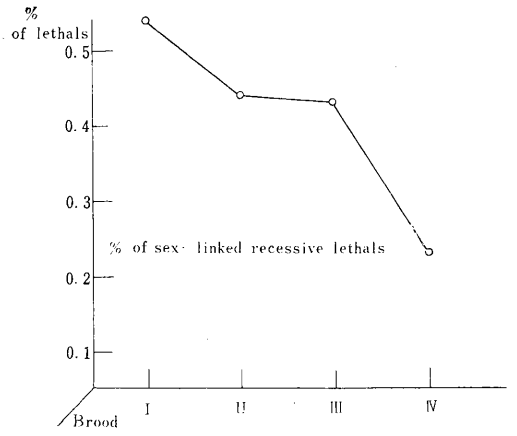
実験結果は表のとおりである。

4-NQO はほとんど成熟精子に作用しないように思われる。伴性致死の方は対照が 0 であったため，極めて弱い作用をもつかのような印象を与えるが OrK の自然伴性致死は 0.3～0.5% であるので，明らかに有効とはいえない。

したがって 4-NQO は Formaldehyde とことなり，成熟精子にはほとんど作用がないといえる。ただし，濃度が不十分であるかも知れない。いま用いた 10^{-3} は，水

A Test of Mutagenicity of 4-NQO in Drosophila (Injection Exp.)

	brood	I	II	III	IV	Total
		% (No./Test.)	% (No./Test.)	% (No./Test.)	% (No./Test.)	% (No./Test.)
Sex-linked recessive lethals	control	0 (0/340)	0 (0/279)	0 (0/284)	0 (0/195)	0 (0/1098)
	treated	0.54 (3/554)	0.44 (2/452)	0.43 (2/462)	0.23 (2/431)	0.42 (8/1899)
Translocation	control	0.28 (1/358)	0 (0/262)	0 (0/247)	0 (0/162)	0.10 (1/1029)
	treated	0 (0/493)	0 (0/394)	0 (0/407)	0 (0/438)	0 (0/1732)



に対してほとんど最高濃度であるが，アルコールに溶解して0.4% NaCl に混ずる等の方法で高濃度にして実験をこころみたい。

〔附〕

Silk worm には，10^{-2}Mol 4-NQO を 5% alcohol +95% (0.4% NaCl) に溶かし，0.05 cc を wild の silk worm ♂♂ に注射し，control として 5% alcohol +95% の (0.4% NaCl) を同量注射し，1.5時間後に pe, re ♀♀ と交配し常染色体上の特定座位 pe, re, loci に起きた visible mutation を調べた。

結果は表のごとくである。

	treated	control
hatchability	0.93 (21423/23121)	0.94 (2967/3153)
mutation rate	0.81% (187/23121)	0.28% (9/3153)

最後に，本実験のため 4-NQO を提供していただき御教示をたまわった落合英二先生，遠藤英也教授，樫田義彦博士に厚く御礼申し上げる。

〔研究発表〕

藤田英子，仲尾善雄；4-nitroquinoline-N-Oxide によるショウジョウバエおよび蚕の突然変異発生実験，I. injection experiment 日本遺伝学会第33回大会 (36年9月)

(3) Cross-linking と染色体切断能力との関係の可能性 (Ethylene imine の作用)

遺伝研究部長
仲 尾 善 雄

よく知られているように，carcinostatic な作用を持つ alkylating substances は通常二つ以上の機能群を持っている。このことから，生物学的に重要な巨大分子を Cross-link する能力が，この作用に重要な役割を演じているように思われる。先に Nakao & Auerbach は ethylene oxide CH_2—CH_2 (O) と diepoxybutane CH_2—CH (O) · CH—CH_2 (O) を比較した。本実験では，ethylene imine と TEM を比較するため，まず，ethylene imine を用いて lethal と translocation とを比較したものである。

1. 研 究 方 法

ethylene imine は BDH のものを用い (mol. wt. 43.07, density 0.832, boiling pt. 55—56), 0.4% NaCl 中に 1.29×10^{-2}M に溶解した。注射は Agla の micro-syringe を用い，目盛で3目盛 (3 μl) 注射した，細部の方法は 4-NQO の injection experiment と同じである。

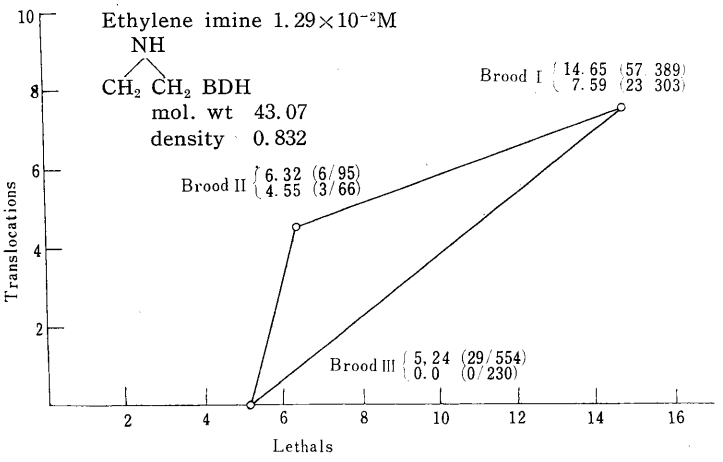
Brood	lethals		translocations	
	control	treated %	control	treated %
I	0/562	14.65 (389)	0/512	7.59 (303)
II	1/525	6.32 (95)	0/472	4.54 (66)
III	3/520	5.24 (554)	0/438	0 (230)

2. 研究結果と考察

研究結果は表および図 (次頁) に示すようであって，brood による変異率と転座率の相互変化は ethylene oxide や diepoxybutane に比べて，ひじょうに大きい。

〔研究発表〕

仲尾善雄，エチレンイミンによる蚕およびショウジョウバエにおける突然変異の誘発，日本動物学会第32回大会 (36年10月)



2. 放射線による突然変異発生機構の分析

（1） 蚕の可視突然変異を用いて whole mutation と mosaic との関係の分析の可能性

遺伝第1研究室
仲尾善雄[1)]
稲垣栄一
藤田英子[2)]
町田　勇

1) 遺伝研究部長
2) 遺伝第2研究室

1. 研究目標

遺伝子の担荷体が DNA であり，DNA の構造が，Watson & Crick の模型のように 2-strands から成立↗↗しているとすれば一つの strand に起った変化に由来する mutation は必然的に mosaic を生ずる。こうした molecular level からの突然変異の解析には，微生物が適当であることはいうまでもない。しかし，Muller はショウジョウバエを用いて rotational substitution of bases の説を提出して，高等動物においてもこの観点からの実験の可能性を示した。また Alderson の実験とその考察もこうした molecular level に立つ実験の可能性を高等動物で示したものといい得よう。

本実験の目的は，蚕の卵色可視突然変異がこうした目的に使い得るかどうかを明らかにせんとするにある。

2. 研究方法

蚕の第V染色体上 pe と re を用いた。雄蛾を 1,000 r 照射し（200 kVp, 19 mA, 約 70 r/min）（線量は Victoreen dosimeter による積算線量），pe, re について double recessive のものと交配し，その生む卵について，whole mutation, mosaic をしらべた。Mosaic はすべて Zeichenapparat で抽写し，その面積を調べた。

3. 研究結果

結果は表に示すとおりである。mosaic の面積はプラニメーターで測定しなければならないのではないかと予想していたが，予想に反し 1/2, 1/4, 1/8 等を決定することは割合に容易であった。

Mosaic のなかにおける $^1/_2$ mosaic の割合は大きい。その他の面積比をもつ mosaie の数は比較的少ない。またここで pe と re との座位を比べてみると，第2表のようになる。

第 1 表

区分	Whole mutation 白	赤	計	Mosaic >1/2	1/2	1/4	1/8	および以下	計	1/2 mosaic / mosaic %	mosaic / whole %
対照	3	0	3	0	1	2	0		3	(33.3)	(100)
照射	183+9 ?,	166+1 ?,	349+10 ?	8+2 ?,	15+7 ?,	7+1 ?,	7,		37+10 ?	40.5	10.6

? は疑問のもの；% のところでは ? のものを除く。

第 2 表

座位	whole	%	mosaic	%	計
pe	183+9 ?	52.4	18+8 ?	48.6	52.1
re	166+1 ?	47.6	19+2 ?	51.4	47.9

% の場合は ? を含まない。

4. 論　議

pe, re の座位に生ずる mosaic の発生原因はひじょうに数多い。実験の最初に述べたように，DNA の一方の strand に生じたと考えてもよいし，mutation の発生の delay と考えてもよいし，また parthenogenesis 核と受精核の共存，その他まだいくつかの可能性が考えられる。したがって，この実験のみから結論的なことは何もいうことはできない。ただ線量を変えたり，線量率を変えたり，また他の mutagen を用いた場合を比較したりすれば，高等動物の蚕を用いても十分このような分析に入り得る可能性のあることは明らかなように思われる。特にこれが発生の初期に現われ，したがって観察にかかりやすい形質であることを考慮すれば，こうした分析のためには，微生物に劣らないよい材料であることがわかる。

(2) 突然変異発生率に対する Sperm の Storage effect

遺伝第2研究室
仲尾善雄[1)]
藤田英子
森岡美子[2)]

1) 遺伝研究部長
2) 研究生

1. 研究目的

突然変異率はひじょうにいろいろな環境条件によって変化する。もちろんこうした変化は小さいものであろうが，このような条件の詳細な追求は突然変異発生機構の考察に役立つものと考えられる。Muller は自然突然変異率は，精子が雌の貯精嚢に貯えられている間 0.06%/week の割合で上昇すると述べている。ここでは照射後の精子が雌の体内に storage された場合にどうなるかをしらべた。

2. 研究方法

ショウジョウバエの Oregon-K を用いた。羽化後 8±7 時間の雄を集め，1500 r 照射した。照射条件は，200 kVp, 20 mA, (0.5 mmAl+0.5 mmCu) dose rate は 80 r/min であって，Victoreen の積算線量計で線量を測定した。照射後，この雄は直ちに Muller-5 ♀♀ に交配し 24 時間おいた。24 時間後，この雌を 2 群に分かち，1 本当り 17 ♀♀ を milk botle に入れて，一方は 25° C に保ち，他は 10° C に保った（実験 28 本，対照 7 本）。対照区（照射）は 24 時間産卵させ，それの F_1 同志交配させた。storage のものは，18 日間この状態 (10° C) においたのち 25° C にかえし，産卵させた。

3. 結　果

結果は表のとおりである。

区　分	調査染色体数	lethals	率
対照（照射）	2047	43 (8)	2.10 (2.49)
storage (〃)	2290	86 (13)	3.76 (4.32)

( ) 内は semi-lethal およびそれを含む率，ここで semi-lethal というのは ♂ 1～2 匹を含むもので F_3 まで検定してある。

すなわち lethal においても，storage したものは storage しないものに比し，約 1.7 倍の変異率上昇がみられた。

4. 論　議

Muller によれば，spontaneous mutation rate の storage による上昇は 0.06%/week であるので，この場合，約 3 週間の storage で 0.18% の上昇が予想される。照射を受けてから storage された場合，率の上昇は照射線量に応ずる率にこの上昇率をかけなければならないのか，すなわち 1500 r の照射による変異率×自然突然変異率 +0.18%/自然突然変異率になるのか，またはただ 0.18% を加えればよいのか，考え方が二つある。この結果では，前者の答に近い結果を生じた。いいかえると，Oregon-K の自然突然変異率は 0.3% であるので 2.10 (2.49)×(0.3+0.18)/0.3=3.36 (3.98) に近い結果になっている。

遺伝子のレベルで考えて，自然発生突然変異も放射線誘発突然変異もともに，雌の貯精嚢中において貯えられた場合，同じ倍率で増加することは極めて興味がある。

(3) 突然変異発生率に対する父親の age の効果

遺伝第2研究室
仲尾善雄[1)]
藤田英子
加藤光秋[2)]

1) 遺伝研究部長
2) 研究生

1. 研究目的

人類における種々な traits の自然突然変異発生率を精細にしらべると，Down's Syndrom (Mongolism) は母親の年令上昇とともに上昇し，Achondroplasia は反対に父親の年令の上昇とともに上昇し，Epiloia,

Neurofibrimatosis, Retinoblastema 等は両親の年令増加にしたがって増加する。この最後のものは多分 radiation によるものと考えられるが，他の二者は放射線とは考えられない。Penrose は，これはその本質が化学的なものであろうと推定している。germ cell line は発生のひじょうに早い時期に溯れば，1個または数個の極めて少数のものにまで辿ることができよう。ショウジョウバエ，ネズミ，人間のような生物における生殖細胞の成熟の流れは，したがってこれらの細胞における分裂の phase のずれに還元することができよう。かく考えれば，若いときに成熟する精子と老年になって成熟する精子は，分裂の或る時期または或る長い期間における分裂の遅速によるものであって，この遅速は細胞に運命づけられているのか，偶然かは問題であるが，もし生理または生化学的状態によって運命づけられているとすると，その違いが放射線感受性をも異なる状態におくであろうことは推察できる。ここではショウジョウバエの伴性致死を用いて，これを調べた。

2. 研究方法

Drosophila melanogaster の Oregon-K を用い，羽化後12±の雄と羽化後20日（この間雌とともにおく）の雄に1500 r を照射し（照射条件は 200 kVp, 20 mA, 0.5 mm Al+0.5 mm Cu, 80 r/min, Victoreen の積算線量計による），直ちに M-5 ♂♂ に交配して伴性劣性致死をしらべた。同時に両群とも1日おいたのち，新しい ♂♂ を加えて3日間交配させ，brood II をとった。致死は F_3 までとって検定した。

3. 結果

結果は表に示すとおりである。

区	分	調査染色体数	lethals	semi-lethals	変異率（%）
young	control	997	1	0	
young	1,500 r	1,166	22	3	2.18
old	control	943	1	0	
old	1,500 r	1,157	34	8	3.65
(brood II) young	control	590	1	0	
young	1,500 r	675	30	4	5.05
old	control	607	2	1	
old	1,500 r	720	15	8	3.20

率は lethal+semi-lethal を合算した。

表から明らかなように，突然変異率は成熟精子の方では父親の年令増加とともに増加するが，brood II (mature sperm+spermatid) では逆になる。brood II については，brood I が1日であるのに3日であることや，年令による交尾等，行動力低下等で正確な比較の資料は不十分である。

調査数は十分ではないが，伴性劣性致死突然変異は父親の年令上昇とともに上昇するようである。これについてはいまでもいくつかの実験があり，Herskowitz はこれと同じ傾向を見ているが，反対の実験結果も得られている。この原因は雄の体内における一般的な生理化学的変化によるものか，DNA 等遺伝質の aging によるものか，さらには早く分裂した細胞と遅く分裂する細胞の差にもとづくものか，またはこれらいくつかの原因の総合的結果かはむずかしい問題である。将来，母親の年令との関係，線量との関係，またさらにこの実験とは違った年令における比較を行ないたいと思う。brood II における逆転は stage が異なるので，直接比較し得ないが，Clark によれば spermatid では若い方が感受性が高いといっているので，本実験結果とよく一致する。

（4） 放射線誘発孵化抑制および突然変異発生に対する Serotonin の効果

遺伝第1研究室
稲垣栄一
仲尾善雄[1)]
1) 遺伝研究部長

1. 研究目的

セロトニン（serotonin）が，マウスで明らかな保護作用を有することは確立された事実ということができよう。そこで，これが蚕の放射線による孵化抑制または突然変異率に対してもつ効果をしらべた。

2. 研究方法

蚕では第V染色体に pe, re の二つの遺伝子座があって，卵の色および眼の色をそれぞれ白卵およびピンク眼，赤卵赤眼にするので，黒卵黒眼の野生型から容易に検出することができる。野生型++の雌と pe, re について二重劣性の雄を交配し，その産む卵を0—60分，60—120分，120—180分の三つの時期に区別し，これを 2.5×10^{-3}M の serotonin（serotonin, creatine sulfatate (Merck)）液または水（対照）に1時間浸漬し，^{60}Co γ 線で2,000 r および4,000 r 照射（200 r/分）した。照射後，卵は浸酸処理により孵化させ，孵化率または死卵時期と突然変異卵を求めた。

3. 研究結果

研究結果は表に示すとおりである。

処理	時期	不受精卵 初期死卵	着色死卵	点青死卵	催青死卵	孵化卵	変異卵
Control Control	0— 60	50	31	41	27	529	
	60—120	22	7	4	3	233	
	120—180	15	26	2	33	563	
	小計	(5.9) 87	(4.0) 64	(3.0) 47	(4.0) 63	(83.5) 1325	0
Serotonin	0— 60	29	9	5	26	638	
	60—120	3	26	—	14	97	
	120—180	26	21	10	31	485	
	小計	(4.1) 58	(4.0) 56	(1.1) 15	(5.0) 71	(86.0) 1220	0
4,000 r	0— 60	1024	451				57
	60—120	140	232	11	1		
	120—180	787	343	2			
	小計	(65.2) 1951	(34.3) 1026	(0.4) 13	1		57
Serotonin 4,000 r (2.5×10^{-3}M)	0— 60	1018	211				69
	60—120	164	253				
	120—180	484	327	1			
	小計	(67.8) 1666	(32.2) 791	1			69
2,000 r	0— 60	303	587	51	7	1	71
	60—120	44	139	212	269	80	
	120—180	185	865	218	131	28	
	小計	(25.1) 532	591	481	407	109	
Serotonin 2,000 r	0— 60	433	392	29	22		25
	60—120	37	70	27	102	37	
	120—180	101	864	259	101	21	
	小計	611	1326	315	225	38	

4. 考　按

これより serotonin の効果は認められない。

3. 低線量放射線と誘発突然変異との関係についての研究 II. 突然変異率の推定および仮説の検定

遺伝第2研究室
今泉洋子
安田徳一

実験の目的および規模については第I報に示したが，ここでは得られた資料から，必要とするパラメーターの推定と，あらかじめたてた仮説に対する検定方法について述べる。

高線量域について得られた資料から，単位レントゲンあたりの誘発突然変異率Bを推定するには，荷重回帰係数を求めることに帰する。すなわち，線量—突然変異率の関係を

$$p = A + B\,d$$

とあらわす（ただし p は突然変異率，d は線量）と，各点における調査染色体数 n_i はたがいにことなるから，各点の報告高（R. A. Fisher によれば分散の逆数で定義される）を荷重して，最小2乗法で求める。それは，誤差

$$(1)\quad S = \Sigma \frac{n_i}{\hat{p}\,(1-\hat{p})}\,(p_i - A - B\,d_i)^2$$

を最小にするように A, B を求めるのである。正規方程式は，

$$(2)\quad \begin{aligned} &A\,(\Sigma n_i)+B\,(\Sigma n_i d_i)=\Sigma n_i p_i \\ &A\,(\Sigma n_i d_i)+B\,(\Sigma n_i d_i^2)=\Sigma n_i p_i d_i \end{aligned}$$

であり，これより A, B の推定値が得られる。

$$(3)\quad \hat{A}=\frac{(\Sigma n_i p_i)(\Sigma n_i d_i^2)-(\Sigma n_i d_i)(\Sigma n_i p_i d_i)}{(\Sigma n_i)(\Sigma n_i d_i^2)-(\Sigma n_i d_i)^2}$$

$$(4)\quad \hat{B}=\frac{(\Sigma n_i)(\Sigma n_i p_i d_i)-(\Sigma n_i d_i)(\Sigma n_i p_i)}{(\Sigma n_i)(\Sigma n_i d_i^2)-(\Sigma n_i d_i)^2}$$

(4) 式は第Ⅰ報の (2) とまったく同等なものである。

$\hat{A}$ および $\hat{B}$ の分散は Fisher の方法（たとえば，統計科学研究会編：新編統計数値表，115 頁；1952）により，

$$(5)\quad \sigma_{\hat{A}}^2=\frac{\Sigma n_i d_i^2}{\Delta}\sigma^2$$

$$(6)\quad \sigma_{\hat{B}}^2=\frac{\Sigma n_i}{\Delta}\sigma^2$$

ただし，$\Delta\equiv(\Sigma n_i)(\Sigma n_i d_i^2)-(\Sigma n_i d_i^2)$

$$\hat{\sigma}^2=\frac{1}{k-2}\left\{(\Sigma n_i p_i^2)-\hat{A}(\Sigma n_i p_i)-\hat{B}(\Sigma n_i p_i d)\right\}$$

$\hat{\sigma}^2$ は σ^2 の標本推定値である。(6) は第Ⅰ報の (3) と同等である。

(4) で得た $\hat{B}$ が (s.s) の示している値：$B_s=0.000\,021\,5$ と統計的に一致するかを検定するには，t－検定を用いる。次の統計量

$$(7)\quad t=\frac{\hat{B}-B_s}{(B_2\hat{\sigma}^2)^{\frac{1}{2}}}\quad ただし\ B_2=\frac{\Sigma n_i}{\Delta}$$

を求め，自由度 $k-2$ の t－分布表よりその確率を求める。そして 5% 水準，あるいは 1% 水準で，どのような断定を下すかを決める。もちろん仮説として $\hat{B}=B_s$ を検定する立場である。

われわれの実験室で得られている高線量域での結果は，

Table 1. Summary of data on lethal mutation rates for controls and for different dosage of x-rays

Dosage	Number	Lethals	Mutation rate %		
			Lower 5% limit	P	Upper 5% limit
control	146,783	111	0.0629	0.0756	0.0909
1,000 r	8,783	209	2.0816	2.3795	2.7190
2,000 r	6,267	267	3.7884	4.2604	4.7884
3,000 r	4,366	262	5.3352	6.0009	6.7440
4,000 r	3,198	283	7.9144	8.8493	9.8830

$\hat{B}=0.000\,021\,1\pm0.000\,000\,6$

なる値が得られており，(s.s) による直線の勾配と一致するかどうかについては，$t=0.6105$ でこの確率は 50% ないし 60% の間に入いる。したがって 5% 水準では"一致する"という仮説は棄てられない。すなわち，(s.s) との一致性は統計的にみとめ得る。

この高線量域の直線の勾配について，示されたことが，25 r 以下の線量域でどうなるかについては，χ^2－検定法を用いる。

実験データを 2×N 分割表を用いてあらわすと次のようになる。

ここで検定すべき仮説は $\hat{B}=0$ であり，これについての χ^2－統計量を計算し，仮説を棄却するかしないかで断定を下す。その χ^2－統計量は，

$$(8)\quad \chi^2=\frac{[\Sigma n_i(p_i-\tilde{p})(d_i-\bar{d})]^2}{\hat{p}\hat{q}\,\Sigma n_i(d_i-\bar{d})^2}$$

自由度は 1 である。これは回帰による χ^2－量である。

Table 2. 2×N contingency table

		Total
	$x_1,\ x_2,\cdots\cdots x_N$	T_x
	$n_1-x_1,\ n_2-x_2,\cdots\cdots n_N-x_N$	$T-T_x$
Total	$n_1,\ n_2,\ \cdots\cdots n_N$	T
Rate	$p_1=\frac{x_1}{n_1},\ p_2=\frac{x_2}{n_2},\ \cdots p_N=\frac{x_N}{n_N}$	$\hat{p}=\frac{T_x}{T}$

n_i: Tested chromaromes
x_i: Observed lethal chromosomes

4. 低線量放射線と誘発突然変異との関係についての研究 III. 計算およびその結果

遺伝第 2 研究室
今 泉 洋 子
安 田 徳 一

ここでは得られた資料から出現した cluster のデータの処理方法と，(s. s) の一次式が成立するかを調べた。

低線量域で出現した cluster の取扱いの問題点は，各群（実験は何回かの「ケース」に分けて行なっている）で突然変異率をどのように定めるかに帰着する。

(1) 帰無仮説 (H_0) として，われわれの場合に得られた突然変異率 p を選ぶ。テストは，実験結果がこの仮説 H_0 を支持するかしないかを調べることにある。

(2) 各ケースについて調査した染色体の数を n，観測された突然変異染色体の数を x とすると，観測値の尤度 L は二項分布で示される。

(1) $L=\binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x}$

p の最尤推定値 (maximum likelihood estimate) は，これから $\frac{x}{n}$ になる。

(3) (1) から score u_p と amount of information k_{pp} を求める。結果は次のようになる。

$$(2)\begin{cases} u_p \equiv \frac{\partial \log L}{\partial p} = \frac{x-pn}{p(1-p)} \\ k_{pp} \equiv -E\left(\frac{\partial^2 \log L}{\partial p^2}\right) = \frac{n}{p(1-p)} \end{cases}$$

(4) 最尤推定値の性質から，

$$(3)\quad \chi^2_1 \equiv \frac{u_p^2}{k_{pp}} = \frac{n(\hat{p}-p)^2}{p(1-p)} \quad \text{ただし } \hat{p}=\frac{x}{n}$$

が，自由度1の χ^2－分布にしたがう（これを用いて各ケースについて χ^2_1 量を求め $\chi^2_1 > 3.8415$ $(p=0.05)$ より大きいケースを除く)。

(5)

$$(4)\quad \chi_l^2{}_1 = \Sigma\left(\frac{u_p^2}{k_{pp}}\right) - \frac{(\Sigma u_p)^2}{\Sigma k_{pp}}$$

が自由度 $l-1$ の χ^2－分布にしたがうことを利用して，各群で各ケースが homogeneous かどうかテストする。l は各群での実験回数。

(6) 各群の代表値となる突然変異率 p^* は $\frac{x}{n}$ でも得られるが $U=\Sigma u_p$, $K=\Sigma k_{pp}$ を用いると次のように計算できる。

$$p^*=p+\frac{U}{K}$$

$$\sigma_p{}^*=\sqrt{\frac{1}{K}}$$

ただし，p は帰無仮説で与えられる率。

結果は Table 1 に示す。

Table 1. Mutation rate at low dosage

Dosage (d_i)	Number (n_i)	Lethals (l_i)	Lower 5% limit	p^*	Upper 5% limit
(r) 0	141,645	82	0.000467	0.000579	0.000717
8	132,297	113	0.000712	0.000855	0.001026
15	93,955	99	0.000867	0.001054	0.001281
25	64,243	68	0.000837	0.001059	0.001339

第II報で示した方法により，(s. s) の一次式と一致するか検定する。

高線量域での直線の勾配について示されたことが，

Table 2. 2×4 contingency table

d_i	0	8	15	25	Total
l_i	82	113	99	68	362
n_i-l_i	141,563	132,184	93,856	64,175	431,778
n_i	141,645	132,297	93,955	64,243	432,140
p_i	0.000579	0.000855	0.001054	0.001059	$p=$ 0.000837

25 r 以下の線量域でどうなっているか調べる。

帰無仮説：$\hat{B}=0$

$$\chi^2=\frac{[\Sigma n_i(p_i-\hat{p})(d_i-\bar{d})]^2}{\hat{p}\,\hat{q}\,\Sigma n_i(d_i-\bar{d}^2)}=15.955527$$

自由度1の5%水準で仮説 $\hat{B}=0$ は棄却される。

次に，第II報 (4) で得た $\hat{B}$ が (s. s) の示している値：$B_s=0.000\ 021\ 5$ と統計的に一致するかを検定する。

仮説：$\hat{B}=B_s$

第II報 (3), (4) 式より計算すると，

$\hat{A}=0.000\ 634$

$\hat{B}=0.000\ 0215$

$t_B=0$

は自由度2での5%水準で"一致する"という仮説を認める。すなわち，(s. s) との一致性は統計的に認め得る。

5. 繊毛虫 *Tetrahymena pyriformis* strain W の各種生長期における放射線感受性—集団に対する電離放射線作用の基礎的研究

遺伝第2研究室

渡 部 郁 雄

微生物の放射線感受性については，種々の Merkmale を用いた報告がある。これら微生物のなかで，原生動物については主として Wichterman および Kimball 一派によって多く研究がなされてきた。特に Wichterman らは生残曲線によって数種のゾウリムシ (*Paramecium*) の放射線感受性を調べ，また Wells は *Tetrahymena Pyriformis* のことなる3系統について同様の実験をおこなった。

しかしながら，これらの実験では mass culture の一時期，たとえば stationary phase についてのみおこなわれていて，生長曲線の他の時期についてもその実験結果が適用できるのかどうか，換言すれば感受性は生物の種あるいは系統について固定的なものか，変動するものかは示されていない。

著者はこれらの生物にも放射線の生物学的効果を修飾する要因が含まれていて，被照射生物の生理的条件によって放射線感受性は変動するであろうと推定し，この実験を計画した。したがって本報告の主目的は生長曲線の各種時期における放射線感受性の変動の有無を調べ，またその変動の度合を測定することにある。

本報告ではその一部として，培養中の生理条件そのままでの照射による線量—生残率についてのべる。

1. 材料および方法

実験材料として，合成培地による均質培養が可能で，しかも単離の容易な *Tetrahymena pyriformis* strain W を用いた。

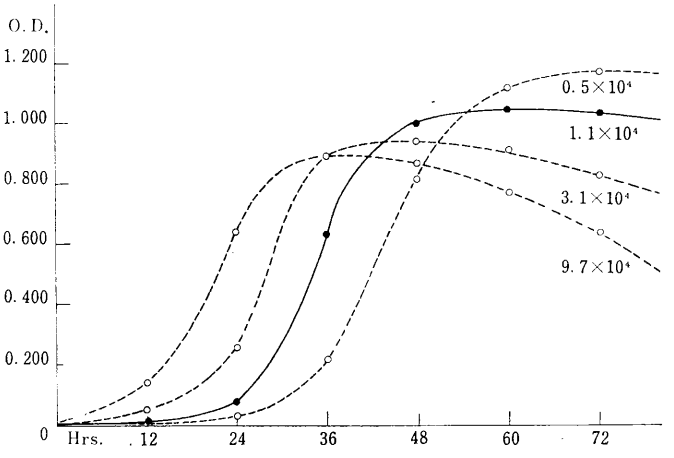
培養液は proteose-peptone 2%, yeast-extract 0.5%, dextrose 0.5% および微量成分として各種塩類を含む。培養液の滅菌はオートクレーブ（autoclave）により 0.5～0.7 kg/cm^2（110°～115° C）でおこなった。培養温度は本虫の生長最適温度とみなされる 26° C（± 1/20° C）をえらび，培養液対空気比 1:6 の L 字型培養管を用い，振盪回数毎分 30 回で振盪培養をおこなった。生長度測定には光電光度計を比濁で用い，光源波長は 550 mμ とした。また Fuchs-Rosenthal 血球計算盤により 1 cc 中の個体数も同時に記録した。

照射には lag-, log-, stationary-phase の各時期の材料を lucite chamber に入れておこなった。線源は ^{60}Co（3 kc），線量率は毎分 15 kr である。照射のおわった材料は新らしい培養液で洗ったのち，1 回の照射につき 25 個体を無差別抽出によって取出し，1 個体ずつ単離してホロースライドに入れ，新らしい培養液を加えて湿室に入れ，温度 25° C で 24 時間後の生残率を求めた。また 24 時間後に分裂しないで，しかも死亡していない個体については，それが分裂ち延によるものか，あるいはそのまま死亡してゆくものかを判定するために，観察時間を 48 時間あるいはそれ以上に延長して，その結果を求めて合算した。したがってこの実験結果には，いわゆる不活化個体は含まれていない。

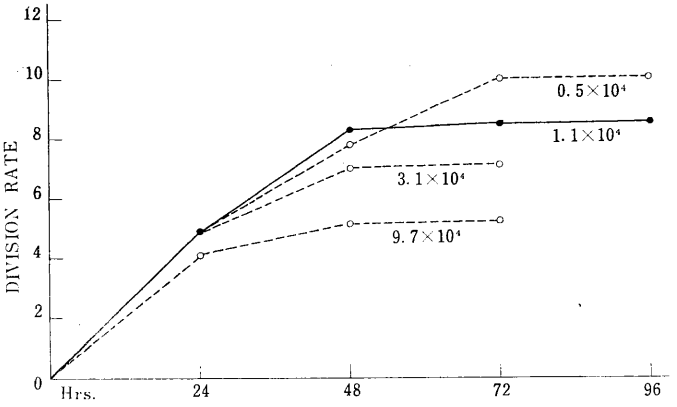
2. 照射に対する培養条件の選定

微生物の培養には，長期間増殖をおさえられていたものをそのまま本実験に持込むと，種々の活性度に差があるために，実験結果に誤差を生じ，再現性が低下することが知られている。したがって本実験では，数回の daily transplantation をおこなって，分裂機能を十分に活性化して用いた。また同様に mass culture において，頭初の植付個体数がその後の培養状態に影響をおよぼすこともよく知られている。そこで上述のように，数回の daily transplantation をおこなった材料を用いて，頭初の植付量を 1 cc 当り 9.7×10^4, 3.1×10^4, 1.1×10^4, 0.5×10^4 個体として，それぞれの場合の生長曲線を求めた。その結果を第 1 図に示す。

この結果から，頭初の植付量の少ない方が stationary phase において安定していることが示され，また顕微観察によっても同様の結果がえられた。しかしながら頭初の植付量を極端に少なくすることは，逆に植付量の誤差を大きくする原因となり，0.5×10^4/cc 以下では再現性が低下することがわかった。そこで生長曲線の各時期，特に stationary-phase においてよく安定していて，しかも再現性のすぐれた 1.1×10^4/cc の条件を本実験に最適であると判定した。なお，この条件でえられた分裂率曲線は第 2 図に示される。この数値は植付後 24 時間毎の平均測定値から換算したものであり，先行する分裂から次の分裂までの時間を表示するためには不十分であるが，最初の 24 時間の平均分裂回数が約 5，次の 24 時間の平均分裂回数が約 3 であることを意味している。植付後 72 時間以降の分裂率はごくわずかで，分裂している個体は 1% 以下である。なお，このように分裂している個体が stationary-phase で 1% 以下に



第 1 図 Growth Curves in *T. Pyriformis* Strain W.
TEMP.—26° C.
SHAK.—30 per min.
W. L. —550 mμ.



第2図　Integration Curves of Division Rate.

しろ存在することは，その他の観察とも考えあわせて，分裂に要する時間がのびているものとみられる。

3.　結果および考察

生長曲線の三構成分画，すなわち lag-, log-, stationary-phase のおのおのを代表する範囲として，次の条件をえらんだ。

lag-phase：　植付後の12時間を中心とする前後各2時間で，細胞数は培養液1cc当り 0.5×10^5，また比濁による濁度 0.015 ± 0.005。

log-phase：　植付後の34時間を中心とする前後各2時間で，細胞数は同じく 4.7×10^6，濁度は 0.5 ± 0.13。

stotionary-phase：　植付後の60時間を中心とする前後各2時間，細胞数 4.9×10^6，濁度 1.05×0.03。

これら条件のなかの細胞数および濁度は各相の中心時間における値である。また，各 phase の中心時間に対し，その前後各2時間の巾をとったのは，1回の実験において各線量に対する生残率を同時に得るための最少限所要時間のためである。

以上のような諸条件のもとで照射をおこない，その結果を第1表，第2表および第3表に示した。

これら実験結果から，対照区の生残率は本来100%であるべきであるが，事実は，ホロースライドへの移植などの操作にともなう死亡が約5%位含まれるので，低線量域での生残率95%以上は逆算して100%生残あるいはそれに近いものと判定される。また stationary-phase の場合を除いて，一般に得られた結果に比較的大きな変動巾がみられるが，これは照射を中心とした実験手順上の障害なども含まれており，また上記3表に示されるように生残率は培養時間とともに変動してゆくので，単純に統計処理をおこなうことには疑問がある。したがって

第1表　lag-phase 照射の結果

	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	生残率
Control	23	24	24	94.7
30 kr	—	24	—	96.0
60 kr	—	25	—	100.0
105 kr	13	22	24	78.5
150 kr	7	—	8	30.0
210 kr	2	7	0	12.0
270 kr	—	—	—	—
315 kr	0	6	0	8.0
375 kr	—	—	0	0
420 kr	0	3	—	6

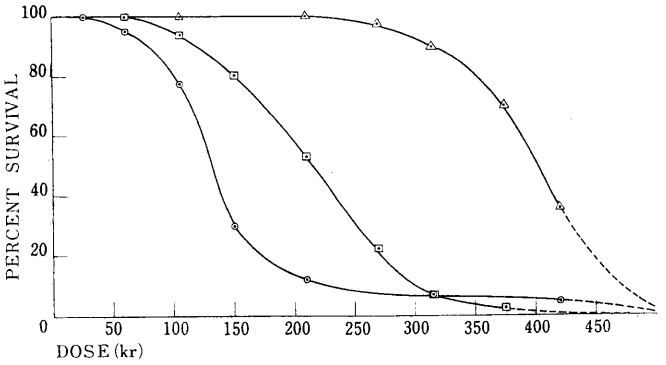
第2表　log-phase 照射の結果

	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	生残率
Control	25	24	24	97.3
30 kr	—	24	24	96.0
60 kr	—	25	—	100.0
105 kr	—	23	—	92.0
150 kr	—	—	—	—
210 kr	25	24	24	97.3
270 kr	—	—	24	96.0
315 kr	23	24	22	89.8
375 kr	20	—	15	70.0
420 kr	16	5	6	36.0

第3表　stationary-phase 照射の結果

	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	生残率
Control	25	22	24	94.7
30 kr	—	—	—	—
60 kr	—	25	—	100.0
105 kr	22	25	24	94.7
150 kr	20	—	20	80.0
210 kr	13	13	14	53.3
270 kr	5	—	6	22.0
315 kr	—	2	2	8.0
375 kr	0	1	0	1.3
420 kr	—	—	—	—

上記3表からえられる単純平均を求めて，これをグラフにプロットしたものが第3図である。第3図の低線量域および高線量域を除いて，LD_{50} を中心とした中線量域では，lag-phase と log-phase との間に生残率の変動巾を考慮に入れてもなお十分な有意差があると考えられ



第3図　Survival Curves for *Tetrahymena Pyriformis* Strain W at the various Growth Phases
⊙: Lag-phase
◬: Log-phase
◙: Stationary-phase.

る。lag- および log-phase の間にみられる細胞分裂の頻度に関して，決定的な差異があるかどうかについては，さらに測定点を多くして追求しなければならないので，直ちに放射線感受性の原因を何かに帰することはできない。この問題については，さらにあとで考察することにしたい。また，stationary phase で感受性が増大したのは培養が古くなり，放射線以外の負荷が働いたのではないかという疑問についてもその値の変動が少ないこと，およびさらに培養を12時間程度延長しても死亡する個体はほとんどないことからして，実験結果をこれだけの原因に帰せしめることは困難であろう。このような stationary-phase での照射実験はいくつかおこなわれており，たとえば Wells ('60) および Kimball ('59) の実験は stationary でおこなわれていて，何ら不都合な点は見出されていない。したがって，この実験結果は一応生長の各時期で放射線感受性が大巾に変わることを示すものと考えられる。

このような変動について，外的要因の関与していることも十分考慮に入れなければならないが，酸素効果，個体密度の問題，照射中の培養液成分の照射による変質などの問題については，その響影が余り大きくないと考えられる根拠がある。

最後に指摘しなければならない問題は，集団としての取扱いと，個体としての取扱いとの間にみられるギャップについてである。本報告は一応集団としての取扱いの上から放射線感受性の変動を論じたわけであるが，個体レベルと対照した場合，そこに何らかのギャップが存在していることが考えられる。したがって変動要因の解析には，そのような取扱いが必要であろう。この点については，次報で報告する予定である。

〔研究発表〕

渡部郁雄；繊毛虫テトラヒメナ（*T. pyriformis* strain W）の放射線感受性について，第32回日本動物学会大会（1961年10月）

VII 生理病理研究部

概　　況

このような名称が，当研究所において，いかなる具体的内容を意味するかの明確な定義は見当らない。それは一面臨床研究とほとんど同義語と理解されると同時に，他面実験動物による問題の解決を意味するならば，脊椎動物の生物学とわずかに一線を画するにすぎない。しかしながら要は研究方法にあるのではなく，研究テーマの取り上げ方にあるといえる。当研究所の設立主旨が放射線による人体障害の把握とその予防ならびに治療の探究と，放射線の医学的利用にあるのである以上，生理病理研究部の使命は臨床活動（病院を場とする）と基礎研究（医学的）の両面に，極めて広い分野を担当することとなる。したがってここでは，広く医学の各分野に視野のとどく指導のもとに，上記の両面に渉る研究が行なわれるのであって，内部機構と人員構成もまたこの方針に沿って計画推進せられてきた。すなわち生理部（1室）と病理部（2室）が今日のところ医学者である部長（病理）のもとにあり，生理部は1室長（MD），2研究員（PhD）およびほかに2人の室員より成り，病理部は3研究員（MD）および2室員によって運営されている（昭和36年度）。しかしながら全体として現在の研究テーマ，ならびにその発展方向からみて，両室とも人員の不足は覆い難く，今日でも研究の展開はこれを遂行する人員の不足によって明らかに阻止せられようとしている現況である。

両室の研究テーマの個々の内容については後述されるが，生理部は主として基礎医学における内分泌系の変動を放射線障害において追求し，病理部は臨床と基礎と両面に渉って研究網を拡げている。すなわち病理部はその学問上の必然から臨床との結びつきが強く，義務として病理解剖（剖検）と生検手術材料の検査は担当しなければならず，このほかに基礎研究の遂行が課せられている。また，このほかに障害臨床その他の研究部との協同研究の処理などが行なわれる。

両室の設備の内容は，一般に設立の早い生理部は比較的充実の度が早いのに反し，病理部は事実上の発足が昭和35年度であったため，機械器具の整備が遅れている。しかしながら明年度においては，一般病理検査設備のほかに電子顕微鏡，Radioautograph，組織培養が発足しうるよう予算要求せられるであろう。

研究成果は，設立の比較的古い生理部においては逐次発表せられて斯界に対する寄与も大きいが，病理部は昭和36年度末にいたって大体の人事がまとまったところであって，昭和37年度以後は活発に論文発表が行なわれる。すなわち昭和37年6月には日本病理学会総会において研究テーマの1．4．5はそれぞれ担当研究員によって発表される。

なお，昭和36年6月に生理研究室所属の一井昭五は Worcester Foundation for Experimental Biology (Massachusetts, U. S. A.) の Dr. Ralph I. Dorfmann のもとに留学した。昭和37年1月，病理第1研究室所属の白沢春之は Prof. Letterer の招きにより Tübingen 大学病理学教室（ドイツ）に留学した。

（竹内　正）

1. 中枢神経におよぼす放射線の影響
—病理学的研究—

病理第1研究室
竹内　正
白沢春之
関山重孝
高橋イチ

外部照射に対して，臓器組織が起す反応は，臓器によりその形態的変化を異にする。原爆症において，被爆者が数時間乃至数日中に精神状態異常の臨床像をもって死亡する事実にかんがみ，これがいわゆる血液—脳柵（Blood-Brain Barrier）の破壊を意味するものと考えられる。この点をより正確に把握する目的で，ラットに全身照射，300 r，600 r，1000 r，3000 r，6000 r，12000 r，を行ない，経時的に，脳毛細管壁の形態学的および組織

化学的変化（Thiolacetic acid esterase 法による）を追求した。この結果から，次のことが結論される。

(1) 300 r および 600 r 照射においては毛細管壁の Cholinesterase 活性度は，対照に比し著変はみられない。

(2) 1000 r および 3000 r 照射例においては，毛細管壁の Cholinesterase の活性度が漸次低下する。

(3) 6000 r 以上の照射例においては，脳水腫の発生がみられ，Cholinesterase 活性度は極めて低下し，部分的に消失する。すなわち，Cholinesterase 活性度はいわゆる血液—脳柵と密接な関係を有するものと推察される。

〔研究発表〕

竹内　正，白沢春之，関山重孝；放射線照射による Thiolacetic acid esterase の消長，日本病理学会（1962 年 6 月）

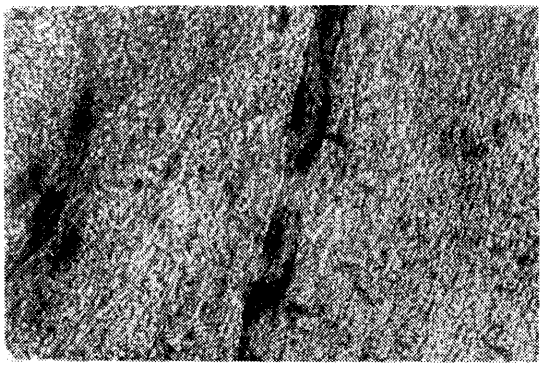


写真 1．対照例　脳血管壁の Che の活性は極めて高度である。

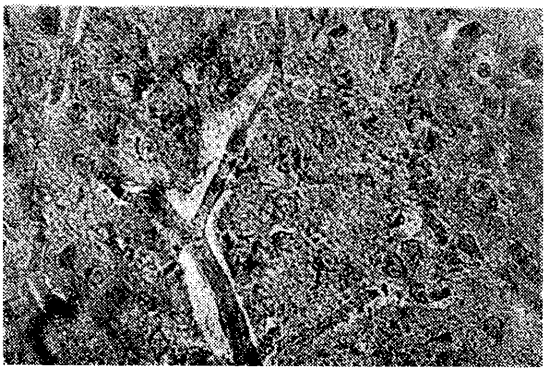


写真 2．照射例　6000 r 照射後 3 日，浮腫の発生がみられ脳血管壁 Che の活性は極めて低下している。

2. 中枢神経系におよぼす放射線の影響

—生理学的研究—

生理学研究室

松　葉　三千夫

小　林　　森

1. 研究目的

従来，成体の中枢神経系は放射線に対して抵抗性が大きいものと信じられてきた。しかし胎生期，特に中枢神経系の主要部が形成される時期における放射線照射は，それが大線量であればさまざまな形態的・機能的異常をもたらすものであろうことは想像せられるところである。形態的異常についてはすでに多くの検索がなされているが，それらが生じない程度の低線量を照射した場合，中枢神経系の機能はいかに障害されるかという問題に関しては明確な解答は得られていない。この点に注目し本実験を開始した。

2. 方法と結果

妊娠 9.5 日目の Wistar 系雌性ラットに X 線を照射し，産仔の日令 100 ～ 110 日における回避反応による学習の成立過程を観察することにより，この問題の解決の緒口を得ようと試みた。

(1) ラット

Vaginal smear method により smear を採り鏡検し，精子が見られたものを交尾，妊娠と推定し，以後 9.5 日目に X 線を全身照射した。ラットにおいては，この期に中枢神経系の主要部が形成される。産仔を育成し，外観上健康なものを実験に供した。対照群は非照射ラットの正常分娩仔を育成し，同様に実験に供した。

(2) X 線照射

東芝製 "EX－300" X 線照射装置を用いた。条件は，250 kVp，10 mA，0.5 Cu＋0.5 Al，FSD 100 cm. no cone，8.5～10 r/min in air で，各線量すなわち 150 r，100 r，50 r，20 r を照射した。

(3) 回避反応の test.

東京慈恵会医科大学薬理学教室で製作された回避訓練装置を用いた。本装置の大略は，

条件刺激……ベルの音響刺激 30 秒

無条件刺激……電気の痛刺激 30 秒

両刺激無し……1 分間

の順に被検ラットを入れた Box に刺激が送られ，片隅にあるペダルをラットが押すと，各刺激は切れる。これらはすべて automatic に，記録紙に記録されるもので

ある。

ラットが，条件刺激を受けて，直ちにペダルを押すようになった場合を回避訓練による学習が成立したものと考え，念のため，この行動をつづけて10回繰返したものを完全に学習が成立したものとみなし，これにいたるまでの回数を照射群と対照群について比較した。

結果は，次に示す表のごとくである（照射線量との相関はみられなかったので，便宜上各線量別の group は一括して表に記載した）。対照群と照射群との間に有意差はなかった。

	性別	被検ラット数	平均試行回数±標準誤差
対照群	♀	16	34.6±7.4
	♂	14	33.5±4.7
対照群合計		30	34.1±4.4
照射群	♀	21	37.9±4.7
	♂	14	33.5±6.7
照射群合計		35	36.2±3.9

Test 方法の改善と，この種実験に適合した Rat colony の育種とが，今後に残された問題である。さらに多角的綿密な検討を加えてみたいと考えているが，人員・予算等の都合で，現在本研究は中止の止むなきにいたっている。

3. ステロイドホルモン生合成に及ぼす放射線の影響

生理学研究室
松葉三千夫
一井昭五
矢後長純
小林森
森崎益雄

われわれの研究室においては，この標題のもとに内分泌系，殊にステロイドホルモン産生内分泌器官における放射線の影響を研究しているのであるが，36年度においてはステロイドホルモン生合成の生化学的機構と放射線の影響との関係について実験した。この研究の対象として副腎皮質を用い，以下に要約したような実験結果を得た。また，ステロイドホルモンの生理的作用時間は，主として肝において行なわれる不活性化反応系とも密接な関係を有することを考慮し，肝におけるステロイド代謝におよぼす放射線の影響について若干の実験を行なった。

発癌をも含めた広義の放射線症の発現には，内分泌器官系の失調が大きな役割を演じていることは十分考えられることであり，また，従来の多くの研究もこれを示唆しているところである。われわれは現在までに，ラットまたはモルモットを対象として致死量または半致死量のX線照射をおこない，このときの副腎および睾丸のホルモン産生能について研究してきた。このようないわば急性放射線障害が発現する条件下の内分泌器官系の失調の研究に加えて，今後は長期にわたる微量照射が内分泌系に対してどのような影響を与え，また，これによって生体がどのような変調をきたすかを研究する予定である。

(1) 副腎中の TPN, TPNH について

1. 研究目的

ラットの副腎を摘出し，*in vitro* においてX線大量照射（200,000 r）を行なうと，corticoids 産生におよぼす ACTH の刺激効果が減少することについてはすでに述べた（昭和35年度年報参照）。今回はその機構に関し，二，三の実験を行なった結果について述べる。

2. 結果と考察

ACTH の副腎皮質刺激機構に関しては多くの仮説が提出されているが，最も新しいものは Haynes (1957) のいわゆる cyclic AMP 説であり，いま一つは Koritz *et al.* (1958) のいわゆる bound-precursor 説である。これらの説を考慮してわれわれはまず，X線照射を行なった副腎（*in vitro* 照射）の phosphorylase 活性に対する ACTH の作用を調べた。

ラット摘出副腎を4割して Krebs-Ringer-Glucose-Phosphate medium に浮かべ，これに ACTH を 0.4 i. u./ml の割合で加え，37℃ に30分 incubate したとき，これらの4割した副腎を homogenate し phosphorylase 活性を測定した。照射しない対照群の副腎では ACTH により活性度は10～40% 増加する。照射した副腎では phosphorylase 活性は全体として4～20% の低下を示すが，ACTH による活性度の上昇率は3～30% であって対照群と同程度である。したがって照射した副腎の phosphorylase 活性の ACTH に対する感受性は対照に較べて少しの低下もみられないということになる。

次にラット副腎は小さく，実験材料として不適当なこともあるので，豚副腎のスライスを作り，同様の実験を行なった。対照非照射の副腎 phosphorylase は ACTH

添加により 12～32% の増加を示すが，照射したものでは 46～65% の増加を示した。この場合には，照射した副腎の方が ACTH に対して phosphorylase 活性の面では感受性の増大が認められることになる。この機構はいまのところ不詳であるが，少なくとも照射によって感受性の減少が認められないことは確かなようである。

X 線照射により oxidative phosphorylation が抑えられることは周知の事実なので，ATP を medium に 1.6×10^{-3}M に加えてみたが，結果は本質的には同じであった。

以上のことより考えると，照射による corticoids 産生の ACTH に対する感受性の低下は，少なくとも cyclic AMP の形成を介した phosphorylase 活性の増大を律速段階とするものではなく，ACTH の副腎皮質刺激機構はほかにも存在するものと推察される。

次に，corticoids 産生の直接的な律速段階と考えられる TPN および TPNH の分離定量を試みた。この TPNH が放射線に対する感受性の site であろうことは，先に報告したモルモット睾丸における男性ホルモン産生過程において，TPNH を cofactor として必要とする 17-α-hydroxylation が放射線によって障害を受けるというわれわれの実験結果より示唆したところである。

われわれはまず ACTH-Z 4 単位をラットに皮下注射して 24 時間後に副腎を摘出し，TPN，TPNH を定量した。副腎は充血肥大などの外見から判断して，確かに機能亢進状態にあると認めた。このようなときに，TPN，TPNH はともに対照群に比較して増加していた。もし，ACTH の副腎皮質刺激機構は Haynes が述べているような phosphorylase 活性の増加のみであるとすれば TPN が減少して TPNH が増えるということが考えられる。しかし，上述のように酸化型，還元型がともに増加するのである。さらに，600 r の X 線照射を行なったラットより経日的に副腎 TPN，TPNH を定量したところ，1～3 日で増加していた。

これらの事実よりわれわれは ACTH の副腎皮質刺激機構は Haynes や Koritz *et al.* の説以外に TPN 自体を増加させるごとき作用があるのではないかと考え，引き続き研究を行なっている。いまのところ，X 線照射による摘出副腎への影響は Haynes の説からは考えにくいのではないかと思われるが，詳細は今後の研究に俟たねばならない。

(2) 白鼠臓器の TPN 含量におよぼす放射線の影響

1. 研究目的

TPN (triphosphopyridine nucleotide) は，糖の中間代謝におけるグルコース-6-リン酸脱水素酵素の助酵素として Embden-Meyerhof-Parnas の経路と Warburg-Dickens の経路との比を定めるに際して，重要な役割をなしていると考えられる。そして Warburg-Dickens の経路において生じる TPNH は生体内における諸種の合成反応に用いられるものと考えられている。しかるに TPN の臓器内含量は，従来その測定法より考えて，信頼に足るデータが少なく，特にわれわれが問題としている放射線障害の発現に際し，この物質がどのような変動を示すかということに関してはほとんど研究がみられないようである。われわれはこれらの点に着目し，X 線全身照射 (600 r) を行なったラット (体重 200 g) の諸種臓器内の酸化型および還元型 TPN を定量した。

2. 結果

組織湿重量 1 g あたりの TPN または TPNH 量で表わした場合，肝，腎では酸化型，還元型ともに著しい変化なく，脾では照射後日を追って著明な減少が TPNH について認められた。酸化型は含量が低すぎて測定不能であった。睾丸では還元型が漸増の傾向であったが，明瞭な変化ではない。副腎では酸化型，還元型ともに増加を示し，5 日目では対照値に戻っていた。各日数における両者の比は本質的変化を示さなかった。

(3) ラット肝におけるステロイドホルモン代謝におよぼす放射線の影響

1. 研究目的

放射線障害の急性症状あるいは発癌をも含めた慢性症状の発現に際し，内分泌系の失調 disorders が重要な関連を有すると十分に考えられる。われわれは放射線照射後の内分泌系，殊に副腎，睾丸，卵巣などのステロイドホルモン産生器官にどのような変化があらわれるかの問題を研究しているが，この場合当然，生合成の研究とともに，これらホルモンの不活性化 catabolism の研究も重要なものである。ここにわれわれは標題のように，肝におけるステロイドホルモンの不活性化反応が放射線全身照射後にいかなる変化を受けるかについて実験したので，現在までに得られた結果について述べる。

2. 結果と考察

ステロイドホルモンの不活性化ということでは，肝が最も主要な働らきをしていることはよく知られているとおりであるが，ここに一つ重要な事柄がある。それは肝

機能は食餌摂取量と深い関連があり，たとえば食餌制限を行なうと肝重量が減少するのみでなく，一般に肝機能が低下するといわれていることで，これは放射線照射後のラットでは食餌摂取量が著明に減少するという事実と考え合わせると，照射後の肝にあらわれるいろいろな変化は果して放射線の作用であるのか，あるいは食餌摂取量の低下を介しておこる二次的なものであるのか，わからなくなるのではないかということである。しかし，まずX線全身一回照射後のラットの食餌摂取量の低下というものを考えてみると，これは胃腸自体の障害にもとづく結果であるから，健康な対照群ラットに食餌制限を行なうときの様子とは，同じく食餌摂取量の低下といっても本質的に異なるものである。したがって，肝機能についても生理的には放射線照射後と食餌制限後のものとでは異なるということが考えられる。実験の結果では，Δ^4-hydrogenase 活性は 600 r，1000 r 照射後においても著変なく，これは食餌制限ラットでは食餌量の低下とほぼ平行して活性度が低下するという従来の知見とは異なるものであった。また，前記のように 600 r 照射後のラット肝 TPN，TPNH 量にも著変がないことは Δ^4-hydrogenase が TPNH を必須の cofactor とすることを考えると，上の結果と一致する。なお，TPNH 産生に重要な phosphorylase 活性も著変がなかった。

肝におけるステロイドホルモンの代謝におよぼす放射線の影響については，今後も追及したいと考えている。

〔研究発表〕

1) 一井昭五，矢後長純，松葉三千夫；Steroid Hormone 産生内分泌腺におよぼす放射線の影響，第Ⅳ報，副腎中の TPN，TPNH について，日本内分泌学会第34回総会（1961年4月）
2) 一井昭五，松葉三千夫；ラット副腎 TPN，TPNH におよぼす ACTH の効果，日本薬理学会第24回関東部会（1961年5月）
3) 一井昭五，小林　森，松葉三千夫；白鼠臓器 TPN の含量におよぼす放射線の影響，日本放射線影響学会第3回研究発表会（1961年7月）
4) 松葉三千夫；Steroid hormone 産生内分泌腺におよぼす放射線の影響，日本薬理学会第34回総会（1961年8月）
5) 松葉三千夫；Steroid Hormone 産生内分泌腺におよぼす放射線の影響，第1回塩野義シンポジウム（特別講演）（1961年9月）
6) 松葉三千夫；男性ホルモン生合成におよぼす放射線の影響，成医会シンポジウム（1961年10月）
7) 矢後長純，小林　森，松葉三千夫；ラット肝におけるステロイドホルモン代謝におよぼす放射線の影響，日本内分泌学会東部々会（1961年11月）

4. 腫瘍発生に及ぼす放射線の影響

病理第2研究室
竹内　正
白沢春之
関山重孝
大谷恵子

放射線一回照射による腫瘍発生の問題に関しては，すでに古くから実験的研究が積まれている分野である。本実験には，300匹マウス（ddY 系，♀のみ）を用いて，1回 150 r 照射を行なってから今日まで1年8カ月間の観察を行なっている。その結果，次の結論が下される。

1) 照射群には約64%に卵巣腫瘍が認められた。
2) 対照群には約90%の卵巣腫瘍が認めた。
3) 腫瘍発生部位は卵巣が大部分であるが，乳腺，中枢神経，軟部組織等がこれについだ。
4) 腫瘍発生の頻度は下記の表のごとくであった。

腫瘍発生臓器	照射群 検索総数 61	対照群 検索総数 11
Ovary		
Luteoma, mature	23	2
Luteoma, immature	8	4
Luteoma with granulosa cell tumor	4	3
Granulosa cell tumor	2	1
Thecoma	1	0
Dysgerminoma	1	0
小計および比率	39 (64%)	10 (90%)
Lung cancer	2	0
Mammary cancer	2	2
Malignant lymphoma	1	0
Neuroblastoma	1	0

現在までのところ，検索総数は実験総数に比し極めて少ないが，次のことが推論される。

(1) ddY 系マウスは自然発生卵巣腫瘍が好発する Strain である。

(2) この腫瘍発生に対して，放射線照射がマイナスの関連を有する。

〔研究発表〕

竹内　正，白沢春之，関山重孝；放射線による卵巣腫瘍発生の病理学的研究，日本病理学会（1962年6月）

5. 腎内循環血量（RBF）の変動とそれに見合う組織像の検索

病理第1研究室
竹内　正
白沢春之
関山重孝

腎臓の循環血液量の測定は，近来 RI 利用によって長足の進歩を遂げた。Renogram の臨床的応用は端的にこれを物語る。しかしながら，Renogram で腎臓全体の血流量の変動はわかっても，腎内血液循環の部位的差を測定することはできない。放射線急性障害において腎所見の著しいものがある今日，たとえば急性腎不全乃至腎皮質壊死等の極端な腎臓内循環不全の発生は腎臓の血流動態の部位的観察なしには追求できない。

本研究はこの線にそって，犬または家兎について血中に ^{55}Fe を導入し，2本以上の小型 GM 管（直径約2 mm Endowindow）を用いて β 線を捕え，これによって腎表面および腎動静脈において計測し，これに全身または部分照射を行ない，腎障害を生理的に把握すると同時に，電顕ならびに組織化学的方法でこれを形態学的に裏付ける。

以上の研究方法によって，次の所見が証明または予想される。

(1) 腎循環は，照射その他の外的条件によって比較的容易に変動しうる。

(2) その場合，腎内循環様式の変化を前提とする。すなわち被膜下循環（Subcapsular Circulation）がまず第一に犠牲にされ，腎循環は傍髄循環（Juxta-medullary Circulation）をもって行なわれる。

(3) その場合，皮質表層部の糸球体およびそれに附属する尿細管は乏血性変化を被る。遂には傍髄部に発生する Nephron は過重に陥る。そのために，皮膜下 Nephron と違った形態または組織化学的変化が期待される。

〔研究発表〕

竹内　正，白沢春之，関山重孝；腎内血流動態の研究とその形態学，日本病理学会総会（1962年6月）

VIII 障害基礎研究部

概　　況

1. 研究目的

本研究部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を目的としている。したがって研究方針を，(1) 人体における放射線障害の発現機構およびそれに関連する諸因子について，主として哺乳動物による実験を行ない，その結果を生化学的乃至機能的観察法あるいは物理学的，数学的解析方法により検討すること，(2) 放射線障害に対する予防薬および治療薬などに関する合成抽出などの化学的操作に伴なう研究とこれら薬剤の薬効または薬理についての研究を行なうこと，においている。

2. 構　成

昭和36年度末（昭和37年3月末）現在における研究員は計13名で，うち薬学研究室関係（第1および第2研究室を含めて）が6名である。

3. 研究課題概略

研究業務計画にしたがい各研究室ごとに独自の研究課題があるが，問題によっては部内研究室同士協力して研究に当っている。なお一部の研究は，現状にそくして内容を若干変更したものもある。

a. 第1研究室

研究課題 「代謝異常（主として脂質，核酸代謝異常）の面よりみた放射線障害に関する研究」

(i) 放射線障害発現に関する脂質過酸化物の役割

留学中の中村室長，小林研究員が36年10月に帰所して以来，日数もないので，本研究はようやくその緒についたばかりである。したがって，その成果についてはまったく今後の研究に俟たねばならないが，その研究内容に関し若干附記しておきたい。

現在放射線照射による脂質の変化およびその代謝異常は有毒過酸化物の産生，細胞膜透過性の変化などに重要な役割を演ずるものとみられているので，特に急性障害の発現機序との関連につき研究を進めるつもりである。具体的な研究方向としては，(a) 種々の動物，組織，細胞の放射線感受性の差異と脂質過酸化物との関連，(b) 組織培養法による脂質過酸化物の作用機序の解析，(c) 放射線による燐脂質代謝異常である。

(ii) HaLa 細胞の燐酸代謝ならびに核酸代謝におよぼす放射線の作用

人子宮癌より得られた HeLa 細胞を組織培養したものを用い，核酸および酸溶性劃分化合物への放射性燐の導入反応に及ぼす放射線照射の影響を研究した。このため，まず3種類の培地について，上記の実験を行なうに適したものを検討し，その実験条件においてガンマ線照射を行なった。1,000 r 照射により放射性燐のとりこみは著明な影響をうけ，ことに酸溶性劃分および核酸劃分につきみられた。

（本研究は総合研究課題たる ^{14}C, ^{3}H の HeLa 細胞 DNA への導入に関する研究の予備実験の意味をも兼ねたものである。）

b. 第2研究室

研究課題 「放射線による寿命短縮の機構に関する研究」

寿命の短縮の問題は最大許容量，緊急被曝線量などをきめるうえに重要な因子としてとりあげられているが，同じ因子のなかでも発癌と異なり，人類についての確証はなく，実験的にもなお不明の点が多いので，これを理論，機序についての基礎実験，現象論的実験の3方面より検討する目的でつぎの研究方法を意図した。

(a) 寿命の短縮機構についての理論的研究

(b) マウスの長期飼育による寿命短縮の実験的研究（実験条件については，上記の理論をたしかめるためのもの，および実用上に結果の必要なためのものとを考える）。

(c) 組織培養法による体細胞突然変異と老化促進と

の関連についての実験的研究

このうち（a）に関しては前年度にその一部を発表したが，その後特に発展をみるに到っておらない。（b）については菅原第2研究室長の転任，新発田研究員の留学により実施し得なかったので，主力を（c）に注いだ。ただし組織培養室の整備に重点がおかれたため，本来の研究目標には着手するにいたらなかったが，関連する予備実験として下記の実験を行なった。

（i） 組織培養によるマウス L 系細胞における変異細胞の遺伝生化学的研究

L 系原株細胞に大量のガンマ線照射を反覆行ない，培養を続けて，放射線耐性細胞を分離し得た。総放射線量は1万 r である。L 原株細胞を 2 kr を照射したのち，細胞分裂阻止により巨大細胞を形成し，脱落するが，残存細胞中に放射線耐性細胞があるものと考えられる。すなわち，他の各種物理化学的要因に対する耐性細胞の場合と同じく，mutagenic action により生じたものではなく，γ 線の場合も耐性細胞は原株細胞中に元来存在していたものと考えられる。各種耐性細胞の遺伝的特性の比較を行なった。染色体数については，もとの L 細胞においては 63 のところに山があるのに対し，γ 線耐性細胞においては 44 本のところにあった。

c. 第3研究室

研究課題（1）「機能的変化よりみた放射線障害に関する研究」

本研究の目的は，放射線障害に関連する主要臓器系につき放射線の作用を機能的面（神経系—循環系—呼吸器系—消化器系—機能など）より研究し，放射線障害の早期発見の生物学的指標をうるための基礎資料とするものである。

（1） 放射線の消化管機能に及ぼす影響に関する研究

（i） 放射線による消化管機能に及ぼす影響の動物差の解析

放射線による消化管障害には大きな動物差があり，一つの実験動物で得られた結果は普遍的なものではなく，一般にそのままはかに外挿できないので，その出現の理由を比較生理学的見地より検討した。その影響の動物差の発現の機構に消化管の薬物反応性，消化管の解剖学的差異，腸の endogeneous のセロトニンの正常含量およびその放射線による影響のうけ方が密接に関係していることが知られた。

（ii） 放射線の消化管機能に及ぼす影響

昭和35年度に報告したごとく，家兎の消化管運動記録時の X 線照射により，運動の抑制の起ることが明らかにされたので，本年度はこの response に及ぼす各種薬物の影響について検討を行ない，その結果，この response が腸からのセロトニン release と関連していることが知られた。すなわち，前年度年報に報告した X 線照射後初期に観察される小腸運動の抑制反応は endogeneous のセロトニンの release の結果ひきおこされたものであることが推定された。

（2） 神経系機能に及ぼす放射線の影響

中枢神経系は従来放射線感受性が低いと考えられているが，最近機能的面の観察によれば，この概念の再考をうながすような報告がなされている。このことは放射線障害の早期発見に関連して極めて重要であると考え，目下脳波を指標として放射線に対する影響の実験を試みている。

本年度は，実験動物として家兎を用い，全身または頭部へ X 線照射を行ない，（a）照射前および照射後の脳波の時間的変化，（b）坐骨神経への電気刺激に対する誘発電位および誘発筋電図の記録により，それぞれの電位の出現の潜時への影響を観測した。現在までに得られた結果によれば，脳波ならびにその誘発電位は照射後数時間までは変化が認められるが，その後もとの値に近づく。誘発筋電図とその潜時にははっきりした変化はみられなかった。なお，現在，皮質脳波とともに深部脳波に対する検討を行なっている。

研究課題（2）「放射線感受性と生理学的性質の差異に関する研究」

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一つとして，個体による放射線感受性の差異が問題になる。本研究の目的は，放射線感受性を生理学的性質との相関の観点に立って検討するにある。本研究は前年度より着手したものであるが，甲状腺機能が一部相関を有することが知られたので，本年度も引続き化学薬剤の効果の相異を一つの指標として研究を行なった。

すなわち，放射線感受性の異なる3系統のマウスについて，抗甲状腺剤である Mercaptoimidazole を用いての防護効果，サイロキシンによる過敏性の問題，および季節による放射線感受性と甲状腺機能との関連に関する研究を行なった。現在までに得られた結果によれば，（a）放射線感受性の高い系統は甲状腺機能も高く，Mercaptoimidazole による防護効果が認められるが，放射線感受性の低い系統ではそれが認められない。サイロキシンにより放射線感受性を高める傾向がある。

(b) 季節により放射線感受性，甲状腺機能に変動がみられる傾向にある。なお，これらの諸問題について研究を続行中である。

研究課題 (3)「放射線比較実験動物学に関する研究」

放射線障害に関する哺乳動物実験の結果を，人類にまで外挿適用する方法を検討するための資料を得る目的で昭和35年より着手した。

本年度は動物の放射線感受性が年令により異なることから，まず実験動物と人間との生物学的 stage を対応させることを試みた。なお，同じ生物学的に対応する年令であっても，動物の species により動物の代謝速度も非常に異なることから，人間への外挿の目的のためには stage の対応とともにその各時期における metabolic なものの速度の比率から計算した，いわば**外挿係数**とも称すべきものを求め，この両者からデータを外挿する方法について目下考察中である。

放射線障害の化学的防護については，前年度にひきつづき，個体の外部被曝と内部被曝とから生ずる障害の軽減方式の研究を進めた。また外部被曝にあっては，被曝前の処置に必要な薬物と被曝後の処置に有効な薬物について研究を行なった。

研究課題 (1)「生体内放射性物質除去および沈着防止に有効なる薬剤の研究」

内部線源による被曝障害を軽減する手段として，この放射性毒物を迅速に体外に排出することが考えられるが，この場合には線源となる放射性物質によって有効なる薬物が異なってくるのは当然である。本年度は ^{90}Sr およびその近縁元素を対称としてとり上げ，除去剤としてはトリカルボン酸化合物の若干について研究した。

研究課題 (2)「放射線障害に役立つ予防薬の研究」

外部被曝を受ける前に予防的に与えれば障害の発現の軽減を可能にするような薬物は，今日すでにいくつか合成されているが，これらの体内での有効性を推定し，このモデル的体系を考えることがより有効な薬物合成への鍵となるもので，この研究も前年にひきつづきこの点から研究が進められた。

研究課題 (3)「放射線障害に有効なる生体成分の研究」

前年にひきつづき，脾臓中の有効成分が研究された。抽出されたいくつかの分劃成分は，若干の有効性を白血球増加という点で示しており，今後さらに研究を進める予定である。

4. 業務計画外研究

(1) ラット脾における DNA 合成酵素活性に及ぼす X 線の作用

障害基礎第1研究室中村弥室長がフラスンの Institut de la Chimie biologique, Faculté de Médecine de Strasburg に留学中，P. Mandel 教授指導のもとに他の研究者と協同研究を行なったものである。

(2) 酵素とその前駆体の電離放射線の直接作用に対する感受性の比較

障害基礎第1研究室小林定喜研究員が，米国ノースカロライナ州の Dept. of Zool. Duke University に留学中，D. J. Fluke 博士指導のもとに行なったもので，電離放射線の蛋白分子に及ぼす直接作用に関する研究の一環として，モデルとして，2種の酵素とその precursor を選び，1 MeV の電子線で照射し，照射後の残余活性を定量することにより酵素と Zymogen の放射線に対する感受性を比較し，さらにそれらの照射による構造変化を UV 吸収，Electrophoretic behavior などの面から調べた。

(3) 照射ヘモグロビン溶液の物理化学的性質 (1)

障害基礎第2研究室佐藤文昭研究員らが行なったもので，生体高分子に対する放射線の影響を知るため，マウスのヘモグロビンに ^{60}Co のガンマ線を照射し，可視部に現われる吸収像の変化を調べた。

(4) 放射線症の臓器特異性に対する疑問 (Zur Frage der Organspezifität der Strahlenkrankheit)

障害基礎第2研究室新発田杏子研究員が西ドイツ，フライブルグの Radiologisches Institute der Universität Freiburg に目下留学中で，H. Langendorff 教授の指導のもとに同研究所の研究者と協同研究したもの。Second International Congress of Radiation Research に提出した論文抄録を，さらに筆者（江藤）がその主旨を邦訳抄録した。

(5) 生物学的放射線防護に関する研究（第44報）
放射線障害に対する脾切除の治療的影響
(Untersuchunge über einen biologischen Strahlenschutz XLIV Der therapeutische Einfluss der Splenektomie auf den Strahlenschaden)

(4) と同様である。Strahlentherapie **116**, 3, 1961, p 395～403 より筆者（江藤）がその主旨を邦訳抄録した。

(6) 放射線による内分泌障害の生化学的研究

障害基礎薬学研究室玉置文一室長および色田幹雄研究員によって行なわれた研究である。

5. 業務計画外の調査活動状況

1. 各種委員会における活動状況

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*）に江藤部長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的調査，その他に相当の努力を払ってきた。

*原子炉安全審査専門部会，原子炉安全基準専門部会，原子力災害補償専門部会，放射線審議会緊急被曝特別部会（菅原室長も専門委員として緊急被曝特別部会報告書の作成に参画した），原子力発電所安全基準部会災害評価小委員会，造船技術審議会原子力船安全部会，環境放射能作業班

2. 文部省科学研究費放射線総合研究による“医療用放射線による骨髄線量に関する研究,，に本研究部より江藤，菅原の両名が班員として参加している。（江藤秀雄）

1. 組織培養された HeLa 細胞（人子宮癌細胞）の燐酸代謝ならびに核酸代謝に及ぼす放射線の作用（第2報）

障害基礎第1研究室
関 口 豊 三

1. 研究目的

人体に対する放射線障害の基礎的研究の目的には，対象としてできるだけ人に近い高等な哺乳動物組織を用いて，形態的な立場，あるいは機能的（生理的，生化学的）立場より検索することが望ましい。しかし，直接人体そのものを実験材料にできない限り，人体より得られた或る組織，或る細胞を，それだけを純粋に試験管内で増殖し分析するという組織培養法はその意味では重要かつ興味ある研究方法といえよう。

さきに第1報においては人子宮癌より得られた HeLa 細胞を組織培養法によって大量に培養し，その核酸代謝ならびにその前駆物質プールであり，かつエネルギー代謝の面から重要な高エネルギー燐酸化合物を含む酸溶性劃分の化合物の代謝について，主としてイオン交換クロマトグラフィーを用いて分別分析したが，今回は放射性燐 ^{32}P のこれら核酸および酸溶性劃分化合物への導入（Incorporation）に最も適した実験条件の検索，ならびに，この条件下において，放射線照射のこれら放射性燐の導入反応に及ぼす影響を分析した。

2. 研究方法

細胞：前回と同様にいろいろの培地に1週間 Roux 瓶を用いて培養し，10瓶を1群として実験に使用した。

培地：放射性燐の導入効果の検討のため，次の3種の培地を用いた。

A） 牛血清 20% でかつ塩類溶液を前回同様の YLE（Earle の培地に Yeast Extract および lactalbumin 水解物を添加したもの）。これは基本培地である。

B） 牛血清 2% + YLE

この培地は細胞分裂を極めて低くし，保存 maintenance の状態にする。

C） 牛血清 2% + P（−）YLE（すなわち Earle の培地より無機燐を除いたもの）

放射性燐 ^{32}P：Ortho Phosphate をいずれの培地も 1 μc/ml になるように加えて使用する。

孵置：細胞は（A）の基本培地で培養後，Hanks 液で洗滌してのち，それぞれ ^{32}P を含む各培地に3時間孵置し，その後前報のごとく遠沈分離し，集めた細胞について Schmidt-Thaunhauser 法によって酸溶性劃分，燐脂質劃分を分劃し，Lepage-Heiderberger 法により RNA および DNA 劃分を分劃した。また酸溶性劃分化合物は Potter-Hurlbert 法による gradient election chromatography によって分別し，測定値はいずれも cpm/μg phosphorus を比放射能として表わした。

放射線照射：日立製 3,000 c コバルト装置を用いて 300 r および 1,000 r を照射し，（培養6日目の細胞群を用いて）照射 24 時間後に同様に ^{32}P の導入反応を行ない，実験に供した。

3. 結果および考察

(1) 酸溶性化合物へのとりこみ。

第1表（比放射能）参照のこと。

(2)核酸劃分へのとりこみ

第1表

	P(+) BS(+)	P(+) BS(−)	P(−) BS(−)
	A	B	C
	cpm/μgp	cpm/μgp	cpm/μgp
CMP	150	235	
AMP	40		
GMP	163		
UMP			
Ortho P	1,960	5,001	4,300
ADP	317		
GDP			500
UDP	600	466	1,000
CTP	280	150	300
ATP	1,170	1,330	2,702
GTP	462	270	750
UTP	961	900	2,400

BS（−）は牛血清 2%，BS（+）は 20%，P（−）は Earle 培地より無機燐を除いたもの。

第2表参照のこと。

第2表 (比放射能 cpm/μgP)

	A	B	C
酸溶性劃分	1,520	3,920	3,340
燐脂質 〃	274	532	473
RNA 〃	132	61	145
DNA 〃	42	8	17

第1表および第2表から明かなごとく，培地に無機燐および牛血清をあまり含まない（2%に含んでいる）BおよびCの培地では，培地の比放射能が高く，したがって酸溶性劃分および燐脂質劃分は高い比放射能を示している。しかし，この場合の放射性燐は酸溶性劃分のうちでも主として無機燐の形に止まっており，ATP, UTP等のいわゆる high energy phosphate compounds への導入は基本培地とほとんど同様であり，かつ，核酸(RNA および DNA) への導入も低い。このことはまた，この maintenance 培地では，細胞分裂が余り行なわれぬことを裏書きするものでもある。したがって放射線照射の効果をみるためには，(A) の基本培地で行なうのが適当であろうと考察された。

(3) γ 線照射の影響

1,000 r の放射線照射によって放射性燐のとり込みは著明な影響を受け，それはことに酸溶性劃分および核酸劃分についてみられる。(第3表参照)

^{32}P のとりこみの総量（酸溶性燐，脂質燐および RNA 燐）についてみると，照射群は対照に比して約35%減であり，細胞膜を介しての導入そのものがまず阻害されていることがうかがわれる。次に orthophosphate についてみると放射能では約31%減，比放射能では51%程度の増加となり pool size の縮少がまず考えられる。high energy phosphate compounds たとえば ATP では放射能値の減少よりも比放射能値の減少が大きいことから合成阻害ではなく，消費の減少が主であることがうかがわれる。そのことは RNA 合成阻害の著しいことと符合する。

第3表 (照射24時間後)

	対照 (A 培地)			照射群 1,000 r (A培地)		
	放射能 cpm	燐量 μg	比放射能 cpm/μgP	放射能 cpm	燐量 μg	比放射能 cpm/μgP
CPM	250	1.6	155			
AMP	230	2.4	95			
GMP	280	1.7	165	228	1.7	135
UMP						
Ortho P	92,600	48	1,960	64,200	23	2,960
ADP	600	1.8	330			
UDP	1,460	2.4	600	1,100	3.2	340
CTP	240	0.8	300			
ATP	5,950	5.2	1,170	4,488	7.2	600
GTP	860	1.7	460	640	2.4	260
UTP	2,050	2.2	960	1,412	2.5	560
酸溶性燐	760,000	500	1,520	513,500	500	1,270
脂質燐	176,952	640	274	211,800	680	311
RNA	286,600	216	132	61,200	82	74

2. 組織培養によるマウス L 系細胞における変異細胞の遺伝生化学的研究

（第2報） 放射線耐性細胞の研究

障害基礎第2研究室
堀川正克
菅原努[1)]
土井田幸郎[2)]
完倉孝子[3)]

1) 36年9月まで障害基礎第2研究室長，現在京大医学部放射能基礎医学教室
2) 臨床第1研究室
3) 障害基礎第1研究室

1. 研究目的

マウスの皮下脂肪組織から分離されたL系細胞を各種物理化学的要因（mitomycin C, 8-azaguanine, 紫外線など）で数十継代処理した場合，それぞれの耐性細胞が分離でき，これら各種耐性細胞間の遺伝的特性や，耐性獲得の過程および耐性細胞における蛋白，核酸合成の機構についてはすでに研究を行なってきた。本研究の目的は，さらに放射線耐性細胞を分離することにより，(a) 耐性細胞出現の機序，(b) 各種要因に対する感受性の細胞レベルでの分析，(c) 体細胞の遺伝学的研究ことに体細胞突然変異についての問題を比較検討することにある。この種の研究は，最近医学の難題である癌の治療の面からも重要な問題であるばかりか，一方ではこれらの分離され

た耐性細胞を用いることにより，微生物で明らかにされてきた遺伝情報の伝達機構を，哺乳動物体細胞においても染色体のレベルで説明できるか否かという興味ある問題にもふれることを可能にするものである。

2. 実験方法

前回にしたがって（本年報には報告しておらない）単層静置培養された L 細胞の増殖および蛋白質，核酸，燐脂質合成に及ぼす放射線（γ 線）の影響を調べると同時に，一方では L 原株細胞を γ 線 2 kr で照射し，培養を続けると，生残った細胞は新しい集落を作る。これをふやして再び同線量照射する，といった具合に反覆することによって耐性細胞を分離し，これらの染色体数，核型分析，DNA, RNA および蛋白合成その他の生化学的検索を行ない，これを mitomycin C, 8-azaguanine, 紫外線に対するそれぞれの耐性細胞の場合と比較検討しながら，耐性細胞出現過程を解析した。

3. 実験結果および考察

(1) L 原株細胞の増殖ならびに蛋白質，核酸合成に及ぼす放射線の影響

γ 線（2 kr）照射した細胞について，放射性燐を用いて酸溶性画分，燐脂質画分，RNA 画分および DNA 画分内への導入を分析した結果，γ 線の作用機構は mitomycin C (0.1 γ/ml) の場合と同様に，第一義的には細胞分裂の抑制にあって，蛋白質，核酸および燐脂質合成は比較的非感受性であることがわかった。一方，核酸生合成の前駆物質プールであり，生細胞のエネルギー代謝において重要な役割を営む ATP を始め，低分子燐酸化合物の大部分が存在する酸溶性分画について，Potter などのイオン交換クロマトグラフィーを用いて正常細胞と γ 線照射（2 kr）後の細胞について分析した結果，放射線照射後細胞分裂阻止によって生じる巨大細胞形成の一因として，生細胞内の高エネルギー燐酸化合物（ATP 系）の燐酸化が著るしく抑制されることがわかった。また同時に，巨大細胞形成にともなって合成される核酸塩基組成を濾紙クロマトグラフィーによって分析した結果，正常細胞のそれとまったく差異のないことがわかった。

(2) 耐性細胞出現の過程

細胞に及ぼす各種要因の作用機構の違いによって，耐性細胞の出現様式は異なるが，γ 線の場合もその他の要因とかわりなく，それらの mutagenic action によって生じさせるのでなくて，耐性細胞は L 原株細胞内にもともと存在していたという結果を得た。

(3) 変異細胞の遺伝的特性と染色体

各種耐性細胞間の各種特性と交叉耐性現象をもとにして，体細胞の有する遺伝的特性を染色体レベルで説明することを試みた。第 1 表に各種耐性細胞間の遺伝的特性を示す。

L 細胞については，Whitfield らが 1,000 r 1 回照射によって耐性細胞を分離しているが，われわれは全量 1 万 r 以上照射して耐性のものを得た。この耐性細胞は，γ 線に対しては耐性であるが，8-azaguanine および

第 1 表　各種耐性細胞の遺伝的特性

特性＼耐性細胞	L（原株細胞）	L8-AZ（8-azaguanine 耐性細胞）	Lγ（γ 線耐性細胞）	LUV（紫外線耐性細胞）	LMit（Mitomycin C 耐性細胞）
各種要因に対する耐性度					
8-azaguanine	—	+	— —	—	—
γ-線照射	—	— —	+	—	—
Mitomycin C	—	—	— —	+	+
紫外線照射	—	—	—	+	+
1 週間の平均細胞増殖率	20	20	3	12	5
細胞の大きさ	大	大	大	小	小
染色体数（平均）	63	68	44*	63	63*
コロニー形成能力	—	—	+	+	+
マウス内に腫瘍を induce する能力	—	—		—	—

＋：耐性，—：弱い，— —：特に弱い。*：このなかにはフラグメントも含む。

mitomycin C のごとき化学物質に対しては感受性が高くなっており，染色体数は44本に山があり（もとの L 細胞は63に山がある），核型にも相当の変化がみられる。またフラグメントを多数持つこともわかった。またこれらの放射線耐性細胞は，原株細胞に比較してその増殖率が非常に低下しており，それと同時に酸溶性，燐脂質，RNA および DNA 分画内への放射性燐の導入度が低下しているなど，細胞内の代謝活性が著るしく低いことがわかった。放射線耐性細胞におけるこれら染色体数の減少と，細胞の増殖率および細胞の代謝活性度の低下が，耐性細胞出現とどのような関連性を有しているか現在検討中である。さらには，γ 線と紫外線の生細胞に及ぼす作用機構は，細胞の蛋白質，核酸合成への影響から，ひいては第1表の結果からみても，それらの作用機構がまったく異なっていることを暗示している。

（第1報論文）

Masakatsu Horikawa; Biochemical and genetical studies on variants of the mouse strain L cells in cell culture. I. Japa-nese J. Genet. 36, (9-10); 319-336, 1961.

〔研究発表〕

1. 堀川正克，土井田幸郎；組織培養によるマウス L 系細胞における変異細胞の遺伝生化学的研究（II），日本組織培養学会（1961年11月）
2. 堀川正克；同　上，第114回日本生化学関東支部会（1962年1月）
3. 菅原　努，堀川正克；放射線耐性細胞について，日本医学放射線学会（1962年4月）

3. 放射線の消化管機能に及ぼす影響に関する研究

障害基礎第3研究室
松岡　理
土屋武彦

1. 研究目的

前年度において，消化管の放射線に対する影響を（a）腹窓家兎および（b）小腸瘻を有する家兎の消化管の運動描記中の照射によって検討したが，消化管の影響のうけかたは，従来報告の多い，ラット，マウスとは相当ことなることが明らかになったので，本年度はこの種の特異性の解明を目的として，4種の実験動物を用い比較生理学的見地より検討を加えるとともに，前年度明らかにし得た家兎消化管運動の X 線照射による初期の抑制反応の発現機構について研究を行なった。

2. 研究方法

(1) 消化管に及ぼす放射線の影響に関する比較生理学的研究

(i) 研究目的

消化管系の放射線による障害は，動物の種類によって量的にも質的にも相当異なることが予想されたので，動物差発現の機構を明らかにし，人間への外挿のための資料を得ることを目的とした。

(ii) 実験方法

比較生理学的検討の対象として，消化管の放射線感受性の異なる，マウス（R.F. Strain），ラット（Wistar Strain），モルモット（ハートレー），ウサギ（白色在来種）の4種をえらび，すべてこの4種の動物について並行して検討を行なった。

(iii) 結果および考察

最初に，消化管の放射線障害の一つの指標として，平均生存日数と下痢の発生率およびその照射後出現までの日数をしらべた結果を第1表および第2表に示す。線量はいわゆる "intestinal death" を生ずると考えられている，1,000 r および 1,500 r を使用した。

第1表　Mean survival time after irradiation

Dose	Rat	Mouse	Guinea-Pig	Rabbit
1,500 r	3.3 d	5.0 d	8.4 d	20 d 以上
1,000 r	4.0 d	7.0 d	8.3 d	20 d 以上

第2表　Incidence of diarrhea and average days after irradiation

Dose	Rat	Mouse	Guinea-Pig	Rabbit
1,500 r	100% 2.0 d	100% 4.0 d	88% 6.4 d	not obserbed
1,000 r	100% 3.0 d	100% 4.0 d	40% 6.5 d	not obserbed

表に示すように，消化管での感受性の順序は高い方から，ラット，マウス，モルモット，ウサギの順である。また放射線による下痢は，必らずしも全部の動物に出現するわけではなく，したがっていわゆる "intestinal death" は主としてラット，マウスらの類にみられることがわかる。しかし，この "下痢" というものをさらに詳しくしらべてみると第3表に示すごとくであって，通常下痢を起しやすい動物が必らずしも放射線により下痢を起すものではないこと，また抗コリンエステラーゼ剤により家兎は下痢を起すが，ラット，マウスでは起さ

ず，一方塩類下剤では，ラット，マウスでは下痢を起すが，モルモット，ウサギでは下痢を起さない。人間ではこの，放射線，塩類下剤および抗コリンエステラーゼ剤の三つの要因のいずれによっても下痢を起すことから，人間にまで外挿するためには，一種類の動物の実験結果からだけでは誤まりを起す危険性のあることが知られる。

第3表

	Rat	Mouse	Guinea-Pig	Rabbit
Intestinal Death	+	+	±	−
Diarrhea induced by radiation	+	+	±	−
Diarrhea induced by another factor	+	+	+	+
Diarrhea induced by Anti-ChE drug	−	−	−	+

この消化管での感受性の動物差を生ずる原因の一つとして，消化管の解剖学的形態の差異が考えられたので，4種の動物の消化管の各部の長さを測定し，比率を求めた結果は第4表に示すごとくである。マウスについては，さらに5種の strain について同様のことをしらべたが，当然のことながらさほど著しい差異は認められなかった。

第4表　Serotonin 含量の動物差

	Normal Contents μg/g±SE	2,000 r 後 3 hr μg/g±SE	照射後の減少率*
ラット	6.34±.30	0.92±0.12	85.5
マウス	5.61±.41	2.78±0.46	46.9
モルモット	4.42±.41	2.36±0.05	46.7
ウサギ	5.06±.72	4.43±0.16	12.5

*reduction rate $=100\left(1-\frac{\text{5 HT contents in Irrade}}{\text{5 HT contents in control}}\right)$

この表から知られるように，一般に大腸および盲腸の大きい動物ほど，放射線に対する消化管の抵抗性の高いことが知られ，この事実は水分の吸収ならびに再吸収と重要な関連を有すると考えられる。この消化管の解剖学的差異の意義を実証するために，小数例ではあるが家兎の全盲腸（虫垂を含む）の摘出手術を行ない，2週間後消化管部の X 線局部照射を行なったところ，下痢を発し，数日で斃死した。次に前年度報告にも一部のべたが，消化管の endogeneous のセロトニン含量が X 線の照射により著しく減少することが示され，このセロトニンの正常含量および放射線による減少率が動物により差のあることが明らかにされたので，4種の動物について同様な検討を行なった。結果は第5表のとおり。

第5表　Proportion of the length various parts of GI-Tract

Species	S/T	L/T	C/T	L+C/T	L/S	C/S
Rat	80.5	16.5	2.9	19.4	20.4	3.46
Mouse	76.3	19.4	3.4	22.8	25.1	4.36
Guinea-Pig	57.7	37.1	4.5	31.6	64.7	7.69
Rabbit	60.6	27.9	11.6	39.5	34.6	19.25

T: Total, S: Small Intestine, L: Large Intestine, C: Cecum

この表から正常含量が高く，かつ放射線による減少率の著しいものほど消化管の放射線感受性が高いことがわかった。しかし，この意義については明確な実験的根拠にとぼしいので，今後の検討にまつところが多い。

(iv)　小　括

上記の結果を総括すると，(a) 一般に消化管の放射線感受性の順序は高い方から，ラット，マウス，モルモット，およびウサギの順であり，(b) いわゆる "intestinal death" は心らずしも全部の種類の動物におこるものではないこと，(c) 放射線による下痢は，薬物による検討から発現機構が単純なものではなく，その解析および外挿に対しては，一種類の動物の実験結果のみでは行ないえないこと，次にこの影響の動物差の発現機構に関しては，(d) 消化管の解剖学的形態および消化管の endogeneous のセロトニンの含量ならびにその消長が放射線感受性と関連があることなどが知られた。以上の結果より，消化管機能への放射線の影響は非常に複雑であって，人類への外挿のためには，さらに広い角度からの検討が必要であると考えられる。

(2) 家兎消化管運動における初期反応に及ぼす薬物の影響

(i)　研究目的

前年度に，*in vivo* の無麻酔家兎の小腸運動の連続記録中の X 線照射において，照射後早期に発現する小腸運動の著しい抑制反応を認め，線量との関係について報告したが，本年度はこの反応の発現機序の解明を目的として，各種の薬物を用いての検討を行なった。

(ii)　実験方法

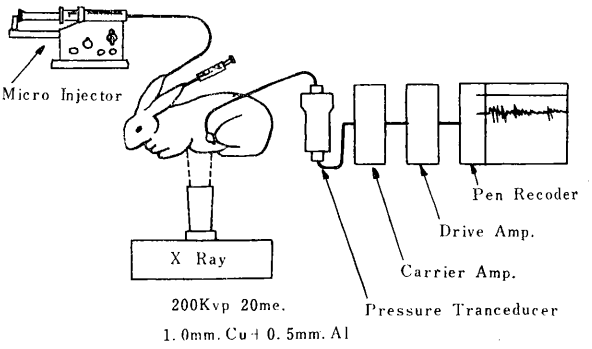
前年度報告と同様に，あらかじめ小腸瘻を外科的に作った家兎（2.5〜3.0 kg ♂）に，手術後1週間目に無麻

酔で空気バローンを挿入し，小腸運動を電気的に記録描記した。薬物の投与はエーテルの吸入を除き，いずれも耳静脈よりの注射で行ない，連続投与の場合には連続微量注入器を使用し，約 0.002 ml/sec の速度で耳静脈より注入した。照射例は X 線（200 kVp）の 2,000 r を腹部に照射し，薬物投与後の照射の場合には，いずれも投与開始後 5 分で X 線照射を行なった。

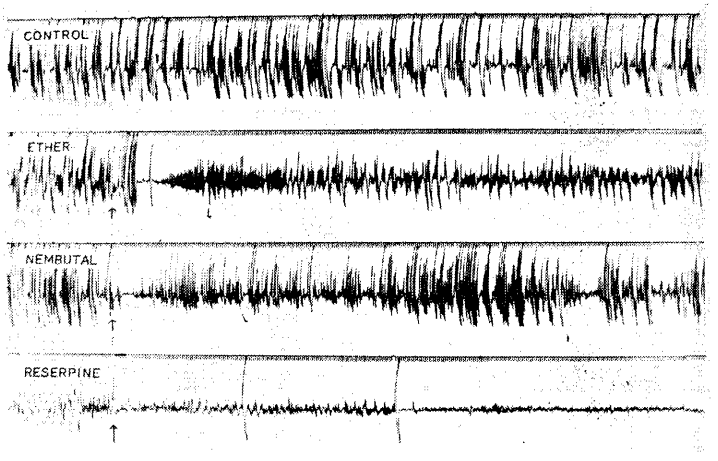
（iii） 結果および考察

最初に，各種薬物の 1 回投与により，自発運動への影響をしらべた。すなわち，エーテルの吸入，Nembutal, Reserpine, BOL-148 の静注による検討の結果，エーテル，Nembutal では消化管運動の一過性の抑制が，また Reserpine, BOL-148 では持続的な抑制が認められた。この結果を第 6 表に示す。

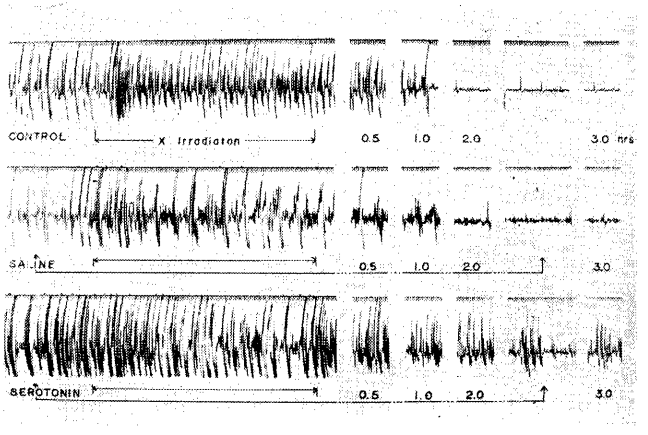
これらの薬物のうち，Reserpine はセロトニンの releaser としてよく知られており，また X 線照射および Nembutal の注射によって消化管の endogeneous のセロトニンが release することは，すでに著者らが 4 種類の動物について確かめたところである。さらにセロトニンの competitive inhibitor である BOL-148 すなわち 2-bromo-lyergic acid diethylamide によっても X 線照射と類似の運動抑制を示すことが明らかにされたので，照射による運動抑制反応に endogeneous のセロトニンが関与していることを推定し，セロトニン 10 mg/kg の 1 回投与後の照射を行なったところ，この量のセロトニンの注射では自発運動そのものに，影響がみとめられないにもかかわらず，抑制反応の出現を著るしく遅らせることができた。しかし完全に protect することはできなかったので，同量の Serotonin を 20 ml の生理食塩水に溶解して，2.3 μg/sec の速度で 3 時間にわたり，連続注射を行ない，開始後 5 分で X 線照射を行なったところ，照射による抑制反応を少なくとも，注入中は完全に protect することが明らかになった。この結果を第 2 図に示す。



第 1 図　実 験 方 法



第 2 図　Drug Response on Motility



第 3 図　Serotonin Injection

(iii) 小　括

上記の結果から，さきに著者らが報告した in vivo 無麻酔家兎の小腸運動記録中に X 線照射した場合に認められた著明な抑制反応は，消化管の endogeneous のセロトニンの release により誘発されたものであると推定した。

〔研究発表〕

1) 松岡　理，土屋武彦，江藤秀雄：放射線の影響に関する比較生理学的研究

1. 消化管系に及ぼす影響の動物差について，日本放射線影響学会第3回研究発表会（1961年7月）
2. 松岡　理：腹窓法による放射線障害の研究，第52回日本獣医学会（1961年10月）
3. 松岡　理，南沢　武，土屋武彦：消化器系に及ぼす放射線の影響（第2報），家兎消化管運動における初期反応に及ぼす薬物の影響，第21回日本医学放射線学会（1962年4月）
4. 松岡　理，土屋武彦，古川義宜：The Effect of X-Irradiation on 5-Hydroxytryptamine (Serotonin) Contents in the Small Intestines of Experimental Animals, Journal of Radiation Research, 投稿中

4. 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
南沢　武
永島　明
土屋武彦

1. 研究目的

中枢神経系は放射線感受性が低いとされていたが，機能的には小線量においても変化がみられることがしられてきた。また，胎児，新生児においては感受性が高いことがしられている。このようなことから，最近，中枢神経系に対する放射線の影響に関する考え方についての再考がうながされてきている。他方，中枢神経系の機能を客観的に観察する方法の一つとして，電気生理学的方法が考えられる。すなわち，放射線が神経系に影響を与えるとして，(1) 中枢神経細胞の自発活動，(2) 神経系の一般的性質の二つに変化を与えることが予想される。すなわち，前者は中枢，特に脳の皮質，あるいは内部の神経細胞群の活動性の変化，また後者は何らかの刺激を中枢または末梢神経に与えた場合，それによる他の神経細胞群の活動性の変化である。これらの変化は，脳波にあらわれる変化として分析することが可能であると考える。そこで脳波を指標として，放射線の中枢神経への影響を検討している。

2. 研究方法

実験動物：当研究所において自家繁殖した白色在来種家兎の雄を使用。

脳波記録：脳波の記録のために，知覚領の頭首に一対の真鋳（クロームメッキ）製ネジクギ（長さ4 mm）を埋込み，これを記録電極とし，脳波計により記録。

誘発電位の記録：左後足の座骨神経に直径0.4 mm の銀線一対を約1 cm はなして固定し，他端はそれぞれ皮膚に固定した。これを刺激電極として，duration 5 msec の矩形波，2 volt の電気刺激を座骨神経に与え，脳波に出現する誘発電位をブラウン管オシログラフにより記録した。この誘発電位の波形，およびその潜時を知るために，数回の重ね撮りを行なった。また，誘発電位出現のための刺激の閾値は，duration を一定として電圧を変えて求めた。

筋電図記録：前脛筋に銀の鍼針を刺入して，ブラウン管オシログラフにより電気刺激による誘発筋電図を記録し，神経伝導速度および誘発筋電図の得られる電気刺激の閾値を測定した。

X 線照射：200 kVp の X 線で，全身あるいは頭部照射を行なった。

全身；1,000 r (25 r/min)，頭部；5,000 r (150 r/min)

観察：記録電極挿入5～7日後に記録を開始した。すなわち，毎日大体同一時刻に3～4日間記録し，これを対照とした。X 線照射後はその直後，1時間，2時間，3時間，5時間，10時間，20時間，2日，3日，5日，7日，10日後にそれぞれ記録した。

3. 研究経過

X 線照射後30分～3時間で脳波の電位は増大するが，その波形は速波が減少し，徐波が増大する。その後数時間経過すると，照射前の状態に近づく傾向があるが，速波の減少はなお残存しているようにみえる。

頭部に5,000 r 照射された動物は7～14日で死亡するが，全身1,000 r 照射のものは30日近く生存する。死亡の数日前から脳波は，速波が減少して極めて単純な波形を示し，電位の低下もみられる。下向流単一刺激による誘発電位は2相性の速波を示し，その大きさは500 μV であり，潜時は約40 msec である。照射直後からその値は小さくなるが数時間後には回復する。閾値も，照射後2～3時間内では低下する傾向にある。誘発筋電図

を得る刺激の閾値，および座骨神経から前脛筋までの興奮の伝導時間には変化がみられなかった。

これらの結果からは，はっきりした結論は得られないので，皮質脳波とともに深部脳波，とくに海馬への影響を検討中である。

また Embryo の神経細胞が放射線感受性の高いことから，妊娠10日の家兎の下腹部に X 線を照射し，その児が生体になったときにおける脳波についての検討も行なっている。

5. 放射線感受性と生理学的性質の差異に関する研究（甲状腺機能との相関について）

障害基礎第3研究室
村松　晋
土屋武彦
障害基礎第2研究室
早川純一郎[1)]
菅原　努

1) 研究生

1. 研究目的

個体による放射線感受性の差異の問題は，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一つと考えられる。しかし一方，非常に複雑で難解な事象である。そこで著者らはこの問題を解明する一つの試みとして，生理学的性質との相関についての研究を行なってきた。まず甲状腺機能との相関についての問題をとりあげ，これを検討したが，先に報告したようにその相関関係を予測し得る結果が得られたので，さらにこの問題についての究明を行なった。

2. 研究方法

使用動物：放射線感受性のことなる C 57 BL/6, RF, CF#1 の3系統のマウス，これらはいずれも当研究所において自家繁殖を行なったもので，X 線照射時生後65日令のものを使用。

甲状腺機能試験：先に報告した方法により，甲状腺の ^{131}I 摂取率，ならびに ^{131}I の release rate の測定を行なった。

メルカゾール投与法：X 線照射1週間および2週間前より，0.05% のメルカゾール溶液を水の代りに給水瓶から自由に飲ませた。

サイロキシン投与：X 線照射1週間前より 6γ/個体/1日の L サイロキシンを腹腔内注射し，これを7日間行なった。

X 線照射：220 kV，X 線，C 57 BL/6 は 650 r，RF 600 r，CF#1 550 r，全身照射。

直腸温測定：サーミスター温度計により1日のうち一定時間に直腸温度の測定。

3. 結　果

(1) 放射線感受性

先の報告と同じく第1表に示すように CF#1, RF は C 57 BL/6 に比して放射線感受性が高いことが明らかとなった。

第1表 Percent mortalities of three strains of mice after X-irradiation

Strain \ Dose	600 r	650 r
CF#1	100.0 (27/0)*	——
RE	89.5 (51/6)*	——
C 57 BL/6	——	73.0(46/17)*

*: (dead/alive)

(2) 甲状腺機能

(i) 甲状腺の ^{131}I up take

第2表に示すように up take は RF が最も高く，次に CF#1 で，C 57 BL/6 は最も低い値を示している。

第2表 Percentages of 24-HR ^{131}I uptake in three strains of mice

Strain	No. of animals	Mean±S. E.
CF#1	35	19.8±0.8
RF	45	27.2±1.3
C 57 BL/6	38	13.1±1.1

(ii) ^{131}I の甲状腺よりの release rate.

甲状腺からの ^{131}I の放出とメルカゾールによる処置をして，再利用を block した場合の放出について第3表に示すようにそれぞれの release rate をみると，メルカ

第3表 Release rates of thyroidal ^{131}I with and without mercazol administration in three strains of mice

	Untreated	Treated	Piffernce
strain	mean±S. E.	Mean±S. E.	Mean±S. E.
CF#1	0.0895±0.0053	0.4285±0.0048	0.3390±0.0051
RF	0.0642±0.0046	0.2098±0.0237	0.1456±0.0241
C 57 BL/6	0.1217±0.0080	0.2422±0.0283	0.1205±0.0293

ゾールによる処置をしない場合は C 57 BL/6 が最高値を示すが，処置した場合は CF#1 が最高値を示した。また，それぞれの二つの場合における比をみると CF#1 が最高値を示し，これについで，RF，C 57 BL/6 となった。

(iii) PB ^{131}I Conversion ratio

^{131}I 投与 24 時間後に血清中の PB ^{131}I Conversion ratio を見ると，第 4 表に示すように，C 57 BL/6 が最低値を示した。

第 4 表 Conversion ratio (PB ^{131}I) and rectal Temperature in three strains of mice

	Conversion ratio		Rectal temp.	
strain	No. of animal	Mean±S. E.	No. of animal	Mean±S. E.
CF#1	5	82.2±1.3	19	38.1±0.2
RF	5	80.4±0.6	15	38.3±0.2
C 57 BL/6	5	71.0±1.5	15	37.0±0.3

第 5 表 Seasonal differences of ^{131}I uptake and mortality after 600 r X-irradiation in RF mice

	Percent mortality	Percent ^{131}I uptake mean±S. E
February	68.0 (17/8)*	16.7±1.5
May to June	89.5 (51/6)*	27.4±1.5

*: (dead/alive)

(3) 甲状腺の ^{131}I up take と放射線感受性の季節的変動

甲状腺の ^{131}I up take と放射線感受性が，同一系統のマウスにおいても時期的に変動がみられた。すなわち第 5 表に示すように，5 月に比して 2 月には up take が低下し，また放射線感受性も低下している。この傾向は他の系統においてもみられた。

(4) メルカゾールによる防護効果

第 6 表に示すように，X 線照射 1 週間前または 2 週間前に 0.05% のメルカゾールを投与した群と対照群とを比較すると，CF#1，RF においては防護効果が認められたが，甲状腺機能の低いと思われる C 57 BL/6 ではメルカゾールを 2 週間投与しても，防護の傾向は認められても統計的な有意差は認められなかった。

4. 考　按

以上の結果を総括すると，^{131}I の up take，メルカゾールによる release rate の変化，直腸温はいずれも放射線感受性の低い C 57 BL/6 より感受性の高い RF，CF#1 が高い値を示している。また，放射線感受性と甲状腺機能の季節による変動に相関があるように思われる。さらに放射線感受性の高く，甲状腺機能の高いと考えられる CF#1，RF はメルカゾールによる放射線防護効果がみられるが，そのいずれもが低いと考えられる

第 6 表 The mortality of irradiated mice with and without Mercazole administration from three inbred strains.

1 weeks treatment

Strain	Exposure Dose	Treatment	Number of Mice Used	Number of Dead Mice	Per cent of Mortality	Mean Survival Time (day)
CF#1	550 r	treated	48	45	93.75	13.2±1.4
		untreated	45	45	100.00	13.8±0.5
	600 r	treated	28	25	89.29	12.1±2.1
		untreated	27	27	100.00	13.6±1.1
RF	600 r	treated	69	43	62.8	14.1±0.9
		untreated	86	73	84.9	12.9±0.9
C 57 BL	600 r	treated	34	8	23.5	19.8±3.8
		untreated	33	7	21.2	9.8±3.3
	650 r	treated	69	55	79.7	13.8±1.6
		untreated	66	60	90.0	13.9±1.4

2 weeks treatment

C 57 BL	650 r female	treated	33	28	84.85	11.89±1.4
		untreated	33	28	84.85	11.75±1.8
	650 r male	treated	29	25	86.21	11.57±0.8
		untreated	30	27	90.00	11.58±1.7

第7表 The mortality of irradiated mice with and without L-thyroxins injection from three inbred strains.

strain	Exposure dose (r)	treatment	No. of mice used	No. of dead	Percent mortality	Average survival time (days)*
C 57 BL/6	650 r	none	40	22	55.00	16.59±1.99
		treated	48	39	81.25	14.03±1.73
RF	600 r	none	15	12	80.00	13.58±4.05
		treated	15	9	60.00	11.67±2.35
CF#1	550 r	none	33	28	84.85	13.39±4.05
		treated	33	23	69.70	11.67±2.35

* mean±95% fiducial limit

C 57 BL/6 では，防護効果が認められない。さらに，放射線感受性が低く，甲状腺機能も低いと考えられる C 57 BL/6 はサイロキシンにより，radiosensitize されるが，RF，CF#1 ではいずれもそれが認められていない。

これらのことから，いわゆる放射線による急性骨髄死に対する感受性と甲状腺機能に，もし関連があるとするならば，次の二つの異なった観点からその相関を考えることができよう。すなわち第1に，甲状腺ホルモンにより組織の代謝が影響をうけ，したがって組織内の酸素圧が影響されると考えられる。第2に甲状腺機能は複雑なホルモン系と関連があるので，甲状腺機能が刺激に対して，安定かつ適切な反応をすることが放射線による影響からうけた障害からの回復に必要と考えられる。ここで直ちに結論することは早計かもしれないが，放射線感受性と甲状腺機能とは何らかの関係があると考えられるので，今後この問題に関連して組織内酸素，基礎代謝などについての検討を行なう予定である。

〔研究発表〕

1. 早川純一郎，土屋武彦，菅原　努；Protective Effect of Mercazole (1-Methyl 2-mercaptoimidazole) Against Single Whole-body Irradiation in Mice, Strahlentherapie, Vol. 116 No. 3 (1961, 11)
2. 早川純一郎，土屋武彦，菅原　努：マウスの系統による放射線感受性の差異と甲状腺機能について，第4回日本アイソトープ会議（1961年10月）

6. 放射線比較実験動物学に関する研究

第II報　生物学的 Stage の対応および外挿係数

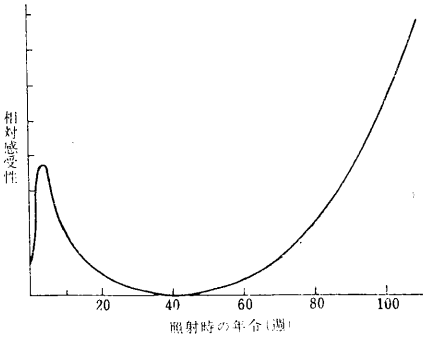
（人類への外挿に関する一つの試み）

障害基礎第3研究室

松　岡　　理

1. 研究目的

35年度研究報告において，放射線障害の研究においては，実験動物のデータから外挿せざるを得ないこと，およびその外挿のためには実験動物と人類とが，すべての点において数量的に関連づけられることが必要であることを述べたが，今年度は前年度に集めた文献を用いて外挿のための基礎的な検討を行なった。動物はその年令によって放射線感受性がいちじるしく異なることは，すでにいくつかの報告があり（第1図参照），ことに胎児の時期では，放射線による影響のうけ方が質的にも異なることも知られている（第3図参照）。このため生物学的にどの Stage にある動物を実験に供したかによって，得られる結果は当然相当な差を生ずるから，この結果をヒトに定量的に外挿するためには，まず実験動物とヒトとの生物学的 Stage の対応が必要になる。しかし，生物学的に二つの動物の Stage の対応ができたとしても，その対応する時期においてもなお，動物の species によって，代謝の速度が異なることが或る程度知られている。このことは，実験動物での1日とヒトにおける1日の意味する生物学的意義が非常に異なることを意味する。具体的にいえば，マウスで 5 r/day で3日間の γ 線連続照線はヒトで何レントゲン，何日間の照射と考えた



第1図　放射線感受性の年令差（マウスで30日の致死率より求めた。）
（Lindop P. J. 等（1962）の報告より引用）

らよいかということである。この問題は非常に複雑な要素を含み，簡単には解析できないが，外挿性の基礎として，まず実験動物とヒトとの生物学的 Stage の対応を行ない，さらにその対応 Stage における代謝速度の比率を仮りに外挿係数と名づけ，この両者によって，外挿における精度を少しでも高めようと考えた。

2. 研究方法

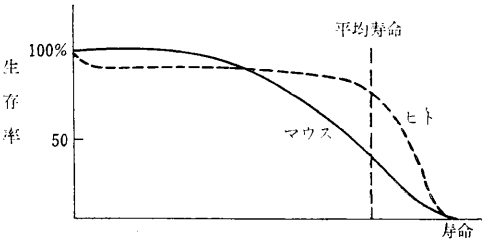
考察の対象動物としては，放射線障害の研究における使用の頻度という点から考慮して，マウス，ラット，モルモット，ウサギ，イヌ，サルの6種の実験動物とヒトの7種類の動物に限定したが，資料の関係でとりあげた全部の動物について，同じ程度の精度のデータを期待することは，もちろんできなかったので部分的に空白とせざるを得なかった。

考察の範囲は放射線感受性が胎児の時代，すなわち妊娠の初期から重要な問題となることは，最近の研究により明らかになってきたところであるので，受精から動物の死までの一生にわたった。そのため資料の範囲も，人類および実験動物に関する，発生学，生理学，解剖学，老人病学の広範囲にわたり，また当然のことながら，全部の種類の動物について同時に検索した報告はないので，個々の動物についての資料を整理し，相互の関連をつけざるを得なかったことも多い。

3. 研究結果および考察

(1) Stage の対応

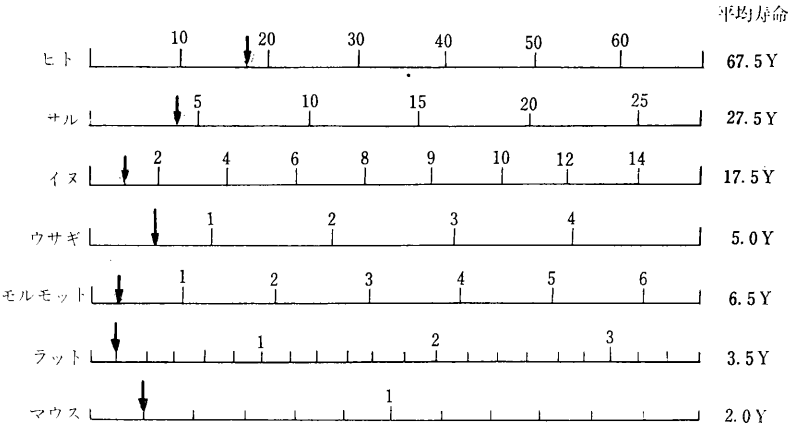
実験動物とヒトとの生物学的 Stage を対応させる場合に，最初に問題となるのは，一体何を基準にして比較対応させるかということである。最初に考えられるのは動物の平均寿命から割出した対応である。実際古くからマウスの10日はヒトの1年に当たるとか，あるいはまたラットの1日はヒトの30日に相当するなどということがいわれている。しかし平均寿命から割出したこの対応は，動物とヒトとの寿命に質的に異なる点が多いので，採用することはできない。その一つの例として，平均寿命を共通の基準にすることを想定して，ヒトとマウスの生存曲線を比較検討してみよう。両者の平均寿命を同一スケールにとってプロットしてみると，第2図のごとくである。図からわかるごとく，ヒトの生存曲線が老年の方へ伸び



第2図　生存曲線における相違

ており，ヒトは平均寿命の点で68%くらい生存するのに，マウスでは36%くらいしか生存しない。このことは，寿命というものが，相当人為的なものに影響されることに由来すると考えられる。この平均寿命を第3図の左端に示すごとく仮定して，それを同一スケールにとって，ヒトと実験動物の Stage を等間隔に目盛ってみると第3図のごとくなる。

この図の上で，次に第1表に示す動物の生理学的な期間を対応させてみると，けっしてこれらの時期が，この時間目盛では一致しないことがわかる。このおのおのの時期の境界をどこにおくかは技術的に多くの困難を伴ない，何を基準として分けるかによって相当ことなるが，ここではいくつかの角度から検討して一応の値をきめた（詳細は省略）。



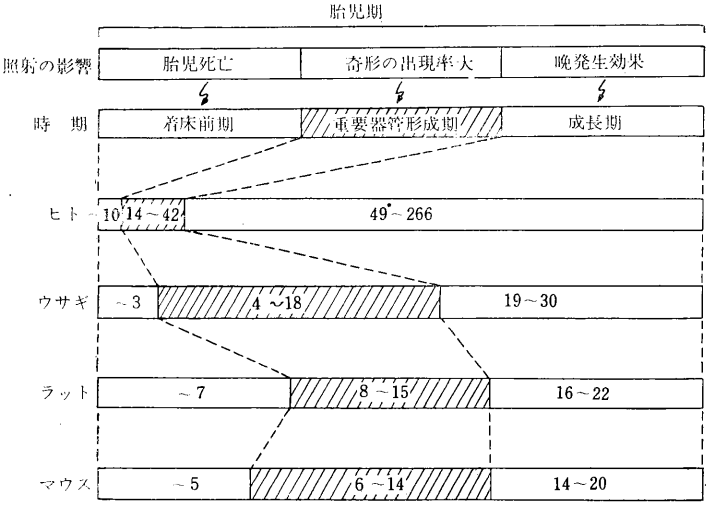
第3図　平均寿命からの対応
（↓ は Adult になったと考えられる時期）

このような理由で，動物の一生を一つの尺度で対応させることが不都合であることがわかったので，動物の一生を，胎児期，哺乳期，成長期，成年期，老年期の四つの時期にわけて Stage の対応を行なうことにした。一例として第4図に，胎児期での動物の Stage の対応とその時期での照射による影響の相異を示した。単純な対

第1表　動物の生物学的 Stage の対応

	胎内期 I	胎内期 II	胎内期 III	哺乳期	成長期	成年期	老年期
ヒト	0–10	14–42	49–266	360 d	1–17 y	17–45 y	45 y–
サル	0–9			270 d	0.9–3 y	3–	
イヌ				60 d	0.2–		
ウサギ	0–3	4–18	19–30	60 d	0.1–0.5y	0.5–	
モルモット				20 d	0.1–0.2 y	0.2–2.0 y	2 y
ラット	0–7	8–15	16–22	21 d	21–60 d	60–600 d	2 y
マウス	0–5	6–14	14–20	21 d	21–60 d	60–600 d	2 y

I．着床以前，II．重要器官形成期，III．胎児成長期



第4図　胎児期における対応

第2表　対応年令推定のための係数

	胎内期 I	胎内期 II	胎内期 III	哺乳期	成長期	成年期	老年期
ヒト	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
サル				1.3			
イヌ				6.3			
ウサギ	3.3	2.0	19	6.0	40		
モルモット				18			
ラット	1.4	4.0	38	17	144		
マウス	2.0	3.5	38	17	144		

$$係数=\frac{ヒトの対応時期の長さ}{動物の対応時期の長さ}$$

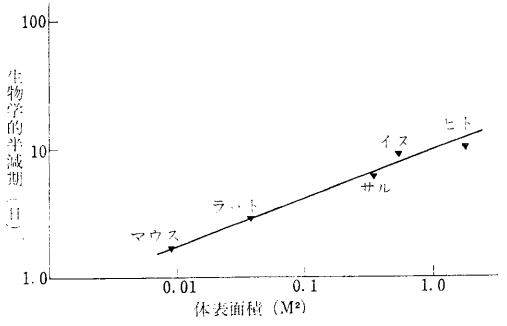
応の方法では，外挿にあたって大きな危険の存在することがわかる。すなわち，動物の胎児期には species によって各期の全体に対する比率が大きくことなり，質的に大きな差があることがわかる。図に点線で示したような Stage の対応をさせれば，胎児期を均等に分割して対応させたものと較べれば，ずっと精度の高い外挿ができると考えられる。このようなくわしい考察を各期間について加えるのが理想であるが，現在のところデータにとぼしいので，一応残りの時期については均一を仮定して対応を行なった結果を第2表に示す。

この第2表および第1表の両者から，使った実験動物の年令さえわかっていれば，ヒトに外挿した場合，大体ヒトのどれくらいの年令に相当するかが推定できる。

(2)　外挿係数の推定について

前項にのべた方法によって実験動物とヒトとの生物学的 Stage が対応づけられたとしても，もう一つ残された問題は代謝の速度である。たとえば生物学的に同じ Stage にある二つの動物を比較したとき，絶対時間的に二つの動物のその時期（たとえば成長期）の長さが10倍の差があるからといって，同じ点で比較したときの代謝の速度の比率が10倍になっているとは限らないということが種々のデータから証明されるからである。

たとえばマウスとヒトでは，成熟してからの期間を比較すると35倍の差があるが，代謝の速度はけっしてこのような比率にはなっていない。なぜならば，もしそうならマウスで得られた生物学的半減期の約35倍くらいの長さの半減期をヒトは持たなければならないことになる。実際はヒューマンカウンター，アニマルカウンターを使って実測した結果によれば第5図に示すように6～7倍ぐらいである。



第5図　^{22}Na でしらべた生物学的半減期
（Richmond, C. R.，の報告より引用）

この点を考慮して外挿を行なわないと，定量的な実験結果の解析はできない。逆の例として，哺乳期間を考えたとき，ヒトではマウスの約13倍くらいの長さがあるが，生まれたときの体重が2倍になるのに要する日数，すなわち Doubling growth rate から計算すると，マウスは約35倍の代謝の速度をこの時期のはじめにおいて持っていると推定される。このようなくいちがいは，少なくとも一部はおのおのの生物学的期間がその動物の寿命全体に占める割合が動物によって著しく異なっていることに由来するものである。そこで，このおのおのの期間におけるヒトと実験動物の代謝の速度の比率を知れば，たとえばマウスで或るアイソトープの生物学的半減期が4日であることが実験的に確かめられたとき，ヒトでは一体何日と考えたらよいかということが，この比率を掛けることによって得られると考えるのである。この係数を仮りに外挿係数と名づけ，これをさきに述べた各時期について求めようとした。この外挿係数を求めるのに役に立つ資料は，基礎代謝，Donbling growth rate，体重増加率，生物学的半減期，その他が考えられるが，動物の一生について，これらの値を出したものは全然ないといってよい。そこで，これらの部分的な data をつなぎ合せて大凡その値を出してみると第3表のごとくなる。

第3表　各時期における外挿係数

	哺乳期 始	哺乳期 終	成長期	成年期	老年期
ヒト	1.0	1.0	1.0	1.0	
サル		1.1		1.5	
イヌ	15	3.6	3.5	1.2	
ウサギ	23	6.6	1.4		
モルモット	19	0.6			
ラット	23	2.7	3.5	3.7	
マウス	34	2.0		6.5	

ヒトの代謝の速度を1と仮定したときの比率

この表を用いることによって生物学的 Stage の一致した実験動物とヒトとの間で，代謝速度と関連するような現象に関しての外挿が或る程度可能になると思われる。具体的に第2表および第3表を使って外挿を試みてみると，いまマウスで生後80日のものを使って，或るアイソトープを使って生物学的半減期が5日であるという値を得たとき，第2表によって，これはヒトでは成年期に属することを知り，さらに第3表のマウスの成年期では外挿係数が6.5くらいであるから，ヒトのこの時期での生物学的半減期は（$5^{(日)} \times 6.5 = 32.5^{(日)}$）32日付近であろうと推定するわけである。逆の使い方の例を示すと，ヒトの胎児の時期の照射で奇型児出現の危険性についての解析を行なうためには，実験的には，ウサギでは受精後4～18日に，ラットでは8～5日に，マウスでは6～14日に照射を行なわなければ質的に同じような影響を実験結果として期待できないことがわかる。

4. 結　語

上記のごとき考察を試みたが，これらの表を完成するにはまだ資料が不足で，第2，第3表はあくまで不完全かつ不正確なものである。またどのような場合にも，一つの外挿係数しか考えられないのではなく，今後の研究によってもっと分化した外挿法が考えられるので，新しい資料によって修正補充してゆきたいと考える。

7. 生体内放射性物質除去および沈着防止に有効なる薬剤の研究

薬学第1研究室
松島美一
鈴木　治

放射性同位元素が生体に摂取され，生体内に沈着した場合，長期間にわたって内部照射を行なうことになるの

で，生物体に有害な作用をすることになる。キレート剤を投与することにより，或る種の放射性金属元素は生体内で可溶性金属キレートとなり，速やかに体外へ排出される。この種の研究はすでに多くの報告があり，その有効性は確認されている。

しかるにアルカリ土類金属の場合，多くの研究にもかかわらず，キレート剤を用いる方法は必らずしも満足すべき結果を与えているとはいえない。アルカリ土類にはストロンチウム 90 をはじめとして，危険性の高い放射性核種が少なくない。ここに，この方面に有効なるキレート剤の研究が必要な理由がある。

しかしこれらのキレート剤探求には，アルカリ土類キレートの安定度に関する知識が必須である。この関係については，前年度年報をはじめ，多くの機会に報告しているので省略する。

1. ^{133}Ba を用いる水溶性 Ba キレートに関する研究

前年度において Schubert，田村・松島らにより研究されたイオン交換樹脂法により，Ca および Sr 錯化合物の研究を行なった。今年度はこの方法を Ba について拡張・応用することを試みた。理論および実験法の大要については Ca，Sr の場合と大きな差なく行なえる。^{133}Ba を用いることにより，γ 線測定により研究できることは，将来，可溶性錯化合物研究にイオン交換樹脂法と potentiometric titration method の結合の可能性を示唆するものとして興味を引くところである。

この方法により，クエン酸およびその異性体の Ba complex の安定度を測定した。Ba においても Ca，Sr と同様，クエン酸類とは 1:1 complex をつくり，安定度は Citric acid > Isocitric acid > Alloisocitric acid の順であり，かついずれの化合物についても Ca > Sr > Ba の順は変化していないことを知った。この研究の詳細は原報（薬誌：投稿中）を参照されたい。

2. イオン交換樹脂法の低 pH 領域への拡張

従来，錯安定度の研究に用いられたイオン交換樹脂法は，ほとんどすべて pH 7 附近において行なわれたもので，他の pH 領域におけるものは少ない。また多塩基性酸の complex を扱かう際も，測定 pH において酸が完全に解離したものとして論じられた。しかしこれは必らずしも正しくなく，多塩基性酸においては各解離段階と金属との間の安定度定数についての考慮がなされなければならない。

本年度はクエン酸～アルカリ土類の系をとり，種々の pH においてイオン交換樹脂法を応用しこの問題を解決した。

すなわち，Ca，Sr，Ba についてクエン酸の第 2 段解離に対応する Hydrogen complex の存在を確認し，その安定度定数を測定した。また同時に第 3 段解離に対する complex の安定度定数も測定した。

この理論および方法は，一般に多塩基性酸の各解離段階の関与する complex system の研究に有力な手段となり得るものである。この研究の一部についてはすでに発表した。（松島他：第 14 回日本薬学大会報告，1961 年 7 月）

8. 酸素分子の活性化について

薬学第 1 研究室
花木　昭
鈴木　治

1. 研究目的

放射線障害における分子状酸素の効果について従来多くの研究が発表せられているが，筆者は放射線が媒体のイオン化を誘発する作用に特に着目して，分子状酸素の電子捕捉について一連の研究を企てた。

電子を捕捉した酸素分子は，4 電子還元によって終局的には水を生成するが，中間に遊離基の生成が考えられる。この酸素を含んだ遊離基の形成がいわゆる酸素の活性化である。

活性化された酸素はそれ自身強い酸化作用を呈するが，この作用は酸素が基質に添加（oxygenate）されることによる。酸素添加作用は物質代謝の面よりみると，電子伝達に共役した重要な反応の一つでもある。ここで述べる芳香族 N-アルキルアミンの酸化的脱アルキル化は酸素添加反応の一つで，遷移金属が活性に関与していると考えられる。この化学反応を物理化学的に追跡する意味でポリアミノカルボン酸の鉄キレートと電子供与体を共役させた系を構成した。

2. 研究方法および結果

4-N-dimethylaminoazobenzene（DAB）を基質とし Fe^{2+}- キレート剤 -O_2 系で酸化し一定時間に生成された 4-N-methylaminoazobenzene（MAB）の量を測定し反応速度とした。

反応に重要な寄与をする因子は鉄キレート -O_2 電子供与体鉄キレートの相対的酸化還元電位差で，さらに鉄キレート，電子供与体の化学構造も反応に影響を与えていることが解る。結局，反応機構は模式的に次のように表わすことができる。

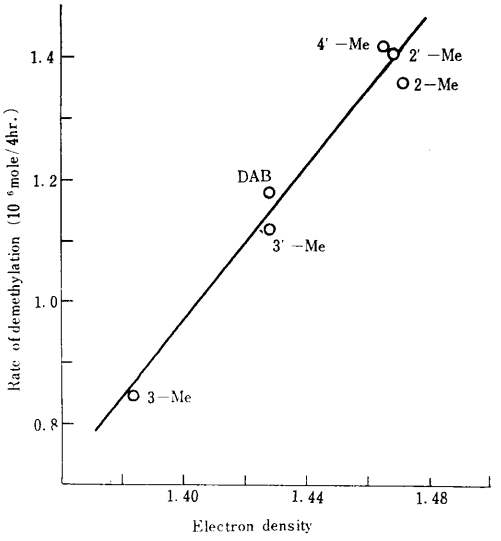


Fig. 1. Relation between the rate of demethylation and total π electron density at the dimethylamino nitrogen of DAB derivatives

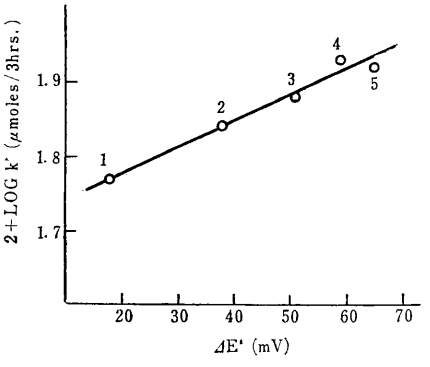
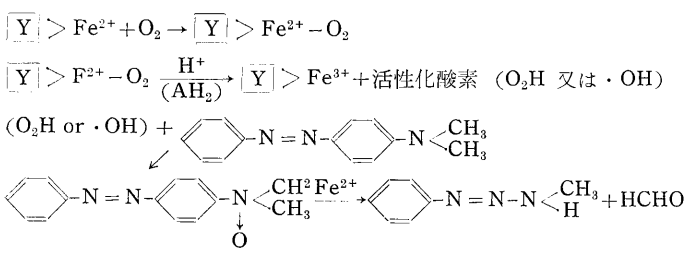


Fig. 2. The apparent rate of N-demethylation plotted against the standard redox potential difference for the reduction of the ferric chelate.
1, pH 5.7; 2, pH 6.4; 3, pH 6.9; 4, pH 7.3; 5, pH 7.6.



文　　献

1. M. Ishidate & A. Hanaki: Oxidative Demethylation and Carcinogenicity of 4-N-Dimethylaminoazobenzene Derivatives; Nature, **191**, 1198 (1961)
2. A. Hanaki & M. Ishidate: Oxidative N-Demethylation of Aminoazo Compounds by Model System; J. Biochem. (Tokyo), **50**, 519 (1961)
3. A. Hanaki & M. Ishidate: Nonenzymic N-Demethylation of 4-N-Dimethylaminoazobenzene; Biochim. Biophys. Acta, **57**, 180 (1962)

9. 家兎の放射線障害に対するサリバ・パロチン・A の効果

薬学第2研究室
篠田雅人
高木良成
玉置文一

1. 緒　　言

放射線と血液所見あるいは造血臓器との関係については，古くより研究が行なわれてきたが，近年，放射線照射によって起る白血球減少反応の回復を指標として放射線障害の治療に関する実験的研究が多くの研究者によって報告されている。これらの報告のいくつかは，血液所見の回復と延命効果とが併行関係にあることを認めている。

一方，サリバ・パロチン・A（以下 S・P・A と略す）は人唾液より分離精製された分子量約 16,000 の蛋白であり，骨象牙質の石灰化促進作用，骨髄温上昇作用等と同時に，生体成分のなかで強い白血球増加作用を示す物質である。

家兎を用いて，まず，S・P・A の血液像，特に白血球像に及ぼす影響を検べ，次いで種々の線量の X 線を照射した家兎に対する反応を測定し，さらに，S・P・A の連続投与により白血球減少状態の回復効果を検討した。

2. 研究結果

(1) 家兎の循環白血球に及ぼす S・P・A の反応

本研究に使用した S・P・A は成熟雄家兎に対して，注射用量が 10 μg/kg 以上では，総白血球と顆粒球はともに注射2時間後に，一旦著しい減少反応を示したのち，増加反応が起り，注射8時間以後に最高値に達する。これに対して，リンパ球（単球を含む，以下すべて同様）は注射後8時間まで持続

性の減少反応を示し，24時間後には旧値に回復する。5 μg/kg 以下では注射2時間後に起る総白血球および顆粒球の一時減少反応が発現せず，また，増加時間が著しく短縮される。

これらの結果から，現在までに報告されていたS・P・Aの家兎循環白血球に対する注射直後の一時減少反応および続いて起る増加反応は主として顆粒球の変化に基因するものであり，リンパ球に対しては弱い減少作用のみを有することが明らかとなった。

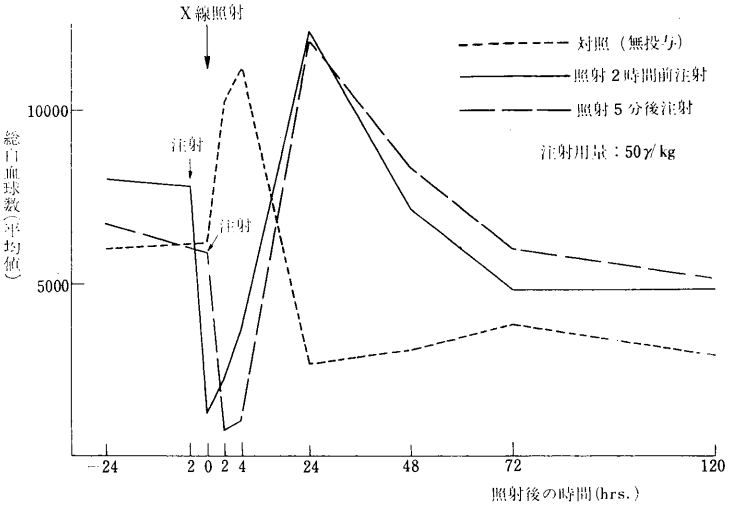
(2) 循環白血球数に及ぼすX線照射の影響

生体の血液像に及ぼすX線照射の影響についてはすでに多くの報告が出されているが，われわれの実験結果も，総白血球と顆粒球の一時増加した後の減少反応およびリンパ球の急速な減少反応などこれらの報告とよく一致していた。

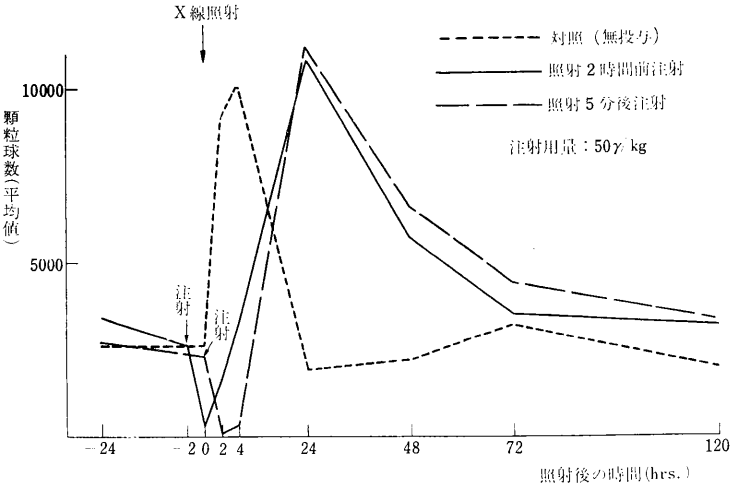
(3) X線照射家兎に対するS・P・Aの反応

(a) 投与の時期と効力との関係

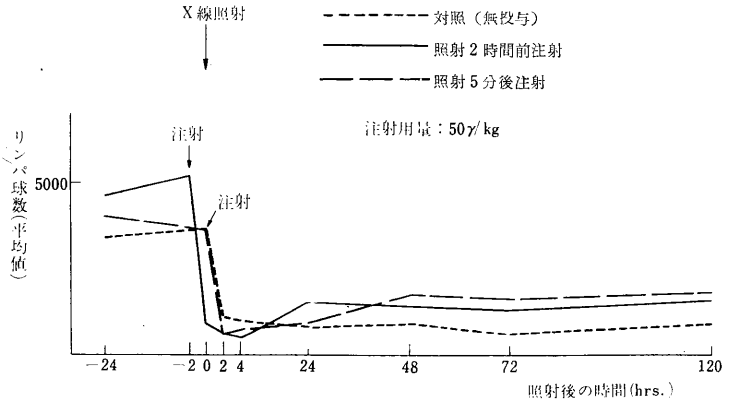
放射線に対する防護剤の効力はその投与の時期と関係



第1図　X線（200 r）照射家兎の総白血球数に対するサリバ・パロチン・Aの反応



第2図　X線（200 r）照射家兎の顆粒球数に対するサリバ・パロチン・Aの反応



第3図　X 線（200 r）照射家兎のリンパ球数に対する
サリバ・パロチン・A の反応

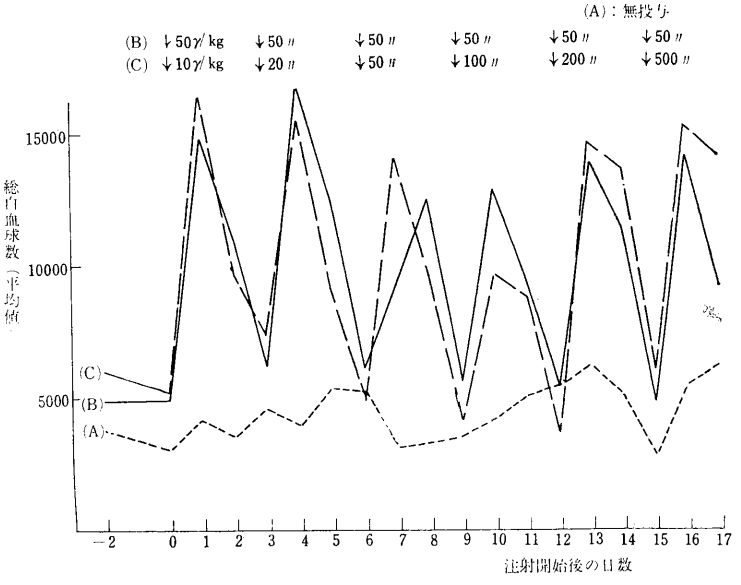
があり，ほとんどの防護剤は X 線照射前に投与しなければ効力が発現し得ないといわれている。そこで S・P・A についても，X 線照射2時間前に投与した場合と，照射5分後に投与した場合とについて比較した。照射前に投与した場合には S・P・A による白血球の初期減少時に X 線照射を行なっている（第1～3図参照）。

X 線照射家兎の総白血球および顆粒球に対する S・P・A の作用は正常家兎に対する場合と同様の反応を示すが，これに反し，リンパ球に対しては S・P・A 自身にも X 線照射の場合と類似した減少反応を示すが，正常動物の場合に見られた投与24時間後の回復現象が認められなかった。また，S・P・A 投与は照射の前後にかかわらず白血球に有効に作用することを認めた。

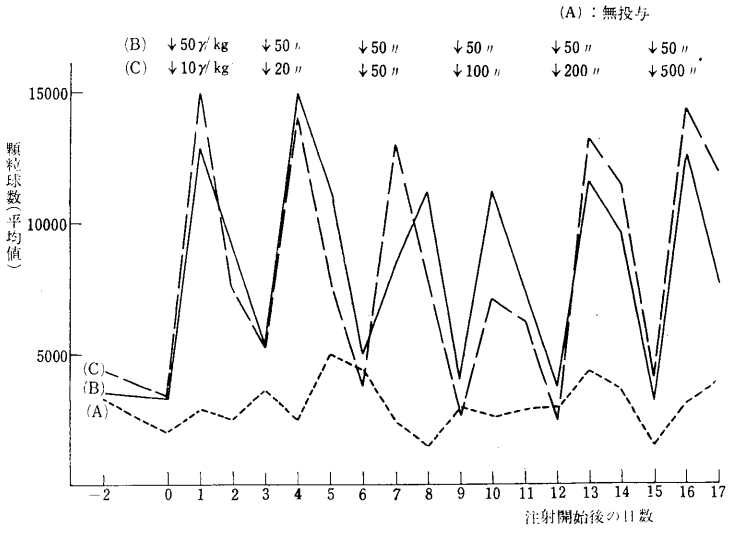
(b) 注射用量と反応との関係

前項 (a) において，S・P・A は X 線照射後に投与しても有効であることを認めたので，照射後の家兎に対して種々の用量の投与を行ない，その反応型式を検討した。

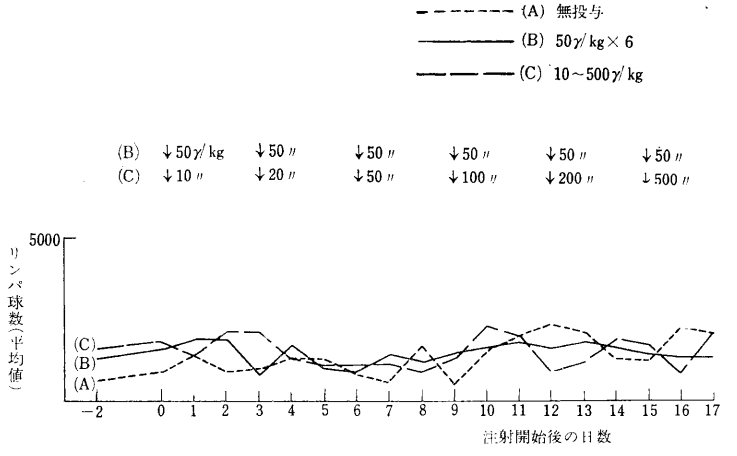
X 線照射家兎に対する S・P・A の反応は正常家兎に対する場合とほとんど同様の用量―反応関係を示し，また主として顆粒球に作用していることも類似している。その反応の強度は X 線の照射線量にほぼ対応してい



第4図　サリバ・パロチン・A の連続投与（3日間隔）



第5図　サリバ・パロチン・A の連続投与（3日間隔）



第6図　サリバ・パロチン・A の連続投与（3日間隔）

る。

(c) 皮下注射の影響

効力の持続性を期待して皮下注射による効果を検討したが，静注の場合の500～1,000倍の用量が必要であり，また，効力の持続時間も静注の場合と大差なく，投与方法として皮下注射は不適当と考えられる。

(4) S・P・A 連続投与の効果

S・P・A 1回投与による効力の持続時間は，本研究に使用した用量の範囲内では1～3日間であった。したがって循環白血球数のレベルを高位に保つためにはS・P・A を連続投与する必要性が生ずる。そこで，各種の用量および投与方法について検討した。

S・P・A の連日投与を行なうと，注射開始後2～3日で総白血球および顆粒球の増加量が小さくなり，S・P・A の連日投与はその効力が徐々に減退することを認めた。隔日投与の場合にも第4回目または第5回目の注射から効果の著しい減退が認められた。さらに種々の条件を検討した結果，S・P・A 1回注射による効力の最大持続時間(3日間)を投与間隔として連続投与を行なうならば，白血球数のレベルを高位に保つことが可能であることを知った。なお，総白血球と顆粒球とはほとんど同一の傾向を示しており，リンパ球に対しては効果が見られ

ないことから，S・P・A による白血球増加反応は骨髄性細胞である顆粒球によるものであると考える（第4～6図参照）。

〔研究発表〕

篠田雅人，高木良成，玉置文一：家兎の放射線障害に対するサリバ・パロチン・A の効果，日本内分泌学会総会（1962年4月）

10. 脾臓中の白血球増加性成分の検索

薬学第2研究室

篠田雅人

高木良成

玉置文一

1. 研究目的

脾臓の放射線障害に対する治療的作用については，現在のところ脾臓細胞の移植によって起る造血組織の増殖を基本とする細胞移植法が有力な手段とされている。一方，脾臓の白血球増加因子については多くの学者により報告されているが，未だ純粋に単離された状態に至っていない。

このような見地から，放射線照射に基因する leucopenie の治療を目的として，脾臓を原料とする各種分画精製操作を行ない，得られる白血球増加性成分について，その治療効果を検討し，併せて有効成分の化学的性質を検索する。

2. 実験方法

効力検定：体重 2.0～2.5 kg の正常雄家兎を少なくとも 10 日間以上休息期間をおいて反復使用した。

試料を pH 8.0 に調整した蒸溜水に溶解して，家兎の体重 1 kg 当り 0.5 ml の割合で耳静脈に注射し，注射前と注射後 2，4，5.5，7 および 24 時間に他側の耳静脈から採血し，常法にしたがい白血球数を算定した。

3. 研究経過

脾臓から白血球増加性成分を分離するための予試験として，現在までに次に示す数種の抽出分離法を試みた。

仔牛脾臓を材料として，

アセトンによる分画沈澱法

等電点による分画沈澱法

氷酢による抽出法

豚脾臓を材料として

等電点による分画沈澱法

上記の実験により，仔牛脾臓の等電点による分画沈澱法が最も有望と思われたので，この方法を骨子として，次に示す分離・精製を行なった。

(a) 等電点分画法による有効成分の抽出

新鮮な牡仔牛の脾臓（3頭分 250 g）を肉ひきで細切し，これに蒸溜水 2 l を加え，沸騰水浴上で攪拌しながら2時間加熱し，水冷後濾過する。この濾液を水浴上で約 100 ml に濃縮し，析出する沈澱物を遠心分離によって除き，上澄液を1規定塩酸で pH 2.6 に調整すると，再び沈澱が析出する。この沈澱を遠心分離によって除き，上澄液を中和したのち，凍結乾燥すると粗抽出物 9 g（収率 3.6%）を得た。

この粗抽出物は淡黄色，やや吸湿性の粉末で，ニンヒドリン反応陽性であり，紫外部吸収スペクトルは波長 262 mμ に吸収極大を示す。家兎白血球増加反応は用量 2 mg/kg で，注射後 4～5.5 時間に最高値に達する。

(b) イオン交換樹脂による等電点分画物の精製

上述（a）の方法で抽出した有効フラクションを，さらに精製するために次の方法を検討した。

メタノールによる分画

Amberlite CG-120 によるカラム・クロマトグラフィー

Amberlite CG-400 によるカラム・クロマトグフラィー

この結果，以下に示す Amberlite CG-120 H 型樹脂を用いたカラム・クロマトグラフィーが有効であった。

粗抽出物 5 g を蒸溜水 10 ml に溶解して試料とする。精製した 100～200 メッシュの Amberlite CG-120 H 型樹脂で 3.5×20 cm のカラムを作製し，1管 50 ml のフラクションコレクターを用いて，第1図のごとくクロマトグラフィーを行なった。分離した各フラクションのうち，A，B，C はそのまま凍結乾燥し，D，E，F，G，H は Amberlite CG-4 B カラムによって，含有している Cl イオンを除いて中性にしたのち，凍結乾燥した。

効力検定の結果，C- フラクションに白血球増加効力が認められた。

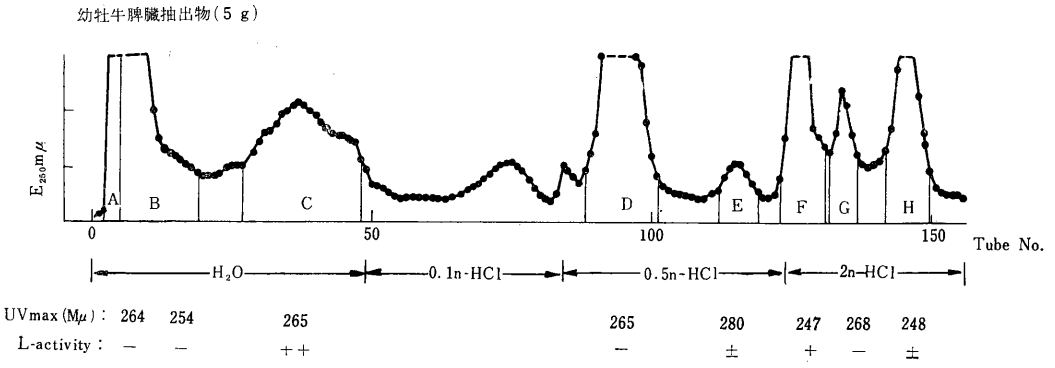
(c) 有効フラクションの性質

紫外部吸収スペクトル：試料を蒸溜水に溶解し，自記分光光電光度計により測定した。C-フラクションは波長 265 mμ に吸収極大がある。

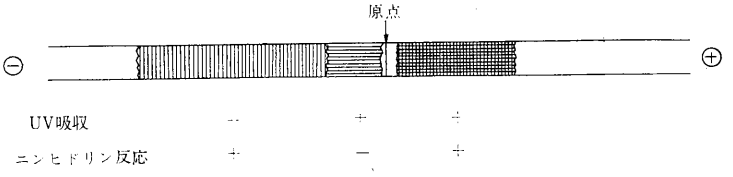
濾紙電気泳動像：試料を pH 8.0 の 0.1 M 燐酸緩衝液に溶解し，東洋濾紙 No. 51 を用いて泳動した結果を第2図に示す。

紫外部吸収およびニンヒドリン染色により，C-フラクションは3種以上の混合物であることを認めた。

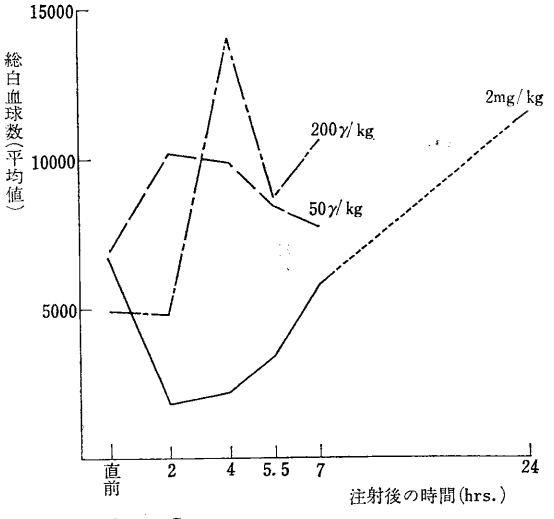
白血球増加効力：第3図に示すごとく，用量 2 mg/kg



第1図　Amberlite CG-120 (H 型) カラムによる精製
カラム：3.5×20 cm.　1管 50 cc



第2図　C- フラクションの濾紙電気泳動像
東洋濾紙 No. 51, pH 8.0 phosphate buffer, 1 mA/cm, 3 hrs.



第3図　C- フラクションの白血球反応

の場合には注射2時間後に急激に減少したのち増加反応が起り，24時間後でも増加を示している。用量が 0.2 mg/kg 以下の場合には初期の低下反応があらわれず，注射後約4時間で最高値に達する。

11. ラット脾における DNA 合成酵素活性に及ぼす X 線の作用[1)]

障害基礎第1研究室
中村　弥
P. Chambon [2)]
M. Jacob [2)]
P. Mandel [2)]

1) 本研究は，P. Mandel 教授指導のもとに同教授研究室において行なわれたものである。
2) Institut de Chimie biologique, Facutlé de Médecine de Strasbourg, France

1. 研究目的

動物組織の核酸およびその代謝に及ぼす放射線の作用に関しては，すでに多くの研究がなされ，一般にさかんな増殖過程にある細胞に対しては，その作用も著しいことが知られている。脾はかかる細胞からなる臓器の一つであると考えられ，脾における DNA の生合成は X 線照射後1日でかなり減少し，或る一定期間ののち，かなり早くもとの正常時を上廻るに至る。

著者らはさきに 700 r の X 線全身照射後，$H_3{}^{32}PO_4$ のラット脾 DNA へのとりこみが，すでに 12 時間後に

は減少しており，7日後には正常値に戻ること，nucléoside および désoxynucléoside の mono-, di-, triphosphate が第1日目から正常値の2倍に達するほどに増加することを報告した。Kornberg らは désoxynucléotide からの DNA 生合成には2つの過程のあることを確めた。すなわち第1段階では特殊な Kinase の作用および ATP の存在によって désoxynucléoside triphosphate が生じ，第2段階としてこれらは "primer" としての DNA の存在のもとで polymérase の作用で DNA と合成される。X 線照射後に見られる nucleotide の蓄積から見て，DNA 生合成の停止は，Kinase 活性はあまり影響をうけず，polymérase 活性が著しく阻害される結果と思われる。本研究は (a) この仮説を確かめるために X 線照射時の kinase と polymérase の活性の変化の有無について検討し，また (b) 真の合成の程度を評価するためにこれと拮抗する分解作用，すなわち kinase と polymérase による合成産物を破壊する作用を有する désoxyribonucléase と nucléotidase の活性（X 線照射後増大することが知られている）をも調べた。

2. 実験方法

(1) 動物および照射

研究室において同腹動物の交配を繰返して得られたラット350匹を用い，これをいくつかの lot に分け，同腹のもののみからなる lot 内に対照群と照射群を作った。700 r の1回照射（200 kVp 42 r/min）後，断頭脱血屠殺した。

(2) 酵素抽出

polymérase は Mantsavinos および Canellakis 法，Kinase 抽出は Potter 法による。

透析は 2.5 μM の TMP を l 当りに含有する 0.05 M, pH 8 の tris 緩衝液に対して行なった。これは Bojarski によれば thymidilate kinase を安定化する作用がある。蛋白量は Warburg および Christian 法により，適当に稀釈した後 spectrophotométry を行なった。

アルカリ分解，DNAase による消化，phosphodiesterase 消化によって desoxynucletide を得る方法は Kornberg により推奨されたものによった。

各成分への分離は Canellakis 法をわずかに変えて行なった。desoxynucléoside の mono- および triphosphate, ATP 等は Sigma Chem. Co. のものを用いた。

(3) primer DNA

仔牛胸腺の DNA を Kay, Simmons および Dounce 法で調製，Bollum, Lehman 法で加熱前処理して用いた。

(4) polymerase 活性測定

Canellakis 法による。1.6 ml の孵置液中 desoxynucléotides の一つを同量の ^{32}P 標識のものでおきかえた。contamination の影響を除外する目的で，孵置しないものを同時に測定した。孵置したものとしないものとの差が polymérase によって DNA にとりこまれた量を示す。

著者らの実験条件では，DNA の前駆物質が過剰に生成される。

(5) DNAase 活性の測定：

この活性は polymérase を孵置する条件においてのみ測定した。合成された DNA の1部が速やかに破壊されることがないかを見る目的で行なわれたもので，*in vivo* における実際の DNAase 活性とは直接の関係がない。媒体は上述のものと同様であるが，放射活性 nucléotide は含まない。DNA 量測定は Burton 法にしたがい孵置の前後に行なった。これによって nucléotide のとりこみが行なわれている間に破壊される DNA の % を知り得る。

(6) Kinase 活性の測定：

Potter 法を少しく改変して行なった。^{14}C 標識 desoxynucléotide, $MgCl_2$, ATP, tris 緩衝液，酵素抽出液の混合物を30分孵置，速やかに氷冷，10 ml TCA (50%) を加えて遠心。上清を Whatman No. 3, イソブチルアンモンを展開剤としてペーパークロマトを行なった。mono- および triphosphate の分離は十分であった。

(7) nucléotidase 活性の測定：

著者らの孵置媒体中における酵素作用による水解の過程を知るだけの目的で調べた。この結果は，*in vivo* における nucléotidase の真の活性を示すものではない。

3. 実験結果

DNAase の活性は脾と睾丸では弱く，DNA は 80% は残っている。これに比して，胸腺では DNA の半分は水解されている。いかなる場合でも，対照との間に DNAase 活性に有意の差を認めなかった。磨砕上清の DNA 量を基準にすると，脾の polymérase ははじめの2日間は約 40% の減少で，4日目から酵素活性は回復し，7日目に2倍となり，3週後は正常値に戻る。同一照射条件で胸腺の polymérase 活性はかなり減弱す

るが，睾丸では照射後2日間は変化を認めず，その後わずかに減弱しはじめる。kinase に関しては desoxy-adénosine, desoxyguanosine, desoxycytidine の monophosphate から，それぞれの triphosphate の変化を明らかにすることができたが，TMP→TTP の変化は確認することができなかった。これは thymidilate kinase の活性が弱い上に，hydrolase の活性が著しく強い結果であり，primer DNA のあるときだけ TTP の分解に先立って DNA にとりこまれることがわかった。これら kinase 活性を抽出液の蛋白量当りにすると実験誤差の範囲で動揺するだけであるが，DNA 当りにすると照射後12時間目では対照と差がなく，その後かなりの増大が見られる。4.5日後には d-citidilate kinase は +208% に達する。この増大は d-adénosine, d-guanosine kinase でも同じで，少なくとも8日目まで持続する。21日目には対照値に達する。孵置媒体中にエネルギー源が（ATP）ないと d-nucléotide は燐酸化されず，nucléotidase の作用を受ける。nucléotidase の活性は照射後の経過にも関係なく被照射群と対照との間に差は見られなかった。ATP がないときは dCMP, TMP はそれぞれの d-nucléoside に分解されるが，dGMP は犯されることなく全量がそのまま残り，dAMP に至ってはなおかつ dATP まで変化する。著者らの抽出液中には phosphorylation 系が残存するのであろう。ピリミヂン化合物に特異的な nucléotidase は非常に活性が強く，完全に nucléoside まで分解してしまう。プリン化合物に特異的な nucléotidase（もしありとすれば）は著者らの実験条件では作用しない。

4. 考　察

多くの酵素抽出標品について Ni^{++} 等による nucléotidase の阻害を試みたが，著者らの孵置条件では TMP からの TTP 合成は見られなかった。さらに他の試みを継続中である。Kornberg が示したように polymérase が働くためには，4種の desoxy-nucléotides triphosphate が必要であるから，TMP kinase が著者らの酵素抽出液中に存在することは疑えない。DNA のない状態で kinase 活性を調べる場合と違って，DNA の存在する場合は TTP は水解にさきだちいち速く DNA へとりこまれてしまうものと思われる。X 線の TMP kinase に及ぼす作用を直接に見ることはできなかったが，*in vitro* と *in vivo* での成績の平行関係および他の desoxynucléotide kinase 活性の維持等から TMP kinase の活性も照射群と対照との間に大なる差はあるまいと思われる。一方，TMP kinase の活性こそが DNA 合成を制御しているものであって，polymérase 活性値が変動するように見えるのは TMP kinase の変動を反映しているにすぎないという見解も可能であるが，これは今後の問題である。現段階では一応 polymérase 活性は TMP kinase 活性に依存していないものと考えている。被照射後12時間および2.5日目の polymérase 活性は54および71%減少で脾 DNA の32%および69%減と符合する。4.5日目には polymérase 活性は2.5日目と同程度であるが DNA の減少は83%となる。7.5日目の polymérase 活性13%減に対し全 DNA は26%である。DNA 量が正常値を越える時期（21日）には polymérase 活性も113%となる。さらに，2.5日後と4.5日後の間に見られる polymérase 活性のわずかな増大と歩調を合わせて，DNA の生合成も回復することが，^{32}P のとりこみの変化（2.5日には正常時の30%，4.5日には50%）からわかる。polymérase 活性が正常値に近い7日には ^{32}P の DNA へのとりこみも正常値に近い。ところが polymérase 活性と ^{32}P の DNA へのとりこみが正常値近くまで回復する時期に DNA 値がきわめて低いということがある。この事実は，組織 DNA の維持にはさらに他の因子が関与していることを示すものである。

胸腺の polymérase 活性の減少は脾の場合に比して非常に高度で，より長い期間低値にとどまる。同一個体でも polymérase 活性は臓器によって異なった態度を示す。この事実は酵素分子が存在している "milieu" の組成および X 線の直接間接作用によるそれらの変化が大きな役割を果しているものと思われる。

要するに，放射線感受性の高い臓器ほどその polymérase 活性は犯されやすいようだ。

DNA 生合成の低下は polymérase 活性の減少のほか，酸性 DNAase のような水解酵素の関与，DNA の分子構造の変化による "primer" としての機能障害等を考える必要があろう。ただし，いままで知られている DNA 分子構造の変化には極めて大線量が必要である。また他面 *in vivo* においては，*in vitro* におけるわれわれの実験では除かれたような酵素阻害剤，賦活剤が関与している可能性が十分ある。

照射21日後には，DNA に関して hyperplasy 状態に達するが，細胞における諸酵素間の正常の平衡が乱され desoxynucléoside triphosphate 相互の比率が変化し，正常からはずれた DNA が形成されて癌性腫瘍と

か細胞突然変異を来たす可能性が十分考えられる。X 線照射後，全体的に見た脾細胞団の酵素含量が変化するということは cell population の変化，すなわち radio-resistant な細胞と，それに比して kinase をより少なく持ち polymérase をより多く持つような radiosensible な細胞との間の分布比率の変化に由来する可能性もある。しかしながら，照射後 12 時間目に 32% の細胞が破壊されているが kinase 活性には変化がない。つまり感受性の高い細胞と，そうでない細胞との間に酵素活性の差がなかったことになる。regeneration の起る時期での，polymérase 活性と DNA 合成が平行的にすすめられることからも，同様の結論が導かれる。

5. 結　論

(1) 700 r 全身照射後のラットの，主として脾における DNA polymérase ならびに desoxynucléotide kinase 活性の消長について研究した。

(2) TMP kinase 活性はきわめて低く，測定不可能であったが，他の 3 種の desoxynucléotide の kinase 活性は，組織 DNA 当りに換算すると照射後かなりの増大が見られた。

(3) *in vitro* におけるこの実験条件では，DNAase 活性は照射後も有意義な変化を認められなかった。

(4) DNA polymérase 活性は照射後著明に減少したのち，7 日目には正常時の 2 倍に上昇，3 週後に正常値に戻り，この間の DNA 合成速度の変化に見合う変化を示した。

(5) 照射後の脾の DNA 合成の変化に関与すると思われる 2，3 の因子について考察し，併せて発癌に至る一つの可能性について示唆した。

（未発表，1 部は 1961 年 4 月，Réunion Commune de la Société Belge de Biochimie et de la Société de Chimie Biologique で口演。）

12. 酵素とその前駆体の電離放射線の直接作用に対する感受性の比較[1)]

(Comparison of Sensitivities of Enzymes and Zymogens Against Direct Action of Ionizing Radiation)

障害基礎第 1 研究室
小 林 定 喜
Donald J. Fluke[2)]

1) 本研究は，Duke 大学，Dept. of Zool. Radiation Lab. の施設を用いて行なわれた。
2) Proffessor of Dept. of Zool., Duke Univ. Durham, N. C., U. S. A.

1. 研究目的

真空乾燥状態での電離放射線の酵素に及ぼす作用は，Target 説によってよく説明できることが古くからわかっており，また多くの場合に，Single-Hit として計算された放射線不活性化体積と，物理化学的方法から求められた分子量とがよく一致することが知られている。しかし，酵素の不活性化が単純に分子量に依存するかどうかについては疑問の余地がある。酵素の活性は，種々の化学結合によって維持されている特定の二次構造を有する分子の表面に存在する，或る特定・小数のアミノ酸鎖に依存しているものと考えられるから，放射線の直接作用による酵素の不活性化は，分子内またはその近辺に生じた，一つまたはそれ以上の電離による Energy 伝達，電荷変動によって生ずる活性点のアミノ酸の化学変化，あるいは分子の特定な立体構造を変更，崩壊させるような分子内化学結合の切断によるものであろうと思われるが，その詳細な機構はいまだ判然としていない。これを解明する研究の一環として，ここでは，同一の活性点を有し，一方はそれが，比較的小分子量の断片によっておおわれ，かつ立体構造がたがいに異なる Zymogen-Enzyme について，感受性を比較検討した。

2. 実験方法および結果

標本としては，Pepsinoqen-Pepsin と Trypsinogen-Trypsin をえらび，透析によって塩を除き，低濃度の緩衝液または水を媒質とする溶液を Myler Film 上に適当量滴下し，ゆるやかに真空乾燥する方法で，0.05 mg から 0.1 mg を透明な薄い Film 状に調製し，Van de Graaff を用いて 1 MeV の Electron を $10^6 \sim 10^7$ rad，真空状態で照射した。照射を終った標本は直ちに適当な緩衝液で溶解し，Pepsinogen は酸性処理により，Trypsirogen は Enterokinase によって活性化し

たのち，Peptic Activity は Hemoglobin, Tryptic Activity は尿素変性 Hemoglobin, Casein および BAEE を基質として，一定温度・一定時間内の分解度から定量した。活性は線量増加にしたがって指数函数的に減少し，Pepsinogen, Trypsinogen はいずれも Enzyme より大きい感受性を示した。Single-Hit として計算した不活性化体積は，Trypsin では分子量と一致したが，Trypsinogen では分子量の2倍，Pepsin, Pepsinogen では約2.5倍となり，Zymogen と Enzyme との不活性化体積の差は分子量の差よりもはるかに大きく，Trypsinogen-Trypsin では約100倍，Pepsinogen-Pepsin では約50倍であった。Pepsinogen は Pepsin よりも複合度が大きい Single Peptide Chain であり，Trypsinogen は逆に Trypsin よりも複合度が小さく，ランダムに coil している点や化学的特性の相異などとこの不活性化体積と分子量との差の大小の関係，照射 Pepsinogen について分別定量を行なった結果から示唆される活性断片の生成，照射後の処置による回復の可能性などの点について，光学的，電気的検討を行なっている。（専門誌投稿予定）

13. 照射ヘモグロビン溶液の物理化学的性質（1）

障害基礎第2研究室
佐藤文昭
菅原　努[1)]
江藤秀雄[2)]

1) 現在，京大医学部
2) 障害基礎研究部長

1. 研究目的

生体高分子に対する放射線の影響を知るために，マウスのヘモグロビンに ^{60}Co の γ 線を照射し，可視部に現われる吸収像の変化を調べた。

2. 実験方法

マウスより採血・溶血後，澱粉電気泳動で精製し，水溶液または Buffer 中で照射した。CO を添加しカルボキシヘモグロビンの形で照射した。照射後 37℃ で1時間 incubation し遠沈し，その上清を分光光度計で測定した。

3. 結果および考察

スペクトラムの変化は熱変性の場合には，inter-molecular cross-link による沈澱を暗示し，γ 線照射の場合には沈澱とともにメト・ヘモグロビンの生成を示している。そこで観測されるスペクトラムをカルボキシヘモグロビンとメト・ヘモグロビンの合成されたものと仮定し，二つのヘモグロビンを定量した。

カルボキシ・ヘモグロビンの Dose-Survival Curve を求めると，Buffer 中の照射では最も resistant で，水溶液中で感受性を増し，酸素ガスを供給しながら照射すると，最も感受性が高くなる。変化を受けたカルボキシ・ヘモグロビンのうち，メト・ヘモグロビンの占める割合は照射条件で差が見られる。一般に変化量が少ない場合には，大部分の変化がメト化であり，高線量領域では，inter-molecular cross-link による沈澱が大きい割合を占める。

濃度の違ったヘモグロビン水溶液に一定線量を照射すると，濃度の増加とともに変化量も増大するが，生存率も増加し，後者の方は濃度に関して線型的である。

水溶液照射の場合，以上の稀釈効果を加味して，Dose-Survival curve を multi-hit theory で分析すると次のような hit 数4とした場合が実験値と一致する。

$$N/N_0 = (0.36N_0 + 0.34)\ e^{-0.15D} \times (1 + 0.15D + 0.0113D^2 + 0.000563D^3)$$

ただし，N_0, N はそれぞれ照射前および照射後の Optical Density である。D は 10^4 r 単位で表わした線量である。

乾燥状態での照射，あるいは共存する塩の効果は，今後の研究にまたれる。

14. 放射線症の臓器特異性に対する疑問

障害基礎第2研究室
新発田　杏　子
O. Messerschmidt[1)]
H. J. Melching[1)]

1) Radiologisches Institut der Universität Freiburg.

全身照射の際の脾切除効果に関する研究において，照射前14日に，動物より脾を除くならば，生存率が高まることが確め得られている。しかし，これらの観察は致死量以下の線量域に対してのみ有効である。また，sublethal 量の全身照射（LD 83/30）後の種々の時期に動物の脾蔵の切除によってもまた生存率を高めることができる。これらの結果はマウスに対し適用されるだけでなく，モルモットやラットに対しても同様である。ラットで最もよい結果が得られている。予防的脾切除によっても，また照射後の種々の時期においての切除によっても，80% 乃至それ以上に達する。ラットの脾は人間の

それに近いので，これらの結果は特に意義があるように思える。マウスの虫垂切除によっては——照射前でも照射後でも——生存率の上昇という意味では，なんらの影響が得られないので，放射線障害における脾の意義に対してはたしかに臓器特異性を考えることができよう。これらの仮定は，放射線により制約された物質代謝の変化が，脾切除によっては影響され得るが，虫垂切除によっては影響されないことにより確かめられよう。

照射後に現われる，最初の3日間におけるタウリン排泄の増加が照射前の脾切除によれば著るしく減少するが，虫垂切除によっては，なんらの変化も確められていない。前述の結果にもとづき，個体において照射された脾の残存することが放射線疾患の経過に不適当な作用をするものと考えられる。したがって，タウリン排泄の影響との関連において，脾臓組織における或る特定の生化学的変化が意義あるものかどうか研究されるべきである。(内容抄録，江藤秀雄記)

15. 生物学的放射線防護に関する研究（第44報）

放射線障害に対する脾切除の治療的影響

障害基礎第2研究室
新発田　杏　子
H. J. Melching[1)]
O. Messerschmidt[1)]
C. Streffer[1)]

[1)] Radiologisches Institut der Universität Freiburg

sublethal 量を全身照射したマウスを，照射後のいろいろの時期に脾切除を行ない，そして放射線症の進展を促し，放射線にもとづく動物の死亡数に与えるところの，照射脾臓の起りうべき分解産物の作用を予防することを試みた。さらに照射，脾切除動物のタウリン排泄の減少と，全身照射後の脾臓組織のタウリン含量との関係などとの関係を研究した。総数1500匹の白鼠を用い，690 r 全身照射後，650匹は種々の時期にエーテル麻酔下で脾切除し，400匹はたんにエーテル麻酔下におき，450匹は擬手術（エーテル麻酔下で腹部および腹膜を開ける）を行なった。その結果，生存率は手術を行なわなかった対照群に比較して，照射後6時間後までの値は有意であり，脾切除動物と擬手術動物と比較すると，照射後あるいは1時間後は脾切除によって生存率が有意に高まることが示された。したがって，脾切除の治療的有効性の時期は比較的短い。

脾臓組織中のチスティン酸の含量は照射後はじめ30分で減少し，12時間後に山に達し，24時間後にほぼ通常値のいくぶん下にある。しかし，これとの比較における差異はもはや意義がない。システィン酸について脾の含量は照射直後直ちに上昇し，照射後6時間で一つの山に達し，それより24時間まで，システィンスルフィン酸における脾の含量とほとんど平行して下る。そして2日後新らしい山に達し，3日頃再び下り，約5日～6日に上り，ついに12日後まで比較的高い値のまま変らない。

タウリンはこれに反して最初3時間後まで著るしく降下し，それより36時間で最大にまで上り，5日後に新らしい低い点に達し，そしてそれより部分的に意味のある低い値が出現する。(内容抄録　江藤秀雄記)

16. 放射線による内分泌腺の障害に関する生化学的研究

薬学第2研究室
色　田　幹　雄
玉　置　文　一

睾丸は最も代表的な内分泌腺の一つであり，また最も放射線に対する感受性の高い器官の一つである。睾丸では精子は精細管のうちで造られる。一方睾丸では男性ホルモンが造られるが，それは精細管の間に存在する間質細胞によって生産されるものと信じられ，造精子機能が非常に radio-sensitive であるのに対し，男性ホルモン生産機能は非常に radio-resistant であるといわれている。

ラットを X 線 500 r 全身照射し，3日または40日後に殺して，各器官の重量，^{32}P のとり込み，組織学的変化などをしらべた。第1表に示したように，胸腺，脾ぞう等が照射後初期の障害状態から，ほぼ正常に回復した時期に，睾丸は重量が対照群の1/2以下で，造精子機能

第1表

	3 days after irradiation		40 days after irradiation	
	Irrd.	Cont.	Irrd.	Cont.
No. of rat	4	4	2	2
Body weight	254 g	255 g	347 g	373 g
	mg	mg	mg	mg
Thymus	39	249	242	247
Spleen	293	621	733	806
Prostate	343	418	489	443
Testis	2683	2763	1328	2904

は完全に破壊されていた。しかるに，たとえば前立腺重量には何らの減少も認められず，このような状態でも，睾丸は十分な量の男性ホルモンを分泌していたものと思われる。これは従来の通説を裏づける結果であるにほかならない。

造精子機能はこのように radio-sensitive であるが，睾丸への ^{32}P のとり込みは，500 r 全身照射後 3 日で，大きな変化が認められなかった。^{32}P を *in vitro* で与えても，*in vivo* で与えても同様で，また Schmidt & Thanhauser 法や Potter & Heiderberger 法で DNA，RNA，燐脂質，酸溶性燐，無機燐に分画して比較しても，いずれも照射による大きな変化は認められなかった。造精子機能の放射線感受性が高いことを，照射後初期の燐酸代謝の変化の面から解明することは困難であると思われる。

ところで，動物に致死量以下の Cd を与えると，放射線障害に似た現象が，特異的に睾丸に生ずることが知られている。Cd は Zn によって拮抗され，Zn を Cd と同時に与えると，睾丸は破壊から免れる。X 線 1,000 r をマウス睾丸に局部照射して，3 週間後（造精子機能は完全に破壊されていた）に，^{65}Zn を皮下に注射し，睾丸への ^{65}Zn のとり込みをしらべたが，単位重量あたりに表現すると，対照群とまったく差が認められなかった。これは，大阪市立大学の松井らの実験結果と一致するものであり，睾丸への Zn のとり込みは，造精子機能とは関係ないように思われる。

われわれの実験では，X 線照射後 24 時間で，睾丸への ^{65}Zn のとり込みが減少することが観察された，X 線は 400 r を全身照射した場合でも，1,000 r を局部照射した場合でも同様の結果を与えた。また種々の日令（生後 50 日～300 日）のマウスについて，いずれも同様の減少がみられた。X 線をマウスの頭部に照射した場合には，このような減少は生じないから，X 線は睾丸に直接作用したものと思われる。第 2 表に結果の一部を示した。この実験結果は先に挙げた松井らの報告とは一致しない。

前に述べた Cd 中毒の際は，男性ホルモン生産も強く阻害されるし，また Gunn 等 (1961) によれば，睾丸への ^{65}Zn のとり込みは，脳下垂体の支配を受け，特に間質細胞刺激ホルモン (ICSH) が強い影響をもち，下垂体の他のホルモンは，ほとんど影響をもたない。このような事実から考えると，睾丸の間質細胞と Zn との関係はないがしろにできないものであるかもしれないし，われわれの観察した ^{65}Zn のとり込みの減少も，X 線照射後の或る時期には，間質細胞の機能の一部に障害が生ずることを示すものであるかもしれない。

K. Matsui, K. Kometani and K. Yaeno, Radiation Res. **15**, 798–809 (1961)

S. A. Gunn, T. C. Gould. and W. A. D. Anderson, J. Endocrinol. **23**, 37–45 (1961)

第 2 表

Organs	X-irradiated**		Controls.**	
	wet weight	^{65}Zn*	wet weight	^{65}Zn*
	mg		mg	
Testes	159±5	1.24±0.03 (P<0.01)	148±10	1.46±0.04
Seminal Vesicles	102±15	2.40±0.44	105±16	2.19±0.50
Spleen	43±5	8.35±0.50	91±9	7.06±0.60
Kidneys	137±12	8.49±0.61	144±12	7.74±0.89

* percent of dose per gram of wet tissue.

** 6 mice in each group (50 days-old, C57-BL strain) irradiated, 400 r, whole body.

IX 環境衛生研究部

概　　況

1. 研究目的

本研究部は人体が生活環境および職業環境から受ける放射線量について，現在の被曝線量の測定と将来の被曝線量を推定するための諸調査研究，ならびに環境から不必要なる放射線を浴びることを防止するための研究を行なうことを目的としている。これにしたがって研究方針を (1) 生活環境からの内外被曝量の現状を把握し，これら放射線源の重要な核種について Ecological な研究調査を行なう。(2) 職業環境からの被曝については，特に放射性核種の吸入による体内被曝の調査研究を実験を主として行なう。(3) 自然放射線，医療用放射線以外の線源からの被曝量を減らすため，放射性物質の環境からの除染に関する研究においた。

2. 構　　成

昭和 36 年度末における研究員は研究補助員を含めて 22 名，専門別には農学系 7 名，物理系 5 名，薬学系 4 名，化学系 3 名，工医系各 1 名である。この人員は 4 つの研究室に分かれて，室単位に調査研究を行なっているが，研究課題の性質により専門の異なった研究員が同室内で協力して仕事を進めている。当研究部将来の研究計画から見れば，今後医工系のより一層の協力が望まれる。

3. 研究課題概略

研究の方針にしたがい各研究室が主体となり，年度の研究計画を立て実行に移しているが，問題の重要性緊急性により，二つ以上の研究室が同一種類の研究を行なうことがある。このため府令に定められた各研究室の業務内容は年度により若干変更されることがあるが，当研究部の性質上やむを得ないことである。

第 1 研究室：

研究課題：^{14}C および ^{3}H の試料の固定化に関する研究

^{14}C および ^{3}H は原水爆実験による放射能の影響のうち，特に重要な核種と見做されるようになった。特に生体に入ったものは遺伝への影響も重要であるので，当研究室を含めた研究体制を組織して総合研究課題として取扱かうことになった。当研究室は ^{14}C および ^{3}H の測定用試料の作成，各種の測定器による測定法の検討を行なった。すなわち液体シンチレーションカウンターによる ^{14}C, ^{3}H 二重標識の測定，Solute の検討，瓦斯相による ^{14}C の絶対測定法の検討に着手した。

第 2 研究室：

研究課題：a) 放射性ミスト発生に関する研究

放射性粉塵およびミストの吸入による障害について研究を進めるため，まず，粉塵およびミストの粒度と呼吸器系への沈着，大気中の塵埃の捕集，放射能強度の測定法の確立が研究遂行のための重要な問題である。このため，実験室内において任意の大きさの放射性エーロゾルの発生器について実験を行なっており，本年度においてはヨウ素を用いて一定の粒度を有する DOP エーロゾルに付着させる段階にまで実験は進んでいる。次年度以降 α 線棟の完成にともない，放射性エーロゾル発生の実験を行なう予定である。

b) 大気中放射性粉塵に関する研究

放射性粉塵の体内沈着の多少は粉塵の物理的および化学的性質に依存するため，粉塵をいかに捕集し，どのようにして粒形および粒度分布をしらべ，またいかにして放射能強度および核種とその化学的性質を正確に知るかは重要な問題である。本年度においては，各種の集塵器による捕集効率を求め，これらの改良について検討を加えた。次年度 α 線棟の完成により，放射能強度の測定法も確立するであろう。なおこの研究室は放射能調査の一環として，大気中の放射能強度の測定を行なった。

第 3 研究室

研究課題：Food chain における放射性物質の動向に関する研究

Fallout 中の核種ならびに原子力施設の放射性廃棄物が環境に蓄積し，生体の被曝線量へ影響を与えることを考えた場合，これらの核種が体内に蓄積し，体内被曝を与えることが最も重要な問題と考える。この研究室は特に生体へ選択的に多量に吸収され，長期間にわたって影響を与える核種の Ecological な研究を，食物連鎖において実験と調査の両面から研究を行なっている。すなわち，核種の食用作物，生物における代謝を実験的に，現在の放能射レベルを調査により測定し，環境の他の放射能のレベルとの相関関係を求めている。

第4研究室

研究課題：放射性核種の Ecology に関する研究

第3研究室が食物連鎖における核種の Ecology に関する研究を行なっているが，この研究室においては，その他の環境における核種の Ecology について調査研究を行なっている。この研究室で最も重要な調査研究の一つは，人骨中の放射能の測定である。他は第3研究室に協力して食物連鎖における核種の Ecology について研究を行なっている。また，総合研究課題『緊急時対策に関する研究』に協力しており，36年度においては除染に関する調査研究は研究課題として取上げなかった。

4. 業務計画外の調査活動状況

1) 各委員会における活動

学術会議原子力特別委員会放射線影響部会，放射線審議会環境放射能専門部会，放射能対策本部幹事会に渡辺，通産省日本標準調査会原子力部会，放射性汚染除染指数専門委員会に樫田，放射能対策本部第2委員会，原子力学会安全性専門委員会，国連資料小委員会に市川が出席し，資料の提出，重要問題の審議に活躍した。

2) 文部省科学研究費放射線総合研究における“人骨中の α 放射能の測定,, に渡辺，“核爆発による C-14 生成の現状,, に樫田，原子力産業会議原子動力研究会化学グループ・廃棄物処理サブ・グループに阿部（史）が参加し，他の研究機関と密接な研究連絡をとった研究を行なっている。（渡辺博信）

1. 各種の集塵装置の放射性浮遊塵に対する効率の測定について

環境衛生第2研究室
渡 辺 博 信
阿 部 史 朗
小 口 雄 康

核実験によるフォール・アウトの正確な測定，ならびに放射性物質取扱施設での放射性微粒子の特性を正確に把握することは重要な問題である。この問題に関して，まず考えなければならないことは，その捕集効率である。このことは以前からいろいろ調べられているが，完全に解決したとはいえない。われわれは36年度において，対象を大気中の放射性浮遊塵に求め，現用されている2，3の集塵装置の集塵効率につき検討を加え，放射性粉塵のより正確な測定法を確立しようとした。

1. 装　置

用いた装置は，フィルターとして東洋濾紙 No. 5A，ミリポア AA および DA フィルター，メンブラン2フィルター，静電式電気集塵器として平行板型，パイプ型である。

a) フィルターは，有効集塵半径 20.5 mm のフィルター・ホルダーに入れ，約 30 lpm の吸引量（流速約 40 cm/sec）で6時間乃至24時間吸引した。なお，特に東洋濾紙は，このほかに 49 mm の有効半径で約 450 lpm（流速約 9.9 m/sec）の大吸引量（すなわち，大流速）で吸引した。

b) 平行板型電気集塵器は，流量 200 m^3/hr.，電圧 14～15 kV で用いた。パイプ型は長さ 1 m，内径 25 mm の金属管中に 0.1 mmϕ のタングステン芯線をはり，流量約 30 lpm（流速約 1 m/sec），電圧 5 kV（電流 200 μA 以上）で集塵した。計算によるコロナ放電開始電圧は 4 kV で，この使用電圧が適正であることを示す。パイプ型については続報に詳細をゆずる。

2. 試料作製について

フィルターは集塵終了後直接 GM 計数管で計数した（ただし，大口径の東洋濾紙は除く）。また，放射能強度の相関を調べるために，東洋濾紙は灰化し試料皿に捕集，ミリポア，メンブランは試料皿中でアセトンに溶解，乾固したのち，GM管で計数した。

電気集塵器は，水洗後試料皿で蒸発・乾固した。

3. 集塵効率

ミリポア，東洋濾紙は，おのおの二枚重ねて集塵することによって，また，パイプ型は二台直列につなぐことによって，それぞれの効率を求めた。メンブラン・フィルターに関しては特に測定しなかったが，後述するようにミリポアより特に効率が落ちるとは思われない。

平行板型は，ミリポア AA，メンブランと比較して平均効率を求めた。

なお，平行板型と同時吸引によって得た試料を互いに比較する方法で，パイプ型の効率も求めてみた。これら

の結果を第1表に示した。

第1表 集 塵 効 率

装　置	種　類	効　率 (%)	流　速 (m/sec)
東洋濾紙	No. 5A	97.4	10
		99.5	0.4
ミリポア	AA	99.6	0.4
	DA	99.8	0.4
電気集塵器	平行板型	42.5	1.5
	パイプ型	85.9 (85.8)*	1

*（ ）内は平行板型と比較して求めたもの。

ミリポアに関しては，公称よりやや低い効率が得られたが，DOP 粒子で調べた大山ら[1]のものより高い。また，東洋濾紙についても大山らのものより高い値が得られた。また，流速による効率の低下もあまり大きくない。

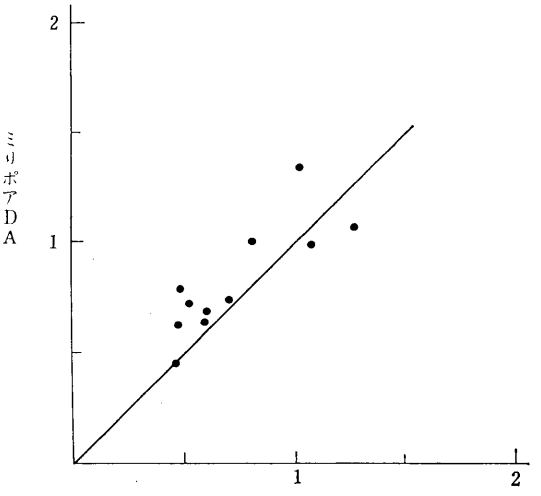
平行板型と比べてきめたパイプ型の効率が，直接求めた効率と一致することは面白い。

ミリポア，東洋濾紙間の効率の差が小さいことから，放射性浮遊塵があまり小さい粒径ではないと考えられる。しかし，極端に小さな粒径（0.1 μ 以下というような）だとすると，この方法では集塵効率を求めるのに適当でない。

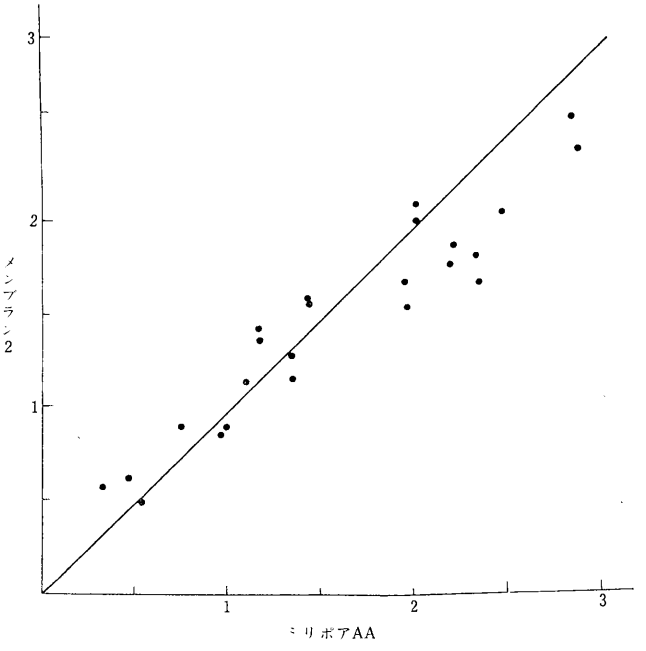
4. フィルター間の相関

いろいろなフィルターの計数値の差異をみるために，集塵場所，吸引時間を一致させておのおのの計数値の相関をみた。第1，2，3図には，ミリポア AA～ミリポアDA，ミリポア AA～メンブラン2，ミリポア AA～東洋濾紙 No. 5A（大口径の場合）間の関係を示した。横，縦両軸におのおのの集塵後約10時間に測定された cpm/m^3. air の値をとったもので，各点は当然原点を通る 45° 傾いた直線上にくるべきものであるが，大きくばらついている。AA～DA は一般に DA がやや大きく，これは集塵効率と矛盾しない。AA～メンブランは大体よい対応がみられる。AA～5A もばらつきはあるが，一方的な傾向はみられない。このばらつきは大気中の放射能塵の分布が非常に不均一であることを示すと考えられる。このことは第2表に示したフィルターで直接得られた計数値と試料皿に捕集したものとの比からもいえる。この比のばらつきは，フィルター上の放射能塵の分布の不均一性に起因するのである。

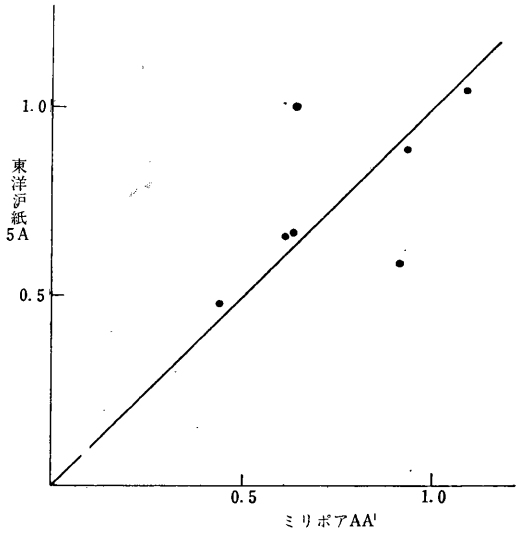
したがって，単一の集塵装置の捕集試料から大気中の



第1図



第2図

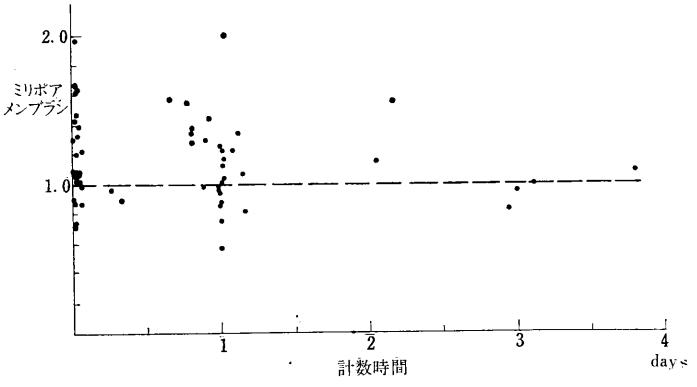


第3図

第2表　フィルターと試料皿の計数比

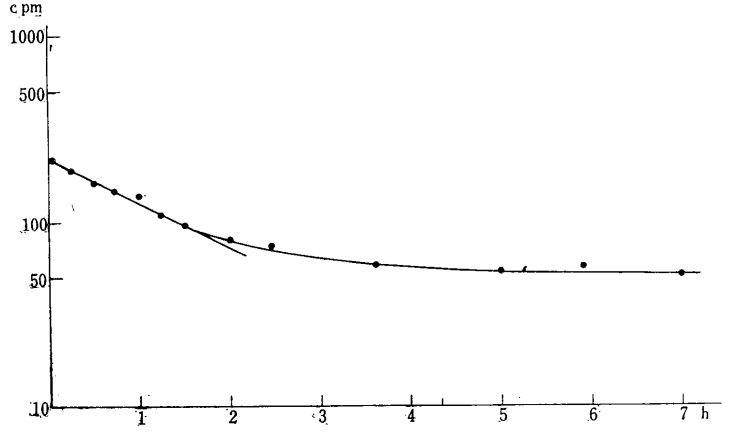
	ミリポア	試料皿	試料皿/フィルター
科研GM	13.8cpm	12.2	0.88
	95.6	52.3	0.55
	27.8	33.7	1.21
	12.9	10.8	0.84
	27.5	16.3	0.59
神戸工業GM	5.8	7.8	1.34
	6.4	7.9	1.23
	6.0	7.9	1.31
	6.3	7.5	1.19
	31.9	53.1	1.66
	20.9	26.2	1.25

放射能を推定する場合，相当な誤差が含まれていることに注意しなければならない。



第4図　ミリポア/メンブラン〜計数時間

また，第4図にミリポア AA，メンブラン2の計数比を，集塵終了時から測定時までの時間（計数時間とかいてある）に対して示した。計数時間が短いときはミリポアが大きい傾向がみられるが，24時間くらいたつとこの傾向がうすれ，数日後にはみられなくなる。これは自然放射能に対してミリポアの方がよい捕集効率を示している。また，第5図にミリポア AA フィルターで集塵した試料の減衰曲線の一例を示した。吸引終了後4時間くらいで自然放射能の影響がみられなくなる。



第5図　Decay Curve

こうしたフィルター間の相関を求める場合，吸引空気量の推定が計数値に与える誤差の大きな原因となる。ここでは流量率から全吸引量を求めているが，ガスメーターを用いて全吸引量を求め，推定量と比較してみると3%以内で一致した。したがって吸引量の推定は正しいことがわかった。

5. おわりに

以上，放射性浮遊塵に対する集塵効率およびそれに関連する問題を調べた結果を示した。

これから，現用されている装置は，問題を集塵効率に限れば，最近の放射性浮遊塵に対して，おおよそ予想どおりの性能を有することが確かめられた。

ただ，大気中の放射能塵の粒度分布がわからないため，間接的な方法しか用いられなかった。最近 Automatic Particle Counter and Sizer が設置され，こうした粒度分布を多量の試料に対して直接測ることが可能になったので，いままでに作られたカスケード・インパクターによる集塵試料を用いて，測定することを予定している。

この結果をまって，改めて詳しい議論を行なうつもりである。

1) 大山義年，高島洋一，三神　尚；科研報告，第34輯，第5号，昭和33年

2. 放射性ヨウ素の付着に関する研究

—放射性エーロゾル発生装置の試作（第2報）—

環境衛生第2研究室
阿部史朗
小口雄康
松田節子
渡辺博信

放射性気体や微粒子が大気中に飛散たし場合に，これらの吸入による体内被曝は重大な危害を起すおそれがある。特に微粒子となったものが吸入された場合には肺への沈着が著るしい。この問題に関して実験的研究の必要があるため，諸種の粒度の放射性エーロゾルを作ることを目的として，昨年度に引続いて研究を行なった。施設，その他実験に便利なため，用いた核種はヨウ素である。ヨウ素は容易に気体となって大気中に拡散する。そして空気中の塵埃に付着する。このため実験に際しても，自然状態に近くヨウ素を付着させたエーロゾルが必要である。このような粒子の発生装置を作り操作するために，またヨウ素ガス自体の行動を知るためにも，ヨウ素ガスの他物質への付着機構について調べなければならない。

付着対象として，最初に DOP 粒子を使った。DOP は常温で液体であるために完全に近い球形となり，表面の複雑なものに比べて単純な付着が得られる。また DOP 粒子の発生に関しては，比較的多くの資料がある（Sinclair-LaMer 1949，鈴木ほか 1958，高島ほか 1958）。粒子発生には Sinclair-LaMer 型発生装置を用い，粒径が自由に調節できる（鈴木 1958）ようにした。

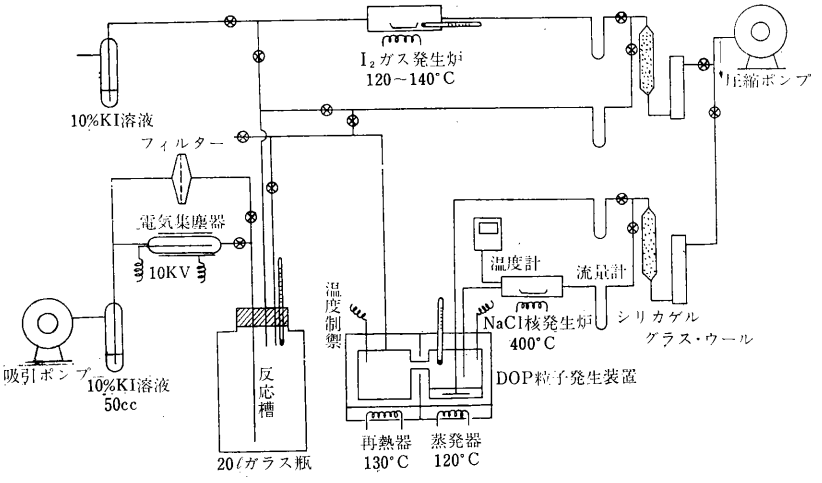
実験はヨウ素ガスの DOP 粒子への付着が流動状態で行なわれる方法をとった。

この報文は35年度年報渡辺・阿部につづくものである。その後，装置の改良を行ない，次の結果が得られた。

1. 装置の改良

改良後の装置全体のブロック・ダイアグラムを第1図に示す。大きな改良点は，DOP 粒子発生装置を大型金属函に換えて，多量の DOP 粒子が発生できるようにしたこと，付着反応後の気流中の粒子部分（DOP 粒子とこれに付着したヨウ素）の捕集に用いる電気集塵器を効率のよいものにしたことなどである。

ヨウ素ガスは $0.30 \sim 0.45 \times 10^{-4}$ mol/l.air で発生させ，反応時には $0.06 \sim 0.09 \times 10^{-4}$ mol/l.air であった。大型金属函改良型による発生粒子を，改良前のものと比較して第1表に示す。第2図はその粒径分布である。DOP 粒子の粒径および粒子濃度の測定は限外顕微鏡で行なった。気流の接触によって得られる反応時間は2分



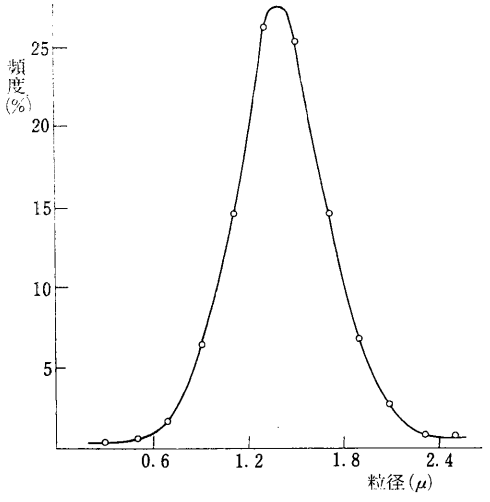
第1図　装置のブロック・ダイアグラム

から3分程度である。

第1表　DOP 粒子の発生

蒸発器の種類	粒径 最多粒径 μ	粒径 標準偏差	粒子濃度（発生時）×10⁶個/ml
フラスコ型	0.8	0.06	1
金属函型	1.4	0.34	1.0～4.5

蒸発器 120℃，再熱器 130℃，食塩核炉 400℃



第2図　DOP 粒子の粒径分子

2. ヨウ素ガスの DOP 粒子への付着量について

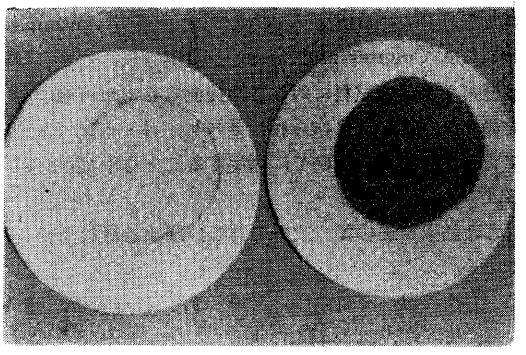
(1)　付着量決定に必要な実験と数値

a）粒子の捕集に使用したロ紙は東洋濾紙の No. 5C 2枚を重ねて使用したが，この集塵効率は 0.3μ 以上の粒子に対して 99% である。

b）電気集塵器の効率は実験で得られる粒子に対して 90% 以上である。

c）ヨウ素ガスだけを集塵部に流したときに捕集される量は，電気集塵器の場合にはほとんど検出不可能であり，濾紙の場合でも DOP 粒子に付着して捕集される量の 5% 以内である。このことは実験値の精度の裏づけになるだけでなく，比較的高濃度（DOP 粒子に付着する量は全体のヨウ素の 3% 以内）でも，ヨウ素ガスだけでは自己凝集が起りにくいことを表わしている。

d）すでにロ紙や電気集塵器に捕集された DOP が，後から流れてくるヨウ素ガスを捕える量は，反応槽内で粒子に付着する量の 10% 以内である。付着実験の場合と，先に DOP だけを捕集させ，後からヨウ素ガスを流した場合のロ紙の写真を示す。この差が DOP に付着したヨウ素濃度である。



左　反応槽内でヨウ素ガスを DOP 粒子につけて捕集したもの
右　DOP 粒子を捕集したロ紙にヨウ素ガスを流したもの

e）反応後の気流を電気集塵器に流すと，粒子が捕集される。この捕集粒子に付着しているヨウ素の回収のためと，ヨウ素ガスの捕集のためにヨウ化カリウムを使用した。一方，電気集塵器によって発生したオゾンが，これらのヨウ化カリウムからヨウ素を酸化，遊離する。この遊離ヨウ素の濃度は，粒子に付着したヨウ素濃度に対しても，付着しなかったヨウ素ガスの濃度に対しても，それぞれ約 10% であった。

(2)　付着量の算定

われわれの場合の実験条件は，第2表に示してある。実験の結果得られた DOP 単位量についての付着量を第3表に示す。第3表には約 20 の実験例から付着量が中央値を示すもの，最大のもの，最小のものを示した。比較のために，DOP 粒子に単分子層付着する場合の計算値も示した。この場合，ヨウ素分子の被覆面積を 15.6 A²

第2表　付着量算定のための実験条件

DOP 粒子	
粒径	1.2～1.7 μ
粒子濃度	0.4～2.5×10⁹ 個/l.air
重量濃度	0.08～0.3×10⁻² g/l.air
ヨウ素ガス濃度	0.6～0.9×10⁻⁵ mol/l.air
反応時間	2 分
反応温度	15～20℃

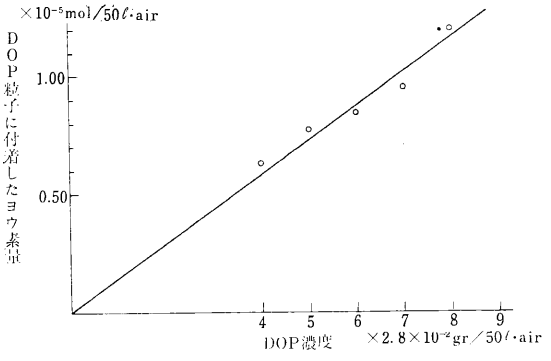
第3表　ヨウ素ガスの DOP 粒子への付着量

付着量/g DOP	付着量 mol/g DOP	単分子層付着量 mol/g DOP	D. O. P. 最多粒径 μ	D. O. P. 反応槽内粒子濃度 個/l.air	D. O. P. 反応槽内重量濃度 g/l.air	ヨウ素ガス濃度（反応槽内） mol/l.air
最小値	0.54×10^{-4}	0.46×10^{-4}	1.4	2.0×10^{9}	2.9×10^{-3}	0.6×10^{-5}
中央値	0.71×10^{-4}	0.54×10^{-4}	1.2	2.5×10^{9}	2.0×10^{-3}	0.6×10^{-5}
最大値	1.87×10^{-4}	0.38×10^{-4}	1.7	0.4×10^{9}	0.8×10^{-3}	0.9×10^{-5}

とした。DOP に対するヨウ素の溶解度は実測した結果，常温でほぼ 5×10^{-4} mol/g DOP であった。

(3)　DOP の粒子濃度が付着に与える影響

DOP 粒子の濃度を変えたとき，DOP 濃度とこれに付着するヨウ素量は，第3図に示すように直線関係にある。図の各点は数回の平均値である。各実験時のヨウ素濃度は全量で約 3.5×10^{-4} mol/50l.airを与え，反応時間はすべて2分とした。



第3図　DOP 粒子濃度が付着ヨウ素量に及ぼす影響

第4表　反応時間と付着量

	反応時間	2分	3.3分
実験1	全付着量 ($\times10^{-4}$ mol)	0.065	0.093
		0.033	0.200
		0.071	0.110
		0.075	
	平均	0.061	0.134
	反応時間	2分	2.5分
実験2	全付着量 ($\times10^{-4}$ mol)	0.060	0.140
		0.095	(0.254)
		0.125	0.183
	平均	0.093	0.162

(4)　反応時間が付着に与える影響

(2) および (3) には反応時間が一定で2分の場合をあげてあるが，反応時間2.5分および3.3分の場合と比較すると，第4表に示されているように反応時間が増すと付着量が増える傾向がある。

(5)　ヨウ素濃度が付着量に与える影響

反応時のヨウ素濃度は前述したように $0.06\sim0.09\times10^{-4}$ mol/l.air の範囲であった。このうち同条件で行なわれたものの付着量について検討した結果では，この範囲のヨウ素濃度の変化では付着量に与える影響は明らかでなかった。

(6)　付着量に関する考察

第3表に見るように，DOP 単位重量あたりの付着量は，反応時間2分のときには，単分子層付着としたときの付着量よりやや多い程度であり，溶解度と比べるとその約10～40% 程度である。このことからわれわれの実験条件では，はじめの付着は大体単分子付着によるものであるとみられる。(4) にも示したように，反応時間を長くすると付着量が増す傾向は，次のように考えられよう。はじめ単分子層の形で付着したものは，時間とともに内部に溶解して行くが，表面ではつねに補給が行なわれて単分子層を保つ。(5) で明らかにしたようにヨウ素濃度が付着量に顕著な影響を与えないことも，単分子層付着が起っているという考え方を支持している。現在この点をよりはっきりさせるために，反応時間を大きく変えることのできる実験を準備中である。

おわりにのぞみ，装置の一部をお借りした東京大学工学部工業化学教室向坊研究室ならびに本実験に対し有益な助言をいただいた向坊隆教授と鈴木伸助教授に深く感謝する。

参考文献

1) Chamberlain, A. C. & Chadwick, R. C., 1953, Nucleonics, 8, p. 22.

2) Chamberlain, A. C. & Wiffen, R. D., 1959, Geophisica pura e applicata, 42, p. 42.
3) 大山義年，高島洋一，三神　尚，1958，科学研究所報告，34，p. 330.
4) Sinclair, D. & La Mer, V. K., 1949, chem. Revs., 44, p. 245.
5) 鈴木　伸，武純一郎，1958，第2回原子力シンポジウム報文集，3，p. 99,
6) 渡辺博信，阿部史朗，1960，昭和35年度放医研年報，p. 139.

〔研究発表〕

1. 阿部史朗，小口雄康，鈴木　伸；放射性エーロゾル発生装置の試作-1，日本放射線影響学会第3回研究発表会（1961年7月）
2. 阿部史朗，小口雄康，松田節子，向坊　隆，鈴木伸；放射性エアロゾル発生装置試作に関する基礎研究，日本労働衛生工学会第1回学会（1961年10月）同学会誌に印刷中
3. 阿部史朗，小口雄康，松田節子，鈴木　伸；微細なミストのヨード気流中のヨード付着，日本化学会名古屋大会（1961年11月）
4. 阿部史朗，小口雄康，松田節子，向坊　隆，鈴木伸；大気中のエーロゾルに対するヨード・ガスの付着に関する基礎実験（I），大気汚染研究全国協議会第2回総会（1961年12月）
5. 同　　上；エアロゾルに対する放射性ヨードガスの付着に関する基礎実験，第3回原子力研究総合発表会（1962年2月）

3. Food Chain における放射性物質の動向に関する研究—その1

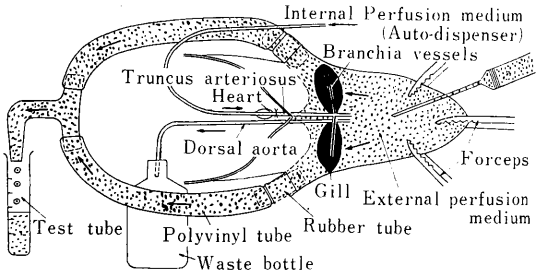
環境衛生第3研究室
市　川　龍　資
小　栗　幹　郎
福　田　直　子

1. 魚類のエラ排出における Sr-Ca 差別率の研究

核爆発実験による放射性降下物，あるいは原子力産業の進展に伴なう汚染問題からストロンチウム，セシウム等の放射性物質の動向に関する研究が重要視されている。当研究室では日本人の食品として大きな部分を占めている魚類を実験材料に使用し，主要放射性核種の蓄積機構に関して研究を進めている。その一部は，(1) 魚類のエラ吸収における Sr-Ca 差別率の研究，(2) 主要放射性核種の海産生物への濃縮率の研究と題して，すでに35年度年報に報告された。今年度は，魚類がエラから Sr を排出する場合の Sr-Ca 差別率について実験的研究を行なった。

実験魚としてはウナギを用い，第1図に示すような環境水と血管の灌流法を工夫し，血管を流れる生理的塩類液あるいはウマ，ウナギの血清に加えられた ^{89}Sr, ^{45}Ca がエラ粘膜を通過する際に，環境水中に排出される両核種の相対的移行度を測定した。これをエラ排出における Sr-Ca 差別率といい，$DR_{gill\ excretive}$ であらわし，次のように定義する。

$$DR_{gill\ excretive} = \frac{^{89}Sr/^{45}Ca\ (環境水中)}{^{89}Sr/^{45}Ca\ (血液中)}$$



第1図　灌　流　方　式　図

血管内灌流液として生理的塩類液，ウマ血清およびウナギ血清を用いた場合の DR 値は第1表に示されるが，平均値がそれぞれ 0.74±0.05, 1.00±0.04, 0.90±0.03 となった。生理的塩類液を用いた場合には差別が強く，Ca の方が Sr より排出されやすい。一方，動物血清を用いた場合には，エラ排出において Sr と Ca が同じような行動をとる（ウマ血清）か，わずかであるが Ca の方が排出されやすい傾向が認められた（ウナギ血清）が，生理的塩類液を用いた場合ほど著しい差別が認められなかった。この相違は，生理的塩類液では Sr と Ca がイオン状態のみで存在しているのに比べて，血清の場合にはこの fraction のほかに，血清タンパク質と弱い結合をしている fraction も存在することによるものと考えられる。

35年度の研究から，エラ吸収の場合には Ca の方が Sr より吸収されやすい（淡水ウナギで DF = 0.74）ことが明らかにされている。また34年度研究された淡水産ニジマスにおける淡水と魚体との間の Sr-Ca の総合的差別比は 0.4 となっている。これらの結果から，腎臓排出時の差別率がかなりの部分を果しているものと考え

第1表　エラ排出時の Sr-Ca 差別率

A）血管内灌流液として生理的塩類液を用いた場合

魚体番号	血管内灌流液中 $^{89}Sr/^{45}Ca$	環境水中 $^{89}Sr/^{45}Ca$	DR
1	0.281	0.195	0.69
2	0.226	0.181	0.80
3	1.080	0.741	0.69
4	0.711	0.533	0.75
5	0.701	0.548	0.78

平均 0.74±0.05

B）ウマ血清を用いた場合

魚体番号	血管内灌流液中 $^{89}Sr/^{45}Ca$	環境水中 $^{89}Sr/^{45}Ca$	DR
1	0.647	0.615	0.95
2	0.612	0.630	1.03
3	0.609	0.609	1.00
4	0.490	0.475	0.97
5	0.507	0.532	1.05

平均 1.00±0.04

C）ウナギ血清を用いた場合

魚体番号	血管内灌流液中 $^{89}Sr/^{45}Ca$	環境水中 $^{89}Sr/^{45}Cr$	DR
1	0.475	0.437	0.92
2	0.473	0.405	0.86
3	0.648	0.575	0.89
4	0.640	0.585	0.91

平均 0.90±0.03

られるので，現在これに関する実験を計画中である。

なお，魚類のエラ吸収における Sr-Ca 差別率に関しては，前年度に引続き，淡水中の Ca 濃度を 10 mg/l, 30 mg/l および 60 mg/l と変化させた場合について検討中である。

2. 主要放射性核種の魚類における鰓吸収率および濃縮率に関する研究

原子力施設の放射性廃棄物が海域に導入されると，そこに生育する食用海洋生物による吸収，蓄積が行なわれる。したがって，この場合の各核種の吸収率や濃縮率を明らかにすることは，特に海産生物が食品として大きな部分を占めるわが国においては特に重要な問題である。

前年度には、各種海産生物における重要核種（Cs, Sr, その他）の濃縮率を報告した。水生食用生物の場合には，エラがこれらの核種の吸収に際して重要な役割を果すことが知られているので，本年度は原子炉冷却水中の誘導放射能として見出だされる ^{182}Ta, ^{65}Zn, その他の核種の吸収率を35年度年報で報告したエラ吸収実験用の灌流装置を用いて，ウナギを実験魚として使用し，実験的に算出した。第2表はその測定結果を示すが，Ta, Zn, Cr, Hg の吸収率はそれぞれ $0.2\sim1.6\times10^{-7}$, $0.7\sim4.1\times10^{-6}$, $0.8\sim1.9\times10^{-8}$, $0.3\sim3.2\times10^{-5}$ mg/hr であり，エラ吸収率が核種によりかなり相違する。

第2表　魚類のエラにおける放射性核種の吸収率

核種	魚体番号	吸収率 (mg/hr)	安定元素の濃度
Tantalum	1	0.3×10^{-7}	0.021 ppm
	2	1.6× 〃	
	3	0.3× 〃	
	4	0.2× 〃	
Zinc	1	0.9×10^{-6}	0.74 ppm
	2	0.7× 〃	
	3	2.1× 〃	
	4	4.1× 〃	
Chromium	1	1.9×10^{-8}	0.073 ppm
	2	0.8× 〃	
	3	1.5× 〃	
	4	0.8× 〃	
Mercury	1	0.6×10^{-5}	0.74 ppm
	2	0.3× 〃	
	3	3.2× 〃	
	4	3.0× 〃	

なお，これらの核種のうち Ta については，その濃縮率 $\left(\frac{\text{生物体中放射性核種（安定元素）濃度}}{\text{環境水中放射性核種（安定元素）濃度}}\right)$ に関して知見が少ないため，メダカを用い，RI によるトレーサー法により，海水および淡水の場合について現在研究が行なわれている。

〔研究発表〕

1. 市川龍資，小栗幹郎，福田直子：Metabolism of Radionuclides in Fish-II. Strontium-Calcium Discrimination in Gill Excretion. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., Vol. 27, No. 11 (1961)
2. 小栗幹郎，他機関研究者協同：Gill Absorption and Tissue Distribution of Some Radionuclides (Cr-51, Hg-203, Zn-65 and Ag-110 m. 110) in fish. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., Vol. 27, No. 11 (1961)

4. Food Chain における放射性物質の動向に関する研究 その 2

哺乳動物における Sr, Ca の吸収, はいせつに及ぼす要因の研究

環境衛生第3研究室
市川龍資
榎本好和

一般環境における哺乳動物の放射能汚染は，主として放射性フォールアウト，原子力施設からの廃棄物，もしくはそのアクシデンタルな放出等によって汚染された食品や，飲料水の摂取によるものである。この場合に問題となる危険な放射性核種は種々あるが，ここでは，特に放射性 Sr を取り上げ，化学的にもまた生理的にも類似した行動をとる Ca との相対的な代謝機構について研究を行なっている。

前年度にひき続き，単一ネフロンにおける Sr, Ca の再吸収機構を，特にその差別率について実験を行なっているが，特に近位曲尿細管における再吸収機構に主眼をおき，顕微鏡下で腎のその部位を観察し得るイモリを用い，stop and flow micro-perfusion method により，Sr ならびに Ca の再吸収機構およびそれに及ぼす要因に関しての検討を行ない，さらに，この部位の細胞の膜電位を測定するとともに機能を検索した。測定には，Ling-Gerard 型の微小電極を尿細管細胞内および尿細管腔内に刺入，膜電位および Transtublar potential を測定した。これらの実験結果から，尿細管部位の細胞膜の ion transport に関する知見を得たので，さらに，検討を加えるために，実験を続行中である。

また，はいせつ機構の研究と併行して，腸管における Sr, Ca の吸収機構およびそれにおよぼす要因についての実験を行なっているが，ミルク食，米食の相異に主眼をおいて，メタボリズムケージ飼育による代謝実験を行なった。実験には，Wistar 系雄ラット 100–150 日令のものを用い，全粉乳，米粉を，それぞれ主体とした飼料で飼育し，飼料中に ^{89}Sr, ^{45}Ca を加えて体内蓄積，尿，屎のはいせつ等における Sr, Ca の差別率を検討した。対照としては，市販の固型飼料（般橋農場製）で飼育した群をとった。

この実験から体内蓄積における差別率の値は，米食群＞ミルク食群＞対照群の順であることがわかったが，これら飼料によっておこる Sr, Ca の差別率の相異を栄養的な観点からさらに考察を進めるとともに，腸管灌流によって，腸管吸収による Sr, Ca の差別率における要因について実験的研究を続行している。

〔研究発表〕

1. 榎本好和，他機関研究者協同：Eine neue Untersuchungsmethode für die Rückresorption in tubulären Nieren-Zellen. Arch. exp. Path. u. Pharmak. **242** (1962)
2. 榎本好和，他機関研究者協同：Membranpotential an der Nierentubuli des Triturus pyrrhogaster. Jap. J. Pharmacol. **11** (1) 65–71 (1961)

5. Food Chain における放射性物質の動向に関する研究—その 3

農作物の放射性汚染機構の研究

環境衛生第3研究室
市川龍資
阿部道子
江藤正子

放射性フォールアウトによる農作物汚染に関して多くの研究が行なわれてきているが，近来それらの関心は，フォールアウト量の変動に対する農作物汚染度の変動の関係に向けられてきている。この関係を明らかにするために，前年に引続きアジア地域において重要な食品となっている米に対し，^{90}Sr, ^{137}Cs の汚染程度を調べた。対象となった米は，1960 年秋に収穫されたものである。汚染経路は，大別すると経根吸収と経穂吸収に分けられる。これらおのおのの吸収経路によって，汚染がどの程度なされているかを調べるため，出穂期から収穫までフォールアウトにさらされた群とさらされない群につき，水稲各部の ^{90}Sr, ^{137}Cs 量を分析測定し，比較した。フォールアウトにさらされない群，すなわち経穂による直接吸収をさけた群は，ビニール被覆することによって作られた。測定結果は，^{90}Sr に関しては第1表に，^{137}Cs に関しては第2表に示した。

第1表　米の各部位における放射性ストロンチウム濃度（S. U. 単位）

試料＼部位	水稲1期作		水稲2期作	
	対照	ビニール被覆	対照	ビニール被覆
茎葉部	60	43	71	29
もみがら	216	82	286	53
ぬか	254	90	245	46
精白米	53	33	24	15

ビニール被覆をした時期は，1期作については8月から9月，2期作については8月から10月の期間である。この間のフォールアウト量は，^{90}Sr については8, 9, 10月にそれぞれ0.02, 0.062, 0.03 mc/km^2/month であり，^{137}Cs については9, 10月にそれぞれ0.136, 0.095 mc/km^2/month である。

第1表からも認められるように，精白米では，対照群に対するビニール被覆群の比は，1期作，2期作ともいずれも0.62である。葉部に直接吸収された Sr は，他の部分にほとんど移動しないという実験的事実を考えあわせると，ビニール被覆をしない精白米中の ^{90}Sr の汚染起源の60%は，経根吸収によるものと思われる。いい換えれば，このビニール被覆期間におけるフォールアウト ^{90}Sr の水稲可食部への直接吸収量は，その部分への全吸収量のおよそ40%に上っているとみられよう。このことから核実験が直ちに中止されたとしても，精白米中の ^{90}Sr は，将来，少しずつ減少することはあるが，現在とあまり違わない値を保ちつづける可能性を示している。その他の部分，ぬか，もみがら，茎葉部では，対照群に対するビニール被覆群の比は20～40%であった。このことは，これらの部分が，フォールアウトによる直接吸収によって大きく影響されることを示している。

第2表　米の各部位における放射性セシウム濃度
($\mu\mu$c/kg (乾))

試料 / 部位	水稲1期作 ビニール被覆	水稲1期作 対照	ビニール被覆/対照
茎葉部	370	440	0.8
もみがら	116	144	0.8
ぬか	287	389	0.7
精白米	27	24	1

第2表からわかるように，精白米中の ^{137}Cs は，対照群とビニール被覆群とではほとんど同じになっている。^{137}Cs においては，^{90}Sr と違い，葉部に吸収されたものも，他の部分に移動しやすいので，水稲各部の ^{137}Cs 濃度比が平均化されるからであろう。ビニール被覆は，出穂期になされているから，それ以前に葉部から吸収された Cs が移動して各部に蓄積されたと考えられる。したがって，^{137}Cs の場合は，ビニール被覆群については，経根吸収だけが最後の ^{137}Cs 量を決定しているとは考えられない。これは，^{90}Sr の場合と異なっている。すなわち精白米には，ビニール被覆する前に葉部に付着した ^{137}Cs が移動した量をも含んでいる。このような観点から第2表を観察すると，出穂期から収穫までの期間の直接吸収による寄与は植物全体として約20%であるといえる。1期作は，出穂期までの成長期間が約2カ月であり，相当長期間にわたっている。そこで葉部からの ^{137}Cs 吸収量は比較的多くなるとみられる。一般に ^{137}Cr は，土壌に固定されやすく，固定された Cs は，土壌から植物に吸収しにくいことから，フォールアウト中の Cs も経根吸収によって植物中に蓄積されるものの割合は，葉部からの吸収によるものより少なくなるであろう。しかし，水田の場合，^{137}Cs の植物へ吸収しうる利用度は，畑地にくらべて大きいといわれているので，必らずしも葉部からの吸収が経根吸収より大きくなるとはいえない。

〔研究発表〕

市川龍資，江藤正子，阿部道子: Strontium-90 and Cesium-137 absorbed by rice plants in Japan, 1960. Science, Vol. 135, p. 1072 (1962)

6. ^{137}Cs による環境汚染の鶏卵に及ぼす影響に関する研究

環境衛生第4研究室
堀内朗子
市川龍資[1)]
渡辺博信[2)]

1) 環境衛生第3研究室長
2) 環境衛生研究部長

核爆発による放射性降下物の food chain における行動を考えるとき，飼料と鶏卵の間の汚染度の定量的関係を知ることが必要になると考えられる。われわれは ^{137}Cs が経口的に鶏に摂取され，次いで鶏卵へ移行するようすを知るために ^{134}Cs を用いて以下の実験を行なった。鶏卵が放射性降下物中の ^{137}Cs により汚染される経路には次の二つが考えられる。

(1) 飼料→鶏→鶏卵　(2) その他→鶏→鶏卵

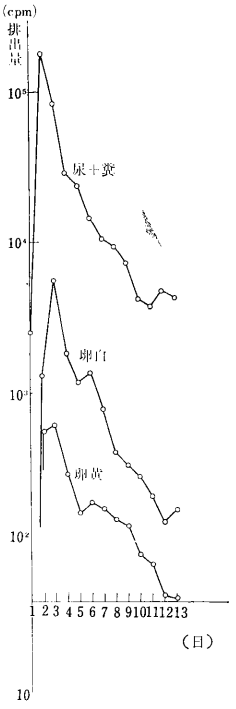
「その他」のうちには鶏が親から受けついだものや飲水等に含まれるもの，飼料とともに鶏が食下するちりや土壌中のものが考えられる。ここでは主に，(1) の経路により汚染されるものについて考察した。

実験 (1) ^{134}Cs による汚染飼料 (3.3 μc/100 g, specific activity 785 mc/g, chemical form CsCl) を1日間自由に採食させ，のち12日間の尿＋糞，卵白，卵黄，卵殻中に排出される ^{134}Cs の消長を観察した。

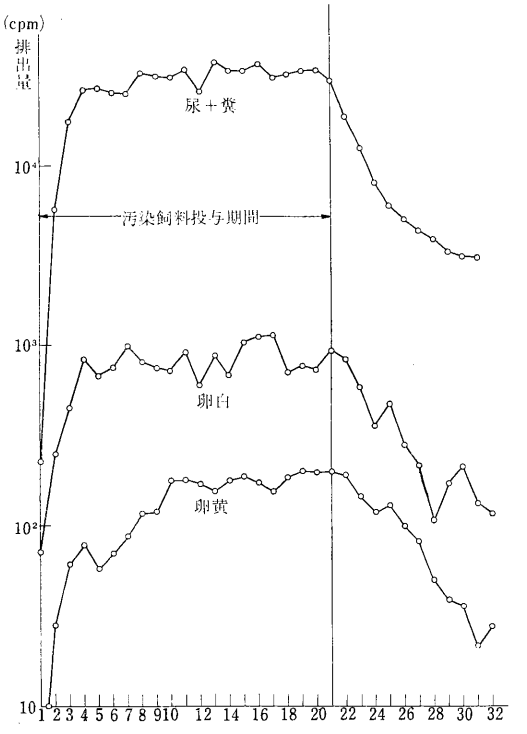
(2) ^{134}Cs による汚染飼料 (0.33μc/100 g) を 20 日間採食させ，のち 11 日間の ^{134}Cs の消長を (1) と同様観察した。

結　果

実験 (1)，(2) の結果をそれぞれ第 1 図，第 2 図に示す。実験 (1) について，尿＋糞，卵白，卵黄への13日間の全排出量を求めると，その総和に対する割合が 97%，2.6%，0.4% となった。卵殻中の排出量は実験誤差範囲に含まれた。実験 (2) ついては，尿＋糞，卵白，卵黄のいずれも 20 日目頃には平衡に達していると考えられた。このときの尿＋糞，卵白，卵黄中 ^{134}Cs の 1 日間の排出量はそれらの総和に対し 97%，2.5%，0.58% となり，実験 (1) の結果とほとんど同じ傾向を示した。また連続投与を止めると，これらの割合は 11 日後に平衡時の 9.3%，17%，14% になった。



第 1 図



第 2 図

7. 炎光分析による人骨中 Sr の定量

環境衛生第 4 研究室
小柳　卓
坪田博行[1)]

[1)] 化学第3研究室

1. 序　論

フォールアウトに由来する ^{90}Sr の人体に及ぼす影響を正しく評価するために，人骨中の天然 Sr の含量を知る必要があることはいまさらいうまでもないことであるが，その分析例はまだ少なく，分析法の検討も十分行なわれていなかった。特に骨のなかの Sr は，その主成分である Ca に対して $1/10^3$ から $1/10^4$ というようにその比が非常に大きいこと，また燐酸が多量に共存すること等のために，その定量に種々の困難な問題が起ってくる。

従来報告されている分析法としては，

(1) 放射化分析 (Sowden E. M., Stitch S. R., Biochem. J. **67**, 104, 1957)

(2) 発光分析法 (Thurber B. L., Gast P. W. et al, Science **128**, 256, 1958)

(3) X 線回析法 (Roberts W. M. B., Nature **183**, 887, 1959)

(4) 炎光分析法 (Wade, Sein, Anal. chem. **32**, 793, 1961)

等が取上げられているが各研究者，各方法により，結果にかなりの開きがある。分析例が少ないので試料による差か，定量法に問題があるのかわかっていないが，その定量法が確立していないと見るべきであろう。Sr の分析法としてすでに行なわれているものは，Sr と Ca の比が比較的小さい場合についてのものが多いために，それらの方法を直ちに骨中 Sr の分析に用いることはできない。さらにわれわれの目的には，多数の試料を分析する必要があり，また少量の試料の分析に適したものでなければならない。これらの点を考慮して分析法を種々考案検討した。

2. 種々の分析法の比較検討

Sr の分析法としては炎光分析法を用いることを原則

とし，これに先立って，

(1) 前処理なしにそのまま炎光分析する。

(2) 沈澱法により燐酸を除去したのち炎光分析する。

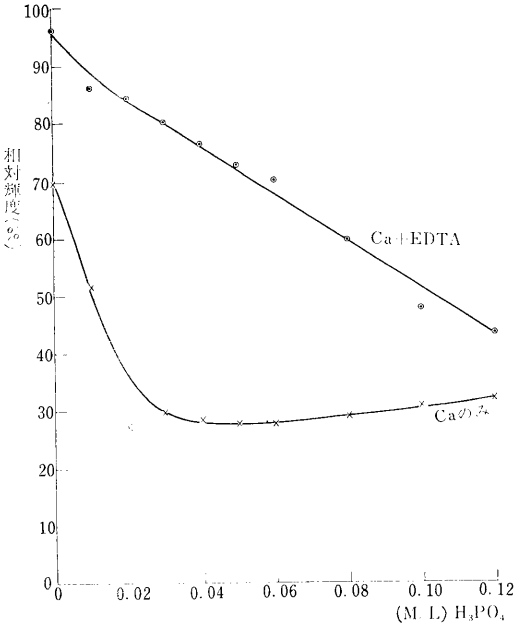
(3) 陰イオン交換により燐酸を除去する。

(4) 陽イオン交換クロマト（ギ酸アンモニウムによる）で Sr を単離する。

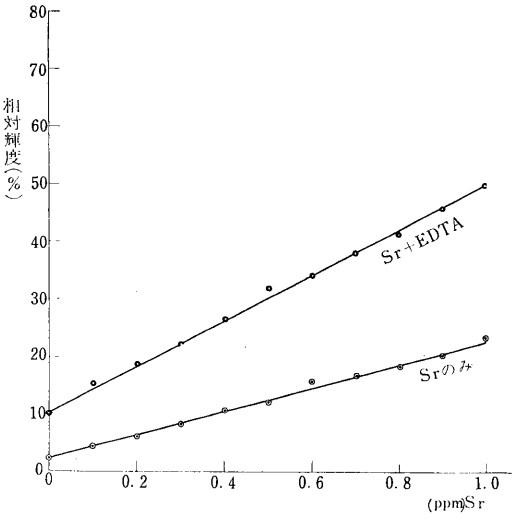
(5) 陽イオン交換により Ca 錯イオンを分離する。

等の方法を試みた。すなわち，炎光分析に際し妨害を示す燐酸を除去するために，まず沈澱法，イオン交換法による前処理を行なったが，いずれも時間がかかり操作中に試料の損失がある等の欠点があり，また他の陽イオンの影響が大きく精度も悪かった。一方，Ca を炎光分析する場合に EDTA を添加することによってその輝度が上昇するという報告（West, Cooke, Anal. chem. **32**, 11, 1960）があり，これを検討したところ第1図に示すように燐酸イオンの妨害を軽減する上にもいくらか有効であることがわかったが，なお完全にその妨害をなくすことはできなかった。この EDTA の示す効果を Sr の場合についても検討したところ，同様に輝度の増加および検量線の傾斜の増大がみられた（第2図）。

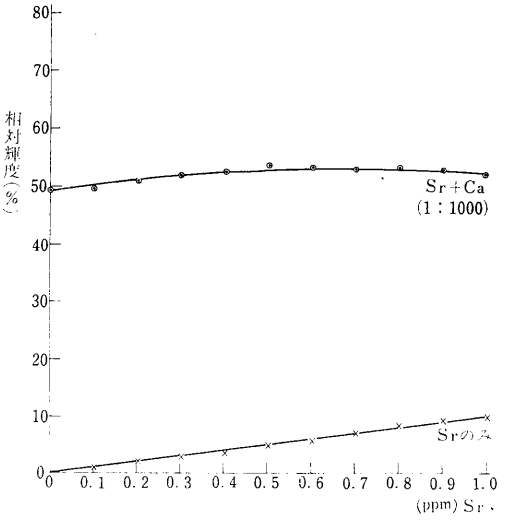
他方，Sr の輝度は Ca の共存によっても上昇するが，



第1図　Ca 輝度に対する PO_4 の妨害への EDTA 添加の影響
× Ca 1000 ppm
⊙ Ca 1000 ppm in 0.1 M EDTA



第2図　Sr 輝度に及ぼす EDTA 添加の影響
⊙ Sr
◎ Sr in 0.1 M EDTA



第3図　Sr 輝度に及ぼす共存 Ca の影響

いま 1:1000 の割合で Ca が共存する場合の Sr 輝度を測定すると，その検量線は第3図に示すようになり，精度のよい定量は不可能である。したがって，何らかの手段を用いて，Sr を Ca から分離する必要があると考えられる。

陽イオン交換分離法による Sr と Ca の分離で現在知られている最もよいと思われる方法は，ギ酸アンモニウム（本田，分析化学，3，132，1954）または錯酸アンモ

ニウム水溶液（Tsubota H, Kitano Y, Bull. Chem. Soc.Japan **33**, 770, 1960）を溶離液とする方法と，EDTA を溶離液とする方法（Bovy R, Duyckaerts, Anal. chim. acta **11**, 134, 1954）とである。前者は溶出液の分析が容易であるように考えられたものであって，分離は後者ほどよくない。後者の方法，すなわち pH を調節することにより Ca は EDTA 錯塩として樹脂を通過させ，Sr は Sr^{2+} として陽イオン交換樹脂に吸着させる方法は，分離の立場からいえば前者よりはるかにすぐれている。この研究を始めた頃（1959 年）は，まだ EDTA 添加によって Sr 輝度が増大することに着目していなかったため前者の方法によったが，この方法ではカラムの処理能力からくる制約のために Sr の輝度が上らず，誤差を 10% より小さくすることはできなかった。すでにのべたように，EDTA の添加により Sr の輝度の上ることが確かめられたので，EDTA で溶離することは何ら差支えないどころか，却ってプラスの効果が出ることがわかった。多量の Ca 中の微量の Sr（1 : 10^{-3} 以下）を分離するのに EDTA を用いた例は少なく，溶離条件の詳細な記載がないので，バッチ法によるイオン交換樹脂への吸着条件の検討から始めた。

3. EDTA 溶離—炎光分光による骨中 Sr 分析法の検討

a） EDTA 濃度の影響

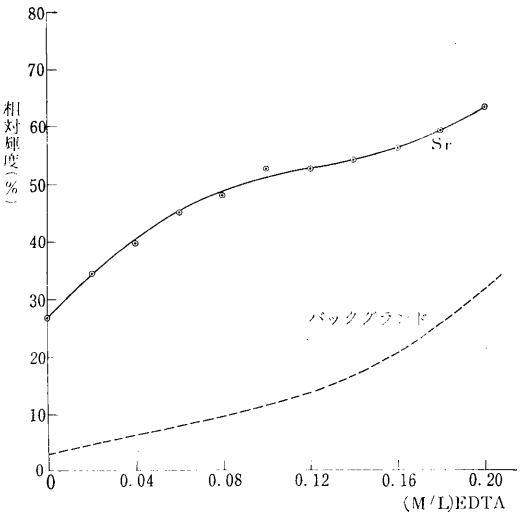
Sr 輝度におよぼす共存 EDTA 濃度の影響は，第 4 図に示すとおりである。濃度の増加によって輝度も上昇を示すが，高濃度にいたるにしたがってバックグランドが急激に上昇するため，0.1 M/L 程度が最適と考えられる。

b） pH の影響

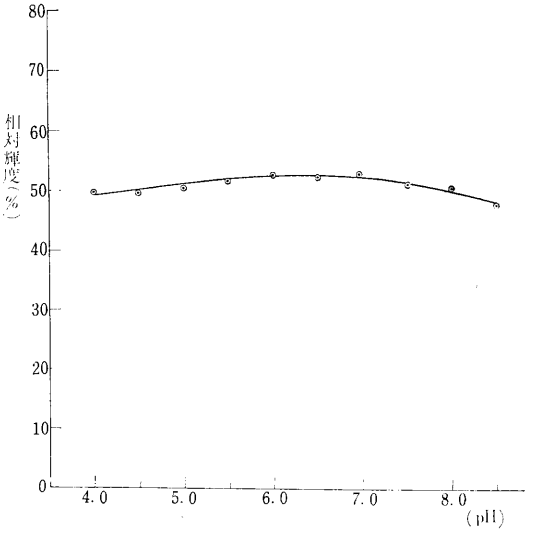
EDTA 共存の場合の Sr 輝度に対する pH の影響を検べると第 5 図のようになり，pH 6～7 が最適と思われるが，このことは後述するように実際の操作に都合よく利用することができる。

c） 溶離条件の検討

EDTA による Ca と Sr とのイオン交換分離について溶離条件を検討するために，バッチ法により Ca および Sr に対する樹脂の捕捉率の測定を行なった。樹脂は Amberlite IR 120, 100～200 メッシュを用い，0.1 M-EDTA を種々 pH に調整したものを用意し，さらに溶液には緩衝作用を持たせ，同時にカラム操作の場合イオンの流出を早めるために，ギ酸アンモニウムを濃度 0.1 M になるように加えた。第 6 図に示すような結果から，pH 5 附近で両者を分離するのが最も有効であることが

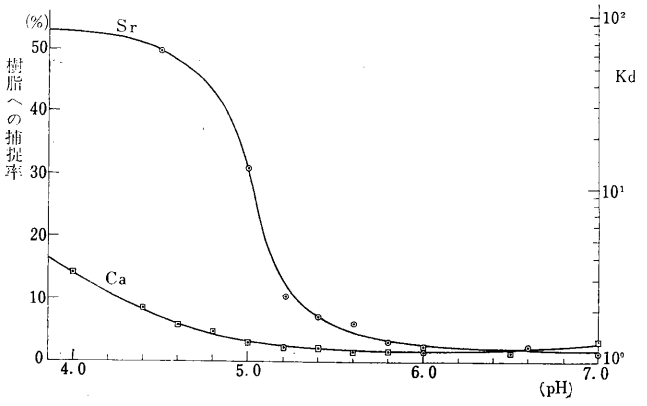


第 4 図　Sr 輝度に及ぼす共存 EDTA 濃度の影響
Sr　1 ppm
pH　6.0



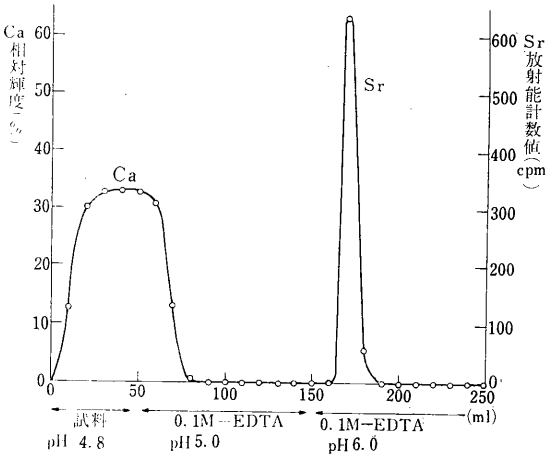
第 5 図　Sr 輝度に及ぼす溶液の pH の影響
Sr　1 ppm
EDTA 0.1 M/L

わかった。この結果から径 8 mm 長さ 200 mm のカラムを用いて Ca と Sr の分離を行ない，溶出液を適当なフラクションに分けたのち，Ca は炎光分析により Sr は放射能を用いてそれぞれ溶離状況を観測した。第 7 図に示すように，Sr と Ca の混合試料を 0.1 M-EDTA



第6図　樹脂による Sr, Ca の捕促率および Kd の測定

樹脂：Amberlite IR 120
EDTA　0.1 M
Sr　　1 ppm
Ca　　1,000 ppm



第7図　カラムによる Sr, Ca の溶離曲線

溶液とし，pH を 4.8 に調節したもの 50 ml を流したのち，pH 5.0 の 0.1 M-EDTA を流すと，計 70～80 ml で Ca は完全に溶出される。このとき，さらに同溶離液を流しても Sr の溶出はみられない。次に pH 6.0< の 0.1 M-EDTA を流すと，50 ml で Sr が完全に溶出される。実際の試料についても Ca と Sr の分離はまったく同様に行なわれる。

4. 分析方法

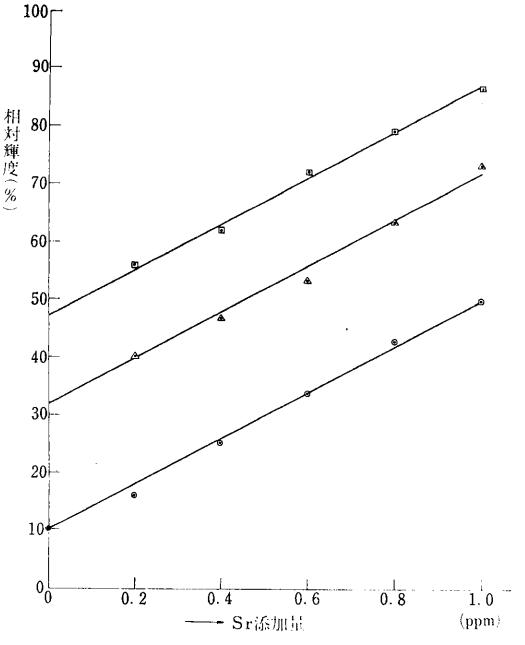
骨の灰化試料 0.1～0.2 g を塩酸に溶解したのち，最終の EDTA 濃度が 0.1 M になるように EDTA を加え，アンモニア水で pH を 4.8 に調節したのち，カラムに通し直ちに pH 5.0 の 0.1 M-EDTA 50 ml で洗い Ca を除いてから 0.1 M-EDTA (pH 6.0) 50 ml で Sr を溶離して，炎光分析による定量を行なう。

5. 分析結果の検討

再現性を検討するために，(1) 試料 1 g を 0.1 M-EDTA 溶液としたのち，5 等分して別々のカラムで分離したもの，および (2) 試料 0.2 g づつをそれぞれ 0.1 M-EDTA 溶液としたのち，カラムを通したものにつき炎光分析を行なった結果を第1表に示す。分析

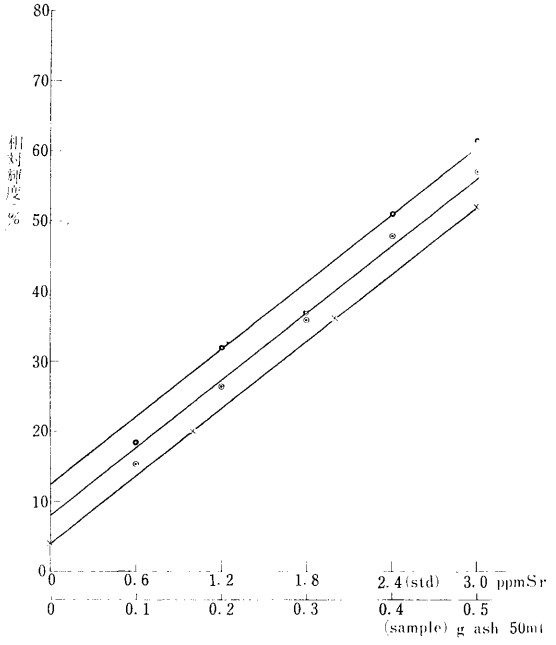
第1表　繰返し実験における結果

	カラム	試料 A (I)	試料 A (II)	試料 B (I)	試料 B (II)
相対輝度(%)	1	38.0	38.1	62.4	65.5
	2	39.2	38.7	65.0	60.9
	3	39.8	37.8	66.9	65.0
	4	38.7	38.5	64.8	68.9
	5	38.4	38.3	66.2	62.1
平均 ±s.d.		38.8±0.7	38.0±0.5	65.0±1.7	64.5±3.1



第8図　標準添加による検量線
◉ sample B
▲ sample A
⊙ Sr Standard

法自体の再現性も，試料を 0.2 g という僅かな量を取ることの再現性も，非常によいことが示され，(1) (2) の両者の結果はよい一致を示した。さらにおのおのの試料に Sr 標準溶液を 0.2 から 1.0 ppm まで加えて同様の実験を行なった結果，第 8 図に示すようなよい直線性が得られた。一方試料を 0.1 g から 0.5 g まで変えて実験を行なった結果は第 9 図に示すとおりで，同じく直線性が得られ，そのそれぞれに Sr 標準溶液一定量 (0.2 ppm) を添加したものについても標準溶液の検量線と平行な直線が得られた。



第 9 図　試料量の変化による輝度の変化

× standard solution
◎ sample
○ sample+standard (0.2 ppm Sr)

6. 結　論

この方法によれば，0.1～0.5 g 程度の僅かの試料を用いて，そのなかの Sr を 10^3～10^4 倍共存する Ca から完全にイオン交換分離した上，試料溶液を濃縮することなく，直ちに炎光分析によって定量できるので，多数の試料の処理にも適しており，また少量の人骨試料中の Sr の定量法として有効であると考える。

〔研究発表〕

小柳　卓，坪田博行；炎光分析による人骨中 Sr の定量，日本分析化学会第 10 年会 (1961 年 10 月)

8. 最近のフォールアウトの物理化学的性質

環境衛生第 4 研究室
渡 辺 博 信 [1)]
坪 田 博 行 [2)]
山 下 幹 雄

[1)] 環境衛生研究部長
[2)] 化学第 3 研究室

概　　要

1961 年 9 月，ソ連の核爆発実験再開により，放射性降下物による生活環境汚染は，ふたたび憂慮されるところとなっている。しかしながら，その危害評価をおこなう場合，放射性降下物と気象学的要素との関連性，降下物の物理，化学的性質など，まだ多くの不明の問題があり，信頼ある危害評価をすることは非常に難しい問題である。

一般に，地表に沈着する降下物は，主として降雨によってもたらされるため，雨水中の放射性物質に関する物理化学的性質の解明は，とりわけ重要な問題である。

実際問題として，雨水中の放射能を測定する場合，GM カウンターが最も一般的な測定器である現状から，全 β 放射能計測から得られる情報が，危害評価の資料になることが多い。しかしながら，全 β 放射能計測は，測定条件によって影響され，また試料中の放射性核種の存在の割合によって大きく変わるものであり，十分に検討を加えねばならぬ問題である。

上述のような見地から，最近の放射能雨について，物理化学的検討をおこなっている。Fig. 1. は定時採取による，降雨水中の放射能強度を全 β 放射能で表わしたものである。放射性強度は，各試料採取より 12 時間後における値であり，試料番号は降雨日を表わしている。このグラフから，分裂生成物の絶体降下量についての情報を得るためには，各試料の放射能強度を，起爆より一定時間後における値に換算しなければならない。従来，Fission Products の減衰は，Hunter, Ballou にしたがって Power function, $t^{-\alpha}$ ($\alpha=1.2$) でよく近似されているが，Fallout の場合に，この式を適用するには，核分裂生成物の，大気中の輸送過程における一様性または均一性が前提となる。

最近，Miyake，その他により，Giant particle が発見され，その不均一な放射能が報告されており，放射性塵の size に関連して，放射性核種の fractionation は

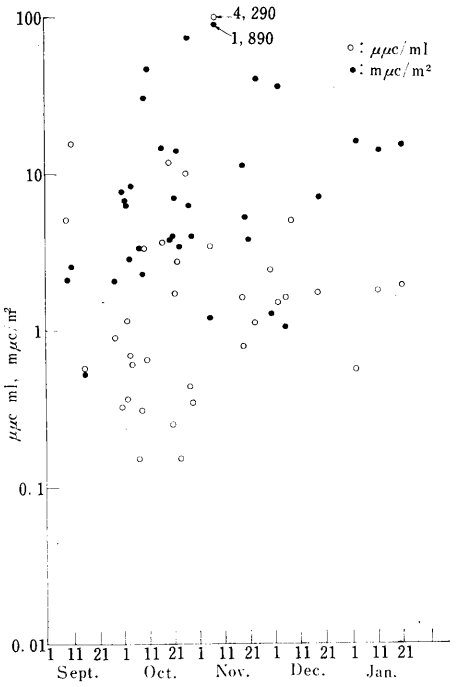


Fig. 1. The Variation of Radioactivity in Recent Rain Water (Observed)

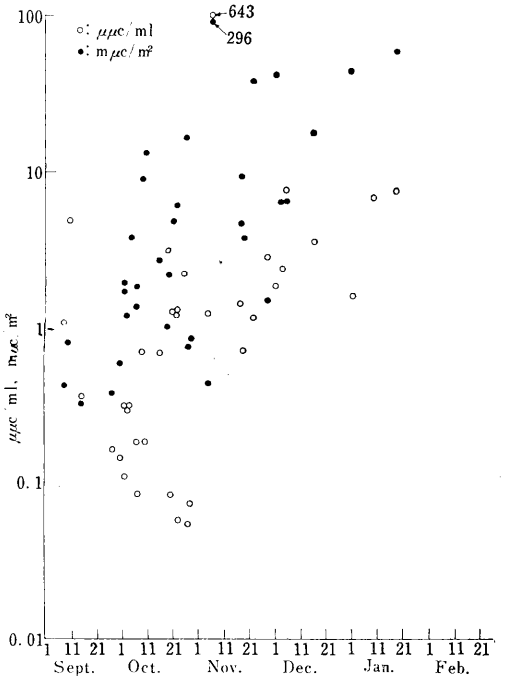


Fig. 2. The Variation of Radioactivity in Recent Rain Water (Reduced)

一般に認められるところとなっている。このことから，各試料の全 β 放射能の減衰の模様は，かなり複雑になることが予想されるが，各試料についての観測値は，一般に，よく $t^{-1.2}$ に一致している。Fig. 2. は，減衰が，$t^{-1.2}$ にしたがうと仮定して，各試料についてその起爆日を推定し，起爆日より，30 日後における全 β 放射能強度で表わしたものである。

いわゆる 50 MT 核爆発による影響は，1961 年 11 月 6 日に観測され，^{131}I，その他の短寿命核種も多量に検出された。Fig. 3., Fig. 4., Fig. 5., Fig. 6. は，それぞれ，11 月 6 日採取試料の γ-線スペクトル Al 板による吸収曲線，および全 β 放射能の減衰曲線を示す。γ-線スペクトルの形，その他は 1958 年以前の Fallout 試料のそれと比べて特別な差異はないように見られる。各試料中の放射性核種についての

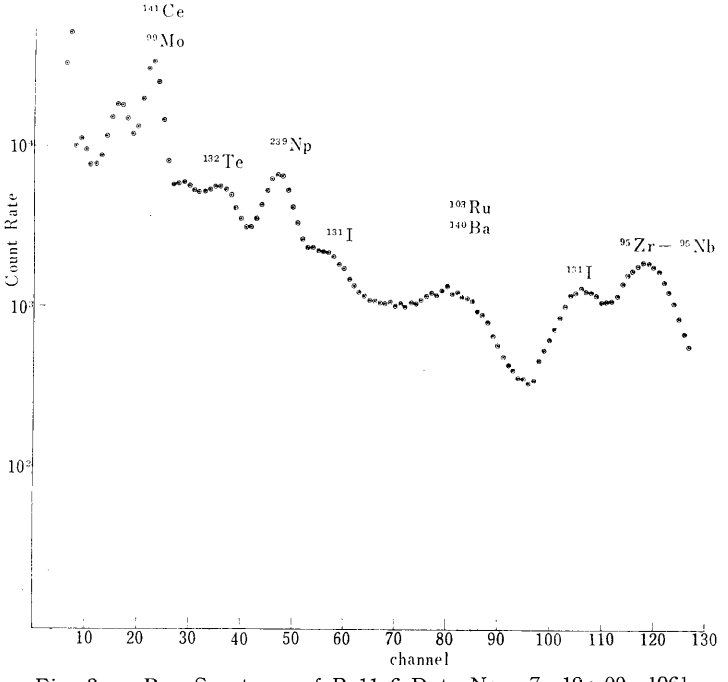


Fig. 3. γ-Ray Spectrum of R 11-6 Date Nov. 7. 19 : 00, 1961 Time 13.1 min.

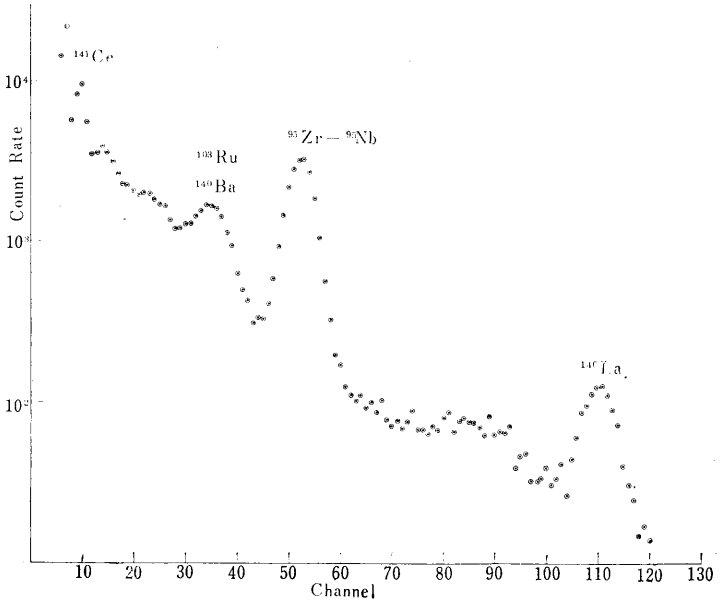


Fig. 4. γ-Ray Spectrum of R 11–6 Date Nov. 23, 16:00, 1961
Time 13.1 min

検討は，γ-線スペクトロメーター，放射化学分析によっておこなっているが Table 1. に 1961 年 11 月 6 日，11月 22 日，12 月 1 日の降雨水についておこなった放射化学分析の結果の一部分を示す。放射能強度は，試料採取日における値である。

Table 2. に各試料中の ^{103}Ru, ^{95}Zr-^{95}Nb について γ 線スペクトル分析をおこなった結果を示す。

放射性降下物中の放射性核種の不均一性は，各試料中の，いくつかの特定の核種についての分析結果から，比較検討することができる。

Table 1., Table 2. およびその他の分析結果より，放射性核種の不均一性は，爆発後，時間の経過とともに，小さくなる傾向が予想されるが，これは，Giant particle などの不均一巨大粒子は，比較的短期間内に地上に沈降してしまうためと考えられる。

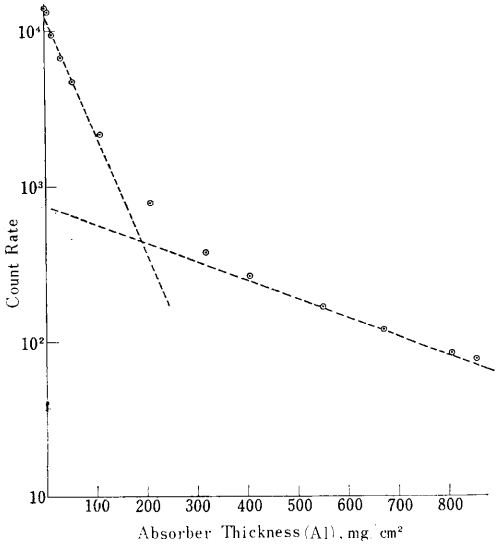


Fig. 5. Absorption Curve of R 11–6
Date Nov. 19, 1961.

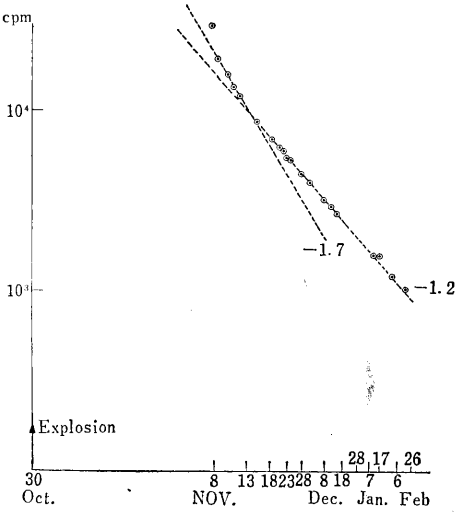


Fig. 6. Decay Curve R 11–6

Table 1. Radiochemical Analysis of Rain Water ($\mu\mu c/l$)

Nuclide	Date collected		
	Nov. 6.	Nov. 22.	Dec. 1.
^{239}Np	203,000		
^{95}Zr	243,000	157	263
^{103}Ru	92,800	258	406
^{140}Ba	82,800	14	14
^{89}Sr	3,688	72	122
^{90}Sr	50	1.7	2.7
^{137}Cr	262	1.0	2.5

Table 2. ^{95}Zr-^{95}Nb and ^{103}Ru in Rain Water ($m\mu c/m^2$, reduced to the values at 30 days after detonation)

Sample	^{95}Zr	^{103}Ru	$^{103}Ru/^{95}Zr$
R 10–9	3.08	3.37	1.09
R 10–21	1.88	1.88	1.00
R 10–22	1.66	2.75	1.66
R 11–6	82.6	27.0	0.33
R 11–17	3.30	3.35	1.01
R 11–22	5.00	7.78	1.57
R 12–1	6.58	10.6	1.62
R 12–4	1.36	1.94	1.43
R 12–6	1.73	1.48	0.85
R 12–17	4.13	5.24	1.27
R 1–1	8.86	11.1	1.25
R 1–10	7.57	10.8	1.43
R 1–19	11.0	14.5	1.32

これらの不均一性については，放射性塵の物理的および化学的状態に関連して，未解決の問題が多く，現在鋭意研究がおこなわれている。研究結果の詳細についての検討は近く発表の予定である。

X 臨　床　研　究　部

概　　況

臨床研究部は 1) 放射線障害の診断および治療，2) 放射線による疾病の診断，3) 放射線による疾病の治療，以上 3 項に関する調査研究を行なうものとされ，三つの研究室がこれの研究に当っていた。しかし本年度，新たに第 2 研究室（障害）が設置せられ，室長として米国より帰国せる三輪史郎を迎えた。そのほか研究員も本年度 6 名増員せられ，また常に数名の研究生が研究に従事している。

36 年度に予定されていた研究計画のうち，放射線障害に関するものとしては，“人体に対する放射線障害の研究”があるが，これは第 1 研究室を主体としてビキニ被災者についての臨床的研究が行なわれた。第 2 の研究課題である“放射線と白血病，造血臓器の関係について”は放射線被曝者の白血球染色体異常に関する研究が行なわれた。すなわちビキニ被災者，事故による被曝者，放射線治療患者等の末梢白血球を培養し，染色体異常の有無を観察，その成果を日本血液病学会総会で発表した。

第 2 研究室は本年 2 月新室長の着任を見たに過ぎぬため，本研究所において行なわれた研究としては特に取り上げるべきものはないが，三輪室長が滞米中に行なった赤血球内の酵素に関するものを日本血液病学会総会で発表した。この問題は将来放射線障害の際に起る血球中の酵素学的変化の研究に応用せられるものであって，放射線障害の早期診断に資するものと期待される。

第 3 研究室はアイソトープによる診断に主力を注いでおり，36 年度研究課題のうち，“シンチスキャン”，“身体各部同時記録法による疾患の診断”，“ヒューマンカウンタの臨床診断的利用”等に関するものとしては，^{131}I–ヒプランによるレノグラムの再現性，Na^{131}I, RISA の皮下吸収による淋巴および血液の循環動態の研究，消化管癌の蛋白代謝に関する研究等を本年 4 月に行なわれた日本医学放射線学会総会において発表，甲状腺に関するものは日本内分泌学会総会で，甲状腺ホルモン，甲状腺刺激ホルモンの作用機序に関して新しい見解を報告した。そのほか血液，動脈硬化，脳アミノ酸代謝等に関する研究も行なわれ，それぞれの学会において発表せられた。なお，昨年 11 月に行なわれた第 1 回核医学懇談会には全演題中の 1 割以上を占める研究成果を第 3 研究室より発表した。

第 4 研究室は主として高エネルギー放射線の体外照射による悪性腫瘍の治療に関する研究を行なっている。研究計画のうち“腫瘍線量”に関するものでは，容積線量の問題について化学線量計と平板電離槽型線量計を使用し，^{60}Co 照射時の容積線量の実測および計算を行ない，日本医学放射線学会関東部会で報告，また放医研に設置せられた ^{137}Cs–照射装置の線量分布に関する報告を同じく関東部会で発表した。研究課題のうち線量率に関する問題はマウス移殖癌を用い，^{60}Co の線量率と移殖率の関係について研究中である。（田中　茂）

1．人体に対する放射線障害の研究

臨床第 1 研究室
熊　取　敏　之

主としてビキニ被災者について臨床的研究を行なった。これらの症例については逐年的に検索をつづけているが，本年度においては 13 名について検査した。

検査は一般理学的検査のほかに，血液学的，眼科的，皮膚科的検査，その他必要な血液理化学的検索等を行なった。検査結果について述べると，「一般状態」は著変はない。「血液学的」には白血球数が 10,000 を越す者が 2 名いたが，1 名は急性咽喉炎のためと考えられ，他の 1 名は経過を観察している。白血球種別では特に幼若白血球の出現はなかった。「眼科的」に白内障の有無を特に注意したが，有意な変化はなかった。「皮膚」については，放射能灰により障害を起した箇所に毛細血管の拡張，色素脱失を認めているが，癌化するような傾向はな

い。「血液理化学的検査」で，血清 CCF 試験陽性のもの1例，血清γグロブリンのやや増加しているもの1例をみたが，これをもって直ちに肝障害の存在を決めることはできない。

要するに，各人の生活環境，労働条件等を十分考慮しつつ，今後も観察をつづける必要があろう。（本研究は主として厚生科学研究費によったものである。）

2. 放射線被曝と白血球染色体異常に関する研究

臨床第1研究室
熊取敏之
土井田幸郎

人間の末梢血白血球を Moorhead の変法により培養し，72時間後，白血球染色体の観察を行なう。本研究は未完成であるが，現在までに，ビキニ被災者2例，事故による被曝者1例，放射線治療患者について観察した結果では事故による被曝者（50 r 以下，線量率 48 r/min.）で，被曝後約2カ月の血液において，染色体異常を認めている。

〔研究発表〕

熊取敏之，土井田幸郎；放射線による白血球染色体異常について（予報），第24回日本血液学会総会（1962年5月）

3. 赤血球および白血球の解糖系酵素活性に関する生化学的研究

臨床第2研究室
三輪史朗
K. R. Tanaka[1)]
W. N. Valentine[1)]

[1)] Departmont of Medicine, University of California Medical Center, Los Angeles.

Embden-Meyerhof 解糖系の酵素であるピルビン酸キナーゼ（Pyruvate Kinase）・エノラーゼ（Enolase）・フォスフォグリセロムターゼ（2, 3-phosphoglyceric mutase）および3-燐グリセリン酸キナーゼ（3-phosphoglycerate-1-kinase）の4酵素の活性値を，それぞれ100例以上の諸種血液疾患・非血液疾患々者の赤血球および白血球につき生化学的に測定し，その測定方法および測定結果について述べた。赤血球系については溶血性貧血例，白血球系については白血病例に重点をおいて検討した。

〔成　　績〕

赤血球系（第2図）

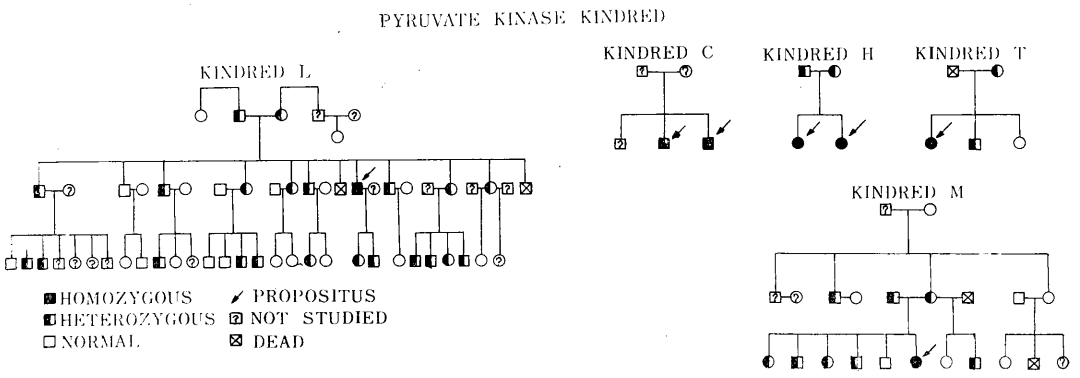
（1） Pyruvate kinase 活性は，先天性非球状赤血球性溶血性貧血（congenital nonspherocytic hemolytic anemia）の Dacie の分類による Type II に該当する7例において特異的に著るしい低値を示した。さらに興味あることには，本症患者の両親・子供の全例および同胞・親族のある者では，貧血その他の臨床症状欠如し一見正常人と異ならないのに，赤血球中 Pyruvate

第1表　PK Deficiency Hereditary Nonspherocytic Hemolytic Anemia

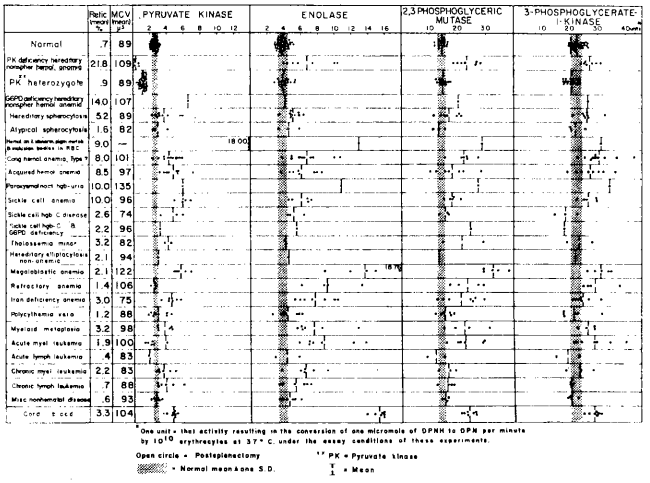
Subject	No.	Pyruvate kinase* RBC Mean	RBC S. D.	RBC Range	WBC Mean	WBC S. D.	WBC Range
Normals	40	2.65	± 0.34	2.00 – 3.40	850	± 195	547 – 1260
Heterozygotes	34	1.19	± 0.34	0.63 – 1.73†	976	± 257	513 – 1631
Case 1. J. L.		0.00			729		
2. R. C.		0.18			697		
3. H. C.		0.14			627		
4. E. T.		0.47			966		
5. S. H.		0.00			670		
6. K. H.		0.81			621		
7. M. M.		0.83			638		

* One unit = that activity resulting in the conversion of one micromole of DPNH to DPN per minute by 10^{10} RBC or WBC at 37°C under the assay conditions of these experiments.

† Except for single value of 0.35.



第 1 図



第 2 図 Erythrocytes

kinase 活性は正常値の約50%にすぎない。したがって本疾患はメンデルの劣性遺伝形式によって伝わり，患者は homozygote，両親子供の全例および同胞・親族のあるものは heterozygote であって，遺伝因子一個を持つが症状を現わさないことが酵素活性の測定により決定できた（第1表・第1図)。Pyruvate kinase は Phosphoenolpyruvate から Pyruvate への反応を触媒し，その際1モルの glucose の分解により2モルの ATP を生ずるから，Pyruvate kinase 欠乏赤血球はエネルギー代謝の上で重大な支障をもたらし，ひいては溶血に導くのであろうことが想像される。われわれは本疾患に対して "Pyruvate Kinase (PK) Deficiency Hereditary Nonspherocytic Hemolytic Anemia" の名称を提唱した。

（2） 先天性球状赤血球症（Hereditary spherocytosis）では，他の研究者により Enolase 活性の欠損が疑われていたが，われわれの検討した9例（うち7例は摘脾前）では Enolase 活性はいずれも正常値乃至高値を示した。したがって Hereditary spherocytosis は Enolase 欠乏によるとは考え難い。

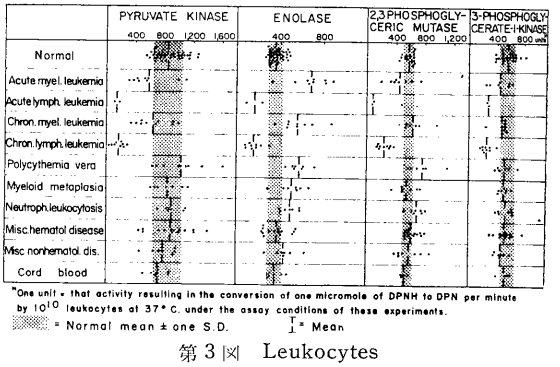
（3） Enolase 活性は7例の臍帯血および5例の巨赤芽球性貧血（未治療）で特異的に高値を示した。

（4） これら4酵素活性は，Pyruvate kinase deficiency hereditary nonspherocytic hemolytic anemia の症例の Pyruvate kinase 活性を除いては一般に末梢血中赤血球平均年令の若い症例で高値を示した。

白血球系（第3図）

（1） 急性淋巴芽球性および慢性淋巴性白血病例では，全4酵素値は低下していた。

（2） 急性骨髄芽球性および慢性骨髄性白血病では，Pyruvate kinase, 2,3-phosphoglyceric mutase および 3-phosphoglycerate-1-kinase 活性の各平均値は正常乃至はそれを下廻る値を示したのに，Enolase 活性平



第 3 図 Leukocytes

均値は正常平均値より高い値を示したことは興味ある所見と思われる。

（3） Pyruvate kinase deficiency hereditary non-spherocytic hemolytic anemia では，白血球 Pyruvate kinase 活性は正常であった。

〔研究発表〕

1. Valentine, W. N., Tanaka, K. R., and Miwa, S.; A specific erythrocyte glycolytic enzyme defect (pyruvate kinase) in three subjects with congenital non-spherocytic hemolytic anemia. Trans. Ass. Amer. Physicians. 74: 100–110, 1961.
2. Tanaka, K. R., Valentine, W. N., and Miwa, S.: Pyruvate kinase (PK) deficiency hereditary nonsphorocytic hemolytic anemia. Blood. 19 (3); 267～295, 1962.
3. Miwa, S., Tanaka, K. R., and Valentine, W. N.: Enolase activity of erythrocytes in hereditary spherocytosis. Submitted for publication.
4. Miwa, S., Tanaka. K. R., and Valentine, W. N.: Erythrocytic and leukocytic glycolytic enzyme studies in hematologic and nonhematologic diseases. Acta haemat. Jap. 1962. 25 (1); 12–26, 1962.

4. 放射性水素標識化合物による造血機構の研究

臨床第2研究室

平嶋邦猛

永井輝夫[1)]

高久史麿[2)]

1) 臨床第3研究室長

2) 東京大学医学部沖中内科

1955年，Hughes により合成された ^{3}H–サイミジンは，半減期の永いことおよび低エネルギーの β 線を放射する特性から鮮鋭度のよいオートラジオグラフを作製可能である。それ故，細胞レベルの核酸代謝を追求できるようになり，細胞増殖，交代の研究の新しい手段として，最近，欧米であまねく用いられはじめている。

われわれは，この方法を，造血細胞の増殖機構の解明に適用して研究をすすめつつあるが，今回は，造血能の亢進がおこる最も，基本的条件ともいうべき，瀉血後の状態および，造血機構の体液性調節物質たる "Erythropoietin" を注射したときの状態について，造血機構の亢進が，どのようなメカニズムによるものかを新たな観点から追求してみた。

1. 方　　法

動物は，体重250 g 前後の Wistar 系ラットを用い，1群2匹あてとし，瀉血実験群は，心臓穿刺により体重の2%に担当する血液を瀉血し，瀉血前および瀉血後6, 12, 18, 24, 48, 72時間に殺して，両側大腿骨を剔出して骨髄を採取して検討した。

"Erythropoietin" は，米国 NIH の好意により提供された貧血緬羊血漿より抽出されたもの10単位を静注し，注射前および注射後，6, 12, 24, 48, 72時間に殺し，同様に両側大腿骨を剔出して実験を行なった。

（1） 骨髄有核細胞総数

Yoffey, Hulse の方法に準じて，大腿骨を割り，全骨髄を採取して，生理的食塩水2 ml に十分振盪浮遊させ，その一部を白血球算定用メランジュールにとり算出した。

（2） 骨髄赤芽球総数

脛骨上端を割り，Burke 法により，骨髄塗抹標本を作製し，ギルザ染色を行なって赤芽球比率を求め，これと有核細胞総数より算出した。

（3） 赤芽球の ^{3}H–サイミジン摂取率

骨髄細胞を同一動物の血漿1 ml に浮遊させたものに ^{3}H–thymidine 10 μc を加え，37°C 60分間，孵置したのち，ブラシを用いて，塗抹標本をつくり，メチルアルコール固定後，Eastman Kodak AR–10 をかぶせ14日間露出後，現像，ギムザ染色を行ない，青染性赤芽球および多染性赤芽球について標識率を求めた。

2. 実験成績

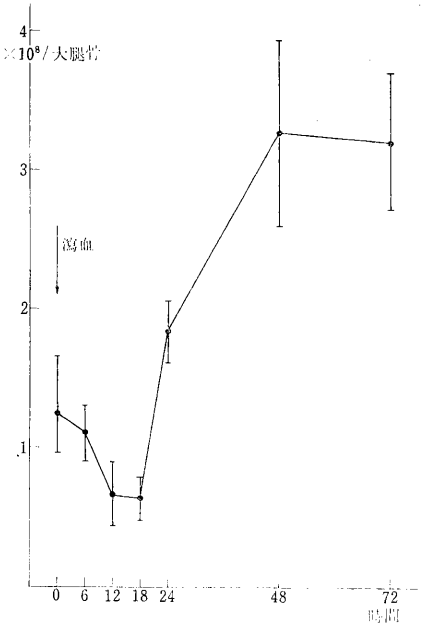
（1） 瀉血群

骨髄有核細胞総数は，瀉血後6, 12, 18時間まではむしろ減少し，24時間以後，漸次増加の傾向をしめす。骨髄赤芽球総数の瀉血後の経時的変化は，第1図にしめすごとくであり，瀉血後18時間に最低値を示し，24時間以後増加し，いわゆる Erythroblastenmark の様相を示してくる。

赤芽球の ^{3}H–サイミジン摂取率については，トリチウムにより標識された（写真1, 2, 3）細胞の割合を，青染性赤芽球について100コ，多染性赤芽球については500コの細胞について標識率を求めると，瀉血後の経時的な標識率の変動は，第3図に示すごとく，瀉血後6, 12, 24時間で一時，低下を示し，48時間以後は再び瀉血前の値に復する。

（2） Erythropoietin 静注群

骨髄有核細胞総数は，注射後6, 12時間までは減少し，



第1図　骨髄赤芽球総数

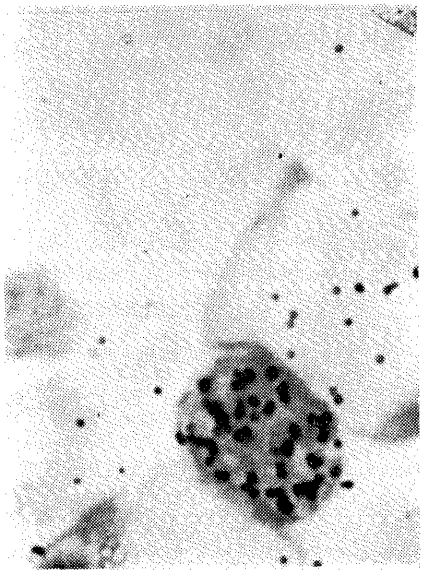


写真1.　前　赤　芽　球

24時間以後，注射前値に復する。

この場合は瀉血時と異なり，24時間以後に注射前の値より著しく増加する傾向を示さない。骨髄赤芽球総数についても，第2図に示すごとく，12時間までは減少傾向を示すが，その減少の割合は瀉血時に比し著しくなく，さらに24時間以後も，注射前の値に復するだけで，それ

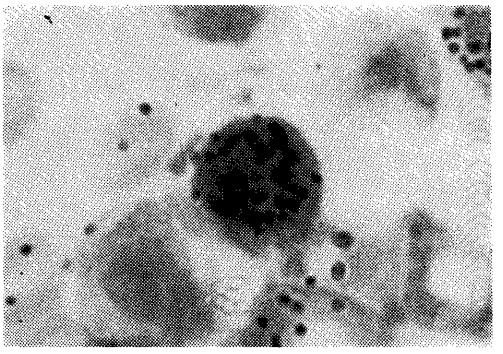


写真2.　青染性赤芽球

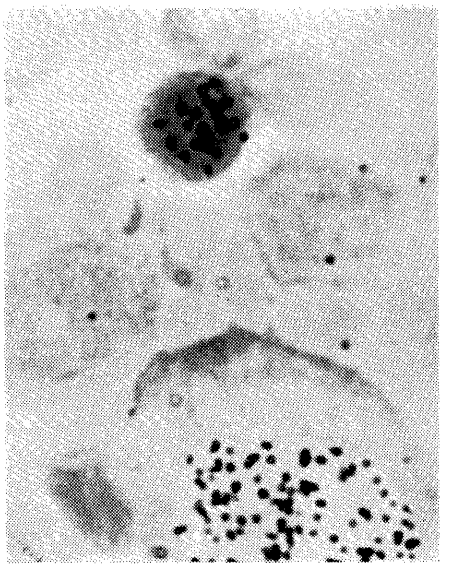


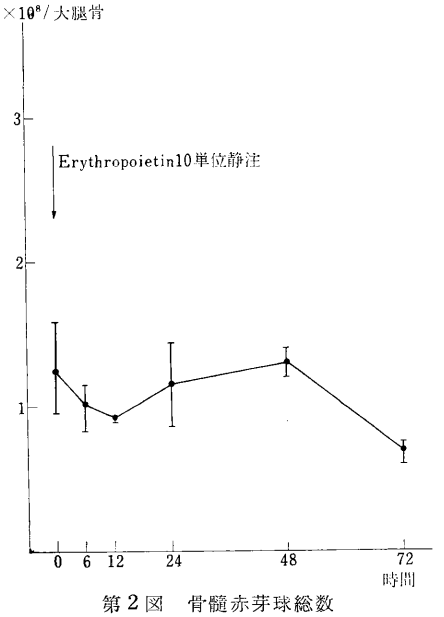
写真3.　多染性赤芽球

をこえて増加を示すことはない点で瀉血時と異なった成績を得た。

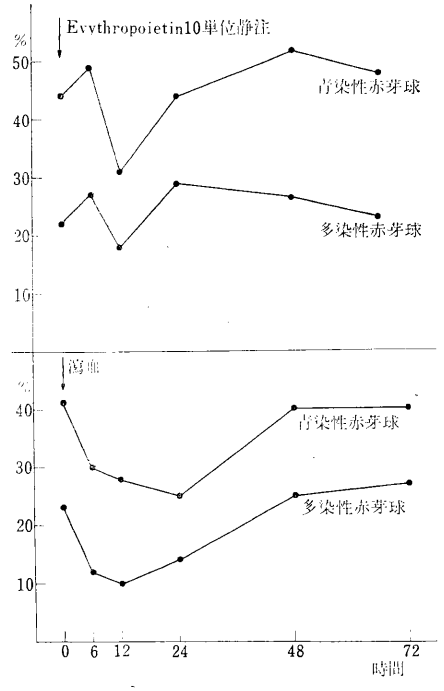
赤芽球の ^{3}H-サイミジン摂取率については，第3図に示すごとく，注射後，一過性に標識率の低下をしめした。瀉血時に比して，標識率の低下の程度も著しくなく，また，時間的にも，注射後 12 時間にのみその傾向が認められた点が異なっている。

3．考　　按

生体において，造血能が亢進するメカニズムについては，出血後，骨髄が赤色髄，いわゆる Erythroblastenmark となり，代償的機構として，血球の産生がさかんになる事実は，臨床的にも，古くより知られてきた事実であるが，しかし，すすんで，このような造血機構の細胞新生の活動化が，出血後，いかなる時期から，いかな



第2図　骨髄赤芽球総数



第3図　赤芽球標識率

るメカニズムによっておこるかについては，不明の点が多い。最近，造血機構を調節する体液性物質"Erythropoietin"の追求とともに，こうしたHemocytokineticsの問題が，精力的に研究されつつあるが，われわれは，動物実験によって瀉血後の造血能の亢進時，および，貧血緬羊血漿より抽出純化されたGlycoprotein である"Erythropoietin"注射時—このとき，造血能が亢進することは末梢血網赤血球の増加および放射性鉄^{59}Feを用いた鉄代謝の亢進により，文献的にもまたわれわれ自身もすでに報告している—について，^{3}H-サイミジンミクロオートラジオグラフ法により検討してみたわけである。

まず骨髄赤芽球総数をYoffey，Hulseらの方法に準じて検討したが，この方法は，正常無処置動物について検討してみると，非常によく一定の値を示すものであり，骨髄細胞の定量的研究には，有利な方法であると考えられる。

この方法を用いた成績により，瀉血後，骨髄赤芽球は一過性に（6～18時間）減少し，24時間以後に，急激な増加を示す事実を発見した。このことは，従来，瀉血後の赤芽球の増加が徐々に増加傾向を示すのではないかと漠然と観念的に考えられていた点と異なった所見である。次に^{3}H-サイミジンを用い，赤芽球のトリチウム標識率測定を行なったが，ここで用いた*in vitro*の標識法は，*in vivo*における1回注射，いわゆるFlash Labelingと同様と考えられ，その時期における骨髄各細胞のDNA合成能を反映するものと考えてよい。何となれば，サイミジンは，DNA合成にのみ利用され，さらに，DNA合成は必らず細胞分裂の前段階としてのみ行なわれると考えられるからである。故に，トリチウムによる標識は，その細胞の分裂能を約束するものと考えてよく，標識率は，その時期の，その細胞群の分裂能の指標と考えられる。

故にわれわれが，今回得た成績は，瀉血後，いかなる時期にも，標識率が瀉血前の価をこえることがない点からは，瀉血後の造血能の亢進が赤芽球のMitoseの亢進，generation timeの短縮という形でおこるものでない点を示すものであり，Alpenらの^{59}Feを用いたgeneration timeの測定による結果と一致する結論といえる。

さらに，瀉血後6～24時間において，標識率がむしろ低下する事実は，この時間内においては，青染性および多染性赤芽球のなかに，generation timeの永いものが殖えてくるのか，または，全体としてgeneration timeが永くなるかのメカニズムが作用するのではないかと考えられる。こういう仮説は，一見，造血能の亢進と矛盾するように思われるが，しかし，われわれがすでに発表したごとく，瀉血後には赤芽球細胞の成熟の促進および網赤血球の骨髄からのpremature releaseがある点と

結びつけて考えるときは，瀉血後の造血能の亢進は，赤芽球の Mitose なしの成熟，こうした場合には，青染性赤芽球→多染性赤芽球→正染性赤芽球という，一つの compartment から次の compartment に成熟するときに，Mitose をおこなわない短絡ともいうべきメカニズムがおこると考えるときは，無理なく説明できる。

さらに，Erythropoietin を注射した場合，瀉血後のときと同様に，早期の骨髄赤芽球の減少，標識率の低下が認められる事実は，瀉血後のこうした赤芽球の Mitose なしの成熟 shifting というメカニズムが，体液性物質 Erythropoietin によるものであることを示すものである。

Erythropoietin 1 回静注時には，瀉血後と異なり，48 時間以後の，注射前の価以上の骨髄赤芽球の増加を来すことがない点は，瀉血後は連続的に血漿中に "Erythropoietin" が増加して作用している点が異なるためと考えられるが，今回の実験で投与した "Erythropoietin" の量そのものが少量であったためとも考えられ，今後，その点につき検討の余地を残している。

しかしながら，もし，Alpen らや，Filmanowicz らが唱えるごとく，"Erythropoietin" が stem cell の赤芽球への分化にのみ作用するものと考えるときは，われわれの実験成績は説明不可能であり，彼らの説に幾多の疑問を残すものである。

4. 結　　語

Wistar 系ラットを用い，瀉血後および "Erythropoietin" 注射後の造血能の亢進した状態につき，骨髄赤芽球の定量的測定および，赤芽球の ^{3}H-サイミジン摂取率測定を行ない，その結果，瀉血後の造血能の亢進は赤芽球の generation time の短縮によるものでない点，および赤芽球の Mitose なしの成熟 shifting のメカニズムが関与することを明らかにし，さらに，そのメカニズムには，体液性因子 "Erythropoietin" が，関与することを示した。

* 使用した "Erythropoietin" は，NIH (USA) の御好意で提供されたものである。

* 本論文の要旨は第24回日本血液学会総会に発表予定である。

文　　献

① 高久，平嶋： 造血因子に関する研究 IX 造血因子の作用機序 (1)，医学と生物学，60: 113, 1962.

② 高久，平嶋： 造血因子に関する研究 X 造血因子の作用機序 (2)，医学と生物学，60: 143, 1961.

③ White, W. F., Gurney, C. W., Goldwasser, E. and Jacobson, L. O.: Studies on Erythropoietin, Recent. Progress in Hormone Research. 16: 219, 1961.
(提供された "Erythropoietin" の性状について)

5. 甲状腺ホルモンと血清蛋白の相互作用の多面性
(光化学的ヨード転移)

臨床第3研究室
福田信男
田中　茂[1)]

1) 臨床研究部長

1. 緒　　論

甲状腺ホルモンは流血中においては主として α_1, α_2 globulin の中間の易動度を持つサイロキシン結合蛋白に結合し，残りは Albumin (および Prealbumin) に結合し，遊離のものは 10^{-4}% を占めるのみであるとされている。このサイロキシン結合蛋白 (TBG) の代謝異常が甲状腺機能異常の発生に関与することが推定され，甲状腺検査の一環としてその測定が行なわれている。一方，筋，肝，腎などの組織には甲状腺ホルモン脱ヨード酵素が存在し，上述の TBG や末梢組織のサイロキシン結合蛋白は，甲状腺ホルモンをこれら脱ヨード酵素の作用から保護する機能を持つ。

甲状腺ホルモンはこのような酵素的脱ヨード作用のほかに光化学的脱ヨード作用も受けやすいが，これが上述の蛋白に結合している状態においては起り難い。そこで，流血中に脱ヨード酵素があるとしても強力な抑制因子としての TBG, Albumin などにおおわれて，その活性を測定することは極めて困難である。この点を克服するために，われわれは以下の諸実験を試みた。

2. セファデックスによる血清甲状腺ホルモン結合容量および速度恒数の測定

従来，血清蛋白と甲状腺ホルモンの結合は，濾紙電気泳動法，透析平衡法，赤血球摂取法，イオン交換樹脂摂取法，などにより測定されているが，最も弱い結合をも逃さずに測定するにはセファデックスによる必要がある。これは未だまったく報告例のない方法で，^{131}I 標識サイロキシン (T_4*)，^{131}I 標識トリヨードサイロニン (T_3*) などをそのまま Gel fractionation すると明瞭な Peak を形成しないが，血清と混ぜて Gel fractionation した場合には，その T_4*，T_3* 結合容量に相当するだけの部分は Protein Peak (Fast Peak) として溶出され

ることがわかった。また化学的に十分に低濃度の T_4^* (T_3^*) を Sephadex Column の上端に Charge しておき，上から十分な濃度の蛋白溶液を流して，下端から滴下する T_4^* (T_3^*)—蛋白複合体の ^{131}I 放射能を測定し，横軸に時間を，縦軸にその測定値の対数を Plot すると或る時間から急激に上昇し，頂上で曲線を描いたのち，直線的に下降する形の図形が得られるが，その下降勾配が（ゲル内）における蛋白—T_4^* (T_3^*) 複合体形成の速度恒数と蛋白濃度の積に等しいことが，理論的に証明される。この方法は一般の低分子物質と高分子物質の（ゲル内）結合速度恒数の測定に適用可能であろう。

3．血清蛋白，—T_3^* 複合体におよぼす酸性色素ローズベンガルの影響

ローズベンガルは Albumin と結合することができるので，血清—T_3 複合系にこれを加えると，Albumin に結合している T_3^* の一部は遊離の状態に移行するか否かを Sephadex で調べると，たしかに Fast Peak のほかにおくれて溶出されてくる Slow Peak という成分が出現するが，この部分はたんにこのような簡単な T_3^*—色素の競走的結合のみでは説明不可能なことが種々の実験から証明された。その一つは，T_3^* と色素を混合して Gel fractionation してもこのような Slow Peak が得られないことであり，第二に血清に十分な量の色素を加えて Gel fractionation を行ない，はじめに溶出されてくる色素—蛋白複合体に T_3^* を加えて Gel fractionation した場合には Fast Peak のみで Slow Peak の出現をみないことである。これに反し，色素—血清複合体を Gel fractionation して Protein よりおそく溶出される部分に T_3^* を加えると Slow Peak が出現する。一方，この Slow Peak を Paper Chromatography で調べると，その大半は無機ヨードの R*f* を示すことからこの部分はヨードの遊離し易い状態，いわば Predeiodinated State とも称さるべきものである。この部分がたんなる無機ヨードイオンとは異なることは，その血清蛋白との結合性から推定される。

このような Slow Peak の出現は Rose Bengal (RB) と同時に，同じく Albumin との結合性はあるが塩基性色素である Crystal Violet (RB) を加えることにより抑制される。しかし先に血清と RB と T_3^* を混合し，Slow Peak の出現をみてからのちに CV を加えたのでは Slow Peak は減少しない。この事実も RB と T_3^* のたんなる競走的結合では説明がつかない。

4．Slow Peak 形成における Conformation Change の役割

上述のように Slow Peak の出現はたんなる RB と T_3^* のせり会い以外の機序が推定されるが，このような Process には何らかの血清蛋白の Conformation Change が関与している可能性が次の3点から考えられる。

（a） 加熱変性は Slow Peak の出現を促進する。

（b） dry-Sephadex と血清の混合ゲルを溶出して得られる処理血清に T_3^* を加えると，RB なしで Slow Peak を形成する。この場合，光を必要とする。

（c） 血清に平均分子量 90 万位の線状高分子 Polyvinylpyrolidone を加えて振盪し，これに T_3^* を加えても（b）と同じく RB なしで顕著な Slow Peak を形成する。

(b)，(c) の場合，このような処理血清は十分な T_3^* 結合能を持っていることが証明されたので，このような処理により，この結合による抑制力を上廻る何らかの (Slow Peak formation の) 活性が誘起されたことになる。しかし，同じ実験を T_4^* について検するとこの場合には，Slow Peak は出現せず，Fast Peak (Protein Peak) のみである。これは T_4^* と Albumin その他のサイロキシン結合能を持つ血清蛋白との結合能が，T_3^* の場合よりはるかに強いためである。

5．ヨード転移

上述の Slow Peak の部分の T_3^* がヨードを遊離しやすい状態にあることは，3で述べたように Paper Chromatography でも証明されるが，このヨードが蛋白部分に転移することが血清—RB—T_3^* 複合系を低温で数時間保存して Paper Chromatography を行なうと ^{131}I は大半が Origin に残留するようになることからわかる。このようなヨード転移は T_4^* と末梢組織を incubate することによっても得られることが Ingbar らにより報告されており，甲状腺ホルモンの生理作用と関係のある現象とされている。

このようなヨード転移は，さらに次の諸実験により証明される。

（a） 4の (b) のように処理した血清—T_3^* 系を Gel fractionation すると大部分が Slow Peak であるが，これに RB を加え低温で4時間放置すると，Slow Peak は著減し，Protein Peak (Fast Peak) が大部を占めるようになる。

（b） 血清—RB—非放射性 T_3 複合系に ^{131}I ion を加えた直後に Gel fractionation を試みると無機 ^{131}I の

Peak のみであるが，これを低温で保存していくと，次第に ^{131}I は Protein Peak に移行し，24 時間で 50% を占めるようになる。これに反し，RB—T_3—^{131}I ion 系を 24 時間放置したのち，血清を加えて 30 分後に Gel fractionation を行なった場合には，Protein Peak の ^{131}I はまったく認められない。そこで上述の ^{131}I ion → T_3→Protein という two-step のヨード転移には血清内の Slow Component Fomation に関与し，ヨードを遊離しやすくする活性因子が RB と共同して働いていることが結論される。

上述のようなヨード転移は光を必要とするので，これが暗黒な生体内で直ちに意味を持つものではない。しかし，RB を光 (550 mμ) により励起された electron の donor, T_3* をその accepter，上述の活性因子をその電子伝達媒介体と考えれば，RB の代りに何らかの生理的な electron donor を仮定することにより，この活性因子が生体内甲状腺ホルモンの作用発現において重要な役割を果たしているという Arbeit Hypothese から，本ホルモン作用機序究明への Approach を試みることも意味あることと思う。

6. 電子計算機による甲状腺機能の分析

臨床第 3 研究室
田中　茂[1)]
福田信男
杉田元宜[2)]
小川康男[3)]

1) 臨床研究部長
2) 一橋大学教授
3) 明治大学工学部助教授

1. 緒　論

放射性同位元素あるいはこれで標識した物質を生体内に導入するときは，その放射能を指標として体内における動きを適確に捉えることが可能である。たとえば放射性ヨードを利用することによって甲状腺が絶えず無機ヨードを摂取し，ホルモンを合成したのち，このホルモンが末梢で分解されて行く過程が明らかにされた。このように生体内の物質代謝系は休みなく材料を取り入れ，これを利用したのち分解して行くのであるが，この流れのなかに化学的には無視し得る程度に微量である放射性同位元素を投入すれば，その流れに乗って代謝系のなかを移動して行く。この移動は酵素および非酵素的化学反応，拡散，活性輸送，吸着等によって行なわれるものと考えられ，これらに対して物質保存の法則，化学反応速度論等が適用し得る筈である。

以上の考え方から甲状腺におけるヨードの摂取，ヨードの酸化によるホルモンの合成，さらに蛋白分解酵素によって遊離のホルモンとなり，これが血液中へ移行して行く各段階を数理的にあらわすと，17 元の線型常係数微分方程式となる。この微分方程式の常係数に適当なパラメーターを与え，これをアナログ電子計算機によって解析すると生体内におけるヨード代謝の動きと極めて近似した曲線を得ることができた。これによって甲状腺内における各ヨード化合物の動きはもちろん，それらの総和として甲状腺のヨード摂取の状況を窺うことが可能である。また一方，甲状腺のヨード代謝に異常を来している場合，アナログ計算機を用いれば，どの段階にどの程度の障害があるかを知る手掛りとなるものと考えられる。

放射性同位元素（アイソトープ）が医学生物学の領域に利用されるに及んで，生体内における種々な代謝系を動的に把握することが可能となってきた。これは使用するアイソトープが化学的には無視し得る程度の微量であり，したがって生体の代謝機構に攪乱を与えることがなく，しかもこれから放射される β あるいは γ 線を指標としてその動向を追跡し得るためである。また近時，化学分析に欠くことのできない，ペーパー・クロマトグラフィー，イオン交換樹脂，濾紙電気泳動等をアイソトープと組合せることによって，組織内における代謝経路をさらに一層明確化することができるようになった。アイソトープが最も目覚しい活躍をみせた分野として，放射性ヨード (^{131}I) による甲状腺ホルモンの研究をとり上げることは誰しも異論がないと思う。

血液中のヨードが甲状腺に摂取せられ，さらに種々な段階を経て甲状腺ホルモンになり，これが流血中に移行する一連の過程が ^{131}I の使用によって，少くとも現象論的には解明せられたといってよい。このような生体内における ^{131}I の動きを捕え，これを数量分析的に解析することによって甲状腺ヨード代謝を動的に把握せんとする試みが，Riggs[1)], Keating[2)], Berson[3)], 坂元[4)]らによって発表されている。しかしながら，甲状腺内におけるヨードの動きは，これを各相に分けて考えると 10 数個にも達し，したがって各区劃内でのこれらの動きを動的に分析することは従来のごとき計算あるいは得られたグラフの解析では極めて困難であった。われわれは先に発表[5)]したごとく，^{131}I を投与し，これが甲状腺に摂取せられたのちホルモンに合成され，さらに血中へ移行してゆく

過程を17元の線型微分方程式としてあらわし，これをアナログ計算機によって分析することによって，各相における ^{131}I の動きはもちろん，さらにその総和として全体の動きを捕えることができたので紹介したいと思う。そしてまた，このような考え方はヨード代謝のみならず，アイソトープを使用し，いわゆるアイソトープ・カイネティクスとして鉄代謝[6]をはじめ，肝，腎[7]等の代謝系にも適用し得るものであり，医学における新しい分野を示唆するものとしてとり上げてみたい。

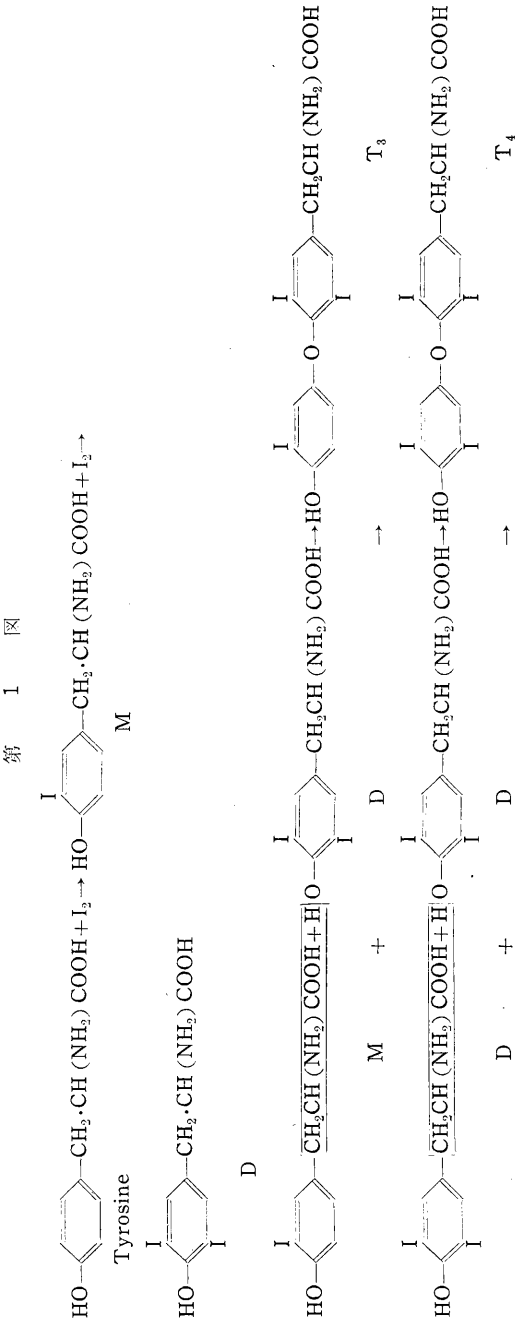
2. ヨードと甲状腺の関係

^{131}I を無機ヨードのイオン，すなわち iodide の形で経口的に投与した場合，消化管から吸収せられ，血液中に入って全身に分布する(iodide space)。この血液中の無機ヨードは血液が甲状腺を通過する際に甲状腺によって大量に取り込まれ，他の大部分のヨードは腎から尿中へ，一部は唾液，胃液，乳汁中等に分泌される。

甲状腺に摂取された無機ヨードは速やかに酸化され(peroxidase ?[8])分子ヨードすなわち iodine の形となり，サイログロブリンの tyrosine 基と結合して *l*-monoiodotyrosine (M) になる。これにさらに1個のヨードが結合して *l*-diiodotyrosine (D) となるが，これは M が作られるのと違った酵素系によるものと考えられている[9]。

この D の2個が結合し，一側のアラニン基がとれて 3′:5′:3:5-*l*-tetraiodothyronine すなわち *l*-thyroxine (T_4) が作られる。また 1951 年 Gross および Pitt-Rivers[10]によって発見せられ，T_4 より 4～5 倍もホルモン作用の強い 3′:3:5-*l*-triiodothyronine (T_3) は M と D とが結合してできるとされている（第1図）。さてこれらの甲状腺ホルモンは濾胞内にコロイドとして貯えられているが，血液中に移行するときはそのままの形ではなく，コロイド中に存在する蛋白分解酵素[11]によってアミノ酸にまで水解せられ，T_3，T_4 が血液中に移行する。同時に遊離してきた M および D は甲状腺内にある脱ヨード酵素[12]によって無機ヨードとなり，これが甲状腺内でホルモンの合成に再利用される。

このようにして血液中に分泌された甲状腺ホルモン(T_4 および少量の T_3) の大部分は血漿蛋白すなわちアルブミン，サイロキシン結合グロブリン (TBG)，(および Prealbumin ?) に結合して全身を循環し，体内に分布する。これらのなかの一部分は肝細胞に取られ，グルクロン酸と抱合して胆汁中に排泄され，そのなかの或るものは腸内細胞菌によって作られるグルクロン酸分解酵素によって遊離のホルモンとなり，腸管から再吸収される[13]。



第 1 図

血液からホルモンが末梢組織へ移行する際は，血漿蛋白と結合しない遊離型のホルモンが血管壁を通ってゆくものと考えられる。これはさらに細胞膜を透過して細胞の内部に到達するが，そこでホルモンがいかに働いてそ

の作用を発現するか，またどのような過程を経て分解されて行くかについては不明な点が多い。現在までに一応明らかにされたことは T_3，T_4 からそれぞれの醋酸誘導体の生成[14]，蛋白へのヨードの転移等[15)16)]である。かくして分離された無機ヨードの一部は尿中に，また一部は甲状腺に入ってホルモンの合成に再利用される。

3．甲状腺内におけるホルモン合成過程の数理的解析

以上の代謝過程は一時たりとも静止することがなく，一定の速度で進行し，各段階内での反応および次の段階への移行は酵素および非酵素的化学反応，拡散，活性輸送，吸着等によって行なわれるものと考えられる。いまこのようなヨードの代謝経路に ^{131}I を外部より与えた場合，これはこの流れに乗って各段階を移動して行くわけであるが，^{131}I の IMC は無機ヨード量としては僅かに 0.000008 mg に過ぎないため，^{131}I で標識された化合物相互の反応は ^{131}I 標識化合物と非標識化合物との反応に比して無視し得る程度の頻度で行なわれるに過ぎない。したがって各区劃における ^{131}I の動きは，線型微分方程式で表現することができる。また通常の実験条件では定常状態にあると考えられ，各反応の速度が一定であるので常係数を用いることができる。

いま体内に ^{131}I を導入し，これが代謝系に入ってホルモンに合成後分泌されて行く過程を ^{131}I の流れと見做し，Flow chart として第2図に示そう。

（1） 流血中の ^{131}I (I_c^-) が速度係数 k_0 で甲状腺に摂取される一方，腎，唾液腺等から k'_0 なる速度係数で排泄される。

（2） 甲状腺内にとりこまれた $^{131}I^-$ は k_1 なる速度で酸化されるが，一部は k'_1 なる速度で流血中に戻る。

（3） 酸化された $^{131}I_2$ はサイログロブリン中のチロジン基およびモノヨードチロジン基とそれぞれ k_2，k'_2 なる速度係数で反応する。

（4） ^{131}I-モノヨードチロジン基 (M^a) は非標識分子ヨードと k_3 なる速度で，非標識ジヨードチロジン基と k'_3 なる速度でそれぞれ反応する。

（5） ^{131}I ジヨードチロジン基 (D^a) は非標識ジヨードチロジン基と k_4 なる速度で，また非標識モノヨードチロジン基と k'_4 なる速度で反応する。

（6） このようにして作られた活性サイログロブリンは上皮細胞から k^i なる速度で濾胞内に移行し，M^i, D^i, T_3^i, T_4^i の相互移行が行なわれないという意味での不活性サイログロブリンとなり濾胞内に貯えられる。

（7） 不活性サイログロブリンは k^h なる速度で水解される。

（8） 水解によって遊離した標識モノヨードチロジン (M^h) および標識ジヨードチロジン (D^h) はともに k^D なる速度で脱ヨード作用を受け，遊離した $^{131}I^-$ はホルモンの合成に再利用され，一部は k^L なる速度で血中に失なわれる。

（9） 水解によって遊離した標識サイロキシン (T_4^h)、および標識トリヨードサイロニン (T_3^h) は k^R なる速度で流血中に分泌され，血漿蛋白の一部と結合する。

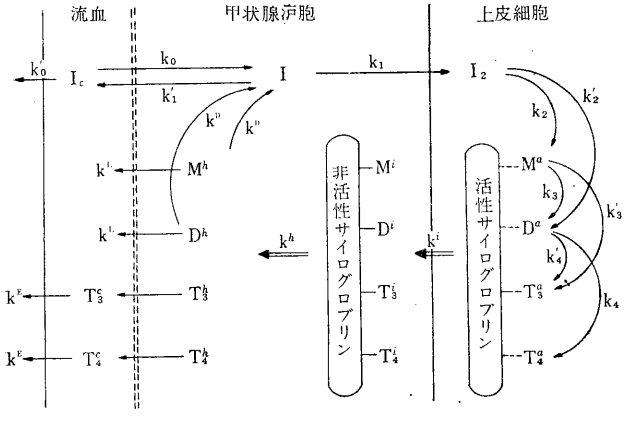
(10) 流血中の標識サイロキシン (T_4^c) および標識トリヨードサイロニン (T_3^c) は k^E なる速度で流血中から他の部位に移行する。(T_4^c に比して T_3^c の方が血液中から他の部位に移行する速度は迅速であるが，T_3^c は T_4^c にくらべてはるかに少なく，一応同じ速度と見做してもあまり影響がない。)

いま各区劃内のヨード化合物の濃度を簡略化するため以下の表のごとく表わすことにする。

$Ic^- \cdots\cdots x_0$	$T_3^i \cdots\cdots x_5^i$
$I^- \cdots\cdots x_1$	$T_4^i \cdots\cdots x_6^i$
$I_2 \cdots\cdots x_2$	$M^h \cdots\cdots x_3^h$
$M^a \cdots\cdots x_3$	$D^h \cdots\cdots x_4^h$
$D^a \cdots\cdots x_4$	$T_3^h \cdots\cdots x_5^h$
$T_3^a \cdots\cdots x_5$	$T_4^h \cdots\cdots x_6^h$
$T_4^a \cdots\cdots x_6$	$T_3^c \cdots\cdots x_5^c$
$M^i \cdots\cdots x_3^i$	$T_4^c \cdots\cdots x_6^c$
$D^i \cdots\cdots x_4^i$	

この記号によって Flow chart を数式に表わすと，以下のごとき 17 元の微分方程式となる。

$$\frac{dx_0}{dt} = I(t) + k_1 x_1 - (k_0 + k_0') x_0$$



第 2 図

$$\frac{dx_1}{dt} = k_0x_0 + k^D(x_3{}^h + x_4{}^h) - (k_1 + k_1')x_1$$

$$\frac{dx_2}{dt} = k_1x_1 - (k_2 + k_2')x_2$$

$$\frac{dx_3}{dt} = k_2x_2 - (k^i + k_3 + k_3')x_3$$

$$\frac{dx_4}{dt} = k_2'x_2 + k_3x_3 - (k_4 + k_4' + k^i)x_4$$

$$\frac{dx_5}{dt} = k_3'x_3 + k_4'x_4 - k^ix_5$$

$$\frac{dx_6}{dt} = k_4x_4 - k^ix_6$$

$$\frac{dx_n}{dt} = k^ix_n - k^hx^i{}_n\ (n = 3,4,5,6)$$

$$\frac{dx^h{}_m}{dt} = k^hx_m{}^i - (k^R + k^L)x_m{}^h\ (m = 3,4)$$

$$\frac{dx_l{}^h}{dt} = k^hx_l{}^i - k^Rx_l{}^h\ (l = 5,6)$$

$$\frac{dx_l{}^c}{dt} = k^Rx_l{}^h - k^Ex_l{}^c\ (l = 5,6)$$

〔$I(t)$ は投与された ^{131}I 量を表わす〕

4. アナログ電子計算機による解析

電子計算機： 現在使用されている計算機にはアナログ型とディジタル型の二つがある。前者はデータを連続的な物理量すなわちアナログ量に相似して表わすものであり，これに対しディジタル型は一般に数値すなわちディジタル量として処理される。

アナログ計算機はさらに直接相似型および間接(函数)相似型の二つに分けられるが，今日アナログ計算機といわれるのは一般に後者を指している。これは一種の微分解析機であって電圧時に電流などの物理量(アナログ量)で相似して，加減，乗除や積分などの演算を物理的に行ない，計算の結果を任意のところから取り出し，ブラウン管上に写し出すか，あるいは低速型ではペン・レコーダーを使って紙の上に記録する。アナログ計算機は価格が比較的安く（ディジタル型が2500万円に対し，これと同じ程度の計算をさせるとするとアナログ型では250万円程度)，しかも演算速度は較べものにはならぬほど早い。しかしアナログ型ではその精度に一定の限界があり，その場合はディジタル型を使わねばならない。B. Chance[17] のところで精度の高いものが要求されるときはアナログ型で大体の近似をさがし，次いでディジタル型にかけている。

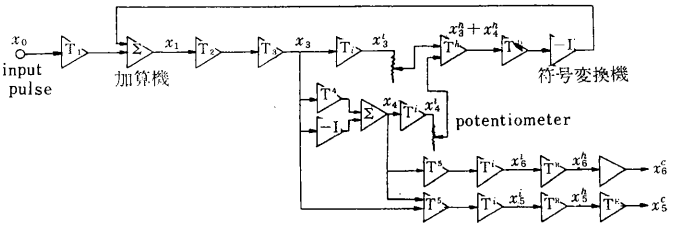
さて前章で甲状腺による ^{131}I の摂取，ホルモンの合成，さらに血液中への分泌等の各区劃内および他の区劃への動きを微分方程式として表わしたが，これを間接相似型アナログ計算機によって解析するためには，k_0, k_1, k_2 … 等のパラメーターを決めなくてはならない。これはいわゆる trial and error の方法でパラメーターに任意の値を用い，計算されてくるアナログ量が実際の値に近いものを選べばよいのである。しかしこのようにパラメーターが多数にあるときは trial のみで決定することはほとんど不可能といってもよく，実験データから一応の近似した値を推定せねばならない。定常状態では $x_0:x_1:x_2:\cdots\cdots$ の比率が，それぞれの分劃にあるヨード化合物の比に等しくなるので，これから各パラメーターの近似が求められる。そのことより $k_2=k_2'=k_3=k_4=10\,k$, $k_3'=k_4'=k_1$, $k^i=40\,k$, $k^h=0.01\,k_1$ とした。k^D, k^L, k^R, k^E 等の比は推定し難いが，しかし計算の結果に対してはあまり大きな影響を与えないので，$k^D=40_1$, $k^R=10\,k_1$, $k^E=0.3\,k_1$ としてみた。また一般には $k_1{}^0=0$, $k_0{}^1=3$ とし，$k^L=0$ に対しては $k_0=k_1$, $k^L=10\,k_1$ に対しては $k_0=3k_1$ とした。

k_0, k_i, k^h……等のパラメーターを決定するための出発点とした各区劃内の定常値中の比率は以下のごとくである。

1) 甲状腺内，有機ヨード：無機ヨード＝10：1
2) 流血中，有機ヨード：無機ヨード＝5：1
3) 甲状腺内無機ヨード：流血中無機ヨード＝10：1
4) 甲状腺内，M：D：T_3：T_4＝40：47：2：12
5) コロイド内有機ヨード：上皮細胞内有機ヨード＝4000：1

このようなパラメーターを用い第3図のごときブロック腺図を組んで計算を行なったものであるが，そのうち代表的なものを挙げてみよう。

第4図aの上段は甲状腺内の ^{131}I-無機ヨード（以下 ^{131}I は略するが，すべて ^{131}I で標識された化合物を意味



第 3 図

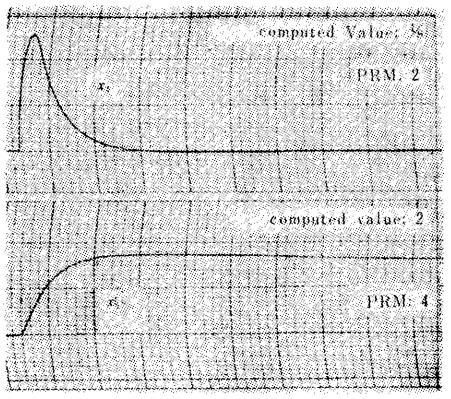
ここで Tj は伝達函数で，微分方程式を

$$\frac{dx_{j-1}}{dt} = k_jx_j - k_{j-1}x_{j-1}$$

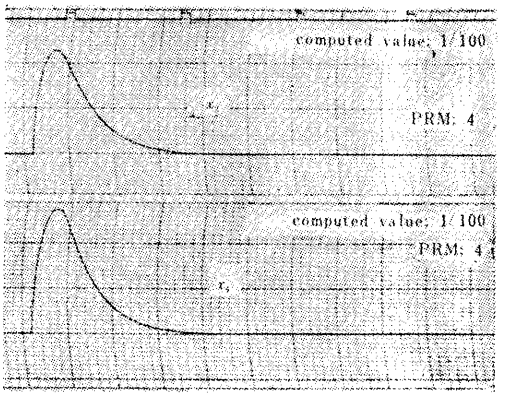
とすると $x_j = T_jx_{j-1}$ $\quad T_j = \dfrac{k_j/k_{j-1}}{1+P/k_{j-1}}$

第　4　図

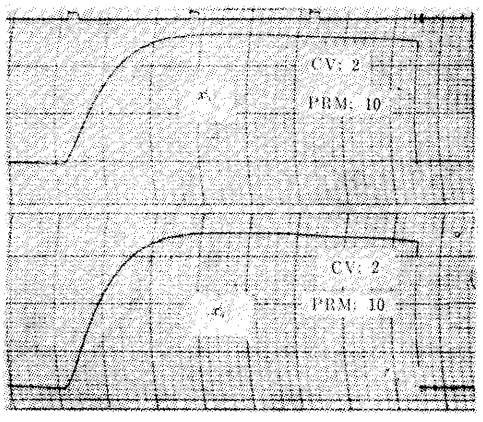
a



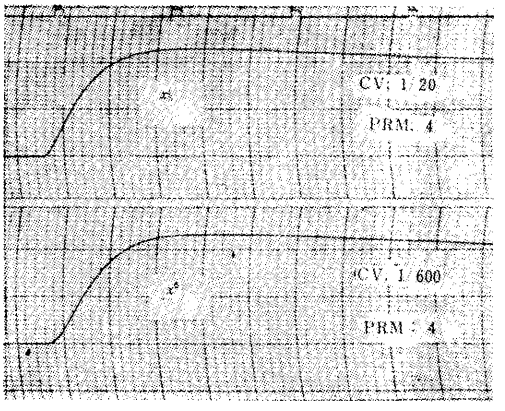
b



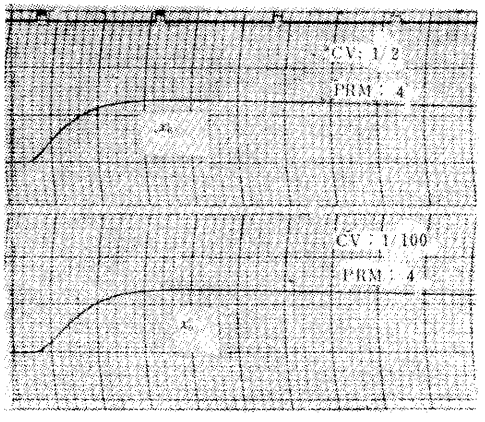
c



d



e



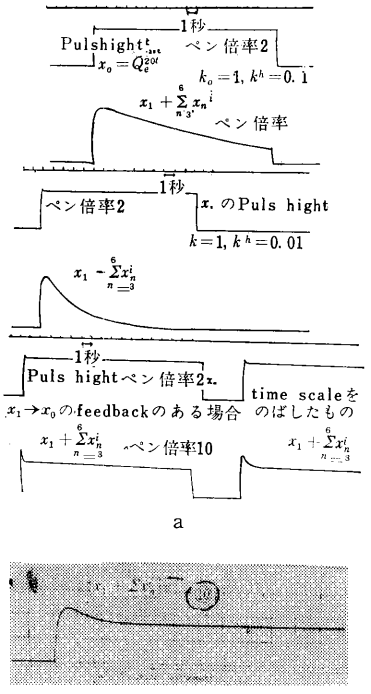
〔註〕 Computed value (CV)： ペン書きの倍率（PMR）を補正した曲線の高さに CV を掛けたものが真の高さを示す。

する），下段は甲状腺モノヨードチロジンの時間的推移を示している。b は甲状腺上皮細胞内におけるモノヨードチロジンおよびジヨードチロジンの時間的経過を上下段に示したものであるが，それぞれの山の高さが甲状腺内の無機ヨードの 1/100 程度であり，このことより上皮細胞内のこれらヨード化合物は移動が早く，その量が少ないことが明らかとなる。c は上段に濾胞内のモノヨードチロジン，下段にジヨードチロジンの時間的変動を表わしたものであるが，甲状腺上皮細胞内のこれらヨード化合物に比してはるかに多く，かつ長く滞っている。

d は上段が甲状腺濾胞内，下段に流血中の T_3 の動きを示したものである。

e は上が甲状腺濾胞内，下が流血中の T_4 の曲線，すなわち PB ^{131}I の生成曲線を表わしたものである。

第 5 図は甲状腺内無機ヨードおよびサイログロブリン内の有機ヨードの各出力を総和することによって甲状腺



a

b

第 5 図

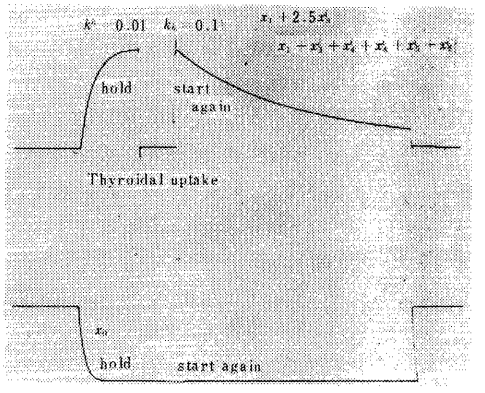
の ^{131}I 摂取曲線を描かせたものである。

a は甲状腺機能亢進症の場合のごとく，サイログロブリンの水解速度が正常に比して昂進している場合を想定したものであって，水解の速度 k^h を正常の10倍としたときの曲線である。これでみると甲状腺機能亢進症の場合に起る甲状腺-^{131}I の生物学的半減期が短縮していることがよく説明される。

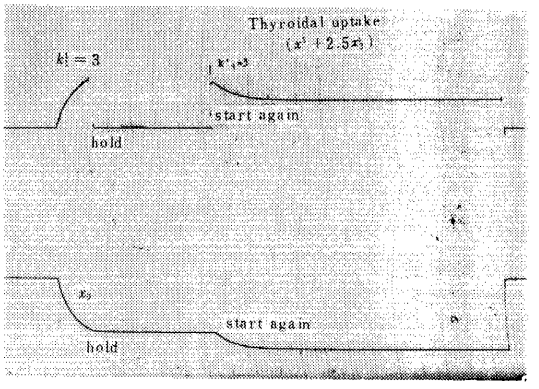
b は $k_0=1$, $k'_1=3$, $k_0'=5$, $k^h=0.01$ とおいた場合の摂取率曲線を示すものであり，このように $I^- \to I_2$ への酸化効率が悪いときは脇坂教授ら[18]のいう下降型となることが理解される。

曲線描記の途中でパラメーターを不連続に変化させた場合：　上述までの諸曲線はすべて k_0, k_0', k_i…などのパラメーターが時間内に変動しないものと仮定したものであるが，アナグロ計算機を使用すると計算結果をみながら途中でパラメーターを不連続に変化させることが可能である。これによって ^{131}I を投与後，ヨード代謝に影響を与える薬物を用いたとき，曲線がどのように変化するかを予想することができる。

第6図a の上段が甲状腺の ^{131}I 摂取曲線であり，下段が流血中の無機ヨードを表わすものであるが，途中でサ



a



b

第 6 図

イログロブリンの水解速度 k^h を10倍に増加すると曲線が急激に下降する。これは ^{131}I を予め投与し，次いで甲状腺刺激ホルモンを注射した場合に相当する。

b は甲状腺内の無機ヨードが血液中に逆流した場合を考えたもので，k_1' の値を0から3にすると急激に甲状腺の摂取曲線が低下するとともに，血中の無機ヨードが増加する。これは ^{131}I を与えたのち，ロダンカリを投与した場合の曲線に相当する。

5. おわりに

アイソトープが医学あるいは生物学の分野に導入せられ，従来一見静止するかのごとく考えられていた多くの代謝系が絶えず外部より材料となる物質を摂取し，さらにこれを化学的に変換したのち分解されて行く過程がいわゆる静かな流れとして行なわれていることが明らかとなってきた。

このように絶えず一定の速度で移動しつつあるいわゆる定常状態にあるものに，アイソトープのように化学的

には無視し得る程度の微量であり，しかもその放射能を指標として追跡し得るものを投入するときは，その代謝系の動きを数量的に把握し得る筈である。すなわちこれらの流れに対して物質保存の法則および化学反応速度論等が適用されてよいわけである。以上の考え方から ^{131}I を投与し，これが甲状腺に摂取せられたのち種々な段階を経てホルモンに合成せられ，さらに血中に移行して行く過程を数理的に解析するときは 17 元の常係数線型微分方程式として表わすことができる。これを解析するにはアナログ計算機を用いることが最適であるから，そのためには各微分方程式における常係数のパラメーターを設定せねばならない。これは，いわゆる trial and error の方法で任意のパラメーターを与え，それによって得られた結果からその正否を決定することが常道であるかも知れないが，ヨード代謝のごとくパラメーターが多数に存在するときは実際上は不可能に近いといってもよい。そこで定常状態における各分劃のヨード化合物の化学的比率からパラメーターを求めたのである。

さて，このようにして得られた連立微分方程式およびパラメーターをアナログ計算機によって解析し，各分劃内におけるヨード化合物の働きおよび甲状腺のヨード摂取率のごとき各分劃の総和をアナログ量すなわち連続せる値の変動として求めることができたのである。また一方，^{131}I を与えたのちヨード代謝に影響する薬物を投与した場合のごとく，途中でパラメーターを変換し，その曲線の変動をも描記することができる。

これらの方法によって得られた成績は，^{131}I を投与後外部より甲状腺の γ 線の動きを捕えたり，また組織内のヨード化合物を化学的に測定した実測値と極めて近似したものであった。このことは理論の展開の正しさを裏書きするとともに，また他方では甲状腺疾患でヨード代謝に異常を来している場合，どの分劃にどのような障害を来しているかを逆に推定する根拠を与えるものである。

このように isotope kinetics をアナグロ計算機によって数理的に解析することは，ひとりヨード代謝に止らず，先に福田ら[19]の発表したごとく，鉄代謝，肝における色素代謝等，今後ますますその応用と利用の範囲を拡大し，それによって生体内におけるこれらの動きを適格に把握し得るにいたるものと信ずるものである。

文　献

1) Riggs, D. S.: Pharm. Rev. 4: 284, 1952.
2) Keating, F. R. Jr., et al.: J. Clin. Endocrin. 10: 1425, 1950.
3) Berson, S. A., and Yalow, R. S.: J. Clin. Invest. 34: 186, 1955.
4) 坂元: 日内分泌誌, 35: 557, 569, 1959.
5) 福田, 杉田: 小林理研報告, 9: 1, 1959; 10: 4, 1960. Idem: J. Theoret. Biol. 1: 440, 1961.
6) 福田, 杉田, 小川: 小林理研報告, 11: 14, 1961.
7) 福田, 田中, 永井: 第20回日本医学放射線学会発表, 1961.
8) Dempsey, E. W.: Endocrin. 34: 27, 1944.
9) Hart, K. T., et al.: J. Lab. & Clin. Med. 57: 428, 1961.
10) Gross, J., and Pitt-River, R.: Lancet I: 593, 1044, 1952.
11) DeRobertis, E.: Anat. Rec. 80: 219, 1941.
12) Roche, J., et al.: Biochim. biophys. Acta 9: 161, 1952.
13) Taurog, A., Briggs, F. N., and Chaikoff, I. L.: J. Biol. Chem. 191: 29, 1951; 194: 655, 1952.
14) Tomita, K., et al.: J. Biol. Chem. 224: 387, 1957.
15) Tata, J. R.: Biochem. J. 72: 214, 1959.
16) Galton, V. A., and Ingbar, S. H.: Endocrin. 69: 30, 1961.
17) Chance, B., and Hess, B.: Science 129: 700, 1959.
18) 脇坂: 日内会誌, 46: 1262, 1957.
19) 杉田, 福田: 蛋白質, 核酸, 酵素, 5: 12, 1960.

7. 抗甲状腺剤

臨床研究部長
田中　茂

1. 緒　論

甲状腺機能亢進症に対する治療法の変遷を振り返ると，幾つかの劃期的な治療法が発見せられ，その度毎に治療成績が飛躍的に向上したとはいえ，未だなお本症の病因自体が不明であり，したがって抜本的な治療法はなく，甲状腺自身の機能を低下せしめる方法がとられているに過ぎない。

現在広く用いられている治療法は甲状腺の外科的療法，抗甲状腺剤および放射性ヨードによる治療法の三つを挙げることができる。これらのうち抗甲状腺剤は甲状腺内におけるホルモンの合成を化学的に阻止するものであり，他の二者は機能亢進を来たしている甲状腺を破壊し，それによって生産されるホルモン量を減少せしめる物理的な方法ということができる。

これらの治療法はそれぞれ特徴と限界を有するものであって，機能亢進症の程度，種類，患者の年令，経済的その他社会的条件をも加味して最良の方法を選ばねばならない。

今回は抗甲状腺剤を中心とする甲状腺の薬物治療について述べ，最後に各治療法の適応を考えてみたい。

2．抗甲状腺剤による治療

（1） 種　類

1943年 Aswood[1]によってサイオウレアおよびサイオウラシルが甲状腺機能亢進症に対して有効なことが発見されたが，これら薬物は副作用が強いため広く用いられるにはいたらなかった。しかしその後多数の誘導体についてその作用が検討せられ，それらのうちアメリカでは 6-methyl-2-thiourea が，日本，欧州では 6-methyl-2-thiouracil（メ，サ）が主として使用されていた。しかし最近これらサイオウラシル誘導体に代って，これより遙かに強力な 1-methyl-2-mercaptoimidazole（Tapazole）（邦名メルカゾール）が治療薬の主流を占めるにいたった。

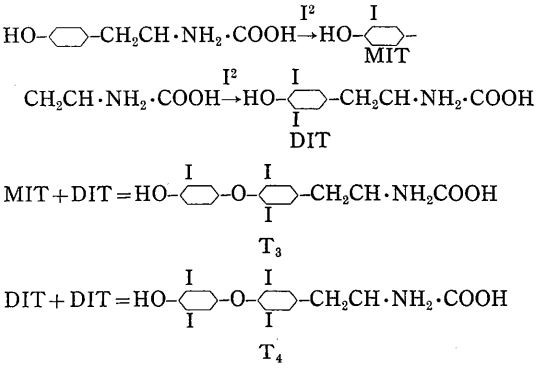
そのほか過塩素酸カリ（$KClO_4$）も一部で試みられているが，再発することが多くかつ副作用が強いため一般に用いられていない。

（2） 作用機序

サイオウラシルおよびイミダゾール系の抗甲状腺剤は甲状腺内におけるホルモンの合成を阻止することによって末梢組織内へ移行するホルモン量を減少せしめる。

これらの関係を一層はっきりと理解するために，甲状腺内で無機ヨードから甲状腺ホルモンが作られる過程を簡単に述べてみよう。血液中に含まれる無機ヨードは甲状腺を通過する際にこのなかにとり込まれ，酸化せられたのち甲状腺蛋白（サイログロブリン）中のチロジン基に結合してモノヨウドチロジン（MIT）となる。MIT にさらに1個ヨードが結合するとジヨウドチロジン（DIT）となるが，この DIT が2個結合してサイロキシン（T_4）に，また MIT と DIT が結合するとトリヨードサイロニン（T_3）となる（第1図）。後者は1951年 Gross および Pitt-Rivers[2]によって発見された新しい甲状腺ホルモンであって，生産される量はサイロキシンより遙かに少ないとはいえ，サイロキシンの4～5倍のホルモン作用を有する。

サイオウラシルおよびイミダゾール系の抗甲状腺剤は，無機ヨードが酸化されチロジン基に結合するところを阻止するが，MIT の生成より DIT の生成がより強く



第　1　図

阻害される。また MIT ＋ DIT，DIT ＋ DIT による T_3 および T_4 の生成も犯される[3)4)]。

このように抗甲状腺剤はホルモンの合成は阻止するが甲状腺内にすでに貯えられているホルモンの分泌に対しては抑制的な作用を有しないため[5)]，貯蔵されているホルモンが消費されるまではその効果が現われない。したがって大きな甲状腺腫を有するもの，予めヨード剤を投与されている場合のごとく，甲状腺内の貯蔵ホルモンが多いときはその効果の発現に長期間を要する。甲状腺に対するこれらの作用のほかに末梢組織に直接働いて甲状腺ホルモンの分解を遅延せしめるという研究もあるが[6)]，これは抗甲状腺作用の本態ではない。

一方，過塩素酸カリ[7)]あるいはロダンカリ[8)9)]等は無機ヨードが甲状腺内に取り入れられるのを抑制し，それによって甲状腺ホルモンの生成を減少せしめる。しかし，これら薬剤の抑制効果は大量の無機ヨードによって解除される。したがってサイオウラシル系あるいはイミダゾール系薬物の手術前投与のごとく，ルゴール氏液との併用は避けるべきである。

（3） 投与法

抗甲状腺剤は甲状腺機能亢進症の治療に対して二つの異なった意味で用いられる。すなわち，第一は外科的療法の前処置として与えられる場合であり，第二はこれら薬物のみによって治療せんとする場合である。

手術前処置として抗甲状腺剤のみを与えた場合は甲状腺の増殖，血流の増加を来たし，甲状腺の剔出時に甲状腺が脆くかつ出血しやすくなるため，術前短期間無機ヨードを与える。これによって甲状腺はコロイドが増加し，血流が減少する。

以下甲状腺機能亢進症を薬物のみによって治療する場合について述べて行くことにする。

（4） 投与量

メ，サでは1日200～400 mg，通例300 mgを1日3～4回に分劃投与する。一般に甲状腺が大きいもの，予め無機ヨードが投与されているとき，外科的療法の前処置として用いるときは幾分多い方がよく，1日600 mgくらいまで与える。投与後1～2週間目より臨床症状が漸次改善され，1～2カ月で基礎代謝率が正常化するが，その頃より量を漸減し，維持量として1日50～100 mgを投与する。

メルカゾールはメ，サの約10倍の効力があり，また基礎代謝率が正常化するまでの期間も約半分に短縮される。通常1日30 mgを与えるが，1週間で効果のないときは40 mgに増加してみる。3週間与えても効果が得られぬときはさらに増量する。奏効すれば直ちに減量し，1日5～15 mgを維持量として与える。

（5） 投与期間

維持量の投与期間は少なくとも6カ月以上を必要とし，われわれは1年乃至1年半与えることにしている。

（6） 治療効果

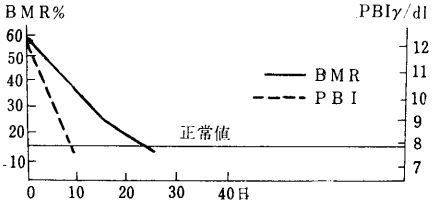
まず心悸亢進，発汗の減少，精神的安静，体重の増加等が起こる。甲状腺腫，眼球突出等が一時増悪することがあるが，このような場合には*l*-サイロキシン（0.2 mg）あるいは乾燥甲状腺末（0.2 g）を与えるとよい。

前述のような理由によって予め無機ヨードを与えられている場合，あるいは甲状腺腫の大きいものでは，効果の発現までに要する期間が長く，時に数カ月を要する。

（7） 治療に伴なう甲状腺機能の変化

甲状腺機能の診断法として用いられている放射性ヨード（^{131}I）の甲状腺摂取率は，抗甲状腺の投与中は甲状腺内のホルモン合成が阻止されているため，機能の判定には役立たない。

また血清中のホルモン量を示す血清蛋白結合ヨード量（PBI）は臨床症状の改善と平行せず，それより早く低下する場合が多い[10)11)]（第2図）。これは血中ホルモン量が減少しても，組織内にすでに移行しているホルモンが消費されるまでに長時間を要することの他の理由として，甲状腺機能亢進症では血中から組織へのホルモンの移行速度が早く，これは抗甲状腺剤による治療によっても変らない[12)]ため，血中ホルモン量が正常となってもなお正常量以上のホルモンが組織内へ入り込むことが考えられる。



第 2 図

それでは，最もよい規準となるものは何かというと基礎代謝率であって，これは臨床症状の改善と一致して減少して行く。したがってわれわれは抗甲状腺剤によって治療する場合，最初は2週間毎に，基礎代謝率が正常化したのちは1カ月に一度くらいの割合で測定して投与量を加減している。

（8） 抗甲状腺剤の投与中止の時期の判定

抗甲状腺剤は甲状腺機能亢進症の病因そのものに対する抜本的なものでないが，甲状腺ホルモンの生産を減少せしめ，これを長期間持続するうちに，本症の病因となっている上位中枢と甲状腺との間の悪循環が絶たれて治癒するものと考えられる。したがって十分な期間甲状腺ホルモンの分泌を抑制する必要があるが，しかしその間にいろいろな副作用があるので，必要な最小限の期間に止めることが望ましいわけである。

それでは投与を中止し得る時期を何らかの方法で予知することができるであろうか。現在のところ確実な方法はないが，Cassidy および Vander Laan[13)]は一旦抗甲状腺剤の投与を中止し，乾燥甲状腺末を1日180 mgずつ3週間投与したのち，^{131}Iによる甲状腺の摂取率が35％以下のときは投与中止後の再発が少ないと述べている。

（9） 副作用

抗甲状腺剤の投与によって無顆粒細胞症，白血球減少，発熱，発疹，肝炎，胃腸障害等を来たすことがある。これらの副作用のうち，最も重症なものは無顆粒細胞症であるが，これは投与開始後4～8週以内に多く，また一旦起こった場合は少量の抗甲状腺剤の投与で再び起こることから考えて薬物自体の中毒というよりはアレルギー性のものと考えられる。本症は発熱，咽頭痛をもって急激に発病することが多く，白血球の減少から徐々に本症に移行することは稀である。したがって昔いわれたように頻回に白血球数を測定してもあまり意味はなく，それよりは発熱，咽頭痛が起こったら直ちに来院せしめるよう患者に十分注意を与えておいた方がよい。しかし幸いにして本症は稀なものであり，特にメルカゾールではその発生が少なく，われわれは1例も経験してい

ない。

たんに白血球数が減少することはかなり頻繁にみられるが，投与量を減少するか，他の薬剤に切り替えることによって再び正常数に戻ることが多い。著者もメ，サを1日900 mg投与した患者で白血球数が1600まで減少したが，投与量を300 mgに減量したところ白血球数が正常化した例を経験している。

そのほか投与量の過剰によって逆に甲状腺機能低下症となった例に遭遇することも稀でない。これは患者が勝手に服薬する場合に多い。

(10) 治療成績

抗甲状腺剤のみによる甲状腺機能亢進症の治癒率は投与量および投与期間，患者の選択等によって著しく異なるが，よく適応を考慮し，十分な期間治療されたものの治癒率は60～70%程度とされている。わが国では未だ多数例についての統計的観察は見出されていないが，44例中19例が完全に治癒したとの報告がある[14]。

投与中止後再発する場合は6カ月以内に大部分が起こる。一旦再発せるものでは再度抗甲状腺剤を使用しても再発を繰返えすことが多い。抗甲状腺剤によって臨床症状の大部分は改善されるが，甲状腺腫および眼球突出は治療に抵抗し，初期には却って増悪することがある。甲状腺腫が治療中に縮少するものは予後がよい。

3. その他の薬物

(1) 無機ヨード

ルゴール氏液等の無機ヨードは外科的治療の直前に用いるものであって，これを長く投与すると一旦軽快した症状が再び増悪する故に単独では用いられない。

(2) レセルピン

これは甲状腺機能亢進症にみられる心悸亢進，精神不安，発汗等に効果を示す。これの作用機序としては下垂体からの甲状腺刺激ホルモン分泌の減少[15][16]，甲状腺でのホルモン合成の阻止[17]等の現象が動物実験では認められているが，人間に投与した場合には^{131}Iの甲状腺摂取率，PBI血中値等には影響を与えない[18][19]。したがってレセルピンは甲状腺に作用するのではなく，末梢組織に働いて甲状腺ホルモンの作用を減退せしめるものと考えられる。

レセルピンは投与後その効果は早く発現するが，長く服用するとその効果は次第に減少してくる。したがって単独の治療としてではなく，抗甲状腺剤の治療と平行し，あるいは治療後一部症状が残留する場合に用い得べきものである。

4. 甲状腺機能亢進症の治療法の選択

甲状腺機能亢進症の治療法としては抗甲状腺剤による薬物療法放射性ヨード^{131}Iによる治療および外科的療法の三者があるが，それぞれ特徴と欠点とを有するものであって，個々の症例に応じて治療法を選択し最も適切な方法を講じなければならない。

抗甲状腺剤および^{131}Iが甲状腺機能亢進症の治療に用いられてから未だ20年に満たず，さらに長期間にわたる観察を必要とし，したがってなお現在にいたっても最終的な適応規準は決定されていない。しかし今日までに得られた治療成績をもとにして，一応の基準を割り出してみると次のごとくになる。

(1) 抗甲状腺剤

甲状腺腫が小さく，眼球突出も軽度で，甲状腺機能亢進症が著しくないもの。特に40才以下の人。また妊娠中の婦人，この場合は投与量を少なくし，基礎代謝率を+20～+30%に保持するのがよい。出産後は抗甲状腺剤が乳汁に移行するため授乳しない方がよい。

しかし一方，抗甲状腺剤は長期にわたり服薬を必要とし，その間患者と医者の密接な協力によって所期の目的を達成し得るものであるから，患者の経済的状態および協力の度合によって他の方法を選ぶ方が適切である場合も少なくない。

(2) ^{131}I療法

甲状腺機能亢進症のほとんど100%近くが治癒しかつ副作用も少ないので，本症の治療法として最も優れたものである。しかし遺伝学上の問題，甲状腺癌および白血病等いわゆる晩発効果に対する危惧が解明されるまでは20才以下の若年者および妊婦等に用いることは差控えるべきである。

40才以上の患者では著明な圧迫症状がない限り，^{131}I療法がよく，20～40才のものは一応他の療法を考慮すべきではあるが，抗甲状腺剤によって効果がないかあるいは再発せる場合，手術後の再発，心不全が存在する場合等は本療法の適応となる。

(3) 外科的療法

甲状腺が著しく大きく圧迫症状を呈する場合，結節性甲状腺腫，また患者の社会的，経済的理由等のため長期間にわたる治療が行ない難い場合等は外科的治療がよい。

5. むすび

以上抗甲状腺剤の作用機序，投与法，副作用等について述べ，さらに他の治療法との比較を行なった。本療法

は長期にわたるものであって，患者の理解と協力とを必要とするが，しかし患者の選択を誤らねば甲状腺機能亢進症の治療法の一つとして優れたものである。

文　献

1) Astwood, E. B.: J. A. M. A. 122: 78, 1943.
2) Gross, J. and Pitt-Rivers, R.: Lancet II: 766, 1951.
3) Mayberry, W. E. and Astwood, E. B.: J. Biol. Chem. 235: 2977, 1960.
4) Iino Shiro et al.: Endocrin. 68: 582, 1961.
5) Berson, S. A. and Yalow, R. S.: J. Clin. Invest. 33: 1533, 1954.
6) Jagiello, G. M. and McKenzie, J. M.: Endocrin. 67: 451, 1960.
7) Wyngaarden, J. B., Wright, B. M. and Ways, P.: Endocrin. 50: 537, 1952.
8) Wolff, J. et al.: Endocrin. 39: 140, 1946.
9) VanderLaan, J. E. and VanderLaan, W. P.: Endocrin. 40: 403, 1947.
10) Engstrom, W. W. et al.: J. Clin. Invest. 30: 151, 1951.
11) 田中・他: 日内泌誌, 28: 105, 1952.
12) Ingbar, S. H. and Freinkel, N.: J. Clin. Invest. 35: 57, 1956.
13) Cassidy, C. E. and VanderLaan, W. P.: New Engl. J. Med. 262: 1228, 1960.
14) 鎮目: 日本医学会学術集会記録, 1: 847, 1959.
15) Bierwagen, M. E. and Smith, L.: Proc. Soc. Exp. Biol. & Med. 100: 108, 1959.
16) Moon, R. C. and Turner, C. W.: Proc. Soc. Exp. Biol. & Med. 102: 134, 1960.
17) Mayer, S. W., Kelly, F. H. and Morton, M. E.: J. Pharmachol. Exp. Ther. 117L. 97, 1956.
18) Goodman, J. R., Florsheim, W. H. and Tempereau, C. E.: Proc. Soc. Exp. Biol. & Med. 90: 196, 1955.
19) Newman, S. and Fish, V. J.: J. Clin. Endocrin. 18: 1296, 1958.

8. アイソトープによる血液およびリンパ鬱滞の診断

臨床第3研究室

田中　茂[1]

永井輝夫

福田信男

[1] 臨床研究部長

四肢に浮腫が存在する場合，これが静脈の鬱血によるか，あるいはリンパの鬱滞によるかの区別は必ずしも容易でないが，この両者を皮下よりのアイソトープの吸収によって鑑別せんと試みた。対象としては乳癌のため，同側の腋窩リンパ腺を含めて剔出手術を行ない，上肢に浮腫を有するもの6名，肺癌の患者で縦隔洞あるいは鎖骨上癌のリンパ腺に転移を来たし，静脈圧迫のために上肢の浮腫を有するもの3名を選んで，対照として循環障害を有しない4名について同じ検査を行なった。

これら患者の左右上膊の内側に $Na^{131}I$ を 0.1 ml (2～18 μc) あるいは ^{131}I-人血清アルブミン (RISA) 0.1 ml (1 mg, 2～15 μc) を皮下に注射し，その消失の速度を求めた。

測定器は 2″×2″ の NaI クリスタルを有するプローブ2個を用い，コリメータは 2″ のシリンドリカル型を使用，これから出るパルスはスペクトロメータを通したのち，レート・メータ，あるいはカウンタに入れて測定した。

(1) $Na^{131}I$　レート・メータより電子管式レコーダに入れ，1時間 30 cm の速度で記録紙上に描記，この曲線を片対数グラフ上に坐標変換を行なう。

(2) RISA　注射直後，1, 2, 4, 次いで 24 時間毎に計測，なお注射量と同量の RISA を標準として用い，計測値の補正を行なったのちその値を片対数グラフ上に取った。

成　績

$Na^{131}I$ を皮下注射後，その消失曲線を片対数グラフ上にとるときは，最初速やかに次いでやや緩やかな2相性の直線，あるいは最初より1相性の直線となる。RISA の場合とほぼ同様であるが，前者より動検することが多い。これらの直線の高さが $^1/_2$ となる時間，すなわち T $^1/_2$ を求めたが，2相性の場合には緩徐な方の直線を延長し，その高さが $^1/_2$ となる時間をもって T $^1/_2$ と見做した。

正常群では $Na^{131}I$ の T $^1/_2$ は 5.5～17.0 分，RISA のそれは 12～42 時間であるが，乳癌にリンパ鬱滞があると思われるものでは RISA の吸収が悪く，T $^1/_2$ は 41～98 時間であった。これに反し，静脈鬱血があるものでは，

$Na^{131}I$ の吸収が遅延し，$T^1/_2$ は 24.5～38.0 分であった。なお，このなかの一例は，コバルト照射後，上肢の浮腫が消失したが，この患者の $Na^{131}I$ の吸収は治療前の 38.0 分より 10.5 分に短縮した。

〔研究発表〕

田中　茂，永井輝夫，福田信男；アイソトープの吸収による淋巴，血液鬱滞の診断，第21回日本医学放射線学会総会（1962 年 4 月）

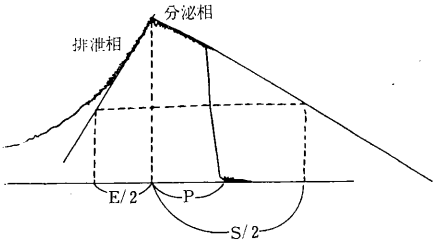
9. ラジオレノグラムの再現性について

臨床第 3 研究室
田　中　　茂[1)]
永　井　輝　夫
福　田　信　男
1) 臨床研究部長

アイソトープの使用によるいわゆるラジオアイソトープレノグラムによって，腎機能を迅速簡易に知ることが可能となった。特にヒプランは肝臓に摂取されることなく，腎上皮から選択的に排泄されるため，左右腎の機能を比較する上に最も好適である。われわれは昨年の本学会で発表したごとく，本法を用い，腎の血流，分泌，排泄等の各機能をアナローグ計算機によって解析せんとするものであるが，その第 1 段階として同一人に数回のレノグラムを行ない，どの程度再現性を有するものであるかの検討を行なった。

対象として選んだのは腎機能に異常なく，血圧正常のもの 7 人であって，1 日の食塩量は飲料水の摂取をほぼ一定とし，日を違えて同じ時間にあるいは同じ日に 40 分の間隔を置いて相次いで 2 回測定した。その際プローブの位置をそのまま行なった場合と，新たにプローブの位置を定めた場合とがある。同一人については 3～5 回計 29 回測定した。アイソトープは ^{131}I-ヒプランを用い，これを 0.8 $\mu c/kg$ 体重の割合で静注した。

測定には 2″×2″ の NaI クリスタルを有するプローブを用い，コリメータはフラットフィールド型を使用，パルスはスペクトロメータを通したのちレートメータに入れ，この変化を電子管式レコーダによって記録した。かくして得られたレノグラムは最高値に達するまでの時間 (P)，分泌相および排泄相にそれぞれ接線を引き，この高さが $^1/_2$ となる時間すなわち S/2 および E/2 の三つの因子に分けて分析した。



第　1　図

成　　績

表のごとく P は右腎の平均および S. D. はそれぞれ 3.0 ± 0.1 分，左腎のそれは 3.2 ± 0.1 分であり，同一人を数回測定した場合の変動は大部分が 1 分以内であった。

S/2 は右および左腎の平均および S. D. はそれぞれ 4.7 ± 0.3 分，4.4 ± 0.2 分であった。同一人を繰返して測定した場合，その変動の範囲は 3 分以内に止ることが多かった。

E/2 は右腎の平均 ± S. D. は 5.9 ± 0.4 分，左腎は 5.2 ± 0.4 分であり，前 2 者に比して同一人で繰返し測定した場合の変動が著しく，特に 4 分以上の差を示すことがある。

第　1　表

		範囲（分）	平均 ± S. D.（分）
P	右	2.0 ～ 4.1	3.0 ± 0.1
	左	2.0 ～ 5.0	3.0 ± 0.1
S/2	右	2.2 ～ 7.2	4.7 ± 0.3
	左	2.2 ～ 6.3	4.4 ± 0.2
E/2	右	3.0 ～ 9.3	5.9 ± 0.4
	左	2.5 ～ 9.4	5.2 ± 0.4

30 分間に尿中へは投与量の 28～64% が排泄せられたが，この排泄量に P, S/2, E/2 との間に相関関係は認められなかった。

以上のごとくラジオアイソトープレノグラムを同一人に繰返して行なうときは，P, S/2 が比較的安定であるのに反し，E/2 の再現性は劣っていた。これら変動の原因としてプローブの位置の差によることも考えられ，同一人についてプローブを固定したまま 2 回連続測定したがそれでもなお変動する場合があり，腎機能の生理的変動も関与していると考えられる。

〔研究発表〕

田中　茂，永井輝夫，福田信男；アイソトープ・レノグラムの再現性について，第21回日本医学放射線学会総会（1962 年 4 月）

10. 動脈硬化の実験的研究（1）

放射性コレステロール-4-^{14}C の正常家兎体内分布について

臨床第3研究室
細田瑳一
永井輝夫

1. 目　的

粥状動脈硬化の発生あるいは進展の機序を研究する一つの方法として，血中コレステロール値が正常の動物で，コレステロールの血管壁への沈着を促進する因子を究明する。

2. 実験方法

体重2kg前後の正常雄性家兎16羽に，ゴマ油に溶いた放射性コレステロール-4-^{14}C を体重1kg当り2.5 μc 静注し，2日乃至8日目に瀉血および生理的食塩水灌流により屠殺し，血清および各組織中の塩化メチレン抽出物の全放射能を測定した。抽出および放射能測定の操作は Duncan の方法によった。同時に各組織の Microradioautography を作製した。

3. 結　果

（1） 基礎的検討

塩化メチレンによる各組織の抽出率は95%以上である。^{14}C ベンゾール標準液を指標として測定した各組織抽出物の Quenching は4%以下である。抽出後水溶性部分の放射能は，ガスフロー計数管で検出できなかった。

（2） 測定結果

各組織単位重量当りの放射能は，肺，副腎，脾，肝にこの順に多く，腎，心，大動脈外膜，小腸大腸，胃，睾丸がこれに次いで多く，大動脈中膜内膜には比較的少なく，脳，腸腰筋には最も少量であった。血清と各組織の放射能の比（組織1g中の放射能，cpm/血清1ml中の放射能 cpm）は注射後徐々に上昇し，5日乃至7日目に均衡状態を示した。

11. 消化管癌の蛋白代謝について

臨床第3研究室
田中　茂[1)]
永井輝夫
福田信男
大坪嘉昭[2)]

1) 臨床研究部長
2) 研究生

癌の患者ではしばしば血清アルブミンが減少し，逆にグロブリンが増加しているが，このアルブミンの減少が生成の障害にもとづくのか，あるいは分解の亢進，さらにまた消化管癌では体外へ失なわれるためであるか等については未だ定説がない。われわれは消化管癌を含めた癌患者で血清の各蛋白分劃および ^{131}I で標識したアルブミンを用い，蛋白代謝の研究を行なった。また最近放医研で建設されたヒューマンカウンタを用い，これと従来の方法との比較検討を行なったので併せて報告する。

1. 方　法

^{131}I で標識した人血清アルブミン（RISA）を約50 μc 静脈注射し，15分，2時間，ついで24時間毎に採血血清を分離後 well 型シンチレーションカウンタで測定，また24時間毎に尿および屎を集め，これらのなかに含まれる ^{131}I を測定した。

ヒューマンカウンタはプラスティク型を使用したが，この際は RISA を1 μc 静注し，15分，2時間，4時間次いで24時間毎に全身の放射能を測定した。

血液，屎，尿中の ^{131}I 濃度から Veall 等の方法によって血漿アルブミン濃度，血漿アルブミン・プール，血漿量，血管外アルブミン・プール，総アルブミン・プール，アルブミンの1日の崩壊量，生物学的半減期 T $^1/_2$ 等を求めた。

消化管からの蛋白喪失を知るためには $^{51}CrCl_3$ を20 μc 静注し，4日間の屎中に排泄される ^{51}Cr 量を求めた。

なお血清の蛋白分劃はバルビタール緩衝液（pH 8.6）を用い濾紙電気泳動法によって分離，BPB で染色後黒化度計によって各分劃の比率を求めた。

検査を行なった患者は食道および胃癌7名，肺癌4名対照2名であるが，いずれも比較的初期に属し，著明な悪液質を認めぬものを選んだ。

2. 結　果

癌患者の血清蛋白では一般にアルブミンが減少し，α_1，α_2，γ-グロブリンが増加している（第1表）。

次に癌患者のアルブミン代謝では，第2表のごとく，体内の総アルブミン・プールが一般に減少し，血管外アルブミン・プールも少なくなっているが，特に消化管癌ではこれが著しい。最も著明な点はアルブミンの1日の崩壊量が著しく増加していることである。なお興味のあることは，栄養状態の悪いものほど崩壊量が増加している。静脈内へ投与せる ^{51}Cr の尿中への排泄に消化管癌では他部の癌に比して増加していたが，これは例数が少く結論を得るにはいたらなかった。

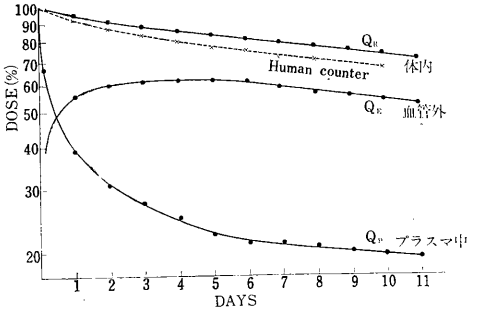
最後にヒューマンカウンタを用いた場合であるが，注射後2～3日目より体内に残存する ^{131}I 量は片対数グラ

第1表　癌患者の血清蛋白の分劃

患者	病名	T.P.	Al	α_1	α_2	β	γ	患者	病名	T.P.	Al	α_1	α_2	β	γ
池 ○	食道癌	8.0	42.5					奥 ○	胃　癌	7.6	55.7	6.8	9.0	9.1	19.4
菅 ○	〃	6.4	39.0					野 ○	〃	6.8	57.5	5.9	8.4	14.4	13.9
日 ○	〃	7.0	52.6	5.4	10.0	11.4	20.6	佐 ○	肝　癌	6.0	37.8	9.1	17.3	11.8	24.0
須 ○	胃　癌	7.2	43.5	7.8	13.1	18.5	17.1	磯 ○	〃	7.6	51.3	7.1	8.9	17.7	19.2
内 ○	〃	7.0	55.0	6.2	9.4	11.7	17.7	山 ○	〃	7.0	48.2	5.4	5.0	11.7	29.8
古 ○	〃	6.6	49.0	8.5	13.2	14.6	14.7	矢 ○	甲状腺炎	8.2	50.0	2.2	7.1	10.7	30.0
笠 ○	〃	6.6	41.9	11.4	13.0	14.7	19.0	宗	子宮癌	7.7	54.5	3.8	7.6	10.9	23.2

第2表　癌患者のアルブミン代謝

症例	病名	性	年令	栄養状態	体重 kg	肝機能	T.P. g/dl	A/G	Plasma alb. conc. g/dl	Plasma volume ml/kg	Plasma alb. pool g/kg	Extra vasc. alb. g/kg	Total alb. pool g/kg	Metabo. degra. rate g/day/kg	T 1/2 days
1	食道癌	♂	69	不　良	50.0	良	8.0	0.75	3.43	38.7	1.33	3.25	4.58	0.237	8.9
2	〃	♂	60	良	56.0	〃	6.4	0.68	2.59	49.4	1.28	0.28	1.74	0.124	9.7
3	〃	♀	66	不　良	57.0	〃	7.0	0.79	3.09	30.5	0.94	0.66	1.60	0.106	10.4
4	胃　癌	♂	47	〃	44.0	〃	7.2	1.24	3.99	51.7	2.06	1.29	3.35	0.322	7.2
5	〃	♂	50	〃	41.0	〃	7.2	1.10	3.77	43.4	1.64	0.93	2.59	0.311	5.7
6	〃	♂	57	〃	46.0	〃	6.6	1.35	3.79	46.0	1.75	1.08	2.83	0.285	6.8
7	〃	♂	47	やや不良	50.0	〃	6.6	1.40	3.85	49.4	1.90	1.22	3.12	0.228	9.4
8	〃	♂	37	〃	50.0	やや不良	7.6	0.90	3.60	48.3	1.74	0.92	2.66	0.226	8.1
9	〃	♂	41	良	55.0	良	6.8	1.62	4.20	36.3	1.53	0.63	2.16	0.116	9.0
10	肺　癌	♂	57	不　良	49.0	〃	6.0	0.49	1.96	49.1	0.96	0.61	1.57	0.315	3.5
11	〃	♀	58	良	55.0	〃	7.6	0.90	3.60	32.8	1.18	0.71	1.96	0.272	5.0
12	〃	♀	60	〃	42.0	〃	7.0	0.82	3.15	44.3	1.40	1.12	2.52	0.201	8.6
13	甲状腺癌	♀	43	〃	52.0	やや不良	8.2	0.92	3.95	26.5	1.05	1.01	2.06	0.153	9.3
14	子宮癌	♀	55	〃	52.0	〃	7.7	1.05	3.94	35.3	1.39	1.01	2.40	0.142	11.8



第1図　本法とヒューマンカウンタとの比較

フ上で直線的に減変して行く。同じ患者について従来の方法とヒューマンカウンタで測定した結果は第1図のごとく，よく一致した成績が得られた。

3. 考　　按

以上癌患者では血清アルブミン，体内の総アルブミンが減少しているが，この原因としては生成障害よりアルブミンの崩壊の増大に基づくものと考えられる。これは癌組織より生ずる毒素による蛋白崩壊の増加および癌組織によって直接アルブミンが消費されることが考えられるが，消化管癌では血管外アルブミン・プールが少なく消化管からのアルブミン喪失も原因の一つとなっている。

なお従来の方法とヒューマンカウンタによる測定結果とはよく一致するが，ヒューマンカウンタの方がより簡易であり，かつ使用するアイソトープも飛躍的に減少せしめ得るので，今後蛋白代謝等の研究に多く利用し得るものと考えられる。

〔研究発表〕

田中　茂，永井輝夫，福田信男；消化管癌の蛋白代謝
第21回日本医学放射線学会総会（1962年4月）

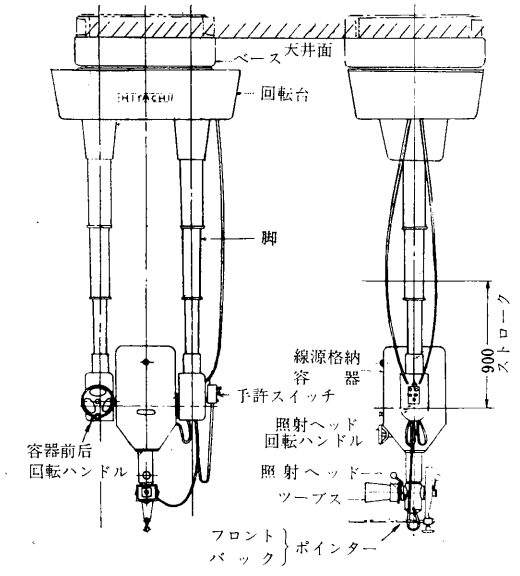
12. 日立製 2,000 キュリー ^{137}Cs 治療装置について

臨床第4研究室
楠本五郎
藤田裕子
荒居龍雄

放医研に納入された日立製 2,000 キュリー ^{137}Cs 治療装置について種々の測定を行ない，部分的に改良を加えた。

1. 装置構造

この治療装置は，第1図のごとく，天井吊方式の支持装置と照射容器から成っている。



日立セシウム-137 遠隔治療装置

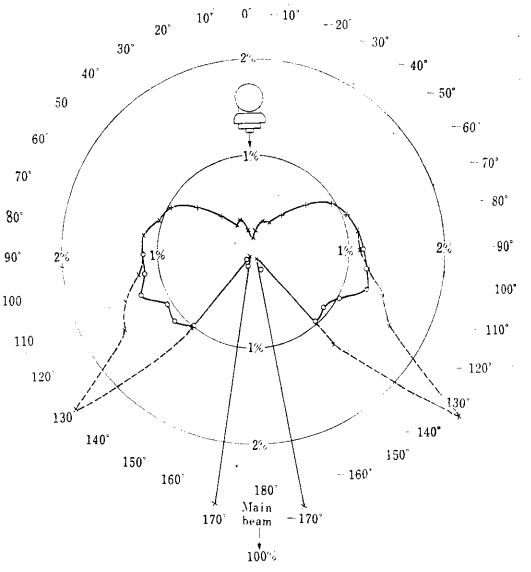
第1図　治療装置外観図

支持装置は垂直軸まわりに240度廻転可能（電動）であり，2本の脚で照射容器を支持し，上下 90 cm 可動（電動）である。照射容器は，2本の脚にはさまれた水平軸のまわりに手動で360度廻転できる。照射容器は線源格納部と照射ヘッドからなっており，Cobaltron, Convertron のごとく平常は線源を格納部に納め，治療時に線源を照射ヘッドに押出す方式である。

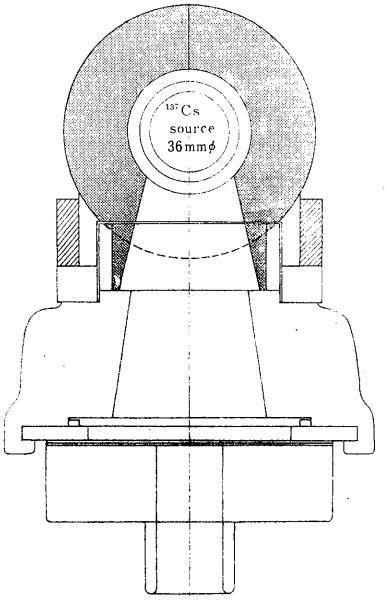
2. 漏洩線量

線源格納時の漏洩線量は，容器表面で最大 4 mr/hr であり，仕様（5 mr/hr 以下）を満している。

線源移動時の漏洩線量，治療開始時に線源の前にあるシャッターが開き，次に線源が格納部から照射ヘッドに移動する。治療終了の際は，この逆に動いて線源は格納される。シャッター開閉の時間は各 11 秒，線源が格納



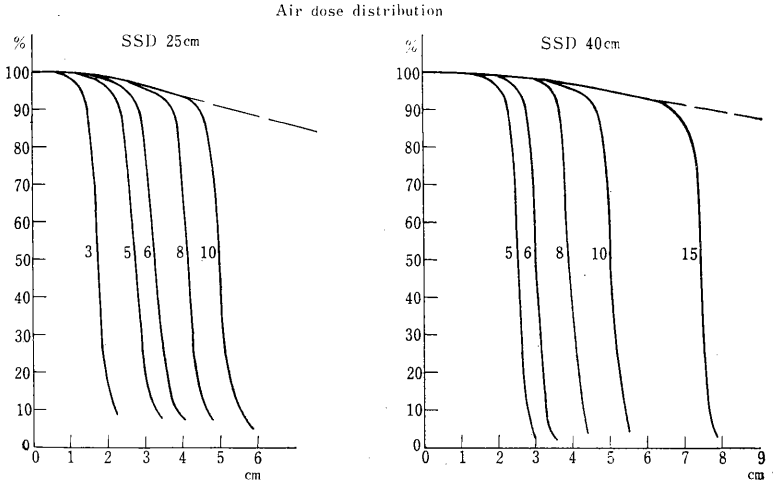
第2図　照射ヘッド周囲の漏洩分布
破線は鉛追加前，実線は追加後



第3図　照射ヘッド断面図
斜線は追加した鉛遮蔽

部から照射ヘッドに移動する時間は7秒を必要とする。この移動中に漏洩する線量を測定すると，格納部照射ヘッドの中間部で中心線より40cm離れた点では開閉一往復で0.9rとなる。これは移動速度を速くし，中間部の遮閉を大きくすればさらに減少しうるものであるが，現在のところ治療上の障害は認められていない。

照射時の漏洩線量，照射ヘッドは主線錐に対して漏洩を$^{1}/_{100}$以下という設計のもとに製作されたが，測定の結果第2図破線のごとく，主線錐の両側に対称的に約2.5%の漏洩がみられた。これは第3図の断面図で明らかなように，線源が非常に大きいために照射孔が大きくなり，この部のタングステン合金の遮閉が不十分となるためである。第3図斜線部の鉛を追加することにより，漏洩は第2図実線のごとく減少した。



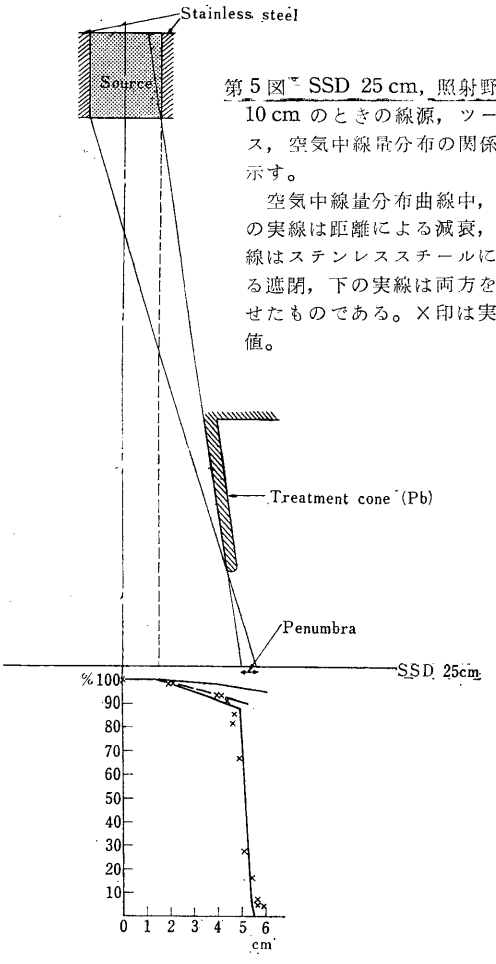
第4図　空気中線量分布
曲線横の数字は照射野の巾を示す。

3．空気中線量分布

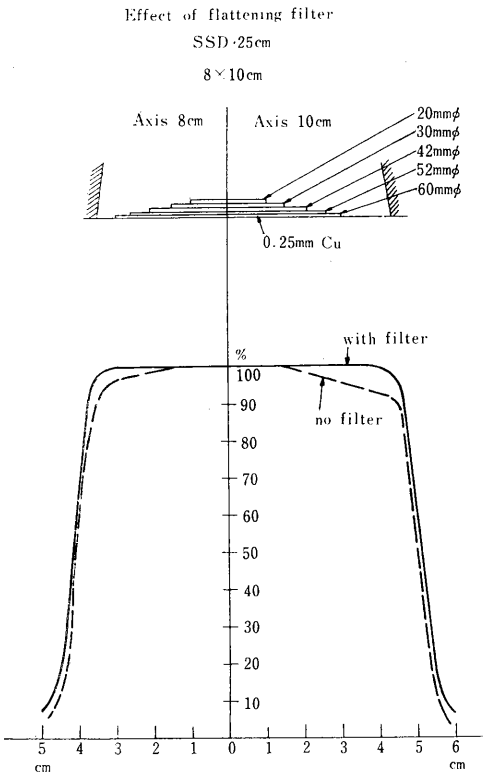
SSD 25 cm および45 cmにおいて空気中の線量分布を測定したところ，大照射野では第4図のごとく照射野辺縁で約10%の線量減弱が認められた。このような分布は^{60}Coの際には認められないが，B. M. Wheatleyの測定した^{137}Csの曲線には同様の傾向がみられるようである。この原因は線源がSSDに比して非常に大きい(36 mm ϕ × 35 mm)ことと，線源の両端がステンレス・スチールではさまれていることによるものと考えられる。

SSD 25 cm，照射野の巾10 cmのときの図を示すと第5図のごとくなる。中心より1.5 cmまでは特別の遮閉をうけず，線錐はすべて皮膚面に達するが，それより広い部分では両側のステンレスによる遮閉効果があらわれ線源の有効体積は減少する，ステンレスにより完全に遮閉されると考えて線量分布を略算し，さらに距離による減衰を加えると，第5図下のごとき分布が考えられ，実測値とほとんど合致する。

治療上，このような分布は好ましくないので，厚さ0.25 mmの銅製円板を同心的に重ねたフィルターを試作し，第6図のごとき理想的を線量分布を得た。



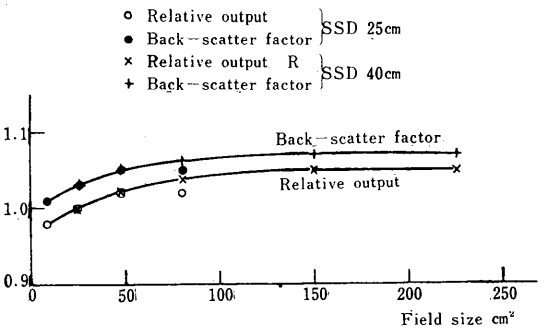
第5図　SSD 25 cm，照射野巾10 cmのときの線源，ツーブス，空気中線量分布の関係を示す。
空気中線量分布曲線中，上の実線は距離による減衰，破線はステンレススチールによる遮閉，下の実線は両方を合せたものである。×印は実測値。



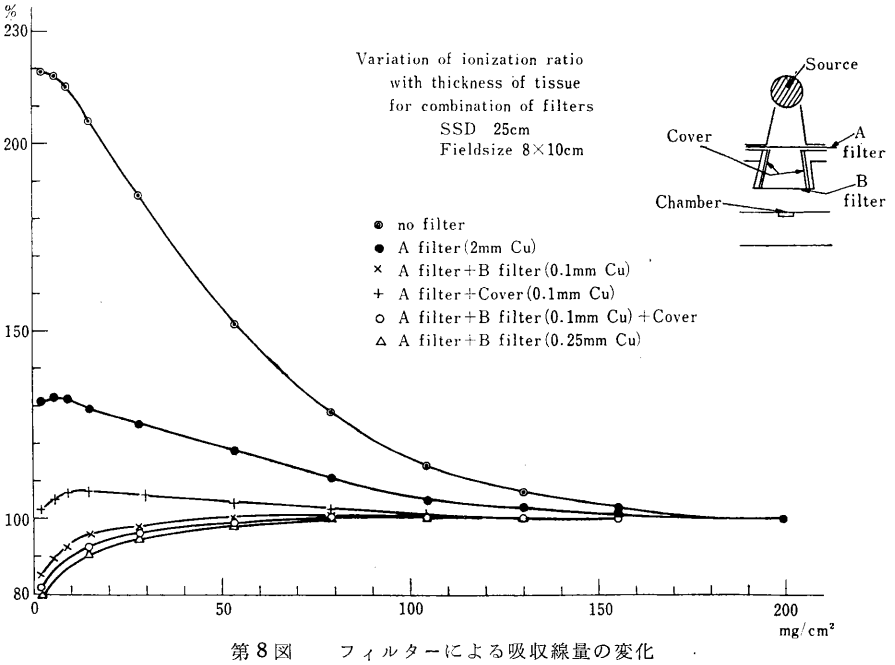
第6図　フィルターによる空気中線量分布の修正

Air dosis and Back−scatter factors

Field size	SSD 25cm Output r/min	Relative output	Back−scatter factor	SSD 40cm Output r/min	Relative output	Back−scatter factor
3×3	119	0.98	1.01	4		
5×5	121	1.00	1.03	40.7	1.00	1.03
6×8	123	1.02	1.05	41.7	1.02	1.05
8×10	123	1.02	1.05	42.3	1.04	1.06
10×15				42.8	1.05	1.07
15×15				42.9	1.05	1.07



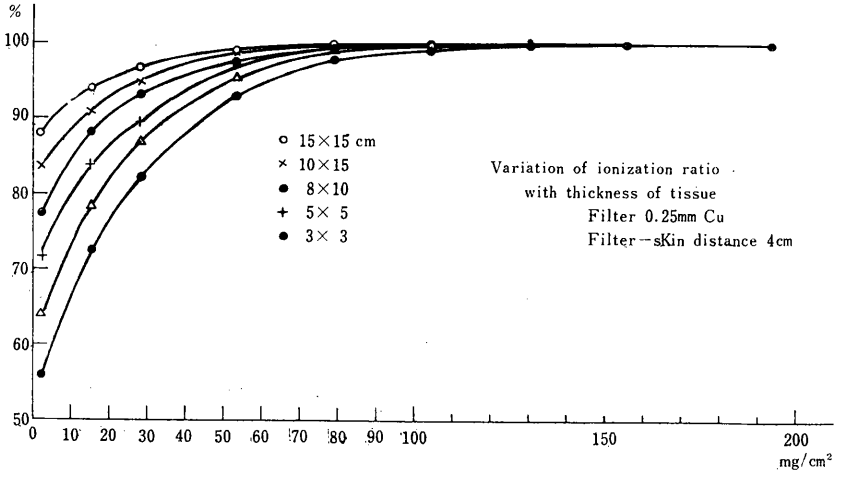
第7図　空気中線量および後方散乱係数



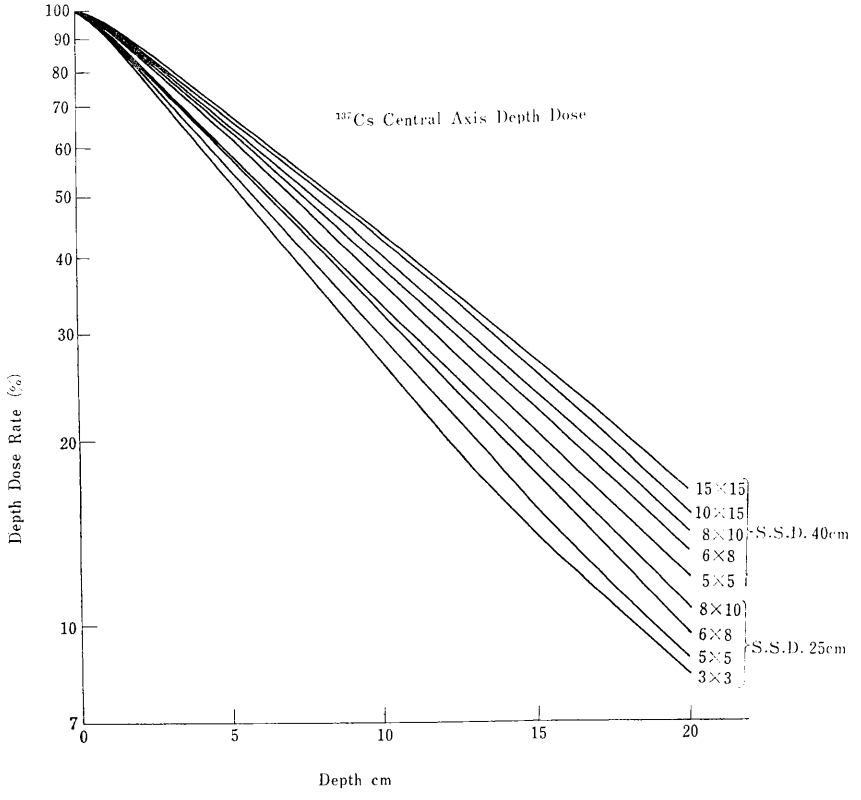
第8図　フィルターによる吸収線量の変化

4. 空気中線量および後方散乱系数

^{137}Cs の空気中線量は，照射野の大きさにより比較的変化することが文献的にも認られているが，この治療器においても 5×5 cm の照射野に比して 15×15 cm では 5% の増加を認めた。後方散乱系数は照射野 15×15 cm で 1.07 となり，H. E. Johns らの測定値に比しやや大きい値を示している（第 7 図）。



第 9 図　照射野の大きさによる吸収線量の変化



第 10 図　中心線量百分率曲線

5. 表面吸収線量

直径 10 mm 深さ 2 mm の shallow chamber を用いて表面吸収線量を測定した。当治療装置は照射野の大きさはツーブス交換で調節し，ツーブス先端から皮膚面迄約 4 cm であるので，γ 線錐中の電子線量が多い。第 8 図は種々のフィルターによる影響を示したもので，A フィルターは散乱軟X線除去用のものであるが，これだけでは表面吸収線量は約 130% となり，臨床上も皮膚の火傷が強く，B フィルターとして 0.25 mm の銅板を追加した。

0.25 mm 銅板を用いたときの各照射野における吸収線量は，第 9 図のごとくである。

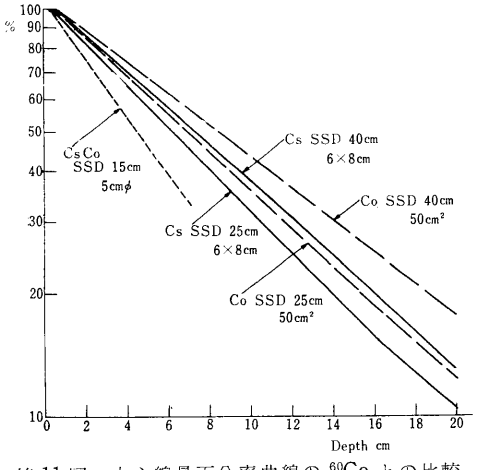
6. 深部線量百分率および等線量曲線

30 × 26 × 25 cm の水ファントーム中で東芝直読型線量計を用いて測定した。

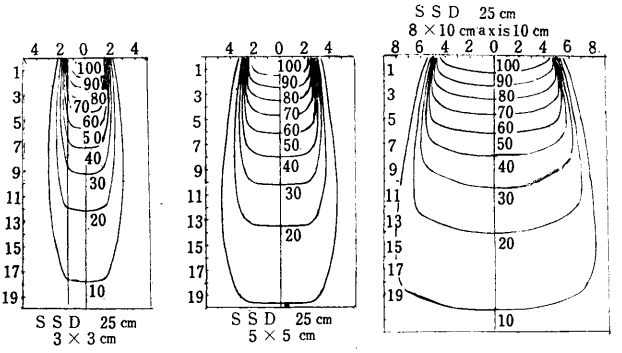
測定値は第 10 図のごとくで，H. E. Johns の測定値によく一致している。

G. F. Whitmore, H. E. Johns 等の ^{60}Co 深部線量百分率と比較すると，浅い部分では ^{60}Co, ^{137}Cs の差は僅少である。さらに SSD 15 cm では ^{60}Co, ^{137}Cs の深部量がまったく一致することを Johns は報告している（第 11 図）。したがって頭頸部，特に大きな照射器の使用困難な部分への照射には，^{137}Cs の利用価値が増加するものと思われる。

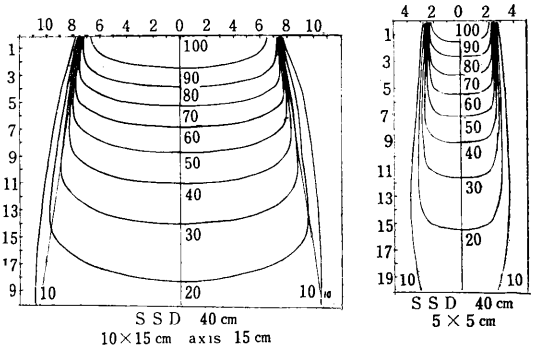
第 12, 13 図に等線量曲線を示した。第 14 図に SSD 25 cm, 40 cm の等線量曲線を示したが，浅い部分ではほとんど差は認められない。



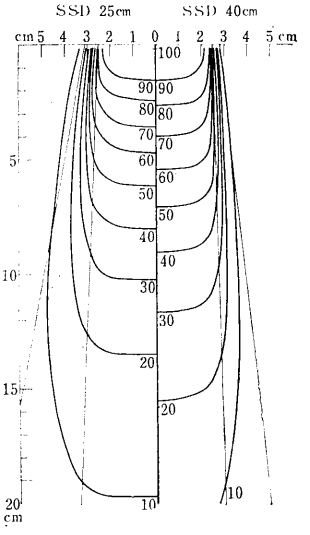
第 11 図　中心線量百分率曲線の ^{60}Co との比較
破線は H. E. Joknsによる測定値



第 12 図　SSD 25 cm の等線量曲線



第 13 図　SSD 40 cm の等線量曲線



第 14 図　SSD 25 cm と 40 cm の等線量曲線の比較

7. 結　　論

以上の結果よりみて，当治療装置は性能的にほぼ満足すべきものであると思われる。

^{137}Cs 治療装置は皮膚の吸収線量の問題を除けば，半減期が永い点，遮閉が薄くて済むこと等の経済的問題，および狭い部分へ接近しうる点等，頭頸部腫瘍治療において ^{60}Co に比して有利な点が多いのではないかと思われる。

文　献

Burns J. E., B. J. Perry, N. H. Pierce, R. E. Trotman and C. W. Wilson; A Kilocurie Caesium 137 Beam Unit at Westminster Hospital. Physical Aspects. Brit. J. Rad. **32**, 376, 215～223, 1959.

Johns, H. E., J. W. Hunt, L. D. Skarsgard; A Caesium 137 Teletherapy Unit for Use at a Source-to-Skin Distance of 35 cm. Brit. J. Rad, **32**, 376, 224～232, 1959.

Whitmore, G. F. and H. E. Johns; A 250-Curie Caesium 137 Unit Designed for Low Dosage Rates at Short Source to Skin Distances. Brit. J. Rad, **32**, 380, 533～538, 1959.

Clarkson, J. R., H. J. Leech, A. G. C. Taylor and S. W. A. Mason; A Moving-beam Caesium 137 Telecurie Unit. Brit. J. Rad. **32**, 384, 798～804, 1959.

Wheatley, B. M., J. C. Jones and T. C. Sinclair; A Caesium 137 Beam Therapy Unit I. Physical Aspects. Brit. J. Rad, **33**, 388, 251～257, 1960.

Jones, E. D.; A Caesium 137 Beam Therapy Unit II. Clinical Imperessions. Brit. J. Rad. **33**, 388, 258～260, 1960.

W. S. Eastwood; The Design of Caesium Sources for Teletherapy. Brit. J. Rad. **33**, 388, 243～245, 1960.

B. M. Wheatley; Physical Aspects of the Use of Caesium Fission Products in Teletherapy. Brit. J. Rad. **33**, 388, 246～250, 1960.

Ash, C. L., D. J. Wright and H. E. Johns: The Dual-Purpose Caesium Unit for Radiotherapy. Radiology **76**, 284～286, 1961.

Tachiiri, H. et al.; セシウム 137 ガンマ線治療装置，東芝レビュー，**16**, 2, 128～134, 1961.

〔研究発表〕

楠本五郎，藤田裕子，荒居龍雄；日立製 ^{137}Cs γ 線治療装置について，第 133 回日本医学放射線学会関東部会（1961 年 9 月）

13. 高エネルギー電子線治療の線量—照射期間の関係について

臨床第 4 研究室

北　川　俊　夫

近来急速の進歩を示しつつあるベータトロンよりの高エネルギー電子線は，エネルギーの可変性，急速な深部線量率の低下，軽微なる皮膚反応，均等な線量分布，治療計画の容易性等の長所により，比較的浅在性病巣特に頭頸部悪性腫瘍の治療には，他種の放射線治療を凌駕して必要不可欠の方法となりつつある。

しかしながら，電子線治療の歴史は未だ短く，多くの解決せねばならぬ問題がある。

その一つとして，高エネルギー電子線も一種の放射線として悪性腫瘍の治療に用いられる場合，その与えられるべき至適線量および時間的因子の解決が第一の問題となるのである。

ニューヨーク市，メモリアルセンターにおけるベータトロンは 10 MeV より 24 MeV までの可変性エネルギーを有し，過去 7 年間に約 700 の病例を物理担当者の緊密なる協力のもとに治療し，そのうち約 450 例の頭頸部腫瘍症例を経験し，その治療方針は現在次第に軌道に乗りつつある。

本研究においては，上記頭頸部腫瘍症例 450 例中，下記の条件を満足するもの 108 例をとり出し，線量—照射期間の関係についての傾向を知ろうと試みたものである。

1) 頭頸部に原発の悪性腫瘍に限定。

2) 組織学的に扁平上皮癌に限定。

3) 治療終了後少なくとも 1 年間の臨床的観察の可能であったもの。

なお 1 カ年以内に死亡せる例に対しても，死亡時臨床的，組織学的に照射病巣の状態，すなわち残存腫瘍の有無が明らかであったもの，および病理解剖を受けたものも含まれる。

4) 治療前後 3 カ月以内に他種の治療，すなわち手術，放射線治療，化学療法等を受けた症例は新鮮症例にあらざるため除外した。

なお，すべて再発症例は，組織学的に確認され，リンパ節転移も同じくニードルバィオプスィーにより証明されている。

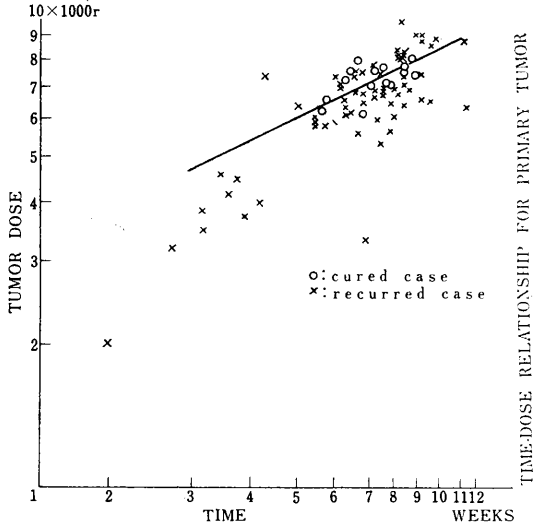
上記材料を用い，本研究においては，研究方針を，原発巣とリンパ節転移のみを別箇に区分し，照射された病

巣の局所治癒のみを対象とした。

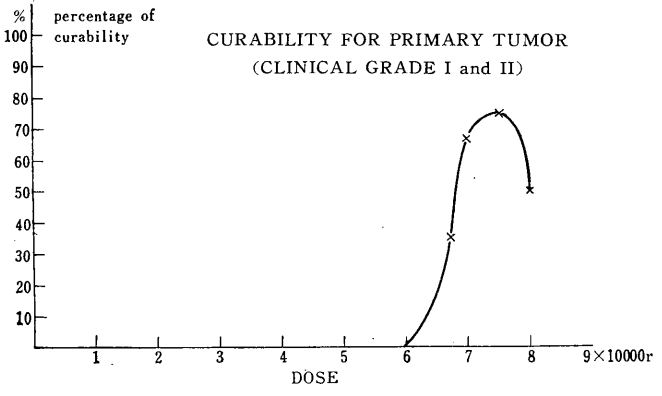
1. 研究結果

（1） まず原発巣のみについて追及すれば，第1図は局所治癒線量と照射期間の関係を示したものであり，縦軸は線量，横軸は照射期間，○印は治癒例，×印は再発例を表わしている。

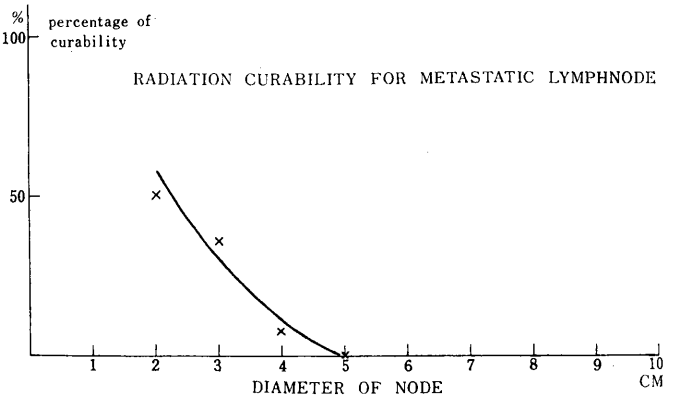
この図の傾向線の表わすところより，7500 r を7週間に与えた場合好結果が得られているのであるが，同時に照射期間の延長により，同線量を与えても治癒例の著明に減少しているのがわかり，時間的因子は，他の放射線治療の場合よりも，幾分微妙であるごとく感ぜられる。



第 1 図



第 2 図



第 3 図

第2図は治癒率と線量の関係を表わしている。縦軸は治癒率，横軸には線量が示されており，線量が増加するにしたがって治癒率は急速に上昇し，7500 r の位置において最上の治癒率を示している。

したがって7500 r を至適線量と推定してよいであろう。

次に線量が8000 r 以上に増加すると，治癒率が反って減少する傾向を示している。これは過去において Paterson が従来のX線を用いて現わした曲線と傾向が似ていることに興味がある。すなわち 8000 r 以上与えねばならぬような，過大に拡がったまたは過大な容積を有する病巣に対しては，その治療の意義が減じてくるのであろう。

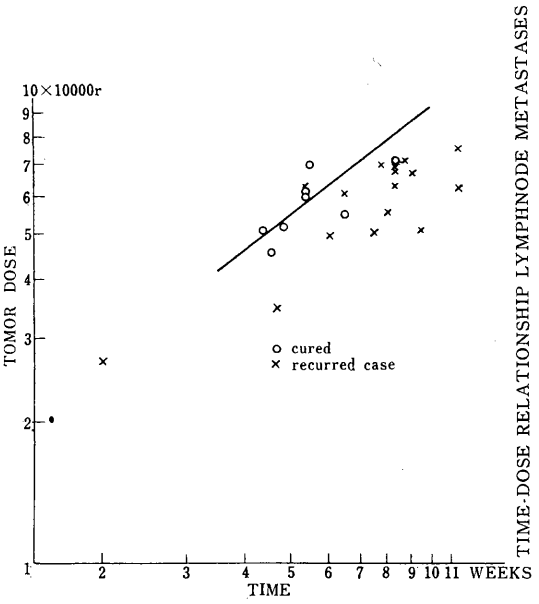
（2） リンパ節転移についての治療効果は臨床経験上その容積に大いに関係があるので，本研究においては，まずその大きさと治癒率の問題を吟味せねばならない。

第3図は，縦軸に治癒率，横軸に転移の直径をその大きさの示表として cm で表わしている。これによればその直径が 3 cm 以上のものでは，治癒率は極めて低く，5 cm 以上のものでは治癒率はゼロである。

したがって 3 cm 以上の直径の転移は，治癒の意味ではその治療価値は低いとみなければならない。

この結果により，3 cm 以下の直径の転移のみを対象としたのが第4図である。

縦軸には線量，横軸には照射期間をしめしている。以前と同じく，その傾向線より考えれば 6000 r を 5.5 週間に与えた場合に好結



第 4 図

果がみられている。

2. 結論ならびに考察

高エネルギー電子線を用いて頭頸部原発の扁平上皮癌を治療するときは，原発巣に対しては 7500 r を 7 週間に，リンパ節転移（直径 3 cm 以下のもの）には 6000 r を 5.5 週間に与えた場合好結果が得られ，7500 r が至適線量と考えられる。なお以上の結果より，電子線を用いれば治癒せしめるに要する十分な線量を，全側頸部に対して与え，しかも深部の重要臓器および皮膚には何ら障碍をきたさないで，頸部リンパ節転移を治療できるのであり，従来の手術のみが適用されていたことに対して，新たな放射線のみで治療できる可能性が現われたことは大きな進歩ではあるまいか。また，第 1 図，第 4 図に示された傾向線の上昇度が，従来の他の報告に比して大であるのは，本研究に用いられた症例数が十分でなかったためか，電子線治療の本質的な問題にあるかは，将来の研究にまつところである。

本研究は著者が，メモリアルセンターに在籍中より行なってきたもので，第 21 回日本医学放射線学会総会において発表し，また Am. J. Roent. に発表の予定である。

文　献

1. Becker, Josef; Strahlentherapie **106**, 85, 1958.
2. Becker, Josef; Str. **101**, 167, 1956.
3. Bode, H. G.; Str. **92**, 563, 1953.
4. Chu, F.; Radiology **75**, 559, 1960.
5. Fuller, J. B.; Am. J. Path. **27**, 675, 1951.
6. Hans R. K.; Str. **113**, 178, 1960.
7. Haruey, R. A.; Proc. 2nd Nat. Ca. Conf. 440, 1952.
8. Haruey, R. A.; Am. J. Roent. **72**, 250, 1954.
9. Haruey, R. A.; Radiol. **56**, 394, 1951.
10. Haruey, R. A.; Radiol. **58**, 23, 1952.
11. Laughlin, J. S.; Radiol. **60**, 165, 1953.
12. Laughlin, J. S.; Radiol. **62**, 845, 1954.
13. Markus, B.; Str. **112**, 213, 1960.
14. Paterson, R.; The treatment of malignantdisease by Radium and X-rays. 1956.
15. Uhlmann, E. M.; Radiol. **73**, 76, 1959.
16. Uhlmann, E. M.; Radiol. **74**, 265, 1960.
17. Zuppinger, A.; Str. **111**, 161, 1960.

14. 深在性悪性腫瘍術後照射の一つの方法
（挿管組織内照射法　第 1 報）

病院部医務課
田　崎　瑛　生
鍋　谷　欣　市
池　田　道　雄
臨床第 4 研究室
北　川　俊　夫

1. 研究目的

外部照射による広範な術後照射は，組織の耐容量が低いため，十分な線量を与えることができず，感受性の高い腫瘍の場合を除いては術後照射がどの程度治療成績を向上せしめているか疑問がある。したがって症例を選択し，手術中に小範囲の腫瘍残存が疑がわれる場合に，小線源による術後強照射を行なうべきであると考え，その手段の考按を試みた。

2. 研究方法

（1） 誘導管（と名づく）の設置

（2） いわゆる afterloading 法の応用

(1), (2) の併用により以下のシリーズを設定した。すなわち症例に応じて，

術前照射

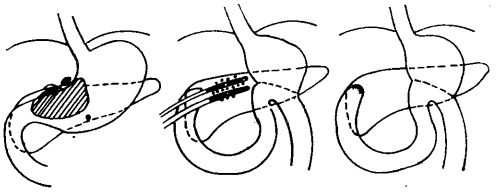
↕ 1～2 週

根治手術兼誘導管設置術（第 1, 2, 3 図）

↕ 約 1 週，諸検査，体力の恢復（適応の決定）

線源管挿入，小線源（線源管に挿入）による強照射

胃癌例

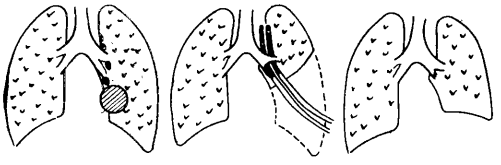


1. 開腹時所見　2. a) 胃切除・廓清 誘導管設置術 b) 約1週間后線源管挿入照射　3. 照射后抜管

第　1　図

胃癌：胃体部癌で開腹時に胃の後壁と膵臓との癒着，腹腔動脈基部のリンパ節腫脹を認め，胃切除リンパ節廓清を行なったのち，癒着のあった膵臓前壁に誘導管を設置し，術後挿管照射を行なっている例のシェーマを示す。

肺癌例

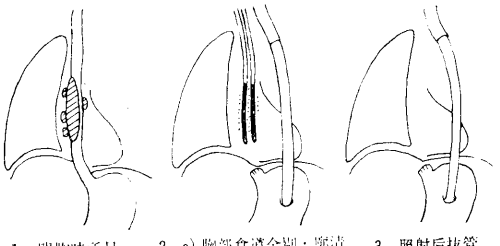


1. 開胸時所見　2. a) 左下肺切除・リンパ節廓清・誘導管設置術 b) 約1週間后線源管挿入照射　3. 照射后抜管

第　2　図

肺癌：開胸時，左下葉 B_6 から出た気管支癌で，左気管側腺の腫脹が認められ，前照射後，左下葉切除リンパ節廓清を行ない，その上部の左気管側腺の micrometastase の残存を予想して，その位置に誘導管を設置して術後挿管照射を行なった例のシェーマを示す。

食道癌例



1. 開胸時所見　2. a) 胸部食道全剔・廓清 誘導管設置術 b) 約1週間后線源管挿入照射　3. 照射后抜管

第　3　図

食道癌：中部食道癌で，前照射後，胸部食道全剔リンパ節廓清を行ない，併せて挿管組織内照射を施行する際のシェーマを示す。

照射終了とともに誘導管，線源管同時抜去

誘導管，線源管には，今回は大小のポリエチレン管を用い，先を封じて先端に pilot metal を付けた。線源管の内先端にコバルトまたはラジウム管を入れ照射を施行した。

現在までにわれわれは，肺癌で肺葉切除を行なったものおよび胃癌で根治手術を行なった症例について，実際にわれわれの方法を用いて術後挿管組織内照射法を施行した。

3．研究結果・考按

（1） 手術中，後照射の必要な部分に正確に誘導管を設置し得る。

（2） afterloading するために，手術中の被曝はまったくなく，さらに線源を保有しない病院でも誘導管の設置が可能である。

（3） 照射は組織検査の結果，一般状態の恢復をまって行なうことができる。

（4） 線源挿入時の術者の被曝線量は，いままでに較べるとほとんど無視し得る。

（5） 現在までに肺癌4例，胃癌4例に本法を実施したが，挿管自体による障碍は認められない。

（6） 動物において大血管，気管等の本法による小線源密着照射時の耐容線量を検討中である。したがって臨床例についても投与の至適線量については結論を得ていない。

（7） この方法は，深在性悪性腫瘍を Radiocurability の要因の一つであるといわれる Accessible tumor とすることが可能である。

〔研究報告〕

田崎瑛生，鍋谷欣市，池田道雄，北川俊夫；深在性悪性腫瘍術後照射の一つの方法（挿管組織内照射法　第1報），第21回日本医学放射線学会総会（1962年4月）

15. 頸部リンパ節結核に対して強力にX線照射後発生せると思われる下咽頭癌の4例について

病院部医務課
田崎瑛生
鍋谷欣市
池田道雄
五味　誠[1)]
弥富晃一[1)]
臨床第4研究室
楠本五郎
[1)] 東京都立広尾病院放射線科

X線の外面照射で深部組織に悪性腫瘍を発生したと記載される例は，或る程度解剖学的関係位置により好発し，かつ下咽頭もそのうちに含まれると考えられる(Goolden, A. G. W.)。われわれは最近，頸部リンパ節結核に強力にX線治療を行ない，それぞれ約30年後に発生した下咽頭癌の4例を経験したので報告する。

（1） 4症例とも半年ないし数年間の照射を受け，照射部位の皮膚に照射性線維化，毛細血管拡張が認められた。

（2） 4症例とも照射部に含まれる下咽頭に腫瘍を生じ，その組織像は扁平上皮癌であった。

（3） 腫瘍発生までに照射後それぞれ30年前後の経過があった。

（4） 4症例とも女性であった。

〔研究発表〕

田崎瑛生，尾立新一郎，鍋谷欣市，池田道雄，楠本五郎，五味　誠，弥富晃一；頸部リンパ節結核に対し強力にX線照射後発生せると思われる下咽頭癌の3例について，第20回日本癌学会総会（1961年10月）

症例	氏名	年令	性	照射目的	照射回数	発生迄の期間	発生部位	組織診断
1	石○佐○	49	♀	頸腺結核	100回以上/3年	37年	Postcricoid	扁平上皮癌
2	本○　順	57	♀	〃	1～2回/週 約100回	40年	Postcricoid	扁平上皮癌
3	仁○脇○子	50	♀	〃	1回/週 40～50回	34年	食道入口部	扁平上皮癌
4	田○と○	39	♀	〃	2回/週 約50回	30年	下咽頭後壁	扁平上皮癌

XI 放射能調査

概　　況

昭和36年度放射能調査は前年度に引続き，次の各号について，原子力委員会の計画にもとづいて行なった。

1. 人骨中の ^{90}Sr
2. 人尿中の ^{137}Cs
3. 環境中の ^{3}H, ^{14}C
4. 野菜中の ^{90}Sr, ^{137}Cs
5. アイソトープ利用施設の廃水

これに要する経費として，放射能測定費11,695千円の予算が認められた。

技術部放射能検査課は発足直後であったため，分析は主として環境衛生研究部，化学研究部において従前どおり実施することとなり，放射能検査課は職員の研修に専念した。

9月にはいって，ソ連の核爆発実験が行なわれてから，放射能調査は一段と強化されることになり，多数の試料の分析が要求された。すなわち，前記平年度の調査業務は繰上げて11月中に実施し，12月からは予備費の支出をえて次の各号を追加して行なうことになった。

1. 飲料水中の ^{90}Sr, ^{137}Cs および短半減期の核種
2. 野菜中の ^{90}Sr, ^{137}Cs および短半減期の核種
3. 牛乳中の ^{90}Sr, ^{137}Cs
4. フォールアウトの調査

この調査に認められた放射能測定費は12,819千円である。

このように急激に多数の試料の分析が必要となったため，11月から放射能調査委員会（委員長，渡辺環境衛生研究部長）を設け，放射能検査課を中心に，物理，化学，環境衛生各研究部が応援して実施された。

測定の結果は放射能対策本部に報告され，放射能対策上の重要な資料として用いられている。発表は同本部から毎月発表されているが，研究所からの直接の発表は，一般に対して不必要な不安を招くおそれがあるので差控えている。

1. 人骨中の ^{90}Sr の測定

人骨の放射能調査として，前年度に引き続き人骨中に含まれる ^{90}Sr の定量を行なった。

(1) 試　料

試料は東京，大阪，京都，新潟より肋骨を主として452検体の人骨を採集したが，そのうち131の試料につき分析結果を得た。その内訳は次のとおりである。

年令層	採取試料数	分析試料数
新生児	10	
0～4才	22	11
5～20才	100	51
21才以上	320	69
計	452	131

この調査の目的には採取地あるいは各年令層について平均したサンプリングが必要であるがその目標に達していない。サンプリング法に問題を残すと考えられる。

分析結果は，さらに多くの試料につき得られる予定であるが，ここには東京で得た試料の測定結果のみ報告する。

(2) 分析および計測

^{90}Sr の分析は前年どおり発煙硝酸分離法により，また，計測も同じく低バックグラウンドカウンターを用いた。一方，人骨中天然 Sr の含量については本年報環境衛生研究部の項の「炎光分析による人骨中 Sr の定量」（164頁参照）に述べた方法により測定を行なった。

(3) 測定結果

測定結果を第1～3表に示す。試料は各年令別に分け，天然 Sr の含量は Ca 含量との比の1,000倍の値をもって表わし，^{90}Sr の量は Ca 1 g 当りのマイクロマイクロキュリー数（すなわちストロンチウム単位）をもって表わしてある。なお，第3表の試料は，いずれも数個体を合併して分析したものである。（環境衛生第4研

第　1　表

年　令	Sr/Ca×10³	S. U. ± s. d.	年　令	Sr/Ca×10³	S. U. ± s. d.	年　令	Sr/Ca×10³	S. U. ± s. d.
1カ月	0.07	1.38 ± 0.08	11	0.15	1.29 ± 0.09	16		1.06 ± 0.10
4 〃	0.19	1.47 ± 0.24	11	0.44	2.21 ± 0.09	16		1.07 ± 0.13
1 年	0.33	0.22 ± 0.02	11		3.64 ± 0.52	16		1.95 ± 0.11
1		2.45 ± 0.09	13	0.19	1.06 ± 0.06	17	0.25	0.37 ± 0.03
2	0.25	1.06 ± 0.08	13	0.37	1.03 ± 0.10	17	0.20	0.86 ± 0.05
2		2.15 ± 0.09	13	0.27	0.82 ± 0.03	17	0.37	0.55 ± 0.03
3		1.36 ± 0.04	13	0.28	0.77 ± 0.03	17	0.06	1.07 ± 0.06
4	0.24	1.31 ± 0.11	13	0.06	1.33 ± 0.05	17	0.16	2.08 ± 0.08
5	0.09	1.22 ± 0.05	13		1.59 ± 0.14	18	0.26	0.85 ± 0.07
5		2.07 ± 0.20	14	0.16	0.32 ± 0.02	18	0.14	0.58 ± 0.04
5		1.98 ± 0.14	15	0.49	1.58 ± 0.11	18		3.22 ± 0.18
6	0.43	1.26 ± 0.03	15	0.45	0.84 ± 0.03	18		2.20 ± 0.26
6	0.23	1.31 ± 0.03	15	0.18	0.82 ± 0.04	19	0.06	0.33 ± 0.01
8	0.09	1.12 ± 0.05	15	0.07	0.50 ± 0.02	20	0.52	0.48 ± 0.02
8	0.16	2.29 ± 0.12	15		2.60 ± 0.24	20	0.06	0.64 ± 0.03
9	0.16	0.93 ± 0.08	16	0.22	1.53 ± 0.06	20		0.48 ± 0.02
9	0.13	0.74 ± 0.03	16	0.43	0.92 ± 0.05	20		1.91 ± 0.14
10	0.15	0.70 ± 0.03	16	0.20	1.37 ± 0.05	20		0.82 ± 0.08
10	0.16	3.18 ± 0.12	16	0.07	1.23 ± 0.04	20		0.74 ± 0.05
10		1.19 ± 0.16	16	0.08	2.26 ± 0.04			

第　2　表

年　令	Sr/Ca×10³	S. U. ± s. d.	年　令	Sr/Ca×10³	S. U. ± s. d.	年　令	Sr/Ca×10³	S. U. ± s. d.
21	0.43	0.63 ± 0.03	25		0.81 ± 0.09	35	0.32	0.71 ± 0.03
23		1.25 ± 0.13	25		1.06 ± 0.01	39		0.44 ± 0.02
23		0.79 ± 0.08	26		0.52 ± 0.06	39	0.21	0.19 ± 0.01
24		0.71 ± 0.07	27		0.83 ± 0.10	40	0.08	0.11 ± 0.01
24		0.74 ± 0.09	27		1.34 ± 0.15	44	0.12	0.32 ± 0.02
24		1.14 ± 0.11	28		0.43 ± 0.09	48	0.19	0.32 ± 0.02
24		1.15 ± 0.11	28		2.34 ± 0.34	54	0.34	0.34 ± 0.02
25	0.47	0.60 ± 0.02	28		0.64 ± 0.07	60	0.11	0.48 ± 0.02
25		1.20 ± 0.13	28		0.43 ± 0.05	61	0.07	0.39 ± 0.02
25		1.37 ± 0.14	28		0.76 ± 0.08	65	0.33	0.22 ± 0.02
25		0.62 ± 0.07	28		0.64 ± 0.07	65	0.08	0.59 ± 0.02
25		0.90 ± 0.09	29		0.92 ± 0.09	66	0.56	0.45 ± 0.02
25		0.81 ± 0.09	29		1.09 ± 0.14	81	0.08	0.21 ± 0.01

第 3 表

年 令	個体数	S. U. ± s. d.	年 令	個体数	S. U. ± s. d.	年 令	個体数	S. U. ± s. d.
31～40	3	0.38 ± 0.04	51～60	2	0.31 ± 0.02	61～70	6	1.02 ± 0.06
〃	2	0.09 ± 0.01	〃	7	0.62 ± 0.02	〃	6	0.50 ± 0.06
〃	3	0.99 ± 0.06	〃	7	0.67 ± 0.07	〃	5	0.55 ± 0.06
〃	3	0.26 ± 0.03	61～70	5	0.37 ± 0.03	71～80	6	0.28 ± 0.03
〃	2	0.66 ± 0.07	〃	5	0.38 ± 0.03	〃	3	0.62 ± 0.02
41～50	5	0.35 ± 0.03	〃	5	0.47 ± 0.03	〃	5	0.59 ± 0.06
〃	4	0.59 ± 0.02	〃	5	0.43 ± 0.02	〃	4	0.47 ± 0.05
〃	4	0.47 ± 0.05	〃	2	0.51 ± 0.02	81～90	3	0.52 ± 0.05
51～60	5	0.45 ± 0.04	〃	5	0.36 ± 0.03	〃	2	0.52 ± 0.08
〃	5	0.26 ± 0.02	〃	4	0.73 ± 0.03			

究室担当）

2. 人尿中の ^{137}Cs の調査

前年度に引続き，石川，大阪両地区について，2回づつ調査した。分析法，測定結果，考察については化学研究部の項（73頁参照）に詳細に報告する。

（化学第3研究室担当）

3. 生物環境中の ^{14}C, ^{3}H 中の調査

(1) ^{14}C, ^{3}H の放射能調査は他の ^{90}Sr, ^{137}Cs の場合とことなり，測定法が確立していないので，まずこの点を解決する必要がある。しかも放射能調査の対象となる ^{14}C, ^{3}H は極めて微量な放射能で，これに適当する測定法として (1) Liquid scintillation counting, (2) Proportional counting, (3) Ion chamber-bibrating reed electrometer が考えられるが，それぞれ測定試料の化学形に限界がある。任意の試料を一方法に限定して測定することは学問的には興味があるが，多数の試料を取扱う調査研究において，手数のかからない効率よき方法をえらぶ必要がある。本年は，(1), (2) について検討した。

(2) 前年度において，Liqnid scintillation counter の測定法，試料の選定，調製，化学形の検討等基礎的データの開発につとめた。これらの実験データより，さらに発展させようと計画したが，次のごとき障害が生じた。すなわち，(1) 現実に測定試料となりうる化学形は芳香族炭化水素（ベンゾール，トルオール，テルペン油類）か低級アルコール（メタノール，エタノール）に限定される。(2) これらの地域別，年代別の原料の入手難，換言すれば試料の保存はきわめて稀れで，あっても量的は不足である。(3) 対照となる Dead carbon 試料がない。たとえば，前年より開始した Thymol の地域的あるいは年代的考察を補足する意味で，厚生省衛生試験所薬用植物栽培試験場，武田薬品工業京都試験農園および同研究所，高砂香料，小川香料等に試料の存否を照会したが，あっても年代不明，輸入品，産地不明，量不足等結局目的を達せなかった。エタノールはわが国は醗酵製品で，Blanc test の対照となりえないが，外国では過半は石油化学製品たる Dead carbon 性である。しかし専売法のため輸入できない。そこで迂遠であるが，石油 Cracking 製品たる Ethylene oxide を還元して合成した。

新試料として Menthol, Lemongrass 油等を入手，これより最適化学形に誘導することを研究中である。

(3) 前年より引続き，毎月一回空気中の炭酸を捕集してきたが，ソ連の核爆発実験開始以降は毎週週初の3日間に捕集することとし強化した。

この測定は当初 Liquid scintillation counter による方法を考えていたが，CO_2 を $MgCO_3 \rightarrow MgC_2 \rightarrow C_2H_2$ と Acetylene に誘導し，Lowback counter として定評ある M. B. L. E. Proportional counter を用うることに変更した。（装置については総合研究課題の ^{14}C, ^{3}H の測定の部参照）

(4) やまじそ中の Thymol を methyl ester に誘導した試料およびブドー酒中のアルコール試料について ^{14}C 濃度を Liquid scintillation counter で測定したが，その年代変化は次のとおりである。

	^{14}C 濃度 Thymol dpm/g Carbon	Alcohol cpm/g Carbon
戦前	13.62 ± 0.13	
1952		7,073 ± 0.076
1953		7,008 ± 0.078
1954	14.05 ± 0.14	7,032 ± 0.076
1955		7,594 ± 0.076
1956	13.28 ± 0.13	7.225 ± 0.076
1957	15.84 ± 0.14	8,052 ± 0.078
1958	15.16 ± 0.14	8,648 ± 0.078
1959	16.82 ± 0.15	9.108 ± 0.081
1960	17.21 ± 0.15	
1961	17.49 ± 0.15	

（環境衛生第1研究室担当）

4. 野菜の放射能調査

わが国の食生活においては，はなはだ多種類の野菜類をせっ取しており，これらは核爆発実験によるフォールアウトによって放射性汚染を受け易いものである。今年度は全国各地で生産されている葉菜類および根菜類（10月のみ）について，1961年5～6月試料，10月，1962年1月，3月の試料にて ^{89}Sr，^{90}Sr，^{137}Cs 濃度を分析測定した。また，1961年秋のソビエット大型核実験の行なわれたことの影響にて短寿命核種による直接汚染も生じたので，10月以降毎月 ^{140}Ba，^{95}Zr，^{103}Ru の濃度をもγスペクトロメトリーによって測定を行なった。

^{140}Ba は12月以後検出されなくなり，^{103}Ru は10月頃 ^{95}Zr と同程度であったが，12月，1月には ^{95}Zr に対して数分の1に減少している。^{95}Zr は1962年2月，3月になって，数 mμc/kg（生）のレベルを続けている。

^{90}Sr，^{137}Cs 濃度は1961年5～6月試料はフォールアウト降下率の低い時期で，土壌からせっ取されたものが大きく関係していると考えられるのに対し，1961年秋以後1962年初に至ると，降下率の上昇とともに，直接，雨，チリによる汚染が加わって，1961年春のものより汚染度の高いものがしばしばみられるようになった。くわしいデータは未発表である。

（環境衛生第3研究室担当）

5. 飲料水中の ^{90}Sr，^{137}Cs

飲料水の分析は，11月分は平年度計画の繰上げ実施の分として，12月以降のものは予備費による実施で行なった。多数の試料の処理を能率的に行なうことを目標としたものであるが，約100日間に300余検体を処理することはかなり苦しいものであった。また，これに使用された検体は延べ23トンに及ぶもので，この分析に協力した地方衛生研究所の作業も相当困難であったものと考えられる。

第1図　飲料水，食品の調査網

写真1　倉庫の試料水

(1)　11月分の飲料水の分析

試料の種類

上水（水道水取入口で採取した浄水以前のもの）13検体

天水　13検体

計　26 検体

試料採取地

北海道，宮城，茨城，東京，愛知，福井，京都，岡山，鳥取，福岡，鹿児島

採取者

各都道府県衛生研究所

試料の量

上水　100 l

天水　2～20 l

分析した核種

上水，^{90}Sr，^{89}Sr，^{137}Cs の化学分析

天水，^{90}Sr，^{89}Sr，^{137}Cs，^{95}Zr，^{140}Ba，^{103}Ru 等の化学分析，機器分析

分析方法

Ca，Fe を加え沈殿法により濃縮し，Fe-フラクションより ^{95}Zr，^{103}Rn 等の希土類を分析し，Ca-フラクションから Sr，Ba を分離して測定した。（II総合課題 4. 緊急時対策に関する研究（20 頁参照））

測定結果

上水	^{90}Sr	0.01 ～ 0.19 $\mu\mu c/l$
	^{89}Sr	0.02 ～ 1.54 $\mu\mu c/l$
	^{137}Cs	0.01 ～ 0.08 $\mu\mu c/l$
天水	^{90}Sr	0.5 ～ 2.8 $\mu\mu c/l$
	^{89}Sr	5.5 ～ 588 $\mu\mu c/l$
	^{137}Cs	3.2 ～ 0.1 $\mu\mu c/l$
	^{95}Zr	— ～ 87 $\mu\mu c/l$
	^{103}Ru	— ～ 330 $\mu\mu c/l$
	^{140}Ba	— ～ 351 $\mu\mu c/l$
	RE	1 ～ 9 $\mu\mu c/l$

（物理，化学，環境衛生研究部，技術部放射能検査課担当）

(2)　12 月分以降の試料の分析

試料の種類

上水　104 検体

天水　104 検体

井水　104 検体

試料採取地

札幌，稚内，帯広，青森，秋田，宮城，新潟，茨城埼玉，東京，神奈川，静岡，愛知，京都，大阪，和歌山，兵庫，鳥取，岡山，広島，高知，福岡，長崎鹿児島

採取者

各都道府県衛生研究所

試料の量

上水　100 l

天水　2～10 l

井水　100 l

ただし，イオン交換処理後，送付することを希望する県については，緊急時対策についての研究について設計されたカラム（II. 総合課題 20 頁参照）をそのまま使用した。

分析した核種

上水，天水，井水とも ^{90}Sr，^{89}Sr，^{137}Cs

分析方法

イオン交換樹脂からの溶離は，はじめにシュウ酸により Fe 等を除去し，次の塩酸溶出液を中和し，以下 "科学技術庁放射性ストロンチウム分析法（海水の分析）" により分析した。

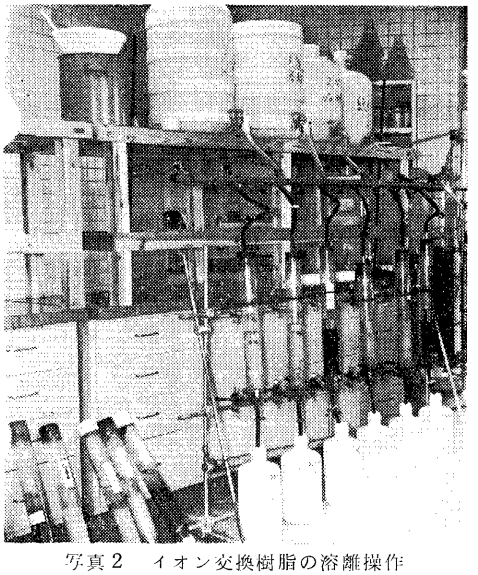


写真 2　イオン交換樹脂の溶離操作

測定結果

		12 月～1 月	2 月～3 月
上水	^{90}Sr	0.01 ～ 0.41 $\mu\mu c/l$	0.02 ～ 0.55 $\mu\mu c/l$
	^{89}Sr	0.03 ～ 16.6 $\mu\mu c/l$	0.00 ～ 11.0 $\mu\mu c/l$
天水		12 月～1 月	2 月～3 月
	^{90}Sr	0.3 ～ 37.8 $\mu\mu c/l$	0.00 ～ 23.0 $\mu\mu c/l$
	^{89}Sr	0.3 ～ 2157 $\mu\mu c/l$	0.00 ～ 309 $\mu\mu c/l$
井水		12 月～1 月	2 月～1 月
	^{90}Sr	0.00 ～ 0.13 $\mu\mu c/l$	0.00 ～ 0.15 $\mu\mu c/l$
	^{89}Sr	0.00 ～ 0.96 $\mu\mu c/l$	0.00 ～ 0.89 $\mu\mu c/l$

試料水の条件は，各検体毎に異なっていて，地方別の差や時間的な差よりも，降雨の状況，河川の大小，天水槽の大小，井戸の深さなどによる差が大きくみられる。

天水は地方衛生研究所で試料の採取が困難のため，雨水を貯えて送ってきた所が半数を占めている。実際に飲用されているもので最大の値を示したものは，

^{90}Sr　3.9 $\mu\mu$c/l　　^{89}Sr 90 $\mu\mu$c/l

にすぎない。　　（技術部放射能検査担当課）

6. 野菜，牛乳中の ^{90}Sr，^{137}Cs

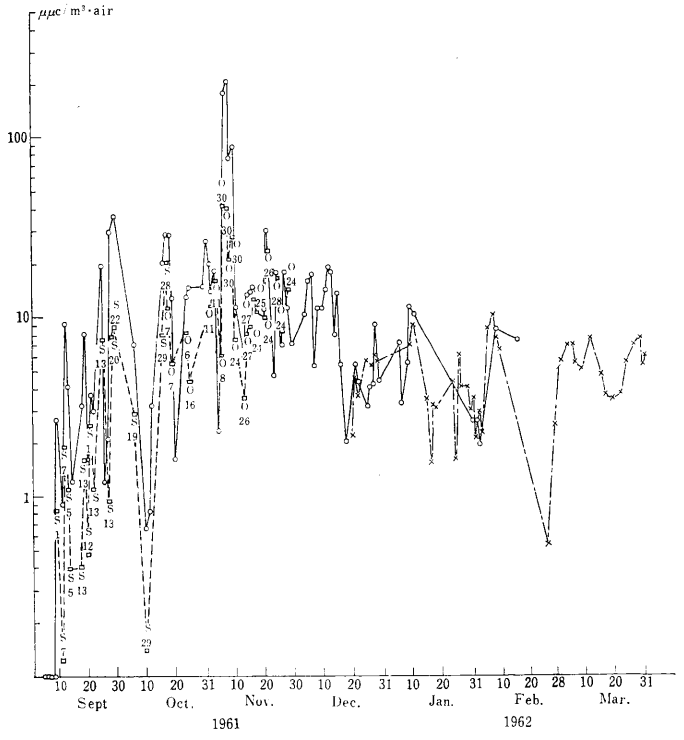
野菜の一部と牛乳については，社団法人分析化学研究所に分析を委託した。

試料の種類

野菜　40 検体

牛乳　52 検体

試料採取地



第 1 図　放射能の日変化

——○——　電気集塵器の計数値

——●——

……□……　起爆後 1 カ月の推定計数値

—·—×—·—　ミリポア AA フィルターの計数値

O 1，S 1 等は推定起爆日（O は 10 月，S は 9 月，数字は日付を示す）

前記 24 都道府県

採取者

都道府県衛生研究所

試料の量

野菜　3 kg

牛乳　3 l

測定結果

野菜	12 月	1 月	2 月
^{90}Sr	10～176 $\mu\mu$c/kg	2.6～320 $\mu\mu$c/kg	7～231 $\mu\mu$c/kg
^{137}Cs	27～127 $\mu\mu$c/kg	8～112 $\mu\mu$c/kg	9～164 $\mu\mu$c/kg
牛乳	12 月	1 月	2 月
^{90}Sr	4.0～7.7 $\mu\mu$c/l	1.6～7.2 $\mu\mu$c/l	2.1～9.6 $\mu\mu$c/l
^{137}Cs	19～48 $\mu\mu$c/l	18～189 $\mu\mu$c/l	18～61 $\mu\mu$c/l

7. 放射性浮游塵の観測報告

1961 年 9 月から行なわれたソ連の核実験による大気中の放射性浮遊塵の放射能の調査を，同年 9 月 5 日から行なっている。1962 年 3 月末日までに調べられたことを簡単に報告する。

用いた集塵装置は，主に平行板型電気集塵器で，そのほか東洋濾紙，ミリポア・フィルター，メンブラン・フィルターを用いた。これらの装置については本年報中の「各種の集塵装置の放射性浮遊塵に対する効率の測定について」（154 頁）を参照されたい。

得られた試料を GM 計数装置でグロスカウントを測り，かつその減衰曲線によく知られた，

$$I = I_0 t^{-1.2}$$

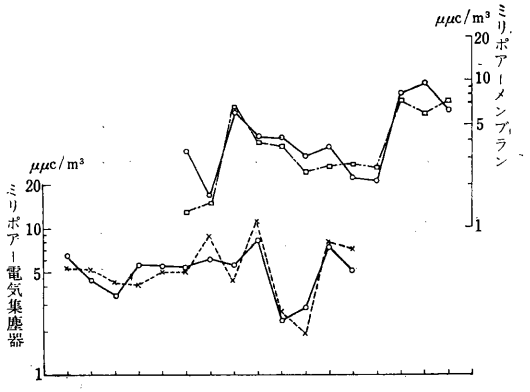
の式をあてはめて起爆日を推定した。

大気中の含有放射能の推定は，理研 GM カウンター，神戸工業 GM カウンターの測定効率を，それぞれ 15%，4% として行なった。これは ^{137}Cs 標準線源に対する効率よりやや小さくとってある。

また，集塵装置の集塵効率は，前記論文に示したようにとってある。

第 1 図に，放射能の日変化を示した。これは，集塵日の 10 時から 16 時まで集塵したものである。また，推定起爆日も示した。図中●印は起爆日を推定したもの，○印は推定しなかったものを表わす。□印は，減衰曲線から求めた起爆後 1 カ月に相当する放射能を示

し，これは蓄積量に関係すると考えてよい。また，×印はミリポア AA フィルターによる測定値である。第2図に，同一時間集塵した，ミリポア対電気集塵器，ミリポア対メンブランの相関を示した。横軸は任意である。両者とも比較的よい一致を示している。

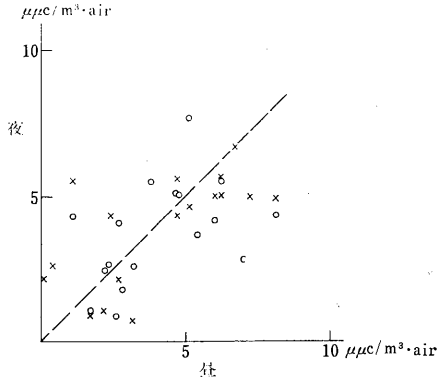


第2図　集塵装置の相関

——○——　ミリポア

……×……　電気集塵器

- - -□- - -　メンブラン

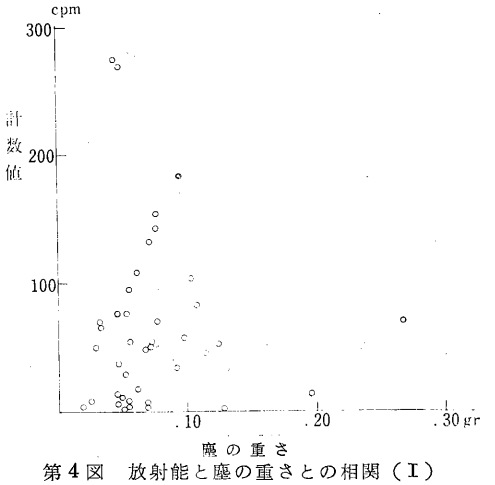


第3図　昼・夜の相関

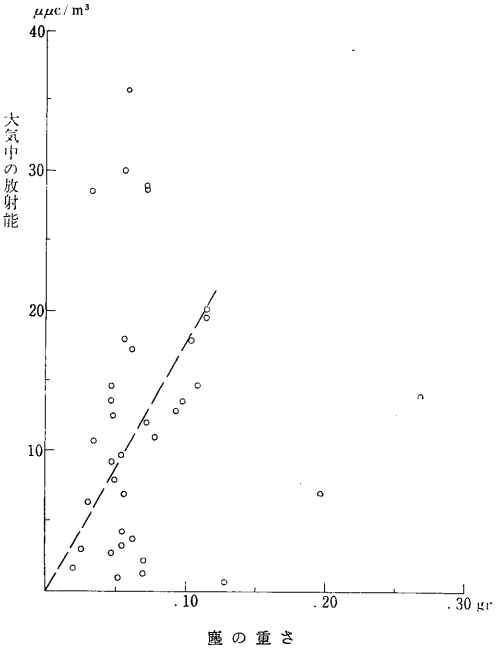
○　昼→夜，×夜→昼

第3図に，昼対夜の放射能の相関を示した。夜とは17時から翌日10時まで集塵したものを指す。図で○印は昼対夜，×印は夜対翌日の昼の相関を示している。いずれの場合も特に一方が大きい傾向はみられない。

第4図に集められた塵の重さと前述の1カ月後の推定放射能との相関を示した。両者に相関はみられない。一方，第5図に示したように，上と同じ試料について集塵翌日の測定量と重さとの相関をみると，やや比例する関係がみられる。このことは，大気中の放射性浮遊塵の放射能は，どちらかといえば，起爆日によらず，集塵時の



第4図　放射能と塵の重さとの相関（I）



第5図　放射能と塵の重さとの相関（II）

浮遊塵に比例する傾向を示すといえる。

なお，γ 線スペクトル分析を行なったが，特に著しい結果は得られなかったので省略する。

以上述べたことから，

1)　放射能の現在のレベルは，大気 1 m³ 当りほぼ 10 μμc である，

2)　10月30日に行なわれた50メガトンの核実験による影響は11月初旬に大きかったが，比較的減衰がはやく，特に大きな影響はみられない，

3) 用いる集塵装置によって多少のばらつきはあるが，放射性浮遊塵の放射能を知る目的にはどれも有用である，

4) 昼・夜どちらかに特に高い放射能が示されることはない，

ことがわかった。　　（環境衛生第２研究室担当）

XII 技　術　部

1. 技術業務

昭和36年度においては，前年度より試作中のヒューマンカウンタ，ならびにベータトロンがほぼ完成するにいたったので据付けを完了，昭和37年度より実験を行なう予定である。また，本年度12月には実験動物棟の完成をみたので，これと従来の実験動物室とにおいて繁殖，供給を行なっている。2月にはバンデグラフ棟の完成とともに，バンデグラフ加速器の据付けを開始し，昭和37年度より基礎実験を行なう予定である。なお，本年度，水生昆虫動物棟，リニアック棟の設計を終り，建設中である。

研究棟共同実験室にあっては，本年度，質量分析器，電子スピン共鳴吸収装置，スピンコE型超遠心器，ウルトラフォト万能顕微鏡を整備した。

従来より運用されているX線照射棟，第1，第2γ線照射棟，中性子線照射棟，病院付属棟にあっては，前年度に引きつづき機器の整備が行なわれているが，X線棟にあっては照射実験の頻度の増加ならびに連続実験中の機器の故障のための中断に対処するため，従来より使用している250 kVp，X線装置と同一のX線装置をさらに1台整備し，実験の万全をはかった。

変電所，ボイラー，機械室の運用は，従来どおり行なっているが，本年度初めに自家発電機の完成をみ，停電の絶無を期している。

本年度，技術課にてX線照射棟，第1，第2γ線照射棟，中性子線照射棟にて取扱った実験件数は下記のとおりである。

X線照射棟	892件（654）
第1，第2γ線照射棟	405件（141）
中性子線照射棟	55件（ 33）

括弧内は前年度件数

技術課飼育栽培係において各研究部に供給した動物は下記のとおりである。

マウス	3,867（3,000）
ラット	1,062（ 910）
モルモット	72（ 160）
ウサギ	227（ 50）

括弧内は前年度供給数

2. 放射線安全業務

36年度においては，旧来の保健安全課の名称も放射線安全課と改まり，病院部の新設もあって，放射線施設は整備拡張され研究員の増加とともに放射線安全管理の範囲も広がり，複雑化してきたため，所内の放射線安全管理の強化を図る目的で，放射線障害の予防に関する所内最高審議機関として放射線安全会議が設けられ，所内における放射線障害防止の万全を期した。

（1） 所内放射線安全管理各規定の施行について

放射線安全会議において，安全管理の基本をなす放医研放射線障害予防規定が審議され，7月1日に所長達として施行され，安全管理の指針が示された。障害防止法では，各使用機関毎に施設および使用内容の実情に則した障害防止の対策に関する具体的事項を定めた放射線障害予防規定を作成して，放射線の安全管理を行なうよう規定しており，したがって放医研障害予防規定は，所内における放射線の取扱いに関する基本線を示し，関係者の放射線障害の発生の防止を目的とし，所員および研究生，ならびに研修生がこの規定による規制を受けている。

次いで，障害予防規定の実施に当って必要な細則の作成のため，問題毎に専門委員会を設け，原案の検討を重ねた結果，関連規定の大半の施行をみるにいたった。

36年度内に施行された規定および心得ならびに今後施行予定のものを示すと次のようになる。

放医研放射線障害予防規定（36年7月施行）

・放射線安全会議の組織および運営に関する規定（36年7月施行）

会議の組織，議長の指名，任期，専門委員会の設置等を規定している。

・管理区域に関する規定（37年2月施行）

管理区域の設定基準，管理区域の指定，管理区域毎の放射線安全管理者の任命，放射線安全管理者の任務等を規定している。

・管理区域立入りに関する心得（37年2月施行）

所員，研究生，研修生等が管理区域に立入る場合の手続き，遵守事項を規定している。

・部外者の管理区域立入りに関する規定（36年11月施行）

見学者，工事関係者，患者見舞人等が管理区域に立入る場合の手続き，遵守事項を規定している。

・放射線作業心得（37年度施行予定）

非密封 RI，密封 RI，放射線照射装置，X線および放射線発生装置等を使用する場合の取扱いの具体的基準を規定する予定で，現在安全取扱専門委員会で原案作成中。

・病院部安全取扱規定（37年度施行予定）

診療行為における非密封 RI，密封 RI，放射線照射装置，X線および放射線発生装置の取扱いの具体的基準を規定する予定で，現在病院部安全取扱基準専門委員会で原案作成中。

・健康診断実施要綱（36年11月施行）

放射線作業に従事する者の健康診断の時期，診断項目等を規定している。

・緊急時の措置に関する規定（37年度施行予定）

・緊急作業要領（37年度施行予定）

放射線施設の事故時における措置を具体的に規定するもので，緊急事故対策専門委員会で原案の作成を終り，放射線安全会議の議を経て所内防災計画との調整を行なっている。

（2） 放射線安全管理

RI 棟の整備とともに RI 棟における研究も活発に行なわれ，廃棄物処理棟施設も整備された。一方病院棟の開設とともに，放射線施設も拡大し，RI 棟，X線照射棟，第1γ線照射棟，第2γ線照射棟，中性子線照射棟，廃棄物処理棟，病院棟 RI 診療センター，病院附属照射棟およびバンデグラフ棟と9棟となり，ベータトロンおよびバンデグラフも調整段階に入り，放射線管理業務も急速に増大してきた。さらに37年度における α 線実験棟およびリニア・アクセラレーターの新設に伴なう管理体制の万全を期するため管理用機器の整備を始めた。

これら放射線施設内に出入りする者についての個人管理も，その体制は一応整えられ，従来所外に依頼していたフィルムバッジの現像，線量測定も所内において一貫サービスを開始した。

36年度中，延3,400名についてフィルムバッジサービスを行なったが，許容線量以上の被曝者は生じなかった。

また健康診断実施要綱にもとづいた，血液検査を対象者180名に対し実施し，健康管理を行なっている。

なお，37年度においてフィルムバッジと併せてガラス線量計による管理をも計画し，現在その準備中である。

XIII 養　成　訓　練　業　務

1. 概　　況

本年度の養成訓練業務は第4回および第5回放射線防護コース，放射線防護国際コース（International Training Course in Radiation Health and Safety）ならびに第1回放射線利用医学短期コースの計4コースを次のように行なった。当初の予定では放射線防護管理業務コースが行なわれる筈であったが，国際コースが当研究所において開催されることになったので，これに切替えたものである。

放射線防護コース

第4回　昭和36年 5月 8日より
　　7月 1日まで

第5回　昭和36年 7月10日より
　　9月 1日まで

放射線防護国際コース

昭和36年10月24日より
　　11月21日まで

（関西見学）11月22日より
　　11月26日まで

放射線利用医学短期コース

第1回　昭和37年 2月12日より
　　3月24日まで

応募状況

4コースを通じて応募者総数168名うち82名が受講決定，平均2倍強の応募者があり，前回どおり選考委員会を開催し厳正な選考を行なった。

コース別	応募者数	受講者数
第4回放射線防護コース	71 名	30 名
第5回　〃　　〃	58 〃	30 〃
放射線防護国際コース	14 〃	6 〃
	（ほかに外国人	16〃）
第1回放射線利用医学短期コース	25 〃	16 〃

受講者の所属機関および専攻学科別分類は付録第4表（付録271頁参照）のとおりである。

（1） 放射線防護コースは本年度までで通計5回を数え，150名の研修生を送りだした。本年度は第3回までの経験を省みてカリキュラムの編成などの改善に努力し，内容の充実を計った。国際コース開催時期の関係で，2回連続して行なったが，多数の応募者があり，幸い落伍者もなく全課程は順調に終了した。研修効果を確実にするために“Health physics の分野”をテーマとし，研修生を専門別に大別して，それぞれの問題をとりあげてセミナーを行なったことは極めて有意義であった。

（2） 放射線防護国際コースは，別に詳述するとおり，アジアおよび西太平洋地域の13カ国より選ばれた16名と，日本人6名を加えた22名に対して，WHO, IAEAと日本政府との共催で実施された。参加者の言語や国情がそれぞれ異なり，全コースが英語で行なわれたために終始緊張の連続であった。派遣された4名の米国人講師，実習担当の研究部職員，その他の関係者の努力により，良好な成果を得たと確信する。

（3） 放射線利用医学短期コースは本年度より新たに加えられたコースで，放射線および放射性同位元素を臨床上応用しているものに対して必要な基礎理論と技術とを与えるとともに，防護に必要な事項について研修する目的をもって実施された。対象は臨床の医師および歯科医師で，募集人員は16名とした。本コースにおいて特に留意したのは実習時間を多くして基礎的な内容を広範に習得し得るよう配慮し，放射線測定法の実習を重点的に行なったことである。研修に必要な施設と教材，機器類の不備，適当な実験室の不足などによって成果を十分にあげ得ないのではないかと懸念されたが，これらを克服し得た理由の一つは，研修人員を16名として指導を適切に行ない得るよう試み，成功をみたことにあると考える。

以上のごとく養成訓練業務は内容，種類ともに充実しつつあるが，なお理想には程遠いものがある。その最大の理由は実習に必要な場所，設備の不足であり，第2には専任者の不足である。昭和37年度以降の課題は今後の研修のあり方を再検討することと同時に，設備と人員の充実をはかることであろう。

2. 放射線防護国際コース

（1） 経　　緯

1959年ジュネーブで開催されたILO総会開催中，科学技術庁原子力局亘理放射線安全課長は，WHOのDr, R. L. Dobsonより Health physics の国際コースの日本での開催を推進されたい旨の要請を受けた。1960年6月 Dr, R. L. Dobson の来信により講師の滞在費の支出 Fellowship の提供等のことと同時に，非公式ながら IAEA もこのコースに関心を有する旨が伝えられた。

1960年8月外務省への公信により，IAEA は WHO と共同で技術援助をしたい意向の申し入れがあった。

1961年3月 IAEA からの来信により，1961年10月24日より開催の要請があり，また同年6月26日付外務省より WHO の本コース開催援助が正式に決定した旨通告があり，同時に本コースの Director として Dr. J. N. Stannard が決定した。

かくして最終的に IAEA は外国人研修生に対する Fellowship 供与を，WHO は Course Director はじめ外人講師に要する費用および教材費の一部を，また日本側ではその他の諸経費および機械，設備，施設の供与と実習指導を分担することとなったのである。

（2） 期　　間

昭和36年10月24日より11月21日まで4週間

（3） 研 修 生

日本人研修生は公募による14名の応募者から6名を選び，外国人研修生16名は WHO, IAEA 共同選考委員会によって選考され，次の13カ国より参加した。

オーストラリア，ビルマ，カンボジア，セイロン，中国，インド，インドネシア，パキスタン，フィリッピン，ベトナム，（以上1名づつ）

韓国，ニュージーランド，タイ，（以上2名づつ）

（研修生名簿，付録270頁第3表の3参照）

（4） 講　　師

日本人講師

科学技術庁原子力局放射線安全課長　亘 理 信 一

原子力委員会委員　西 村 熊 雄

国立遺伝学研究所　近 藤 宗 平

外国人講師

Professor of Radiation Biology, Associate Dean for Graduate Studies, University of Rochester　J. N. Stannard

Associate Professor of Radiation Biology, University of Rochester　G. Casarett

Commissioner of Health of the State of New York　H. E. Hilleboe

Associate Professor of Radiation Biology, University of Rachester　H. Mermagen

（5） 講義と実習時間

講義の時間数	40時間
実習の時間数	42 〃
セミナー	8 〃
計	90 〃

Schedule 付録第1表（264頁）

（6） 開 講 式

10月24日午前10時当研究所大会議室において，東南アジア14カ国の国旗配列のもとに，WHO 西太平洋地域事務局長 Dr. I. C. Fang によって開講の宣言が行なわれた。

開 講 式 次 第

1. 開 会 の 辞　WHO 西太平洋地域事務局長 I. C. Fang
2. 挨　　拶　科学技術庁長官
   原子力委員会委員長　三 木 武 夫
   代読　原子力委員　石 川 一 郎
3. 祝　　辞　厚生大臣　灘 尾 弘 吉
   代読　公衆衛生局長　尾 村 偉 久
4. 挨　　拶　Course Director
   米国ロチェスター大学教授 J. N. Stannard
5. 閉 会 の 辞　放射線医学総合研究所長 塚 本 憲 甫

（7） 見　　学

課程の一部として次の4カ所の見学を行なった。

1. 東京大学原子核研究所
2. 工業技術院電気試験所田無分室
3. 癌研究会附属病院
4. 日本原子力研究所東海研究所

（8） 終了式と関西旅行

11月21日，WHO 放射線アイソトープ部の Dr. R. L. Dobson によって閉会の宣言が行なわれた。

終了式次第

1. 閉会宣言 WHO
放射線アイソトープ部
R. L. Dobson
2. 挨拶 Course Director J. N. Stannard
3. 修了証書授与 Course Director J. N. Stannard
4. 挨拶 原子力委員会委員 西村熊雄
5. 閉会の辞 放射線医学総合研究所長
塚本憲甫

翌22日より外国人研修生は4泊5日間にわたり，大阪，京都，奈良地方の放射線，アイソトープ施設等を見学し26日帰京した。

XIV 病　　院　　部

1. 開設までの経緯

(1) 付属病院の構想

原子力委員会は昭和31年5月「国立放射線医学総合研究所に関する小委員会」を設けて審議した結果，疾病の診断と治療に関して放射線の応用を研究するための付属病院をつくることを決定した。

性格　研究所における研究目的に付随したものであること。

事業　放射線障害の診断治療，および放射線による疾病の診断治療を行なうこと。

組織と人員　総数63名，内わけ病院長1，事務12，医局9，薬局3，看護婦38。

建築面積　病院棟1,320坪，看護婦宿舎110坪。

病床数　100床程度とすること。

年次計画　付属病院の建設は第3年次である昭和34年から開始すること。

放射線医学総合研究所の全体計画の一環として，よく調和した付属病院を建設することはかなりの難事業である。そのため昭和34年1月，病院建設運営準備委員会（筧弘毅委員長）を設けて毎週1回の割で会議をもち，付属病院の組織，運営，設備，医療機械等に関しての構想を検討し，次の基本方針をたてた。

(2) 運営に関する基本方針

(i) 病院を放医研における諸研究体系の一部門とする。

(ii) 近代的病院管理方式をとり入れる。

(iii) 取り扱う疾病は，a) 放射線障害，b) 放射性同位元素（以下RIという）をトレーサとして検査し得る疾病およびRIによる治療の対象となる疾病，c) 放射線とくに高エネルギー放射線の外部照射の対象となる疾病とする。

(iv) 一般の外来患者はなるべく取り扱わず，大学病院，国立病院，その他の病院診療所と連けいし，紹介によって入院した患者を主たる診療対象とする。

(v) 研究のための特殊の実験，たとえばRIによる動物実験等は病院内で行なわず研究所のRI実験棟で行なう。

(vi) 臨床研究部，その他関係研究部をふくむ運営委員会をつくり，運営の適正をはかる。

(vii) 診療面では専門科別にとらわれず，臨床研究部の協力を得て総合的な診療を行なう。

(viii) 放射線障害の診療，RIによる診断，放射線による治療に関する研修の場を提供する。

(3) 病床数

まず，上述の3群の疾病を対象とする関係上，次の3個の病棟が必要であると考えた。

放射線障害病棟

RI　病　棟

放射線治療病棟

放射線障害病棟と放射線治療病棟（ラジウム病室をのぞく）は一般病棟とするが，RI病棟とラジウム病室（以下Ra病室という）は放射線遮蔽病棟としなければならない。一方，行きとどいた看護のためには1看護単位（1病棟）を30～40病床とするのが適当だと思われるので，必要とする病棟数と看護上の便宜から付属病院の病床数を100床程度とするのが妥当だとの結論を得た。

なお，病床数の決定にあたって参考とした同種の他の病院の病床数は次のとおりである。

アルゴンヌ原子力病院（米国原子力研究所付属）	54床
オークリッジ原子力研究所病院（同上）	33
ブルックヘブン国立研究所病院（同上，医用原子炉をもつ）	48
ローヤルマースデンがん病院（ロンドン）	150
クリスチーがん病院（マンチェスター）	250
ラジウムヘツメットがん病院（ストックホルム）	150
がん研付属病院（日本）	96
日赤がんセンター（日本）	87

（4） **配置計画と建築**

病院は患者の生活の場であるから，プライバシーを保たしめる必要がある一面，診療にあたって他の研究部とも密接な関係があることを考慮して，現在のような配置を適当とした。また，病院の設備については次の諸点を配慮した。

（i） 外来部門は必要最小限とする。

（ii） 外来に充実した内視鏡検査室をおく。

（iii） RI 診療センター（RI 貯蔵室，配分室，処置室，診断室，測定室，リネン器具除染室等）と RI 病棟の位置的関係について，RI 汚染を恐れるあまり Hot Area を院内の遠隔の場所に設けるのは管理上不便であるから，RI 病棟に隣接させ，RI 投与患者は RI 病棟外に出さず，患者のし尿と排水を別系統とし，RI 診療センターには空気調整，RI 病棟には換気装置（当初は空気調整の予定）を設ける。

（iv） ^{60}Co，^{137}Cs 照射室，ベータトロン室は，ガンマー線，高エネルギーX線，電子線を遮蔽するため別棟として地下に設け，これと関係の深い X 線診断室，同治療室，治療計画室は地階におく。

（v） 臨床研究部を病院内に取り入れる。

（vi） 臨床検査室の化学，血液，病理，生理等の諸検査施設はとくに充実する。

（vii） 放射線の遮蔽のほか，RI による汚染を少なくするための施設に十分意を用いる。

（viii） その他，研究所本棟の地下にある厨房，洗濯室と病棟との距離はなるべく近くする。

設計は関東地方建設局が担当したが，病院建設運営準備委員会と10数回にわたる討議を重ね，数次にわたって改正し，大成建設 KK の手によって着工したのは昭和35年3月，竣工したのは1年後の 36 年3月であった。

竣工後の病院の建築延面積

総計	4,473.742 m²	
地階	1,071.467	X線診断室，治療室，治療計画室，手術室，中央材料室，解剖室，電気室，倉庫
1 階	1,298.848	外来診察室，内視鏡室，薬局，臨床検査室，事務室，医務課
2 階	915.148	RI 診療センター，RI 病棟
3 階	516.24	放射線治療病棟，Ra 病室
4 階	516.24	放射線障害病棟，放射線治療病棟
R1階	129.06	軽食堂
R2階	26.73	エレベーター室

このほかに ^{60}Co，^{137}Cs 棟，ベータトロン棟

総計	628.78 m²	
地階	482.15	ベータトロン室，^{60}Co 照射室，^{137}Cs 照射室，^{60}Co 近接照射室
1 階	146.63	ベータトロン機械室

病床数は

	病床数	一般病室	遮蔽病室	階
総　数	100	84	16	2～4
RI 病 棟	32	26	6	2
放射線治療病棟	32	22	10	3
放射線障害病棟	36	36	—	4

注 1　RI 病棟における一般病室は遮蔽病室に準じて取り扱う。

2　1階には外来診察室，臨床検査室，薬局等をおいた。

2．組織と人員（第 18 表）

当初は付属病院として行政組織上の独立機関とする予定であったが，その後他の研究部と並列の病院部として出発することになった。組織と人員がみとめられたのは昭和 35 年度予算からで，組織としては病院部長のもとに，事務課，医務課，総看護婦長，検査課の 4 部門がおかれた。ところが，国会審議に際して定員法改正の法律案が通過しないという不測の事情が起きたため，開設の当初は当時の田中臨床研究部長がやむなく暫定的に病院部長，事務課長，医務課長を併任した。昭和 35 年 12 月の定員法改正に伴ない正規の職員が発令されたのは，昭和 36 年に入ってからのことである。

発令年月日	職　名
35. 7. 19	事務課会計係長
36. 1. 16	事務課長，医務課長
36. 2. 1	病院部長兼検査課長
36. 2. 16	総看護婦長，薬剤師，医事係長，栄養係長
36. 3. 1	婦人科医師，外科医師，放射線科医師
36. 3. 16	婦長 3 名
36. 4. 1	検査係長
36. 7. 1	庶務係長，婦長 1 名
37. 2. 1	内科医師

看護職員の採用状況は次のとおりである。

36. 3	3 名
36. 4	3
36. 5	1

36. 6	–	
36. 7	6	
36. 8	1	
36. 9	2	
36. 11	–	(1 名他へ転任)
37. 2	1	(看護助手)

昭和 35 年度以降の定員ならびに現在員の推移は，第 18–1 表に示したとおりである。

3. 病院部の予算（第 19 表）

昭和 34 年度以降の予算については，詳しく統計表として掲げたが参考までに施設費の支出済額を示すと次のとおりである。

	予定額 千円	支出済額 千円	
総額	210,502	211,863	
病院棟建築費	140,000	203,714	電気，給排水，衛生設備をふくむ
機械設備費	55,726		空調，電話，エレベーター，発電，給食，洗濯設備等
看護婦宿舎建築費	3,976	8,149	
リニアック棟建築費	10,800	—	

また，35 年度と 36 年度における患者 1 人あたり 1 日の医療費と患者食糧費の予算単価，および保存血と特殊薬品（RI）の購入予算額は次のとおりである。

		35 年度	36 年度
医療費	入院	193円35銭	306円26銭
	外来	111円67銭	184円91銭
患者食糧費		102円00銭	105円29銭

		35 年度	36 年度
医療費	保存血購入費	60,000円	759,000円
	特殊薬品費（RI）	1,436,000円	—

なお，主要医療機械（100 万円以上）について支出済額を部門別に分けると次のようになる。

総額	169,807千円	
高エネルギーX線，電子線治療部門	89,771	このうちベータトロン45,000千円は支出済額であるが，リニアック44,771千円は契約額である。
ガンマー線外部照射部門	20,500	
X線治療部門	10,780	
X線診断部門	10,750	
RI 診断検査部門	22,650	
臨床検査部門	7,140	
中央材料室	2,690	

4. 病院部の運営実績

(1) 診療

(i) 概況

50 床の病院として医療法上の承認を得たのが 36 年 4 月 22 日，構造使用の承認を得たのが同年 5 月 10 日である。健康保険医療機関の指定は同月 1 日に通知をうけ，即日，国民健康保険の取り扱いについての申出を行なった。開院式は諸般の準備を整えて 5 月 13 日に行ない，5 月 17 日から患者の診療業務を開始した。原子爆弾被曝の医療に関する医療機関の指定をうけたのは昭和 37 年 2 月 1 日である。

放射線治療については，臨床研究部の協力を得，かつ千葉大中山外科の援助によって入院患者に食道がんの手術前照射を行なうことから事業を開始した。

RI 診断検査は万能シンチスキャンナー，メジカルスペクトロメータ等の完成が遅れたため事業の開始も遅延したが，8 月に東大冲中内科から送られた脳腫瘍患者の検査を最初として，漸次，東大病院，伝染病研究所付属病院等から甲状腺，肝，腎機能検査等の目的で患者が送られはじめた。

外来は，新聞その他による PR が行きとどいたためか，一般疾病の患者はほとんど来院せず，がん恐怖症やがん相談，あるいは白血球数を心配している者，放射線障害のおそれを訴える者等が多数占めていたが，その後，紹介入院のための外来や，退院後の検査観察のための外来がふえてきた。また，放射線治療は入院を原則としているが，外来でこれを行なう患者もでてきた。研究所の職員とその家族に対してはとくに便宜を与え，一般疾病についても外来にかぎって一般診療を行なっているが，現在のところ本来の診療を阻害する程度に至っていない。

手術は必要に応じいつでも行ない得る体制にあるが，手術件数は手術日を当初週 1 日，現在週 2 日ときめて間にあう程度である。肺葉切除術は当初から千葉大肺がん研究所の協力を求めている。

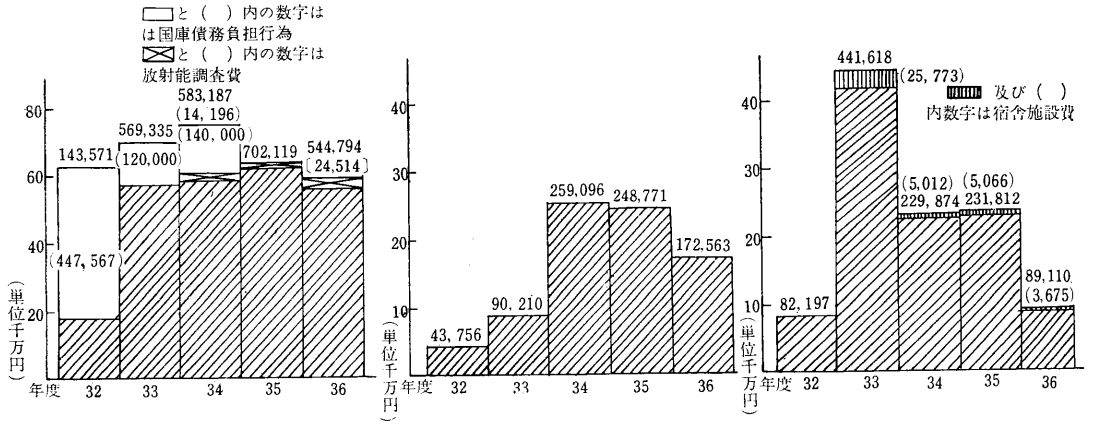
X 線の透視と撮影回数はいちじるしくふえ，放射線治療とくに ^{60}Co 照射数の増加に伴ない，2 名の診療 X 線技師ではまかないきれないほどになっている。万能シンチ

XV 予 算 お よ び 決 算

1. 昭和36年度予算の概要

昭和36年度才出予算総額は544,794千円が計上されたが，前年度才出予算総額702,119千円に比し157,325千円の減，比率にして22%の減少となっている。この減少の主たるものは，研究所施設費（職員宿舎施設費を含む），試験研究費（研究用機械器具購入費），医療機器整備費等の減少であり，このことはこれらに係る整備が当初の計画にそって一応完了したものといえる。一方，その他の費目は概ね前年度に比し増額となっているが，これは人当経費の増加に関連するものである。

なお，参考までに放医研発足以来の才出予算総計額の費目別構成について述べると次のとおりであり，建設費が全体の40%（1,035,105千円），試験研究費が32%（814,405千円），人当経費が11%（277,344千円）を占めている。



以下36年度才出予算について若干記述する。

(1) 才出予算の明細

第1表のとおりであるが，この表には放医研の直接の予算のほかに別途科学技術庁において一括計上される放射能調査費のうち，放医研の必要経費24,514千円が含まれている。

(2) 組織および定員

組織については新たに遺伝研究部長が設置され，定員については研究員の増員，病院部の本格的業務開始に必要な医療職の増員等が認められて新規定員増は69人であり，その内訳は第2表のとおりである。

第2表 年度別職員定数推移表

区分		新規	既定	計
行政職(一)		5人	72人	77人
行政職(二)		7	31	38
研究職		35	100	135
医療職(一)		1	5	6
医療職(二)		2	4	6
医療職(三)		13	13	26
定員内	常勤	3	0	3
繰入	賃金	3	0	3
計		69人	225人	294人

(3) 研　究　費

研究費を便宜上研究庁費と試験研究費（研究用機械器具購入費）に区別してみると，研究庁費については，研究職1人当り419,750円（前年度365,000円の15%増）で総額は48,417千円であり，試験研究費は総額172,563千円が認められ，主要機器類としては「シンチレーションカメラ，スピンコH電気泳動装置，ルドルフ型旋光分散測定装置，中性子エネルギー分析装置，植物栽培フード」等が含まれている。

(4) 建　設　費

a) 研究所施設費　85,445千円

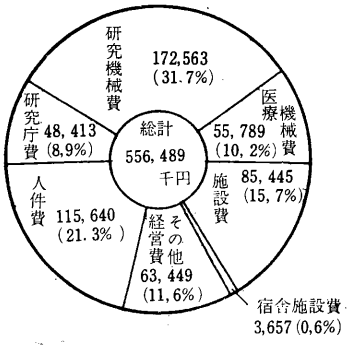
（内　訳）

1.	α線実験棟	150坪	53,496千円
2.	動物舎	120坪	10,560千円
3.	医療用リニアック棟	60坪	10,800千円
4.	廃棄物貯蔵庫	30坪	1,270千円
5.	看護婦宿舎	44坪	2,272千円
6.	廃棄物自動排水監視装置	1式	1,294千円
7.	舗装等雑工作物		5,753千円

b) 研究所職員宿舎施設費　3,675千円

（内　訳）

1.	課長・室長宿舎	15坪×1戸	615千円
2.	一般職員宿舎	20坪(1棟2戸建)×4棟	3,060千円



(5) 放射能調査費

この経費はフォールアウトおよび原子力平和利用に伴なう環境汚染の影響を究明するため，陸水，食品，人体臓器等について分析研究するのに必要な経費である。

昭和36年度における予算は，当初11,695千円が計上されていたが，ソ連の核実験に伴なう緊急放射能対策強化に必要な経費として，36年11月さらに12,819千円（予備費使用）が認められ，合計額24,514千円である。

2．昭和36年度決算の概要

昭和36年度決算の詳細は第1表のとおりであるが，以下若干記述する。

(1) 人件費の残額が比較的多かったことは，定員法成立の関係，その他の事情によるものである。

(2) 医療費の残額が生じたのは，診察患者数が予算上の員数よりも少なかったことによるものである。

(3) 患者食糧費の残額が生じたのは，入院患者数が予算上の員数よりも少なかったことによるものである。

(4) 翌年度へ繰越額は，特殊事情によって年度内に完了せず，予算を次年度に繰越すの余儀なきにいたったもので，内訳は次のとおりである。

イ．試験研究費

ルドルフ型旋光分散測定装置　1式
バンデグラフ用パルス発生装置　1式

ロ．医療機器整備費

医療用直線加速器（600万V）　1式

ハ．研究所施設費

α線棟新設工事
医療用リニアック棟新設工事

ニ．放射能測定費

トリチウムモニター　1式
沃度ナトリウムクリスタルおよび光電子増倍管　1式

3．昭和36年度才入予算の概要

昭和36年度病院収入は，入院，外来患者数を各80人として40,137千円を見込計上したが，入院，外来収入とも当初見込患者数よりも少なかったことにより収納済才入額は約5,180千円である。

第 1 表　　昭 和 36 年 度 才 出

科目	才出予算額	前年度繰越額	流用等増△減額	才出予算現額	支（支出官払）支出済額
	円	円	円	円	円
放射線医学総合研究所	544,794,000	139,674,284	—	684,468,284	309,782,010
職員俸給	75,320,000	—	—	75,320,000	—
扶養手当	2,256,000	—	—	2,256,000	—
暫定手当	5,377,000	—	—	5,377,000	—
職員諸手当	4,236,000	—	—	4,236,000	—
職員特別手当	20,413,000	—	—	20,413,000	—
超過勤務手当	7,858,000	—	—	7,858,000	—
常勤職員給与	158,000	—	—	158,000	—
非常勤職員手当	170,000	—	—	170,000	—
諸謝金	376,000 (※357,000)	—	—	376,000	—
職員旅費	1,948,000	※ 123,400	—	2,071,400	—
試験研究旅費	1,239,000	—	—	1,239,000	—
収入督促旅費	75,000	—	—	75,000	—
講師旅費	64,000 (※535,000)	—	—	64,000	—
庁費	82,894,000	※ 81,900	—	82,975,900	21,735,075
試験研究費	172,563,000	105,931,984	—	278,494,984	248,506,189
患者用品費	1,446,000	—	—	1,446,000	288,000
医療費	15,101,000	—	—	15,101,000	453,400
患者食糧費	3,074,000	—	—	3,074,000	—
医療機器整備費	55,789,000	8,900,000	—	64,689,000	38,799,346
賃金	3,101,000	—	—	3,101,000	—
各所修繕	2,216,000	—	—	2,216,000	—
研究所施設費	※85,445,000	※ 24,637,000	—	110,082,000	—
研究所職員宿舎施設費	※ 3,675,000	—	—	3,675,000	—
放射能調査費	24,514,000	—	—	24,514,000	11,243,835
放射能測定費	24,280,000	—	—	24,280,000	11,243,835
賃金	234,000	—	—	234,000	—
科学技術庁					
国有特許外国出願費	627,000	—	—	627,000	626,725
特別研究促進調整費					
試験研究費	1,920,000	—	—	1,920,000	1,709,000
総合計	571,855,000	139,674,284	—	711,529,284	323,361,570

予算額および決算額調

出済才出額			翌年度へ	残額	備考
(前渡資金官支払)支払済額	(関東地建支出委任分)支出済額	計	繰越額		
円	円	円	円	円	
204,795,288	74,436,643	589,013,941	76,224,368	19,120,975	※は関東地方建設局に支出委任額で（ ）は内数
63,550,189	—	63,550,189	—	11,660,811	
1,914,302	—	1,914,302	—	341,698	
4,644,588	—	4,644,588	—	732,412	
4,105,970	—	4,105,970	—	130,030	
18,567,738	—	18,567,738	—	1,845,262	
7,858,000	—	7,858,000	—	—	
157,967	—	157,967	—	33	
170,000	—	170,000	—	—	
344,050	—	344,050	—	31,950	
1,590,991	※ 363,834	1,954,825	※ 116,000	(※566) 575	
1,238,760	—	1,238,760	—	240	
74,850	—	74,850	—	150	
55,992	—	55,992	—	8,008	
60,630,339	※ 546,617	82,912,031	※ 63,000	(※283) 869	
19,227,667	—	267,733,856	10,755,302	5,826	
1,157,865	—	1,445,865	—	135	
12,353,478	—	12,806,878	—	2,294,122	
1,017,391	—	1,017,391	—	2,056,609	
829,688	—	39,629,034	25,059,966	—	
3,101,000	—	3,101,000	—	—	
2,204,463	—	2,204,463	—	11,537	
—	※ 69,851,900	※ 69,851,900	※ 40,230,100	—	
—	※ 3,674,292	※ 3,674,292	—	※ 708	
9,563,601	—	20,807,436	3,684,267	22,297	
9,329,621	—	20,573,456	3,684,267	22,277	
233,980	—	233,980	—	20	
—	—	626,725	—	275	
210,965	—	1,919,965	—	35	
214,569,854	74,368,643	612,477,067	79,908,635	19,143,582	

第3表　年度別科目別予算総表　（単位　千円）

項目	昭和32年度予算額	昭和33年度予算額	昭和34年度予算額	昭和35年度予算額	昭和36年度予算額	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	(707,567) 2,543,006
2 職員俸給	7,629	13,339	31,136	48,170	75,320	175,594
3 扶養手当	309	607	1,644	2,340	2,256	7,156
3 暫定手当	1,588	2,620	5,404	4,340	5,377	19,329
3 職員諸手当	367	1,241	2,485	2,968	4,236	11,297
3 職員特別手当	1,747	3,535	8,517	13,002	20,413	47,214
4 超過勤務手当	601	1,200	2,513	4,582	7,858	16,754
5 常勤職員給与	0	0	278	538	158	974
5 非常勤職員手当	0	0	273	228	170	671
6 諸謝金	0	0	43	94	376	513
8 職員旅費	278	1,042	1,842	2,358	1,948	7,468
8 赴任旅費	60	0	0	0	0	60
8 試験研究旅費	0	523	744	918	1,239	3,424
8 講師旅費	0	0	16	32	64	102
8 収入督促旅費	0	0	0	0	75	75
9 庁費	5,030	13,400	39,322	57,944	82,894	198,590
9 試験研究費	(39,050) 43,765	90,210	259,096	248,771	172,563	(39,050) 814,405
9 患者用品費	0	0	0	1,462	1,446	2,908
9 医療費	0	0	0	2,182	15,101	17,283
9 患者食糧費	0	0	0	229	3,074	3,303
9 医療機器整備費	0	0	0	79,273	55,789	135,062
9 賃金	0	0	0	0	3,101	3,101
9 各所修繕	0	0	0	593	2,216	2,809
15 研究所施設費	(408,517) 82,197	(120,000) 415,845	(140,000) 224,862	226,756	85,445	(668,517) 1,035,105
15 研究所職員宿舎施設費	0	25,773	5,012	5,066	3,675	39,526
15 不動産購入費	0	0	0	136	0	136
16 国有資産所在市町村交付金	0	0	0	137	0	137
（項）放射能調査費	0	0	14,196	11,654	24,514	50,364
9 放射能測定費	0	0	14,196	11,654	24,514	50,364
合計	(447,567) 143,571	(120,000) 569,335	(140,000) 597,383	713,773	569,308	(707,567) 2,593,370

（註）括弧内は国庫債務負担行為を示す。

第4表　契約工事調書

工事名	工事内容	契約金額	工期	請負者
放射線医学総合研究所第17回（動物舎）建築工事	新築 CB 340.20 m²	円 6,246,500	36. 3. 30 36. 10. 30	大成建設KK
同上 第19回（動物舎）電気工事	電灯動力配線電話配管火災報知配管設備	1,429,300	36. 5. 17 36. 10. 30	東都電業KK
同上 第9回（動物舎）衛生工事	衛生器具，給水，排水設備	185,000	36. 5. 24 36. 10. 30	隆華工業KK
同上 第6回（動物舎）空調工事	空気調整，空気ダクト設備	5,520,000	36. 7. 21 36. 10. 30	小糸工業KK
同上 第9回（動物舎）ガス工事	屋内，屋外ガス設備	35,300	36. 6. 23 36. 10. 30	東京ガスKK
同上 第18回（バンデグラフ棟その他）建築工事	新築 RC 389,571 m² 土木工事（舗装）	27,702,000	36. 7. 15 36. 12. 15	大成建設KK
同上 第20回（バンデグラフ棟）電気工事	電灯，動力配線，電力配線，火災報知，電話配管，インターホン，変電設備	3,009,700	36. 8. 15 36. 12. 15	高千穂電設KK
同上 バンデグラフ棟換気工事	換気設備	2,200,000	36. 10. 8 36. 12. 15	隆華工業KK
同上 第10回（バンデグラフ棟）衛生工事	衛生器具，給水，排水，屋外給水排水設備	1,377,000	36. 8. 29 36. 12. 15	隆華工業KK
同上 第10回（バンデグラフ棟）ガス工事	配管設備	77,100	36. 10. 14 36. 12. 15	東京ガスKK
同上 第19回（リニアック棟）建築工事	新築RC（地下）163.77 m²	7,936,000	36. 11. 22 37. 5. 31	岩田建設KK
同上 第21回（リニアック棟）電気工事	電灯，動力配線，電話，火災報知，電気時計拡声，変電設備	1,680,000	36. 12. 21 37. 5. 21	高千穂電設KK
同上 第7回（リニアック棟）空調工事	衛生，給水，排水設備	1,338,000	36. 12. 15 37. 5. 31	隆華工業KK
同上 第20回（水生動物舎）建築工事	新設 CB 124.74 m²	3,164,700	36. 12. 6 37. 4. 30	岩田建設KK
同上 第23回（水生動物舎）電気工事	電灯，電話配管設備，構内配電線路	527,000	37. 3. 3 37. 4. 30	高千穂電設KK
同上 第12回（水生動物舎）衛生工事	衛生器具，給水，排水，給湯，換気設備	600,000	37. 1. 20 37. 4. 30	隆華工業KK
同上 第12回（水生動物舎）ガス工事	配管設備	100,100	37. 3. 17 37. 4. 30	東京ガスKK
同上 第19回（看護婦宿舎）建築工事	新築 CB—2 171.78 m²	3,954,000	36. 11. 22 37. 4. 30	岩田建設KK
同上 第7回（看護婦宿舎）衛生工事	暖房，衛生，給水，排水，給湯設備	842,000	36. 12. 15 37. 4. 30	隆華工業KK
同上 第11回（看護婦宿舎）ガス工事	配管設備	103,700	37. 3. 17 37. 4. 30	東京ガスKK

工事名	工事内容	契約金額	工期	請負者
放射線医学総合研究所第21回（看護婦宿舎）電気工事	電灯，動力，電話，火災報知，電気時計拡声設備	120,000	36. 12. 21 37. 4. 30	高千穂電設KK
同上 排水監視設備工事	排水汲上装置，自動制ぎょおよび記録設備	575,000	37. 2. 28 37. 3. 30	弘栄工業KK
同上 第20回（廃棄物貯蔵庫）建築工事	新築 CB 82.08 m²	1,820,000	36. 12. 6 37. 4. 30	岩田建設KK
同上 第23回（廃棄物貯蔵庫）電気工事	電灯，電話配管設備，構内配電線路	95,000	37. 3. 3 37. 4. 30	高千穂電設KK
同上 第12回（廃棄物貯蔵庫）衛生工事	衛生器具，給水，排水，給湯，換気設備	100,000	37. 1. 20 37. 4. 30	隆華工業KK
同上 第21回（アルファ線棟）建築工事	新築 RC—2 484.39 m²	20,750,000	37. 3. 7 37. 9. 15	岩田建設KK
同上 第8回（アルファ線棟）電気工事	電灯，電力配線，動力配線，電話その他配管設備	3,300,000	37. 3. 30 37. 9. 15	高千穂電設KK
同上 第8回（アルファ線棟）空調工事	空気調整，衛生器，給水，給湯，排水空気配管，排水設備	15,270,000	37. 3. 31 37. 9. 15	KK 斎藤省三商店
同上 第19回（宿舎）建築工事	新築 Wb 178.86 m²	3,021,000	36. 11. 22 37.	岩田建設KK
同上 第22回（宿舎）電気工事	電灯設備	190,000	36. 12. 22 37.	高千穂電設KK
同上 第12回（宿舎）ガス工事	配管設備	128,300	37. 3. 17 37.	東京ガスKK
同上 第11回（宿舎）衛生工事	衛生器具，給水，排水設備	335,000	36. 12. 26 37.	隆華工業KK

XVI 図書および広報，その他

1. 図書業務

昭和36年度は研究員定員130名で，前年度よりも34名の増加となり，図書費予算も前年に比べ約1,000千円が増額されて4,937千円となったが，研究業務の進展に伴なって図書室の利用度ならびに利用者数も飛躍的に増加したため，和洋単行書および研究上必要なスタンダードブック類が依然として不足を告げていることが指摘された。この欠を補うために本年度は実行予算面でスタンダードブック購入費として別途1,500千円の支出を受け，さらに財団法人放射線影響協会より研究図書購入の一助として270千円相当の図書の寄附があり，これを加えて図書購入費総額6,707千円と前年度の約7割分の増額となった。このために図書雑誌類の年次購入分以外にBeilsteins Handbuch der Organischen Chemie 全84冊を購入し得た。この購入については数研究部よりの強い要望があり，3年前より懸案となっていたもので，研究の進展に少なからぬ寄与をするものと期待されている。スタンダードブック類は，このほかにも各研究部から多数の購入要求が提出されているが，追々と整備して行く方針である。このように必要図書より着々と整いつつあるが，5年前に零より出発した図書室なので目標の図書，文献保有数にはなお遠い現状にある。この弱点は現在，必要文献の寄贈，交換等による入手，他機関との図書，資料類の相互貸借，文献複写業務の強化等によって可能なかぎり補なうように努力している。

この年度に購入した雑誌は，バックナンバーは欧文13種，新刊は欧文151種で詳細は巻末付録287～290頁所載のとおりである。このほかに国内雑誌27種を購入している。

また単行本は，本年度で発足以来のものを含めて総数1,972冊，うち和書997冊，洋書975冊となる。

2. 出版その他

(1) 刊行物

36年度における放医研の刊行物は，種類にして4種，点数にして15点であった。

イ）月刊　放医研ニュース　発行部数毎月1,500部，自昭和36年4月25日　第4巻第4号，至昭和37年3月25日　第5巻第3号，B5判8頁（ただし，第4巻第9号，第10号，第5巻第2号，第3号は12頁，第4巻第4号，第7号は16頁，第4巻第12号，第5巻第1号は20頁および第4巻第11号は別冊付録4頁付）

ロ）年刊　放射線医学総合研究所年報　昭和35年度，発行部数1,500部，昭和36年7月1日発行，B5判229頁。

ハ）不定期刊　放医研のしおり　1961，発行部数8,000部，昭和36年4月22日発行，A5横版8頁。

ニ）不定期刊　病院のしおり　1961，発行部数4,000部，昭和36年5月13日発行，A5判6頁。

(2) 所内公開

恒例により，昭和36年もまた4月17日から23日までの一週間，科学技術週間が開催され，特に22日は原子力デーとして，これに因んだ各種の催しが関係機関において行なわれたが，放医研でもこの日は所内を一般に公開，原子力知識の啓蒙普及にその一端の使命を果した。

昨35年は科学技術週間も第1回の試みであり，放医研にとっても所内一般公開は初めての試みであったが，今回は前年の経験もあって所内の飾りつけ，各研究部の展示も円滑に進行し，伊藤岳郎物理研究部長を委員長とする実行委員会を開催して準備がすすめられた。

当日は，懸念された空模様も曇り勝ちとはいえまずまずの天気で，土曜日のため学校関係の見学が少なかったが，約3,000名の来所者を数え，パンフレット『放医研のしおり』が各見学者に配布された。なお，今回も以上のほか，講堂で放医研製作の映画『環境の管理』，『放射性同位元素の安全取扱い』の2篇が上映された。

（3） 教材用映画の製作

34年度以来，養成訓練事業の一環として教材用映画を逐年製作し，すでに『放射線障害予防シリーズ』として『環境の管理』(34年度)，『放射性同位元素の安全取扱い』(35年度）の2篇が製作され，好評を得てきたが，本年度もまた同シリーズの第3篇として『放射線障害の診断治療』をテーマとする教材用映画の製作費が計上され，今回は管理部企画課が担当して所内に映画製作打合会を組織し，36年9月以来数回にわたり今年度製作映画の主題の検討を行なった。この結果，従来の実績，施設（特に病院）の整備状況，内容と経費，主題の緩急の度等を勘案し，今回は従来のシリーズを中止し，方向を転換して放射線の医学利用に関するものを製作することにほぼ構想がまとめられるにいたった。さらにこの放射線の医学利用について病院の診療用機器の整備状況を考慮し，今回は放射性同位元素の医学利用に限定して製作することとなり，このため新たに田中茂臨床研究部長を長とする委員会を所内に設置し，映画プロットの細目にわたり検討を行ない，36年末にいたりシナリオを完成，37年1月から，前回同様，新理研映画株式会社によってクランクインし，同年3月末，完成した。

この映画は，放射線医学利用シリーズ第1部『アイソトープによる診断』と題され，モノクローム全2巻で，アイソトープによる診断を特にその原理によって解説し，アイソトープ診断技術の総説を提供しようとするもので，医学教材用としてはもとより一般啓蒙用としても原子力と医学の結びつきを説明する上で利用することができるものである。

3. 厚放研連

厚生省付属機関と放射線医学総合研究所の研究者相互の協力と理解のために34年8月に発足した厚生省付属機関—放射線医学総合研究所研究者連絡会は，37年3月をもって16の回を重ね，36年度は第11回より第16回まで計6回の会合を開いている。

会議には，厚生省側からは公衆衛生院，栄養研究所，予防衛生研究所，衛生試験所，東京第一病院，東京第二病院等国立試験研究機関の研究者，および科学技術参事官室，公衆衛生局，医務局，薬務局等の各担当者，原子力局からアイソトープ課，放射線安全課の関係者，放医研側からは関係研究者が，それぞれ毎回多数出席して懇談と討議を重ね相互に得るところ多大であった。

特に本年度の連絡会においては，年度半ばにしてソ連の原水爆実験の再開があり，久しい間の核実験中止により前年度までで一応目安がついたと考えられていたフォールアウトの問題が再び注目されることになり，その対策についての諸問題が年度後半の主な議題として熱心に討議された。

いま一つ討議の中心となった主要課題は，昨年度と同じく，放射線の医学利用についてであった。この問題は主として東京第一病院，東京第二病院および放医研の研究者が討議の中心となって懇談が行なわれ，大きな成果を挙げたと信じている。

36年度中に行なわれた厚放研連の開催月日と開催場所ならびに議題を示すと以下のとおりである。

第11回　昭和36年5月19日　国立公衆衛生院

〔議題〕

1.「第9回国連科学委員会に出席して」
放射線医学総合研究所長　塚本憲市

2. 37年度の研究計画予定について

第12回　昭和36年6月30日　国立東京第二病院

〔議題〕

1. ドイツにおけるRIの臨床利用
国立東京第一病院　浜田政彦

2.「最近われわれの使用しているRIの臨床利用について」　国立東京第二病院　倉光一郎

3.「放医研のヒューマンカウンターについて」
放射線医学総合研究所　田中栄一

4.「放射線障害防護薬AETについて」
国立予防衛生研究所　浅野正英

第13回　昭和36年9月29日　国立衛生試験所

〔議題〕

1.「太平洋産マグロ類の放射能汚染調査の経過報告」
国立衛生試験所　長沢佳熊

2. 原水爆実験再開による影響と今後のわれわれの対策

3. 放射化学実験室の紹介と見学

第14回　昭和36年11月17日　国立東京第一病院

〔議題〕

1.「最近における放射線治療の現況」
国立東京第一病院　浜田政彦

2.「当院におけるRIの研究状況」
国立東京第一病院　林　康之

第15回　昭和37年1月19日　国立栄養研究所

〔議題〕

1.「標準食の放射能について」

国立栄養研究所　速水　泱

2．「ICRP 委員会報告」

放射線医学総合研究所　伊沢正実

3．「核実験再開後のヨード測定について」

国立公衆衛生院　山県　登

第 16 回　昭和 37 年 3 月 16 日　国立予防衛生研究所

〔議題〕

「細胞レベルで見た哺乳動物細胞 X 線障害の機構について」　国立予防衛生研究所　山田正篤

4．国連資料小委員会

国際連合科学委員会は，その第 6 回委員会以来，1962 年を目標として「放射能の影響についての報告」を国際連合総会に提出する準備を進めており，各国連加盟国はその報告に要する資料を国連事務局に送付し，また事務局で立案する draft に対する comments を書面で具申することになっている。わが国においても第 7 回国連科学委員会以来，この資料や comments のとりまとめ，ならびに draft の審議のために日本学術会議原子力特別委員会放射線影響部会と原子力委員会放射能調査専門部会の両者により合同で国連資料小委員会を構成し，上述の要請に応える体制のもとにその活動を続けてきたが，昭和 36 年 3 月の第 9 回国連科学委員会の終了後さらにこの委員会を再編してその班構成を別表のようにし，各班ごとに資料の収集と draft の審議および comments の作成に当り，小委員会においてその調整をはかるよう体制を整備した。

この国連資料小委員会の活動は順調に進捗し，昭和 36 年 8 月 28 日より 3 週間にわたってニューヨークで開催された第 10 回国連科学委員会に提出のために，外務省国際連合局科学課に搬入された提出資料は 14 件に達し，直ちに国連事務局に送付された。

上記資料のうち，当所研究者のものは次のとおりである。

渡辺博信：A New Method of Measurement of Absorption Dose Rate from Terrestrial Background Radiation.

伊沢正実，坪田博行ほか：Strontium-90 and Cesium-137 in Fallout Deposits and Implications of Their Ratio.

樫田義彦，山崎幹夫，岩倉哲男：Measurement of the Carbon-14 Concentration in Essential Oil Using the Liquid Scintillation Spectrometer.

このほか公式の提出資料には含まれなかったが，上記科学委員会に出席した日本政府代表塚本憲甫放医研所長等によって携行された非公式の資料もあり，当所研究者の分としては次のものが含まれている。

渡辺博信ほか：Strontium-90 in Human Bone in Japan during 1959-1961. (Addition to A/AC. 82/G/L 478)

上記国連資料小委員会の活動は第 10 回国連科学委員会の終了後も，さらに次回の国連科学委員会に備えて活発に続けられ，37 年 2 月までに外務省国際連合局科学課を通して公式に日本より国連に送られた資料は 6 件に達し，当所研究者の次のものが含まれている。

仲尾善雄，塩見敏男，稲垣栄一，橘　弘子：Mutation Rates at Low Level Irradiation in *Drosophila melanogaster* (A preliminary seport)

また第 11 回国連科学委員会は，昭和 37 年 3 月に第 10 回と同じくニューヨークで開催されたが，この時日本代表によって携行された非公式の提出資料は総計 14 を数え，このうち当所研究者の分は次のとおりである。

渡辺博信，坪田博行，山下幹雄：Some Aspects of Radioactive Fallout since the Test Resumption Sept. 1961.

渡辺博信：Dose Rate ($\mu\gamma$/hγ) at 1 m. above the Ground (Chiba, Japan)

市川龍資，江藤正子ほか：Concentration of Strontium-90, Cesium-137 and Other Nuclides in Recent Vegetables and Milk in Japan.

なお，この第 11 回国連科学委員会において，国連総会に提出する「放射能の影響」に関する報告が正式に決定され総会に回付されたことを附記しておく。

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. 昭和36年度職員海外出張
5. 昭和36年度人事異動表
6. 昭和36年度退職および転出者名簿
7. 昭和36年度研究生名簿
8. 職員研究発表一覧
9. 職員著書その他一覧
10. 養成訓練部各課程講師および研修生一覧
11. 病院部概況資料一覧
12. 昭和36年度購入外国雑誌バックナンバー目録
13. 昭和36年度購入外国雑誌目録
14. 海外交換資料目録
15. 放射線医学総合研究所組織英文呼称
16. 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36年5月6日総理府令第19号

放射線医学総合研究所の内部組織を定める政令（昭和32年政令第166号）第3条の規定に基づき，放射線医学総合研究所組織規則を次のように定める。

放射線医学総合研究所組織規則

第1条　放射線医学総合研究所に，次の12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
環境衛生研究部
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なうこと。
4　統計の製表，解析及び編集に関すること。

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。

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。

4　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こと。

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　放射性物質による食品の汚染に関する調査研究に関すること。

4　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。

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。

4　放射線を利用する疾病の治療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3課を置く。

技術課

放射線安全課

放射能検査課

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（アイソトープ実験施設を除く。）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　アイソトープ実験施設の運用に関すること。

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　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。

5　職員の放射線に関する健康管理に関すること。

第10条の5　技術部放射能検査課においては，次の業務をつかさどる。

1　生活環境における放射能の検査に関すること。

2　汚染物質の放射能の検査に関すること。

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　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　入院患者の給食に関すること。

3　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，次の通りとする。

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（昭和36年５月６日総理府令第19号）

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36年5月6日
所長達第10号

（目　的）

第1条　この規程は，科学技術庁事務分掌規程第23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)　所長の官印およ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およ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，他課およ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およ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，営繕係及び経理係を置く。

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及び会計の監査に関すること。

(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)　物品の需給計画およ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。

（企画課）

第4条　管理部企画課に，企画係，調査係，統計係及び図書係を置く。

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およ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に関すること。

(2)　文献及び資料の刊行並びに広報に関すること。

(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)　調査研究の委託又は受託の事務に関すること。

(5)　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。

（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研究室および物理第3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。

（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，放射線による突然異変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響に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，薬学第1研究室及び薬学第2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 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。
6 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に関する調査研究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，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業務をつかさどる。
4 環境衛生第3研究室においては，放射性物質による食品の汚染に関する調査研究に関する業務をつかさどる。
5 環境衛生第4研究室においては，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業務をつかさどる。

（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研究室及び臨床第4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係及び飼育栽培係を置く。

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（アイソトープ実験施設並びに技術第2係の所掌に属するものを除く。）の運用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（アイソトープ実験施設を除く。）の運用に関する業務をつかさどる。

5　飼育栽培係においては，次の業務をつかさどる。

(1)　研究用動物の飼育及び動物舎の運用に関すること。

(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。

（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)　職員の放射線の被曝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)　アイソトープ実施施設の運用に関すること。

(2)　アイソトープの保管及び配分を行なうこと。

(3)　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施設の放射線に関する安全管理に関すること。

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。

（放射能検査課）

第14条　技術部放射能検査課に，放射能検査第1係及び放射能検査第2係を置く。

2　放射能第1係においては，次の業務をつかさどる。

(1)　生活環境における放射能検査に関すること。

(2)　課の庶務に関すること。

(3)　その他課の他係の所掌に属しない業務に関すること。

3　放射能検査第2係においては，汚染物質の放射能及び放射線量の検査に関する業務をつかさどる。

（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，会計係及び医事係を置く。

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。

（医務課）

第17条 病院部医務課に，栄養係を置く。
2 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。
(5) 課の庶務に関すること。
(6) その他課の他係の所掌に属しない業務に関すること。

（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，係の所掌事務をつかさどる。

（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，診療に関する所掌業務をつかさどる。

（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36年5月6日から施行する。

3. 職　員　名　簿

37. 3. 31

所　長 塚本憲甫

管理部長 榊原　毅

庶務課長 石井　一

課長補佐 高野　繁

庶務係長 益子　孝
鶴子一郎
三沢清子
金山貴子
関　桂子
吉崎啓子
高橋恵子

守衛長 根本正衛
浅野　了
加藤義一
浮島豊次郎
鯨井栄一
小川良平
関　弘

人事係長 岡田春夫
山崎茂雄

給与係長 高貫秀雄
吉川和子

厚生係長 山崎博文
鈴木　稔

会計課長 榊原賢二

課長補佐 狩野　清

予算係長 住吉利明
小野　武
村松恵美子

契約係長 郡司善雄
田中久人
永田孝行
長谷川芳夫

物品係長 伊東善己
川端音三
富田千秋
長嶋徹雄
河西市子
坂本　広
土屋義男
前田　栄
河野茂広

営繕係長 海老原昇二
岡田和夫
藤田義久
和田ちか
兼坂三枝子
半田房子
佐藤キリ
亀井慎子
布施きく

経理係長 山岸栄男
立山昭七郎
村井アイ子

企画課長 鈴木一男

課長補佐 天野隆治

企画係長 藤岡淳介
加藤元夫
小川晃司

調査係長 深谷守平
福田宗一
大日方信治
高森弘子

統計係長(兼) 藤岡淳介
成毛千鶴子

図書係長(兼) 天野隆治
田中　昭
野々村恭子
市川　進

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
西村弘子

物理第2研究室長 松沢秀夫

川島勝弘
高久祐治
稲田哲雄
星野一雄
物理第3研究室長　橋詰　雅
加藤義雄
野田博治
丸山隆司

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
山上啓子
佐藤好子
化学第2研究室長　鈴木孝之
沢田文夫
小野浄治
大町和千代
岩間由希子
島津良枝
並木初江
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

生物研究部長　仲尾善雄

生物第1研究室長　江上信雄
江藤久美
岩崎民子
兵藤泰子
高橋文子
生物第2研究室長(兼)　仲尾　善雄
田口茂敏
山口武雄
中沢　透
小川英行
新津せつ子

遺伝研究部長(兼)　仲尾善雄

遺伝第1研究室長　塩見敏男
中西　宥
稲垣栄一
橘　弘子
遺伝第2研究室長(兼)　仲尾　善雄
渡部郁雄
今泉洋子
藤田英子
町田　勇

生理病理研究部長　竹内　正

生理学研究室長　松葉三千夫
一井昭五
矢後長純
森崎益雄
小林　森
病理第1研究室長(兼)　松葉　三千夫
関山重孝
高橋イチ
病理第2研究室長(兼)　松葉　三千夫
宇田川啓次
大谷恵子

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
田中愛子
障害基礎第2研究室長(兼)　菅原　努
佐藤文昭
山田淳三
新発田杏子
障害基礎第3研究室長　土屋武彦
松岡　理
南沢　武
村松　晋
永島　明
高橋千代子
薬学第1研究室長　鈴木　治
花木　昭
松島美一
薬学第2研究室長　玉置文一
色田幹雄
篠田雅人
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　樫田義彦
山崎幹夫
岩倉哲男
碓井妙子

松尾光芳
馬被尚子
環境衛生第2研究室長(兼) 望月尚文
阿部史郎
小口雄康
松田節子
環境衛生第3研究室長 市川龍資
小栗幹郎
榎本好和
阿部道子
江藤正子
福田直子
環境衛生第4研究室長 佐伯誠道
小柳卓
山下幹雄
堀内朗子
平島瑞穂

臨床研究部長 田中茂

臨床第1研究室長 熊取敏之
土井田幸郎
白倉暉子
臨床第2研究室長 三輪史朗
平島邦猛
臨床第3研究室長 永井輝夫
福田信男
細田瑳一
臨床第4研究室長 楠本五郎
北川俊夫
荒居龍雄
藤田裕子
古川重夫

技術部長 松友信寿

技術課長 隅田拡

課長補佐 福並大円
施設係長(兼) 福並大円
鶴岡良宣
宮原貞子
小坂三夫
川島利雄
佐々木末雄
篠原秀男
三橋千代義
黒沢範夫
内藤寛治
戸部昭男
八代重雄
土屋一男
高石重義
齡亀一郎
技術第1係長 小高庄二
並木良夫
増沢武男
奥路益男
近藤龍雄
技術第2係長 森正弥
近藤民夫
山崎英一
吉川元之
三輪実
福家志保子
飼育栽培係長 林定治
塩見美緒子
佐藤貞男
種田信司
長沢文男
山崎友吉
稲葉一司
石井勇

放射線安全課長 小岩規男

課長補佐
健康管理係長 福元健夫
斎藤むら子
若松隆
安全係長 桜井保孝
岩楯七郎
原勢千恵子
山田隆
岡本延夫
汚染処理係長 伊藤文雄
中升晋司
吉沢慎介
藤田欣司

放射能検査課長 望月尚文

放射能検査第1係長 田中義一郎
鈴木譲

遠藤 真理子
放射能検査第2係長(兼) 田中義一郎
黒沢 保雄
田野 実

養成訓練部長(兼) 伊沢 正実
教務室長 若林 一夫
石原 照一
山下 チヨ子
指導室長 飯田 博美
林 正俊
増田 史郎

病院部長 熊谷 冨義
事務課長 伊東 茂
庶務係長 稲坂 正行
今井 俊子
榎本 睦三
三瓶 ハナ
成毛 菊子
会計係長 関谷 菊治
小藤田 満
医事係長 大羽 文夫
中沢 忠男
川相 紀夫
医務課長 田崎 瑛生
尾立 新一郎
鍋谷 欣市
山本 五郎
池田 道雄
小泉 利喜雄
谷川 清司
関 和一郎
菅野 健夫
庄田 丈夫
石黒 由希子
勝田 弘子
鈴木 富二夫
竹垣 シズ
飯田 優
宮本 みつ

総看護婦長 石井 喜久子
看護婦長 岩本 房子
〃 梅田 礼子
〃 津野 和嘉子
〃 長田 しず子
看護婦 衛藤 公子
荻原 立子
松沢 房子
加藤 昌子
岩崎 民江
高橋 友子
三宅 文代
前野 日出子
国本 美恵子
市川 博子
中島 紀子
飯島 一江
馬木 宮子
三島 絹子
薄葉 美恵子
藤田 文子
検査課長(兼) 熊谷 冨義
検査係長 山根 昭子
三浦 正司
大谷 繁子

東海支所長(兼) 塚本 憲甫
管理室長 上滝 利春
須藤 重雄
高橋 正寛
研究室長

4. 昭和36年度職員海外出張

氏名	所属	出張先	期間	備考
小林定喜	障害基礎研究部	アメリカ合衆国 (University of Duke)	35.2.1～ 36.7.3	昭和34年度 原子力留学生
鈴木正	環境衛生研究部	国際原子力機関 (IAEA Health Safety and Waste Disposal Division)	35.4.14～ 38.4.13	
飯沼武	物理研究部	イギリス (University of Leeds)	35.4.18～ 37.5.16	昭和34年度 原子力留学生
中村弥	障害基礎研究部	フランス (Institut de Chimie Biologique, Faculté de Médicine de Strasburg) ほか	35.10.30～ 36.11.2	フランス技術留学生および原子力留学生
鈴木孝之	化学研究部	フランス (Institut de Radium de Paris)	35.11.13～ 36.10.2	昭和35年度 原子力留学生
新発田杏子	障害基礎研究部	ドイツ連邦共和国（西独） (Radiologisches Institut der Universität Freiburg)	36.1.3～ 37.5.5	IAEA フェローシップ
江藤秀雄	障害基礎研究部	国際原子力機関 ウイーン，ローマ，ほか	36.6.3～ 36.7.2	
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～ 37.8.2	
安田徳一	遺伝研究部	アメリカ合衆国 (University of Wisconsin)	36.8.10～ 38.8.9	
塚本憲甫	所長	ニュー・ヨーク (第10回国連科学委員会)	36.8.26～ 36.9.24	日本政府代表
伊沢正実	化学研究部	ニュー・ヨーク (国際放射線防護委員会)	36.9.14～ 36.9.30	
山崎秀郎	化学研究部	カナダ (National Research Council of Canada)	36.11.28～ 37.11.27	
沢田文夫	化学研究部	アメリカ合衆国 (Oak Ridge National Laboratory)	36.10.19～ 37.9.9	昭和36年度 原子力留学生
稲田哲雄	物理研究部	アメリカ合衆国 (Oak Ridge National Laboratory)	36.11.22～ 37.10.20	昭和36年度 原子力留学生
白沢春之	生理病理研究部	ドイツ連邦共和国（西独） (Universität Tübingen)	37.1.27～ 39.1.26	
塚本憲甫	所長	ニュー・ヨーク (第12回国連科学委員会)	37.3.2～ 37.3.29	日本政府代表
市川龍資	環境衛生研究部	ニュー・ヨーク (第12回国連科学委員会)	37.3.2～ 37.3.27	日本政府代表代理

5. 昭和36年度人事異動表

行政職（1）

職名または所属	氏名	異動年月日	備考
放射能検査課	[redacted]	36. 4. 1	
事務課		〃	採用
放射線安全課		〃	〃
会計課		〃	文部省より
技術課		〃	〃
企画課		〃	採用
医務課		〃	〃
企画課		36. 6.16	厚生省より
養成訓練部		36. 7. 1	〃
技術課 技術第2係長		36. 8. 1	採用
放射線安全課		〃	農林省より
医務課		〃	採用
会計課長		36. 8. 7	科学技術庁より
会計課		36.10. 1	警察庁より
企画課		〃	外務省より
放射線安全課		〃	採用
事務課		36.10.16	厚生省より
〃		〃	採用
庶務課		36.11. 1	文部省より
企画課長		37. 2.22	科学技術庁より
企画課		37. 3. 1	採用

個人情報保護の為、非公開

行政職（2）

職名または所属	氏名	異動年月日	備考
技術課	[redacted]	36. 4. 1	採用
会計課		36. 4.16	〃
医務課		36. 6.16	〃
〃		36. 7. 1	〃
放射線安全課		36. 9. 1	文部省より
総看護婦長付		37. 2.21	採用

個人情報保護の為、非公開

研究職

職名または所属	氏名	異動年月日	備考
物理研究部	[redacted]	36. 4. 1	文部省より
生物〃		〃	採用
生理病理〃		〃	〃
〃		〃	〃
障害基礎研究部		36. 4. 1	採用
〃（薬）		〃	〃
環境衛生研究部		〃	文部省より
物理研究部		〃	採用
化学研究部		〃	〃
〃		〃	〃
遺伝研究部		〃	〃
環境衛生研究部		〃	〃
養成訓練部		〃	〃
環境衛生研究部		36. 6.16	文部省より
臨床研究部		36. 7. 1	採用
〃		〃	〃
環境衛生研究部		〃	〃
化学研究部		36. 8. 1	文部省より
遺伝研究部		36. 8.16	採用
臨床研究部		〃	〃
障害基礎研究部		36. 9. 1	文部省より
生理病理研究部		36. 9.16	採用
臨床研究部		36.10. 1	〃
〃		〃	〃
〃		36.10.16	〃
養成訓練部 指導室長		〃	文部省より
生物研究部 生 物第1研究室長		36.11. 1	〃
生物研究部		〃	〃
物理研究部		36.12. 1	〃
遺伝研究部		33.12. 1	〃
技術課		36.12.16	厚生省より
生理病理研究部		〃	文部省より
臨床研究部 臨 床第2研究室長		37. 2. 1	採用
環境衛生研究部 環境衛生 第4研究室長		〃	文部省より
障害基礎研究部		37. 2.16	採用
〃		37. 3. 1	〃
生物研究部		〃	〃
化学研究部		〃	〃

個人情報保護の為、非公開

医療職（1）

職名または所属	氏名	異動年月日	備考
医務課 医師	[redacted]	37. 1. 1	採用

医　療　職（2）

職名または所属	氏名	異動年月日	備考
検査課検査係長	個人情報保護の為、非公開	36. 4. 1	採用
検査課		〃	〃
医務課　薬剤師		36. 7. 1	〃

医　療　職（3）

職名または所属	氏名	異動年月日	備考
看護婦	個人情報保護の為、非公開	36. 4.16	採用
〃		36. 4.28	〃
〃		〃	〃
〃		36. 5. 1	厚生省より
看護婦長		36. 7. 1	採用
看護婦		〃	厚生省より
〃		36. 7.16	〃
〃		〃	〃
〃		〃	〃
〃		〃	〃
〃		36. 8. 7	採用
〃		36. 9. 1	〃
〃		36. 9.16	厚生省より

6. 昭和36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	[redacted]	36. 4.30	辞職
養成訓練部		36. 5.10	〃
技術課		36. 6.15	〃
生理病理研究部		36. 6.30	〃
会計課経理係長		36. 7. 1	科学技術庁へ
養成訓練部		〃	〃
庶務課長		36. 8. 7	金属材料研究所へ
会計課		36. 8.16	科学技術庁へ
企画課		36. 8.31	辞職
会計課		〃	〃
放射線安全課		〃	〃
障害基礎研究部 障害基礎第2研究室長	個人情報保護の為、非公開	36. 9. 1	京都大学へ
技術課		〃	〃
会計課長補佐		36. 9.25	厚生省へ
事務課		36.10.16	国立呉病院へ
臨床研究部		〃	辞職
看護婦		36.12. 1	国立東京第1病院へ
化学研究部		37. 2. 1	金沢大学へ
障害基礎研究部		〃	東京大学へ
企画課長		37. 2.22	厚生省へ
企画課		37. 2.28	辞職
生物研究部		〃	〃
障害基礎研究部		37. 3. 1	京都大学へ

7. 昭和36年度研究生名簿

氏名	所属研究部	期間	備考
小田鈎一郎	化学研究部	36. 4. 1 ～ 36. 10. 1	野田醤油KK
佐藤良子	生物研究部	36. 4. 1 ～ 37. 3. 31	日本女子大学生
肥田和子	遺伝研究部	36. 4. 1 ～ 37. 3. 31	〃
森岡良子	〃	36. 4. 1 ～ 37. 3. 31	〃
村松晉	障害基礎研究部	36. 7. 1 ～ 36. 9. 1	遺伝学研究所研究員
菱沢徳太郎	〃	36. 7. 20 ～ 36. 9. 30	東京大学大学院生物研究科学生
中西重昌	臨床研究部	36. 7. 24 ～ 36. 10. 31	島津製作所中央研究部原子力研究課
田口一郎	〃	36. 9. 11 ～ 36. 10. 7	関東労災病院内科医員
中込敬祐	化学研究部	36. 9. 15 ～ 3カ月間	栗田工業KK
辰口益三	臨床研究部	36. 10. 12 ～ 36. 10. 25	金沢大学医学部助手
益田澄夫	〃	36. 10. 12 ～ 36. 10. 25	金沢大学医学部副手
田口昌代	〃	36. 11. 2 ～ 37. 6.	東京大学医学部沖中内科
田中喜久	〃	37. 1. ～ 38. 1.	日本大学医学部助手
島澄夫	生理病理研究部	37. 2. 19 ～ 37. 3. 31	東京大学農学部研究生
青木一子	生物研究部	37. 2. 16 ～ 37. 3. 31	千葉大学文理学部技術員
沖垣達	遺伝研究部	37. 2. 20 ～ 38. 2. 19	国際基督教大学助手
舘鄰	生物研究部	37. 2. 16 ～ 37. 3. 31	東京大学大学院生物研究科学生
森田敏照	化学研究部	37. 2. 10 ～ 37. 3. 3 37. 3. 9 ～ 37. 3. 31	京都大学理学部助手

36年

8. 職員研究発表一覧

A 論文

（発表者欄，括弧内は所外共同研究者）

発表者	題目	発表年月	発表誌	巻	号	頁	備考
〔所長〕 塚本憲甫	最近における放射線医学の進歩	1961. 9.	全国都道府県医師会誌				
〔物理研究部〕							
江藤秀雄，渡辺博信 田中栄一，平本俊幸	On the whole body counters at National Institute of Radiological Sciences	1962.	Proceedings of the Symposium on Whole Body Counting				IAEAより発行
橋詰雅 （宮川正，他）	The genetically significant dose by the X-ray diagnostic examination in Japan	1961. 9.	日本医学放射線学会誌	21	6	565	
松沢秀夫，川島勝弘 高久祐治，稲田哲雄 星野一雄	放射線の熱量的測定法に関する研究その1（100～300 kVp X線のエネルギー束について）	1961. 6.	日本医学放射線学会誌	21	3	27	
松沢秀夫，川島勝弘 高久祐治，稲田哲雄 星野一雄	放射線の熱量的測定法に関する研究その2（^{137}Cs γ線のエネルギー束について）	1961. 11.	日本医学放射線学会誌	21	8	29	
田中栄一	A low background beta-ray scintillation spectrometer using a coincidence method with a Geiger counter	1961.	Nuclear Instruments & Methods	13	1	43	
〔化学研究部〕							
小野浄治，岩間由希子 亀山忠典	DNA に依存する RNA の生合成	1962.	酵素化学シンポジウム				18集
坪田博行 （垣花秀武）	陽イオン交換樹脂内における金属イオンの加水分解	1961. 12.	日本化学雑誌	82	12	1650	
〔生物研究部〕							
（新井良一） 江上信雄	Occurrences of leucophores on the caudal fin of the fish, Oryzias latipes, following administration of androgenic steroids.	1961. 12.	Annotationes Zoologicae Japonenses	34	4	185	
江上信雄 （石居進）	Hypophyseal control of reproductive functions in teleost fishes	1962. 2.	General and Comparative Endocrinology	1	Supl.	172	
江上信雄 （南部実）	Factors initiating mating behavior and oviposition in the fish, Oryzias latipes	1961. 12.	Journal of Faculty of Science, Tokyo University Section Ⅳ.	9	2	263	
仲尾善雄 小川英行，岩崎民子	被照射アルテミア卵ラジカルの ESR による測定	1961.	文部省班研究報告 昭和36年度				印刷中
仲尾善雄 田口茂敏	両生類幼生の放射線致死に対する DNP 処理の効果	1961.	文部省班研究報告 昭和36年度				印刷中
仲尾善雄 田口茂敏	ウニ卵の放射線による細胞分裂遅延に対する DNP の効果	1961.	文部省班研究報告 昭和36年度				印刷中
田口茂敏	DNP 処理ヒキガエル胚に於ける ATP 及び乳酸量の発生中の変化	1962. 1.	動物学雑誌	71	1	19	
田口茂敏	Changes in adenosine nucleotide content during embryonic development of the teleost, *Oryzias latipes* determined by an improved ion exchange resin chromatography method.		Annotationes Zoologicae Japonenses	35			印刷中
田口茂敏 新津せつ子	X線被照射動物の種々の組織に於ける酸可溶性ヌクレオチドについて	1961.	文部省班研究報告 昭和36年度				印刷中

田口茂敏 新津せつ子	Nitromine 処理がメダカ胚の AMP, ADP, 及び ATP Contents に対する作用	1961.	文部省班研究報告 昭和36年度				印刷中
山口武雄	ガンマ線照射によるゾウリムシ電解質含量の変化	1961.	文部省班研究報告 昭和36年度				印刷中
〔遺伝研究部〕							
中西宥 (水谷正寛 Pomerat, C. M.)	Morphological and cytological study of human amnion cells in the course of recovery from radiation injury.	1961.	Texas Reports on Biology and Medicine	19	4	811	
中西宥 (水谷正寛, 大貫泰 Pomerat, C. M.)	Changes in modal values of chromosomes after irradiation of human amnion cells.	1961.	Proceedings of the Conference on Research on the Radiotherapy of Cancer			51	
中西宥 (大貫泰 牧野佐二郎)	Phase cinematography studies on the effects of radiation on the the cell, with special regard to the behavior of the chromosomes in grasshopper spermatocytes in response to X-and beta-irradiatcons.	1961.	Proceedings of the Symposium on Genetic Effect of Radiation			115	
仲尾善雄 (Auerbach, C.)	Test of a possible correlation between cross-linking and chromosome breaking abilities of chemical mutagens.	1961.	Zeitschrift Vererfungslehre	92		457	
塩見敏男, 稲垣栄一 橘弘子, 仲尾善雄	Mutation rates at low level irradiation in *Drosophila melanogaster* (A preliminary report)	1961.	United Nations G. L. Report A/AC.82/G/L.734			1	
〔障害基礎研究部〕							
江藤秀雄, 関口豊三 完倉孝子, 岩倉哲男	三重水素チミジン (tritiated thymidine) の組織培養された HeLa 細胞のデオキシリボ核酸への導入実験	1961. 4.	Radioisotopes	10	1	135	
江藤秀雄, 関口豊三 (吉川春寿)	トリチウム標識チミジンの応用	1961. 4.	Radioisotopes	10	1	163	
江藤秀雄, 菅原努 (宮川正, 他)	The genetically significant dose by the X-ray diagnostic examination in Japan.	1961. 6.	日本医学放射線学会誌	21	6	1	
江藤秀雄, 渡辺博信 田中栄一, 平本俊幸	On the whole body counters at National Institute of Radiological Sciences.	1962.	Proceedings of the Symposium on Whole Body Counting				IAEA より発行
堀川正克	Biochemical and genetical studies on variants of the mouse strain L cells in cell culture.	1961.	Japanese Journal of Genetics	36	9–10	319	
堀川正克 (黒田行昭, 古山順一)	L 細胞 (マウス) に於ける変異性と蛋白核酸合成について	1961.	細胞化学シンポジウム	11		203	
松岡理, 土屋武彦 (古川義宣)	The effect of X-irradiation on 5-hydroxytryptamine (serotonin) contents in the small intestines of experimental animals.		Journal of Radiation Research				投稿中
(宮川正) 江藤秀雄, 菅原努, 他	The genetically significant dose by the X-ray diagnostic examination in Japan.	1961.	Nippon Acta Radiologica	21	6	565	
菅原努	放射線科のための遺伝学——放射線障害防止のために	1961.	さくらXレイ写真研究	12	4 5	3 12	
菅原努	放射線の晩発性障害	1961. 9.	綜合医学	18	9	574	
菅原努	放射線の遺伝的障害	1961. 9.	綜合医学	18	9	584	
菅原努 (福田正, 橋本哲明)	Reliability of film badge method and pocket dosimeters for personel monitoring.	1961. 12.	Strahlentherapie	116	4	638	

(早川純一郎) 土屋武彦，菅原　努	Protective effect of mercazole (1-methyl 2-mercaptoimidazole) against single whole-body irradiation in mice.	1961. 11.	Strahlentherapie	116	3	415	
〔薬学関係〕							
花木　昭 (石館守三)	Oxidative demehytlation and carcinogenicity of 4-N-dimethylaminoazobenzene.	1961. 9.	Nature	191	4794	1198	
花木　昭 (石館守三)	Oxidative N-demethylation of aminoazo compounds by model system II. Model system effected by ferrous ion, ascorbic acid and oxygen.	1961. 12.	Journal of Biochemistry (Tokyo)	50	6	519	
花木　昭 (石館守三)	Nonenzymic N-demethylation of 4-N-dimethylaminoazobenzene.	1962. 2.	Biochemica et Biophysica Acta	57	1	180	
(伊藤四十二) 色田幹雄 (鈴木婦美子 小河原裕子)	Effect of saliva-parotin-A on serum citric acid (studies on the physiological chemistry of the salivary glands LVII).	1961. 6.	Endocrinologica Japonica	8	2	123	
(伊藤四十二，鶴藤丞) 色田幹雄	Acute effect of parathyroidectomy on renal tubular reabsorption of phosphorus in rats.	1961. 3.	Endocrinologica Japonica	8	1	68	
篠田雅人	Influence of proteolytic enzymes on parotine VI. Isolation and properties of a biologically active protein "parotin-T.A" from the parotin-digest by trypsin.	1961. 6.	Endocrinologica Japonica	8	2	68	
篠田雅人	Influence of proteolytic enzymes on parotin VII. Isolation and some properties of parotin-T. B_1 and parotin-T. B_2	1961 .6.	Endocrinologica Japonica	8	2	108	
玉置文一 (Pincus, G.)	Biosynthesis of progesterone in ovarian tissue.	1961. 9.	Endocrinology	69	3	527	
〔環境衛生研究部〕							
阿部史朗，小口雄康 松田節子 (向坊　隆，鈴木　伸)	放射性エアロゾル発生装置試作に関する基礎研究	1961. 10.	日本労働衛生工学会機関誌（誌名未詳）				印刷中
榎本好和 (酒井文徳，羽賀道信)	Eine neue Unterschungsmethode für die Rückresorption in tubulären Nieren-Zellen.	1962. 2.	Naunyn-Schmiedberg's Archiu für experimentelle Pathologie und Pharmakologie	242		430	
榎本好和（酒井文徳， 星　猛，羽賀道信）	Membranpotential an der Nierentubuli des *Triturus pyrrhogaster*	1961. 11.	Japanese Journal of Pharmacology	11	1	65	
(日比谷　京) 小栗幹郎	Gill absorption and tissue distribution of some radionuclides (Cr-51, Hg-203, Zn-65 and Ag-110 m. 110) in fish.	1961. 11.	Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries.	27	11	996	
市川龍資，阿部道子 江藤正子	Evaluation of the origins of strontium-90 contained in wheat plant.	1961. 7.	Science	133		2017	
市川龍資，江藤正子 阿部道子	Strontium-90 and cesium-137 absorbed by rice plants in Japan, 1960.	1962. 3.	Science	135		1072	
市川龍資 小栗幹郎	Metabolism of radionuclides in fish-1. Strontium-calcium discrimination in gill absorption.	1961. 4.	Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries	27	4	351	
市川龍資，小栗幹郎 福田直子	Metabolism of radionuclides in fish-2. Strontium-calcium discrimination in gill excretion.	1961. 11.	Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries	27	11	990	

樫田義彦 岩倉哲男	液体シンチレーションスペクトロメーターによる ^{14}C, ^{3}H の測定 II. ^{14}C, ^{3}H の同時測定法		Radioisotopes				投稿予定
樫田義彦 岩倉哲男	液体シンチレーションスペクトロメーターによる ^{14}C, ^{3}H の測定 III. 試料容器材質の検討		Radioisotopes				投稿予定
樫田義彦，山崎幹夫 岩倉哲男，馬被尚子	Carbon-14 in biological environment, I. Annual variation of carbon-14 concentration in thymol.		Bulletin of Chemical Society of Japan				投稿中
小栗幹郎	Histo-morphology on the kidney and adrenal gland of Medaka, *Oryzias latipes* (T. et S.)	1961. 12.	Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries	27	12	1058	
渡辺博信	A new method of measurement of absorption dose rate from terrestrial background radiation.	1961. 8.	Journal of Radiation Research	2	2	1	
山下幹雄 渡辺博信	放射性希ガスの測定		原子力学会誌				投稿中
山崎幹夫 碓井妙子	Biogenesis of thymol.	1962. 1.	Chemical and Pharmaceutical Bulletin (Tokyo)	10	1	71	
〔臨床研究部〕							
荒居龍雄 市川平三郎	胸部 X 線照射による肺障害に関する研究（第2報）	1961. 9.	日本医学放射線学会誌	21	6	53	
土井田幸郎	タデ属植物の属内分化に関する考察 (1)	1962. 1.	植物研究雑誌	37	1	3	
福田信男 (杉田元宜)	Mathematical analysis of metabolism using analogue computer.	1961.	Journal of Theoretical Biology	1	3	440	
平嶋邦猛	Study on erythropotetic factor in plasma～effect of human plasma on the in vitro biosynthesis of heme by avian erythrocytes～	1961. 10.	Acta Haemat	26	4	209	
平嶋邦猛 (高久史麿)	造血因子に関する研究 VI, VII. jaxtaglomerular cells と造血因子 (1), (2)	1961. 4. 5.	医学と生物学	59	2 4	57 98	
平嶋邦猛 (高久史麿，沖中重雄)	造血因子に関する研究 VIII. jaxtaglomerular cells と造血因子 (3)	1961. 6.	医学と生物学	59	5	123	
(高久史麿) 平嶋邦猛	造血因子に関する研究 IX, X, XIII. 造血因子の作用機序 (1), (2), (3)	1961. 8. 9. 1962. 3.	医学と生物学	60 62	4 5 6	113 143 142	
(高久史麿) 平嶋邦猛	造血因子に関する研究 XI. 造血因子測定の新しい bioassay 法	1962. 2.	医学と生物学	62	3	62	
(高久史麿) 平嶋邦猛	造血因子に関する研究 XII. 腎と造血因子	1962. 2.	医学と生物学	62	4	99	
平嶋邦猛，永井輝夫 (高久史麿)	造血因子に関する研究 XIV. サイミジン 6-^{3}H ミクロラジオオートグラフ法による研究 (1)	1962. 3.	医学と生物学	62	6	155	
北川俊夫 (Glicksman, A. S.)	Effect of L-triiodothyronin on post-irradiation fibrosis.	1961. 11.	Radiology	77	5	799	
北川俊夫 (Glicksman, A. S.)	Radiation effects on skin and subcutaneous tissue.	1961. 12.	Radiation Research	15	6	761	
(畔柳武雄，栗栖明 杉山始，斎藤昌信) 三輪史朗	腎性貧血の成因について	1961. 12.	日新医学	48	12	775	
楠本五郎 (尾内能夫，都丸禎三)	実大像シンチグラムに関する基礎的研究	1961. 9.	Radioisotopes	10	3	341	
永井輝夫	放射性同位元素による腎機能検査法 (^{131}I hippuran renocystogram)	1961. 12.	臨床病理	9	8	416	

田中　茂	基礎代謝	1961. 4.	診断と治療	49	4	132
田中　茂	抗甲状腺剤	1962. 1.	診断と治療	50	1	72
田中　茂，福田信男 （杉田元宜，小川康男）	電子計算機による甲状腺機能の分析	1962. 4.	最新医学	17	4	810
(Tanaka, K. R., Valentine, W. N.) 三輪史朗	Pyruvate kinase (PK) deficiency hereditary nonspherocytic hemolytic anemia.	1962. 3.	Blood	19	3	267
(Tanaka, K. R., Valentine, W. N.) 三輪史朗	Studies on hereditary spherocytosis and other hemolytic anemias.	1962. 1.	Clinical Research	10	1	109
(Valenitne, W. N., Tanaka, K. R.) 三輪史朗	A specific erythrocyte glycolytic enzyme defect (pyruvate kinase) in three subjects with congenital nonspherocytic hemloytic anemia.	1961. 5.	Transactions of the Association of American Physicians	74		100
〔病院部〕						
（高野，広川） 田崎瑛生	Growth response to ^{60}Co γ-irradiation of human cell lines cultivated *in vitro*.	1961. 8.	Japanese Journal of Medical Science & Biology	14	4	183

B　口　頭

（発表者欄，括弧内は所外共同研究者）

発表者	題目	発表年月	学会	場所
〔所長〕				
塚本憲甫	最近における放射線医学の進歩	1961. 9.	全国都道府県医師会	岐阜市公会堂
塚本憲甫	最大許容量の諸問題（国連科学委員会の討議を中心として）	1961. 11.	第3回原爆後障害研究会	広島市平和記念館
塚本憲甫	放射性降下物の身体的影響	1962. 1.	国際医学会	東条会館（東京）
〔物理研究部〕				
橋詰雅，加藤義雄	骨髄線量測定に関する研究	1961. 10.	日本医学放射線学会物理部会	広島大学
橋詰雅，加藤義雄	骨梁間隔と骨髄線量について	1962. 2.	日本医学放射線学会物理部会	京都大学
橋詰雅，加藤義雄 丸山隆司	原爆（長崎，広島）による被曝線量の推定法について	1962. 2.	日本医学放射線学会物理部会	京都大学
橋詰雅，加藤義雄 野田博治	X線診断による遺伝有意線量に関する研究	1961. 4.	日本医学放射線学会総会	大阪市中央公会堂
橋詰雅，加藤義雄 （津屋旭）	トロトラスト使用患者決定臓器の吸収線量推定	1961. 10.	第132回日本医学放射線学会関東部会	群馬大学
橋詰雅，野田博治 加藤義雄	診療用X線の線質について	1961. 4.	日本医学放射線学会総会	大阪市中央公会堂
平本俊幸	放医研のヒューマンカウンターについて	1961. 6.	日本原子力学会「低レベル放射能計測に関する討論会」	化学図書館
平本俊幸，田中栄一	β-γ 同時計数法による微量放射能の測定	1962. 3.	第9回応用物理学関係連合講演会	日本大学文理学部
星野一雄，松沢秀夫	連続X線による二次電子スペクトルの測定	1961. 10.	第16回日本物理学会年会	金沢大学
稲田哲雄	連続X線による二次電子スペクトルの測定	1961. 12.	日本医学放射線学会関東部会	慈恵会医科大学
稲田哲雄，松沢秀夫 高久祐治，川島勝弘	放射線の熱量的測定法に関する研究（その1）（100～300 kVp X線のエネルギー束について）	1961. 4.	第20回医学放射線学会総会	大阪市中央公会堂
松沢秀夫	高エネルギー電子線の測定について	1962. 2.	日本医学放射線学会物理部会	京都大学

松沢秀夫，川島勝弘 高久祐治，稲田哲雄 星野一雄	高エネルギーX線，電子線の測定	1962. 4.	第21回日本医学放射線学会	名古屋文化会館
高久祐治，川島勝弘	^{137}Cs γ 線のエネルギー束について	1961. 12.	日本医学放射線学会関東部会	慈恵会医科大学
田　中　栄　一	低バックグラウンドβ線シンチレーション・スペクトロメーター	1961. 6.	日本原子力学会「低レベル放射能計測に関する討論会」	化学図書館
田中栄一，平本俊幸	同時計数型低バックグラウンドβ線スペクトロメーターの改良	1962. 3.	第9回応用物理学関係連合講演会	日本大学文理学部
田中栄一，平本俊幸 伊藤　進	NaI シンチレーション検出器に及ぼす宇宙線の影響について	1962. 3.	第9回応用物理学関係連合講演会	日本大学文理学部
田中栄一，平本俊幸 小高庄二	Whole body counter	1962. 3.	第9回応用物理学関係連合講演会	日本大学文理学部
〔化学研究部〕				
藤田　斉，伊沢正実	硫酸バリウムゾルの安定度におよぼすガンマ線照射の影響	1962. 4.	日本化学会第15年会	京都大学
伊沢正実，坪田博行 河村正一，田野　実	尿中の Cs-137 の定量法	1961. 7.	日本放射線影響学会第3回研究発表会	日本大学歯学部
伊沢正実，坪田博行 河村正一，田野　実	尿中の Cs-137 の濃度について	1961. 7.	日本放射線影響学会第3回研究発表会	日本大学歯学部
伊沢正実，坪田博行 （永井　充）	Cs^{137} の降下量と雨量の関係	1961. 10.	地球化学討論会	秋田大学
伊沢正実，坪田博行 （永井　充）	フォールアウト中の Cs^{137} と Sr^{90} の比およびその意味づけ	1961. 10.	地球化学討論会	秋田大学
河村正一，伊沢正実	希土類元素の濾紙電気泳動法による分離	1961. 10.	第5回放射化学討論会	立教大学
小野浄治，岩間由希子 亀山忠典	DNA に依存する RNA の生合成	1961. 7.	第13回酵素化学シンポジウム	東京教育大学
坪田博行，小柳　卓	炎光分光分析法による骨中ストロンチウムの定量	1961. 10.	日本分析化学会第10年会	工学院大学
坪　田　博　行 （杉　村　行　勇）	ロジゾン酸バリウム共沈イオン交換分離法による天然水中のラジウムの分析法	1961. 11.	化学関係学協会連合秋季研究発表大会	東京大学
坪田博行，渡利一夫	アルキルリン酸による希土類元素の溶媒抽出	1961. 10.	第5回放射化学討論会	立教大学
坪田博行，渡利一夫	三相分配による分離の基礎的考察	1962. 4.	日本化学会第15年会	京都大学
山　崎　秀　郎 （古川　清，志田正二）	スクワランの放射線分解（第2報） 温度の影響	1962. 4.	日本化学会第15年会	京都大学
〔生物研究部〕				
江　上　信　雄	被照射キンギョの黒化現象の内分泌学的解析	1962. 2.	文部省科学研究費総合研究連絡会議	東京大学
江　藤　久　美	魚類の黒色素胞の調節機構に対する放射線の影響 I	1961. 10.	第32回日本動物学会大会	東北大学
江　藤　久　美	魚類の黒色素胞の調節機構に対する放射線の影響	1962. 2.	文部省科学研究費総合研究連絡会議	東京都立大学
兵　藤　泰　子 （太田吉彦，小林英司）	鳥類の neurohypophysis の微細構造	1961. 10.	第32回日本動物学会大会	東北大学
岩崎民子，小川英行 仲尾善雄	被照射 Artemia 卵ラジカルの ESR による測定	1961. 10.	第32回日本動物学会大会	東北大学
仲尾善雄，田口茂敏	両生類幼生の放射線致死に対する DPN 処理の効果	1961. 7.	日本放射線影響学会第3回研究発表講演会	日本大学歯学部
山　口　武　雄	ガンマ線照射によるゾウリムシ電解質含量の変化	1961. 10.	第32回日本動物学会大会	東北大学
山　口　武　雄	ガンマ線照射によるゾウリムシ電解質含量の変化	1962. 2.	放射線影響班会議	東京都立大学

〔遺伝研究部〕				
藤田英子，仲尾善雄	4-nitroquinoline-N-oxide によるショウジョウバエ及び蚕の突然変異発生実験	1961. 9.	日本遺伝学会第33回大会	東北大学
（水谷正寛） 中西宥	培養細胞におよぼすガンマ線の影響，特に巨大細胞の形成について	1961. 9.	日本遺伝学会第33回大会	東北大学
中西宥	生体観察による癌細胞の分裂	1961. 9.	日本遺伝学会第33回大会	東北大学
中西宥 （水谷正寛 牧野佐二郎）	ベータ線照射をうけたバッタの精母細胞における染色体の運動の測定	1961. 9.	日本遺伝学会第33回大会	東北大学
仲尾善雄	エチレン・イミンによる蚕及びショウジョウバエにおける突然変異の誘発	1961. 10.	日本動物学会第32回大会	東北大学
仲尾善雄	ショウジョウバエにおける N-(bis-β-chloroethyl)-N-(β'-ethoxyethyl) amine-N-oxide-hydrochloride $(ClCH_2CH_2)_2\underset{\underset{O}{\downarrow}}{N}CH_2CH_2OCH_2CH_2 \cdot HCl$ による突然変異の誘発	1961. 4.	日本動物学会関東支部第13回大会	東京都立大学
仲尾善雄 藤田英子，森岡美子	突然変異発生率に対する sperm の storage effect	1962. 1.	文部省班研究報告会放射能の遺伝的影響	東京都立大学
仲尾善雄，藤田英子 （加藤光秋）	突然変異発生率に対する父親の age の効果	1962. 1.	文部省班研究報告会放射能の遺伝的影響	東京都立大学
仲尾善雄，稲垣栄一 藤田英子，町田勇	突然変異発生機構の分析—蚕の可視突然変異を用いて whole mutation と mosaic との関係の分析の可能性	1962. 1.	文部省班研究報告会放射能の遺伝的影響	東京都立大学
仲尾善雄，森岡美子	4-nitroquinoline-N-oxide によるショウジョウバエの突然変異発生実験	1961. 9.	日本遺伝学会第33回大会	東北大学
塩見敏男，稲垣栄一 橘弘子，仲尾善雄	低線量における突然変異発生率の問題（ショウジョウバエの致死突然変異）中間報告	1961. 9.	日本遺伝学会第33回大会	東北大学
塩見敏男，稲垣栄一 橘弘子，仲尾善雄	低線量における突然変異発生率の問題	1962. 1.	文部省昭和36年度放射線総合研究班会議	東京都立大学理学部
渡部郁雄	繊毛虫テトラヒメナ *T. pyriformis* W の放射線感受性	1961. 10.	日本動物学会第32回大会	東北大学
渡部郁雄	繊毛虫 *Tetrahymena pyriformis* strain W の各種生長期における放射線感受性について	1962. 2.	文部省科学研究費班研究総合研究連絡会議	東京都立大学
〔生理病理研究部〕				
一井昭五，小林森 松葉三千夫	白鼠臓器 TPN の含量におよぼす放射線の影響	1961. 7.	日本放射線影響学会第3回研究発表会	中央大学
一井昭五，松葉三千夫	ラット副腎 TPN, TPNH におよぼす ACTH の効果	1961. 5.	日本薬理学会第24回関東部会	信州大学
一井昭五，矢後長純 松葉三千夫	Steroid Hormone 産生内分泌腺におよぼす放射線の影響，第Ⅳ報，副腎中の TPN, TPNH について	1961. 4.	日本内分泌学会第34回総会	金沢大学
松葉三千夫	Steroid Hormone 産生内分泌腺におよぼす放射線の影響	1961. 8.	日本薬理学会第34回総会	北海道大学
松葉三千夫	Steroid Hormone 産生内分泌腺におよぼす放射線の影響	1961. 9.	第1回塩野義シンポジウム（特別講演）	大阪塩野義研究所
竹内正，白沢春之 関山重孝	放射線照射による Thiolacetic acid esterose の消長	1962. 6.	日本病理学会	北海道大学
竹内正，白沢春之 関山重孝	放射線による卵巣腫瘍発生の病理学的研究	1962. 6.	日本病理学会	北海道大学
竹内正，白沢春之 関山重孝	腎内血流動態の研究とその形態学	1962. 6.	日本病理学会	北海道大学
矢後長純，小林森 松葉三千夫	ラット脾におけるステロイドホルモン代謝におよぼす放射線の影響	1961. 11.	日本内分泌学会東部部会	群馬大学
松葉三千夫	男性ホルモン生合成におよぼす放射線の影響	1961. 10.	成人医学会シンポジウム	慈恵会医科大学

〔障害基礎研究部〕				
(早 川 純一郎) 土屋武彦，菅原　努	マウスの系統による放射線感受性の差異と甲状腺機能について	1961. 10.	第4回日本アイソトープ会議	京都会館
(Chambon, P.) 中 村　弥，(Jacob, M. et Mandel, P.)	Action des rayons X sur l'activité des enzymes synthétisant l'acide déoxyribonucléique dans le tissu splénique du rat.	1961. 4.	Réunion Commune de la Société Belge de Biochimie et de la Société de Chimie Biologiqne	ベルギー，ガン市
堀　川　正　克 土井田　幸　郎	組織培養によるマウスL系細胞における変異細胞の遺伝生化学的研究（II）	1961. 11.	日本組織培養学会第12回研究会	慶応大学
松　岡　　理	腹窓法による放射線障害の研究	1961. 10.	第52回日本獣医学会	東京大学農学部
松岡　理，土屋武彦 江藤秀雄	放射線の影響に関する比較生理学的研究 1消化管系に及ぼす放射線の影響	1961. 7.	日本放射線影響学会第3回研究発表会	日本大学医学部
佐藤文昭，菅原　努 江藤秀雄	放射線による寿命短縮	1961. 7.	日本放射線影響学会第3回研究発表会	日本大学医学部
菅　原　　努	低線量累代照射の遺伝的影響についての実験とその人類への意味づけ	1961. 7.	日本人類遺伝学会第6回総会	福島医科大学
菅　原　　努	放射線と遺伝	1961. 10.	山形県エックス線技師会創立15周年記念講演会	山形市
菅　原　　努	放射線障害と遺伝学	1961. 12.	日本遺伝学会京都談話会第200回記念講演会	京都市
菅原　努，江藤秀雄 佐藤文昭	放射線の寿命に対する作用についての研究（2）	1961. 4.	第20回日本医学放射線学会総会	大阪中之島公会堂
菅　原　　努 (福田　正，橋本哲明)	個人被曝線量の測定と健康管理	1961. 4.	第20回日本医学放射線学会総会	大阪中之島公会堂
菅　原　　努 (福田　正，山本五郎)	マウスの毛色に対する放射線作用の研究	1961. 7.	日本放射線影響学会第3回研究発表会	日本大学歯学部
菅原　努，(橋本哲明 加藤武司，後藤洪基 福田　正，橋本隆治)	フィルム・バッヂとポケット放射線量計との測定値の比較と問題点	1961. 7.	日本放射線影響学会第3回研究発表会	日本大学歯学部
菅原　努，(中村　実 佐藤秀夫，中島茂春)	透視用 EL 応用暗順応計	1961. 4.	第20回日本医学放射線学会総会	大阪中之島公会堂
菅原　努，岡沢好子 村松　晉	低線量長期照射によるマウスの劣性致死突然変異	1961. 7.	日本放射線影響学会第3回研究発表会	日本大学歯学部
菅原　努，(佐藤秀夫 小林達雄，中村　実)	写真特性表示増感紙の研究	1961. 4.	第20回日本医学放射線学会総会	大阪中之島公会堂
土屋武彦，早川純一郎 菅原　努	放射線感受性と2，3の生理的性質	1961. 4.	第20回日本医学放射線学会総会	大阪中之島公会堂
〔薬学関係〕				
花木　昭，鈴木　治	多成分殊に生体液中の一成分の定量について	1961. 7.	日本薬学会第81年会	北海道大学
花　木　　昭 (寺山　宏，石館守三)	発ガン性アミノアゾ色素とラット肝タンパク質との結合（第5-6報）	1961. 4.	日本化学会第14年会	立教大学
花　木　　昭 (竹内昌男，寺山　宏)	発ガン性アミノアゾ色素とラット肝タンパク質との結合（第7報）	1961. 11.	日本生化学会第34年会	大阪大学
松島美一，鈴木　治 (田　村　善　蔵)	陽イオン交換樹脂を用いる錯安定度定数測定法の低 pH 領域への拡張について	1961. 7.	日本薬学会第81年会	北海道大学
篠田雅人，高木良成 玉置文一	家兎の放射線障害に対するサリバ・パロチン・A の効果	1962. 4.	日本内分泌学会総会	神戸ナショナル会館
〔環境衛生研究部〕				
阿部史朗，小口雄康 松田節子 (向坊　隆，鈴木　伸)	放射性エアロゾル発生装置試作に関する基礎研究	1961. 10.	日本労働衛生工学会第1回学会	千代田公会堂

阿部史朗，小口雄康 松田節子 （向坊　隆，鈴木　伸）	大気中のエーロゾルに対するヨード・ガスの付着に関する基礎実験（Ⅰ）	1961. 12.	大気汚染全国協議会第2回総会	全国市長会会議室（東京）
阿部史朗，小口雄康 松田節子 （向坊　隆，鈴木　伸）	エーロゾルに対する放射性ヨード・ガスの付着に関する基礎実験	1962. 2.	第3回原子力研究総合発表会	学士会館
阿部史朗，小口雄康 松田節子，（鈴木　伸）	微細なミストのヨード気流中のヨード付着	1961. 11.	日本化学会名古屋大会	毎日国際会館
阿部史朗，小口雄康 （鈴　木　　伸）	放射性エーロゾル発生装置の試作-Ⅰ	1961. 7.	日本放射線影響学会第3回研究発表会	日本大学歯学部
市川龍資，江藤正子	1961年産葉菜類の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度について	1961. 11.	第3回放射能調査研究成果発表会	放射線医学総合研究所
市川龍資，江藤正子 阿部道子	放射性物質による農作物の汚染機構についての研究-2. イネの ^{90}Sr, ^{137}Cs 汚染について	1961. 7.	日本放射線影響学会第回3研究発表会	日本大学歯学部
市川龍資，小栗幹郎 福田直子	魚類における放射性核種の蓄積機構に関する研究-2. エラ排出における Sr-Ca 差別率について	1961. 7.	日本放射線影響学会第3回研究発表会	日本大学歯学部
岩　倉　哲　男	液体シンチレーションスペクトロメーターによる ^{14}C, ^{3}H の測定 Ⅱ. ^{14}C, ^{3}H の同時測定法	1961. 7.	日本放射線影響学会第回3研究発表会	日本大学歯学部
樫　田　義　彦	液体シンチレーション測定法（特別講演）	1961. 11.	第1回核医学研究会	東京大学医学部
樫田義彦，山崎幹夫 岩倉哲男	植物精油中の自然炭素放射能の測定 Ⅰ. チモールにおける自然炭素放射能の年次変化	1961. 6.	日本薬学会	北海道大学
樫田義彦，山崎幹夫 岩倉哲男	液体シンチレーションスペクトロメーターによる ^{14}C, ^{3}H の測定 Ⅲ.	1961. 6.	日本薬学会	北海道大学
小　柳　　卓	炎光分光分析法による人骨中 Sr の定量	1961. 10.	日本分析化学会	工学院大学
佐　伯　誠　道	放射性廃棄物の管理—特に河川，海洋への放射性物質の流入に関連して	1961. 10.	日本水産学会大会放射能シンポジウム	鹿児島大学
（酒井文徳，星　　猛 羽賀道信），榎本好和	尿細管における再吸収機構（第2報） —いもり腎尿細管細胞の膜電位について—	1961. 7.	第34回日本薬理学会	北海道大学
〔臨床研究部〕				
荒居龍雄，楠本五郎 田崎瑛生，尾立新一郎	子宮頸癌根治照射に於ける尿管の線量測定	1962. 4.	第21回日本医学放射線学会総会	名古屋文化会館
福　田　信　男	高分子と低分子の物質結合速度恒数の相対的測定	1962. 4.	日本物理学会	大阪大学
福田信男，田中　茂	甲状腺ホルモンの作用機序に関する生物物理学的考察	1962. 4.	日本内分泌学会	神戸国際会館
福田信男，田中　茂	甲状腺刺激ホルモンの作用機序に対する考察	1962. 4.	日本内分泌学会	神戸国際会館
福田信男，田中　茂 （杉田元宜，小川康男）	^{131}I 代謝に対するアナログ計算の試み	1961. 11.	第1回核医学研究会	東京大学医学部
（服　部　理　男） 永井輝夫，樫田義彦 岩倉哲男	腸管からの鉄吸収に関する研究（3） ^{55}Fe, ^{59}Fe ダブルトレーサー法への液体シンチレーション計数法の応用	1961. 11.	第1回核医学研究会	東京大学医学部
平嶋邦猛，永井輝夫 （高　久　史　麿）	造血機構に関する実験的研究（1）　サイミジン-6-^{3}H ミクロラジオオートグラフ法による研究	1961. 11.	第1回核医学研究会	東京大学医学部
（沖中重雄，高久史麿） 平　嶋　邦　猛	造血因子に関する実験的研究 Ⅰ 内臓神経による造血因子生成の調節	1961. 4.	日本血液学会	京都大学病院
平　嶋　邦　猛 （高　久　史　麿）	造血因子に関する実験的研究 Ⅱ 傍系球体装置の組織学的研究	1961. 4.	日本血液学会	京都大学病院
平　嶋　邦　猛 （高　久　史　麿）	加令の造血能に及ぼす影響について—その実験的考察	1961. 10.	日本老人病学会	都市センター
細田逹一，永井輝夫 田中　茂，樫田義彦 岩倉哲男，（池田正男）	動脈硬化の実験的研究（1）　液体シンチレーション計数法によるコレステロール-4-^{14}C の家兎体内分布について	1961. 11.	第1回核医学研究会	東京大学医学部
北　川　俊　夫	電子線治療について	1962. 1.	第135回医学放射線学会関東部会	熱海市

北川俊夫	ビータートロン電子線治療について	1962. 3.	関東耳鼻科学会	慈恵会医科大学
北川俊夫	高エナジー電子線治療の線量—時間的因子について	1962. 4.	第21回日本医学放射線学会総会	名古屋文化会館
熊取敏之 土井田幸郎	放射線による白血球染色体異常について（予報）	1962. 5.	第24回日本血液学会総会	熊本市合同庁舎講堂
楠本五郎	容積線量計算の一方法	1962. 3.	第137回日本医学放射線学会関東部会	東邦大学
楠本五郎，藤田裕子 荒居龍雄	日立製 ^{137}Cs γ 線治療装置について	1961. 9.	第131回日本医学放射線学会関東部会	自衛隊病院
永井輝夫	放射性水素標識化合物による細胞回転，細胞内代謝のラジオオートグラフ的追究	1961. 11.	第14回細胞化学会	東京大学医学部
永井輝夫，熊取敏之	^{57}Co-VB$_{12}$ 吸収試験による悪性貧血の診断	1961. 11.	第1回核医学研究会	東京大学医学部
永井輝夫，田中茂	^{131}I ヒップランを用いたレノチストグラム（1）興味ある2～3の症例について	1961. 11.	第1回核医学研究会	東京大学医学部
永井輝夫，田中茂	ヒューマンカウンターの臨床診断的応用（1）その応用の可能性について	1961. 11.	第1回核医学研究会	東京大学医学部
永井輝夫，田中茂 （中西重昌）	放医研リニア・スキャナー及びテープレコーダースキャンニングシステムについて	1961. 11.	第1回核医学研究会	東京大学医学部
田中茂，福田信男	甲状腺ホルモンと血清蛋白の結合について	1961. 11.	日本内分泌学会関東部会	群馬大学
田中茂，永井輝夫 福田信男	甲状腺機能の電子計算機による分析	1961. 4.	日本医学放射線学会	大阪市中央公民館
田中茂，永井輝夫 福田信男	肝，腎機能の電子計算機による分析	1961. 4.	日本医学放射線学会	大阪市中央公民館
田中茂，永井輝夫 福田信男	アイソトープ・レノグラムの再現性	1961. 11.	第1回核医学研究会	東京大学医学部
田中茂，永井輝夫 福田信男	ヒューマンカウンターの2，3の応用	1961. 11.	第1回核医学研究会	東京大学医学部
田中茂，永井輝夫 福田信男	アイソトープ・レノグラムの再現性について	1962. 4.	日本医学放射線学会	名古屋文化会館
田中茂，永井輝夫 福田信男	消化管癌の蛋白代謝	1962. 4.	日本医学放射線学会	名古屋文化会館
田中茂，永井輝夫 福田信男	アイソトープの吸収による淋巴，血液鬱滞の診断	1962. 4.	日本医学放射線学会	名古屋文化会館
田中茂，永井輝夫 福田信男	^{131}I ヒップランを用いたレノチストグラム（2）その再現性を中心として	1961. 11.	第1回核医学研究会	東京大学医学部
田中茂，永井輝夫 田中栄一，平本俊幸	ヒューマンカウンターの臨床診断的応用（2）2～3の応用例について	1961. 11.	第1回核医学研究会	東京大学医学部
寺尾寿夫，（沖中重雄 吉川政己，ほか）	アンモニア及びアミノ酸の脳内移行に関する研究		神経化学懇話会	都市センター
(Tanaka, K. R. Valentine, W. N.) 三輪史朗	Pyruvate kinase (PK) deficiency hereditary nonspherocytic hemolytic anemia.	1961. 11.	American Society of Hematology	Los Ángels, Ambassador Hotel
(Valentine, W. N. Tanaka, K. R.) 三輪史朗	A specific erythrocyte glycolytic enzyme defect (pyruvate kinase) in three subjects with congenital nonspherocytic hemolytic anemia.	1961. 5.	Association of American Physicians	Atlantic City
〔病院部〕				
鍋谷欣市 （柳沢，他23名）	癌に対する術前照射のその後の検討	1962. 4.	第62回日本外科学会	国立博物館
田崎瑛生，鍋谷欣市 （香月，他8名）	肺癌外科療法における放射線併用療法の問題点	1962. 4.	第62回日本外科学会	国立博物館
田崎瑛生，鍋谷欣市 池田道雄，北川俊夫	深在性悪性腫瘍後照射の一つの方法（挿管組織内照射法　第1報）	1962. 4.	第21回日本医学放射線学会	名古屋文化会館
田崎，尾立，鍋谷，池田，楠本，（五味，弥富）	頸部リンパ節結核に対して強力にX線照射後発生せると思われる下咽頭癌の3例について	1961. 10.	第20回日本癌学会	東北大学

36年

9. 職員著書その他一覧

A 著書

著者（執筆者）	書名	題名	出版社	出版年月	（頁）数
塚本憲甫	死の灰（保健同人新書）		保健同人社	1962. 4.	165
伊沢正実（執筆監修）	アイソトープ便覧		丸善	1962. 1.	950
江藤秀雄，土屋武彦	放射線科学のまとめ方（基礎篇）		文光堂	1961. 6.	79
（菅原努）	アイソトープ便覧	LD_{50} と各種哺乳動物の放射線感受性	丸善	1962. 1.	(293～296)
田中茂	今日の治療指針，単純性甲状腺腫		医学書院	1961.5.	238
W. H. Blahd, F. K. Bauer, B. Cassen 著 永井輝夫 土屋武彦 他共訳	アイソトープ臨床の実際		医歯薬出版	1961.11.	304

B 総説・その他

（発表者欄，括弧内は所外共同執筆者）

発表者	題目	発表誌	巻	号	頁	備考
〔物理研究部〕						
江藤秀雄，田中栄一	ヒューマンカウンター	Radioisotopes	10	3	361	
伊藤岳郎	保健物理の分野からみた放射線計測上の問題点	応用物理	30	8	615 (75)	
伊藤岳郎	監視測定と測定器	原子力工業	8	3	21	
〔化学研究部〕						
亀山忠典	"誘導酵素合成の際の調節作用"「微生物による誘導酵素合成の機作について」中	蛋白質・核酸・酵素	6	11	71	
亀山忠典	細胞形質を制御する機構	科学	31	11	580	
亀山忠典，小野浄治	RNA の生合成	蛋白質・核酸・酵素	6	8	26	
〔遺伝研究部〕						
仲尾善雄	遺伝学講座　放射線遺伝学	遺伝	15	4 6～8 10～12		
仲尾善雄	放射線遺伝学	採集と飼育	24	3		
〔障害基礎研究部〕						
江藤秀雄	放射線管理についての研究活動	原子力発電	2	17	68	
江藤秀雄	電離放射線障害について	労働衛生	2	4	14	
江藤秀雄	保健物理について	日本エックス線技師会誌	9	1	43	
江藤秀雄	放射線障害の概念	綜合医学	18	9	529	
江藤秀雄	放射線と物質との相互作用	綜合医学	18	9	530	
江藤秀雄	放射線および放射性物質の単位	綜合医学	18	9	535	
江藤秀雄	新しい放射線源	綜合医学	18	9	537	
江藤秀雄	放射線の最大許容量	綜合医学	18	9	590	
江藤秀雄，田中栄一	ヒューマンカウンター	Radioisotopes	10	3	361	

菅原　努，佐藤文昭	哺乳動物に対する放射線の生物作用の特徴	綜合医学	18	9	553	
佐　藤　文　昭	生物物理的面よ作り見た放射線の作用機構	綜合医学	18	9	540	
土　屋　武　彦	放射線の早期障害	綜合医学	18	9	529	
土　屋　武　彦 （西川義彦，伊藤国彦）	甲状腺シンチグラムの読影	日本臨床	19	7	1379	
〔薬学関係〕						
色田幹雄，松島美一	放射性ストロンチウムの代謝と生体内汚染除去の方法	医学のあゆみ	39	12	671	
玉　置　文　一	ホルモンにみられる動物特異性	科　　学	32	1	16	
玉　置　文　一	内分泌領域における生物学的試験法の基本問題	日本臨床	20	4	14	
〔環境衛生研究部〕						
樫　田　義　彦	Liquid scintillation counting	Radioisotopes				投稿中
〔臨床研究部〕						
北　川　俊　夫	悪性腫瘍の放射線治療	医学のあゆみ	40	9	430	
永　井　輝　夫	最近の原子核医学	原子力工業	7	7	57	
永　井　輝　夫	医学研究用原子炉とその応用	原子力工業	7	8	64	
永　井　輝　夫	アイソトープ投与患者の安全取扱い	診　　療	14	6	42	
永　井　輝　夫	放射性水素サイミジンの血液学的利用（^{3}H thymidine studies of hemopictic studies）	臨床血液	2	2	1	
〔病院部〕						
田　崎　瑛　生	子宮頸癌の放射線治療における二三の知見（固定照射を中心として）	臨床放射線	6	8	525	

10. 養成訓練部各課程講師および研修生一覧

第1表　Schedule for WHO-IAEA-Japanese Government International Course in Radiation Health and Safety.

First Week

Time	1	2	3		
	10:00—11:00	11:10—12:10	13:00—17:00		
OCT. 24 (Tues.)	Welcome and Orientation (Dr. Fang, WHO: JNS: Japanese Representatives)		Lectures on International Aspects of Radiation Protection (Dr. Watari)	General Aspects of Atomic Energy Utilization (Dr. Nishimura)	Inspection of National Institutes of Radiological Sciences
OCT. 25 (Wed.)	1. Properties of Ionizing Radiations (HM)	I. Survey of Biological Effects of Radiation (JNS)	FREE		
OCT. 26 (Thurs.)	2. Interaction Between Radiations and Matter (HM)	II. Chemical and Biochemical Effects (Dr. Kondo)	Lec. 3. Units of Radiation Exposure Dosage (HM)		III. Radiation Cytology (GWC)
OCT. 27 (Fri.)	4. Radiation Measuring Systems (HM)	IV. Radiation Histopathology (GWC)	E. 1 Operation of G-M Counter Scaler Systems and Statistics of Radiation Counting		
OCT. 28 (Sat.)	5. Instrumentation I. (HM)	V. Radiation Pathology of Organ Systems (GWC)	FREE		

Second Week

Time	1	2	3
	10:00—11:00	11:10—12:10	13:00—17:00
OCT. 30 (Mon.)	6. Instrumentation II. (HM)	VI. Radiation Pathophysiology, Syndromes (GWC)	E. 2. Calibration of Survey Instruments
OCT. 31 (Tues.)	7. Principles of Radiation Protection (HM)	VII. Long Term Effects (GWC)	E. 3a. Absorption of β Particles and γ Rays. E. 3b. Energy Determination (γ Spectrometer Demonstration)
NOV. 1 (Wed.)	8-9. Survey and Area Monitoring I. and II. (HM)	VIII. Basis for Maximum Permissible Exposures to External Radiation (JNS)	FREE
NOV. 2 (Thurs.)	10. Personnel Monitoring (HM)	IX. Relative Biological Effectiveness (JNS)	E. 4. β Activity Determination by Comparison Method
NOV. 3 (Fri.)	HOLIDAY		

Third Week

Time	1	2	3
	10:00—11:00	11:10—12:10	13:00—17:00
NOV. 6 (Mon.)	11. Discussion of Experiment (HM)	X. Radioisotopes-Distribution, Excretion and Effects (JNS) XI.	E. 5a. Scintillation Counters (Demonstration for α, β and γ activity): Measurements for H. P. and Eng. Students E. 5b. Radiation Histopathology (for M. D. Stud.) (Inject animals for # 7)
NOV. 7 (Tues.)	VISIT TO LABORATORIES IN TOKYO		
NOV. 8 (Wed.)	12. X-ray Protection I. (HM)	13. X-ray Protection II. (HM)	E. 6. Practical Sample Analysis 1. Activity of Air Sample 2. Activity of Water Sample
NOV. 9 (Thurs.)	XII. Basis for Maximum Permissible Body Burden of Radioisotopes (JNS)		E. 7. Practical Sample Analysis 3. Biological Sample Activity XIII. Maximum Permissible Levels of Radionuclides in Air and Water (JNS)
NOV. 10 (Fri.)	14. Nuclear Reactors (HM)	XIV. Bioassay Procedures (JNS)	E. 7a. Experiment Completed E. 7b. Radiation Histopathology

Fourth Week

Time	1	2	3
	10:00—11:00	11:10—12:10	13:00—17:00
NOV. 13 (Mon.)	VISIT TO JAPAN ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE		
NOV. 14 (Tues.)	Contamination and its Control (HM)	Waste Disposal (HM)	E. 8a. Neutron activation (HM) E. 8b. Histopathology (GWS) 〔Welfare Ministry and NIH (HEH, JNS)〕
NOV. 15 (Wed.)	World Wide and Area Contamination Problem (JNS)		Public Health Aspect I. (HEH) Public Health Aspect II. (HEH) Seminar-Group I (Radiologist) (HEH) 〔406 MGL (GWC)〕
NOV. 16 (Thur.)	Public Health Aspect III. (HEH)	Seminar-Group II. (Health Physicist et al.)	Public Health Aspect IV. (HEH) Isotope Laboratory Survey for Contamination (HM) 〔Radiological Society (GWC, JNS)〕
NOV. 17 (Fri.)	Emergency Measures (HM) 〔10:00 a.m. Meeting with AEC (HEH, JNS, LD) Discussion in NIRS (GWC)〕	Design of Laboratories (HM)	X-ray Laboratory Survey for Radiation Protective Analysis (HM) Site Selection for Nuclear Establishments (HM)
NOV. 18 (Sat.)	Inspection to Mobara Works, Hitachi Manuf. Co., Ltd. (Electron Tubes and X-ray Tubes)		

Fifth Week

Time	1	2	3
	10:00—11:10	11:10—12:10	13:00—17:00
NOV. 20 (Mon.)	Capabilities and Responsibilities of Radiation Health Specialist (HM)	Public Health Aspect V. (HEH)	Seminar-Group I. (HEH) Seminar-Group II. (HEH) Lecture (Dobson)
NOV. 21 (Tues.)	Final Sessions (All Staffs), Discussion of Laboratory, Discussion of Lectures, Discussion of Research at Rochester		Commencement

Key: Period 1 for Section in Health Physics and Radiation Protection. Lectures Numbered with Arabic Numerals.
Period 2 for Section in Biology and Medicine. Lectures Numbered in Roman Numerals.
Period 3–Lectures on Oct. 24, 26, Laboratory and Seminars for Balance of Course.
Experiments Numbered E. 1, E. 2, etc.
Initials in Parentheses Indicate Lecturer:
GWC = Prof. George W. Casarett
HEH = Dr. Herman E. Hilleboe
HM = Prof. Herbert Mermagen
JNS = Prof. J. Newell Stannard

第2表　放射線防護課程 / 放射線利用医学短期課程　所外講師名および講義科目

氏名	所属機関名	防護課程第4, 5回講義科目	医学課程第1回講義科目
藤井正一	建築研究所	気体廃棄物の処理，RI施設および換気施設の安全と設計	研究室，病室設計
藤岡由夫	原子力委員会委員	わが国における原子力の利用	
藤田順一	国立東京第二病院		患者取扱
藤田　稔	日本原子力研究所	個人管理	
浜口　博	東京教育大学教授	RI放射線の化学利用 RIの製造	
桧山義夫	東京大学教授	放射性物質による地表の汚染	
石原豊秀	日本原子力研究所	エリア・サーベイ	
石川一郎	原子力委員会委員	原子力開発事情と政策	
筧　弘毅	千葉大学教授	放射線障害概論，RI放射線の医学利用と作業者の健康管理	アイソトープスキャンニング
垣花秀武	東京工業大学教授	放射化学	
桂田良精	東京大学助教授		医学エレクトロニクス
加藤正夫	〃　教授	RI放射線の工業利用	
勝沼晴雄	〃　教授	放射線と公衆衛生	
木原　均	原子力委員会委員		遺伝子
倉光一郎	国立東京第二病院		腫瘍診断
松本元一	日本原子力研究所	原子力施設の安全設備	

宮川　正	東京大学教授		治療概論 I
三宅泰雄	東京教育大学教授	原子力利用と気象	
水池　敦	東京大学助教授	汚染とその除去	
望月恵一	日本原子力研究所	原子炉概論	
森内和之	工業技術院電気試験所	線量測定	線量測定 I，II
中島孝夫	科学技術庁原子力局アイソトープ課	粉塵測定	
西垣　晋	農業技術研究所	RI放射線の農業利用	
岡野真治	理化学研究所	固体廃棄物の処理	
尾内能夫	癌研究会附属病院		放射線遮蔽理論
太田邦夫	〃　研究所		放射線病理学
大塚　厳	理化学研究所	電子回路	
左合正雄	東京都立大学教授	液体廃棄物の処理	
斎藤　潔	国立公衆衛生院長	放射線と公衆衛生	
栗冠正利	東京医科歯科大学助教授		放射線生物学，放射線障害
真田順平	東京大学助教授	原子核概論	
志田正二	東京工業大学教授	放射線化学	
村主　進	日本原子力研究所	施設内の環境管理	
田島雄三	〃	事故時の応急処置	
都甲泰正	〃	原子炉概論	
津屋　旭	横浜市立大学教授	放射線障害の臨床問題	外部測定
亘理信一	科学技術庁原子力局放射線安全課長	放射線防護の法律問題	障害防止法
山口正義	労働衛生研究所長	原子力産業と産業衛生	
山本　寛	東京大学教授	廃棄物処理の原理	
山下久雄	癌研究会附属病院		アイソトープ内用治療
米山良昌	東京大学助教授		基礎医学への利用（各論）
吉川春寿	〃　教授	RI放射線の生物学的利用	基礎医学への利用（概論）

所内講師名および講義科目

氏名	所属	防護課程第4，5回講義科目	医学課程第1回講義科目
塚本憲甫	所長	原子力と医学	トピック
田島英三	参与	国連科学委員会の動向	
伊藤岳郎	物理研究部長	放射線の単位，放射線測定器，測定概論	測定概論 I，II
田中栄一	物理研究部	放射線測定器，放射能測定，物理演習，GMカウンター	シンチレーションカウンター実習 放射能測定 I，II
平本俊幸	〃	ガスフローカウンター，シンチレーションカウンター	ガスフローカウンター実習

松沢秀夫	物理研究部	放射線測定器，照射機器，X線の実習	
川島勝弘	〃	X線の実習	
橋詰雅	〃	X線発生装置，遮蔽の原理と実際と計算	
加藤義雄	〃	X線の実習	
山崎秀郎	化学研究部	化学線量計	
坪田博行	〃	放射化学の分析法，イオン交換	
河村正一	〃	β線の自己吸収，共沈法，化学演習	β線自己吸収実習
仲尾善雄	生物研究部長	放射線の細胞作用，放射線生物物理概論，放射線遺伝学概論	放射線遺伝学
田口茂敏	生物研究部	放射線の組織への作用	
小川英行	〃	放射線生物物理学概論	
塩見敏男	遺伝研究部	生物と遺伝	
松葉三千夫	生理病理研究部	アイソトープの代謝	
矢後長純	〃	アイソトープの代謝	
江藤秀雄	障害基礎研究部長	放射線と物質の相互作用，最大許容量をめぐる諸問題	トピック
中村弥	障害基礎研究部		アイソトープの代謝実習
菅原努	〃	最大許容量をめぐる諸問題，生物演習	
土屋武彦	〃	ラジオ・オートグラフィー	
松岡理	〃	ラジオ・オートグラフィー	動物実験によるアイソトープの安全取扱
鈴木治	薬学研究室	放射線保護薬剤について	
玉置文一	〃		統計学および推計学
渡辺博信	環境衛生研究部長	汚染管理，フォールアウト，サーベイメーター，微量放射能の測定	サーベイメーター実習，汚染管理実習
樫田義彦	環境衛生研究部	標識化合物，除染実習	汚染および除染実習
市川龍資	〃	放射性物質と Food Chain，廃棄物処理	
阿部史朗	〃	粉塵測定	
山下幹雄	〃	汚染管理	汚染管理実習
田中茂	臨床研究部長		甲状腺診断，臨床実習 I
熊取敏之	臨床研究部	血液検査，放射線による造血臓器障害，アイソトープの代謝	障害臨床
永井輝夫	〃		オートラジオグラフィーおよび実習体外測定実習，アイソトープスキャンニング実習
楠本五郎	〃		線量測定実習，治療技術
北川俊夫	〃		高エネルギ線治療
高田美奈子	〃	血液検査，アイソトープの代謝	
小岩規男	技術部 放射線安全課長	障害予防規定と管理区域	
福元健夫	技術部 放射線安全課		フィルムバッジ実習
桜井保孝	〃		サーベイおよびモニター，廃棄物処理

田崎瑛生	病院部医務課長		治療概論 II，臨床実習 II
今井清	管理部企画課長	各研究部研究テーマの紹介	
伊沢正実	化学研究部長（兼）養成訓練部長	放射線管理概論，RIの安全取扱い	許容量および保健安全
飯田博美	養成訓練部		原子核物理，GMカウンター実習 I，II

第3表の1　第4回放射線防護課程研修生名簿

氏名	所属機関名
藤谷隆	陸上自衛隊化学学校教育課
林正俊	放射線医学総合研究所養成訓練部
岩本順子	原子力研究所保健物理部研究室
黒崎幸雄	昭和電工(株)　中央研究所第5室
前田信子	電信電話公社電気通信研究所茨城支所管理課管理係
松井謙吾	横浜市立大学医学部病院放射線科
松尾光芳	東京大学薬学部薬学科生薬学教室
三木昭生	名古屋大学医学部アイソトープ研究室
皆川洋二	東京芝浦電気(株)マツダ研究所放射線研究部
三品均	福島県立医科大学放射線医学教室
森龍二	(株)日立製作所　日立研究所第71研究室燃料管理係
本石久	静岡赤十字病院放射線科
中島孝夫	九州大学理学部物理学教室
中根康夫	科学技術庁原子力局放射線安全課
西田光夫	農林省放射線育種場研究課
新妻主計	金属材料技術研究所第5部RI利用研究室
岡田茂	東北大学選鉱製錬研究所浮游選鉱研究部
坂上秋雄	警視庁防犯部保安課
佐藤厳	日立製作所　日立総合病院放射線科
鈴木喜志子	武蔵工業大学原子力研究所井上研究室
竹下昭尚	鳥取大学医学部放射性同位元素実験室
竹内智	東京大学工学部原子力工学科
滝沢正臣	信州大学医学部付属病院中央レントゲン部
田中彰	国立衛生試験所特殊薬品部
田中稔	都立アイソトープ総合研究所第四部技術管理室
田中隆太郎	中部電力(株)　東京支社技術課
上田聖弘	東京消防庁警防部防災課
梅田礼子	放射線医学総合研究所病院部
和田悟朗	神戸大学理学部化学教室
安中秀雄	千葉大学医学部放射線科

第3表の2　第5回放射線防護課程研修生名簿

氏名	所属機関名
荒木仁子	東京女子医科大学生化学教室
朝倉金作	農林省農業技術研究所
千葉博	運輸省船舶局検査制度課
橋本達也	日本原子力発電株式会社
速水昭宗	大阪大学医学部附属X線技師学校
上川路睦博	鹿児島大学医学部附属病院放射線医学教室
金谷晴夫	東京大学理学部附属臨海実験所
金平三郎	慶応義塾大学医学部放射線管理室
川本速雄	科学技術庁原子力局放射線安全課
河野吉宏	徳島大学医学部附属病院放射線科
北原一太	熊本大学薬学部
小嶋邦晴	東京医科歯科大学歯科材料研究所第3部
河野俊彦	立命館大学理工学部物理教室
小谷富造	兵庫県ガンセンター衛生部予防課
丸山隆司	信州大学医学部

中川弘三郎	農林省岡山農地事務局 計画部資源課
岡野滋樹	横浜市立大学医学部病院放射線科
大室昭	お茶の水女子大学理学部
佐々木信義	海上保安庁警備救難部救難課
笹子拓美	東京消防庁予防部査察課
佐藤貞男	群馬大学医学部附属病院放射線科
島袋康彦	東邦医科大学附属病院放射線科
志村重孝	中部電力株式会社火力部原子力課
杉山卓	大阪府警察本部科学捜査研究所
田口一郎	関東労災病院内科
田中篤治	三共株式会社研究部 微生物化学研究室
都丸禎三	癌研究会附属病院分院放射線科
戸谷哲也	東京都立衛生研究所衛生用品部
豊原希一	結核予防会結核研究所 細菌血清学研究科
津野和嘉子	放射線医学総合研究所病院部

第3表の3　WHO/IAEA/Government of Japan Training Course in Radiation Health and Safety

Participants List

Name	Private Residence
Mr. J. F. Richardson	22 Kalimna Street, Balwyn, E. 8. Vic. Australia
Dr. Tin Aung	Radiotherapy Dept., Rangoon General Hospital, Burma
Dr. My Samedy	372 Boulevard Monivong Phnom-Penh, Cambodia
Mr. E. H. Dharmasena	Govt. Cancer Institute, Ceylon
Dr. Shu-chen Huang	s, Subline 8, Lane 30 Roosevelt Rd. Sec. II, Taipei, Taiwan
Dr. A. K. Bhattacharyya	Flat D II/75, Kidwai Nagar East. N. Delhi-3, India
Mr. Bawi Djakiah	Institute for Atomic Energy Djalan Palatehan I/26 Block KV Kebajoran Djakarta, Indonesia
Mr. Fumio Itoh	National Institute of Radiological Sciences, 250 Kurosuna, Chiba, Japan
Dr. Hideo Maeda	16-2 Tamasaka-cho, Ikeda-shi, Osaka, Japan
Mr. Iwashiro Oki	5-1 Tenjin-cho, Sumaku, Kobe, Japan
Dr. Masao Nakano	Keijindo Hospital, 1-453, Koiwa-cho, Edogawa-ku, Tokyo, Japan
Mr. Shigenobu Ono	105 Higashi Tamagawa-cho, Setagaya-ku, Tokyo, Japan
Mr. Tatuo Mandai	A. B. C. C. Hijiyama, Hiroshima, Japan
Dr. Myung Cho Chung	Office of Atomic Energy Seoul, Korea
Dr. Taisu Kwon	National Medical Center Seoul, Korea
Mr. B. D. P. Williamson	122 Waimairi Rd. Ilam Christchurch, New Zealand
Dr. Charles W. S. Jerram	556 Highgate, Dunedin, New Zealand
Mr. Aziz Armad Siddqi	34/3 MLQ, Nezimabad, Karachi, West Pakistan
Mr. Reynald Mendoza	148, 3rd St. Grace Paric, Caloocan, Rizal, Philippines
Dr. Rojana Suvanasuthi	390 Trok Wanglang, Sirirat District, Dhonbri, Thailand
Mrs. S. Udayachalerm	157/3 Ratdamri Road, Bangkok, Thailand
Mr. Nguyen Kim Hien	287 Phan-Thanh-Gian, Saigon, Vietnam

第3表の4　第1回放射線利用医学短期課程研修生名簿

氏名	所属機関名
星子直躬	東京医科歯科大学医学部 第2外科教室
今村邦弘	長崎大学医学部附属病院放射線科
片倉康博	東北大学抗酸菌病研究所内科
増田耕作	順天堂大学医学部外科 第2外科教室
松林隆	慶応義塾大学大学院医学研究科 (第1学年在学中)
野村英雄	東京医科大学病院外科
岡本吉成	京都大学医学部附属病院 産婦人科教室
斎藤喜八	名古屋大学医学部橋本外科
佐藤匡	札幌医科大学大学院 (第3学年在学中)

鈴木祥朗	国立静岡病院内科放射線科
田中喜久	日本大学医学部駿河台日本大学病院第3内科学教室
寺島一郎	国立千葉病院外科兼整形外科
恒元博	国立沼津病院放射線科
渡辺克司	九州大学医学部附属病院
山本昭	東京医科歯科大学歯学部歯学科放射線医学教室
山手昌二	日本医科大学第1医院新内科

第 4 表

放射線防護課程研修生機関別専攻学科別累計表（第1～5回）

所属機関＼専攻学科	医薬	農	理工	文	計
官庁	2	1	8	–	11
直轄機関	12	8	9	2	31
国立大学	13	2	16	–	31
公立大学	3	1	3	–	7
私立大学	5	–	6	1	12
公立機関	6	3	11	1	21
準公立機関	2	–	3	–	5
民間	4	–	28	–	32
計	47	15	84	4	150

昭和36年度放射線防護課程研修生機関別専攻学科別一覧表

所属機関＼専攻学科	（第4回）医薬	農	理工	文	計	（第5回）医薬	農	理工	文	計	合計
官庁	–	–	1	–	1	–	–	2	–	2	3
直轄機関	3	1	3	1	8	1	2	2	–	5	13
国立大学	1	–	7	–	8	4	–	5	–	9	17
公立大学	1	–	1	–	2	–	–	–	–	–	2
私立大学	2	–	–	–	2	1	–	2	1	4	6
公立機関	–	1	1	–	2	2	–	3	–	5	7
準公立機関	2	–	–	–	2	–	–	–	–	–	2
民間	1	–	4	–	5	2	–	3	–	5	10
計	10	2	17	1	30	10	2	17	1	30	60

放射線防護に関する国際コース研修生機関別
専攻学科別一覧表（日本人研修生）

所属機関＼専攻学科	医	理	工	計
直轄機関	1	–	1	2
国立大学	1	–	–	1
公立機関	–	1	–	1
準公立機関	–	–	1	1
その他	–	1	–	1
計	2	2	2	6

第1回放射線利用医学短期課程
研修生機関別分類表

所属機関	診断	治療	診断治療	計
国立病院	–	2	1	3
国立大学附属病院	5	1	–	6
国立大学附属研究所	–	1	–	1
公立大学附属病院	–	1	–	1
私立大学附属病院	4	–	1	5
計	9	5	2	16

第5表　研修生都道府県分布状況一覧表

課程＼回数別＼地域別	北海道	秋田県	宮城県	福島県	茨城県	群馬県	埼玉県	千葉県	東京都	神奈川県	静岡県	長野県	新潟県	富山県	石川県	愛知県	滋賀県	京都府	大阪府	奈良県	兵庫県	鳥取県	岡山県	広島県	山口県	徳島県	福岡県	長崎県	熊本県	鹿児島県	韓国	計
防護1回	1	–	–	–	1	–	–	2	17	1	1	–	–	1	–	–	1	–	–	1	1	–	–	–	1	–	1	1	–	–	–	30
防護2回	–	–	1	–	1	–	–	4	15	1	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	1	1	–	3	–	–	1	–	1	–	–	30
防護3回	1	1	–	1	2	–	1	1	10	–	–	–	1	–	–	1	–	–	3	–	1	–	1	2	1	–	2	–	–	–	1	30
防護4回	–	–	1	1	5	–	1	3	11	2	1	1	–	–	–	1	–	–	–	–	1	1	–	–	–	–	1	–	–	–	–	30
防護5回	–	–	–	–	–	1	–	1	14	4	–	1	–	–	–	1	–	1	2	–	1	–	1	–	–	1	–	–	1	1	–	30
国際コース	–	–	–	–	–	–	–	2	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	6
医学1回	1	–	1	–	–	–	–	1	7	–	2	–	–	–	–	1	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1	–	–	–	16
計	3	1	3	2	9	1	2	14	75	8	4	2	1	1	1	4	1	2	7	1	5	2	2	6	2	1	6	2	2	1	1	172

11. 病院部概況資料一覧

患者の概況

本統計は，前文にのべたとおり診察を開始した昭和36年5月17日から37年3月31日に至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。

第1表　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									
301	179	122	271	12	259	7,767	8,038	24.4	48.7%	27.1	363 (222)	1,062 (1,396)	3.9 (5.2)	2.9 (6.3)

注 1. 入院患者延数は医療法施行規則にもとずき，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診療した前記期間の全日数をもって外来患者延数を除した数である。

4. 病床利用率とは，許可病床数（50）に対する入院患者数の割合で次の算出方法によった。

$$\text{病床利用率} = \frac{\text{入院患者延数}}{50\text{床} \times 319\text{日}} \times 100$$

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推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。

第2表　退院の事由

退院患者数	死亡		その他			院内死亡率	退院後の死亡	
	男	女	転医	治療中止	その他		男	女
271	8	4	117	1	141	4.0%	10	4

注 1. 院内死亡率の計算は次によった。

$$\text{院内死亡率} = \frac{\text{年間死亡患者数}}{\text{新入院患者数}} \times 100$$

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。
なお，退院後14名が死亡した旨通信によって判明している。今後，フオロアップの組織を充実して退院患者の予後を明らかにすることを予定している。

第3表　月別患者数，入院・外来別

	入院			外来	
	入院数	退院数	延　数	新患者数	延　数
総　数	301	271	7,767	363 (222)	1,062 (1,396)
5月	10	2	95	17 (8)	21 (20)
6	21	10	488	35 (21)	77 (55)
7	19	18	608	33 (25)	39 (122)
8	37	30	833	41 (31)	84 (123)
9	39	39	856	47 (24)	149 (204)
10	37	36	811	39 (20)	110 (208)
11	31	32	793	33 (13)	84 (120)
12	22	35	712	28 (13)	127 (113)
1	32	13	728	35 (15)	106 (98)
2	24	22	933	28 (31)	118 (191)
3	29	34	910	27 (21)	147 (142)

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. ( ) 内の数は第1表と同様，職員とその家族の別掲である。

第4表－1　入院患者数，年令階級別・性別

		男	女
総　数	301	182	119
～9才	—	—	—
10～19	12	8	4
20～29	6	1	5
30～39	23	10	13
40～49	62	33	29
50～59	90	55	35
60～69	82	59	23
70～	26	16	10

第4表－2　入院患者数，居住府県別・性別

		男	女
総　数	301	182	119
北海道	4	2	2
青森	1	1	—
秋田	1	1	—
山形	3	1	2
福島	4	2	2
茨城	12	7	5
新潟	2	1	1
栃木	8	4	4
群馬	4	3	1
埼玉	5	3	2
東京	118	63	55
千葉	76	41	35
神奈川	13	10	3
静岡	11	10	1
山梨	2	2	—
長野	7	5	2
富山	4	2	2
三重	3	2	1
大阪	4	4	—
兵庫	7	6	1
広島	3	3	—
愛媛	3	3	—
山口	1	1	—
鹿児島	1	1	—
徳島	2	2	—
沖縄	2	2	—

第4表－3　入院患者数，紹介元別

総　数	301	100
大学病院	200	66
国立病院	24	8
公立病院	10	3
私立病院	32	11
当院の勤務医師	23	8
その他	12	4

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。

第5表　悪性新生物による入院患者数，性別・年齢階級別

	総数		～9才		10～19		20～29		30～38		40～49		50～59		60～69		70～	
	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女
総数	251		—		5		2		13		47		78		80		26	
	163	88	—	—	5	—	—	2	8	5	29	18	50	28	57	23	16	10
A44 口腔および咽頭の悪性新生物	14		—		—		—		—		2		6		6		—	
	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	6	—	6	—	—	—
A45 食道	92		—		—		—		6		8		29		40		9	
	68	24	—	—	—	—	—	—	4	2	7	1	22	7	29	11	6	3
A46 胃	41		—		—		1		5		11		15		6		3	
	33	8	—	—	—	—	—	1	4	1	10	1	13	2	4	2	2	1
A47 腸	—		—		—		—		—		—		—		—		—	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A48 直腸	17		—		—		1		—		2		3		8		3	
	10	7	—	—	—	—	—	1	—	—	1	1	2	1	7	1	—	3
A49 喉頭	6		—		—		—		—		—		3		1		2	
	2	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	1	—	2	—
A50 気管，気管支および肺	21		—		—		—		—		2		5		11		3	
	13	8	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	3	2	7	4	2	1
A51 乳房	10		—		—		—		—		4		4		2		—	
	1	9	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	—	4	—	2	—	—
A52 子宮頸	3		—		—		—		—		3		—		—		—	
	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—
A53 子宮のその他の部位および部位不明	15		—		—		—		1		6		5		1		2	
	—	15	—	—	—	—	—	—	—	1	—	6	—	5	—	1	—	2
A54 前立腺	—		—		—		—		—		—		—		—		—	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A55 皮膚	—		—		—		—		—		—		—		—		—	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A56 骨および結合組織	3		—		—		—		—		2		—		—		1	
	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	1	—
A57 その他および詳細不明	27		—		5		—		1		6		8		4		3	
	20	7	—	—	5	—	—	—	—	1	6	—	3	5	3	1	3	—

A58	白血病および無白血病	—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
A59	リンパ肉腫およびその他のリンパ組織および造血組織	2		—		—		—		—		1		—		1		—						
		1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—					

注　新生物の分類は「国際疾病，傷害および死因統計分類（1948）」を基とし，昭和25年から日本において採用された「疾病，傷害および死因統計分類」の「150 項目疾病および死因の統計中間分類表」によった。二つ以上の病名が付せられたものは主な病名によったから病名数は悪性新生物による入院患者数と一致する。なお，このほかに「A 60 良性および性質不詳の新生物」による10～19才の女子1名の入院があった。

第6表　悪性新生物の放射線照射件数

総数		2000 c ^{60}Co 回転照射		2000 c ^{137}Cs 固定照射		Ra 針組織内照射		^{60}Co 管照射		ラドンシード組織内照射	
実数	延数	実数	延数	実数	延数	実数	延数	実数	延数	実数	延数
320	3,637	243	3,522	40	293	8	8	21	51	8	8

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に計上した。
3. Ra 針は1 mg, 2 mg 針，^{60}Co 管は15 mc 管である。

第7表－1　RI 投与患者数，在院および外来患者

実数			延数		
総数	その性別		総数	その性別	
	男	女		男	女
115	57	58	238	103	135
(48)	(27)	(21)	(51)	(28)	(23)

注 1. 開院当初準備不足のため5，6，7月における投与患者は極めて少なかった。
2. 外来患者で投与をうけたものの実数は，7である。
3. 投与延数を投与の目的別に見ると検査のため226 (48)，治療のため12 (3) であった。
4. ( ) 内の数字は放射線外部照射治療を併用した患者数の再掲である。

第7表－2　核種別投与延患者数，在院および外来患者

総数	^{22}Na	^{32}P	^{51}Cr	^{57}Co	^{85}Sr	^{90}Y	^{125}I	^{131}I	^{198}Au	^{203}Hg
238	1	1	8	2	4	2	6	183	15	16
(51)	—	—	(4)	—	(1)	(1)	—	(41)	(3)	(1)

注 1. この表は第7表－1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を併用した患者数の再掲である。

第7表－3　検査別患者延数，在院および外来患者

核種		^{22}Na	^{32}P	^{51}Cr	^{57}Co	^{85}Sr	^{125}I	^{131}I	^{198}Au	^{203}Hg
総数	226	1	1	8	2	4	6	174	14	16
脳腫瘍スキャンニング	9	—	—	—	—	1	—	7	—	1
脊髄液流動検査	2	—	—	—	—	—	—	2	—	—
甲状腺 機能検査 / 摂取率測定	45	—	1	—	—	—	6	38	—	—
ヒューマン・カウンターによる甲状腺ホルモンの検査	2	—	—	—	—	—	—	2	—	—
心臓機能検査	2	—	—	—	—	—	—	2	—	—
消化管の脂肪吸収試験	17	—	—	—	—	—	—	17	—	—
腸管内血清蛋白漏出検査	7	—	—	7	—	—	—	—	—	—
肝臓スキャンニング	37	—	—	—	—	—	—	23	14	—
脾臓スキャンニング	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—
胆のう機能検査	2	—	—	—	—	—	—	2	—	—
腎臓 機能検査 / スキャンニング	79	1	—	—	—	—	—	63	—	15
骨腫瘍スキャンニング	3	—	—	—	—	3	—	—	—	—
ビタミン B_{12} による悪性貧血検査	2	—	—	—	2	—	—	—	—	—
リンパ液吸収試験	4	—	—	—	—	—	—	4	—	—
蛋白結合検査	9	—	—	—	—	—	—	9	—	—
蛋白代謝試験	5	—	—	—	—	—	—	5	—	—

注　この表は第7表－1の注でのべた検査用投与延数を検査の種類によって分類したものである。

第7表－4　治療別患者延数，在院患者

核種	^{90}Y	^{131}I	^{198}Au
総数	12	2	9	1
甲状腺炎	3	—	3	—
甲状腺がん	1	—	1	—
甲状腺腫瘍	4	—	4	—
バセドー氏病	1	—	1	—
がん性漿膜炎	3	2	—	1

注　この表は第7表－1の注でのべた治療延数の内わけである。

第7表－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	115	男	女
		57	58
脳腫瘍	5	3	2
脊髄障害	1	1	—
甲状腺炎	4	1	3
甲状腺腫瘍	13	5	8
バセドー氏病	1	—	1
甲状腺がん	1	—	1
肺がん	8	6	2
縦隔洞腫瘍	1	1	—
乳がん	5	—	5
食道がん	17	10	7
胃がん	16	13	3
直腸がん	2	1	1
肝臓がん	1	—	1
胆道がん	2	2	—
膵臓炎	2	2	—
膵臓がん	2	2	—
腹部腫瘤	1	—	1
後腹膜腫瘍	1	1	—
腎炎	2	1	1
水腎症	1	—	1
嚢胞腎	2	—	2
腎濃瘍	1	—	1
腎腫瘍	3	2	1
尿管結石	1	1	—
子宮がん	11	—	11
膀胱がん	1	1	—

骨腫瘍	1	—	1
腰椎腫瘍	1	1	—
シモンズ氏病	1	—	1
腎性クル病	1	—	1
腎性高血圧	1	—	1
悪性貧血	1	1	—
早発性思春期(早熟)	1	—	1
血管炎	1	—	1
その他	2	2	—

注 1. この表は第7表-1のRI投与患者の実数を疾病別に分類したものである。
2. その他とは第7表-3にあるヒューマン・カウンターによって甲状腺ホルモンの検査を行なった健康者である。

第8表 X線透視撮影回数

			回数
透視	計		1,575
	呼吸器		—
	消化器		1,569
	その他		6
撮影	部位別	計	3,284
		呼吸器	1,287
		消化器	1,475
		泌尿・性器	87
		心臓・血管	—
		骨	324
		その他	111
	方法別	計	3,284
		単純	1,409
		造影剤使用	1,665
		特殊	210

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. 透視に引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. 撮影は部位別においても方法別においても，使用したフィ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，特殊の区分は，診療報酬点数表の区分による。
4. 部位別撮影の「その他」の多くは軟骨および軟部組織である。

第9表 手術件数

総数	75
胃瘻造設術	20
試験的頸部リンパ節摘出術	15
胸骨前腫瘤切除術	4
肺葉切除術	3
胃切除術	3
空腸瘻造設術	3
試験的そけい部リンパ節摘出術	3
甲状腺腫瘤切除術	3
後腹膜腫瘤摘出術	3
気管切開術	2
胸壁皮フ切除兼胸壁皮下腫瘤摘出術	2
喉頭ラジウム埋没術	2
試験開腹術	1
上顎腫瘤摘出術	1
頸部清掃術	1
甲状腺軟骨腐骨切除術	1
喉頭瘻孔縫合術	1
腹部壁縫合術	1
篩骨蜂窩がん根治手術	1
外頸動脈結紮術	1
100点以下のもの	4

注 社会保険診療報酬表による100点以上の手術は手術術式別にあげ，100点以下は一括して計上した。

第10表 輸血の回数と数量（cc）

		回数	数量
保存血	手術のため	105	33,000
	手術以外	317	70,400
生血	手術のため	3	1,200
	手術以外	—	—

注 保存血および生血を使用して行なった手術件数は21件である。

第11表　臨床検査件数

	総数		14,608
尿検査	尿中物質定性検査（基本診療料にふくまれるもの）		2,213
	定量検査	蛋白質（020の1）	75
		その他（020の2）	28
	沈渣顕微鏡検査（021）		392
	その他 Na, K, Cl 等		75
糞便検査	虫卵検査（022）		300
	潜血反応検査（023）		388
	その他（023）		—
血液検査	形態学的検査	出血時間測定（024の1）	56
		凝固時間測定（024の2）	57
	化学検査	黄疸指数測定（024の2）	69
		アミラーゼ定量 チモール溷濁反応等（024の3）	2,492
		アルカリフォスファターゼ定量（024の4）	1,816
		コレステロール定量等（024の5）	283
		含水炭素同化試験等（024の6）	18
	赤血球沈降速度測定（025）		358
	血色素検査（026）		964
	血球計算（027）		1,979
	ヘマトクリット値測定（024の3に準用）		794
	血液像検査	末梢（028の1）	914
		骨髄（028の2）	—
	網状赤血球数測定（028の1）		43
	栓球数測定（028の1）		23
	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）		20
	脳脊髄液（031）		—
	体腔穿刺液（032の1）		6
細菌検査等	排泄物，滲出物，分泌物の細顕微鏡的検査	螢光顕微鏡等 暗視野装置等（032の1）	39
		その他（032の2）	50
	細菌培養検査	一般検査（033の1）	26
		同定検査（033の2）	10
		薬剤耐性検査（033の3）	4
	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）	61
		凝集法（038の1）	61
		ガラス板法（038の1）	61
	その他（039～041）		4
機能検査等	呼吸機能（043）		32
	基礎代謝（044）		104
	心電図（046）		406
	腎機能検査（049）		20
病理組織検査	病理組織顕微鏡的検査（082）		183
	細胞学的検査（083）		83
内視鏡検査	喉頭鏡検査（085）		1
	気管支鏡検査（086）		7
	食道鏡検査（088）		64
	直腸鏡検査（090）		16
	膀胱鏡検査（093）		13

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（基本診療料にふくまれるもの）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，チモール溷濁反応，亜鉛反応，B. S. P. ビリルビン量，アミラーゼ，Na, K, Cl, Fe, Ca 等の定量，血糖検査，Gros 反応検査等である。
4. （024の4）はアルブミン，グロブリン比，尿素窒素，アルカリ性，酸性フォスファターゼ燐酸酵素，クレアチン，クレアチニン非蛋白性窒素の検査である。
5. （024の5）は総遊離型コレステロール，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，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，濃縮試験，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，第7表にありこの表に含まれていない。

第12表－1　死体解剖件数

死亡数			解剖数			解剖率
総数	男	女	総数	男	女	
12	8	4	7	5	2	58%

注　解剖率と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。

$$解剖率 = \frac{死体解剖数}{死亡数} \times 100$$

第12表－2　試験切除と解剖による診断

解剖番号	年令	性	初診月日	死亡月日	臨床診断	試験切除組織学的診断	解剖所見と病理診断
1－1	73	♂	36. 5. 26	36. 10. 8	小骨盤内腫瘍ならびに皮膚転移	皮膚転移は扁平上皮がん	原発巣不明 扁平上皮がん
2－2	37	♀	36. 10. 17	36. 12. 2	胃ガンならびにがん性腹膜炎	腹水がん細胞(＋)	胃がん（腺がん）の膵，卵巣，肝門，腸間膜転移
3－3	65	♂	36. 9. 1	36. 12. 6	胸膜内腫瘍ならびに腹部転移	小腸の横紋筋肉腫	横紋筋肉腫原発巣は肋間筋
4－1	40	♂	36. 12. 18	37. 1. 31	食道がんならびに肺結核	試験切除不能	食道がんならびに傍噴門転移がん
5－2	50	♀	36. 6. 6	37. 2. 22	頸部食道がん	扁平上皮がん	食道がんならびに気管甲状腺浸潤
6－3	47	♂	36. 12. 15	37. 2. 25	細網肉腫症	細網肉腫	全身転移
7－4	63	♂	37. 1. 12	37. 3. 28	扁桃腺がん	扁平上皮がん	扁平上皮がん，死因不祥

第13表　臨床病理討論会

開催回数	開催月日	患者 解剖番号	年令	性	臨床診断	組織診断	討論内容	生否
1	36 7 17	1-1	73	♂	小骨盤内腫瘍ならびに皮膚転移	扁平上皮がん	放射線治療を行なったが，原発巣が不明で，各種検査結果より究明推定したが，なお不明。病理学的には，皮膚が原発部位かと思われる。	死亡
		5-2	50	♀	頸部食道がん	扁平上皮がん	頸腺結核に放射線治療を行ない30年後に発生したと思われる下咽頭ガンであるが，甲状腺内にも下咽頭ガンが直接浸潤しているとの結論を得た。	死亡
2	36 8 3	1-1	73	♂	小骨盤内腫瘍ならびに皮膚転移	扁平上皮がん	「患者」の広範な皮膚転移に対し，その後各種放射線（^{137}Cs，^{60}Co，X線等）の照射を試み放射線の感受性により原発巣部位の再検討を行なったがなお不明であった。	死亡
		—	68	♀	胃がん	腺がん	ガラス線量計を装着，手術前照射を行ない胃を切除し，胃各部の線量と組織所見を比較し，放射線の照射による効果を再検討した。	生存
3	36 10 5	—	47	♀	食道肉腫	食道黒色肉腫	極めて稀れな一例であるが，X線所見と組織上の所見から診断を決定した。	生存
		—	45	♂	直腸がん	腺がん	放射線の照射前，照射中，照射後と経過を追い線量と組織所見を比較し，照射効果を検討したが特に明らかな関係をみとめなかった。	生存
4	36 12 7	3-3	65	♂	胸膜肉腫瘍ならびに腹部転移	横紋筋肉腫	原発巣が胸膜内か，小腸かを検討したが原発巣は肋間筋かと思われる。	死亡
5	37 1 27						解剖所見の報告。	

注　生否は昭和37年3月31日現在のものである。

第14表　RIによる汚染の2例

発生年月日	場所	発見者	発見の動機	状況	処置
37・2・22	RI処置室のコンクリート作業台上，第3，第5実験室の器物の一部	RI安全管理者	作業後のRI診療センター内定期測定による	RI処置室のコンクリート作業台上に強い放射能をもつ開口した生理食塩水アンプル入りの水溶液を発見，放置場所の周辺に15 mr/h の汚染を発見したので作業従事者の皮膚，着衣の汚染測定を行ない指頭5 mr/h，予防衣2.5 mr/h，頭髪0.5 mr/h の汚染をみつけた。アンプル入り水溶液は稀釈した ^{131}I の溶液であり，これを素手で取扱いそのまま管理区域外の室に移動して器物に触れたものである。	指頭，頭髪の除染を行ない立入った実験室の汚染測定を実施して，汚染個所を明示立入，器物の使用を禁止した。なお，汚染当事者以外の者についても汚染測定を行なった。
37・3・2	RI配分室内フード，同配分室	作業従事者	自己の汚染の有無の測定により	フード内にて診断用 ^{131}I 標識化合物の製造作業を勤務時間外に実施し，フードの換気のないのに気付かず蒸発中の蒸気が逆流して配分室内の空気を汚染させた。	(1) 勤務時間外で関係者不在のため，応急処置として，作業を中止し，作業従事者自身で配分室，センター内各室入口ドアーおよび病室扉の閉鎖を行ない，自己の手指，頭髪等を除染した。 (2) 翌朝 RI 診療管理者により，センター内の立入を禁止し，センター内換気した。 空気汚染の測定結果は配分室内0.1 mr/h～0.15 mr/h，フード内15 mr/h であり，放射線安全課に連絡汚染測定，汚染物管理等必要処置を行ない，2カ月間使用を禁止した。

注 1. 放射能の計測値はいずれも発見した時の測定値である。
2. 測定はすべてトランジスター型 GM サーベイ・メーターを使用して行なった。

第15表　食種別患者給食延数，患者1人1日当りの材料費

		給食延数	1人1日当り材料費
総計		2,790	118円95銭
一般食		1,641	
特別食加算のある特別食	小計	1,149	
	肝臓食	—	
	糖尿食	81	
	胃潰瘍食	183	
	腎臓食	186	
	治療乳	—	
	経管栄養のための濃厚流動	672	
	特別な場合の検査食	27	
	その他の特別食	—	
加算のない特別食	小計	—	
	術前術後食	—	
	乳児食	—	
	小児食	—	
	その他	—	

注 1. この表は昭和37年3月中に在院した患者の給食調査である。
2. 一般食とは特別食以外の患者食である。
3. 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せんに基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。
4. 加算のない特別食とは上記(3)以外の特別食である。
5. 胃潰瘍食には胃ガン食を含めた。
6. 経管栄養のための濃厚流動食は，食道ガン，喉頭ガン，口腔ガン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。

第16表－1　診療行為別実診療額と患者1人1日平均診療額，入院・外来別

入院患者				患者	1人1日平均診療額
総計				15,618,825	1,943
入院時基本診療料	計			4,621,100	575
	入院料	小計		3,288,890	409
		入院料		2,754,890	
		基準看護加算料		400,440	
		寝具設備加算料		133,560	
	給食料	小計		1,332,210	166
		給食料		1,332,210	
		基準給食加算料		—	
		特別食加算料		—	
特掲診療料	計			10,997,725	1,368
	検査料			1,953,517	243
	RI検査料			507,280	63
	レントゲン料			1,870,250	233
	放射線治療料	小計		2,662,015	331
		小線源γ線による照射		171,231	21
		大量γ線外部照射		2,476,090	308
		RI内部照射		930	
		X線		13,764	2
		超高圧X線		—	—
		電子線		—	—
	投薬料			358,084	45
	注射料			2,173,508	270
	処置および手術料			565,126	70
	その他			907,945 (907,330)	113 (113)

外来患者			患者	1人1日平均診療額
総計			1,803,700	737
基本診療料	計		259,790	106
	初診時基本診療料		119,900	
	再診時基本診療料		139,890	
	乳幼児特定疾患初診加算料		—	
特掲診療料	計		1,543,910	631
	往診料		—	—
	療養と指導料		450	
	検査料		285,842	117
	RI検査料		2,668	1
	レントゲン料		544,425	223
	放射線治療料	小計	342,538	140
		小線源γ線による照射	4,430	2
		大量γ線外部照射	336,600	137
		RI内部照射	1,508	1
		X線	—	—
		超高圧X線	—	—
		電子線	—	—
	投薬料		268,352	110
	注射料		72,001	29
	処置および手術料		8,669	3
	その他		18,965 (18,900)	8 (8)

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第1表に示したとおり8,038人，外来患者延数は2,458人であった。

第16表－2　月　別　診　療　額

	実診療額			軽費無料額	請求額
	総額	入院実診療額	外来実診療額		
総額	17,422,535	15,618,825	1,803,700	721,208	16,701,327
5月	147,459	133,292	14,167	—	147,459
6	851,947	753,808	98,139	3,880	848,067
7	1,316,698	1,169,009	147,689	—	1,316,698
8	1,697,148	1,523,993	173,155	4,786	1,692,362
9	1,804,770	1,629,301	175,469	39,093	1,765,677
10	1,778,017	1,591,487	186,530	74,962	1,703,055
11	1,676,938	1,532,371	139,567	34,200	1,637,738
12	1,814,512	1,654,703	159,809	13,953	1,800,559
1	1,812,183	1,640,340	171,843	155,363	1,656,820
2	2,272,810	2,020,924	251,886	220,926	2,051,884
3	2,255,053	1,969,597	285,456	174,045	2,081,008

注 1. 実診療額とは診療行為（入院サービスを含む）を社会保険診療報酬点数（甲）によって算定した額である。
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額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，全部を軽減した額が軽費無料額で，請求額は実診療費からこれを差引いた額である。

第17表　診療費支払方法別患者数

		入院	外来
総数		64 (11)	76
全額自費		1	9
健保	本人	20	22
	家族	16 (4)	21
国保		27 (7)	24
原爆医療		—	—

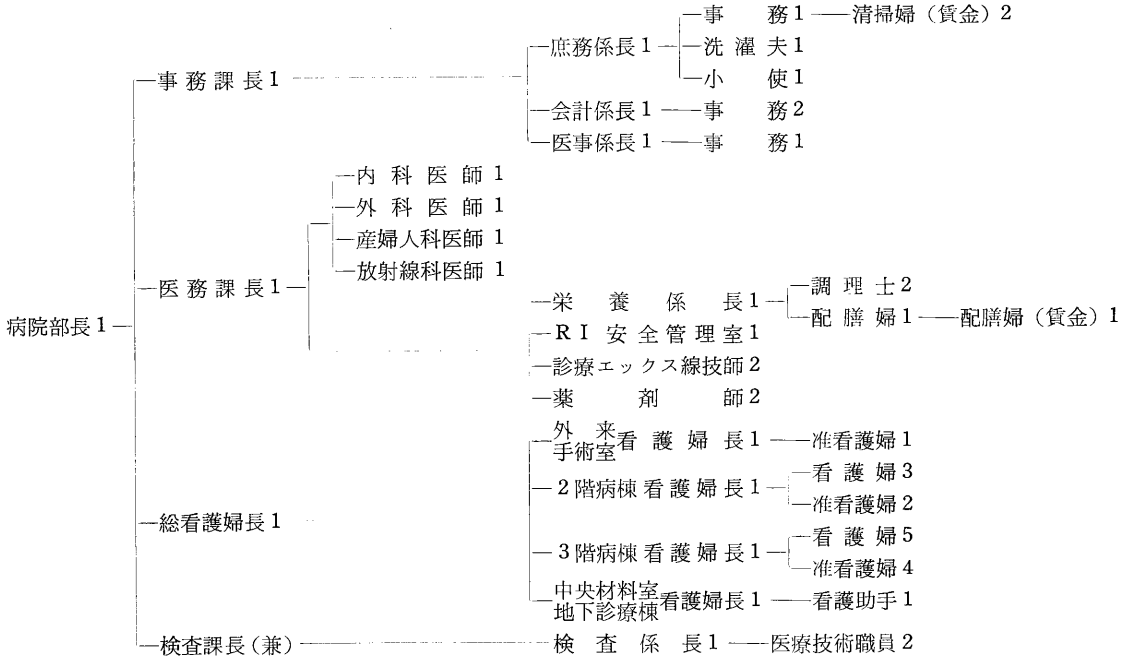
注 1. 入院は昭和37年3月中の在院患者，外来は同3月中の新患者と前月からの繰越患者について調査したもので，いずれも実数である。
2. 全額自費とは社会保険等の適用のないもので診療費の全額を支払ったものである。
3. ( ) 内の数字は診療費の一部を自己負担すべき社会保険適用者で，軽費無料の扱いをうけたものの再掲である。
4. 生活保護法による医療機関としての指定をうけていないので，医療扶助の患者は1人もなかった。

第18表－1　病　院　部　職　員　数

	病院部定員職員数																						定員外職員数			
	総数	行政職(一)				行政職(二)					医療職(一)				医療職(二)				医療職(三)				非常勤職員	賃金職員		併任職員
		事務課長	係長	事務員	計	調理士	洗濯夫	配膳婦	小使	看護助手	計	病院部長	医務課長	医員	計	薬剤師	医療技術職員	栄養士	計	総看護婦長	看護婦長	看護婦	准看護婦	計				
35年度定員	32	1	4	3	8	1	－	1	－	－	2	1	1	3	5	1	2	1	4	1	3	9	－	13	－	調理士	1	－
36. 3. 31 現在員	21	1	2	2	5	1	－	1	－	－	2	1	1	3	5	1	1	1	3	1	3	2	－	6	－	配膳婦 1 清掃婦 2	3	－
36年度定員	52	1	4	4	9	2	－	2	1	－	5	1	1	4	6	2	3	1	6	1	4	14	7	26	－	調理士 清掃婦	2	－
36. 6. 30 現在員	31	1	2	3	6	2	－	1	1	－	4	1	1	3	5	1	3	1	5	1	3	3	4	11	－	配膳婦 1 清掃婦 2	3	X線技師 技術課併任 1
36. 9. 30 現在員	45	1	3	(1)4	8	2	1	1	1	－	5	1	1	3	5	2	3	1	6	1	4	9	7	21	－	配膳婦 1 清掃婦 2	3	X線技師 1
36. 12. 31 現在員	45	1	3	(1)5	9	2	1	1	1	－	5	1	1	3	5	2	3	1	6	1	4	8	7	20	医師 2	配膳婦 1 清掃婦 2	3	X線技師 1 RI管理室 1 東海支所併任 2
37. 3. 31 現在員	47	1	3	(1)5	9	2	1	1	1	1	6	1	1	4	6	2	3	1	6	1	4	8	7	20	医師 2	配膳婦 1 清掃婦 2	3	X線技師 1 RI管理室 1 2

注 1. ( ) 内の数字は診療エックス線技師の再掲である。
2. 行(二)の看護助手は医(三)看護婦定員内のものである。
3. 非常勤職員医師2は，泌尿器科医，麻酔医である。

第18表－2　病院部組織と職員配置表，昭和37年3月31日現在



第18表－3　看護職員の配置と勤務体制，昭和37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	その他
総数	50	30		21	13	7	1	－
2階病棟	18	6	3交代	6	4	2	－	－
3階病棟	32	24	3交代	9	5	4	－	－
外来		外来患者数 6		2	1	1	－	－
中央材料室				2	1	－	1	－
手術室				1	1	－	－	－
総婦長室				1	1	－	－	－

注 1. 病床数は看護単位毎の許可病床数である。
2. 在院患者数および外来患者数は，調査日の患者実数である。
3. 看護職員中兼務をしているものは，主たる勤務場所によって記入した。

第19表　病院部の予算

科目	34年度	35年度	36年度	備考
	千円	千円	千円	
研究所営繕等施設整備費	42,000	155,430	13,072	34年度 病院棟 42,000,000円 35年度 病院棟 98,000,000円 機械設備関係 55,726,000円 看護婦宿舎 1,704,000円 36年度 リニアック棟 10,800,000円 看護婦宿舎 2,272,000円
研究所施設費	42,000	155,430	13,072	
病院部門運営費		86,332	80,623	
非常勤職員手当		62	170	
諸謝金		8	72	解剖謝金
職員旅費		0	112	
収入督促旅費		0	75	
庁費		3,116	4,784	
庁用器具費		1,339	869	
自動車購入費		850	0	
燃料費		700	1,875	
自動車維持費		29	109	
被服費		34	101	35年度医療費 薬品 入院患者 1人1日当 @193.35 薬品 外来患者 〃 @111.67 保存血 60,000円 特殊医薬品（RI） 1,436,000円 36年度医療費 薬品 入院患者 1人1日当 @306.26 薬品 外来患者 〃 @184.91 保存血 759,000円 特殊医薬品（RI） 0
賃金		23	0	
印刷製本費		9	116	
光熱及水料		132	1,699	
通信運搬費		0	15	
患者用品費		1,462	1,446	
医療費		2,182	15,101	
患者食糧費		229	3,074	35年度 入院患者 1人1日当 @102.00 36年度 〃 @105.29
医療機器整備費		79,273	55,789	購入主要医療機器（100万円以上）第20表参照

第20表　購入主要医療機器（100万円以上）

室名	品名	納入会社名および型式規格	数量	購入価格	会計年度および予算科目
総計				円 169,807,850	
コバルト60大量照射室	コバルト60回転治療装置	島津製	1式	12,206,005	33年度予算より34年度へ繰越 試験研究費
	コバルト60高比放射能線源	2,000キューリー		4,883,800	〃
セシウム137照射室	セシウム137治療装置	日立製	1式	2,830,000	〃
	セシウム137大量線源	2,000キューリー		2,500,000	〃
X線第1診断室	全自動制御式高圧X線装置	島津製透視および撮影用	1式	7,200,000	35年度医療機器整備費
X線第2診断室	X線撮影装置	東芝製透視兼用型	1式	1,580,000	〃
X線棟（別館）	横型自動断面X線撮影装置	島津製	1式	1,970,000	〃
X線第1治療室	深部治療X線装置	島津製固定照射式	1式	1,980,000	〃
X線第2治療室	X線集光照射治療装置	東芝製回転照射式	1式	8,800,000	〃
血液検査室	コールターカウンター	米国コールターエレクトロニクス社	1式	1,646,834	〃
生理検査室	心電計	日本光電製	1式	1,020,000	〃
RI測定室	自動試料交換式放射能測定装置	米国トレーサーラボ社製ウエル型	1式	3,200,000	〃
RI化学検査室	全排泄物検査用シンチレーションカウンター	東芝製	1式	1,050,000	〃
RI第1診断室	万能シンチスキャナー	島津製全身用スキャナー	1式	8,900,000	35年度予算より36年度へ繰越
RI第2診断室	腎臓機能検査装置	東芝製	1式	9,500,000	35年度医療機器整備費
中央材料室	繃帯材料消毒装置	さくら式2連装型	1式	1,180,000	〃
寝具消毒室	寝具消毒装置	SK式2号型真空消毒器	1式	1,510,000	〃
コバルト60照射室	気送式コバルト60治療装置	東芝製線源容器50c～200c	1式	3,600,000	36年度医療機器整備費
生化学検査室	自動アミノ酸分析装置	米国テクニコンインターナショナル社	1式	4,474,633	〃
ベータートロン室	ベータートロン	東芝製31 MeV	1式	45,000,000	35年度予算より36年度へ繰越 試験研究費
リニアアクセレーター室	医療用直線加速器	米国ヴイッカースアームストロング社600万Vリニアック	1式	44,771,998	36年度予算より37年度へ繰越 契約済 医療機器整備費

12. 昭和36年度購入外国雑誌バックナンバー目録

1. Journal of Biological chemistry.
   Vol. 172–176 (1948).
2. Excerpta Medica Section 14; Radiology.
   Vol. 9 (1955)–12 (1958).
3. International J. of Applied Radiation & Isotopes. Vol. 8–9 (1960).
4. Chemical Abstracts (Decennial Index)
   Vol. 41–50 (1947–1956).
   Subject Index A-Pn,
   Authors Index A-Z,
   Formulas Index Ac_{12}.
5. Journal of Physical Chemistry.
   Vol. 54 (1950)–62 (1958).
6. American Journal of Physiology.
   Vol. 180 (1955)–195 (1958).
7. Genetics. Vol. 33 (1948)–43 (1958).
8. American Naturalist.
   Vol. 84 (1950)–93 (1959).
9. Endocrinology. Vol. 46 (1950)–63 (1958).
10. Helvetica Chimica Acta.
    Vol. 30 (1950)–40 (1957).
11. J. of Embryology and Experimental Morphology. Vol. 1 (1953)–7 (1959).
12. Biochemical Journal.
    Vol. 46 (1950)–64 (1956).
13. Review of Modern Physics.
    Vol. 19 (1947)–30 (1958).

13. 昭和36年度購入外国雑誌目録

Acta Chemica Scandinavica (D)
Acta Medica Scandinavica (S)
Acta Endocrinologica (D)
Acta Radiologica (Swe.)
Advances in Physics (E)
American Heart Journal (A)
American Industrial Hygiene Association Journal (A)
American Journal of Clinical Pathology (A)
American Journal of Human Genetics (A)
American Journal of Obstetrics and Gynecology (A)
American Journal of Pathology (A)
American Journal of Physiology (A)
American Journal of Roentogenology Radium Therapy and Nuclear Medicine (A)
American Journal of Science (A)
American Journal of Surgery (A)
American Naturalist (A)
American Scientist (A)
Analytical Biochemistry (A)
Analytical Chemistry (A)
Anatomical Record (A)
Animal Breeding Abstracts (E)
Annales d'Endocrinologie (F)
Annuals of Human Genetics (E)
Annales de l'Institut Pasteur (F)
Archives of Biochemistry and Biophysics (A)
Archives of Environmental Health. (A)
Archives of Industrial Health. (A)
Archives of Internal Medicine (A)
Archives of Pathology (A)
Atomkern Energie (G)
Australian Journal of Chemistry (E)
Bacteriological Review (A)
Biochemica et Biophysica Acta (H)
Biochemical and Biophysical Research Communication (A)
Biochemical Journal (E)
Biochemistry (Biokhimiya-English tr.) (A)
Biochemische Zeitschrift (G)
Biological Abstracts (A)
Biological Bulletin (A)
Biological Review of the Cambridge Philosophical Society (E)
Biometrics (A)
Biometrika (E)
Biophysical Journal (A)
Biophysics (E)
Blood (A)
British Journal of Cancer (E)
British Journal of Experimental Pathology (E)
British Journal of Haematology (E)
British Journal of Industrial Medicine (E)
British Journal of Pharmacology and Chemotherapy (E)
British Journal of Radiology (E)
British Medical Journal (E)
Brown Boverie Review (Swi.)
Bulletin of American Physical Society; Series II (A)
Bulletin of the Atomic Scientists (A)
Bulletin de la Société de Chemie Biologique (F)
Bulletin de la Société de Chemie France (F)
Canadian Journal of Biochemistry and Physiology (C)
Canadian Journal of Chemistry (C)
Canadian Journal of Microbiology (C)
Canadian Journal of Physics (C)
Cancer (A)
Cancer Research (A)
Chemical Abstracts (A)
Chemical Engineering (A)
Chemical Review (A)
Chemische Berichte (G)
Chemistry and Industry (E)
Chromosoma (G)
Circulation. (A)

Circulation Research (A)
Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences (F)
Current Chemical Papers (M)
Deutsche Medizinische Wocheschrift (G)
Developmental Biology (A)
Discussions of the Faraday Society (E)
Doklady Akademy Nauk SSSR (USSR)
Ecology (A)
Electronics (A)
Endokrinologie (G)
Endocrinology (G)
Evolution (A)
Excerpta Medica Section 3; Endocrinology (H)
Excerpta Medica Section 14; Radiology (H)
Experientia (Swi.)
Experimental Cell Research (A)
Experimental Neurology (A)
Federation Proceedings (A)
Folia Haematologica (G)
Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen und der Nuklearmedizin (G)
Genetica (H)
Genetical Research (E)
Genetics (A)
Geochimica et Cosmochimica Acta (E)
Growth (A)
Health Physics (E)
Helvetica Chimica Acta (Swi.)
Helvetica Physica Acta (Swi.)
Hereditas (Swe.)
Heredity (E)
International Abstracts of Biological Sciences (E)
International Journal of Air and Water Pollution (E)
International Journal of Applied Radiation and Isotopes (E)
International Journal of Radiation Biology (E)
Journal of Air Pollution (A)
Journal of American Chemical Society (A)
Journal of American Medical Association (A)
Journal of Applied Physics (A)
Journal of Bacteriology (A)
Journal of Biological Chemistry (A)
Journal of Biophysical and Biochemical Cytology (A)
Journal of Cell Biology (A)
Journal of Cellular and Comparative Physiology (A)
Journal of Chemical Physics (A)
Journal of Chemical Society (E)
Journal of Chromatography (H)
Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism (A)
Journal of Clinical Investigation (A)
Journal of Colloid Science (A)
Journal of Embryology and Experimental Morphology (E)
Journal of Endocrinology (E)
Journal of Experimental Biology (E)
Journal of Experimental Medicine (A)
Journal of Experimental Zoology (A)
Journal of General Microbiology (E)
Journal of General Physiology (A)
Journal of Genetics (I)
Journal of Geophysical Research (A)
Journal of Histochemistry and Cytochemistry (A)
Journal of Immunology (A)
Journal of Inorganic and Nuclear Chemistry (E)
Journal of Laboratory and Clinical Medicine (A)
Journal of Lipid Research (A)
Journal of Marine Biological Association (E)
Journal of Molecular Biology (E)
Journal of National Cancer Institute (A)
Journal of Nuclear Medicine (A)
Journal of Organic Chemistry (A)
Journal of Pathology and Bacteriology (E)
Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics (A)
Journal of Pharmacy and Pharmacology (E)
Journal of Physical Chemistry (A)
Journal of Physiology (E)
Journal de Physique et Radium (F)
Journal of Polymer Science (A)
Journal of Protozoology (A)
Journal of Research of NBS Section A; Physics

and Chemistry (A)
Journal of Research of NBS Section C; Engineering & Instrumentation (A)
Journal of Scientific Instruments (E)
Journal of Theoretical Biology (A)
Journal of Ultrastructure Research (A)
Journal of Water Pollution Control Federation (A)
Klinische Wochenschrift (G)
Kongressentralblatt für die Ges. Innere Medizin mit Einschlusder Kinderheilkunde (G)
Lancet (E)
Limnology and Oceanography (A)
Metabolism (A)
Nature (E)
Naturwissenschaften (G)
New England Journal of Medicine (A)
Nuclear Instruments (H)
Nuclear Instruments and Method (H)
Nuclear Science Abstracts (A)
Nucleonics (A)
Pharmacological Reviews (A)
Physica (H)
Physical Review (A)
Physical Review Letters (A)
Physiological Reviews (A)
Physics in Medicine and Biology (E)
Plant Physiology (A)
Presse Médicale (F)
Proceedings of Chemical Society (A)
Proceedings of the National Academy of Sciences of the U. S. A. (A)
Proceedings of the Royal Society Series A; Mathematical and Physical Sciences (E)
Proceedings of the Royal Society Series B; Biological Sciences (E)
Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine (A)
Progressive Fish-Culturist (A)
Public Health Reports (A)
Quarterly Journal of Microscopical Science (E)
Quarterly Review of Biology (A)
Radiation Research (A)
Radiology (A)
Radiophysica (USSR)
Review of Modern Physics (A)
Review of Scientific Instruments (A)
Science (A)
Science Abstracts Section A; Physics Abstracts (E)
Sewage and Industrial Wastes (A)
Soil Science (A)
Soviet Physics-Technical Physics (A)
Stain Technology (A)
Staub (G)
Strahlentherapie (G)
Surgery, Gynecology & Obstetrics (A)
Tetrahedron (E)
Tetrahedron Letters (E)
Transaction of Faraday Society (E)
Transaction of I. R. E. on Nuclear Sciences (A)
Virchows Archiv für Pathologische Anatomie und Physiologie und für Klinische Medizin (G)
Virology (A)
Water and Sewage Works (A)
Water Pollution Abstracts (E)
X-ray Technician (A)
Zeitschrift für Analytische Chemie (G)
Zeitschrift für Elektrochemie Berichte der Bunsengesellshaft für Physikalische Chemie (G)
Zeitschrift für Naturforschung (G)
Zeitschrift für Physik (G)
Zeitschrift für Vererbungslehre (G)

Note

(A)	America	(F)	French	(Swe.)	Sweden
(B)	Belgium	(G)	Germany	(Swi.)	Swiss
(C)	Canada	(H)	Holland	(USSR)	Soviet
(E)	English	(I)	India		

14. 海 外 交 換 資 料 目 録

Argentina

Biblioteca de la Comision Nacional de Energia Atomica Avda.

Publicationes de la Comision Nacional de Energia Atomica.

Amplificador Lineal, por Ricardo A. P. Gayoso y Santiago F. Pinasco. Informe No. 1 (Teoria de Circuitos)

Cuantification de Campos de Masa Nula. Parte II. Campos Fermionicos, por C. G. Bollini. Informe No. 2 (Fisica Teorica)

Micro-Microamperimetro, por Manfredo C. Kopp y Santiago F. Pinasco. Informe No. 3 (Teoria de Circuitos-Instru-mental de Medicion)

Calculo de Rendimientos Acumulativos en la Fision de Uranio, por Horacio E. Bosch y Sara M. Abecasis. Informe No. 4 (Quimica Nuclear)

Probabilidades de Transicion y Estructura Nuclear en el Ti 203, por Tor R. Gerholm y Horacio E. Bosch. Informe No. 5 (Fisica Nuclear)

La Estabilidad de las Soluciones Muy Diluidas, por A. Giacchetti. Informe No. 6

Diseño y Mediciones con una Fuente de Iones del Tipo de Arco Colimado en Campo Magnético I. por Manlio Abele y Wolfgang Meckbach. Informe No. 7 (Instrumentos Cientificos para Fisica Nuclear).

Diseno y Mediciones con una Fuente de Iones del Tipo de Arco Colimado en Campo Magnético II. por Manlio Abele y Wolfgang Meckbach. Informe No. 8 (Instrumentos Cientificos para Fisica Nuclear)

Medición de Flujo de Neutrones Rápidos por Medio de Detectores Umbral, por Delfina Ricabarra, Rosa Turjanski y A. H. W. Aten (Jr.) Informe No. 9

Diseno de Lentes Cuadrupolares de Gradiente Alternado, por Jorge Rosenblatt. Informe No. 10

Dispositivo para Ensayos Criticos (RA-1, 5), por Carlos Domingo, Miguel Geiger, Velia Hoffmann de Geiger, Jorge Sare. Informe No. 11 (Ingenieria Nuclear-Ensayos Criticos)

Escalimetro de 1 Microsegundo, por Ricardo Gayoso. Informe No. 12

Distribucion Angular en C^{12} 7.65 MeV, por S. Mayo. Informe No. 13

Interacción de Deuterones de 14.8 MeV con Carbono, por S. Mayo y A. I. Hamburger. Informe No. 14

Estudio de la Contaminación del Prochilodus Platensis (Sábalo) con Productos de Fisión, por Leopoldo José Anghileri. Informe No. 15

Método Gráfico para Determinar la Distribución de Concentraciones en Columnas de Difusión Térmica, por Enrique Silberman y Carlos R. Carjuzaa. Informe No. 16 (Separacion de Isotopos)

Medicion de Reactividades, por Juan A. Chamero. Informe No. 17

Medición del Laplaciano de un Reticulado de U-H 20 con Tubos Conteniendo Polvo de U 308 Enriquecido al 20%, por D. Bovisio de Ricabarra, R. Faradjie de Turjanski y J. U. Koppel. Informe No. 18

Proyecto Ra 2-Valvula de Descarga Mecanismo de Accionamiento, Por Erico Spinadel. Informe No. 19

Estudio Experimental de la Relación de Nordheim, por Juan A. Chamero. Informe No. 20

Pechblendas con Alto Contenido de Circonio de Guandacol, La Rioja (Argentina), por C. E. Gordillo, E. Linares y R. J. Poljak. Informe No. 21

Estados Excitados del Ba^{136}, por Sonia J. Nassiff, Juan J. Peyre y Tauba Urstein. Infome No. 22

Comando de Barras de Control y Seguridad para el Reactor Experimental R A-2, por Erico Spinadel. Informe No. 23

Método Espectroscópico Semicuantitativo de Waring y Annell Aplicado a Instrumentos de Dispersión Media, por A. Giacchetti. Informe No. 24

Método Rápido para la Determinación Espectroscópica de Tierras Raras en Monacitas y Compuestos de Cerio, por Olga Brieux de Mandirola. Informe No. 25

Influencia del Régimen no Laminar sobre la Eficiencia de una Columna de Difusión Térmica. por Carlos E. Español. Informe No. 26

Determinatcón de Bajas Concentraciones de D20 en Agua por el Método del Flotador Lucia Cannavale. Informe No. 27

Determinación Espectroscópica Cuantitativa de Torio en Minerales Argentinos, por Olga Brieux de Mandirola. Informe No. 28 (Espectroscopia Optica)

Función de Excitación para la Reacción A 127 (d. αp) Na 24 Entre 0 y 28,1 MeV, por P. A. Lenk y R. J. Slobodrian. Informe No. 29 (Fisica Nuclear)

Equipos Electrónicos del Año Geofisico Internacional para Radiación Cósmica, por Horacio Manifesto. Informe No. 30

Estudio de la Contaminación y Absorción del 90 Sr y 137 Cs por el Prochilodus Platensis (Sábalo), por Leopoldo José Anghileri. Informe No. 31

Sobre la formación de la Fenilacetona. I. Comprobación de una reacción de intercambio en la Pirolisis de mezclas de Acetato de Litio-1-C14 con Fenilacetato de Litio, por Mauricio F. Bühler, Jose P. A. Castrillon y Aldo E. A. Mitta. Informe No. 32

Sobre la formación de la Fenilacetona. II. Determinación cuantitativa de la Dibencilcetona en mezclas con Acetona y Fenilacetona, por Mauricio F. Bühler, Jose P. A. Castrillon y Aldo E. A. Mitta. Informe No. 33

Sobre la formación de la Fenilacetona. III. Organolitios en la Pirolisis de Sales Orgánicas de Litio, por Mauricio F. Bühler, Jose P. A. Castrillon y Aldo E. A. Mitta. Informe No. 34

Estudio de la Adsorción de Productos de Fisión por Tierra de Ezeiza, Leopoldo José Anghileri. Informe No. 35

Previsión del consumo futuro de radioisótopos en el país, Por N. Nussis. Informe No. 36

Determinación de Microcnataidades de Uranio en el Control de Procesos de Extracción Líquido-Líquido (Dapex), por Jorge A. Blay. Informe No. 37

Relaciones de los Rendimientos del Par Isométrico Hg 197 m, 197 formado en la Reacción Nuclear Au 197 (d, 2n) Hg 197, por Sara Abecasis y Sonia J. Nassiff. Informe No. 38

Fall-out en la Republica Argentina durante 1959, por Achard N., Beninson D., Migliori A. Informe No. 39

Cabezal automático para traslado de Muestras Irradiadas, por Erico Spinadel (Ingeniero Industrial) Informe No. 40

Adaptación de la Reacción de Fujiwara a la determinación de Metilcetonas, por Mauricio F. Bühler, Jose P. A. Castrillon, Aldo E. A. Mitta y Rodolfo Lopez. Informe No. 41

Síntesis de Aminoacidos Marcados. 1. Sintesis de DL-Valina-1 C 14 y DL-Leucina-1-C 14, por Mauricio F. Bühler, Jose P. A. Castrillon, Aldo E. A. Mitta y Marcelo A. Dankert. Informe No. 42

Medición del Alcance de los Neutrones con una Fuente de Po-α-Be en Agua, por Maria Delfina Bovisio de Ricabarra y Guillermo H. Ricabarra. Informe No. 43

Determinación del Flujo Neutrónico Térmico Absoluto del RA-1 y Calibración de las Cámaras de F 3 B, por Maria D. Bovisio de Ricabarra, Rosa Faradjie de Turjanski, Mauricio Lara Manning y Guillermo Hernan Ricabarra. Informe No. 44

El Deflector Magnético del Haz del Sincrociclotrón de Buenos Aires, por J. Rosenblatt y R. J.

Slobodrian. Informe No. 45

Relación entre las Subestructuras de Segregación y las Dislocaciones formadas durante la Solidificación, en Aluminio 99.99%, por Heraldo Biloni. Informe No. 46

Radioestroncio en la Leche, por Beninson D., Kramer J. y Mariano E. Informe No. 47

Separación y Determinación de Uranio (VI) en presencia de Uranio (IV) y otros Cationes, por Jorge Alberto Blay. Informe No. 48

Dosis Genéticamente Significativa debida al Radiodiagnóstico Médico, Por A. E. Placer. Informe No. 49

Contaminación por Radioestroncio Durante el Año 1960, por D. Beninson, J. Kramer, E. Mariano y E. Ramos. Informe No. 50

Inclusiones y Subestructuras en Uranio de Pureza Nuclear, por Heraldo Biloni, Nora Lindenvald, Jorge A. Saboto e Ignacio Silbert. Informe No. 51

Ensayo de Separación de Si^{30} por Difusión Térmica, por Carlos E. Español y Carlos R. Carjuzaa. Informe No. 52

Relación de los Rendimientos del Par Isomérico Ce 137 m, 137 Formado en la Reacción Nuclear La 139 (d, 4 n) Ce 137, por S. J. Nassiff y H. Vignau. Informe No. 53

Dispersión de Deuterones de 28,1 MeV por Hidrógeno, Litio, Carbono y Aluminio, por R. J. Slobodrian. Informe No. 54

Dispersión elástica e inelástica de deuterones de 27,6 Mev por Ni, por S. Mayo y J. Rosenblatt Informe No. 55

Intercambio Isotopico de Deuterio entre el Hidrógeno y el Agua en Fase Vapor, por Walter J. Baran y Rubén F. Cretella. Informe No. 56

Preparación de 4-Difenilaminosulfonato de Sodio, por Mauricio F. Buhler, Rodolfo Lopez, Jose P. A. Castrillon y Aldo E. A. Mitta. Informe No. 57

Australia

Cancer Institute Board

Report of the Proceedings of the Cancer Institute Board, 1952—1956.

Report of the Proceedings of the Cancer Institute Board, 1957—1959.

Austria

IAEA

Advance Information Sheet; Details of an IAEA Publication Now in Preparation. SU 35—39 (3 vols.)

A chronological list of Atomic Energy; Conference, Meetings, Training Courses. No. 10~14.

IAEA Publications Catalogue No. 3

IAEA Publications Catalogue 1958—1961. (2 vols.)

Programme and Budget for 1961; Chapter II-The Programme.

Programme and Budget for 1961; Chapter III. The Budget.

IAEA Bulletin.

Vol. 1, No. 1

Vol. 3, No. 4

Vol. 4, No. 1

Belgium

Institut Interuniversitaire des Sciences Nucléaires.

Rapport Annuel, 1960.

Aspects Théoriques de la Systématique des Noyaux Atomiques, par M. Demeur. Monographie No. 1

La Méthode d'Analyse par Activation en utilisant les Neutrons d'une Source Ra-Be, par G. Guében et J. Govaerts. Monograpeie No. 2

Les Lois de Conservation en Physique des Particules Elémentaires, par J. Serpe (Chargé de Cours à l'Université de Liège). Monographie No. 3

Particules Elémentaires Feuilles d'information, éditées sous la direction de J. Geheniau (Professeur à l'Université Libre de Bruxelles). Monographie No. 4 (2 vols.)

Développements Théoriques Récents en Spectroscopie Nucléaire, par M. Demeur. Monographie No. 5

Superfluidité et Equation de Transport Quantique, par I. Prigogine (Rédigé par P. Résibois). Monographie No. 6

Formal Theory of Scattering Phenomena; A Study of Recent Achievements in Modern Scattering Theory (based upon notes taken during Seminars organized by Dr. S. B. Treiman, Professor at the University of Princeton, U. S. A.), by C. C. Grosjean (Charge de Cours a l'Universite de l'Etat a Gand). Monograpeie No. 7

L'Analyse Sélective du Zinc et du Cobalt par Double Marquage Radioactif et Spectrometrie du Rayonnement Gamma, par Robert Collée (Asssocie de l'Universite de Liege). Monographie No. 8

Contribution a l'Etude du Metabolisme Cellulaire au Moyen de la Méthode Autoradiographique, par A. Ficq. Monographie No. 9

Brasil

Centro de Medicina Nuclear.

Trabalhos Publicados Pelo Centro de Medicina Nuclear.

Canada

Atomic Energy of Canada Limited.

Oxygen Deficiency and Radiation Domage in the Insect Rhodnius, by W. F. Baldwin and T. N. Salthouse, Biology and Health Physics Division, A. E. C. L. (Reprinted from Nature, Vol. 183, p. 974). A. E. C. L. No. 879

Synthesis of Diphosphopyridine Nucleotide in Irradiated Rats, by D. K. Myers, Biology Branch, A. E. C. L. (Reprinted form Nature, Vol. 187, No. 4743 No. 4743). A. E. C. L. No. 1093

Latent Radiation Damage and Synchronous Cell Division in the Epidermis of an Insect; III. Spontaneous Reversal of Effects Leading to Delay during Mitosis, by W. F. Baldwin, Biology Branch, A. E. C. L. (Reprinted from Radiation Research, Vol. 14, No. 4). A. E. C. L. No. 1197

Ultraviolet Irradiation of Pyrimidine Derivatives: I. 1,3-Dimethyluracil, by A. M. Moore and C. H. Thomson. (Reprinted from Canadian Journal of Chemistry, 35: 163—169) A.E.C.L. No. 396

Ultraviolet Irradiation of Pyrimidine Derivatives; II. Note on the Synthesis of the Product of Reversible Photolysis of Uracil, by A. M. Mocre. (Can. J. Chem. Vol. 36) Issued as A. E. C. L. No. 523

Ultraviolet Irradiation of Pyrimidine Derivatives; III. Influence of Hydrogen Cyanide on the Photolysis, by A. M. Moore. (Can. J. Chem. Vol. 37) Issued as A. E. C. L. No. 831

Interaction of Heat and X-Rays in killing a Chalcid, by W. F. Baldwin and Claire A. Narraway, Biology Division, A. E. C. L. (Reprinted from Nature, Vol. 179, pp. 971—972) A. E. C. L. No. 445

Irradiation of Diphosphopyridine Nucleotide in Dilute Aqueous Solutions, by D. K. Myers. (Can. J. Biochem. Physiol. Vol. 38) Issued as A. E. C. L. No. 1097

Deoxycytidylate Deaminase Levels in Regenerating Rat Liver, by D. K. Myers, C. Anne Hemphill, and Constance M. Townsend. (Can. J. Biochem. Physiol. Vol. 39) Issued as A. E. C. L. No. 1230

Catalase Levels and Radiosensitivity of Liver Cells, by D. K. Myers. (Can. J. Biochem. Physiol Vol. 38) Issued as A. E. C. L. No. 1119

Biochemical Effects of Irradiation on Liver Regeneration, by D. K. Myers. (Reprinted from Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, 38, 1059) A. E. C. L. No. 1073

Latent Radiation Damage and Synchronous Cell Division in the Epidermis of an Insect; I. Non-reversible Effects Leading to Local Radiation Burns, by W. F. Baldwin and T. N. Salthouse, Biology Branch, A. E. C. L. (Reprinted from Radiation Research, Vol. 10, No. 4) A. E. C. L. No. 749

Latent Radiation Damage and Synchronous Cell Division in the Epidermis of an Insect; II. Reversible Effects in Burn Repair, by W. F. Baldwin and T. N. Salthouse, Biology Branch, A. E. C. L. (Reprinted from Radiation Research, Vol. 10, No. 4). A. E. C. L. No. 750

Effect of Oxygen Deficiency on Radiation-Induced Mitotic Damage in Synchronously Dividing Cells, by W. F. Baldwin and T. N. Salthouse. (Can. J. Zool. Vol. 37) Issued as A. E. C. L. No. 907

Recovery from X-Ray-Induced Sensitivity to Heat in an Insect, by W. F. Baldwin. (Reprinted from Radiation Research, Vol. 8. No. 1) A. E. C. L. No. 501

Similarities in Killing by Heat and by X-Radiation in the Insect Dahlbominus fuscipennis (Zett), by William F. Baldwin. (Reprinted from Radiation Research, Vol. 5, No. 1) A. E. C. L. No. 313

The Use of Radioactive Cobalt in Studies of the Dispersal of Adult Females of the European Pine Shoot Moth, Rhyacionia buoliana (Schiff), by G. W. Green, W. F. Baldwin, C. R. Sullivan. (Reprinted from The Canadian Entomologist, Vol. LXXXIX, No. 8) A. E. C. L. No. 413

The Mitotic Assortment of Extrachromosomal Particles, by Allen P. James, Biology Branch, A. E. C. L. (Journal Canadien de Génétique et de Cytologie, Vol. 3, No. 2) A. E. C. L. No. 1246

Radiation-Induced Mitotic Stimulation, by Allen P. James and Ilse Müller. (Reprinted from Radiation Research, Vol. 14, No. 6) A. E. C. L. No. 1234

Increased Survival of Rats irradiated with X-rays and treated with Parathyroid Extract, by R. H. Rixon, J. F. Whitfield and T. Youdale, Biology Branch, A. E. C. L. (Reprinted from Nature, Vol. 182, p. 1374) A. E. C. L. No. 713

Comparison of the Effects of Ultraviolet Light on Multiplication of Normal and X-Ray Resistant Mouse Cells, by R. H. Rixon and J. F. Whitfield, Biology and Health Physics Division, A. E. C. L. (Experimental Cell Research 20) A. E. C. L. No. 1015

Some Properties of Radiation Resistant Derivatives of L Strain Mouse Cells, by J. F. Whitfield and R. H. Rixon, Biology and Health Physics Division, A. E. C. L. (Experimental Cell Research 20) A. E. C. L. No. 1014

Effects of Ultraviolet Light on Multiplication and Deoxyribonucleic Acid Synthesis in Cultures of L Strain Mouse Cells, by J. F. Whitfield, R. H. Rixon and T. Youdale, Biology and Health Physics Division, A. E. C. L. (Experimental Cell Research 22) A. E. C. L. No. 1084

The Effect of Dilution and Carbon Dioxide on the Metabolic Properties of Suspension Cultures of Strain L Mouse Cells, by J. F. Whitfield and R. H. Rixon, Biology and Health Physics Division, A. E. C. L. (Experimental Cell Research 24)

Distinctive Charomosome Markers of Normal and Radioresistant Derivatives of L Strain Mouse

Cells, by J. F. Whitfield and R. H. Rixon, Division of Biology and Health Physics, A. E. C. L. (Experimental Cell Research 23) A. E. C. L. No. 1182

Radiation Resistant Derivatives of L Strain Mouse Cells, by J. F. Whitfield and R. H. Rixon, Biology and Health Physics Division, A. E. C. L. (Experimental Cell Research 19, 531—538) A. E. C. L. No. 894

Effects of X-Radiation on Multiplication and Nucleic Acid Synthesis in Cultures of L-Strain Mouse Cells, by J. F. Whitfield and R. H. Rixon, (Experimental Cell Research 18) A. E. C. L. No. 773

Cytological Consequences of Chromosome Bridges in X-Irradiated L Strain Mouse Cells, by J. F. Whitfield, R. H. Rixon and P. O. W. Rhynas. (Experimental Cell Research 18) A. E. C. L. No. 927

92. The Effect of Parathyroid Extract on the Survival of X-Irradiated Rats, by R. H. Rixon and J. F. Whitfield (introduced by H. B. Newcombe), Biology Branch, A. E. C. L. (Reprinted from Radiation Research, Vol. 11, No. 3)

The Histochemical Localization of Zinc in the Dorsolateral prostate of the Rat, by R. H. Rixon and J. F. Whitfield, Biology and Health Physics Division, A. E. C. L. (Reprinted from The Journal of Histochemistry and Cytochemistry, Vol. 7, No. 4) A. E. C. L. No. 826

Lingering Effects of Local X-Irradiation on Healing of Burns, by R. H. Rixon, J. M. A. Tishler and H. B. Newcombe, Biology Branch, A. E. C. L. (Reprinted from Nature, Vol. 181, pp. 1138—1139) A. E. C. L. No. 575

Factors Responsible for the Delayed Appearance of Radiation-Induced Mutants in Escherichia Coli, by Howard B. Newcombe and Grace Workman Scott, National Research Council of Canada, Atomic Energy Project, and Department of Zoology, University of Toronto. (Reprinted from Genetics 34: 475—492) N. R. C. No. 1983

Spontaneous Mutation to Streptomycin Resistance and Dependence in Escherichia Coli, by Howard B. Newcombe and Roma Hawirko, Atomic Energy Project, National Research Council, and Department of Bacteriology, McGill University. (Reprinted from Journal of Bacteriology, Vol. 57, No. 5) N. R. C. No. 1918

The Timing of Induced Mutations in Streptomyces, by Howard B. Newcombe. (Reprinted from Mutation Brookhaven Symposia in Biology: No. 8)

Mutagenic Actions of Cold and X-Rays in Streptomyces, by Howard B. Newcombe. (Reprinted from Radiation Research. Vol. 5, No. 4) A. E. C. L. No. 354

A Heritable Change in Radiation Resistance of Strain L Mouse Cells, by P. O. W. Rhynas and H. B. Newcombe, Biology and Health Physics Division, A. E. C. L. (Experimental Cell Research 21, 326—331)

The Uniqueness of Canadian Vital Statistics for Studies in Population Genetics, by Howard B. Newcombe. (Reprinted from Canadian Journal of Genetics and Cytology, Vol. 1, No. 1) A. E. C. L. No. 881

Genetic Effects of Ionizing Radiation, by Howard B. Newcombe. (Can. J. Biochem. Physiol. Vol. 38)

Genetics, Radiation and People, by Howard B. Newcombe. (Reprinted from Canadian Journal of Genetics and Cytology, Volume 11, Number 3) A. E. C. L. No. 1040

The Fate of Radiation-Induced Lethals in a Yeast Population, by A. P. James and C. E. Chaplin, Atomic Energy of Canada Limited, and Bacteriology Division, Science Service. (Reprinted from Radiation Research, Vol. 5, No. 2) A. E. C. L. No. 320

Heredity. Health, and Radiation, by H. B. Newcombe and A. P. James. (Reprinted from the Canadian Journal of Public Health). A. E. C. L. No. 780 (2 Vols.)

Genetic Hazards and Vital Statistics, by H. B. Newcombe, A. P. James, and S. J. Axford. (Reprinted from X International Congress of Genetics, Proceedings, Vol. II

Invited Discussion, by Allen P. James. (Reprinted from Radiation Research, Supplement 1)

The Spectrum of Severity of Mutant Effects. I. Haploid Effects in Yeast, by Allen P. James.

(Reprinted from Genetics, Vol. 44, No. 6, Part 3) A. E. C. L. No. 938

The Spectrum of Severity of Mutant Effects. II. Heterozygous Effects in Yeast, by Allen P. James. (Reprint from Genetics, Vol. 45, No. 12)

The Process of Spontaneous Extranuclear Mutation in Yeast, by Allen P. James and Peter E. Spencer. (Reprinted from Genetics, Vol. 43, No. 3) A. E. C. L. No. 671

Mutation as a Cause of Death in Offspring of Irradiated Rats, by J. F. McGregor, A. P. James, and H. B. Newcombe, Biology Branch, A. E. C. L. (Reprinted from Radiation Research, Vol. 12, No. 1) A. E. C. L. No. 917

Relative Frequencies of Sectored and Nonsectored Mutant Celonies in Yeat as a Function of Ultraviolet Dose, by Allen P. James. (Reprinted from Journal of Bacteriology, Vol. 67, No. 2) A. E. C. L. No. 86

Radiation-Induced Genetic Segregations in Vegetative Cells of Diploid Yeast, by Allen P. James and Brenda Lee-Whiting. (Reprinted from Genetics Vol. 40, No. 6) A. E. C. L. No. 229

Anomalous Segregation in Crosses of Escherichia Coli, by H. B. Newcombe and M. H. Nyholm, National Research Council of Canada, Atomic Energy Project. (Reprinted from The American Naturalist, Vol. LXXXIV p. 457—465) N. R. C. No. 2242

Photoreversal of Ultraviolet-Induced Mutagenic and Lethal Effects in Escherichia Coli, by H. B. Newcombe and H. A. Whitehead, National Research Council of Canada, Atomic Energy Project, and Department of Bacteriology and Immunology, McGill University. (Reprinted from Journal of Bacteriolog, Vol. 61, No. 3) N. R. C. No. 2336

The Inheritance of Streptomycin Resistance and Dependence in Crosses of Escherichia Coli, by H. B. Newcombe and M. H. Nyholm. (Reprinted from Genetics 35: 603—611) N. R. C. No. 2227

A comparison of Spontaneous and Induced Mutations of Escherichia Coli to Streptomycin Resistance and Dependence, by Howard B. Newcombe. (Reprinted from the Journal of Cellular and Comparative Physiology, Vol. 39, Sup. 1) N. R. C. No. 2655

Radiation-induced Instabilities in Streptomyces, by H. B. Newcombe. (Reprinted from The Journal of General Microbiology, Vol. 9, No. 1)

Dwarfism and Eye Abnormality in X-Irradiated Rat Populations, by J. F. McGregor and H. B. Newcombe, (Reprinted from Radiation Research, Val. 14, No. 5) A. E. C. L. No. 1195

Spontaneoys and Induced Mutations to Drug Resistance in Escherichia Coli, by H. B. Newcombe. (Origins of Resistance to Toxic Agents) A. E. C. L. No. 109

The Cost of Individual Follow-up in Studies of Large Populations, by Howard B. Newcombe and Philip O. W. Rhynas. (Reprinted from: Procs. International Population Conference-Paper No. 16) A. E. C. L. No. 1255

Delayed Phenotypic Expression of Spontaneous Mutations in Escherichia Coli, by Howard B. Newcombe. (Reprinted from Genetics 33: 447—476) N. R. C. No. 1798

Automatic Linkage of Vital Records: Computers can be used to extract "follow-up" statistics of families from filed of routine records, by H. B. Newcombe, J. M. Kennedy, S. J. Axford, and A. P. James. (Reprinted from Science, Vol. 130, No. 3381, p. 954—959) A. E. C. L. No. 883 (2 Vols.)

Population Risks from Radiation, by H. B. Newcombe. (CRB 785) A. E. C. L. No. 647

Radiation, Genetics, and Vital Statistics a Pilot Study in Demographic Genetics, (Prepared by the Biology Branch as a description of their exhibit at the 10th International Congress of Genetics)

Genetic Hazards and Vital Statistics, by Newcombe, H. B., A. P. James, and S. J. Axford. (Reprinted from X International Congress of Gongress of Genetics, Proceedinges, Vol. II)

Chloroform-induced Loss of a Host Range Mutant Phenotype in Virulent Coliphage Lambda, by H. B. Newcombe and P. O. W. Rhynas. (Reprinted from Virology, Vol. 5, No. 1) A. E. C. L. No. 535

Detection of Genetic Trends in Public Health, by Howard B. Newcombe. (Reprinted from "Effect of Radiation on Human Heredity", published by World Health Organization, pp. 157—168) A. E. C. L. No. 500

Magnitude of Biological Hazard from Strontium-90, by H. B. Newcombe. (Reprinted from Science, Vol. 126, No. 3273, p. 549—551) A. E. C. L. No. 493

Mechanisms of Mutation Production in Micro-Organisms, by Howard B. Newcombe. A. E. C. L. No. 144

Origin of Bacterial Variants, by H. B. Newcombe. (Reprinted from Nature, Vol. 164, p. 150) N. R. C. No. 1966

Maclean-Hunter Publishing Co. Ltd.

Canadian Nuclear Technology. No. 2—3

Department of Mines and Technical Surveys.

Principal Mineral Areas (Map). Scale: 1 inch to 120 Miles = $\frac{1}{7,603,200}$

Antimony, by J. W. Patterson. Review 3

Bismuth, by J. W. Patterson. Review 4

Cadmium, by J. W. Patterson. Review 5

Calcium, by W. H. Jackson. Review 6

Magnesium, by W. H. Jackson. Review 14

Arsenic Trioxide, by J. S. Ross. Review 30

Barite, by J. S. Ross. Review 32

Bentonite, by J. S. Ross. Review 33

Flourspar, by C. M. Bartley. Review 37

Lithium Minerals, by J. E. Reeves. Review 41

Mica, by J. E. Reeves. Review 43

Mineral Pigments and Fillers, by J. S. Ross. Review 44

Roofing Granules, by F. E. Hanes. Review 48

Sulphur, by C. M. Bartley. Review 54

Coal and Coke; Coal, by T. E. Tibbetts.

Coal and Coke; Coke, by E. J. Burrough. Review 56

Merck Sharp & Dohme of Canada Limited.

Deuterium Carbon-14 and other Labelled Compounds for Research; Price List.

Denmark

Danish Atomic Energy Commission.

Risö Reports.

France

Commissariat a l'Energie Atomique.

Bulletin d'Informations Scientifiques et Techniques. No. 47~55

Microstriction I et II, par M. Alidieres, R. Aymar, P. Jourdan, et A. Samain. Rapport CEA No. 2050

Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay.

Effet des rayonnements sur les propriétés électriques du florure de lithium, par P. Berge et G. Blanc. (Extrait du Bulletin de la Société francaise de Minéralogie et de Cristallographie, LXXXIII) Rapport CEA No. 1695

La longueur de diffusion d'une poudre cristalline, et la déformation du spectre de Maxwell, par A. Herpin et D. Saint James. (Le Journal de Pnysique et le Radium, T. 22, No. 4) Rapport CEA No. 1730

Instabilités d'écoulement du fluide dans un canal chauffant refroidi à l'eau, par R. Delayre et J. P. Saunier. Rapport CEA No. 1825

Etude de circuits de commutation destinés a la sécurité des réacteurs nucléaires, par Vartan Hantcherian. Rapport CEA No. 1858

Polarization in proton-beryllium and protonproton scattering at 1.7 GeV, par P. Bareyre, J.-F. Detoeuf, L. W. Smith, R. D. Tripp and L. Van Rossum. (Il Nuovo Cimento, Serie X, Vol. 20, pag. 1049—1066) Rapport CEA No. 1859

Anomalies dans les distributions angulaires de particules α diffusées inélastiquement par la fer 56 et le nickel 58, par René Beurtey, Philippe Catillon, Robert Chaminade, Monique Crut, Henriette Faraggi, André Papineau, Jean Saudinos et Jacques Thirion. (Extrait des Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, t. 252, p. 1756—1758, séance du 2 0mars 1961) Rapport CEA No. 1984

Origine d'un rayonnement γ intense lié a l'absorption de neutrons lents par l'uranium-235, par Francis Netter, Charles Corge, Jean Julien, Vinh-Dinh et Joseph Morgenstern. (Extrait des Comptes rendus des seances de l'Academie des Sciences, t. 252, p. 1759—1761) Rapport CEA No. 1985

Effet de l'irradiation neutronique à basse température sur la conductivité électrique du fluorure de lithium, par Monique Dubois, Pierre Berge Huynh et Georges Blanc. (Extrait des Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, t 252, p. 2096—2098) Rapport CEA No. 1986

Polarisation rotatoire magnétique dans les plasmas. Application à la mesure de la densité électronique, par T. Consoli et M. Dagai. (J. Nucl. Energy, Part C: Plasma Physics, 1961, Vol. 3, pp. 115 to 128) Rapport CEA No. 1987

Realisation d'une régulation de température de précision au dessous de l'ambiante, par J. Gasnier. (Le Journal de Physique et le Radium Physique Appliquée, Supplément au No. 2, Tome 22, Page 13) Rapport CEA No. 1988

Principe de l'Algebre de Boole et des Methodes de Synthèse Derivées en vue de leur Application aux Automatismes Destinés a la Sécurité des Piles Atomiques, par Jacques Furet. Rapport CEA No. 2007

Système de détection des particules analysées par un aimant, par R. Chaminade, M. Cros, A. Papineau et J. Saudinos. (Nuclear Instruments and Methods 11, 321—325) Rapport CEA No. 1829

Mesure de temps courts par semi-conducteurs et photomultiplicateurs saturés, par R. Ballini et E. Pomelas. (Nuclear Instruments and Methods 11, 331—335) Rapport CEA No. 1840

Nombre de Mésons K^+ Produits dans "Saturne", par J. Teiger. (Il Nuovo Cimento, Serie X, Vol. 19, pag. 826—827) Rapport CEA No. 1935

Etude Generale du Retour a l'Equilibre d'une Particule au sein d'un Plasma (Formalisme de Fokker-Planck), par J. Salmon, Faculté des Etude Générale du Retour a l'Equillibre d'une Particule au sein d'un Plasma (Formalisme de Fokker-Planck), par J. Salmon, Faculté des Sciences de Caen. (Le Journal de Physique et le Radium, Tome 21, Page 699) Rapport CEA No. 2053

Partial cross sections near the higher resonances, par P. Falk-Vairant and G. Valladas. (Reprinted from Reviews of Modern Physics, Vol. 33, No. 3, 362—367) Rapport CEA No. 1975

Etude des Differents Deflecteurs Utilises pour les Cheminees de Marcoule et Recherche d'un Nouveau Type de Deflecteur, par J. Chassany, H. Parigi et G. Salaün-Penquer. Rapport CEA

No. 2004

Antiphases périodiques. Transformation antiphase-ordre à grande distance, par A. Hauptman, R. Kleinberger, H. Okuzumi P. Perio et M. Tournarie. (Proc. Eur. Reg. Conf. on Electron Microscopy, Delft 1960, Vol. I) Rapport CEA No. 2023

A tunnel diode univibrator and pulse height discriminator, par Y. Hazoni. (Nuclear Instruments and Methods 10, 231—233) Rapport CEA No. 1845

Sources de protons et deutons polarisés, par R. Beurtey, A. Papineau et J. Thirion. (N. 2 del Supplemento al Vol. 19, Serie X, del Nuovo Cimento-pag. 207—220) Rapport CEA No. 1802

Etude de l'antiferromagnétisme hélicoidal de Mn, Au 2 par diffraction de neutrons, par André Herpin et Pierre Meriel. (Le Journal de Physique et le Radium, Tome 22, Page 337) Rapport CEA No. 1801

Structure des Solides "Structure de U_4O_9", par Bella Belbeoch, Claudia Piekarski et Pierre Perio. (Reprinted from Acta Crystallographica, Vol. 14, Part 8) Rapport CEA No. 1752

Diffusion des photons sur atomes et les noyaux dans les cristaux, par C. Tzara. (Le Journal de Physique et le Radium, Tome 22, Page 303) Rapport CEA No. 1805

La Notion de Pression en Statique des Fluides, par A. Brin et R. Merigoux. (Extrait du Bulletin de l'Union des Physiciens No. 455) Rapport CEA No. 1725

Sur une méthode de détermination du spin du noyau composé dans la diffusion des neutrons par des noyaux polarisés, par Pierre-Gilles de Gennes. (Extrait des Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, t. 252, p. 3571—3573, séance du 5 juin 1961) Rapport CEA No. 2013

Décroissance d'un état métastable du protactinium 233, par Adrien Marchal et Pierre Yvon. (Extrait des Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, t. 252, p. 3774—3775) Rapport CEA No. 2014

Réactions d'émission d'hélium 3 provoquées par des particules α de 43 MeV sur des isotopes de fer, de nickel et de cuivre, par Jean Saudinos, René Beurtey, Philippe Catillon, Robert Chaminade, Monique Crut, Henriette Faraggi, André Papineau et Jacques Thirion. (Extrait des Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, t. 252, p. 3776—3778) Rapport CEA No. 2015

Facteur de transmission d'une parei de Bloch pour des ondes de spin de vecteur d'onde normal à la paroi, par Françoise Boutron. (Extrait des Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, t. 252, p. 3955—3957) Rapport CEA No. 2017

Mesure de la section efficace d'absorption du néon naturel pour les neutrons thermiques, par Jean-Claude Carre, Michel Robin et Rene Vidal. (Extrait des Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, t. 252, p. 3973—3975) Rapport CEA No. 2018

Mise en évidence d'un effet d'interférence ent entre deux résonances du praséodyme 141 Pour la diffusion des neutrons de 215 et 232 eV, par Jean Julien. (Extrait des Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, t. 252, p. 3233—3234) Rapport CEA No. 2027

Un critère géomètrique de stabilté des oscillations forcées en mécanique non linéaire, par Augustin Blaquiere. (Extrait des Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, t. 252, p. 2664—2666) Rapport CEA No. 2029

Germany

Forschungsinstitut Manfred von Ardenne.

Entwicklungslinien und gegenwärtige Bedeutung der medizinischen Elektronik. (Sonderdruck aus der Zeitschrift "Nachrichtentechnik", Heft 10, Seite 442—448)

Über einen magnetischen Massentrenner mit kleinem Magnetfeldvolumen, Von F. Köhler, und G. Petter. (Sonderdruck aus "Kernenergie", 3. Jahrgang, Heft 12/60, Seite 1177—1191)

Über die Möglichkeit des Nachrichtenempfanges von fremden Planetensystemen, Von M. v.

Ardenne und G. Böhme. (Sonderdruck aus; Hochfrequenztechnik und Elektroakustik, Band 70, Heft 1, Februar 1961, Seite 2—5)

Zur Systematik der gegenwärtigen Versuchsanlagen für Kernfusion, Von M. von Ardenne und W. Feitscher. (Sonderdruck aus "Atompraxis", 5. Jahrgang, Heft 9, 1959)

Physikalischen Institut der Bundesforschungsanstalt für Milchwirtschaft.

Zur Kontamination der Milch mit radioaktivem ^{90}Sr im Vergleich mit anderen Nahrungsmitteln Von Ernst Knoop. (Milchwissenschaft" 16. 169—176 (1961))

Zur Bestimmung des mittleren Kontaminationsgrades von Lebensmitteln durch ^{90}Sr, Von Dr. D. Merten.

Der ^{90}Sr-Gehalt einiger Böden Schleswig-Holsteins, von Ernst Knoop und Diedrich Schroeder. (Sonderdruck aus "Naturwissenschaften" 45. Jahrgang, Heft 18, S. 436/37)

Über den ^{90}Sr-Gehalt menschlicher Knochen in den Jahren 1958 und 1959, von O. Pribilla und D. Merten. (Sonderdruck aus "Naturwissenschaften" 47. Jahrang, Heft 21, S. 503)

Strontium-90 and Cesium-137 in Grass and Milk in Finland during 1959, von J. K. Miettinen, O. Paakkola und R. Näsänen. (Reprinted from Nature, Vol. 189, No. 4761, pp. 324—325)

Zum Strontium-90-Gehalt von Roggen und Weizen, von D. Merten und E. Knoop. (Sonderdruck aus "Kieler Milchwirtschaftliche Forschugsberichte" 11, 227—229)

Die Kontamination durch Radiostrontium, von D. Merten und O. Pribilla. (Sonderdruck aus "Mitteilungen der Osterreichischen Sanitätsverwaltung", 62. Jahrgang, Heft 2)

Bundesforschungsanstalt für Lebensmittelfrishhaltung.

Zum Nachweis Radicaktiver Spaltprodukte in Milch und Milcherzeugnissen unter Besonderer Berücksichtigung des 90 Strontium, von D. Merten. (Reprintedfrom the Proceedings of XV International Dairy Congress (1959) 3 1784—9)

Lebensmittelkonservierung durch ionisierende Beta- und Gamma-Strahlen, von J. Kuprianoff. (Sonderabdruck aus "Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung" 100. Band, 4. Heft 1955, Seite 275—303)

Zur Frage der gesundheitlichen Unbedenklichkeit der durch ionisierende Strahlen behandelten Lebensmittel, von J. Kuprianoff. (Sonderdruck aus "Deutsche Lebensmittel-Rundschau" Heft 1, Januar 1956, Seite 1 bis 8)

Die Möglichkeiten der Anwendung ionisierender Strahlen bei Fleisch und Fleischprodukten, von Prof. Dr.-Ing. J. Kuprianoff. (Sonderdruck aus "Die Fleischwirtschaft" 9. Jahrgang, Heft 1, Seite 33—36)

Les radiations ionisantes et leurs applications à la conservation des aliments, par le Prof. Dr. Ing. Johann Kuprianoff.

Die Möglichkeiten der Anwendung ionisierender Strahlen bei Getreide und Getreideprodukten, von Prof. Dr.-Ing. J. Kuprianoff. (Getreide und Mehl, Jahrgang 6, Heft 9)

Verbesserung der Haltbarkeit von kaltgelagerten Lebensmitteln durch Anwendung ionisierender Strahlen, von Prof. Dr.-Ing. J. Kuprianoff. (Sonderdruck aus der Zeitschrift "Kältetechnik" Band 9 1957, Heft 4, Seite 90 bis 94)

Zur Einwirkung von Röntgenstrahlen auf die ATP-Spaltung von Fischmuskulatur mit verschiedenem Wassergehalt, von W. Partmann und A. Berger. (Sonderabdruck aus "Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung", 107. Band, 4. Heft 1958, Seite 327—340

Die Konservierung von Lebensmitteln durch Bestrahlung, von J. Kuprianoff.

Zur Problematik der Strahlenkonservierung von Lebensmitteln, von J. Kuprianoff. (Sonderdruck aus "Atomkernergie" 4. Jahrgang 1959, Heft 7/8)

Über den Einfluß der Verdünnungslösungen auf das Ergebnis von Bakterienzählungen bei bestrahltem und gefrorenem Fisch, von W. Schmidt-Lorenz. (Sonderdruck aus "Archiv für Lebensmittelhygiene", 11. Jahrgang, Nr. 3 20. März 1960)

Einfluß hoher Strahlendosen auf die Gas- und Wasserdampfdurchlässigkeit einiger Verpackungsfolien, von Dipl.-Phys. Th. Grünewald. (Sonderdruck aus der Zeitschrift "Chemie-Ingenieur-Technik" 32. Jg. Nr. 4, Seite 297—298)

Radiopotentialmessungen in bestrahlten Lebensmitteln, von Wilhelm Schmidt-Lorenz. (Sonderdruck aus die Naturwissenschaften, Heft 9, S. 208/209, 47. Jahrgang)

Lagervehalten röntgenbestrahlter Kartoffeln, von A. Berger. (Sonderdruck aus "Atompraxis" 6. Jahrgang, Heft 8, August 1960)

Nachweis von Fremdgut in Lebensmittelpackungen mittels Röntgenstrahlen, von A. Berger. (Sonderdruck aus "Deutsche Lebesmittel-Rundschau" Heft 9, Seite 247 bis 252)

Über die Wertigkeit der einzelnen Lebensmittel für die ^{90}Sr-Zufuhr, von Dr. G. Kistner.

Behandlung von Birnen mit Röntgen-bzw. Elektronenstrahlen, von H. Hansen und T. Grünewald. (Sonderdruck Aus "Atompraxis" Heft 6, 7. Jahrgang)

Einfluß einer Röntgenbestrahlung auf den Gang der CO_2-Ausscheidung bei Äpfeln im Verlauf deren Entwicklung, von Johannes Wolf. (Flora, Bd. 150, Heft 2/3)

India

Atomic Energy Establishment Trombay.

On Growing Large Single Crystals of Anthracene, by G. K. Bhide and R. Y. Deshpande. A. E. E. T./T. P./1

"Production of Plastic Scintillators", by R. Y. Deshpande and G. K. Bhide. A. E. E. T./T. P./2

Maximum Permissible Levels of Surface Contamination, by S. Somasundaram, P. V. Hariharan and A. K. Ganguly. A. E. E. T./H. P./2

Chemical Methods for the Determination of Boron in Reactor Materials. Part 1. Ion-Exchange Separation of Boron from Cokes, Pitches and Graphites and its Colorimetric Determination by the Curcumin-tri-Chloracetic Acid Method, by H. B. Desai, S. R. Desai, M. N. Nadkarni, R. N. Naik, M. S. Pendharkar and M. Sankar Das. A. E. E. T./Anal./1

Chemical Methods for the Determination of Boron in Reactor Materials. Part II. Isolation of Boron by Methyl Borate Distillation and its Colorimetric Determination by the Curcumin-Trichloracetic Acid Method, by H. B. Desai, M. S. Pendharkar and M. Sankar Das. A. E. E. T./Anal./2

Department of Atomic Energy.

Report 1960—61.

University of Calcutta.

Saha Institute of Nuclear Physics.

Indian Institute of Science.

Fifty-First Annual Report (1959—60) of the Council of the Indian Institute of Science.

Israel

Israel Atomic Energy Commission.

Localization of Intracranial Space-Occupying Lesions by Fluoroborate Ions Labelled with Fluorine 18, by H. M. Askenasy M. D., M. Anbar Ph. D., Y. Laor M. D., Z. Lewitus M. D., I. Z. Kosary M. D., and S. Guttmann.

The Penetrability of Various Ions into the Central Nervous System of Rats; a Comparative Study, by M. Anbar, S. Guttmann, N. Ernst and Z. Ramati.

Transport and Deposition of Stratospheric Fallout, by J. Gilat.

Evaluation of Isotope Ratios in Fallout, by J. Gilat.

Italy

Comitato Nazirnale Energia Nucleare.

notiziario; 7 N. 8—9, 10, 11 (1961)

List of the Publications Issued by Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare.

Europa Nucleare.

Europa Nucleare. ANNO IV, N. 5

Istituto Superiore di Sanita', The Laboratory of Physics.

Research Work in Progress up to March 31, 1961.

Mexico

Comision Nacional de Energia Nuclear.

Indices de Publicaciones Num. 48

Philippines

Philippine Atomic Energy Commission.

PAEC Radioisotope Techniques Course.

Poland

Information Center of the Polish Atomic Energy Commission.

The Diffusion Cooling Phenomenon in non Stationary Neutron Migration, by Zbigniew Weiss. (Postepy Techniki Jadrowej, 2, 183—196, 1961) Review Report No. 3

Physics of Breeders, by Krystyna Kowalska. (Postepy Techniki Jadrowej, 4, 559—582, 1961) Review Report No. 4

Polish Academy of Sciences, Institute of Nuclear Research.

γ-Radiation Induced Chain Reaction of Oxygen Reduction in the Aqueous System O_2-Na_2SO_3-NaOH, by Z. P. Zagórski. Report No. 259/ChR

Separation of Calcium from Scandium by Reversed-Phase Partition Chromatography, by S. Siekierski and R. J. Sochacka. Report No. 262/V

Remarks on the "Effective Target Mass", by Z. Koba and A. Krzywicki. Repòrt No. 260/VII

Nukleonika

Vol. 5 No. 4~12 (1959)

Vol. 6 No. 1~6, 9, 11—12 (1960)

Measurement of the Temperature Dependence of the Proton Spin-Lattice Delaxation Time in Liquid Hydrogen Sulphide, by J. W. Hennel and T. Waluga. Report No. 136

Spin-Spin Nuclear Magnetic Relaxation in Liquid Hydrogen Chloride Acetic Acid and Methyl Formate, by O. K. Daszkiewicz. Report No. 139

Proton Spin Lattice Relaxation in Acetic Acid, by A. Z. Hrynkiewicz, K. K. Krynicki and T. Waluga. Report No. 138

Rumania

Academia Republioii Populare Romine, Institutul de Endocrinologie.

Studii si cercetari de endocrinologie. Anul XII 1

Studii si cercetari de endocrinologle. Anul XII 2

Studii si cercetari de endocrinologle. Anul XII 3

Studii si cercetari de endocrinologle. Anul XII 4

Studii si cercetari de endocrinologie. Anul XII 5

U. K.

The British Nuclear Energy Society.

An announcement by Sir Leonard Owen.

Far East Trade Reader Information Service.

Far East Trade. Vol. 16 No. 11, November 1961

Medical Research Council.

The Hazards to man of Nuclear and Allied Radiations; A Second Report to the Medical Research Council.

Refraction and its Components during the Growth of the Eye from the Age of Three, by Arnold Sorsby, B. Benjamin and Michael Sheridan. Special Report Series No. 301

United Kingdom Atomic Energy Authority.

Atom; Monthly Information Bulletin of the United Kingdom Atomic Energy Authority. No. 56—62

List of Publications available to the Public.

No. 41~46 (1959)

No. 57~59 (1960)

No. 63~66 (1961)

No. 70~73 (1961)

U. S. A.

American Society of Heating and Air-Conditioning Engineers.

A. S. H. A. E. Psychrometric Chart.

Argonne National Laboratory

Annual Report 1959, 1961

Brookhaven National Laboratory

Annual Report 1959, 1961

Cancer Chemotherapy National Service Center

Cancer Chemotherapy Reports No. 7~8, 10~15 (1960—61)

Cornell University, Department of Physical Biology.

List of Publications-C.L. Comar.

Harvard University, School of Public Health Air Cleaning Laboratory.

Reports of Investigations (Unclassified).

Iowa State University, Institute for Atomic Research.

Institute for Atomic Research (Including the Ames Laboratory of the Atomic Energy Commission)

Gamma Radiolysis of Carbon-14 Labeled Isobutane, by J. Kivel and A. F. Voigt. (International Journal of Applied Radiation and Isotopes, 1961, Vol. 10, pp. 181—190)

Physics Research Laboratory and Neurosurgical Service, Massachusetts General Hospital.

Studies on Neutron Capture Therapy, by Gordon L. Brownell and William H. Sweet. (Reprinted from "Progress in Nuclear Energy Series VII Vol. 2.-Medical Sciences")

M. I. T.

Progress Report; Medical Therapy Facility Mit Reactor, by Gordon L. Brownell, Charles Porter, Leslie Parker, Robert Schermer and Edward Barnett.

Midwest Research Institute.

Fifteenth Annual Report of the President to the Trustees.

New York University, Institute of Industrial Medicine.

Radiation Cancer of the Lung: Tissue Sensitivity and Factors Influencing Dosage from Airborne Radioactive Substances, by Norton Nelson. (Reprinted from "Inhaled Particles and Vapours")

Oak Ridge National Laboratory.

Bulletin of the Biology Division; Season's Greetings to members and friends of the biology division.

Vol. 13 No. 11

Vol. 14 No. 10, 12—18

Nichem Inc.

Isotopic Labeled Compounds.

Badiation Equipment and Accessories Corporation.

Catalog "B".

United States Atomic Energy Commission.

Subject Scope and Literature Coverage of Nuclear Science Abstracts. TID-4552 (2nd Rev.)

University of California, Donner Laboratory and Donner Pavilion.

Semiannual Report Biology and Medicine. UCRL-9235

Superimposed Optical and Gamma-Ray-Scanner Images, by Hal O. Anger and George M. Tisljar-Lentulis. (Reprinted from the Journal of Nuclear Medicine 2: 99)

Determination of Regional Blood Flow in Gastrointestinal Tract of Intact Animals, by Marvin Bacaner and Myron Pollycove. (Reprinted from Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine)

Molecular and Cellular Effects of Fast Charged Particles, by Tor Brustad. (Reprinted from Radiation Research, Vol. 15, No. 2)

Response of Rats of Various Ages to Erythropoietin, by Joseph F. Garcia and Donald C. van Dyke. (Reprinted from Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine, Vol. 106, 585—588)

Estimation of radiation effects at small Exposures, by Hardin B. Jones. (Reprinted from Federation Proceedings Vol. 20, No. 2, Pt. 2, July, Supp. 8, 1961)

Fatty Acid Composition of the Serum Lipoproteins by Frank T. Lindgren and Alex V. Nichols. (Reprinted from Annals of the New York Academy of Sciences, Vol. 94, Art. 1, Pages 55—70)

Fertility Studies of X-Irradiated Male Mice, by M. Maqsood and J. K. Ashikawa. (Reprinted from Fertility and Sterility, Vol. 12, No. 5, September-October, 1961)

Gas chromatographic analysis of fatty acids from dialyzed lipoproteins, by Alex V. Nichols, Carl S. Rehnborg, and Frank T. Lindgren. (Reprinted from Journal of Lipid Research, Vol. 2, No. 3, 203—207)

The Quantitative Determination of Iron Kinetics and Hemoglobin Synthesis in Human Subjects, by Myron Pollycove and Robert Mortimer. (Reprinted from the Journal of Clinical Investigation, Vol. 40, No. 5, pp. 753—782)

Fatty Acid Composition of Mouse Lipids and Lipoproteins, by Carl S. Rehnborg, Alex V. Nichols and James K. Ashikawa. (Reprinted from Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine, 1961, Vol. 106, 547—549)

Autoradiographic Observations of Plasma Cell Formation, by John C. Schooley. (Reprinted from The Journal of Immunology, Vol. 86, No. 3)

Particulate Radiation: Electrons and Protons up to Carbon, by Cornelius A. Tobias and Roger Wallace. (Reprinted from Medical and Biological Aspects of the Energies of Space)

Some Characteristics of a Strontium-90 Beta-Particle Detector for Gas-Liquid Chromatography by Frank T. Upham, Frank T. Lindgren and Alex V. Nichols. (Reprinted from Analytical Chemistry, Vol. 33, Page 845, June 1961)

Relation Between Severity of Anemia and Erythropoietin Titer in Human Beings, by Donald C. Van Dyke, Miguel Layrisse, John H. Lawrence, Joseph F. Garcia and Myron Pollycove. (Reprinted from Blood, Vol. 18, No. 2)

Frequency and vagal effects, by Wei Young and Frank Upham. (Reprinted from the American Journal of Physiology. Vol. 200, No. 4)

Universiey of Minnesota.

Annual Report of The Hormel Institute, 1959—60

University of Wisconsin, Department of Genetics.

Induction of Reverse Mutations and Cross Reactivation of Nitrous Acid-treated Phage T4, by Elisabeth Bautz-Freese and Ernst Freese. (Reprinted from Virology, Vol. 13, No. 1)

Washington University School of Dentistry, Dept. of Physiological Chemistry.

The Uptake and Turnover of S^{35} Sulfate by Lebistes, by Harold L. Rosenthal. (Reprinted from Biological Bulletin, Vol. 120, No. 2, pp. 183—191)

Venezuela

Instituto Venezolano de Investigaciones Cientificas.

Instituto Venezolano de Investigaciones Cientificas-IVIC.

Trabajos Producidos por el Instituto Venezolano, de Investigaciones Cientificas.

Yugoslavia

Instituto " Ruder Bosković ".

Growth of Tumours in Rats fed with 4-Dimethylaminoazobenzene injected with Homogenized Tumour mixed with Freund Adjuvant, by Niksa Allegretti. (Reprinted from Nature, Vol. 190, No. 4782, p. 1207 only)

The Oxytocic Activity of dl-5-Hydroxytryptophan by Z. Lovasen, Z. Supek and M. Randic. (Reprinted from the Journal of Pharmacy and Pharmacology, 1961, 33, pp. 565—566)

Formation of 5-Hydroxytryptamine in an Aqueous Solution of 5-Hydroxytryptophan treated with X-rays, by M. Jović and Z. Supek. (Reprinted from Nature, Vol. 191, No. 4786, pp. 383—384)

The Effect of Total-Body X-Irradiation on the Thymus and the Number of its Cells, by Ljerka Hofman, Veljko Stanković and Niksa Allegretti. (Reprinted from Radiation Research, Vol. 15, No. 1, 30—38)

Studies in the Sphingolipids Series. XIX. Note on the Distribution of C^{18} and C^{20}-Phytosphing-

osine in Yeast Cerebrin, by A. Kisic and M. Prostenik. (Reprinted from Croatica Chemica Acta 32)

Studies in the Sphingolipids Series. XV. Partial Synthesis of Anhydro Cerebrin of Yeast, by M. Prostenik and B. Ries-Lesic. (Reprinted from Croatica Chemica Acta 32)

The Silver-Silver Iodide Electrode. II. by M. Mirnik and R. Despotović. (Reprinted from Croatica Chemica Acta 32)

Schulze-Hardy Rule and Mass Action Law, by Prof. Mirko Mirnik. (Reprinted from Nature, Vol. 190, No. 4777, pp. 689—690)

Synthesis of DNA in X-Irradiated Escherichia Coli B, by B. Miletić, Z. Kućan, and Lj. Zajec. (Reprinted from Biochemical and Biophysical Research Communications, Vol. 4, No. 5)

On the Activity of Intracellular Dnase of Escherichia Coli B After X-Irradiation, by E. Kos and M. Drakulić. (Reprinted from Biochemical and Biophysical Research Communications, Vol. 5, No. 2)

Magnetic Susceptibilities of Some Square Four-Covalent and Tetragonal Six-Covalent Complexes of Divalent Copper, by C. Djordjević. (Reprinted from Croatica Chemica Acta 32)

Electrolysis of Borax, $Na_2(B_4O_5(OH)_4)\cdot 8H_2O$ by S. Maricic and V. Pravdić. (Reprinted from Croatica Chemica Acta 32)

The sensitizing effect of Whole-body X-irradiation in guinea-pigs, by N. Allegretti, V. Stanković, S. Vlahović and N. Sestan. (Reprinted from International Journal of Radiation Biology, Vol. 3, No. 3, p. 259)

15. 放射線医学総合研究所組織英文呼称

所　　長 Director
- 管理部 Administration
  - 庶務課 General Affairs Section
  - 会計課 Accounting Section
  - 企画課 Planning 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
- 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 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
  - 薬学第1研究室 Pharmacology-1 Laboratory
  - 薬学第2研究室 Pharmacology-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
- 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
- 養成訓練部 Training Division
  - 教務室 Course Office
  - 指導室 Instruction
- 技術部 Technical Service Division
  - 技術課 Technical Service Section
  - 放射線安全課 Health Physics Section
  - 放射能検査課 Radioactivity Inspection Sectisn
- 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

16. 放射線医学総合研究所日誌

昭和36年

4月5日　顧問都築正男博士逝去
7日　編集小委員会
10日　IAEA 派遣留学生（タイ国）ミセス・ソムラック受入
11日　定例所議（以下毎週火曜日定例）
12日　アルファ線棟委員会
13日　原子力デー所内公開実行委員会
14日　36年度業務計画を原子力委員会に説明
12～14日　保健安全課主催「放射線防護に関する講習会」（所員を対象）
14日　エジンバラ大学動物遺伝学研究所アワーバック博士の講演会
15日　塚本所長原子力委員会放射能専門部会長に選任
18日　36年度科学技術庁新規採用者36名研修のため来所
20日　第4回放射線防護課程研修生選考委員会
21日　イギリス原子力公社廃棄物処理部長 R. H. バーンズ博士来所
新設宿舎完成
22日　原子力デー（科学技術週間）所内一般公開，約2,500名来所
24日　図書委員会
25日　国連科学委員会アメリカ代表シールス・ワーレン博士（ハーバード大学教授）来所
26日　共同実験室物理系委員会
27日　アルファ線棟委員会
5月6日　組織規則および事務分掌規程の一部改正施行，保健安全課は放射線安全課と改称
8日　第4回放射線防護課程開講式
9日　動物舎委員会
10日　蒙古癌研究所長アュージン・サガラジャク博士来所
11日　36年度業務計画の新聞発表
13日　病院開設披露
科学技術庁研究所連絡会議
15日　編集小委員会
共同実験室化学系委員会
16日　共同実験室物理系委員会
日本原子力船研究協会25名来所
19日　第11回厚生省付属機関――放医研研究者連絡会議（厚放研連）
22日　図書委員会
23日　仲尾善雄生物研究部長　遺伝研究部長ならびに遺伝第1および第2研究室長に併任
24日　編集小委員会
哺乳動物委員会
RI 棟委員会
25日　アルファ線棟委員会
26日　水棲，昆虫，栽培委員会
27日　第2次3カ年計画打合せ会
29日　図書委員会
オークリッジ国立研究所生物部長ホレンダー博士来所
30日　ホレンダー博士との懇談会
31日　生物系委員会
第2次3カ年計画打合せ会
6月1日　養成訓練国際コース打合せ会
共同実験室全体会議
2日　第2次3カ年計画打合せ会
3日　RI 棟委員会
5日　東海支所委員会
6日　37年度業務計画打合せ会
8日　哺乳動物委員会
第2次3カ年計画打合せ会
12日　共同実験室全体会議
13日　第2次3カ年計画打合せ会
エジプト　アッシャム大学教授ガリーブ博士来所
14日　共同実験室全体会議
15日　哺乳動物委員会
16日　37年度予算打合せ会
動植物舎委員会
19日　哺乳動物委員会
20日　37年度予算打合せ会

23日　養成訓練選考委員会
24日　哺乳動物委員会
27日　江藤秀雄障害基礎研究部長　IAEA 主催シンポジウム出席のため渡欧
29日　医療用リニアック棟建設打合せ会
30日　第12回厚放研連
7月1日　研究所創立4周年記念日
第4回放射線防護課程終講式
4日　哺乳動物委員会
放医研顧問会議
5日　江藤秀雄障害基礎研究部長帰朝
10日　第5回放射線防護課程開講式
11～13日　37年度予算打合せ会
12日　RI 棟委員会
15日　放医研「海の家」開設（千葉県興津海岸）
19日　養成訓練国際コース実行委員会
衆議院内閣調査室員東海支所見学
20日　大蔵省谷川主計官一行東海支所見学
22日　37年度予算を原子力委員会に説明
25日　共同実験室物理系委員会
26日　共同実験室生物系，化学系委員会
8月3日　千葉県行政監察局による監査
37年度予算原子力局査定内示
4日　国予算復活要求
5,7日　千葉行政監察局による監査
8日　剛崎章二管理部庶務課長　金属材料技術研究所管理部庶務課長に転任
石井一管理部会計課長　管理部庶務課長に配置換え
榊原賢二科技庁長官官房会計課長補佐　管理部会計課長として着任
10日　安田徳一遺伝研究部遺伝第2研究室員留学のため渡米（ウィスコンシン大学）
16日　日本遺伝学会関係予演会
18日　マキノダン博士との共同研究打合せ会
19日　ベータトロン打合せ会
23日　東海支所委員会
塚本所長　第10回国連科学委員会に日本政府代表として出席のため渡米
31日　養成訓練国際コース打合せ会
9月1日　第5回放射線防護課程終講式
哺乳動物委員会
タイ国医科大学熱帯医学部長ハリンスタ博士来所
4日　放射線安全会議
6日　動植物舎委員会
映画製作準備打合せ会
7日　養成訓練国際コース打合せ会
8日　所内シンポジウム「放射性ストロンチウム」開催
11日　顧問中泉正徳博士来所
RI 棟委員会
13日　伊沢正実化学研究部長　国際放射線防護委員会出席のため渡米
放射線安全会議
第13回研究集談会
マキノダン博士との共同研究打合せ会
15日　映画製作委員会
インドネシア視察団来所
19日　動物舎委員会
放射線安全会議
20日　水棲動物委員会
21日　映画製作委員会
石川原子力委員一行東海支所視察
22日　図書委員会
24日　塚本憲甫所長帰朝
25日　山本科学技術庁政務次官一行当所視察
松岡大管理部会計課長補佐　厚生省環境衛生部乳肉衛生課へ転任
狩野清管理部会計課予算係長　会計課長補佐に昇任
27日　厚生省医療監視員74名来所
28日　映画製作委員会
29日　第13回厚放研連
図書委員会
化学系，生物系合同小委員会
伊沢正実化学研究部長帰朝
10月2日　エバーソールド博士との懇談会
3日　放射線安全会議
4日　養成訓練国際コース研修生選考委員会
化学系，生物系合同小委員会
5日　養成訓練国際コース打合せ会
6日　所内職員健康診断
映画製作委員会
韓国カソリック大学医学部李助教授来所
9日　図書委員会

医療用リニアック，動物舎建築打合せ会
13日　原子力局主催「原子力セミナー」本所講堂にて開催
16日　名古屋大学，飯田博美氏　養成訓練部指導室長として着任
17日　第4回日本アイソトープ会議参加者14名来所
第14回研究集談会
18日　米国アルゴンヌ国立研究所員ロバード W、スイックス氏来所
19日　沢田文夫化学研究部第2研究室員オークリッジ国立研究所へ留学のため渡米
養成訓練国際コース打合せ会
20日　図書委員会
映画製作委員会
23日　バンデグラフ棟打合せ会
24日　WHO，IAEA および日本政府共催による放射線防護に関する国際コース開講式
放射線安全会議
25日　顧問中泉正徳博士来所
26日　アルファ線棟委員会
30日　映画製作委員会
31日　第15回研究集談会
11月1日　東京大学，江上信雄氏　生物研究部生物第1研究室長として着任
8日　放射能測定調査打合せ会
RI 棟委員会
10日　緊急事故対策打合せ会
放射性同位元素協会農業生物利用委員会員50名見学
広島原爆放射能医学研究所関係者5名見学
13日　安全取扱委員会
放射能測定調査打合せ会
17日　三木科学技術庁長官一行来所
緊急事故対策打合せ会
第14回厚放研連
東海支所委員会
放射能調査研究成果発表会打合せ会
自由民主党政務調査会一行12名来所
20日　安全取扱委員会
21日　第16回研究集談会
22日　動物舎委員会
稲田哲雄物理研究部物理第2研究室員オークリッジ国立研究所へ留学のため渡米
24日　緊急事故対策打合せ会
27日　安全取扱委員会
28日　第3回放射能調査研究成果発表会(本所講堂)
放射能測定調査打合せ会
アメリカ Memorial Cancer Hospital Research Institute ヘンシュケ博士来所
山崎秀郎化学研究部化学第1研究室員カナダ国立研究所へ留学
29日　哺乳動物委員会
皇太子殿下放医研御見学打合せ会
12月1日　東海支所開設披露
緊急事故対策打合せ会
4日　映画製作委員会
安全取扱委員会
6日　皇太子殿下当所ご見学
8日　アルファ線棟建設委員会
9日　インド人医師マズンダール氏来所
11日　安全取扱委員会
12日　放射線安全会議
映画製作委員会
15日　アルファ線棟委員会
緊急事故対策打合せ会
16日　哺乳動物委員会
18日　安全取扱委員会
19日　第17回研究集談会
22日　緊急事故対策打合せ会
映画製作委員会
25日　安全取扱委員会
アルファ線棟委員会
26日　放射線安全会議

昭和37年

1月4日　御用始め
8日　安全取扱委員会
12日　顧問中泉正徳博士来所
東海支所委員会
13日　動植物舎委員会
18日　第15回厚放研連
19日　文部省シンチスキャンニング研究班会議（本所養成訓練部教室）
20日　化学系，生物系委員会
22日　安全取扱委員会
23日　第18回研究集談会
RI 棟委員会

27日　白沢春之生理病理研究部病理第1研究室員西独チュービンゲン大学に留学のため渡欧
29日　安全取扱委員会
ヒューマンカウンター打合せ会
30日　緊急事故対策打合せ会
原子力施設安全管理専門視察団10名見学
2月1日　東京大学農学部，佐伯誠道氏　環境衛生研究部環境衛生第4研究室長として着任
東京大学医学部，三輪史朗氏　臨床研究部臨床第2研究室長として着任
化学系，生物系委員会
RI 棟委員会
2日　臨時所議
5日　安全取扱委員会
6日　放射線安全会議
7日　哺乳動物委員会
9日　RI 棟，アイソトープセンター補修打合せ会
日本原子力発電株式会社員見学
12日　第1回放射線利用医学短期課程開講式
安全取扱委員会
14日　図書委員会
15,16日　生物研究部，遺伝研究部主催「化学物質による突然変異の誘発機構に関する」シンポジウム開催
19日　36年度年報および英文年報編集連絡会
20日　放医研5周年記念事業打合せ会
22日　RI 棟委員会
管理部企画課長今井清氏　厚生省大臣官房統計調査部へ転任
科学技術庁原子力局放射線安全課鈴木一男氏管理部企画課長として着任
24日　広島大学原爆放射能医学研究所員見学
26日　安全取扱委員会
36年度年報編集連絡会
28日　5周年記念事業打合せ会
3月5日　安全取扱委員会
6日　所議および合同会議
8日　図書委員会
厚生省公衆衛生局企画課長等見学
12日　安全取扱委員会
原子力研究所付属アイソトープ研修所 IAEA コース研修生36名見学
13日　哺乳動物委員会
14日　フランス　サクレー原子力研究所長ジャン・ド・ビエス氏来所
5周年記念事業打合せ会
16日　第16回厚放研連
動植物舎委員会
19日　物理系委員会
安全取扱委員会
タイ国原子力委員会事務局長サワット氏来所
20日　合同会議
22日　化学系，生物系委員会
24日　第1回放射線利用医学短期課程終講式
26日　安全取扱委員会
27日　合同会議
29日　原子力デー（科学技術週間）所内公開実行委員会