

Title	線スキャンニングの基礎的研究
Author(s)	川名, 正直
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1964, 23(12), p. 1460-1471
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17707
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

線 ス キ ヤ ニ ン グ の 基 礎 的 研 究

千葉大学医学部放射線医学教室 (主任 寛弘毅教授)

川 名 正 直

(昭和39年1月14日受付)

The Fundamental Studies On Linear Scanning

by

Masanao KAWANA

Department of Radiology, Chiba University School of Medicine

(Director ; Professor Hirotake KAKEHI, M. D.)

The linear scanning is one of the RI scannings which determines the longitudinal distribution of radioisotopes depositing in the whole body in several minutes.

The linear scanning, designed by the staff members of the Department of Radiology, Chiba University, was manufactured by the Toshiba Electric Company Ltd in 1960. Fundamental experiments have been performed by using many kinds of RI phantoms. The results are summarized as follows:

- 1) Among the methods of countings, a integral method, a discrimination method and a differential method, a differential counting method is one of the best procedures to get the good resolution in scanning. Using the integral method, small sources may not be distinguished from others because of the surrounding large sources.
- 2) The parallel collimator is more excellent than tapered one in resolution. Therefore, it is adequate for diagnosis to use the parallel collimator, but the tapered collimator is useful for detecting a small quantities of radioisotopes,
- 3) The detector of the NaI crystal sized $3''\phi \times 2''$ is more excellent in sensitivity than those of $2''\phi \times 2''$ or $1''\phi \times 1''$. Among three kinds of NaI crystal, the differences in resolution were not significant. The crystal of $1'' \times 4'' \times 1''$ in size is almost the same performance with that $2''\phi \times 2''$ in regard to sensitivity as well as resolution.
- 4) The distribution of sensitivity was examined in the body phantom by using single detector and collimator. The higher count rate was shown on the central line of the collimator than on the side. The great differences of count rates was shown in the vertical direction according to the distance from the crystal.

By using two detectors, opposing each other and arranged respectively above and under the bed at a certain distance, the difference of sensitivity in the vertical direction is highly minimized.

By using two detectors arranged in parallel above the bed at a certain distance, changes of the distribution of sensitivity in the horizontal direction could not be seen within a certain range. Therefore, by using several detectors arranged adequately, the even responses of sensitivity could be obtained within a certain area in a vertical plane.

第一章 緒言

第二章 線スキャニング装置の構造

第三章 研究目的

第四章 研究方法及び研究結果

第一節 計測方法

第二節 等反応曲線

第三節 コリメーターの適応

第四節 結晶の大きさと感度解像力の関係

第五節 側方線源 (空中)

第六節 側方線源 (円柱ファントーム)

第七節 側方線源 (楕円柱ファントーム)

第五章 臨床例

第六章 総括並びに考按

第一章 緒言

Radisotope Scanning とは体内に沈着又は蓄積した Radioisotope (以下 RI と記す) を体外から計測し描記する方法である。

線スキャニング (Linear Scanning) は RI Scanning の一種であり体内の RI を体の長軸に沿って計測しその計数率を連続的に記録描記する方法である。この方法を行うと人体内 RI の体軸方向の分布状態が短時間内 (例えば数分間) に体外より量的に測定できこれにより RI の臓器分布状態がわかるのみならず反覆して行えば RI の体内分布の時間的変動を追求する事ができる。投与された RI の体内分布及びその時間的変動が正常と異なる場合に線スキャニングを行えば疾患の診断が可能であり又病態生理の研究にも色々と役立つものと考えられる。

この線スキャニングの概念は1954年英国の E.E. Pochin によりはじめてもたらされたものである。彼はこれを Profile Scanning と呼びその定義は体の長軸の RI 分布を速かに決めその主沈着部位の量を測定するものであると述べている。そして sensitive volume 8.5cm の GM 管を用い空中やファントーム中における小線源、側方線源、大線源、接近線源等についての基礎的実験を行つている。RI は ^{131}I , ^{198}Au , ^{64}Cu , ^{90}Y 等を使用している。

その後シカゴの Concannon は1957年 NaI Scintillation 検出器を用い、コリメーターとして

wedge-shaped slit を用いて感度を上昇せしめ ^{131}I を使用して甲状腺癌の遠隔転移部位を検出しし事を報告している。

同じ年 ORINS の M. Brucer は ORINS linear scanner を作製しているがこれは Pochin の器械と同じ原理のもので特徴は scintillation detector (3吋結晶) を上下各6箇用い感度を上昇させている。detector は固定し患者の乗つた寝台部が移動する。heavy collimating plate 及び spectrometer を使用している。これら諸特徴により在来のものに比し感度及び解像力が一段とすぐれて居り線スキャニングの臨床的応用価値が広く認められ各国で使用されるようになった。

第二章 線スキャニング装置の構造

千葉大学医学部放射線医学教室では 寛教授が1955年から1957年まで ORINS で RI の診断的応用の研究を行いその後教室では RI scanning を主題に種々の基礎的並びに臨床的研究を行つて居り1960年9月 linear scanner を試作した。(第

Fig. 1

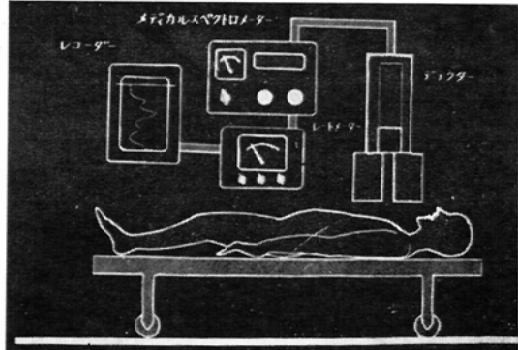
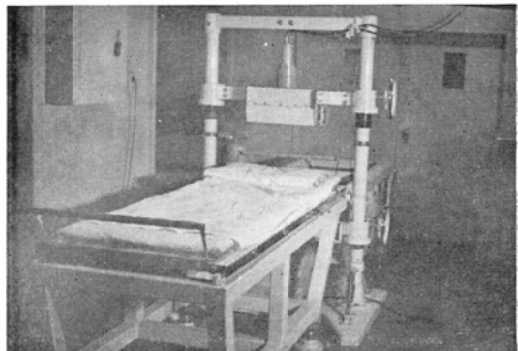


Fig. 2



1 図, 第 2 図)

これは寝台を患者の体軸方向に一定の速度で走行せしめその走行範囲の中心部によくコリメートされた検出器を患者をはさむ上下に配置し患者走行の途中に体内 RI の強度及び全身分布状態を pick up せんとするものである。

寝台部	全身	200cm
	全巾	70cm
	高さ	70cm
走行速度	0.5min/m	2.5min/m
	5 min/m	10min/m
	の 4 段階切換	

検出測定部

NaI 結晶	2''φ×2'' 及び 1''×4''×1''
測定装置	medical spectrometer
記録装置	ratemeter recorder

第三章 研究目的

線スキヤニングにより RI の体内分布を描記する場合種々の測定因子内至は測定条件により測定結果が異なる。この場合最も重要な測定因子とは一般に感度、解像力、感度分布などと考えられる。これらについて基礎的実験を行いどのような方法を用いれば最も正確に RI の体内分布を描記出来るかを見出す必要があるこれが本論文の研究目的である。主要因子は具体的には下記の項目に分かれる。

1. 線源の大きさ
 2. 線源の位置
 3. Scanspeed
 4. 計数率計の時定数
 5. コリメーター
 6. 計測方法
 7. 等反応曲線
 8. Detector の位置と個数
 9. NaI 結晶の大きさと感度
 10. 解像力を高めるための B-Filter 方式
- 3, 4, 10, については教室有水, 三枝の報告がある。

私はこれら諸因子のいくつかについての基礎的実験を行った。

第四章 研究方法及び研究結果

第一節 計測方法

体内 RI 線源からの放射線特に γ 線を体外から計測する方法には色々あるが大別すると

- 1) Integral 法
- 2) Differential 法
- 3) Discriminator 法

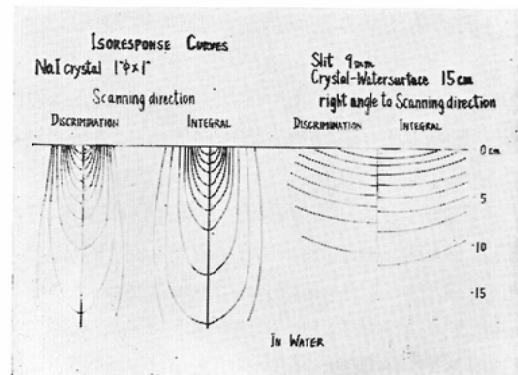
の 3 種類がある。

この 3 種類の計測方法についてコリメーターの等反応曲線を求め又実際に臨床症例 (甲状腺癌転移症例) について線スキヤニングを行いその結果の比較検討を行った。

等反応曲線とはある一定の感度の点を結んで得られる曲線でありコリメーターの感度分布を知る上に必要である。線スキヤニングを行う場合体軸と直角方向の面内の検出域の感度は一様である事が望ましい。即ち RI 線源が人体の表在であつても深部にあつても又体の中央にあつても側方にあつても線源の強さが変らなければ同じ計測値を示すならば体軸方向の RI 分布を量的に知る事が出来るわけである。それ故この検出域の等反応曲線は感度分布の差が少ないものが秀れたものである。

等反応曲線は水ファントーム中の ^{131}I 点線源について行った。(第 3 図) 使用したファントーム

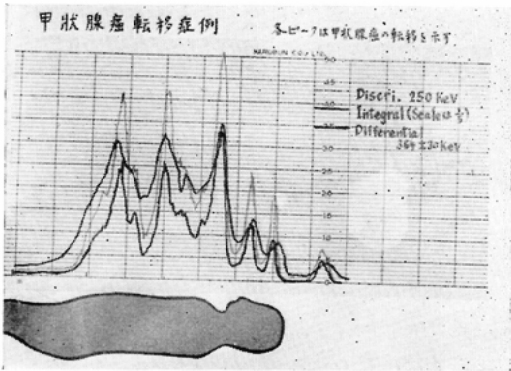
Fig. 3



は内径 20×35×35cm の直方体プラスチック容器に水を満たしたものである。これは人間の身体の厚さを約 20cm と考えてこのファントームを作製したのである。線源は ^{131}I 点源を用いた。パラフィン塊 (6×6×6cm 立方体) の真中に孔をあげ ^{131}I 約 60 μc を封じこめ ^{131}I の大きさ約 2mm 直径×2mm 高さの点線源を作った。水ファントーム

内において ^{131}I 点線源を立体的に移動せしめ各点の計数率値を計測しこれをもととして等反応曲線を作製した。この場合のコリメーターは Parallel 型である。等反応曲線はスリットの中央を通る垂直面内のものである。臨床症例は甲状腺癌の転移が骨に多数みられ癌組織が ^{131}I を摂取する患者について行つた。Scan speed 0.3cm/sec, 計数率の特定数 0.5sec, コリメーターのスリット巾 9mm で測定した (第4図)

Fig. 4



Integral 計測法は 50 KeV 以下の所謂 noise level の γ 線及び noise を cut しそれ以上のエネルギーの γ 線を全部計測する方法である。

Discriminator 計測法はこの場合線源に ^{131}I を使用したので散乱線部を含む 250KeV 以下の γ 線を cut しそれ以上のエネルギーの γ 線の全てを計測する方法である。Differential 計測法は Photopeak のみを計測する方法である。 ^{131}I については $364 \pm 30\text{KeV}$ の範囲の γ 線のみを計測する。

実験結果をみると等反応曲線の低反応部は Integral の方が拡大している。スキヤニングの際の計数率曲線では Integral 計測法では立ち上りの部にゆるやかな上昇部がみられるが Discriminator 計測法では殆どみられない。この原因は Integral 計測法では等反応曲線の低反応部が広くこの部に点線源があれば計数率が僅か増加するが一方 Discriminator 計測法では低反応部が狭いため計数率値が僅か増加する部が殆どないと云う事に起因するものと考えられる。これら等反応曲線の低反応部はコリメーターの本視野、半視野に含まれない部分にあるために散乱線によると考えられる。実際に症例についてスキヤニングを行うと

体内各部に RI があるとこれら低反応部の影響が重なり合うために所謂 Body-background が増加する。従つて Integral の方がはるかに Body-background が多い結果となつてよいスキヤニング描記像は得られない。又相隣接した大小の peak がある場合に Integral の場合には大きい peak に小さい peak がおおわれてしまう事があるが Discriminator では大小夫々の peak を別々に認める。即ち Integral より Discriminator 法の方が解像力がよいという結果になる。

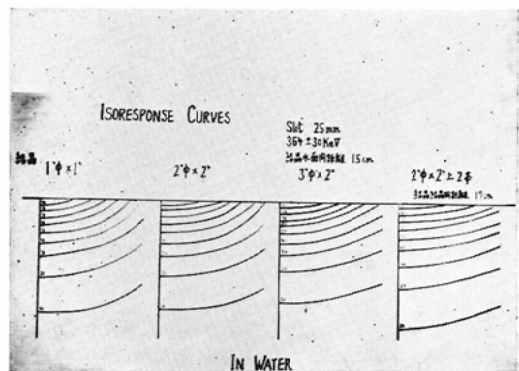
スキヤニング方向と直角な面における等反応曲線をみると Integral 及び Discriminator 計測法の両者に差異は殆どみられない。従つてスキヤニングの方向と直角の面内に於ける特性は Integral でも Discriminator 法でも同じであると考えられる。次に Discriminator と Differential 法とを比較してみると第4図に示す如く後者の方が解像力にすぐれている。Differential 法はその RI 特有の peak のみを計測し得るので特に幾種かの RI が共存する場合その核種をも識別し得るし又 Background が少ないので3種類の方法の中では一番すぐれた計測方法である。

第二節 等反応曲線

スキヤニング方向と直角な面内の検出域の感度分布には差異のない事が望ましい。感度分布が一樣になれば体内 RI の定量が可能である。まづスキヤニング方向と直角面内における感度分布の差異を少なくするための実験を行つた。

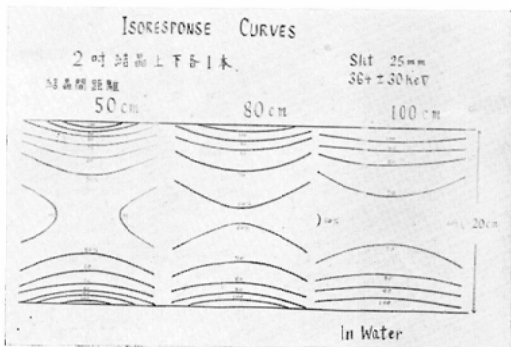
検出器 NaI 結晶 $1'' \times 1''$, $2'' \times 2''$, $3'' \times 2''$ で各一本の場合の等反応曲線を比較すると第5図

Fig. 5



に示す如く中心線での垂直方向の感度分布には差異が殆どない。しかし中心線より側方に行くに従って結晶感度は低下するので等反応曲線は傾斜するがその傾斜の度合は結晶が大きい程ゆるやかであり従って側方における感度の低下が少ない事がわかる。従って結晶一本を用いて線スキヤニングを行う場合には1吋より2吋がよく3吋は更に側方における感度分布の低下が少ないばかりでなく感度も高いので一層よい。次に2吋結晶2本を一定距離に離して上部に配置する。この場合各々の感度を等しくし各々のカウントを加え合わせて点線源の等反応曲線を描くと曲線の傾斜は一本の場合よりゆるやかとなり側方の感度低下は少なくなり感度分布はよくなる。併しながら上部のみに結晶がある場合いづれも結晶からの距離が遠くなる程感度は低下し従って感度分布にはかなりの差異がある。これでは同じ線源でも結晶からの距離により感度が異なり又線源の体内の深さにより感度が異なる結果となり体内 RI の定量的な正しい計測値は得られない。そこで垂直方向の感度分布の差を少なくするため同一感度の検出器を上下各一本配置し夫々のカウントを加え合わせるようにした。このようにすると RI 線源が上部の検出器より遠ざかると下部の検出器に近づく結果となり距離による感度の差異が少なくなる。この場合上下の結晶間距離を 50cm, 80cm, 100cm の三種類としその間に深さ 20cm の水ファントームをおき RI 点線源の水中に於ける等反応曲線を描いた。(第6図) 50cm より 80cm, 80cm よりも 100cm

Fig. 6

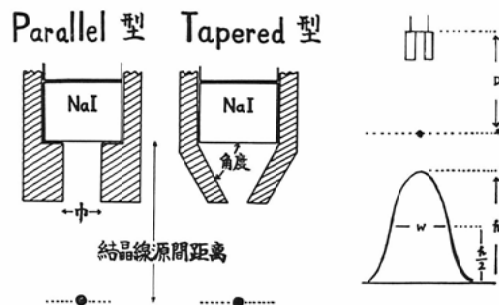


の方が感度分布の差異は少なくなる即ち結晶間距離を離す程ファントーム中の感度分布の差は少な

くなるが 1 μ c 当りのカウント数即ち感度は落ちるので結晶間距離を無暗に大きくすることは実用上適切ではないと考えられる。2吋結晶の場合 80cm 以上離しても感度分布の改善は余り大きくなく感度の点を考えて結晶間距離 80cm 位が適当であろう。

第三節 コリメーターの適応

コリメーターの性能は感度及び解像力で表わされる。良いコリメーターは感度がよくしかも解像力にすぐれている。しかし一般には感度と解像力とは相反する因子であり感度を上げようとするれば解像力は低下し解像力を上げようとするれば感度が低下する。感度解像力の次に重要な因子は NaI 結晶周辺の鉛遮蔽の厚さである。鉛遮蔽が薄いと Background が増加する。教室中野は面スキヤニングにおけるコリメーターについて諸種の研究を肝スキヤニングについて行い NaI 周辺の鉛遮蔽の厚さは 3.5 cm 以上が必要である事を述べている。線スキヤニングは体内に沈着した微量の RI を計測する装置であるから Background をなるべく少なくする必要がある。このため NaI 周辺の鉛遮蔽の厚さを 5cm 以上としコリメーターには厚さ 5cm 高さ 10cm の鉛ブロックを用いた。線スキヤニングのコリメーターとしては Tapered コリメーターと Paralleled コリメーターの二種類がある。(第7図)この二種類について感度及び



解像力の二点について比較を行つた。Paralleled-コリメーターに於いてはスリット巾を色々かえ又 Tapered コリメーターに於いては角度も色々に変えて両者のいづれが感度解像力にすぐれているかについて実験を行つた。今 RI 点線源が結晶から D cm の距離にありこれを線スキヤニング

すると高さ h cps の山が記録紙上に描記される。この h cps が感度である。この山の半分の高さ即ち $\frac{h}{2}$ cps の所の巾を半値巾と呼びスキニング走行距離 W cm で表わす。この半値巾 W cm が解像力をあらわす従つて h が大で W の小になるようなコリメーターがよいコリメータと云える。

実験の結果第1表、第8図、第2表、第9図で示す如く解像力の点で Parallel 型がすぐれている

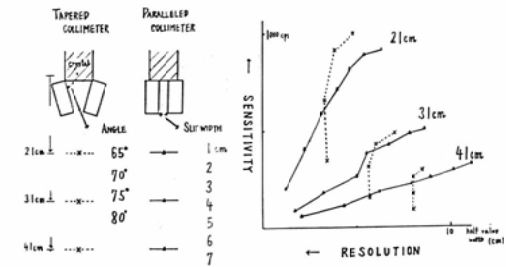
Table 1

Comparison between Paralleled collimator and Tapered collimator

Crystal $3\phi'' \times 2''$

Mock Iodine $12.5\mu\text{c}$ $364 \pm 30\text{KeV}$ T.C 2sec

	D=21cm		D=31cm		D=41cm	
	h(cps)	W (cm)	h	W	h	W
paralleled type Slit width						
1cm	210	1.2	92	1.7	65	2.0
2"	410	2.2	184	3.2	120	4.3
3"	590	3.1	270	5.0	180	6.2
4"	720	3.9	390	5.5	230	7.9
5"	820	4.6	430	6.7	265	8.9
6"	890	5.4	490	7.8	300	10.2
7"	920	6.3	510	8.6	330	11.1
tapered type angle						
80°	1,000	4.8	490	7.0	295	9.4
75°	920	3.8	430	6.0	260	8.0
70°	660	3.5	320	5.6	175	8.0
65°	350	3.4	160	5.7	94	8.0



が感度の点では Tapered 型より劣つている。3吋結晶で Tapered 型 65° ではコリメーターの先端はわづかに空いているのみである。従つて感度のよい結晶例えば3吋結晶を用いる場合或いは RI 線源量の多い場合には Parallel 型のコリメーターがよいと云える。感度の点では Tapered 型が Parallel 型よりすぐれている。故に RI 診断では解像力が重要となるために Parallel 型が

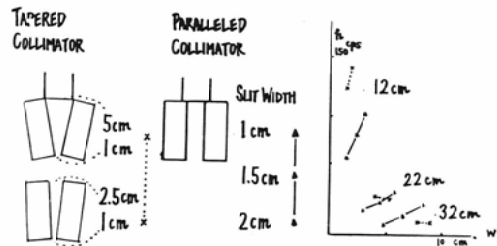
Table 2

Comparison between Paralleled collimator and Tapered collimator

Crystal $2''\phi \times 2''$

Mock Iodine $12.5\mu\text{c}$ $364 \pm 30\text{KeV}$ T.C 2sec

	D=12cm		D=22cm		D=32cm	
	h(cps)	W (cm)	h	w	h	w
paralleled type slit width						
1cm	67.0	1.4	22.0	2.7	9.0	4.7
2"	86.0	2.3	30.0	4.5	15.3	6.3
3"	103.0	3.0	36.0	5.6	27.3	8.2
tapered type [2.5cm 1.0"]	126.0	1.4	33.0	4.0	10.6	7.7
[5.0"] 1.0"]	142.0	1.75	32.0	5.1	12.5	8.75



よく体全体の微量の放射能測定というような場合は感度が重要となるから Tapered 型がよいと考えられる。

Table 3

Sensitivity and Resolution of various crystals

Mock Iodine $12.5\mu\text{c}$ $364 \pm 30\text{KeV}$

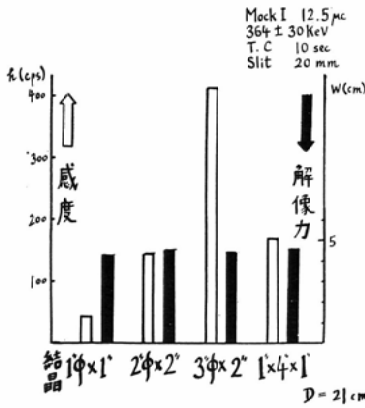
T.C 10sec Slitwidth 20mm

NaI crystal	D=21cm		D=31cm	
	h(cps)	w (cm)	h(cps)	w (cm)
$1''\phi \times 1''$	41	4.25	20	6.25
$2''\phi \times 2''$	144	4.5	72	6.75
$3''\phi \times 2''$	420	4.4	184	6.4
$1'' \times 4'' \times 1''$	169	4.5	83	6.75

第四節 結晶の大きさと感度解像力の関係

NaI 結晶が大きくなれば感度はよくなるがどの位よくなるのか又その時解像力はどうかという事について実験を行つた。用いた結晶は $1''\phi \times 1''$, $2''\phi \times 2''$ の各円柱の結晶の他 $1'' \times 4'' \times 1''$ という直方体の結晶である。実験結果は第3

Fig. 10

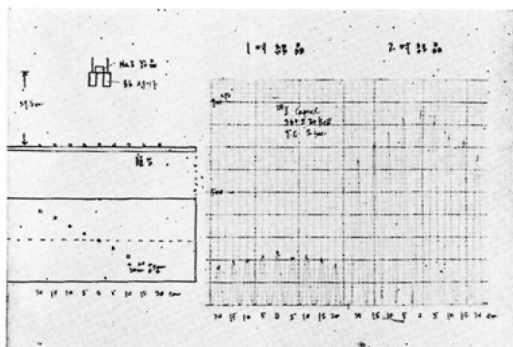


表に示す如くであり第 10 図は結晶線源間距離 21 cm の時の感度と解像力の関係である。この場合 Mock Iodine 小線源では当然な事であるが結晶が大きくなれば感度はずつとよくなる。解像力については Parallel型を使用しスリット巾が結晶より小さい場合であるが結晶の大きさによる差が殆どみられない。1''×4''×1'' の直方体結晶は感度では 2''×2'' 結晶にやまざるが解像力はやはり変りない。1''×4''×1'' の結晶は価格の点で 3φ''×2'' に匹敵する。従つて結晶は大きい程よく 1''φ×1'' でなく 2''φ×2'' を標準として用いるべきであり出来れば 3''φ×2'' 結晶が望ましい。

第五節 側方線源 (空中)

コリメーターの視野にある検出域は同じ感度を持つ事が望ましい。検出器が一本の場合だと垂直方向の感度分布にかなりの差がみられるが上下各一本をある距離を離して配置するとかなり改善される事が第二節の実験で明らかになつた。そこで

Fig. 11



今度は水平方向における感度分布を均等とするための実験を行つた。

第11図に示す如く ¹³¹I を含む Capsel 型線源を 9 箇寝台の上に等間隔に置き線スキヤニングを行つると図のような描記曲線が得られる。左側は 1 吋結晶右側は 2 吋結晶を使用した場合である。いづれも中央の計数率値は側方より高い事を示している。1''φ×1'' 及び 2''φ×2'' 結晶を上部に各一本配置し

スリット巾 9mm 計測方法 Integ. 及び

- 364±30KeV
- ◇ 15mm ◇ Integ. 及び
- 364±30KeV
- ◇ 25mm ◇ Integ. 及び
- 364±30KeV

とした場合と 2''φ×2'' 結晶を上部に 2 本結晶結晶間距離 17cm 及び 24cm 離して配置しスリット巾 15mm 計測方法 364±30KeV とした場合の線スキヤニングを行つた。ピーク計数率の比較値を第 4 表に示す。同一コリメーターを使用した場

Table 4

Sensitivity of Lateral source in Air

¹³¹I Capsel

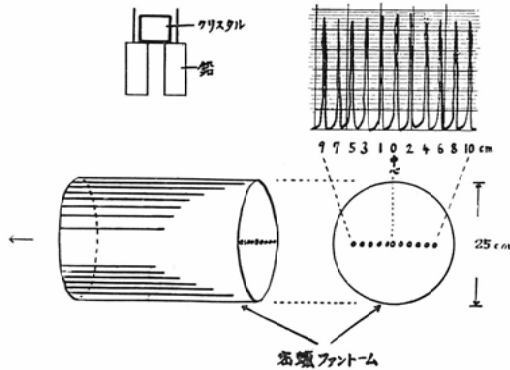
Crystal	Distance crystal—crystal (cm)	Slit width (mm)	Method	Distance from center line (cm)				
				0	5	10	15	20
1''φ×1''		9	Integ	100	100	91	85	74
"		"	Diff	100	98	91	89	69
"		15	Integ	100	100	91	86	71
"		"	Diff	100	93	91	86	75
"		25	Integ	100	96	92	85	69
"		"	Diff	100	100	97	87	80
2''φ×2''		9	Integ	100	100	96	81	63
"		"	Diff	100	99	92	79	64
"		15	Integ	100	97	91	79	62
"		"	Diff	100	100	96	85	69
"		25	Integ	100	98	91	81	64
"		"	Diff	100	100	93	86	70
2upper 2''φ×2''	17	9	"	100	89	84	75	66
"	"	15	"	100	95	88	80	72
"	"	25	"	100	95	90	80	73
"	24	15	"	100	92	88	79	74

合感度は $1''\phi \times 1''$ より $2''\phi \times 2''$ 結晶がずっとよい。計数率の比較値は中央部を 100 %とした場合中央より 20cm側方では Integでも Differentialでも 33%程度感度が低い。そこで $2''\phi \times 2''$ 上2本を 17cm及び 24cm離してみたがやはり中心部が 20cm側方と比べて 33%程度感度が高い。

第六節 側方線源 (円柱ファントム)

空中に RI 線源を置いた場合の実験は人体のような吸収散乱体中に RI がある場合とはかなり異つてゐる。そこで直径 25cm の円柱形の密蠟ファントムを作り 第 12 図に示す如くその直径上に

Fig. 12



Mock Iodine を等間隔に埋没しファントムを寝台の中心線を通るように置く。 $1''\phi \times 1''$ 及び $2''\phi \times 2''$ 結晶各一本を上部に配置しスリット巾 15mm 及び 25mm 計測方法は Integ 及び $364 \pm 30\text{KeV}$ 又 $2''\phi \times 2''$ 結晶を上部に 2本配置し結晶結晶間距離 17cm スリット巾 15, 25mm 計測方法 $364 \pm 30\text{KeV}$ 及び結晶結晶間距離 24cm スリット巾 15cm 計測方法 $364 \pm 30\text{KeV}$ の各条件について実験を行つた。第 5 表に示す如く結晶 1本の場合空中におけるほど中央部と側方部との計数率値の差はみられずその差は 20%以内である。次に上部に結晶 2本を 17cm 及び 24cm 離しておいた場合をみると空中におけるのと反対に中心部より側方が感度がよい。

第七節 側方線源 (楕円柱ファントム)

第五節、第六節において側方線源の実験を述べたが空中及び円柱と人体とは条件がかなり異つてゐる。そこで人体の軀幹の横断面とはほぼ等しいと考えられる軀幹ファントムを作製した。(第13

Table 5

Sensitivity of Lateral source in Column phantom

Mock Iodine

Crystal	Distance crystal-crystal (cm)	Slit width (mm)	Method	Distance from center line (cm)					
				0	2	4	6	8	10
$1''\phi \times 1''$		15	Integ	100	98	98	94	91	91
〃		〃	Diff	100	104	106	106	106	112
〃		25	Integ	100	100	97	97	92	86
〃		〃	Diff	100	99	95	96	96	100
$2''\phi \times 2''$		15	Integ	100	93	90	90	89	85
〃		〃	Dijf	100	100	98	97	96	89
〃		25	Integ	100	98	95	93	90	83
〃		〃	Diff	100	96	95	93	93	96
2upper $2''\phi \times 2''$	17	15	〃	100	100	101	103	106	119
〃	〃	25	〃	100	101	103	106	113	120
〃	24	15	〃	100	100	101	102	117	131

Fig. 13

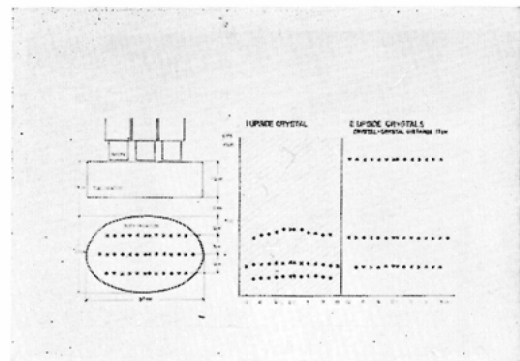


図) これは長径 30cm 短径 20cm の楕円柱のファントムである。このファントムを用い $2''\phi \times 2''$ 結晶, ^{131}I Capsel 型線源, 計測方法 $364 \pm 30\text{KeV}$, スリット巾 15mm で以下の線スキャンを行つた。

結晶 1本 線源の深さ 5, 10, 15cm

結晶 上部に 2本

結晶結晶間距離 7cm

線源の深さ 10cm

結晶結晶間距離 17cm

線源の深さ 5, 10, 15cm

結晶結晶間距離 24cm

線源の深さ 10cm

まづ深さ 10cm の所即ち長径において上 2本の

結晶をどの位離したらば中央部も側方も同じ感度を有するかをみた。その結果この実験条件では17cm 離すと適当である事がわかる。7cm では中央の感度が高く24cm では側方の感度が高い。17cm 離した場合の線源の深さ 5cm, 15cm の線スキャンニングを行くと深さ 10cm の時と同様に感度の差

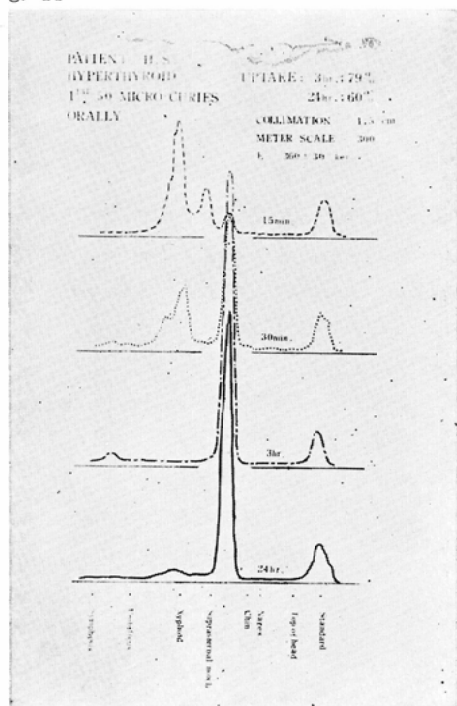
Table 6

Sensitivity of Lateral source
in Bodyphantom

Mock Iodine 62.98 μ c
364 \pm 30KeV
Slit width 15mm

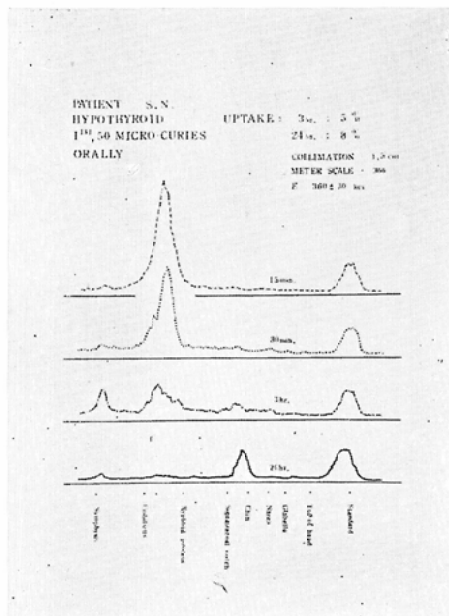
2'' ϕ x 2'' crystal	Distance crystal— crystal (cm)	Depth of source (cm)	Distance from center line (cm)							
			0	2	4	6	8	10	12	
1		5	100	100	95	94	93	90		
"		10	100	99	94	91	91	90	87	
"		15	100	100	98	95	94	90		
2upper	7	10	100	99	96	96	96	93	89	
"	17	5	100	99	101	101	100	103		
"	"	10	100	100	100	100	100	100	100	
"	"	15	100	99	99	99	101	102		
"	24	10	100	100	90	100	102	104	106	

Fig. 14



は殆んどみられない。(第6表) その結果この実験条件では 17cm 離すと水平方向における感度を均等にできる事がわかる。結晶 1 本の場合は中央が側方よりも感度がよい。

Fig. 15



第五章 臨床例

線スキャンニングの臨床例をいくつか示す。

甲状腺機能検査に ^{131}I を用いる事は今日では一般化した但其の全身状態を線スキャンニングでみると甲状腺機能亢進症(第14図)では ^{131}I の摂取は早期から高度である。他の部に比し甲状腺に非常によく摂取されている事がわかる。甲状腺機能低下症(第15図)では甲状腺に摂取されるのがおくれる。この症例では甲状腺に ^{131}I 経口投与後3時間で摂取されるのがみられ24時間後の甲状腺摂取は8%であった。 ^{131}I は経口投与だけでなく静注の場合でも胃にかなりみとめられる事も知り得た。

^{131}I -Hippuran (馬尿酸ソーダ) (第16図) は腎に集まる事から Radiorenogram を行い腎機能検査として最近広く行われるようになってきた。

正常では非常に早く即ち静注後2分以内に腎臓に摂取され6~10分で膀胱に排泄される。尚 Hippuran は肝臓には摂取されない事もこの線スキャンニングからうかがわれる。

Fig. 16

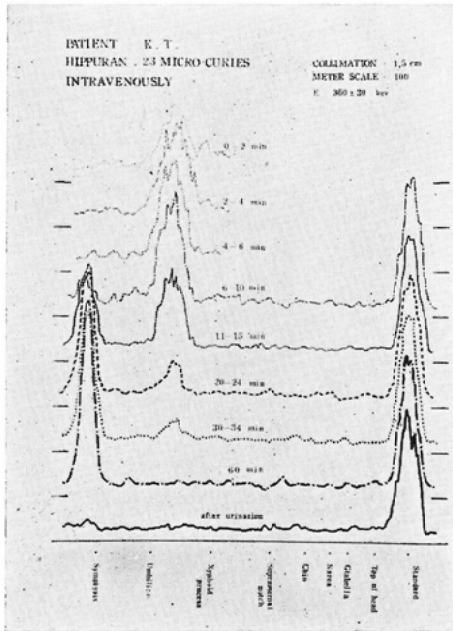
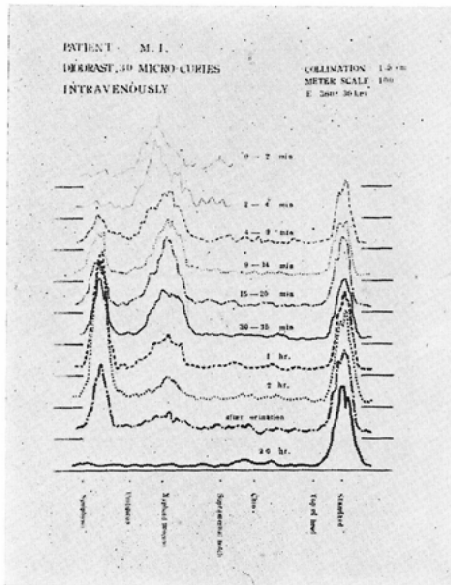
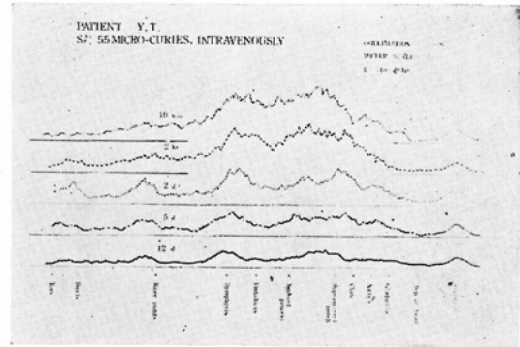


Fig. 17



¹³¹I-Disdrast (第17図)は注射後1~2分で腎臓に集つてくる。そして4~9分で膀胱への排出がみとめられる。Hippuranと比較して腹部に巾の広い peak がみられるがこれは¹³¹I-Disdrastが肝臓にも摂取されるため肝臓と腎臓の peak が重なつたためと考えられる。

Fig. 18



⁸⁵Sr (第18図)は骨の増殖の盛んな部分に集まる。この症例は肺癌で骨転移の多くみられたものである。注射後10分、2時間の曲線は⁸⁵Srの血中分布を示している。2日、5日、12日にいくつかの peak がみられるが⁸⁵Srは関節部にもよく摂取されるのでこの曲線からこれらの peak が骨転移であるとは云えない。

Fig. 19

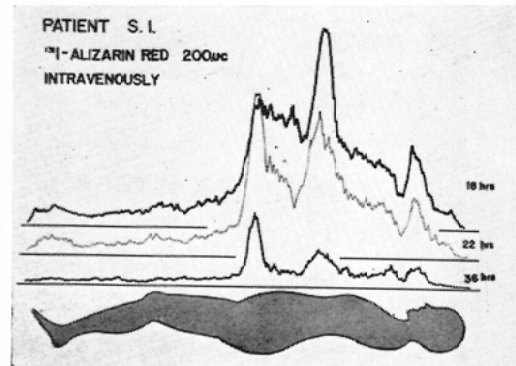
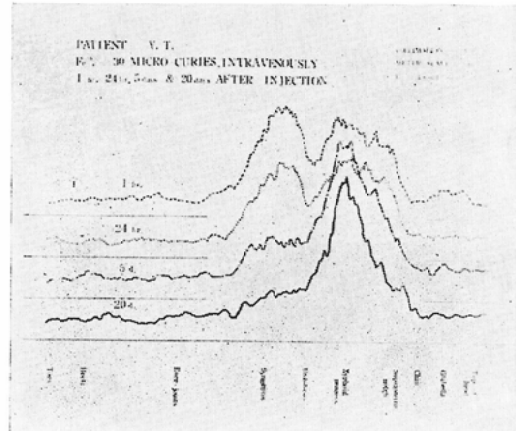


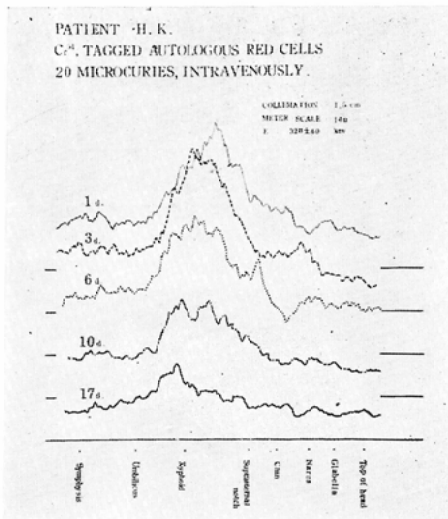
Fig. 20



Alizarinred (第19図) が骨端部及びある種の骨腫瘍部に赤く沈着する事が知られているのでこれに ^{131}I を label して使用したがまだよく集つた症例はない. この症例は子宮癌の転移が骨盤と手にみとめられたものである.

^{59}Fe (第20図) は注射後1時間, 24時間の曲線で2つの peak がみられる. 第2の peak は腸と膀胱である. 50日, 20日で peak は1つになるがこの peak は肝臓及び脾臓に ^{59}Fe が貯留している事を示している.

Fig. 21



^{51}Cr (第21図) は赤血球に label して使用している. 第1日目では主 peak は胸部に局限している. 6日目, 10日目になると主 peak は上腹部に移る. 17日目では脾臓に集つている. この事は面スキヤニングで確かめられる.

肝臓機能検査及び肝臓の癌, 膿瘍等の診断に ^{131}I -Rosebergal (第22図) が用いられているがこれの線スキヤニングを行つてみると肝臓に早期から集まる事がわかる. 1時間たつと胆嚢に集つてくる. 卵黄を飲ませると胆嚢から ^{131}I -Rosebengal が小腸に排出される過程を知る事ができる. 教室では胆嚢機能検査に Biligraphyn Telepak 等の胆嚢造影による機能検査と併用してこの ^{131}I -Rosebengal を用いている.

^{198}Au (第23図)は ^{131}I -Rosebengal よりも撰択的によく肝臓に集まる事から肝臓の面スキヤニング

Fig. 22

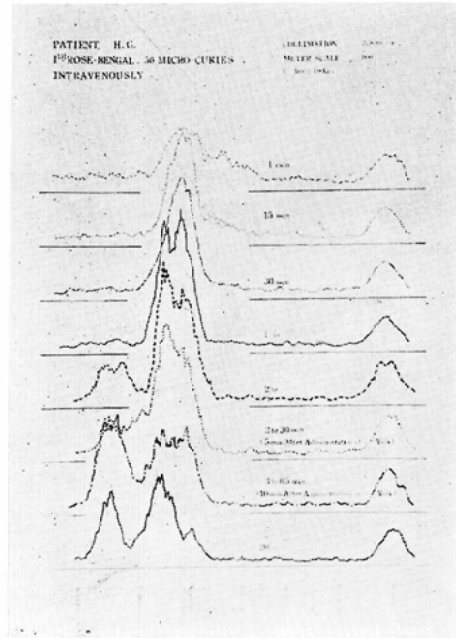
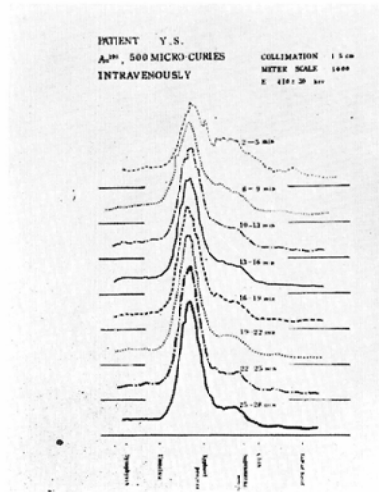


Fig. 23



に一番適したものである. これを線スキヤニングでみると ^{198}Au は静注後直ちに肝臓に摂取される.

第2番目の曲線以後 peak は常に上腹部にありその形は殆ど変らない. この事から面スキヤニングを行う時期は注射直後からでも差しつかえない事がわかる.

この ^{198}Au (第24図) と ^{177}Lu (第25図) は癌

Fig. 24

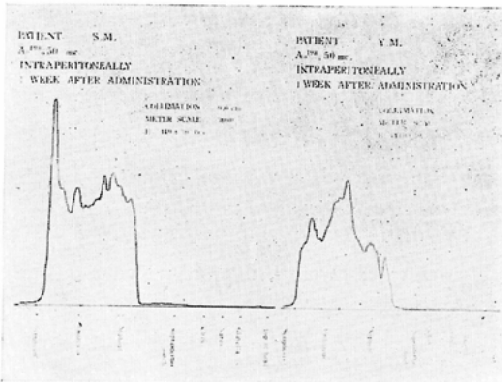
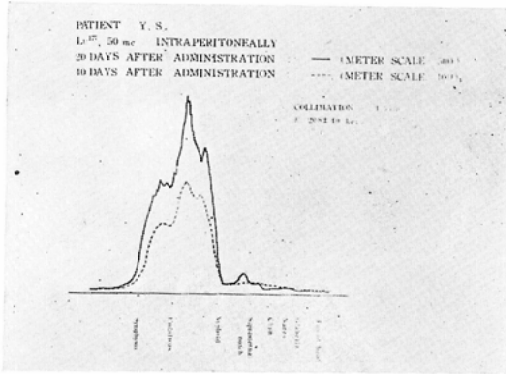


Fig. 25



性胸膜炎，癌性腹膜炎の場合胸腔内腹腔内に注入して治療を行うがこの場合線スキヤニングを行うと腔内の分布状態を簡単に知る事ができる。

第六章 総括並びに考按

感度，解像力，感度分布の3つが線スキヤニングに及ぼす主要因子でありこれらについていくつかの基礎的実験を行い次のような結論を得た。

1. 計測方法は Differential 計測法がよい。
2. コリメーターは診断は Parallel 型がよい。微量の放射能測定の場合には Tapered 型がよい。
3. 結晶は感度の点からいつて 2"φ×2" が 1"φ×1" に断然まさるし出来たら 3"φ×2" がよい。1"×4"×1" という直方体結晶は 2"φ×2" と殆んど差異がない。
4. 解像力は前四者殆んど差がなかつた。コリ

メーターの視野内の感度分布を均等にするためには結晶を何本か用いると可能となる事がわかる。水平方向の感度を均等とするために2本の結晶を離す距離は 17cm という数値を得た。唯結晶を何本も用いると各結晶の感度を常に同等にしておく事が難かしい。

ORINS scanner のように多くの結晶を用いる場合には各検出器の感度を合わせるのとは簡単ではないと考えられる。従つて簡単でしかも正確に測定するためには上下各1本出来得れば上下各2本の検出器を用いる事が望ましい。

その他教室では解像力を高めるためのBフィルター方式やスリット巾，時定数，スキヤン速度の変化と Ratemeter のフレの高さとの関係の研究等がある。又最近では Wholebody counter としてこの線スキヤニングを行い測定を行つている。

本論文の要旨は第20回日本放射線医学会に於いて発表した。

擱筆するにあたり御指導御校閲を戴いた恩師寛教授に深甚なる謝意を表すると共に終始御助言御指導を戴いた有水講師三枝助手に深く感謝する。本論文のうち3時結晶での実験は放医研に於いて行つた。御便宜を計つていただいた永井博士に深謝する。

文 献

1. W.J. McIntyre :
The use of the counting rate profile in Radioisotope scanning techniques.
Nuc. Med. Vol 1, No. 4 1960
2. E.E. Pochin :
IAEA and WHO (Seminal Jointly Org)
Medical RI scanning 1959
3. A.C. Morris :
A linear scanner for human radioisotope research from the medical division Oak Ridge Institute of Nuclear Studies.
Oak Ridge, Tennessee 1960
4. B.D. Cordett, E.E. Pochin,
R.M. Cunningham, K.E. Halnan :
A profile counter and its calibration.
Phys. in Med. and Biol. I, 37, 1956
5. J.P. Concannon, F. Bothuis :
Studies with a modified collimator for use with scintillation counter for total body scanning.
Am. J. Roentgenol 78, 1957