



Title	X線遮蔽に関する基礎的研究 第2報 散乱線に関する研究-その 1-
Author(s)	橋詰, 雅
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1954, 14(7), p. 446-450
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19189
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

X線遮蔽に関する基礎的研究 第2報

散亂線に関する研究 —その1—

信州大學醫學部放射線醫學教室(主任 金田弘教授)

橋 詰 雅

Fundamental Studies of X-ray Protection. Report 2. On the studies of the scattered beam.
Tadashi Hashizume

Radiological Department, Faculty of Medicine, Shinshu University
(Director; Prof. H. Kaneda)

(昭和29年5月4日受付)

I 緒 言

第1報に於いて、直接線の遮蔽について23の基礎的研究を報告した。本報及びこれに続く第3報では散亂線の問題を取りあげ、特に本報では散亂線の量及び、その分布に関する測定結果について報告し、続く第3報にては散亂線の遮蔽の問題に関して報告する。

II 研究目的

- (1) 照射X線の量、質及び方向と、それにより生ずる散亂線の量との関係に就いて検討する。
- (2) 治療室内の散亂線の分布を測定する。

III 実験用具

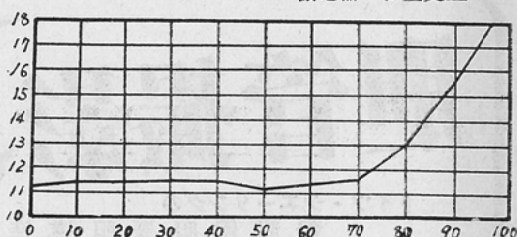
X線發生器及び測定器は第1報と同じく、島津製信愛 200KV~20mA 及びキュストナー線量計であるが、散亂線の測定はキュストナーの線量計で更正した科研ローリツツエンの検電器及び科研ポケットチエンバーを使用した。

IV 電離槽の更生方法

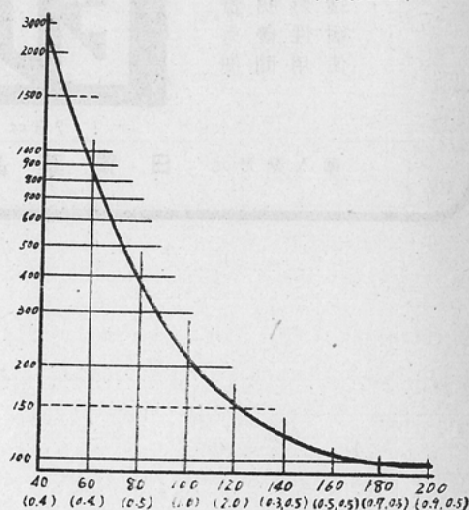
- (1) ローリツツエンの検電器の更正は、更正されたキュストナーの線量計を標準にして次の如く行つた。
- (a) 目盛の不均一性についての吟味は、検電器の側方1mにRa 30mcを置き、針の移動時間を10目盛毎に測定した。その結果は第1圖に示す如

くであつて、本器の使用可能の範囲は0~70目盛間であることが判つた。

第1圖 ローリツツエンの検電器の目盛更正



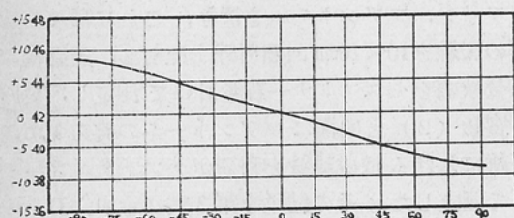
第2圖 ローリツツエンの線質更正率



(b) 線質依存性は 180KV (0.7mm. Cu 0.5 mm Al) のX線を基準にとり更正率を出した。その更正率は第2圖に示す如くなり、この γ 線用である電離槽の構造上、軟X線に対する本器の使用は特に注意が必要である。この更正は本実験に使用する範囲のものだけを示したもので、電圧及び濾過板の変化によつて半價層は同一でも更正率は相異なる。

(c) 検電器に傾斜をとらしめる時は、その測定値に誤差を生ずる。従つて、こゝに検電器に傾斜をとらした場合の更正を次の如くにして行つた。發生器の壓迫圓筒の先端にファントムを位置させ、放射方向に種々の角度をとらした。検電器はファントムに垂直に入射するX線中心光線に直角の方向1mの所に設置し、X線の放射角度に應じて、検電器を傾斜せしめ、その目盛落下時間で更正率を出した結果を第3圖に示す。

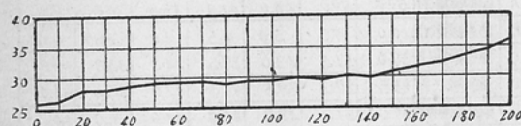
第3圖



(2) ポケットチェンバーの更正は次の如くした。

(a) 目盛の不均一性はローリツツエンと同様の方法で行つた。これより使用可能な範囲は40～150間であることが判つた。

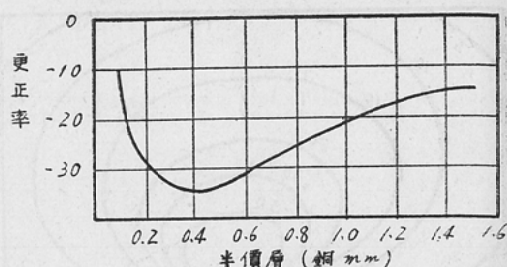
第4圖 ポケットチェンバー目盛の不均一性



(b) 線質依存性は、ポケットチェンバーとキユストナーの線量計を並べて置き、定電圧、定電流にしたX線を照射して同時に測定し更正率を出した。これを第5圖に示す。

(3) 散亂線の線質は放線X線と同一と看做して、放線X線と同じ更正率を使用した。

第5圖 ポケットチェンバーの更正率



V 實驗方法

(1) 照射方法は 4.5×4.5m の室内の中央に高さ70cmの移動寝台をおき、その上に患者又はファントムをおいた。X線管焦點と周囲の壁との距離はそれぞれ 230, 220, 120, 330cmである。

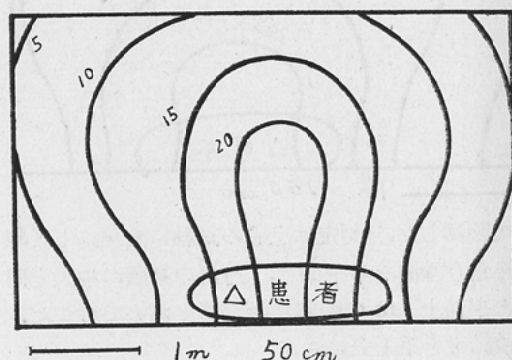
(2) 散亂線測定方法は線量計を常にファントムより来る散亂線方向に直角におき、適當な目盛數を放電する時間を測定し、これに線質依存による更正をおこなつて線量を出した。

VI 實驗結果

(1) 患者を床上70cmのベット上に管球の長軸と同方向に寝かせ、床面より50, 75, 100, 150cmに於ける散亂線の分布を測定した。その結果を第6, 7, 8, 9圖に示す。(△は頭部)

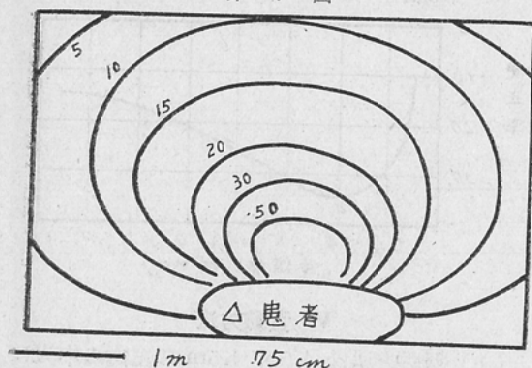
この場合の照射X線は180KV、フィルター0.7 Cu 0.5 Al 照射野は8×8cm、皮膚焦點間距離は40cmである。

第6圖

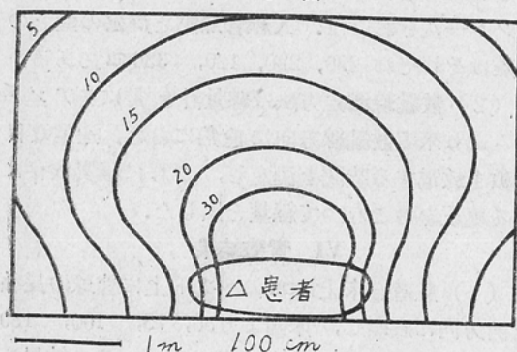


(2) 前項と同一の條件にて照射する。患者の腹部表面の中央にて患者の長軸に直角なる垂直の平面内で、X線入射角度を左右 -10° ～ $+30^{\circ}$ の範

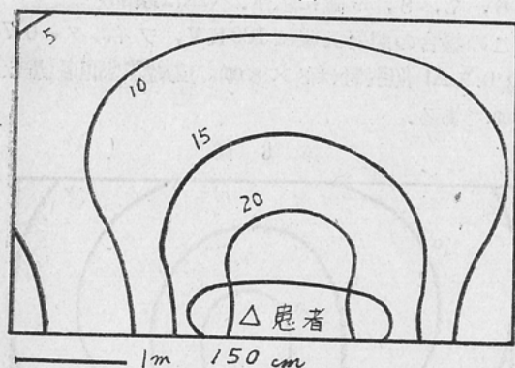
第 7 圖



第 8 圖



第 9 圖



圖で回轉した。測定は患者の長軸に直角にして焦點を含む垂直なる平面で、患者の身體の中央と同一水平面上 1 m の距離に測定器をおいて行つた。その結果を第 1 表に示す。

第 1 表 照射角度による散亂線の變化

角度	+30°	+25°	+20°	+15°	+10°	+5°	0°	-5°	-10°
線量	37.0	27.6	23.2	20.0	17.5	16.6	13.5	11.5	10.7
線量比	32.0	23.0	19.7	17.0	15.0	13.5	10.0	9.7	9.5.5

こゝに角度 0° とは壓迫圓筒が眞下を 向いておる時であり、(+) とはその方向が 0° より測定器の方に傾いた角度で、(-) はその反対方向である。

(3) 實驗 (1) (2) と同一照射條件で放射方向は常に垂直に下方に保ち、患者の位置を患者の左右に 45 cm 移動し、(2) と同じ位置に測定器をおいて、測定した結果を第 2 表に示す。尙患者の腹部の幅は 18 cm である。表の基點 O は患者が放射口より測定器の側にあつて、照射野内に身體が入らない時であり、その後の 2.5 cm 以上の數字は患者がその幅だけ、測定器の側より照射野内に入つた事を示す。尙 45 cm は完全に患者が線量計の在る側より反対側に移動し、照射野が患者の腹部より外れた位置である。

第 2 表 患者位置による散亂線の量(側方 1 m)

位置	0	2.5	5.0	7.5	10	15	20	30	35	40
線量比	0.32	0.5	0.66	0.8	1.0	0.75	0.6	0.3	0.22	0.22

(4) 焦點より 30 cm の距離に 17×17×18 cm のパラフィン、フアントームを置き、これに種々の線質の X 線を 10×10 cm の照射野で照射し、透過後の線量減弱をキュストナー線量計にて測定し、更に實驗 (2) と同様にフアントームの側方 1 m の距離における散亂線量を科研ポケットチェンバーにて測定した。その結果を第 3 表に示す。D の C/A は減弱率を示す。F の E/C は減弱線量に對する散亂線量の比を、又 G の E/A は照射空中線量に對する散亂線量の比を示している。

第 3 表 照射線量と散亂線量の比 1

KV	200	180	160	140	120	100	80
Filter	Cu Al	Cu Al	Cu Al	Cu Al	Cu Al	Cu Al	Cu Al
A 照射線量 (r)	67.0	59.0	48.0	41.0	48.5	36.6	19.0
B 透過線量 (r)	10.0	7.5	5.0	4.5	4.0	2.67	1.16
C 減弱率 (%)	57.0	51.5	43.0	37.5	44.5	33.9	17.8
D 減弱率 (%)	85.5	87.3	89.5	91.3	92.0	93.0	94.0
E 散亂線量 (r)	67.0	61.	48.8	40.0	44.0	30.0	14.2
F 散亂比 I (%)	0.117	0.119	0.113	0.107	0.099	0.089	0.80
G 散亂比 II (%)	0.100	0.103	0.102	0.098	0.091	0.082	0.74

(5) フィルターを 1 mm Al に一定にし實驗 4 と同様な方法で散亂線と照射線量の比を測定した。減弱線量に對する散亂線量比及び照射線量に對する散亂線量比だけを第 4 表に示す。

(6) 電壓を 180 KV に一定しフィルターを變

第4表 照射線量と散乱線量比2 (Al 1mm)

KV	200	180	160	140	120	100	80
E/c %	0.091	0.091	0.088	0.086	0.082	0.081	0.071
E/A %	0.082	0.082	0.080	0.077	0.076	0.076	0.074

第5表 照射線量と散乱線量比3 (180 KV)

Filter	Cu Al 0.9 0.5	Cu Al 0.7 0.5	Cu Al 0.5 0.5	Cu Al 0.3 0.5	Cu Al 0 2.0	Cu Al 0 1.0
半價層	1.27	1.14	0.95	0.68	0.5	0.35
E/c %	0.128	0.119	0.107	0.101	0.095	0.091
E/A %	0.112	0.103	0.094	0.09	0.084	0.078

化させた場合の減弱線量對散乱線量比及び照射線量對散乱線量比を第5表に示す。

(7) 實驗4と同様にファントームをおき照射野を 100cm², 64cm², 28cm², 7cm², にした時の散乱線量を表に示すと第6表の如くなる。

第6表 照射野による散乱線量の變化(180KV59r/m)

照射野	100	64	48	28	7
散乱線量	61	38.4	28.2	17.1	4.2
m/r/cm ²	0.61	0.603	0.606	0.61	0.60

(8) 實驗4と同様にファントームをおき單位時間の線量を變化させると散乱線量は第7表の如くなる。

第7表 線量強度による散乱線量の變化(180KV 100cm²)

mA	3	5	10	15	20
照射線量	17	29	59	85	110
散乱線量	17.6	29.6	61	86.5	112
m/r	1.03	1.02	1.03	1.02	1.01

(9) 實驗4と同様にファントームをおき 180 KV (フィルター—Cu 0.7mm Al 0.5mm) 10mA で照射した時、ファントームの中心と同一水平面でファントームより25, 50, 100, 200, 300cmに於ける散乱線量は第8表の如くなる。

第8表 距離による散乱線量の變化

距離cm	25	50	100	200	300
線量	834	216	61	17.6	8.8
逆自乗	0.86	0.89	1.0	1.16	1.29

最下欄は逆自乗の法則を適用して 100cmを 1.0にした時の比率である。

VII 考 察

(1) 腹部に垂直にX線を照射した時の散乱線量の平面分布を見ると各層とも 焦點を含み患者の長軸に垂直な平面の方向が最も強い。この方向より足部側の方が頭部側の方より吸収が多い。

(2) 焦點を含み患者の長軸に直角なる垂直平面内の分布は、この垂直面と患者の中心に水平なる面との交線方向に於いて、散乱線量が最も多い。

(3) 患者に對する照射角度による散乱線の増減は+30°〜-10°の範囲では、X線中心光線が線量計の方を向けば向く程、散乱線は増大し、30°では垂直方向の3倍にも達する。それ故治療室に於ける照射X線の方向は操作室と常に反對の方向に向く如く、患者を位置させる様に努めねばならぬ。

(4) 實驗(3)の結果から患者の照射位置による患者の側方の散乱線量の増減は、測定位置に近い側より照射野内に患者が數cm入った時に最も多くなり、患者が線量計から遠くなる程減少する。患者の位置の決め方で容易に數倍に當る散乱線量を受ける事になるから、この點に關しても特に配慮が必要である。考案3, 4の原因の主なものは、患者の身體の自己吸収に因るものと推定される。

(5) 實驗(4)の第9表E欄に示す様に直接線の減弱は85〜93%にも達する。線質によつて異なるが、この中70%以上が體內に吸収されると思われる。こゝに興味ある事は散乱線量と照射X線量の比(G)が全體としては電壓の低い程小さくなっている。しかし 160KV以上では實驗誤差の範囲でその多少を論ずる事は出来ないが、少なくとも深部治療の範囲では電壓の如何にかゝらず約 0.1%である事は散乱線の遮蔽に對する一つの基準となると思われる。

(6) 實驗4, 5より軟線を含んだX線の散乱線量は明らかに減少している。特に實驗6より同一電壓でも半價層の相異で照射線量に對する散乱線量の比が變化する事がはつきり認められる。

(7) 實驗9より散乱線量について距離の逆自乗法則は完全にはあてはまらないが(遠い程散乱

線量は比較的増加するが) 近似的には適用出来る。

(8) 實驗7から散亂線量は照射野の大きさに比例する事が判る。即ち1cm²あたりの散亂線量は180KV (Cu 0.7 Al 0.5mm) 59 r/m で、約0.61 mr である。即ち1rあたり約0.0103mrになる。

(9) 實驗8から照射X線の強さ(單位時間の線量)を變化させても單位線量に對する散亂線量は變化しない。即ち照射野100cm²では1rあたり1.03mrである。これは考察7の結果とよく合致する。

(10) 實驗7, 8, 9より180KV (0.7, 0.5)の散亂線量(S)は、次式で與えられる。

$$S = \frac{0.0103 \times r \times \text{Field}}{L^2} (\text{mr})$$
 (但しLはファントムと測定位置までの距離) 他の線質について係数は實驗4, 5, 6の E/A の 1/10 であたえられる。

VIII 結 語

散亂線發生に關する上記の實驗及び考案の結果、その量及び分布について次の事が言える。

(1) 散亂線の一番強いのは焦點を含み患者の長軸に直角なる平面と患者を含む水平面との交線方向である。

(2) 治療する場合、患者の位置及び方向によつて自己吸収量が變化する爲、散亂線量に相當の差異を生ずる。

(3) 散亂線は線量の強度及び照射野に比例するから線質だけきまれば散亂線量(S)は次式により容易に計算出来る。

$$S(\text{mr}) = \frac{k \times r \times (\text{照射野})}{L^2}$$

但しKは線質による係數、Lはm單位、

(4) 散亂線量は線質によつて異なるが深部治療範圍では略等しく線質係數は約0.01である。即ち照射野100cm²の場合側方1mでは照射X線の0.1%の散亂線を受ける。

0.5	1.2	0.7	2	2	1.5
0.11	0.28	0.28	0.95	0.71	0.71
0.11	0.28	0.28	0.95	0.71	0.71
0.11	0.28	0.28	0.95	0.71	0.71

0.5	0.95	0.11	0.2	0.2	0.2
0.2	0.5	0.11	0.2	0.2	0.2
0.2	0.5	0.11	0.2	0.2	0.2