



Title	60Co運動照射法の線量分布に関する基礎的研究
Author(s)	大竹, 久; 柳沢, 融; 樋口, 喜代治
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1964, 24(9), p. 1067-1072
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16455
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

^{60}Co 運動照射法の線量分布に関する基礎的研究

岩手医科大学放射線医学教室（主任 足沢三之介教授）

大 竹 久 柳 沢 融 樋 口 喜 代 治

（昭和39年10月5日受付）

Fundamental Studies on Dose Distribution of Telecobalt Moving Therapy

Hisashi Ohtake, M.D., Toru Yanagisawa, M.D. and Kiyoji Higuchi.

Department of Radiology, Iwate Medical College

(Director: Prof. Dr. Sannosuke Tarusawa, M.D.)

The purpose of this research-work is to study the dose distribution in a water phantom by changing the rotation angle and to estimate the dose distribution in various water phantoms, relying on results obtained by measuring the dose distribution in air.

Measurements of dose distribution were carried out by Colonial's rate meter. The probe was fixed on the end of the patient's bed and moved with it by remote control technique. The water phantom was fixed on the plate which was shaped after the patient's bed.

Measurements were carried out at 60° , 120° and 240° pendulum and 360° total rotation.

Results:

1. In general, the most appropriate dose distribution for telecobalt therapy was obtained when the rotation angle was wider than 240° .

2. The dose distribution in various water phantoms could be estimated with considerable accuracy by measuring the dose distribution in air. But this method was so involved that it was very difficult to draw the isodose curve.

3. The dose rate at a given point distant from the rotation center could be estimated by this method easily and accurately.

I. 緒言及び目的

運動照射法は我が国でも最近かなり一般化して来たが、その応用に当つては正確な空間的線量分布を知っておくことが是非必要である。

運動照射の線量分布に関しては梅垣教授の宿題報告⁵⁾をはじめ多数の報告^{1)~4)}があるが、我々も1960年より ^{60}Co 回転照射装置を使用するようになり、その線量分布についての基礎的研究を行ったので、その成績を報告する。

先づ後述のような水ファントムを用い、回転角度を種々に変えて、角度による線量分布の変化を比較検討した。

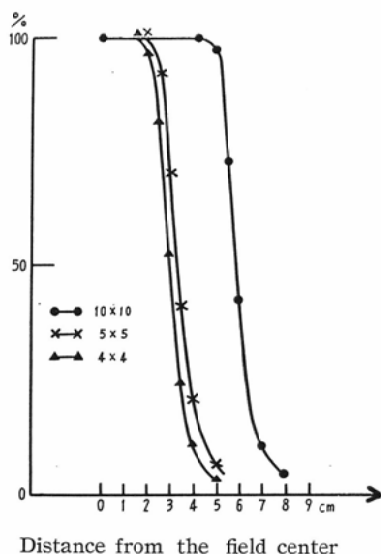
次いでファントムを置かない空中での線量分布を求め、之から任意の形をしたファントム内の線量分布が求められるかどうかを検討した。

之は運動照射を実地に行う場合、ファントム（人体）の大きさは様々であるが、その一つ一つについて条件を種々に変えて、そのすべての等線量曲線を予め作っておくことは到底不可能であるので、空中での空間的線量分布から各例についての線量分布が簡単に作れるならば非常に便利であると考えたからである。

II. 実験方法

^{60}Co 照射装置：島津製二重回転型治療装置

Fig. 1. Penumbra at SSD 75cm (measured in air). Field size of 4 cm × 4 cm, 5 cm × 5 cm and 10 cm × 10 cm.



“RT- 2,000”.

線源：1960年8月現在 604c. ORNL製, 1枚93～108cのウェファア型 (20mmφ × 1mm) 6枚を重ね、カプセルに充填したもの (比放射能 40～45c/g). この装置の S.C.D. 75cmでの出力は1960年8月現在で約20 r/min. である. 又, 75cmの距離での半影は Fig. 1の如くである.

ファントーム：外径32cm×24cmの楕円柱 (長さ40cm). 壁は5mmのプラスチックでできており、之に水を満したものを使用した (上だけあき).

測定器：日本放射線防衛株式会社製 Colonialの小型電離槽を用い、積算線量を測定した.

測定方法：ファントームをおかない空中での線量測定は上記 Probe を治療寝台上に二次線の影響を受けないよう離して固定し、治療寝台を上下左右に動かすことにより (治療寝台は上下左右に希望する距離だけ自由に而も正確に動かせる), Probe を目的の部位まで動かした.

回転角度は60°, 120°, 240°の振り照射と 360°全回転の4通りについて測定した.

又, 上記の水ファントームを置いた場合の測定は Fig. 2の如く行つた. Probe は図の如く治療寝台の端に固定し、水ファントームは治療寝台に

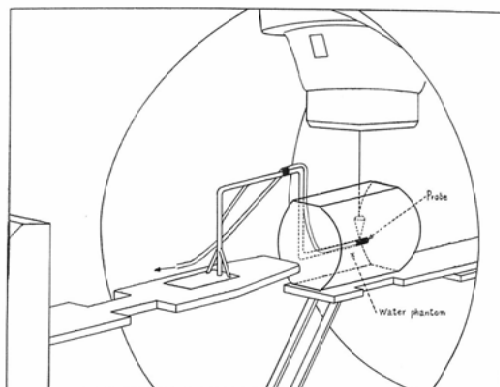
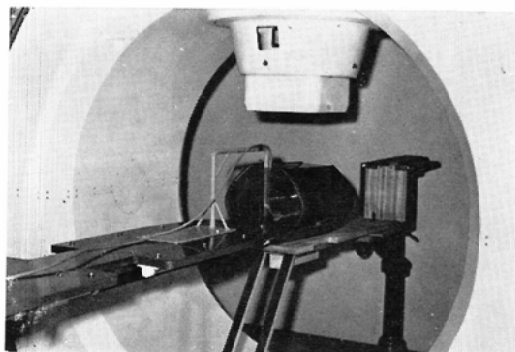


Fig. 2. Method of measurement

似せて作つた別の台の上に置き, Probe は空中の場合と同様, 本来の治療寝台を動かすことで移動させた. この場合も60°, 120°, 240°, 360°の4通りについて行つた.

又, 測定器本体は別室の操作台の上に置いて積算値を読んだ.

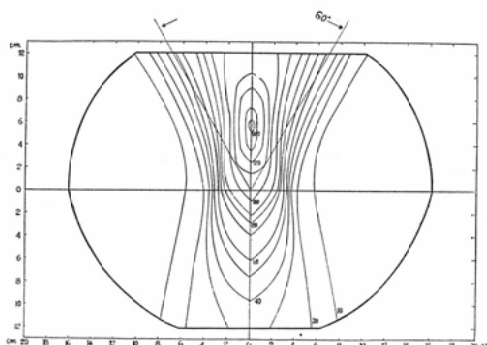
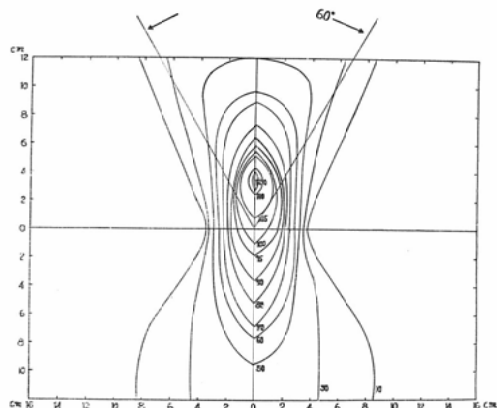
照射条件：線源回転中心間距離75cm. 回転中心はファントームの中心. 照射野は回転中心で巾4cm, 長さ10cm.

等線量曲線の作り方：何れの場合も回転中心の線量を 100%とした.

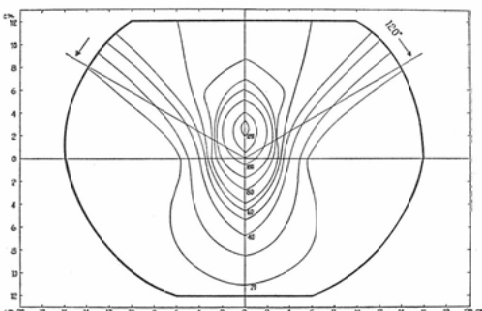
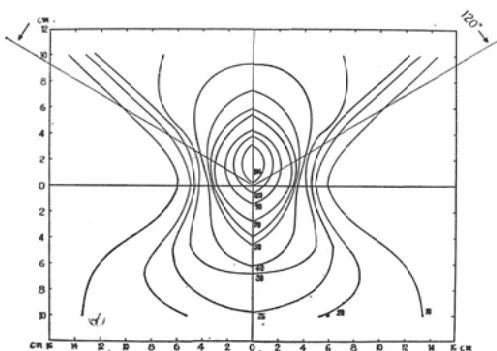
III. 回転角度による線量分布の変化及び空中と水ファントーム内との線量分布の比較

測定成績は Fig. 3の如くで、左側は空中での線量分布、右側は前記の水ファントーム内での線量分布である.

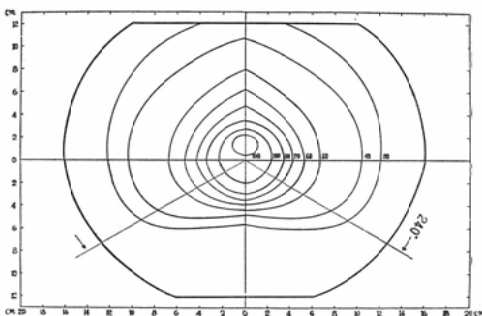
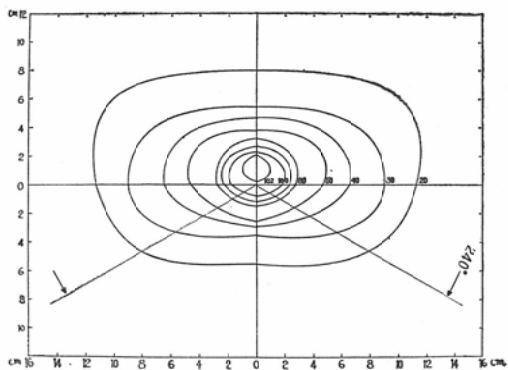
60°, 120°では空中、水ファントーム内何れも線量最大点が回転中心より線源側に移動しているが、水ファントーム内の方が空中よりも移動距



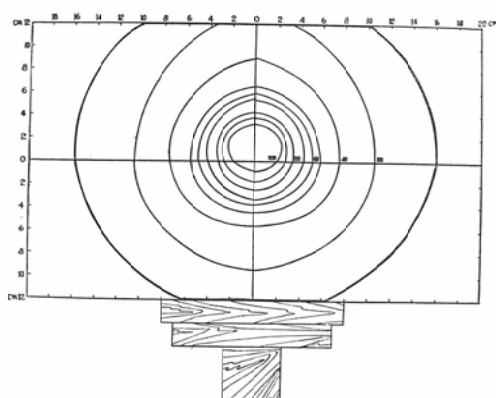
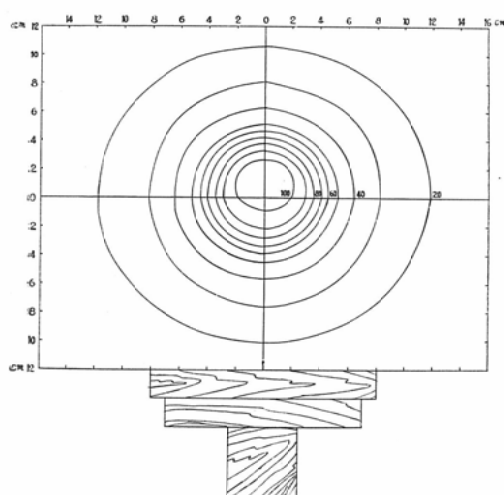
Rotation angle: 60°



Rotation angle: 120°



Rotation angle: 240°



Rotation angle: 360°

Fig. 3. Two series of isodose charts. Left side is measured in air and right side in water phantom. Rotation angle of 60°, 120°, 240° and 360°. Field size of 4cm × 10cm.

離が大きい。この移動距離は回転角度が小さい程大きくなり、又、回転角度が同じでもファントームの形、回転中心の深さによつて異なる筈である（我々の実験では照射野巾はすべて4cmであるが、之が大きくなれば移動距離も大きくなることは勿論である）。

空中では線量最大点の線量が回転中心の120%（60°）、106%（120°）の値を示すが、水ファントーム内では140%（60°）、120%（120°）と線量のずれが益々大きくなる。

240°、360°では線量最大点は空中、水ファントーム内何れでも、回転中心に略々一致する。ファントームの中心を回転中心として360°の全回転を行えば両者は完全に一致する筈であるが治療寝台による吸収がきいて、やや上方に移動している。

IV. 空中での線量分布から任意の形をしたファントーム内の線量分布を求める方法

初めにも述べた通り運動照射を行う際には体内での正確な空間的線量分布を知っておくことが必要であるが、種々の大きさのファントーム（人体）で、而も条件を様々に変えて、そのすべての等線量曲線を予め用意しておくことは不可能であ

る。

そこでファントームを置かない空中での線量分布から任意の形をしたファントーム内の線量分布が求められるかどうかを検討した。

⁶⁰Co γ線では側方散乱が無視できるものと仮定して次の方法を用いた。

1. 回転中心の線量の求め方

空中線量に回転角度内の各 Radius の平均から求めた Tumor-air ratio を乗じて求める。

2. 回転中心以外の点の線量の求め方

Fig. 4 に示したように原則として二方向から照射を受けるので、先づ空中線量を距離と角度から配分する必要がある。即ち、距離の自乗に逆比例するように、又、照射角度（実際は照射時間であるが線源の回転速度は略々一定しているから角度とみなせる）に正比例するように配分すると次の式のようなになる。

$$\begin{aligned} & \text{A側から受ける線量} : \text{B側から受ける線量} \\ & \quad \quad \quad \propto b^2 \times \alpha : a^2 \times \beta \end{aligned}$$

この値に各々の Tumor-air ratio を乗じて両者を加えれば求めることができる。

このようにして水ファントーム内の各点の線量を求め、この場合も回転中心の線量を100%とし

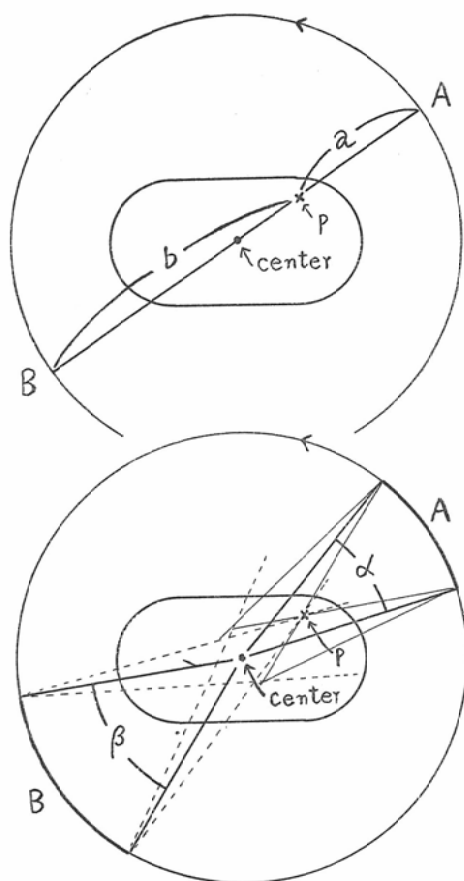
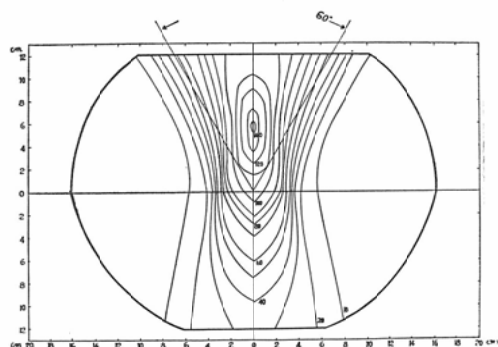
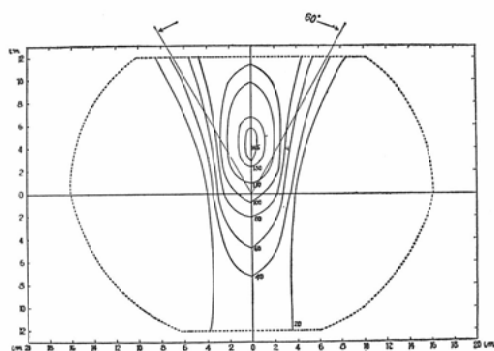


Fig. 4. Calculation in a case of rotation angle of 360°

て等線量曲線をかかせる。60°, 360°の場合を Fig. 5 に示す、左側は上記の計算で行ったもの、右側は実測したものである。



Rotation angle: 60°

V. 考 按

先づ回転角度と線量分布との関係であるが、周知の如く角度が大きくなる程、線量最大点が回転中心に近くなり、等線量曲線の形も回転中心を中心とした同心円に近くなり、 360° 全回転では略と円形になる。之に反して角度が小さいと回転中心と線量最大点との距離が大きくなり、実際の治療計画も立てにくく、又、等線量曲線も不整形となるので、特にそのような線量分布が望まれる場合は別として、一般的には回転角度 240° 以上が望ましい。

今回の実験では行わなかつたけれども、照射野の中もできるだけ狭くしないと、ただ回転角度を大きくしただけでは有利な線量分布は得られない。

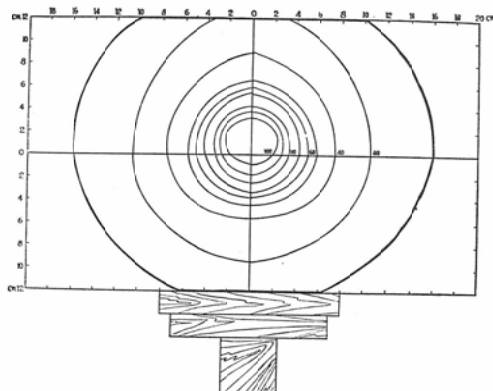
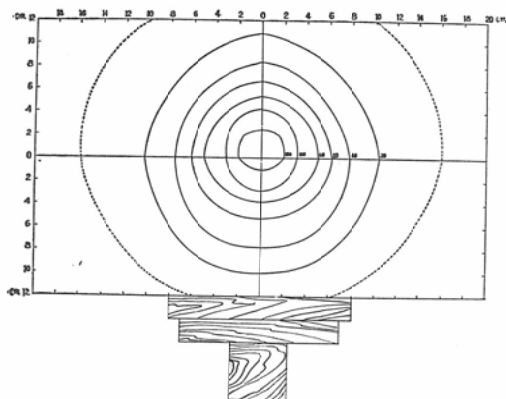
次にファントムを置かない空中での線量分布から、任意のファントム内での線量分布を求める方法を考え実験を行い、略と満足できる結果を得た。然し、計算が難しくはないが繁雑で、等線量曲線を描くとなると仲々大変で、実際に各症例については行い難い。

ただ回転中心に近く重要臓器があり、その部の受ける線量を計算したいような場合には、我々の方法を用いれば簡単で而もかなり正確な値を求めることができて便利である。

VI. 結 論

^{60}Co 運動照射法の線量分布に関する研究を行い次のような結論を得た。

1. 一般的には回転角度はできるだけ大きい方が有利な線量分布をうることができる。



Rotation angle: 360°

Fig. 5. Two series of isodose charts in water phantom. Left side is calculated by our method and right side by measurement. Rotation angle of 60° and 360° . Field size of $4\text{ cm} \times 10\text{ cm}$.

2. フアントームを置かない空中での線量分布から、任意の形をしたフアントーム内の線量分布をかなり正確に求めることができる。

但し、この方法は面倒で、実際の個々の症例について完全な等線量曲線を描くことは難しい。

3. 然し、回転中心以外の点の線量を比較的簡単に、而もかなり正確に求めることができるので、そのような目的には応用しうる。

(本稿の要旨は第20回日本医学放射線学会総会で講演した。足沢教授の御指導、御校閲と技師諸君の御協力に感謝する。)

文 献

- 1) Johns, H.E. et al.: Dosage calculations for rotation therapy with special reference to cobalt 60, Amer. J. Roentgenol., 75, 1105~1116, 1956.
- 2) Johns, H.E.: Physical aspects of rotation therapy, Amer. J. Roentgenol., 79, 373~381, 1958.
- 3) Johns, H.E.: The physics of radiology, 2nd ed., 403~441, C.C. Thomas, 1961.
- 4) Dahl, O. et al.: Dose distributions in 250 kV perpendicular axial arc therapy, Acta radiol., 53, 57~72, 1960.
- 5) 梅垣洋一郎: 運動照射法の線量分布, 日本医放会誌, 20, 2191~2209, 1960.