



Title	偏心性多分割絞りによる原体照射法の研究 第1報装置と線分布計算
Author(s)	小幡, 康範; 佐久間, 貞行
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1986, 46(8), p. 1057-1062
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/16569">https://hdl.handle.net/11094/16569</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

## 偏心性多分割絞りによる原体照射法の研究

### 第1報 装置と線量分布計算

名古屋第一赤十字病院放射線科

小幡 康範

名古屋大学医学部放射線医学教室

佐久間貞行

（昭和61年2月27日受付）

（昭和61年4月14日最終原稿受付）

## Conformation Radiotherapy with Eccentric Multi-Leaves

### (1) Equipment and Dose Calculation

Yasunori Obata

Department of Radiology, Japan Red Cross Nagoya First Hospital

Sadayuki Sakuma

Department of Radiology, Nagoya University School of Medicine

---

Research Code No. : 601.1

---

Key Words : Conformation radiotherapy, Eccentric multi-leaves

---

In order to extend the application of the conformation radiotherapy, the eccentric multi-leaves are equipped with the linear accelerator.

The information of the position of the collimators and the dose distribution of the eccentric conformation radiotherapy are calculated by the improved algorism of the treatment planning system.

In simple cases, the dose distributions for the distant region from the rotational center are measured and compared with the calculated values. Both distributions are well coincided with the error of about 5% in the high dose region and 10% in the low dose region.

In eccentric conformation radiotherapy, it is difficult to deliver the planned dose to the lesion. The dose increases with the distance of the target area from the rotational center. And the measured value and the calculated value are well coincided with 1% error. So after getting the dose ratio of the rotational center to the target area, the calculated dose can be delivered to the rotational center.

The advantages of the eccentric conformation radiotherapy are a good coincidence of target area and treated area, a partial shielding and a hollow out technique without absorber. The limitation of the movement of the collimator from center is 5 cm at 1 m SCD.

#### I. 緒言

放射線治療の際に、病巣の広がりに一致して均等で十分な線量を集中し、周囲健常組織に与えられる不必要な線量を最小にすることを目標として、適応となる症例に原体照射法が施行されてきた<sup>1)~7)</sup>。

原体照射法に用いられる装置としては、まず簡単なものが<sup>60</sup>Co 治療装置に組み合わされたが<sup>8)</sup>、次にカム方式多分割絞り原体照射法が開発され<sup>9)</sup>、さらに直線加速器6MV X線によるカム方式多分割絞り原体機構の開発に進んで<sup>10)</sup>、多くの臨床経験が重ねられてきた。近年、コンピュータを

を利用して各ガントリー角度毎に絞りの位置を制御する多分割絞り原体装置が臨床に用いられている<sup>11)</sup>。

絞りを正中を越えて動かすことは、カム方式では困難であるが、コンピュータ制御の場合は比較的容易である。そこで原体照射法の応用の範囲を広げることおよび付随的に不整形照射野の可変範囲を広げることを目的として、直線加速器の多分割絞りを正中を越えて動かすことができるコンピュータ制御の原体機構を開発し設置した。絞りが正中を越えた状態での回転照射は従来偏心照射と呼ばれているので、ここではこの状態の絞りを偏心性多分割絞りと呼んでおく。この装置と線量分布計算について報告する。

## II. 装 置

治療装置は三菱製直線加速器(ML-15M)、絞りは11対で不均等に分割されている。各絞りはアイソセンターの距離で正中を5cm越える範囲まで開閉が可能となっている(Fig. 1)。

各ガントリー角度毎の絞りの位置情報は照射計画の際にはCMS社製治療計画システム MODULEXによって計算されてフロッピディスクに出力される。そのフロッピディスクから情報を得て三菱製コンピュータMULTI 16が直線加速器を制御している(Fig. 2)。

## III. 絞り位置情報作成と線量分布計算

絞りの動きが正中を越えない通常の原体照射法に対する線量分布計算を含む治療計画プログラムは既に作成されている<sup>12)13)</sup>。

今回絞りが正中を越える場合にも対応できるようプログラムを変更した。計算された絞りの位置情報はフロッピディスクに出力されるようにし、線量分布計算のアルゴリズムも変更した<sup>14)</sup>。

MODULEXでは基本的には線束に沿つての深部線量と off center ratio(OCR)によって線量計算が行なわれている。このOCRはfan-line/depth-line tableとして格納されている。またOCRの幅の方向の値は、Ratio Out(R/O)と深さの関数となっている。Lを照射野の幅の1/2、lを計算点の線束中心軸からの距離とすると  $R/O = l/L$  である。

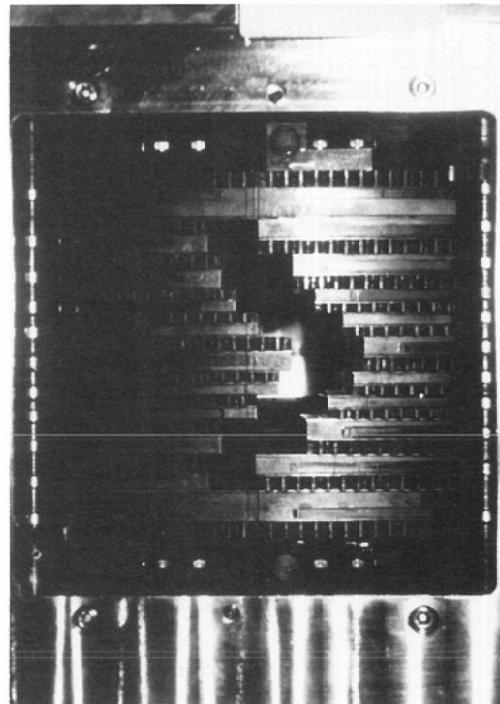


Fig. 1 Multi-leaves of linear accelerator (ML15 M). Each collimator is able to move 5cm over the center at 1m SCD.

Fig. 3に示されるような絞りが正中を越えた状態でのOCRを求める場合は、まず照射野が $2 \times WL$ としてR/Oを設定し、次にOCRの値は照射野が $WL-WR$ のものとして求めて、これを左側のR/O=1の点に合わせ込むようにする。

## IV. 線量分布測定および計算結果との比較

長径30cm 短径20cm の円柱 Mix DP ファントームを用い、線量測定はヴィクトリン社ラドコン500型、プローブは550-6A 0.3ml 容量で行ない、線量分布はコダック社 XV-2 ready pack を使ったフィルム法で得た。

Fig. 4に示されるような、回転中心と病巣が離れた状態の偏心回転照射の場合の線量分布を測定した。病巣の大きさは $4\text{cm}\phi$ ,  $6\text{cm}\phi$ ,  $8\text{cm}\phi$  (長さ7cm)と変化させ、偏心距離を長径方向に0~7cm、短径方向に0~7cmと変化させて測定を行なった。

フィルム法での線量測定の精度を知るため、ファントームの長径方向短径方向で電離箱による

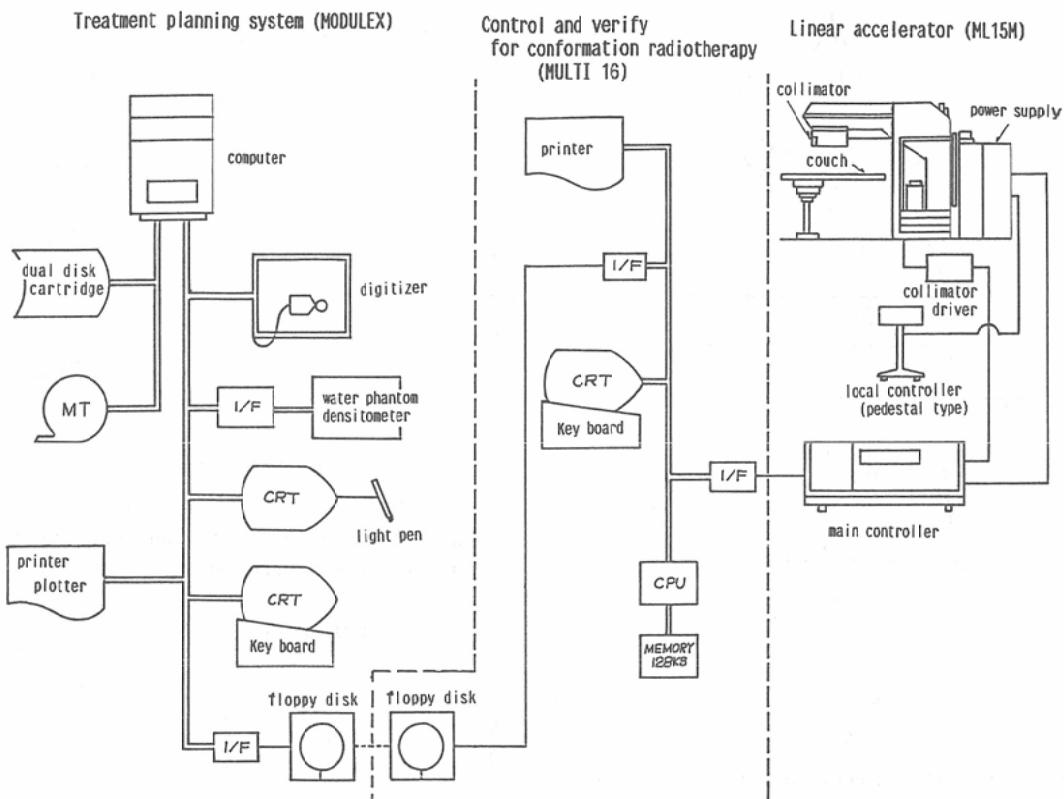


Fig. 2 Diagram for treatment planning system (MODULEX) and linear accelerator (ML15M) with computer (MULTI16). The collimator data is generated by MODULEX and transferred to the computer of the linear accelerator by floppy disk.

測定を同時に行ない比較した。中心軸上の線量を100%に規格化すると、低線量域ではフィルム法の方が約8%高値を示していた(Fig. 5)。

4cm $\phi$ , 6cm $\phi$ , 8cm $\phi$ の病巣の大きさで、偏心距離が長径方向、短径方向にそれぞれ8cmの場合の測定された線量分布とコンピュータにより計算された線量分布の比較をFig. 6に示す。線量分布は、高線量域で約5%，低線量域で最大10%の誤差で良好に一致した。

##### V. 投与線量の基準について

偏心性多分割絞り原体照射法で回転中心が病巣外となる場合、病巣中心部の線量は回転中心を基準として偏心するに従って増加するため、病巣に目標とする線量を投与することは難しい。病巣の大きさと偏心距離が変化した場合の線量変化はFig. 7に示される。測定値と計算値は1%以内の

誤差で良好に一致している。したがって実際の照射の時には、計算により病巣中心部と回転中心の線量比を算出し、病巣に与えたい線量から回転中心に投与すべき線量に換算して回転照射を行なえば良いことになる。

##### VI. 考 案

偏心性多分割絞りによる原体照射法を用いると、病巣の位置に関係なく回転中心を自由に設定することが可能である。今までの原体照射法では線巣の中を回転軸が通ることが必然なため、ある絞りのレベルでは軸の通る分だけ実際の病巣より大きく線巣が設定されるということが稀に起こった。しかし偏心性多分割絞りの採用によりさらに病巣と線巣を一致させる原体照射が可能となつた。

またカム接線方式を用いる通常の原体照射法で

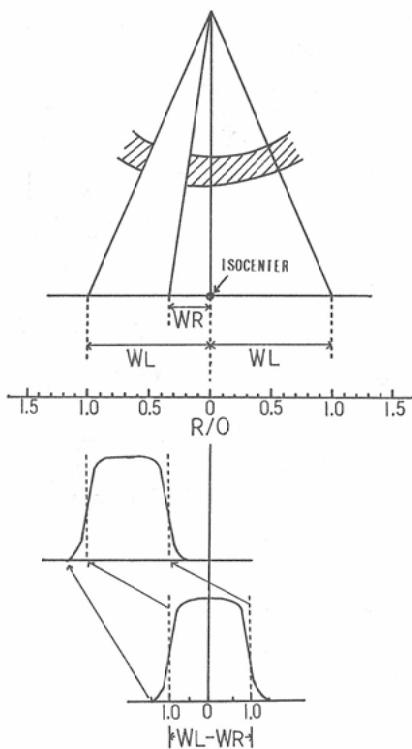


Fig. 3 Method of generation of OCR for the eccentric collimator. At first, R/O is decided for the field width  $2 \times WL$ . Subsequently, OCR is obtained for the field width  $WL-WR$ . Then OCR is moved until the left side of the field ( $R/O=1$ ) agrees with that of previously decided R/O.

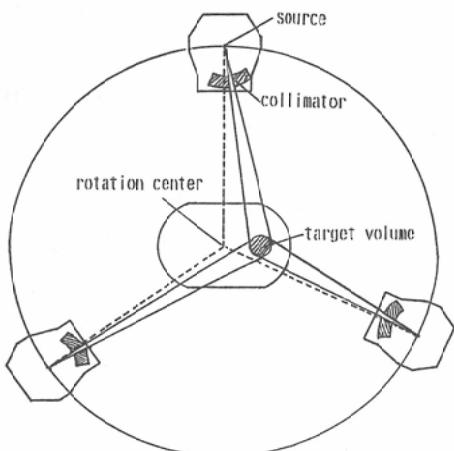


Fig. 4 Schema of the eccentric rotation.

は凸形の線巣しか作製できなかったが、絞りが正中を越えることにより接線回転照射の機能が加わ

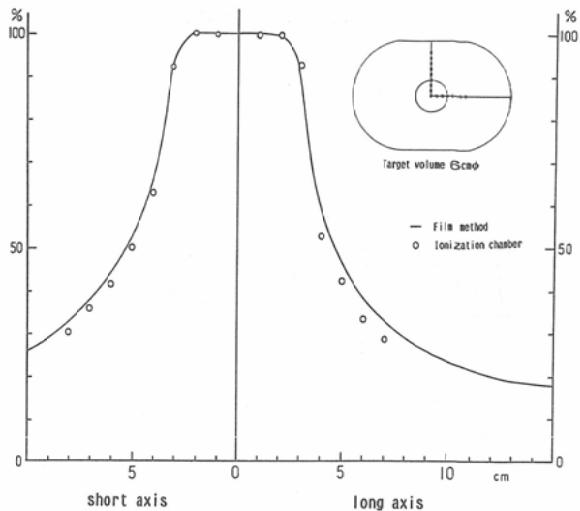


Fig. 5 Dose profile curve for comparing the value by ionization chamber and by film method.

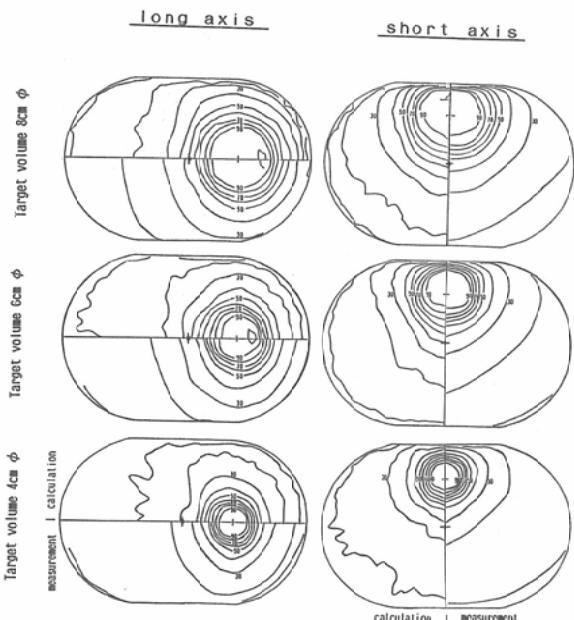


Fig. 6 Dose distribution for comparison of the result by measurement and calculation

り、原理的に凹形線巣の作製も可能である。しかしこの場合、絞りの位置情報と実際の線巣はかなりかけ離れたものになるので、線量分布測定による両者の対応づけが必要である。

さらに偏心性多分割絞り原体照射法を応用すると、打抜吸収体を用いずに打抜照射が可能となる。

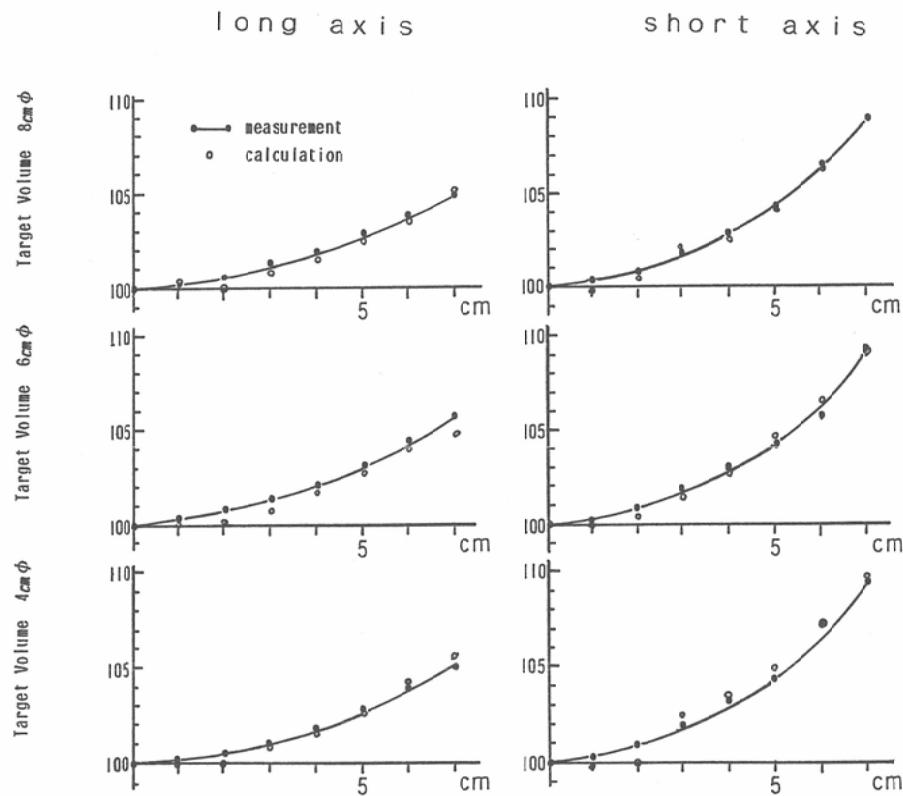


Fig. 7 Increment of dose of target area by eccentric distance.

これについて現在ガントリ角度に対する多分割絞りの位置情報を計算するためのプログラムの作成中である。

なお上記の特色については、今回絞りの正中を越えることのできる範囲が5cmとなっているので、全く無制限ではなく、可能なのはこの許容範囲内である。

この報告では偏心性多分割絞りを原体照射法の機能向上として取り上げたが、固定照射・多門照射の場合にも変形度の大きな不整形照射野として広く応用が可能である。

正中を越える絞りに対応できるように線量計算プログラムの変更を行なったが、今までの計算アルゴリズムでは、原体の照射野のOCRはそれぞれ幅の異なる照射野のOCRの1/2を用いて合成していたため、対側よりの散乱線の影響が、中心からの開度が大きな絞りの方では実際より大きく、小さな絞りの方では実際より小さく計算され

てしまう傾向にあった<sup>13)</sup>。今回のアルゴリズムでは照射野の幅のOCRを移動して適用することとしたため散乱線による誤差は少なくなるものと考えられる。

コンピュータによる偏心性原体照射の線量分布計算の誤差は、今回の単純な例での測定では高線量域で5%低線量域で10%であった。通常の原体照射の場合、従来の計算アルゴリズムで、誤差は高線量域で5%，低線量域で10~20%であった<sup>12)13)</sup>。今回の偏心性原体照射のプログラムも今まで同様に治療計画に用いることができそうである。

### VIII. 結 論

原体照射法の適用範囲をより広げるために正中を越えて動かすことのできる多分割絞り装置を直線加速器に設置した。

絞りの位置情報は治療計画システムで作成されるように現在用いている原体照射計画のプログラムを変更した。さらにアルゴリズムの変更により

偏心性原体照射の線量計算も可能となった。

単純な場合について、回転中心から病巣が離れた時の線量分布を測定し、その結果と計算した線量分布を比較した。両者は高線量域で約5%，低線量域で最大10%の誤差で一致した。

偏心照射の場合病巣に目標の線量を投与することが難しいが、計算による線量の誤差は1%なので、回転中心と病巣中心の線量比を計算により求めて、回転中心に計算された線量を投与することで間接的に病巣線量を与えることができる。

本論文の要旨は第89回日本医学放射線学会中部地方会及び第45回医学放射線学会総会において発表した。

正中を越える原体絞り機構の作製には三菱電機KK川上秀之氏の協力を得た。線量計算プログラムの作成は兼松エレクトロニクス高橋一廣氏に協力いただいた。また線量測定について名古屋第一赤十字病院放射線治療技術課藤井洋司氏、梅村栄行氏、竹内東氏に協力いただいた。感謝の意を表わす。

### 文 献

- 1) Takahashi, S.: Conformation radiotherapy. *Acta Radiol.*, Suppl. 242, Stockholm, 1965
- 2) 母里知之, 北川俊夫, 奥村 寛, 植田俊男: リニアックによる子宮頸癌の原体照射—とくに治療計画法を中心として—. *癌の臨床*, 15(12): 1047-1051, 1969
- 3) 北川俊夫, 母里知之, 奥村 寛, 植田俊男, 山下延男, 篠 正兄: 原体照射法. *癌の臨床*, 15(12): 1052-1055, 1969
- 4) 篠 正兄: 原体照射法による子宮頸癌の放射線治療—特に外部照射単独による治療について—. *日本医学会誌*, 35(1): 16-27, 1975
- 5) 森田皓三, 篠 正兄: 子宮頸癌に対する全骨盤腔内原体照射の際患者の体型と照射線巣の形との関係. *日本医学会誌*, 35(9): 780-787, 1975
- 6) Morita, K. and Kawabe, Y.: Late effects on the eye of conformation radiotherapy for carcinoma of the paranasal sinuses and nasal cavity. *Radiology*, 130: 227-232, 1979
- 7) 小幡康範: 原体照射法を用いた全骨盤腔照射と低線量率腔内照射との併用による子宮頸癌の放射線治療. *日本医学会誌*, 40(6): 565-579, 1980
- 8) 高橋信次, 北畠 隆, 森田皓三, 大沼 熟, 岡島俊三: 子宮癌の原体照射. *日本医学会誌*, 20(13): 2746-2753, 1961
- 9) 渡辺 令, 小野伸雄, 永井勝美: 回転横断撮影装置と<sup>60</sup>Co原体照射器との組み合わせによる遠隔照射法. *日本医学会誌*, 23(7): 841-848, 1963
- 10) 北畠 隆, 奥村 寛, 植田俊男, 木村千明, 高橋信次, 山本千秋, 中野伸平, 大谷四郎: 日本電気6Mev医療用直線加速器. *日本医学会誌*, 26(10): 1267-1276, 1967
- 11) 松田忠義, 稲邑清也: コンピュータ制御による多分割原体照射法の研究. *日本医学会誌*, 41(10): 965-974, 1981
- 12) 小幡康範, 高橋一廣, 渡辺道子, 森田皓三: 治療計画用コンピュータを用いた原体照射法の線量分布計算. *癌の臨床*, 27(13): 1627-1631, 1981
- 13) Takahashi, K., Purdy, J.A. and Liu, Y.Y.: Treatment planning system for conformation radiotherapy. *Radiology*, 147(2): 567-573, 1983
- 14) 中村 謙: 私信