



Title	弗化リチウム熱ルミネッセンス線量計による高エネルギー電子線の線量分布測定
Author(s)	白貝, 彰宏; 野田, 博治; 加藤, 義雄
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1969, 28(10), p. 1360-1364
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19136
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

弗化リチウム熱ルミネセンス線量計による 高エネルギー電子線の線量分布測定

放射線医学総合研究所物理研究部 (部長 橋詰 雅)
白貝 彰宏 野田 博治* 加藤 義雄

(昭和43年3月16日受付)

Measurements of the Dose Distributions of High Energy Electron Beams with
LiF Thermoluminescent Dosimeter

By

Akihiro Shiragai, Hiroji Noda, and Yoshio Kato
Physics Division, National Institute of Radiological Sciences
(Chief: Dr. T. Hashizume)

In order to discuss whether the dose distributions of high energy electron beams can be measured with LiF thermoluminescent dosimeter (TLD) or not, the energy, the dose and the dose-rate dependences of TLD were measured. These measurements were done in Lucite. The response per rad was independent of electron energy and was equal to that for ^{60}Co gamma rays. The response per rad increased about 18% with the increase of dose from 10 to 100 rads. The dose-rate dependence was not observed.

The beam profiles and the central axis percentage depth doses of the electron beams from Toshiba 31 MeV betatron were measured at 10 to 29 MeV in Lucite phantom.

I 序 論

被照射物質中での線量分布を測定するためには、その照射に対してエネルギースペクトルや線量、線量率が物質中の位置によつて異なるから、線量計のレスポンスがエネルギーや線量率に対して一定であり、線量に比例しているのが理想的である。しかし実際にはそのような線量計を得ることは困難であつて、適当な補正をすることによつて分布を求めている。

最近、熱発光線量計 (TLD) が個人被曝線量計として注目されはじめ、また生物学、医学の分野でも使用されるようになってきた。われわれは LiF-TLD を ^{60}Co γ 線の線量分布の測定に使用できることを指摘し、 ^{60}Co 遠隔治療装置からの皮膚線量の測定にこれを用いてきた¹⁾。この報告

では、さらに、高エネルギー電子線の線量分布の測定にこの LiF-TLD を使用できるかどうかを、ルサイトファントム中での中心軸深部量分布の測定に基いて検討した。

II エネルギー依存性

10, 20, 29 MeV の各初期エネルギーをもつ単色電子線がルサイト中を通過する時の種々の深さでのそのエネルギーを第1表に示す。これらのエネルギー値は Berger らの電子質量阻止能の表²⁾に基いて 1 cm 間隔で計算された。深部量分布を測定するためには、線量計にこのエネルギー領域でエネルギー依存性のないことが望ましい。

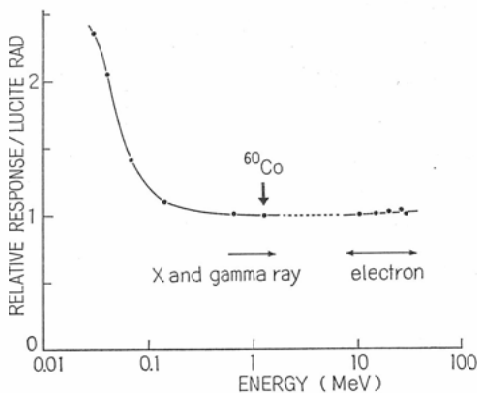
種々のエネルギーの放射線に対するルサイト中での単位吸収線量あたりの LiF-TLD のレスポンスを第1図に示す (^{60}Co γ 線の場合を1として規格化した)。 ^{60}Co γ 線 1.25 MeV 以下のエネルギー

* 現在勤務先 久留米大学医学部放射線医学教室

Table 1 Calculated energy of primary beam at given depth in lucite for 10, 20 and 29 MeV electrons.

De. th cm	Energy (MeV)		
	10	20	29
0			
1	7.54	17.23	25.98
2	5.16	14.54	23.04
3	2.88	11.93	20.18
4	0.71	9.4	17.41
5		6.96	14.71
6		4.61	12.10
7		2.35	9.75
8		0.20	7.12
9			4.76
10			2.49
11			0.34

Fig. 1 Energy dependence of LiF thermoluminescent dosimeter normalized to ^{60}Co .



一領域は γ , X 線に対するもので、10~29 MeV のエネルギー領域は電子線に対するものである。吸収線量は、X, γ 線については実効エネルギーに等しい単色エネルギーとして exposure から計算され、電子線については水中での電離箱³⁾による絶対測定から得た値⁴⁾を同じように単色エネルギーとしてルサイトに対して変換して求められた。

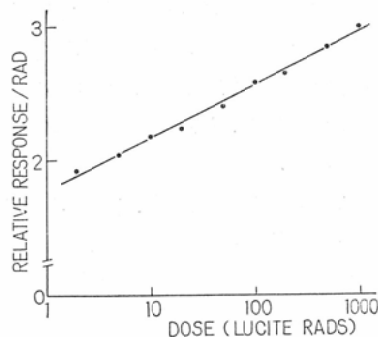
高エネルギー電子線に対してはエネルギー依存性はほとんど認められなかつた。0.1 MeV 以下のエネルギーの β 線についてはエネルギー依存性が問題になるとの報告がある⁵⁾。われわれが現在問題としているエネルギー領域では LiF-TLD に

はエネルギー依存性はなく、深部量測定においてこの点での補正は必要ない。

III 線量依存性

われわれは LiF-TLD の感度が線量とともに増加することを認めた。第2図は、20 MeV の電子線に対して、ルサイト中での radあたりの相対的なレスポンスが線量と共に変化する様子を示す。深部量の測定では LiF-TLDは深さによつて10rad から 100 rad くらいの線量に被曝したが、10 rad

Fig. 2 Dose dependence of LiF thermoluminescent dosimeter for 20 MeV electrons.



から 100rad まで線量が増加すると 1 rad あたりのレスポンスは約18%増加する。したがって、一度に照射した時の各深さでの LiF-TLD の相対的なレスポンスから得られる深部量曲線にはこの線量依存性に対する補正を加えなければならない。

IV 線量率依存性

^{60}Co γ 線に対しての実験では毎分 0.5 rad から 9,000rad の間の線量率領域で LiF-TLD のレスポンスに変化はなかつた。また Karzmark らは15MeVの電子線に対して $4 \times 10^4 \sim 5 \times 10^6$ rad/sec の範囲で LiF-TLD が線量率に依存しないと報告している⁶⁾。これらの結果はパルスごとに高線量率を示すベータatronやリニャックなどの線量測定に対しても LiF-TLD を使用できることを示している。LiF-TLD による深部量測定では線量率依存性に対する補正は不要である。

ここで使用された適当に熱処理した LiF-TLD^{7)~9)}に線量依存性があり、線量率依存性がないということは理論的に説明できる¹⁰⁾。

以上 II~IV の考察から、LiF-TLD を用いて高

エネルギー電子線の線量分布を測定する場合、この線量計の線量依存性についてのみ考慮すればよいことがわかった。

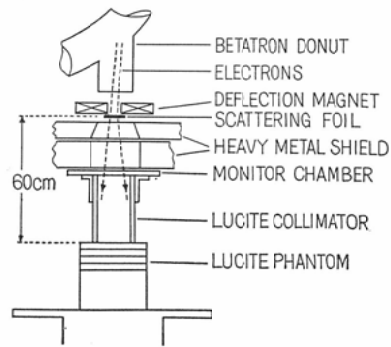
V ビームプロフィールと深部量分布

使用した線源は放医研の東芝製31 MeV ベータートロンで、10, 20, 29 MeV の各エネルギーの電子線を $20 \times 20 \times 20$ cmの大きさのルサイトファントムに垂直照射した。ファントムは 20×20 cmの大きさの種々の厚さの板を積み重ねたものである。ビームプロフィールの測定の際には、ファントム表面に5 mm間隔にあけた直径 2.8mm, 深さ 1 cmの穴に LiF をつめたルサイト板を置いて照射し、また深部量測定の際には 100mg の LiF を中心軸にそつた任意の深さの位置に約 2 cm直径の円状に一樣にまいて照射した。熱発光の測定にはその内の 80mg を使用した。

第3図に実験の概要を示す。重金属の遮蔽用コリメーターは開放状態で使用した。したがつてルサイト製コリメーターが電子線の絞りとして働いているだけである。scattering foil の位置からファントムの表面までの距離は60cmである。使用したコリメーターは照射野 4×4 cmと 10×10 cmとの2種類で、0.1mmPb+ 0.5mmAl の scattering foil をつけた時とつけない時について測定した。

1. ビームプロフィール

Fig. 3 Experimental geometry.



29 MeV の電子線のビームプロフィールを第4図 (b), (c) に示す。照射野は 4×4 cmである。第4図 (a) に示すように紙面に垂直に照射した時、A~Dの各軸にそつて分布を測定した。(b) は scattering foil のない場合、(c) はある場合である。scattering foil によつて照射野内でのビームの強度分布がかなり平らになることがわかる。ビームは中心軸から偏つていた。10, 20MeV の電子線についても同様の傾向を観測した。

2. 深部量分布

一度に照射した時の各深さでの線量計の相対的なレスポンスから得られる10, 20, 29 MeV の各エネルギーの電子線の中心軸深部量分布をそれぞれ第5, 6, 7図に示す。照射は最大線量の位置で約 100 rad になるように行なわれた。各図とも

Fig. 4 Beam profile for 29 MeV electrons.

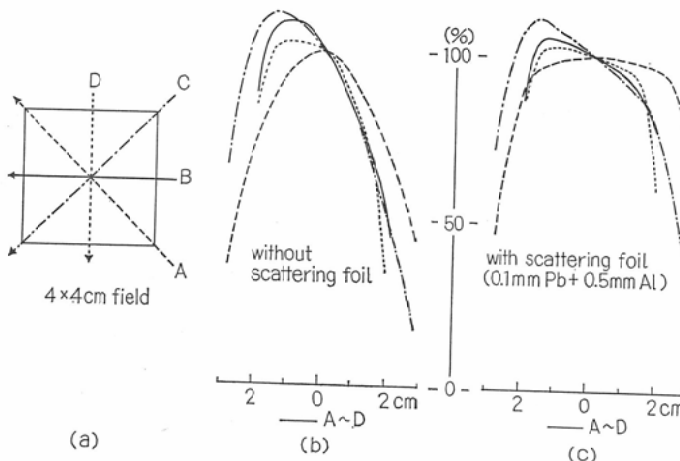


Fig. 5 Central axis percentage depth dose in Lucite for 10 MeV electrons.

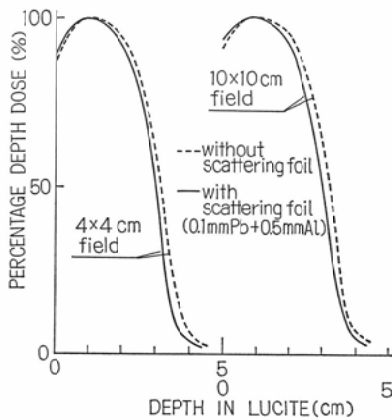


Fig. 6 Central axis percentage depth dose in Lucite for 20 MeV electrons.

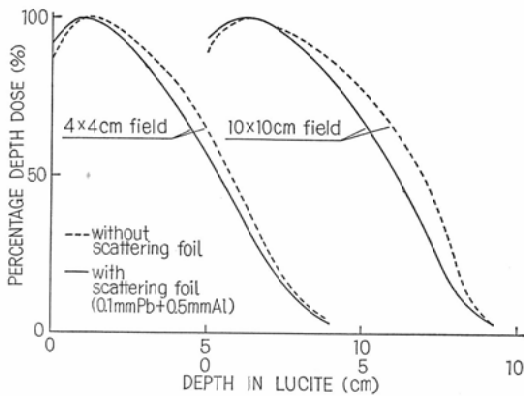
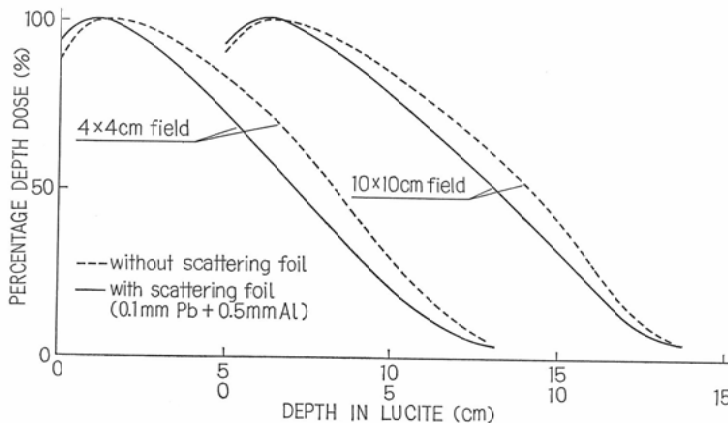


Fig. 7 Central axis percentage depth dose in Lucite for 29 MeV electrons.



右側が10×10cm, 左側が4×4cmの各照射野で得た深部量曲線で, 点線が scattering foil のない場合, 実線がある場合を示す。

一度に照射する場合, LiF の中心軸上での重なりがそのレスポンスに影響を与える恐れが考えられるので, LiF を置く位置の数を種々変えて測定を試みたが, 実験の範囲内ではその影響は認められなかった。

これらの深部量曲線から次のことが要約できる。

(イ) 従来認められてきたように, scattering foil の有無に関係なく, 照射野が大きくなると同じ深さでの深部量は大きくなり, また scattering foil のある場合はない場合に比して小さくなった。

(ロ) ビルドアップ領域では, 深部量は scattering foil のある場合はない場合に比して小さくなる。皮膚線量は, 照射野が大きくなると大きくなり, また scattering foil がある場合はない場合に比して大きくなったが, 電子線のエネルギーとの間には一定の相関関係は見い出せなかった。

ここで得たビームプロフィール, 深部量分布は LiF-TLD の線量依存性による補正として最大約 2%変動する。しかしこれは実験誤差の範囲内にあり, 一応補正の必要なく測定できたと言える。

VI 考 察

これらの考察から, 高エネルギー電子線の種々の線量分布の測定に LiF-TLD を使用する場合,

その線量依存性に対する補正という点に十分注意すれば、1回の照射で分布を知ることができるので、たとえば電離箱で同種の測定をする場合に伴われる照射のばらつきなどによる誤差をさげうる点で、大きな利点のあることがわかった。

ところで、LiF-TLDの高エネルギー電子線へのエネルギー依存性、線量依存性については Almond らの報告¹¹⁾があり、線量依存性についてはわれわれと同様の結果を得ているが、エネルギー依存性については、6~35 MeV のエネルギー領域でエネルギーの増加と共に rad あたりのレスポンスが減少するとして、われわれとは異なる結果を得ている。エネルギー依存性についてのこの違いが何によるのかさらに慎重な比較研究が必要であろう。

文 献

- 1) 白貝彰宏ら, 日本医放会誌, 28 (1968) 68.
- 2) M.J. Berger, et al.: Nuclear Science Series Rpt. 39 (Committee on Nuclear Science), Chapter 10.
- 3) 平岡武ら, 日本医放会誌, 27 (1967), 1315.
- 4) T. Nakajima, et al.: Health Phys. 14(1968), 226.
- 5) J. Kastner, et al.: ANL-7060 (1965). 15.
- 6) C.J. Karzmark, et al.: Phys. Med. Biol. 9 (1964), 273.
- 7) J. R. Cameron, et al.: Health Phys. 10 (1964), 25.
- 8) D.W. Zimmerman, et al.: Health Phys. 12 (1966), 525.
- 9) A. Shiragai: Health Phys. 13 (1967), 1040.
- 10) A. Shiragai: Japan. J. appl. Phys. 7 (1968), 1101.
- 11) P.R. Almond, et al.: Phys. Med. Biol. 12 (1967), 389.