

蛍光ガラス線量計を用いた電子線線量計測の精度検証および郵送調査における有用性の検討に関する研究

大阪大学 医学部保健学科

○魚澤里奈 大岩恵里香 白岡彩奈 高岡悠太 松本光弘

この研究発表の内容に関する利益相反事項は、

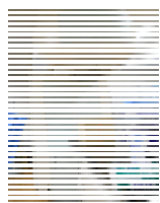
☑ ありません

日本放射線技術学会
近畿部会
第57回学術大会

背景・目的

ガラス線量計を用いた郵送調査「治療用照射装置(X線)の出力線量測定業務」をANTMが平成19年度11月から実施

電子線測定の郵送調査は可能？
そもそも電子線の測定は可能？



リニアック治療装置ARTIST

蛍光ガラス線量計素子による、電子線測定の精度確認および郵送調査に適したデバイスであるか検証すること

【使用器具】

- ・リニアック治療装置 Siemens社製 ARTISTE
- ・蛍光ガラス線量計・小型素子システム Dose Ace
- ・旭テクノガラス株式会社
 - 線量計小型素子 高エネルギー測定用GD-302M
 - 線量計リーダ FGD-1000
 - 読取マガジン FGD-M152
 - アニール用電気炉
 - プレヒート用恒温器
 - プレヒートトレー
- ・タフウォーターファントム
 - PTW30013型ガラス素子測定用ファントム(防水型)
 - 水ファントム
- ・郵送協力

兵庫医科大学病院	Mevatron MD2 (東芝メディカル社製)
大阪府立急性期総合医療センター	Novalis Tx (BRAINLAB社製)
大阪医科大学附属病院	Clinac ix (Varian社製)
大阪府立母子保健総合医療センター	Clinac ix (Varian社製)
近畿大学医学部附属病院	CLINAC 21EX (Varian社製)

方法①精度確認

●精度確認

エネルギー 9MeV, 12MeV
照射 $10 \times 10 \text{cm}^2$, $15 \times 15 \text{cm}^2$, $20 \times 20 \text{cm}^2$
治療有効深に200MU
それぞれ10本ずつ照射

リニアック治療装置Siemens社製ARTISTEを使用し、電子線を照射

○線量依存性

エネルギー 9MeV, 12MeV
照射野 $10 \times 10 \text{cm}^2$
治療有効深に50MU, 100MU, 150MU
それぞれ10本ずつ照射

照射後すぐに、プレヒート処理

70℃で40分間

FGD-1000でガラス素子を計測

測定配置

アイソセンタ



タフウォーターファントム ($30 \times 30 \times 5 \text{cm}^3$) に中心より1cm間隔でGDを5個埋め込み、ファントム2枚でサンドウィッチした。

照射野 $10 \times 10 \text{cm}^2$

100cm

素子の配置

ガラス素子

1cm間隔

ファントム3枚

照射の様子

スケーリング係数

Tough water WE211
ρ 1.017

深さスケーリング係数 Cpl 0.953
実効深さ dpl = d*ρpl
3cmのとき 3*1.017 = **3.05cm**
4cmのとき 4*1.017 = **4.07cm**

水透過厚 dw = dpl*Cpl
3cmのとき 3.05*0.953 = **2.91cm**
4cmのとき 4.07*0.953 = **3.88cm**

水透過厚修正後PDD(%)

	10×10	15×15	20×20
9MeV 2.9cm	82.634	83.172	83.384
12MeV 3.9cm	83.306	83.606	84.207

吸収線量 [cGy] = 200 [MU] × PDD × OPF × DMU

…式(1)

結果①精度確認

吸収線量 (cGy)	10×10	15×15	20×20
9MeV	165.07	165.81	164.07
12MeV	166.68	165.77	163.09

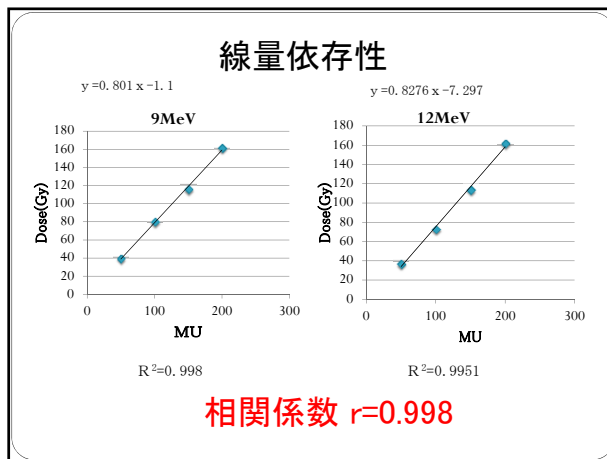
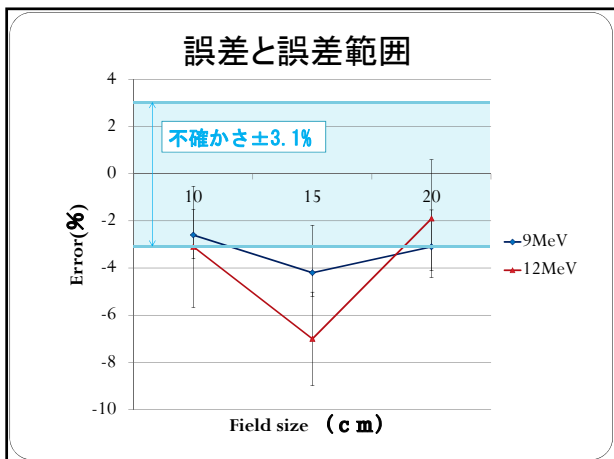
実測値 (cGy)	10×10	15×15	20×20
9MeV	160.89	159.16	159.2
12MeV	161.6	154.92	160.12

↓

誤差 (%)

	10×10	15×15	20×20
9MeV	-2.6	-4.2	-3.1
12MeV	-3.1	-7.0	-1.9

誤差平均 -3.65%



方法②郵送調査

GDを20本ずつ、
放射線治療施設に郵送

各施設で2エネルギー
2Gy照射

返却後すぐ
プレヒート処理

計測

照射方法
ファーマー模擬ファントムを使用
先端部分にGDを挿入したPTW300013型
ガラス素子測定用ファントム(防水
型)及び水ファントムを用いて
任意深にて、2Gy照射

翌日

ファーマー型模擬ファントム

GD測定用模擬ファントム及び水ファントム

1つ目のエネルギー

2つ目のエネルギー

BG用

PTW300013型ガラス素子測定用
ファントム(防水型)

GD-302M

測定中心

水ファントム

スペーサ

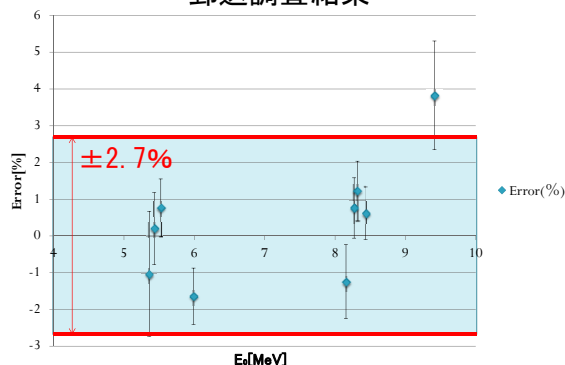
結果②郵送調査

郵送調査における測定値の誤差

誤差 (%)	病院A	病院B	病院C	病院D	病院E
6MeV	-1.6±0.8	0.2±1.0	0.7±0.8	-1.0±1.7	0.8±0.8
9MeV		1.2±0.8		-1.2±1.0	0.6±0.7
10MeV	3.8±1.5				
測定深	治療有効深	基準深	基準深	校正深	基準深

誤差平均0.39%

郵送調査結果



不確かさの見積もり

物理量または手段	相対標準不確かさ (%)
線量校正における不確かさ	
ステップ1: 線量標準機関	
特定二次標準器の校正定数 $N_{D,w}$	0.40
特定二次標準器による基準 γ 線場の決定	0.18
二次線量標準機関におけるユーザ電離箱線量計の測定	0.27
ステップ1の合成不確かさ	0.52
ステップ2: ユーザが使用する高エネルギー電子線	
ユーザ電離箱線量計の長期安定性	0.4
基準条件の設定	0.6
モニタ設定値に対する表示値 M_{raw}	0.6
補正係数 k_i	0.5
線質補正係数 k_Q (計算値)	1.2
ステップ2の合成不確かさ	1.6
D_w, Q の相対合成標準不確か (ステップ1+2)	1.7

標準計測法12より

GD測定の不確かさ

本実験 (中古素子の場合)

	標準不確かさ
素子間の感度ばらつき (中古)	2.1%
読み取り再現性	0.3%
Position間のばらつき	1.7%
合成標準不確かさ	2.7%
電離箱線量計+ガラス線量計の相対合成標準不確かさ	3.1%
相対拡張標準不確かさ (包含係数 $k=2$)	6.1%

GD測定の不確かさ

本実験 (新品素子の場合)

	標準不確かさ
素子間の感度ばらつき (新品)	1.1%
読み取り再現性	0.3%
Position間のばらつき	1.7%
合成標準不確かさ	2.0%
電離箱線量計+ガラス線量計の相対合成標準不確かさ	2.7%
相対拡張標準不確かさ (包含係数 $k=2$)	5.3%

考察①精度確認について

- 中古の素子を使用したためバラツキが大きく、さらに誤差も大きくなった。(不確かさは3.1%)
- $15 \times 15 \text{cm}^2, 12 \text{MeV}$ の平均値が3.1%より大きくなってしまった理由は、
 - ① $15 \times 15 \text{cm}^2$ のOPFの精度
 - ② 深さスケーリング係数は10MeVまでしかデータがない
 - ③ 測定深が線量勾配の強い治療有効深を用いたことによるPDD補正計算の誤差が考えられる。

考察②郵送調査について

- 新品の素子を使用した事と水ファントムを使用し測定深が線量勾配のゆるい基準深や校正深であった事で平均値が概ね $\pm 1\%$ 前後に、バラツキも不確かさ 2.7% 以内になったと考えられる。

結論

- 蛍光ガラス線量計の高エネルギー電子線測定における線量依存性は十分ある
- 電子線測定の郵送線量調査は有用
- 電子線測定は基準深で測定すると精度がよい

謝辞

大阪大学医学部附属病院放射線部
井ノ上技師 有村技師 圓尾技師

郵送調査にご協力いただいた施設
兵庫医科大学病院
大阪府立急性期総合医療センター
大阪医科大学附属病院
大阪府立母子医療センター
近畿大学医学部附属病院

ご清聴ありがとうございました。