

**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放射線技術科学専攻  
学籍番号 05C10006 魚澤里奈  
指導教員： 医用工学講座 松本光弘 准教授

**背景**

**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」を平成19年度11月から実施

↓

電子線測定は可能？  
そもそも電子線の測定は可能？

医用原子力技術研究振興財団 (ANTM) が第三者評価機関として

リニアック治療装置ARTISTE

**目的**

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

**【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
大阪府立急性期総合医療センター	Novalis Tx
大阪医科大学付属病院	Clinac ix (Varian社製)
大阪府立母子保健総合医療センター	Varian Clinac iX
近畿大学医学部附属病院	CLINAC 21EX (Varian)

**方法①精度確認**

●精度確認  
エネルギー 9MeV,12MeV  
照射野10×10cm<sup>2</sup>,15×15cm<sup>2</sup>,20×20cm<sup>2</sup>  
治療有効深に200MU  
それぞれ10本ずつ照射

○線量依存性  
エネルギー 9MeV,12MeV  
照射野10×10cm<sup>2</sup>  
治療有効深に50MU,100MU,150MU  
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

↓

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

素子の配置 1cm間隔

ガラス素子

ファントム3枚

照射の様子

タフウォータファントム (30×30×5cm<sup>3</sup>) 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10×10

100cm

### 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 \* ρ pl 3cm 3.05  
4cm 4.07  
水透過厚 dw = dpl \* Cpl 3cm 2.91  
4cm 3.88

	10×10	15×15	20×20
9MeV 2.9cm	0.82634	0.83172	0.83384
12MeV 3.9cm	0.83306	0.83606	0.84207

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

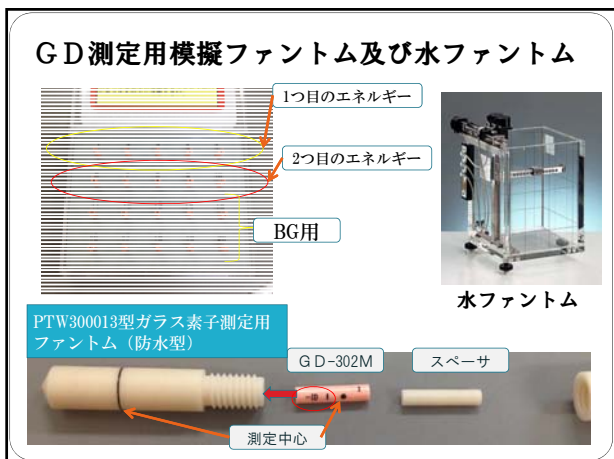
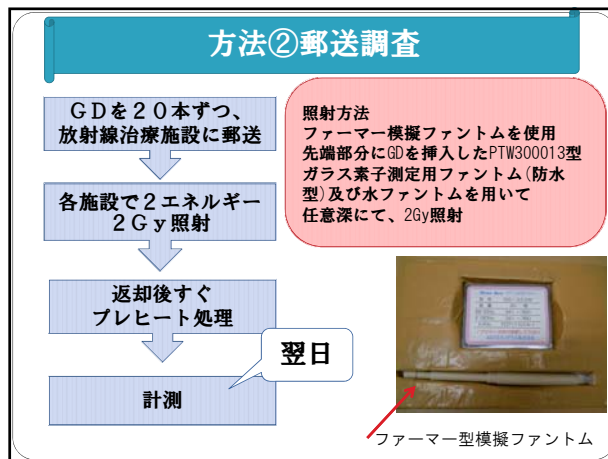
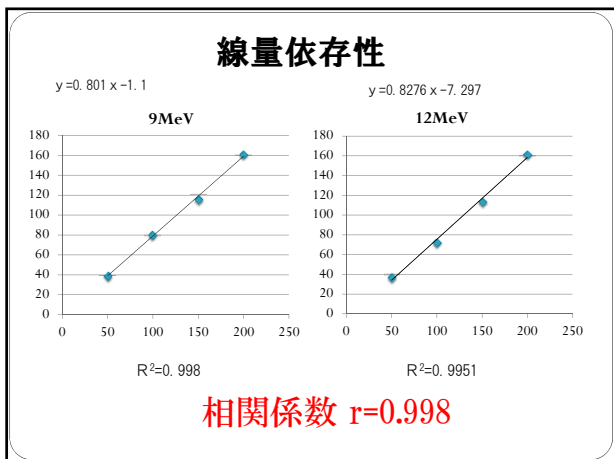
…式(1)

### 結果①精度確認

吸収線量 (cGy)	10×10			15×15			20×20		
	9MeV	15MeV	20MeV	9MeV	15MeV	20MeV	9MeV	15MeV	20MeV
10×10	165.07	165.81	164.07	160.89	159.16	159.2	161.6	154.92	160.12

	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%**

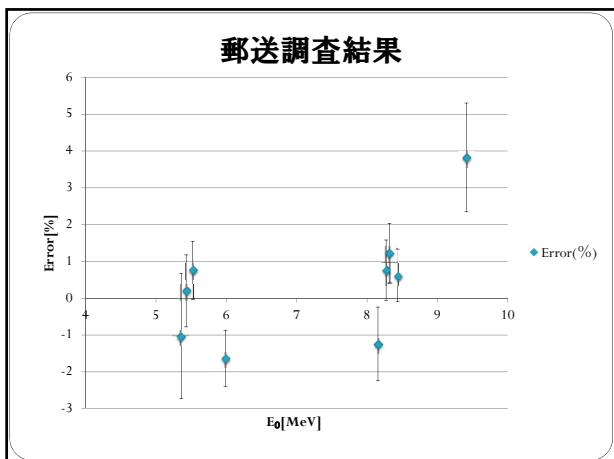


### 結果②郵送調査

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	基準深	基準深

誤差平均0.39%



### 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 (%)
<b>線量校正における不確かさ</b>	
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 $\gamma$ 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 $k_1$	0.5
線質補正係数 $k_a$ (計算値)	1.2
ステップ2の合成不確かさ	1.6
$D_w, a$ 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

	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

**・精度確認**  
 中古の素子を使用したのではばらつきが目立ってしまい、誤差が大きくなった。

15×15cm<sup>2</sup>, 12MeVの誤差が小さくなってしまった理由は、  
 ①15×15cm<sup>2</sup>のOPFの精度  
 ②深さスケール係数は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が考えられる。

**・郵送調査**  
 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測定精度がおおよそ±1%前後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。