

乳房撮影領域における ガラス線量計による線量測定の 有用性の検討

大阪大学医学部保健学科

○大森望未 岡崎貴大

大阪大学大学院医学系研究科

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。

公益社団法人

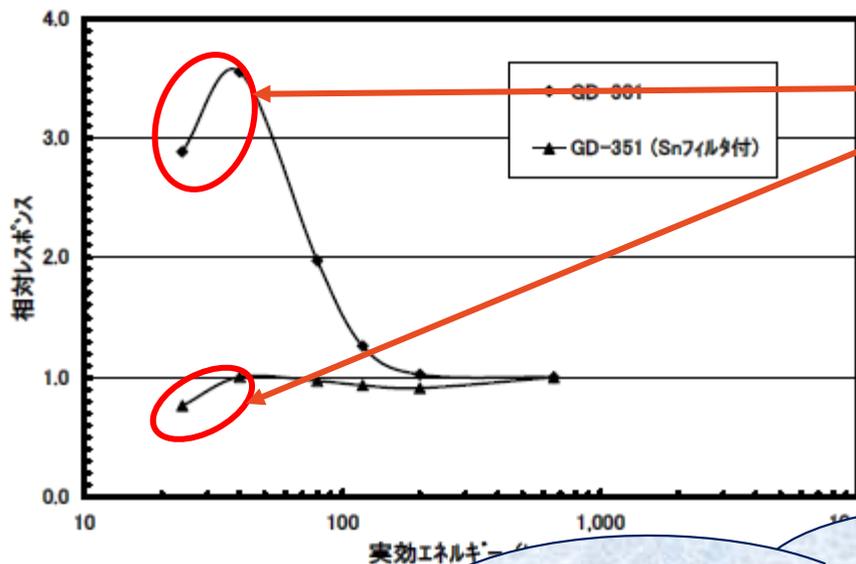
日本放射線技術学会

近畿支部

第60回学術大会

背景・目的

空気吸収線量に対するエネルギー特性(フリーエア)



30keV以下では
急峻なレスポンス領域



乳房撮影領域でのレスポンスは？
(約15~16keV)

旭硝子社によって示す

**ガラス線量計(GD)を用いて
乳房撮影領域の線量を
測定できるのか検討**

使用器具

蛍光ガラス線量計・小型素子システム Dose Ace(旭ガラス株式会社)

線量計小型素子 GD-302M

GD-352M (低エネルギー補償フィルタ付)

線量計リーダ FGD-1000

読取マガジン FGD-M151

アニールマガジン FGD-C101

アニール用電気炉 NEW-1CT

プレヒート用恒温器 DKN-302

プレヒートトレー FGD-C102

平行平板形電離箱線量計 PTW TN 34069型

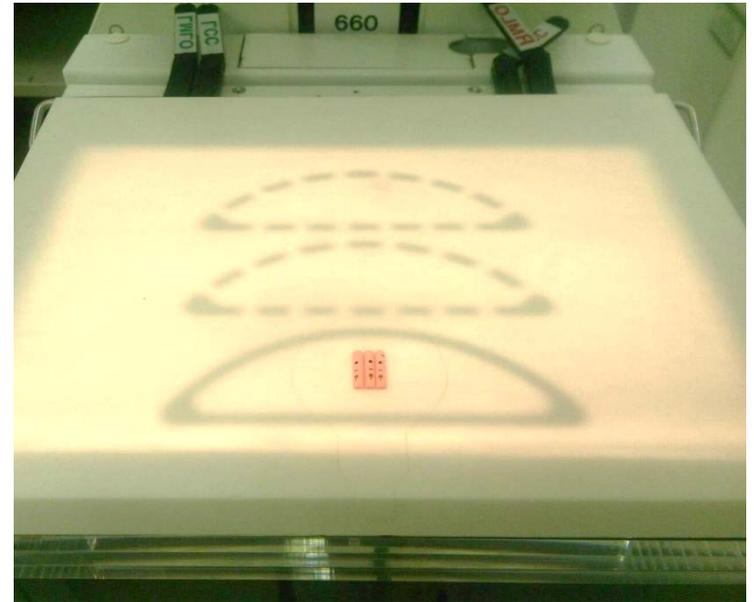
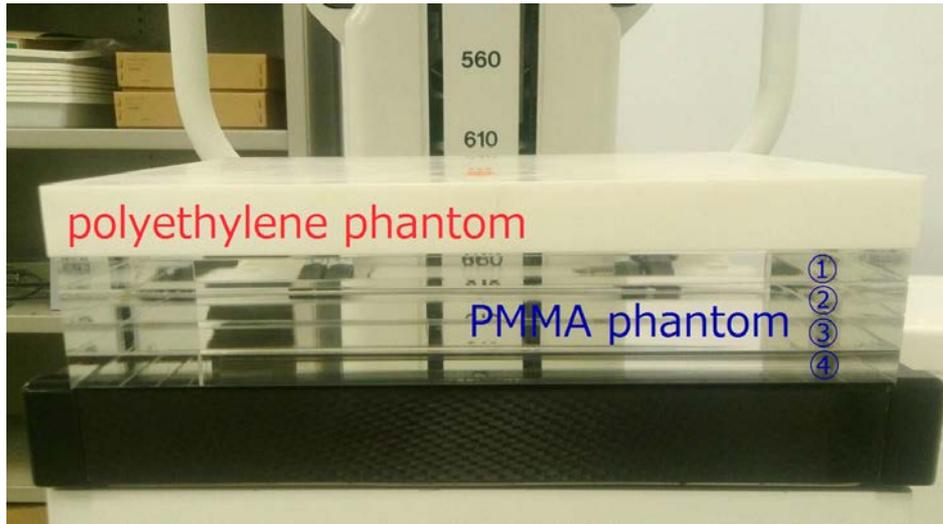
PMMAファントム 10mm厚

ポリエチレンファントム 20mm厚

乳房撮影装置 SENOGRAPHE DMR(GE横河メディカルシステム)

方法（線量直線性）

- ・ 乳房撮影カセットホルダ上にPMMAファントム4枚・
ポリエチレンファントム1枚を置く



ポリエチレンファントム：脂肪相当
PMMAファントム：乳腺含有率50%相当

302Mを3本はめ込んだときの様子

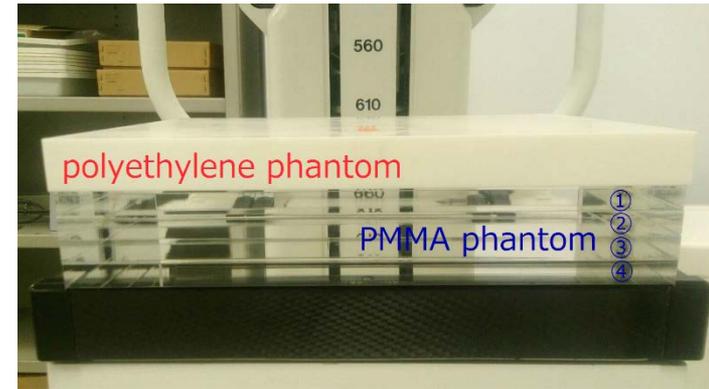
◎ 線量直線性計測時のmAs値

Mo-Mo	mAs				
26kV	10	20	40	80	160
28kV	8	16	32	63	125
30kV	6.3	12.5	25	50	100

Mo-Rh	mAs				
26kV	12.5	25	50	100	200
28kV	10	20	40	80	160
30kV	8	16	32	63	125

方法(吸収線量)

- ・焦点-フィルタ Mo-MoとMo-Rh
- ・管電圧 26kV・28kV・30kV
- ・mAs値 常に100mAs
- ・深度 表面・10mm・20mm・30mm・40mm



1回の照射に3本の素子を使用
平均値を測定値に
電離箱線量計・302M・352Mについて
同じ条件で測定した

◎ 電離箱線量計の測定電荷量[C]から吸収線量[Gy]への変換式

$$D=Q \times N \times 2.58 \times 10^{-4} \times 33.97 \times k_1$$

D: 吸収線量

Q: 測定電荷量

N: 線量計の校正定数(5.125×10^8 [R/C])

1[R]= 2.58×10^{-4} [C/kg]

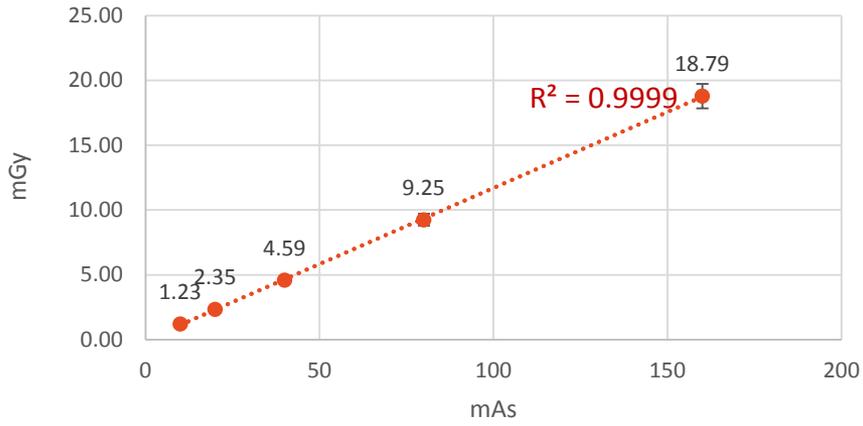
Wair値: 33.97[J/C]

k_1 : 大気補正係数

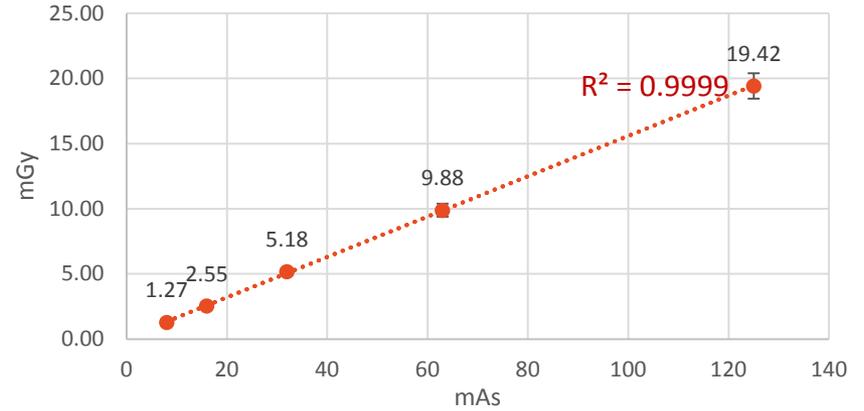
$$k_1=[(273.2+T) \times P_0]/[(273.2+T_0) \times P]$$

結果(線量直線性)

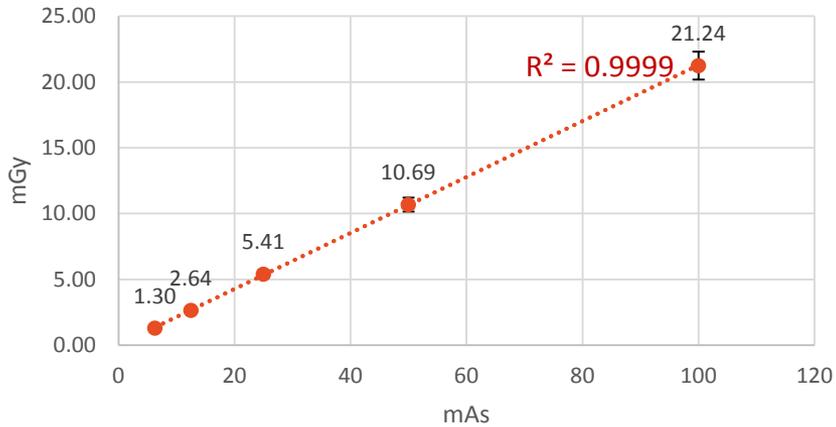
Mo-Mo 26kV



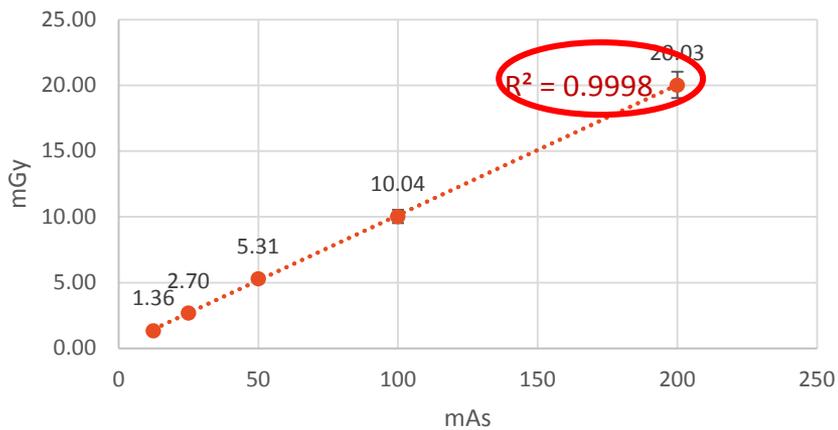
Mo-Mo 28kV



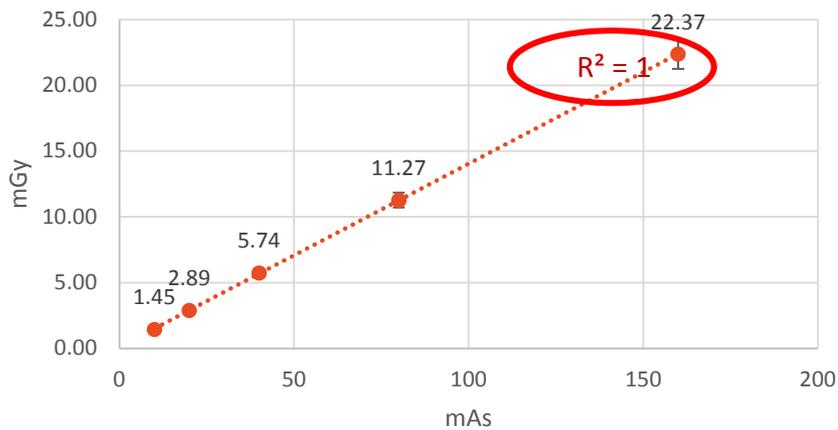
Mo-Mo 30kV



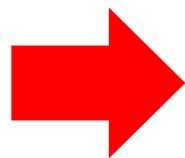
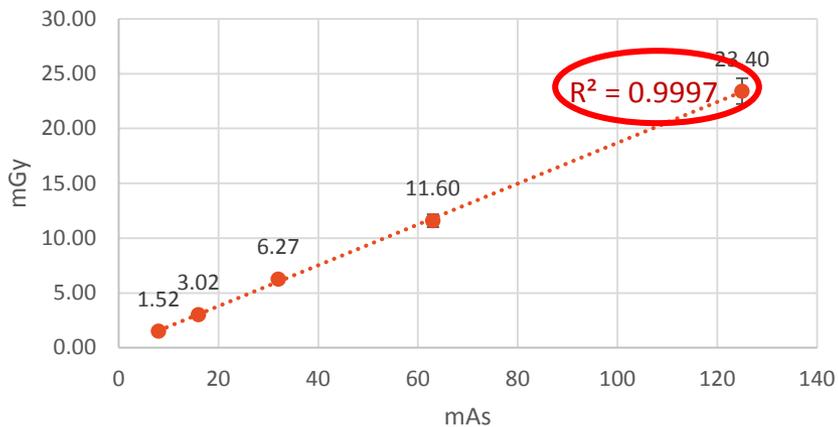
Mo-Rh 26kV



Mo-Rh 28kV



Mo-Rh 30kV



X線出力
GDの線量依存性は
直線性を示す

結果(吸収線量)

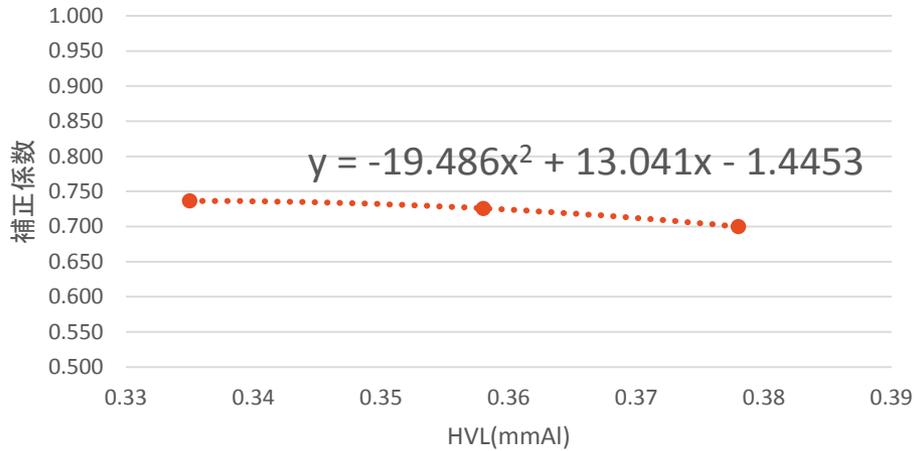
Mo-Mo		chamber	302M	352M	Mo-Rh		chamber	302M	352M
depth(mm)		dose(mGy)			depth(mm)		dose(mGy)		
26kV	0	8.692	11.801	2.922	26kV	0	6.814	10.367	2.750
	10	3.138	5.348	1.285		10	2.782	5.048	1.274
	20	1.408	2.475	0.642		20	1.347	2.624	0.638
	30	0.623	1.139	0.315		30	0.638	1.297	0.346
	40	0.282	0.577	0.180		40	0.308	0.687	0.199
28kV	0	11.434	15.750	4.075	28kV	0	9.141	14.343	3.675
	10	4.365	1.374	1.812		10	3.899	7.173	1.185
	20	1.956	0.518	0.899		20	1.872	3.111	0.921
	30	0.897	1.707	0.440		30	0.916	1.872	0.493
	40	0.426	0.880	0.250		40	0.458	0.952	0.272
30kV	0	14.512	20.733	5.110	30kV	0	11.720	18.351	4.797
	10	5.795	9.653	2.438		10	5.155	9.443	2.358
	20	2.653	4.824	1.213		20	2.519	4.969	1.254
	30	1.244	2.357	0.610		30	1.244	2.582	0.649
	40	0.599	1.217	0.314		40	0.629	1.340	0.351

GDの補正係数の算出式

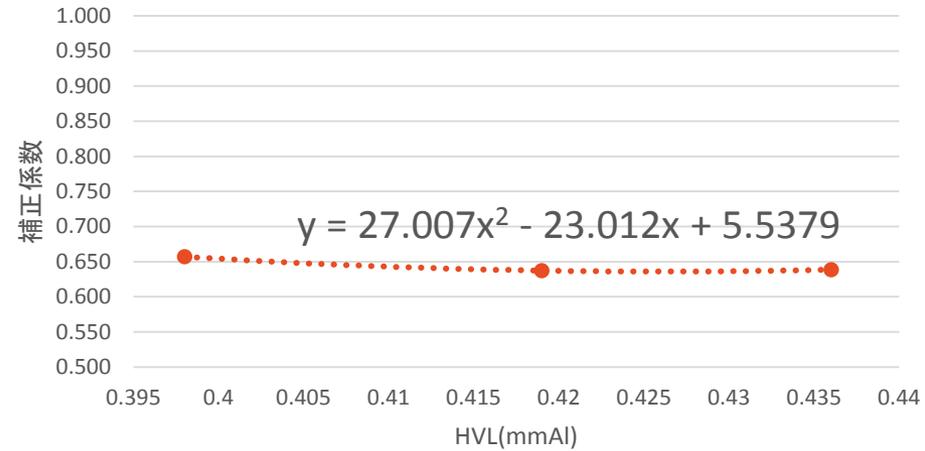
$$(\text{補正係数}) = (\text{電離箱線量計の吸収線量}) / (\text{GDの吸収線量})$$

補正係数を求める近似曲線

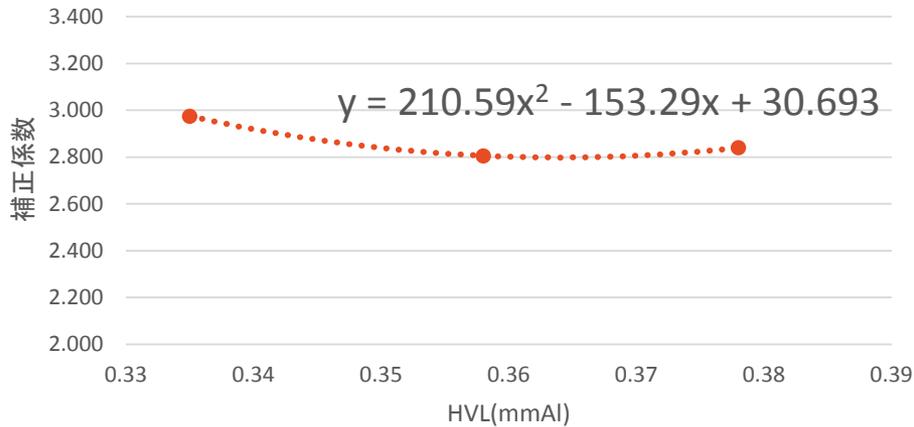
Mo-Mo 302M



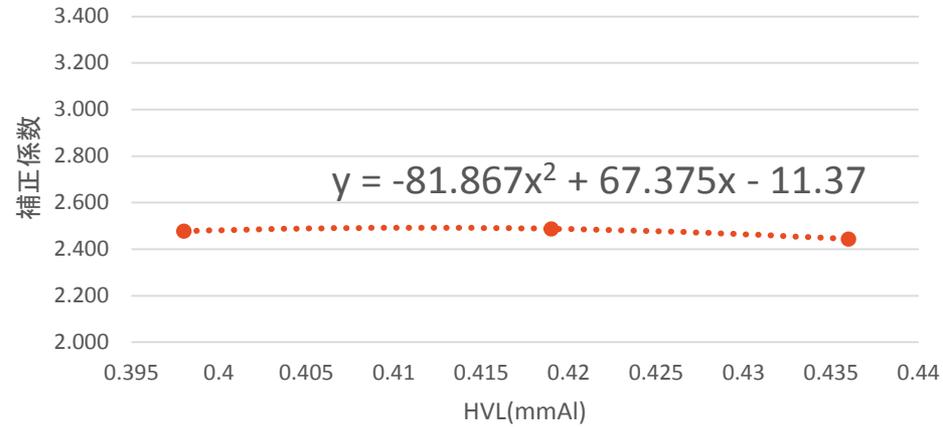
Mo-Rh 302M



Mo-Mo 352M



Mo-Rh 352M



結果(補正後)

Mo-Mo		chamber	302M	352M	302M	352M	302M	352M
depth(mm)		dose(mGy)			error(%)		Δ mGy	
26kV	0	8.692	8.693	8.691	0%	0%	0.000	-0.001
	10	3.138	3.939	3.821	26%	22%	0.801	0.683
	20	1.408	1.823	1.909	30%	36%	0.415	0.501
	30	0.623	0.839	0.938	35%	51%	0.216	0.315
	40	0.282	0.425	0.537	50%	90%	0.142	0.254
28kV	0	11.434	11.434	11.432	0%	0%	0.000	-0.002
	10	4.365	5.354	5.082	23%	16%	0.988	0.717
	20	1.956	2.554	2.521	31%	29%	0.598	0.565
	30	0.897	1.239	1.236	38%	38%	0.342	0.339
	40	0.426	0.639	0.700	50%	64%	0.213	0.274
30kV	0	14.512	14.512	14.509	0%	0%	0.000	-0.002
	10	5.795	6.757	6.922	17%	19%	0.962	1.127
	20	2.653	3.377	3.445	27%	30%	0.724	0.793
	30	1.244	1.650	1.731	33%	39%	0.406	0.487
	40	0.599	0.852	0.891	42%	49%	0.253	0.291

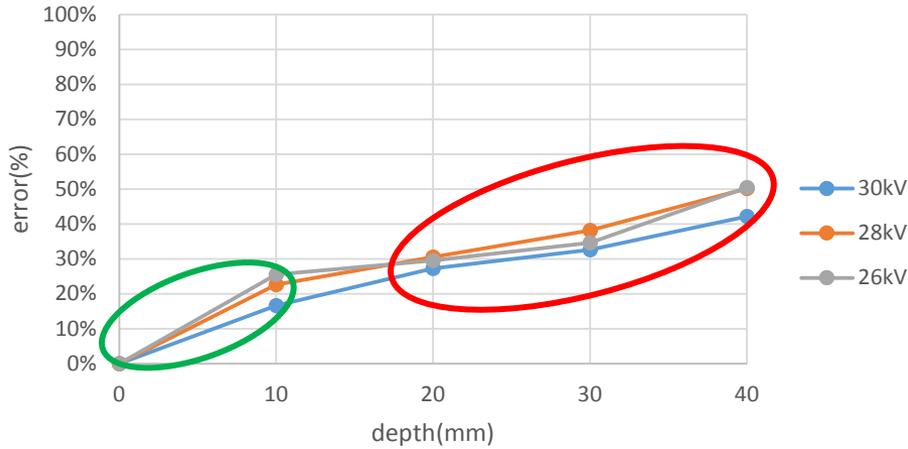
結果(補正後)

Mo-Rh	chamber	302M	352M	302M	352M	302M	352M	
depth(mm)	dose(mGy)			error(%)		Δ mGy		
26kV	0	6.814	6.813	6.813	0%	0%	-0.001	0.000
	10	2.782	3.317	3.157	19%	13%	0.535	0.375
	20	1.347	1.724	1.582	28%	17%	0.377	0.235
	30	0.638	0.852	0.856	34%	34%	0.214	0.218
	40	0.308	0.481	0.564	56%	83%	0.173	0.256
28kV	0	9.141	9.140	9.140	0%	0%	-0.001	-0.001
	10	3.899	4.571	4.440	17%	14%	0.672	0.541
	20	1.872	2.365	2.299	26%	23%	0.493	0.427
	30	0.916	1.193	1.227	30%	34%	0.277	0.311
	40	0.458	0.606	0.676	32%	48%	0.148	0.218
30kV	0	11.720	11.719	11.719	0%	0%	-0.001	-0.001
	10	5.155	6.030	5.760	17%	12%	0.875	0.605
	20	2.519	3.173	3.064	26%	22%	0.654	0.545
	30	1.244	1.649	1.586	33%	28%	0.405	0.342
	40	0.629	0.856	0.859	36%	37%	0.227	0.230

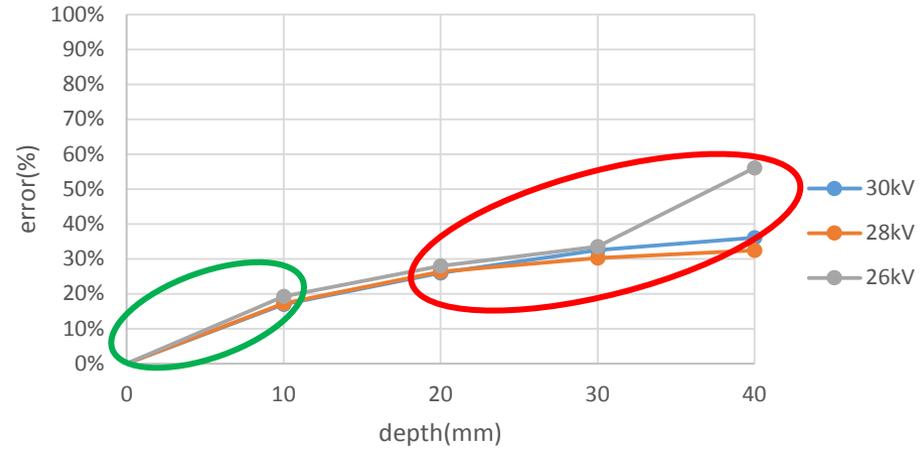
average \pm SD 0.36 \pm 0.28(mGy)

吸収線量の誤差(%)グラフ

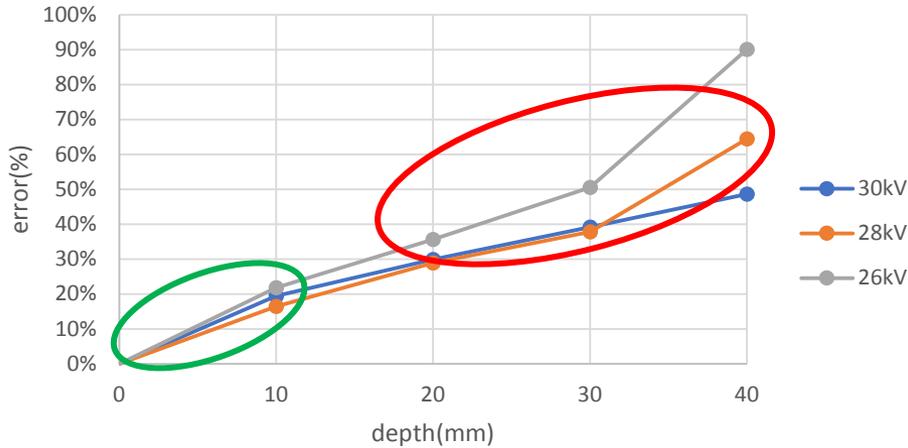
Mo-Mo 302M



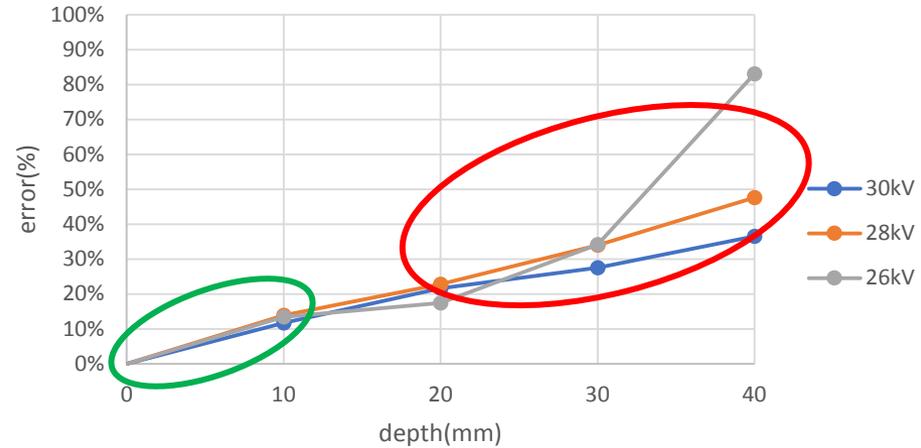
Mo-Rh 302M



Mo-Mo 352M

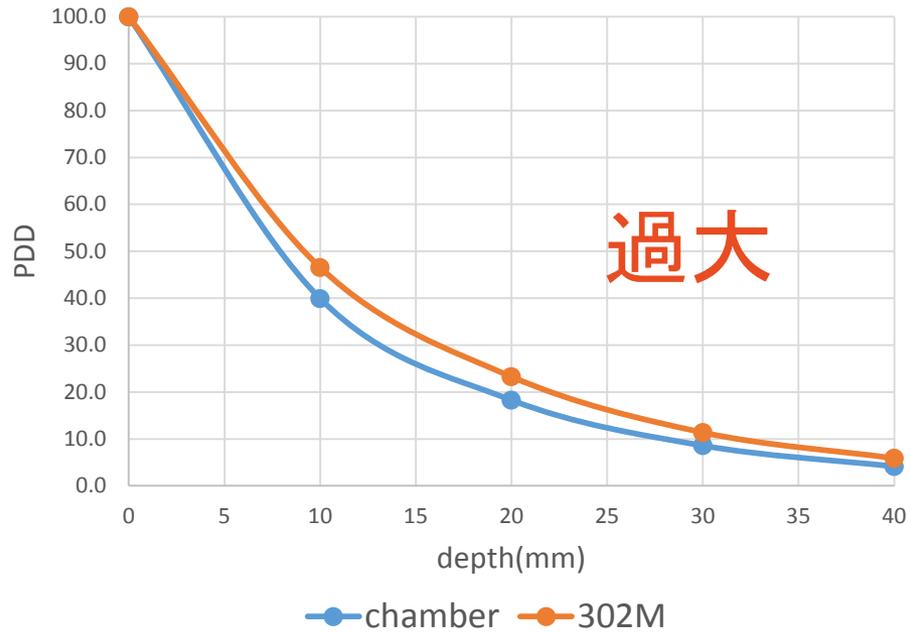


Mo-Rh 352M

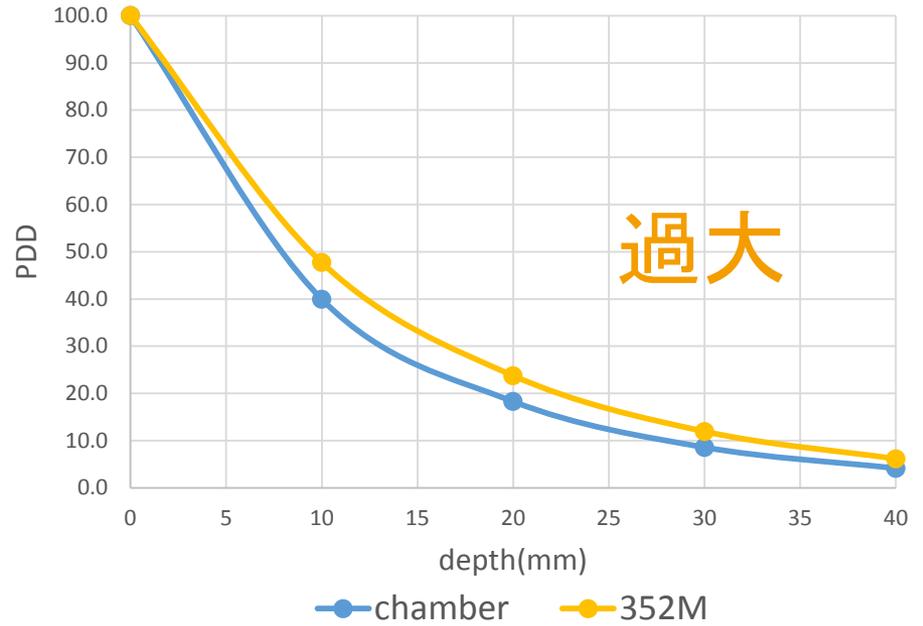


PDDの比較

Mo-Mo 30kV

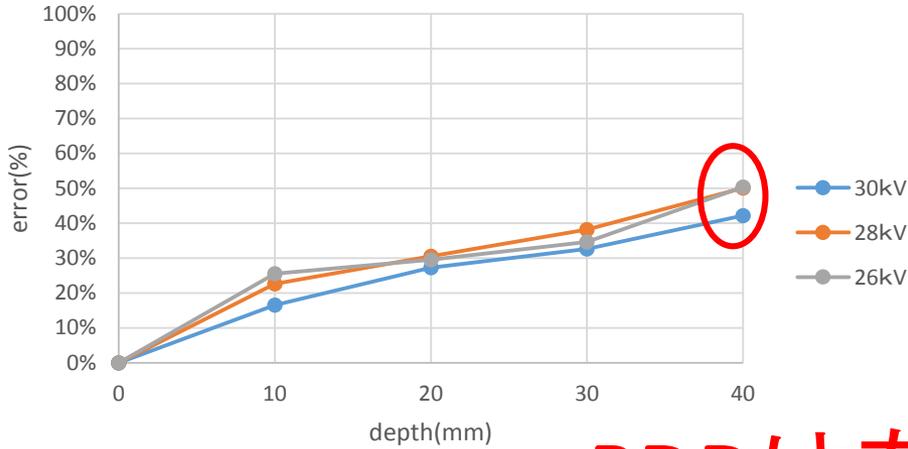


Mo-Mo 30kV

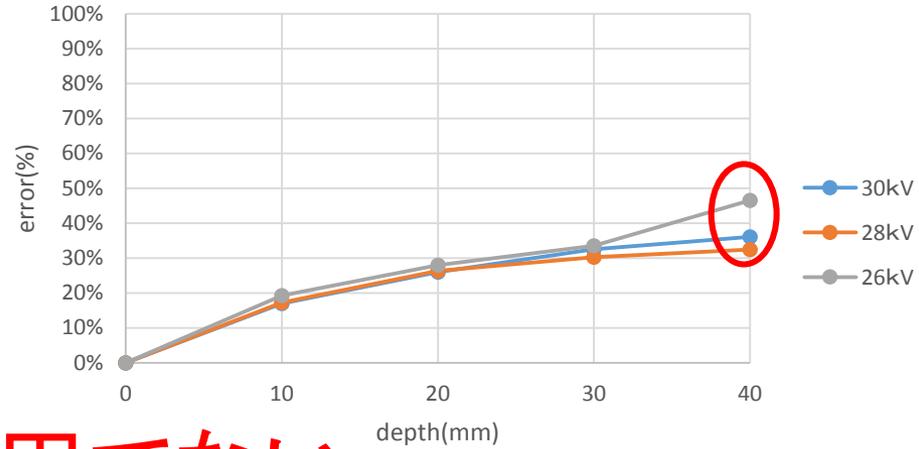


PDDの誤差(%)グラフ

Mo-Mo 302M

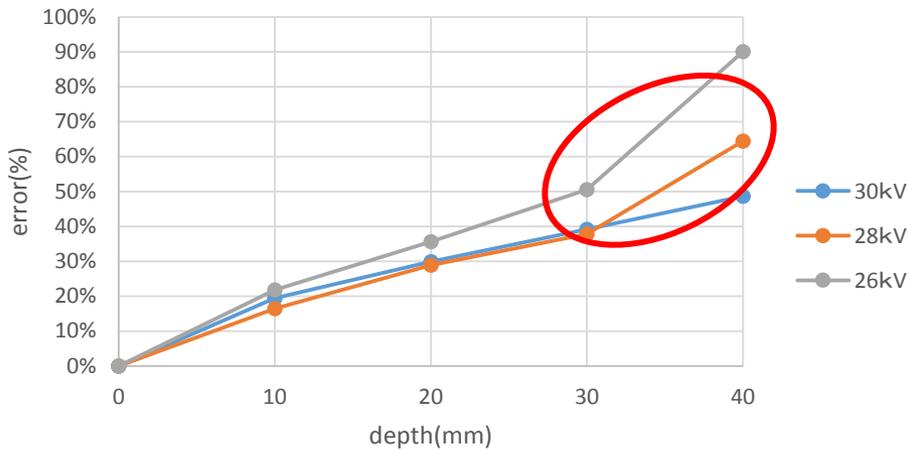


Mo-Rh 302M

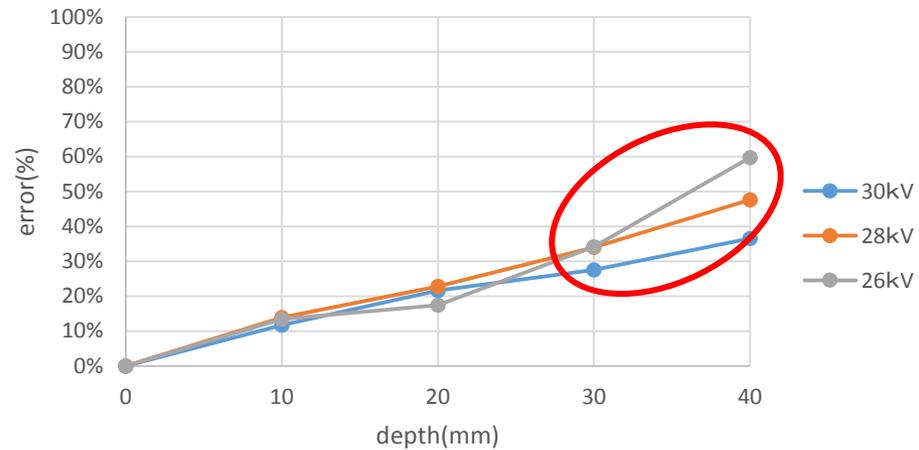


PDDは有用でない

Mo-Mo 352M

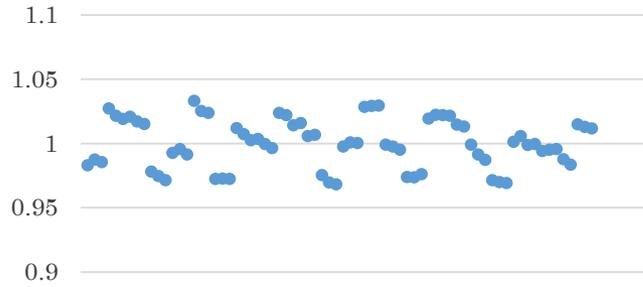


Mo-Rh 352M

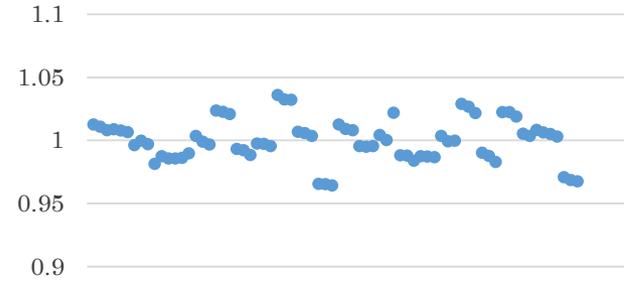


GDのばらつき評価

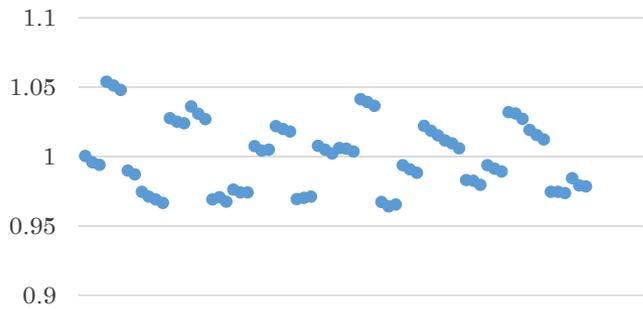
302M 表面 CV: 1.8%



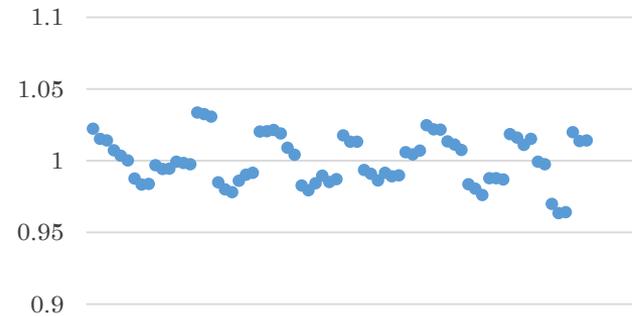
302M 10mm CV: 1.6%



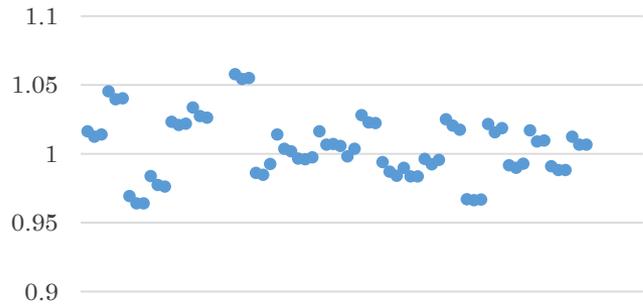
302M 20mm CV: 2.4%



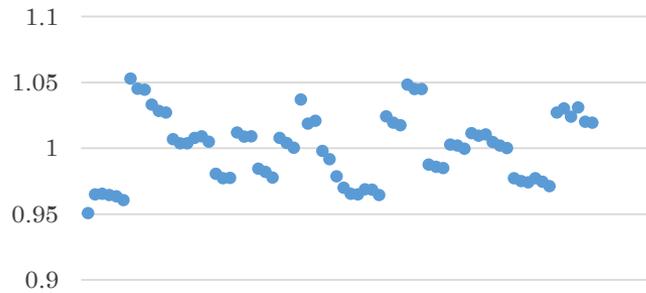
302M 30mm CV: 1.6%



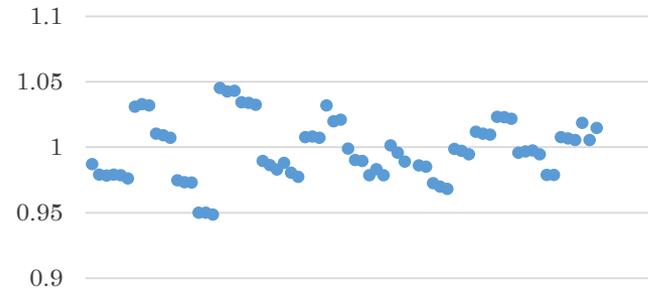
302M 40mm CV: 2.5%



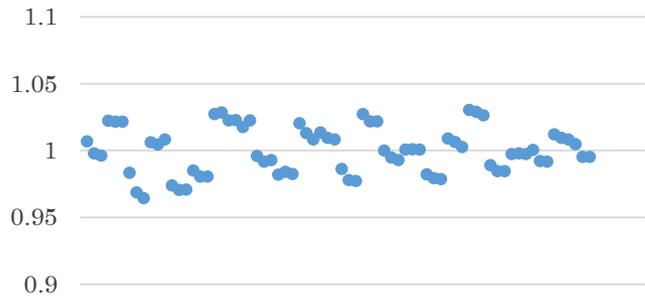
352M 表面 CV : 2.3%



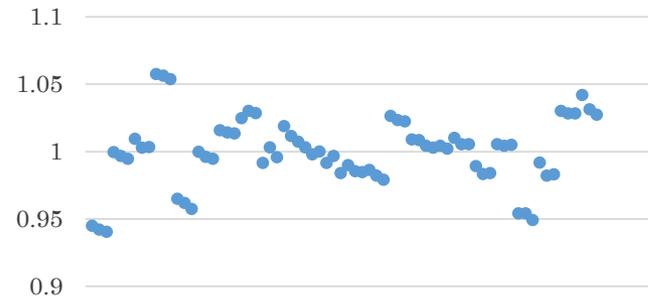
352M 10mm CV : 2.5%



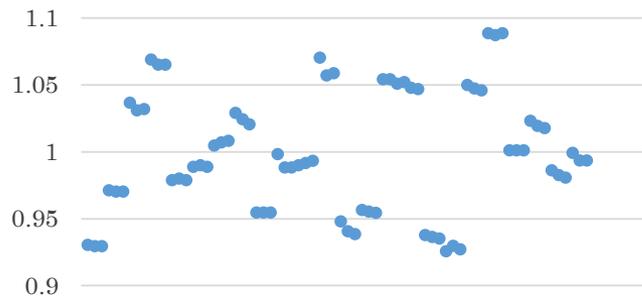
352M 20mm CV : 1.6%



352M 30mm CV : 2.2%

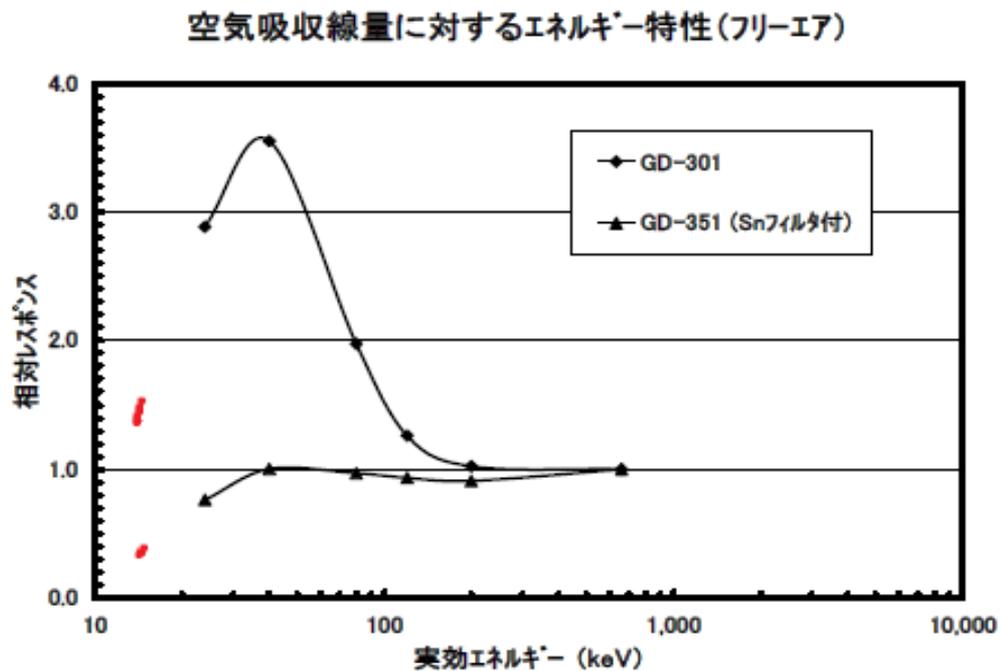


352M 40mm CV : 4.1%



ばらつき ±5%以内
CV 3%以内
(352M 40mm除く)

旭硝子社のエネルギー特性に実験値を加えたグラフ



- 今回の実験値

考察

- GDは線質依存性が大きい
 - 管電圧変化による線質硬化 → 補正可能
 - ファントムの深度による線質硬化 → 補正できず
- 深部吸収線量の吸収線量差は 0.36 ± 0.28 mGy以内
 - 正確なPDD評価には有用でない
- 乳房撮影領域でも相対レスポンスは急峻

まとめ

乳房撮影領域では

- 補正係数の考慮により、302M・352Mのどちらでも表面吸収線量の測定が可能
- 深部での線量乖離割合は大きくなるが、概ねの吸収線量測定であれば可能
- PDD評価は有用でない

ご清聴ありがとうございました