

蛍光ガラス線量計を用いた放射線治療時における 照射範囲外への被ばく線量に関する研究

大阪大学医学部保健学科 放射線技術科学専攻

05C13010 岡崎 貴大

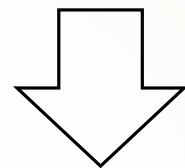
指導教員

松本光弘准教授

【背景】

放射線治療等の発達により生存期間が延長

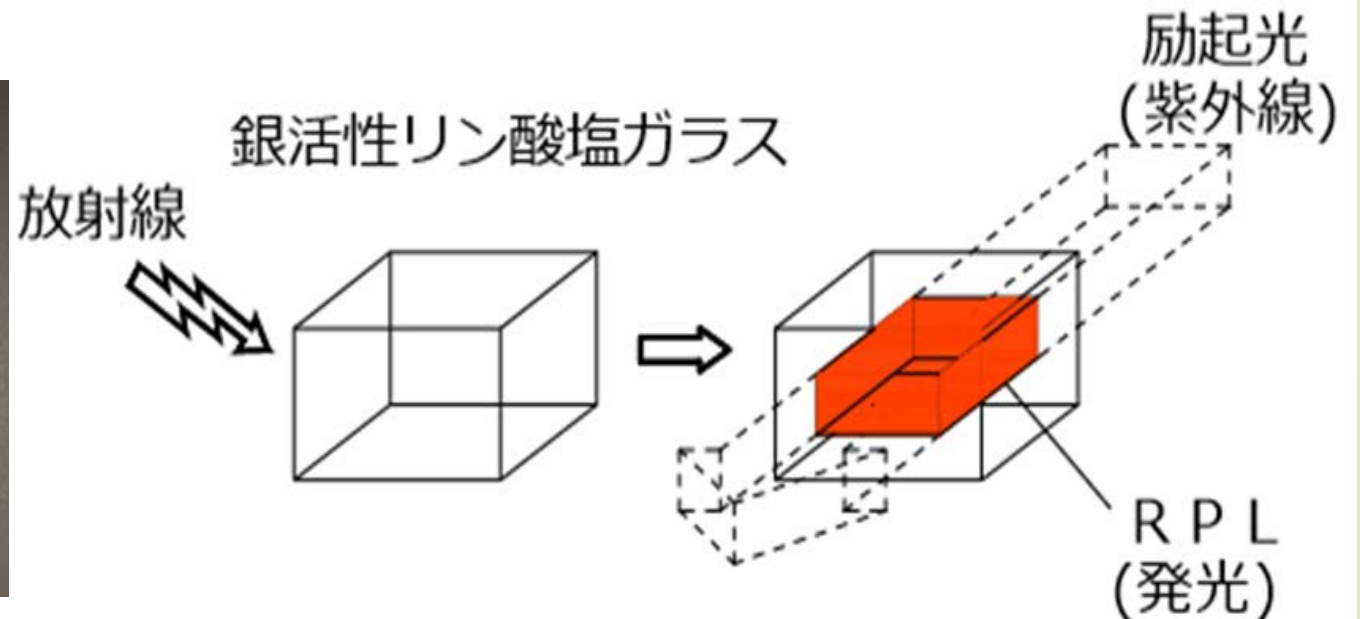
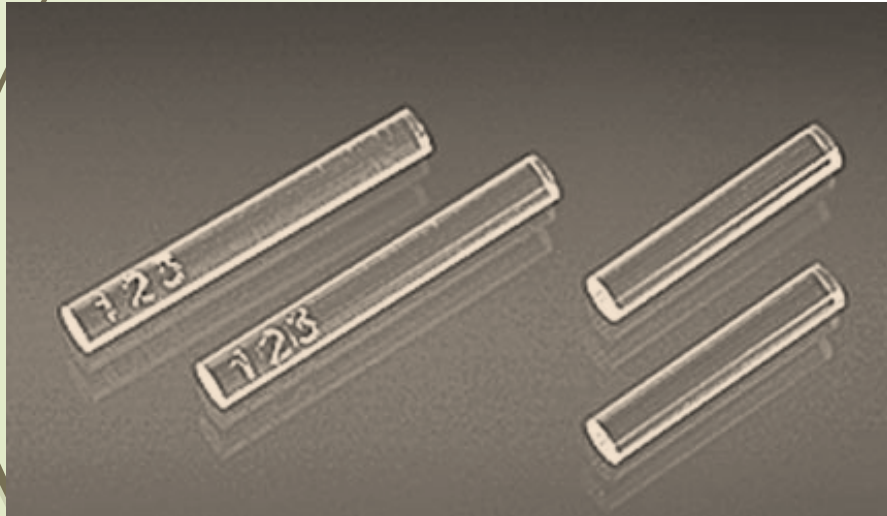
⇒ **二次発癌**発症の頻度も増加



照射範囲外の正常組織への被ばく？
(散乱線など)

【目的】

蛍光ガラス線量計（GD-302M 旭ガラス社製：以下、GD）は、RPL現象での発光量を利用した固体線量計である。今回、リニアック治療時における照射範囲外への被ばく線量についてGDを用いて実測した。



【使用器具】

- ・ リニアック治療装置 (ARTISTE、SIEMENS社製：大阪大学医学部附属病院)
- ・ 治療計画装置 (Raystation、Ray Search Laboratories社製、collapsed cone v3.1)
- ・ 蛍光ガラス線量計・小型素子システム Dose Ace (AGCテクノグラス株式会社)

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-M151

アニールマガジン FGD-C101

アニール用電気炉 NEW-1CT

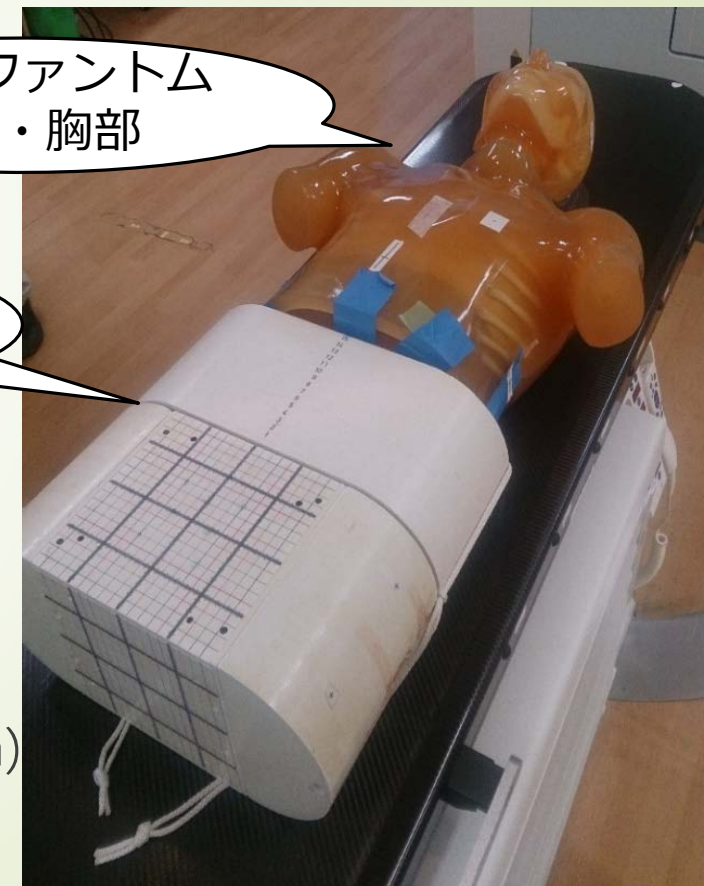
プレヒート用恒温器 DKN-302

プレヒートトレイ FGD-C102

- ・ 撮影用ファントム
(頭部：18cm×26cm×23cm、胸部：48cm×40cm×20cm)
- ・ I'mRTファントム
(腹部：37cm×16cm×18cm、骨盤部：37cm×18cm×18cm)
- ・ 自作棒状ファントム

撮影用ファントム
頭部・胸部

I'mRTファントム



【実験準備】

事前にファントムをCT撮影し、治療計画装置Raystation (以下、RTP s) により左側乳房温存接線照射および中咽頭癌IMRT照射の治療計画を立てた。

乳房温存接線照射はPTVに2Gy、接線対向二門照射 (124° 、 300°) とした。

中咽頭IMRTはPTVに2 Gy, 5門照射 (0° 、 51° 、 102° 、 153° 、 207° 、 258° 、 309°)、Step & shoot方式でセグメント総数79、総MU値32,445とした。

(放射線部、小田医学物理士)

【方法】

RTP s で計画した照射条件下で、水晶体他の部位における被ばく線量をGDにより実測した。

以下のスライドに示す評価点にGDを3本ずつ設置した。

リニアック (ARTISTE) 6MV X線を用い、1回線量を照射した。測定は、各々について2セット行い平均値で評価した。

(放射線部、井ノ上主任技師)



評価点

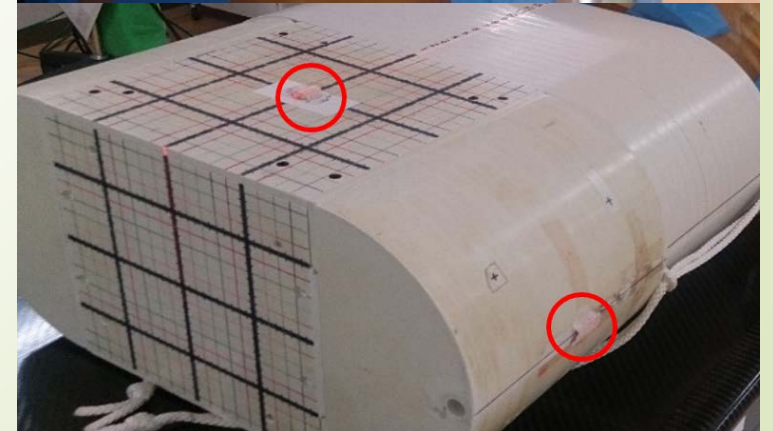
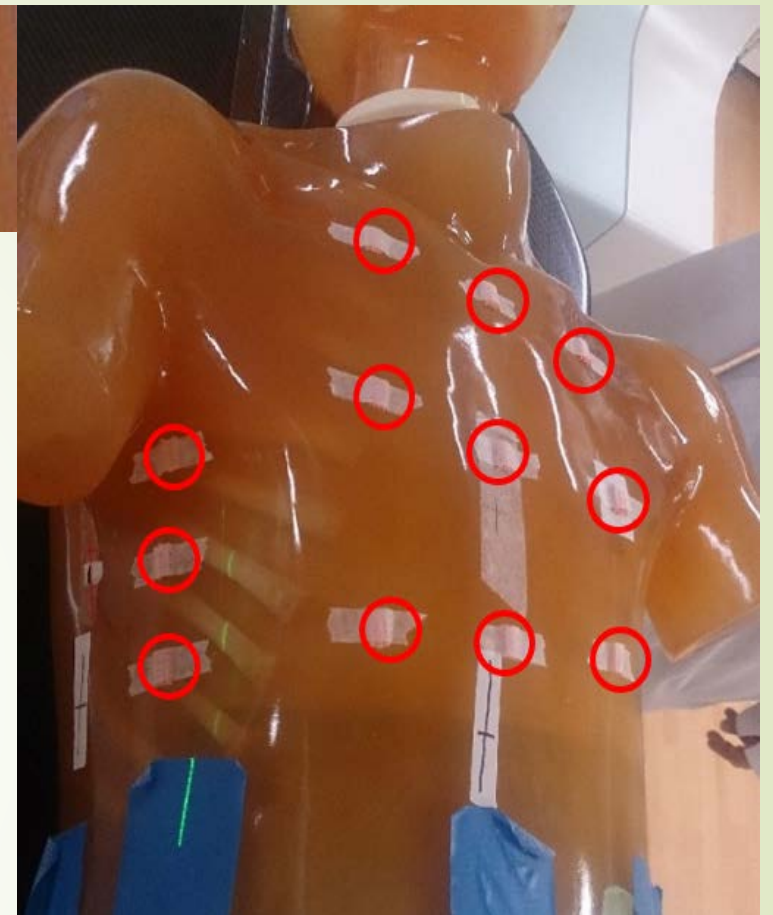
乳房温存接線照射

①表面線量評価

- ・ 左右水晶体
- ・ 検側、被検側乳房
- ・ 縦隔
- ・ 被検側腋窩
- ・ 骨盤前後左右

②内部線量評価

- ・ 骨盤内左右(子宮位置相当)



評価点

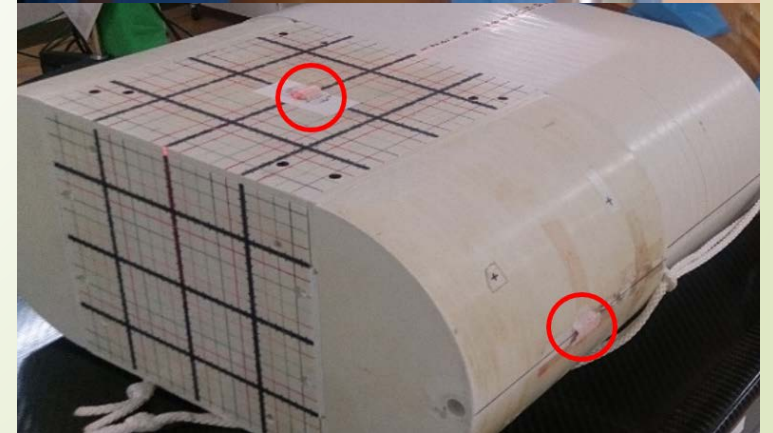
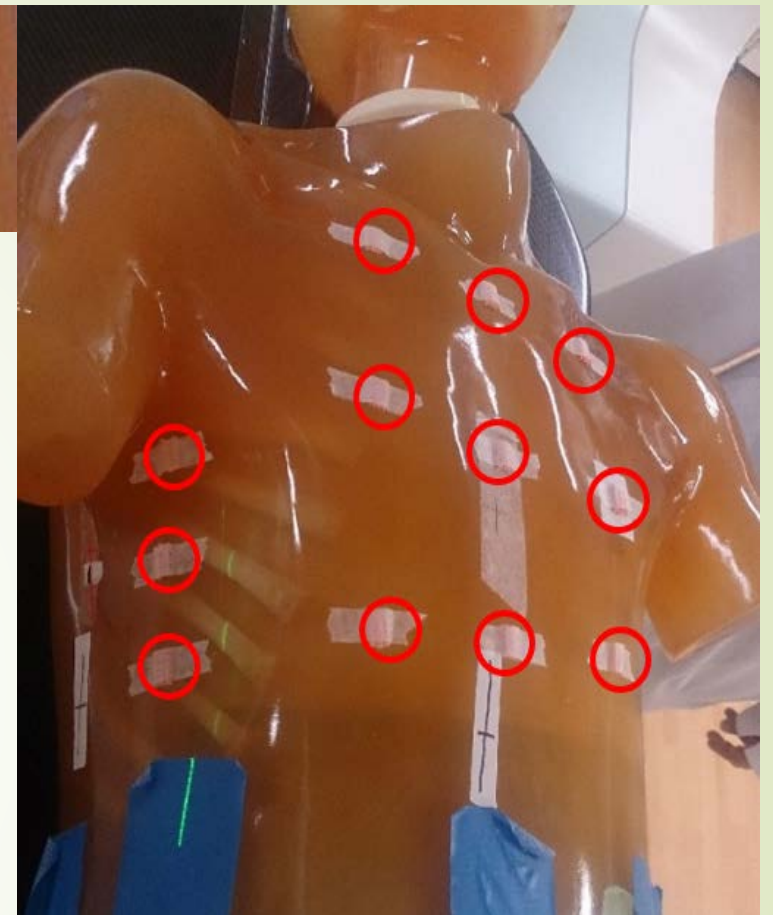
中咽頭癌IMRT

①表面線量評価・左右水晶体

- ・左右甲状腺
- ・左右乳房
- ・縦隔
- ・左右腋窩
- ・背中左右、中心
- ・骨盤前後左右

②内部線量評価

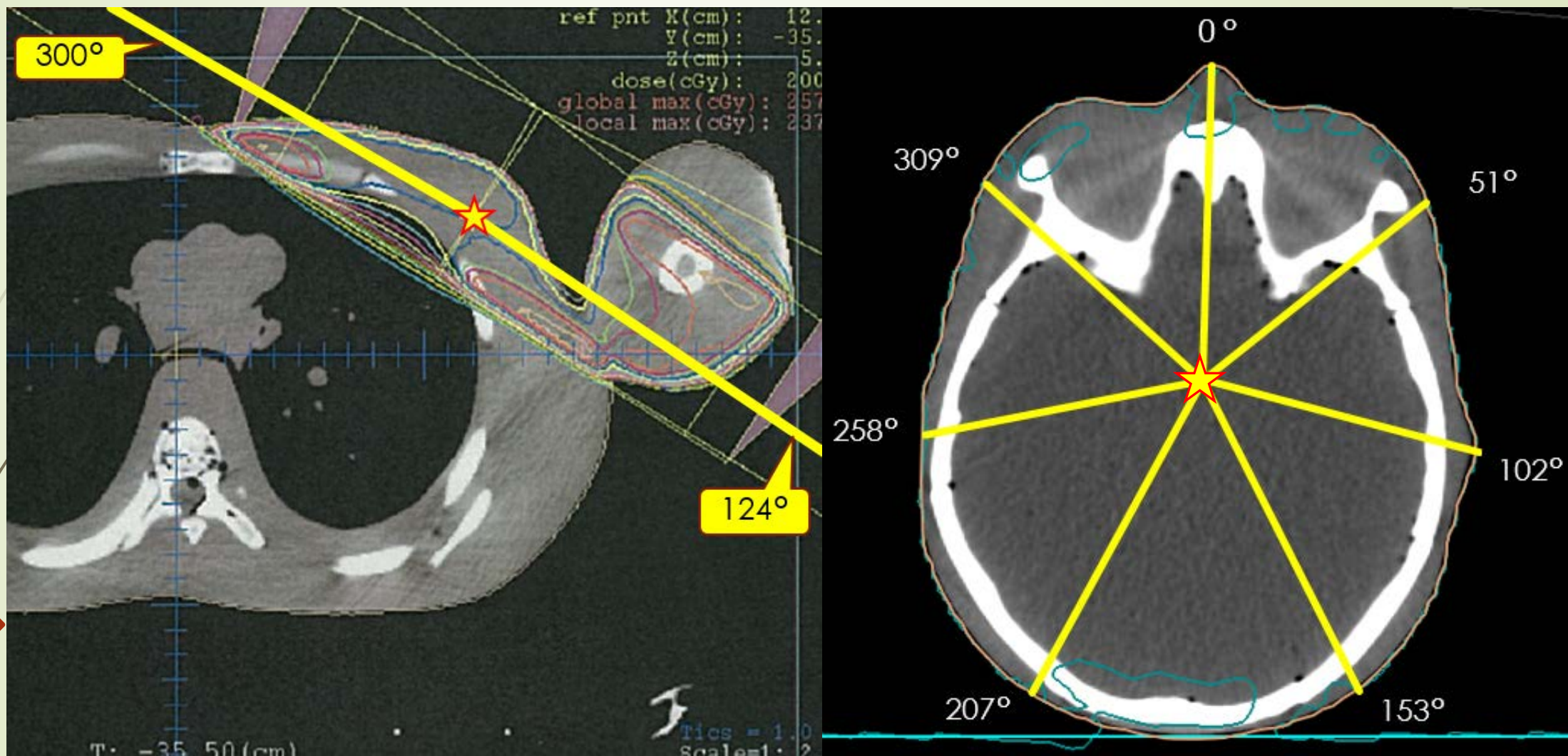
- ・骨盤内左右(子宮位置相当)



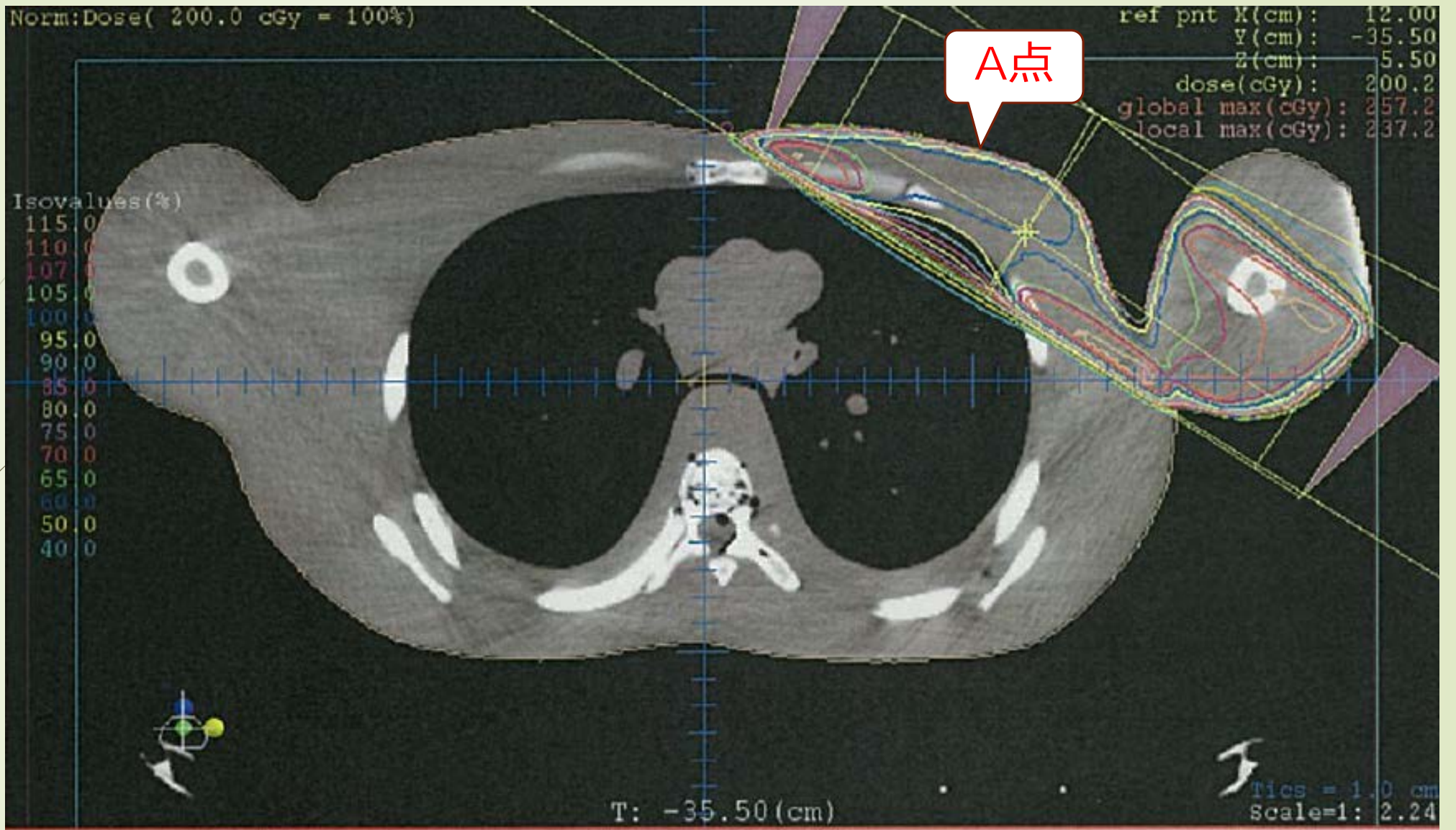
また、骨盤内左右に関しては、自作棒状ファントム内にGDを配置し(左図)、それをI'mRTファントム内中心(赤枠部)に挿入した。



RTP s による線量分布の一例

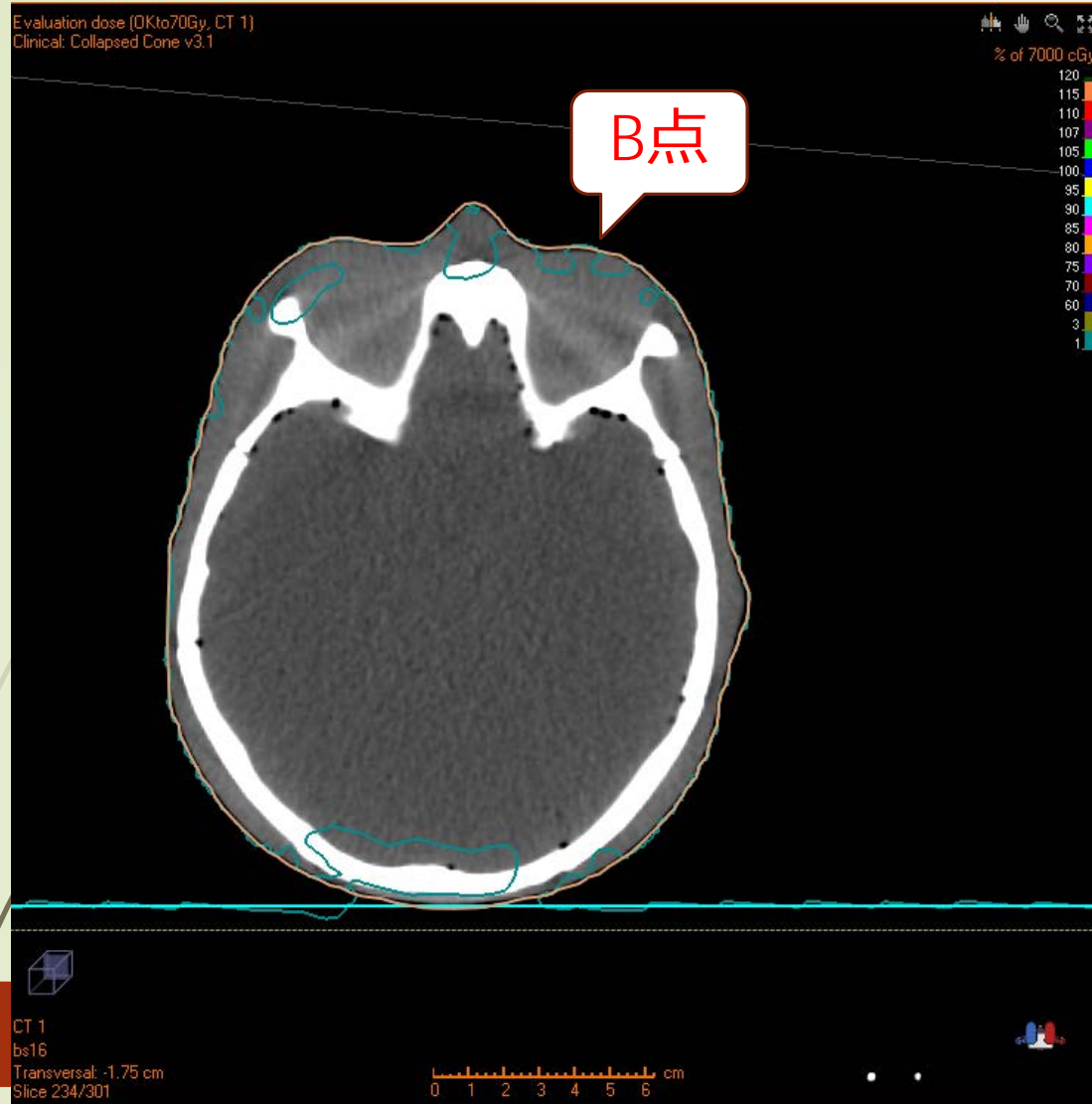


乳房温存接線照射および中咽頭癌IMRTのガントリ角度



乳房温存接線照射の線量分布(RTPs)

- ・ 検側乳房表面線量(A点) : 約30Gy



中咽頭癌IMRT

- 水晶体表面線量(B点) : 約1.5Gy
- 甲状腺付近表面線量(C点) : 約18Gy

【結果①】

1回照射での被ばく線量

※各評価点における①、②、③とは、①が頭側、②が中間、③が足側を示す。

骨盤中心部線量は、
乳房温存：約0.5mGy
中咽頭IMRT：約1.2mGy

表1 乳房温存接線照射		表2 中咽頭癌IMRT	
	1回線量(mGy)		1回線量(mGy)
左水晶体	4.98	左水晶体	38.05
右水晶体	4.88	右水晶体	36.98
検側乳房①	1227.72	左甲状腺	522.81
検側乳房②	1180.72	右甲状腺	583.52
検側乳房③	1502.11	左乳房①	29.98
被検側乳房①	38.59	左乳房②	10.48
被検側乳房②	53.14	右乳房①	31.5
被検側乳房③	33.04	右乳房②	11.57
縦隔①	330.74	縦隔①	32.88
縦隔②	183.9	縦隔②	12.76
縦隔③	93.2	左腋窩①	8.88
被検側腋窩①	10.51	左腋窩②	6.35
被検側腋窩②	12.2	右腋窩①	8.71
被検側腋窩③	10.39	右腋窩②	6.3
骨盤前部	1.27	左背中①	24.5
骨盤後部	0.53	左背中②	7.72
骨盤左側	1.92	中背中①	24.05
骨盤右側	0.5	中背中②	7.3
骨盤内左側	0.52	右背中①	22.17
骨盤内右側	0.5	右背中②	7.15
		骨盤前部	1.33
		骨盤後部	1.42
		骨盤左側	1.43
		骨盤右側	1.34
		骨盤内左側	1.21
		骨盤内右側	1.17

【結果②】 総線量での被ばく 線量

総線量とは、乳房温存接線照射では50Gy(25回照射)、中咽頭癌IMRTでは70Gy(35回照射)を患部に照射したものとして、1回線量にそれぞれ25および35を乗じて求めた。

骨盤中心部線量は、
乳房温存 : 約13mGy
中咽頭IMRT : 約40mGy

表3 乳房接線照射		表4 中咽頭癌IMRT	
	総線量 (mGy)		総線量 (mGy)
左水晶体	124	左水晶体	1332
右水晶体	122	右水晶体	1294
検側乳房①	30693	左甲状腺	18298
検側乳房②	29518	右甲状腺	20423
検側乳房③	37553	左乳房①	1049
被検側乳房①	965	左乳房②	367
被検側乳房②	1329	右乳房①	1103
被検側乳房③	826	右乳房②	405
縦隔①	8269	縦隔①	1151
縦隔②	4596	縦隔②	447
縦隔③	2330	左腋窩①	311
被検側腋窩①	263	左腋窩②	222
被検側腋窩②	305	右腋窩①	305
被検側腋窩③	260	右腋窩②	220
骨盤前部	32	左背中①	858
骨盤後部	13	左背中②	270
骨盤左側	48	中背中①	842
骨盤右側	13	中背中②	256
骨盤内左側	13	右背中①	776
骨盤内右側	12	右背中②	250
		骨盤前部	47
		骨盤後部	50
		骨盤左側	50
		骨盤右側	47
		骨盤内左側	42
		骨盤内右側	41

【結果③】 検証

RTPsの計算によると、

検側乳房(乳房接線照射) : 約30Gy

水晶体(中咽頭癌IMRT) : 約1.5Gy

甲状腺(中咽頭癌IMRT) : 約18Gy

GDによる測定線量

検側乳房(乳房接線照射) : 約30Gy

水晶体(中咽頭癌IMRT) : 約1.3Gy

甲状腺(中咽頭癌IMRT) : 約19Gy

**両者の測定値に
大きな差異なし**

表3 乳房接線照射

	総線量 (mGy)
左水晶体	124
右水晶体	122
検側乳房①	30693
検側乳房②	29518
検側乳房③	37553
被検側乳房①	965
被検側乳房②	1329
被検側乳房③	826
縦隔①	8269
縦隔②	4596
縦隔③	2330
被検側腋窩①	263
被検側腋窩②	305
被検側腋窩③	260
骨盤前部	32
骨盤後部	13
骨盤左側	48
骨盤右側	13
骨盤内左側	13
骨盤内右側	12

表4 中咽頭癌IMRT

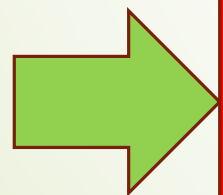
	総線量 (mGy)
左水晶体	1332
右水晶体	1294
左甲状腺	18298
右甲状腺	20423
左乳房①	1049
左乳房②	367
右乳房①	1103
右乳房②	405
縦隔①	1151
縦隔②	447
左腋窩①	311
左腋窩②	222
右腋窩①	305
右腋窩②	220
左背中①	858
左背中②	270
中背中①	842
中背中②	256
右背中①	776
右背中②	250
骨盤前部	47
骨盤後部	50
骨盤左側	50
骨盤右側	47
骨盤内左側	42
骨盤内右側	41

【考察①】

骨盤内の1回線量

乳房温存接線照射 : 約0.5mGy

中咽頭癌IMRT : 約1.2mGy



総MU値

照射野

照射方向

による違い

【考察②】 総線量

- 乳房温存接線照射における被検側乳房が約1Gyの被ばく

二次発癌の可能性

- 中咽頭癌IMRTにおける水晶体が約1.3Gyの被ばく

放射線白内障
発症の可能性

【考察③】 総線量

子宮線量（骨盤内線量）に関して、

乳房温存接線照射：約12mGy

中咽頭癌IMRT：約42mGy



※参考
骨盤部CT撮影の子宮線量
・・・平均約25mGy

妊娠の可能性のある女性でも
大きな影響はないと考えられる

【結論①】

- GDの測定値とRTPsの計算結果を比較すると、両者ともそれほど乖離したデータではない。
その結果より、今回のGDの測定精度はGDの不確かさの範囲と推察される。

【結論②】

- ・子宮線量は、中咽頭癌IMRTの1回線量で骨盤部一般撮影レベル¹⁾、総線量でも骨盤部CT撮影レベル²⁾であった。

	1回照射	総線量	一般撮影	骨盤CT
乳房温存照射	0.5	12.5	1.2	30
中咽頭IMRT	1.2	41.5		


[mGy]

1) A-P方向の胎児被ばく線量で約1.2mGy

(H19年度卒業研究、牧淳子より)

2) CTDI用ファントムにおける中心線量で15～32mGy

(H25年度卒業研究、大岩恵里香より)



【謝辞】

大阪大学医学部附属病院放射線部

井ノ上 主任技師

小田 医学物理士・技師

ご清聴ありがとうございました