

# 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



○岡崎貴大・大森望未

大阪大学大学院 医学系研究科

松本光弘

大阪大学医学部附属病院 医療技術部放射線部門

井ノ上信一



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

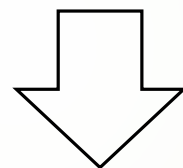
公益社団法人  
日本放射線技術学会(JSRT)  
近畿支部 第60回学術大会

## 【背景・目的】

発癌の若年化・出産の高齢化

⇒ 後に妊娠・出産を控える可能性

放射線治療患者も増加



生殖腺への被ばく影響

⇒ 蛍光ガラス線量計(GD)を用いて実測

# 【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

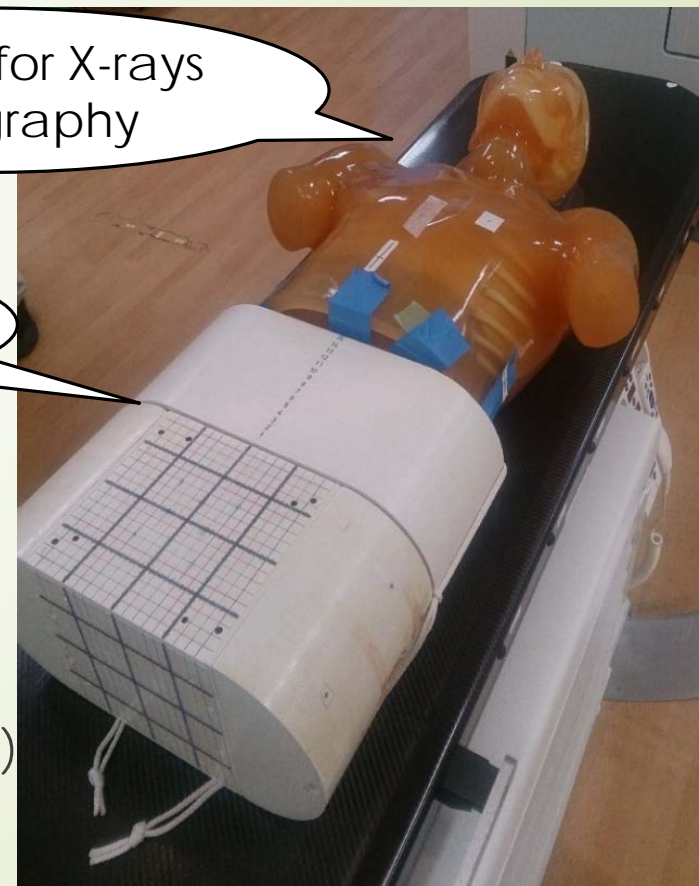
プレヒート用恒温器 DKN-302

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

Phantom for X-rays  
photography

I'mRT Phamtom



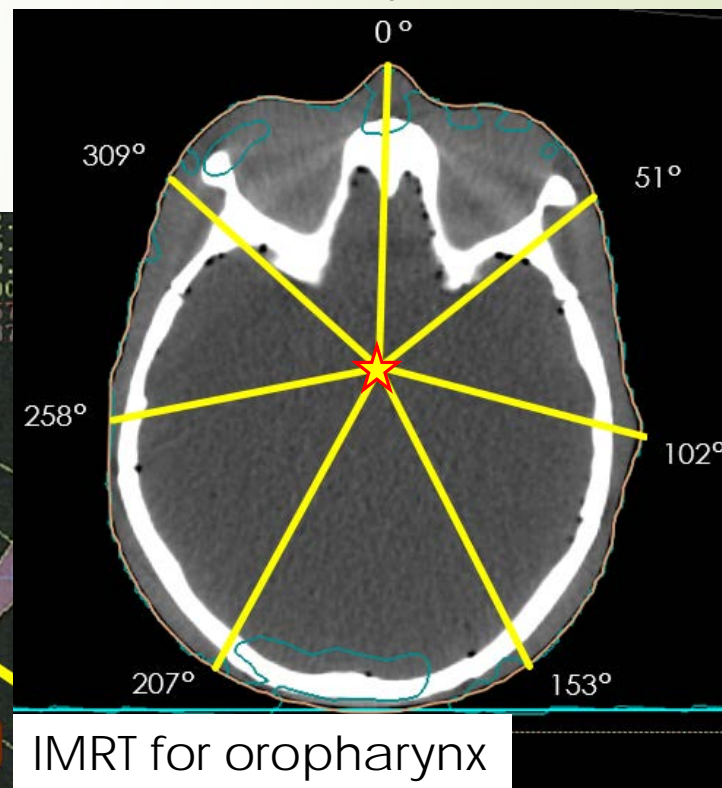
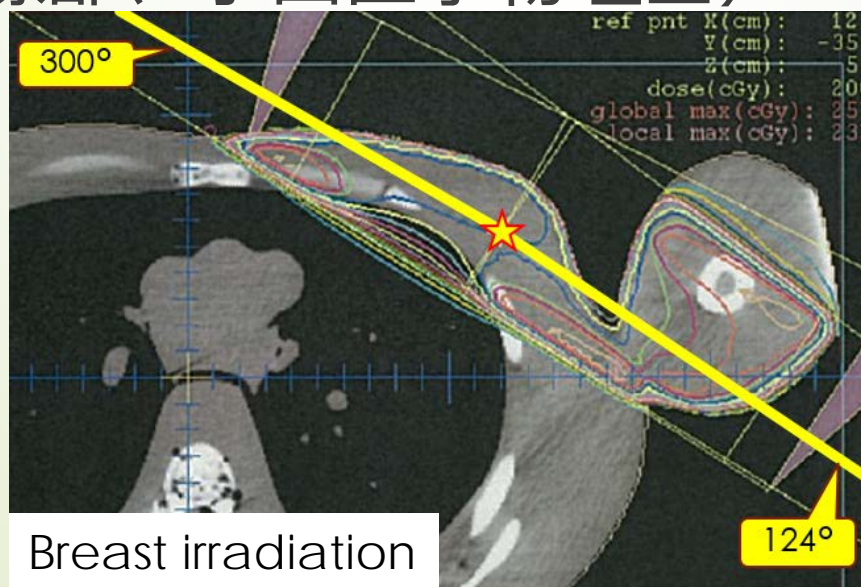


# 【実験準備】

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

乳房温存接線照射はPTVに2Gy、接線対向二門照射とし、中咽頭IMRTはPTVに2Gy、7門照射、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】

RTPs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、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)



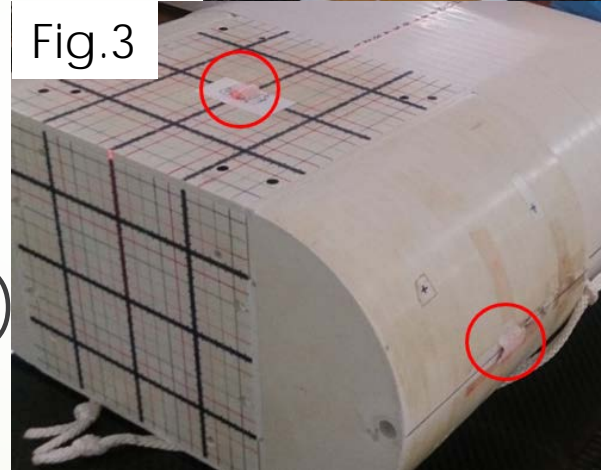
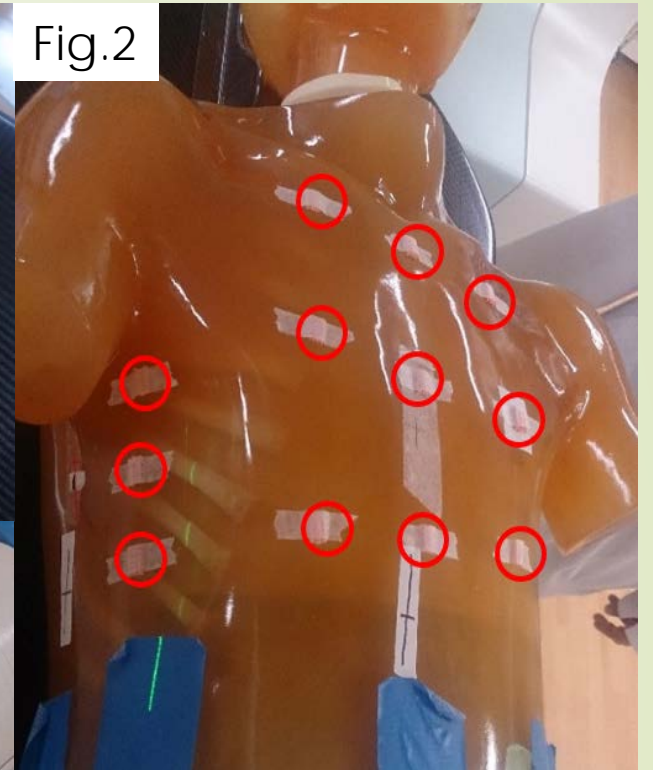


## 【評価点】

### 乳房温存接線照射

#### ①表面線量評価

- ・ 左右水晶体(Fig.1)
- ・ 検側・被検側乳房(Fig.2)
- ・ 縦隔(Fig.2)
- ・ 被検側腋窩(Fig.2)
- ・ 骨盤前後左右(Fig.3)



#### ②内部線量評価

- ・ 骨盤内左右(生殖腺位置相当)(Fig.4)

## 【評価点】

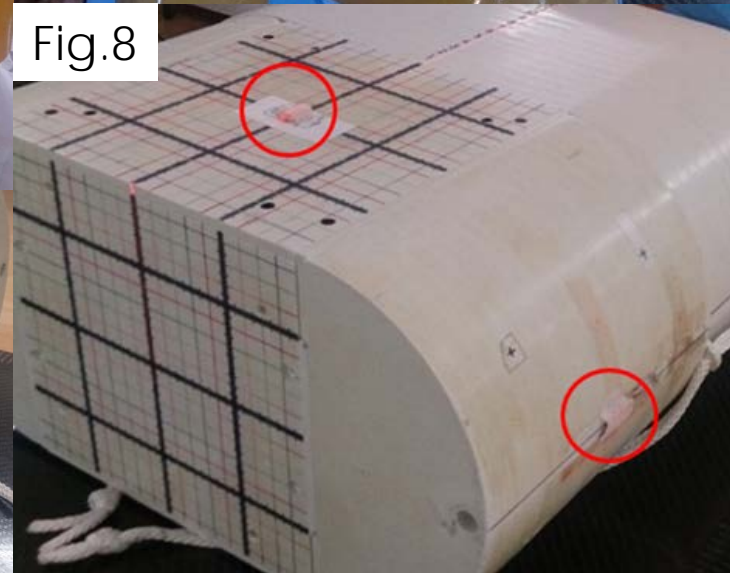
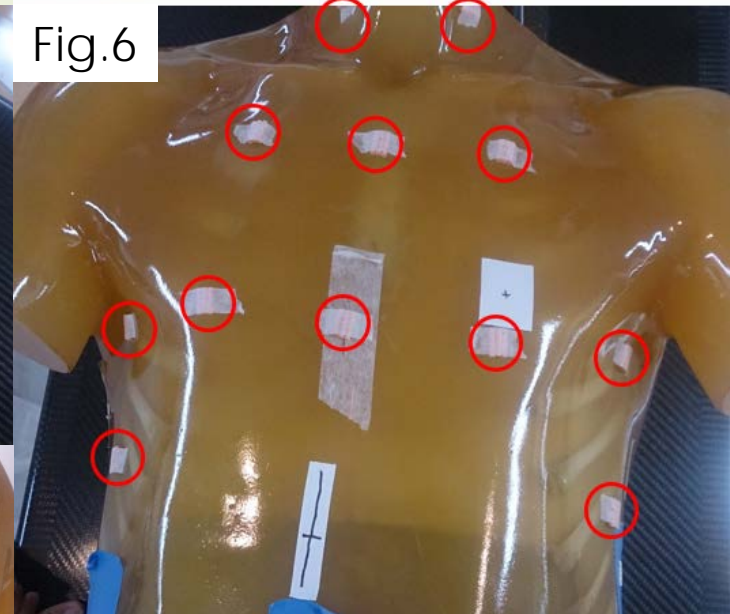
### 中咽頭癌IMRT

#### ①表面線量評価

- ・左右水晶体(Fig.5)
- ・左右甲状腺(Fig.6)
- ・左右乳房(Fig.6)
- ・縦隔(Fig.6)
- ・左右腋窩(Fig.6)
- ・背中左右、中心(Fig.7)
- ・骨盤前後左右)(Fig.8)

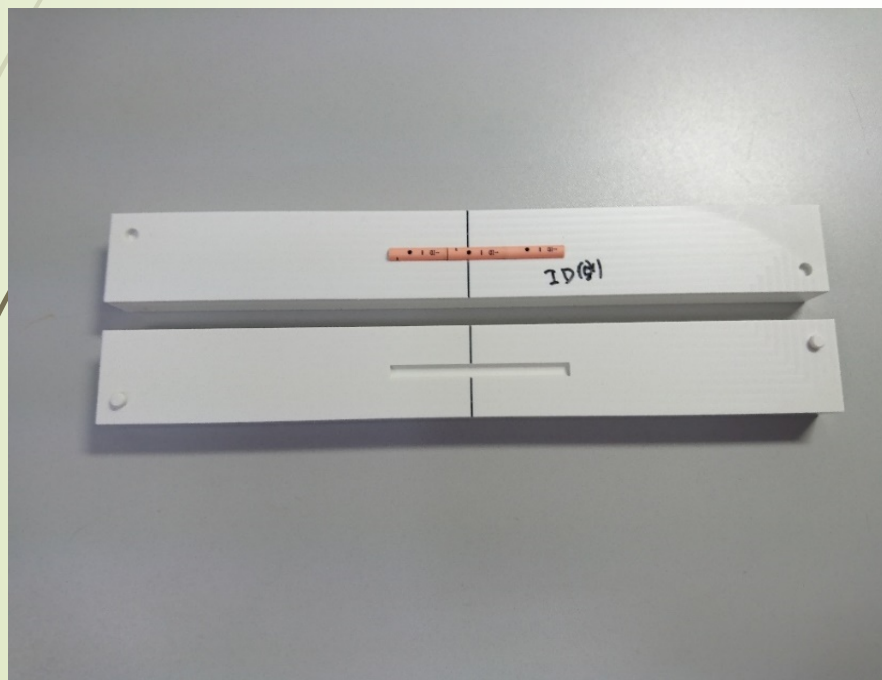
#### ②内部線量評価

- ・骨盤内左右(生殖腺位置相当) )(Fig.9)





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1'mRTファントム内中心(赤枠部)に挿入した(右図)。



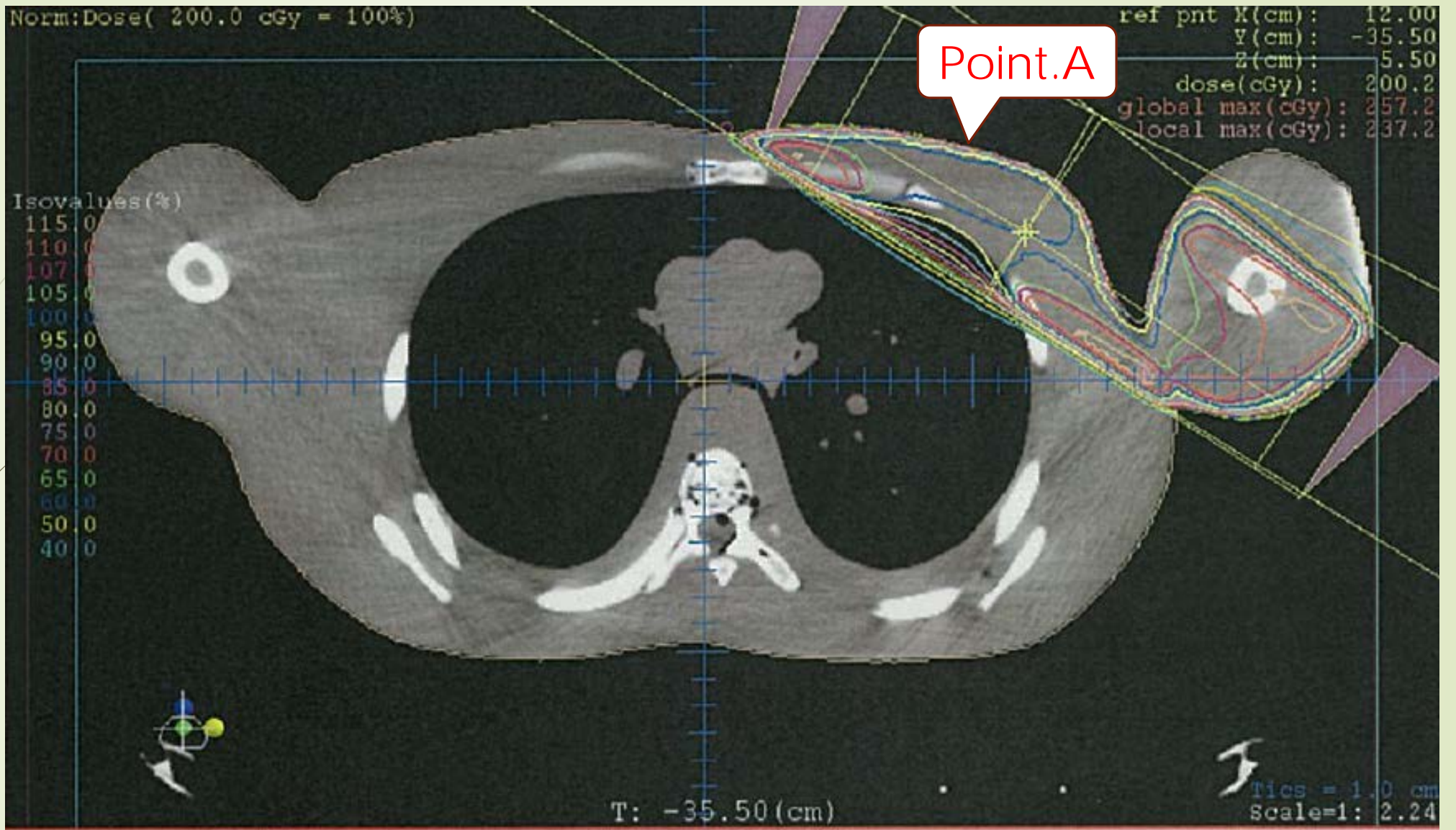


Fig.10 dose distribution of Breast irradiation (RTPs)  
・ 検側乳房表面線量(point.A) : 約30Gy



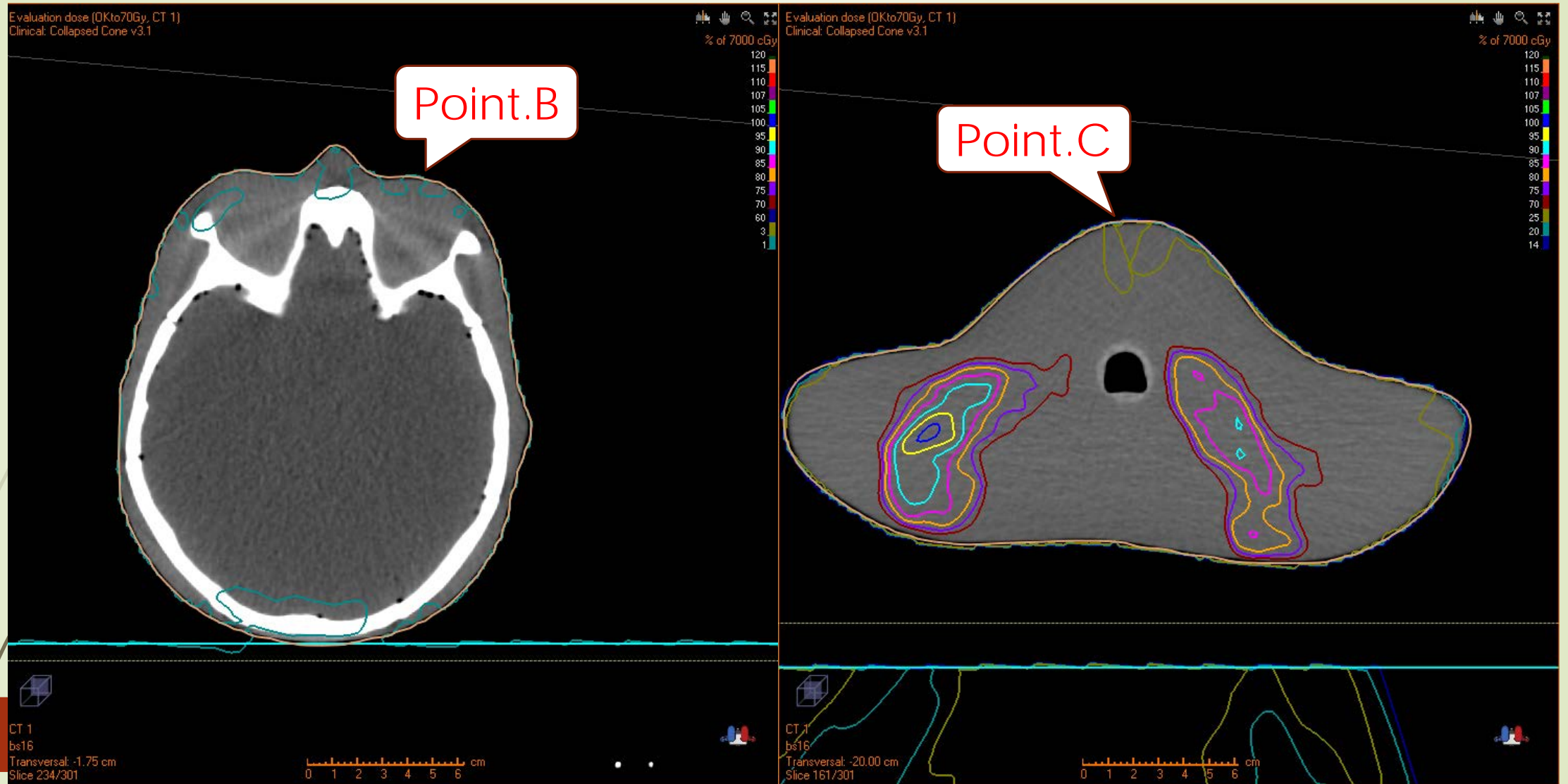


Fig.11 dose distribution of IMRT for oropharynx (RTPs)

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

骨盤中心線量は、  
 乳房温存接線照射：約0.5mGy  
 中咽頭癌IMRT：約1.2mGy

Table1 Breast irradiation Table2 IMRT for oropharynx

	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。

骨盤中心線量は、  
乳房温存接線照射：約13mGy  
中咽頭癌IMRT：約40mGy

Table3 Breast irradiation Table4 IMRT for oropharynx

	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

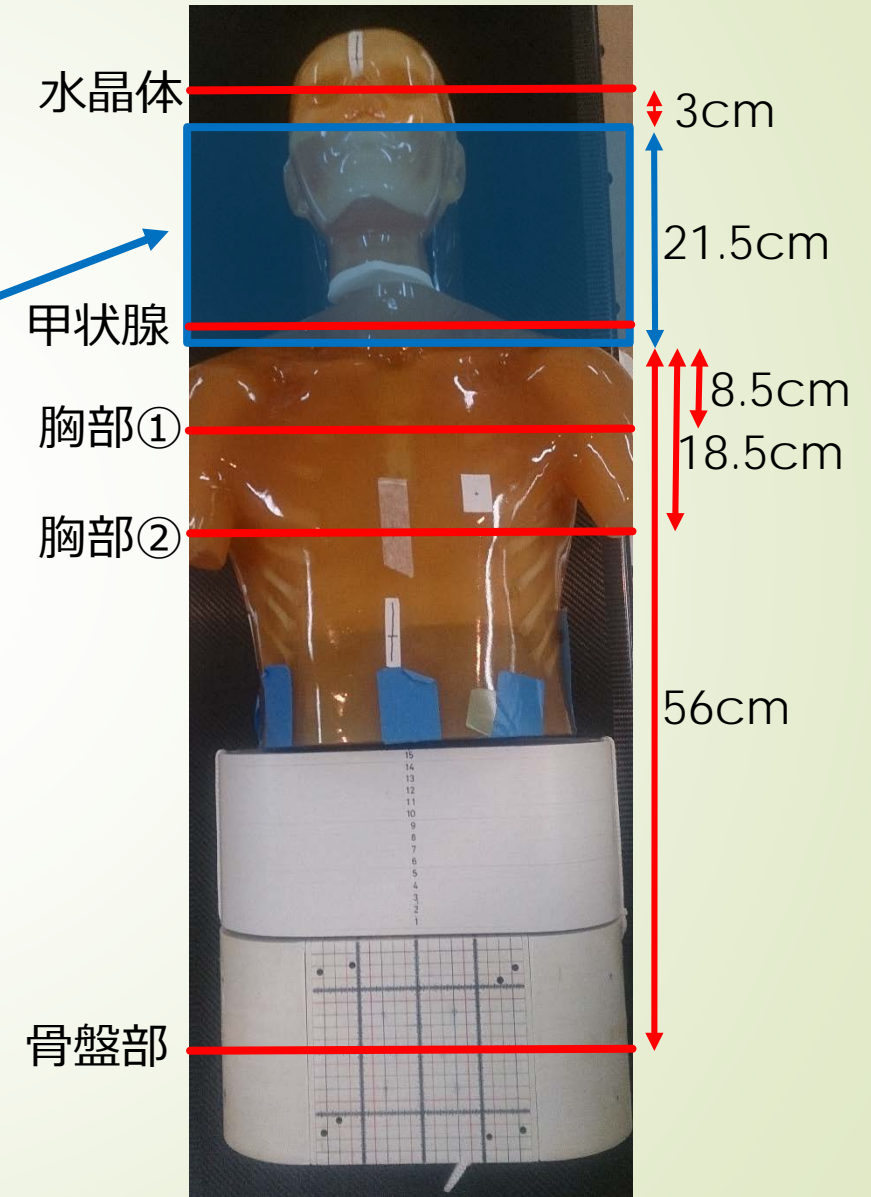
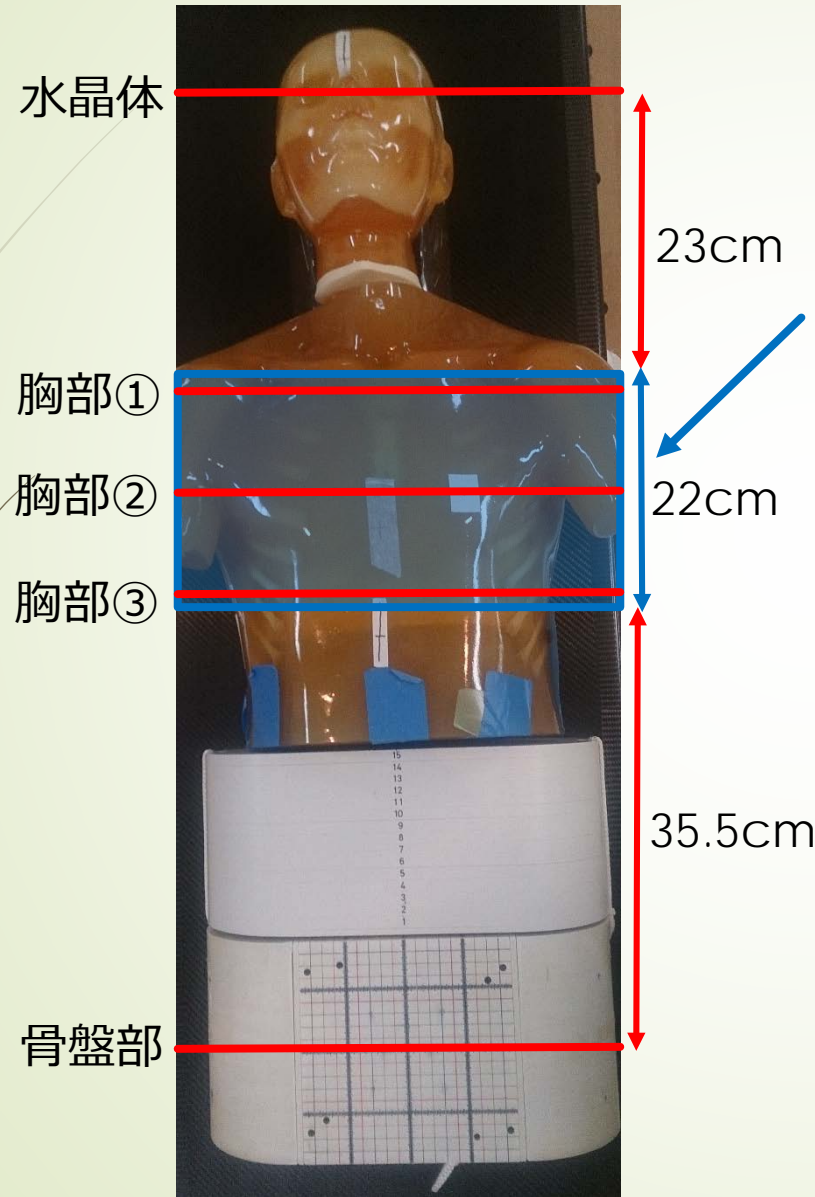
## 【結果③】 検証

	RTPs(mGy)	GD(mGy)
検側乳房 (乳房温存接線照射)	30	30
水晶体 (中咽頭癌IMRT)	1.5	1.3
甲状腺 (中咽頭癌IMRT)	18	19

**両者の測定値に  
大きな差異なし**

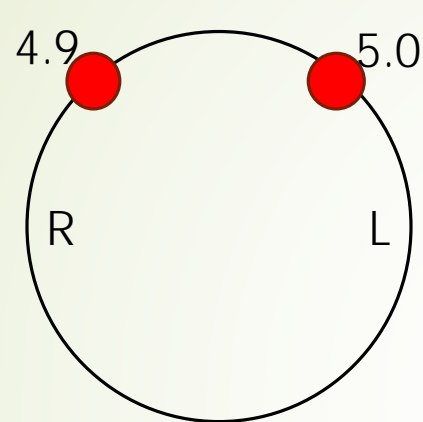


# 照射野・評価点間の距離(左:乳房温存、右:中咽頭癌IMRT)

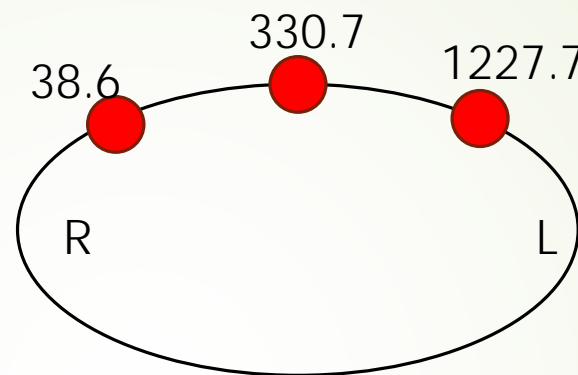


# 乳房温存接線照射1回線量(mGy)

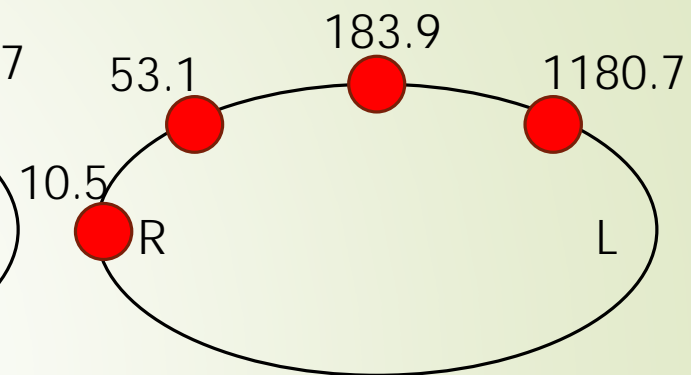
※( )内は照射野端からの距離を示す。



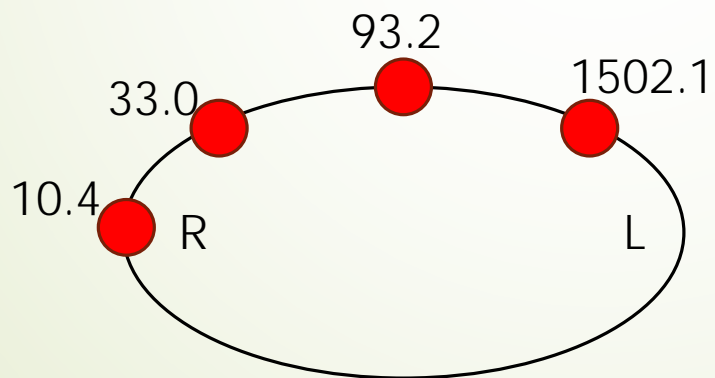
水晶体(23cm)



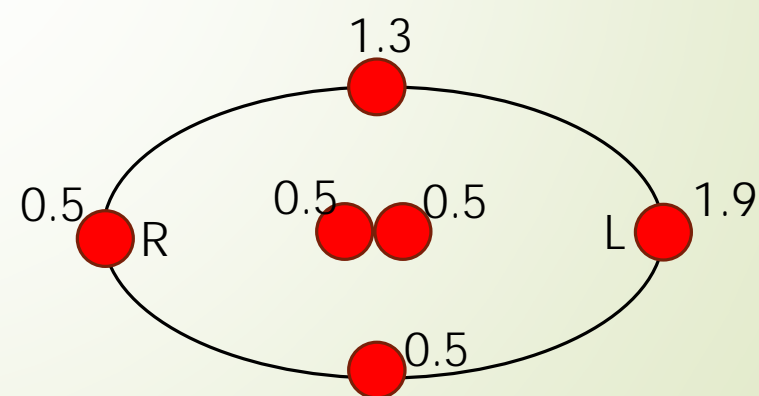
胸部①(照射野内)



胸部②(照射野内)



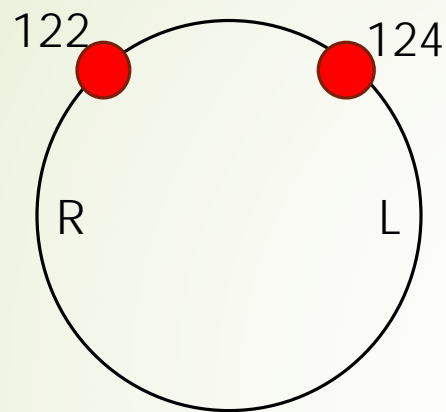
胸部③(照射野内)



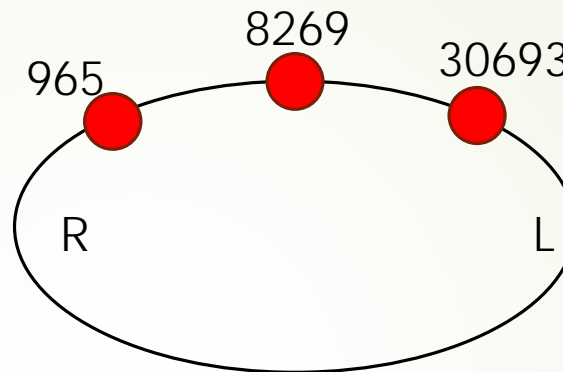
骨盤部(35.5cm)

# 乳房温存接線照射総線量(mGy)

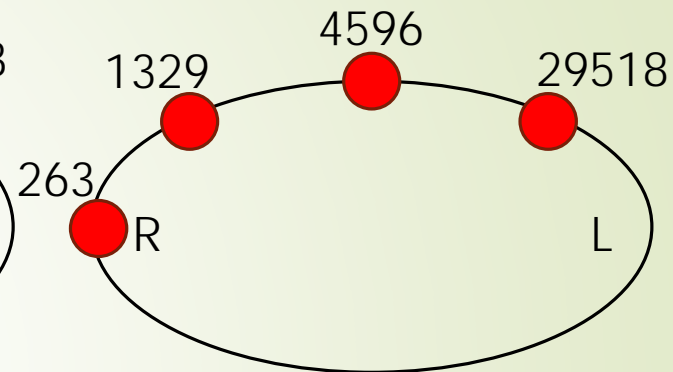
※( )内は照射野端からの距離を示す。



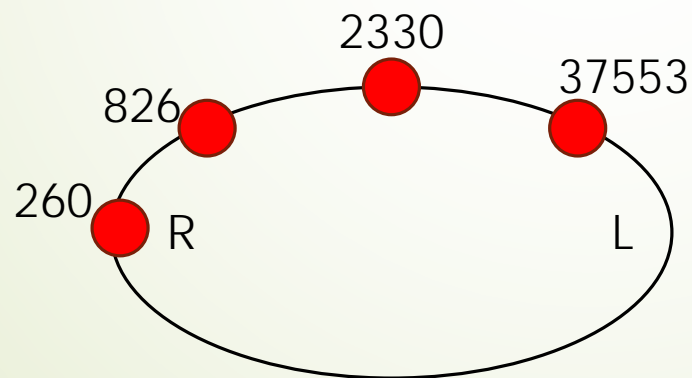
水晶体(23cm)



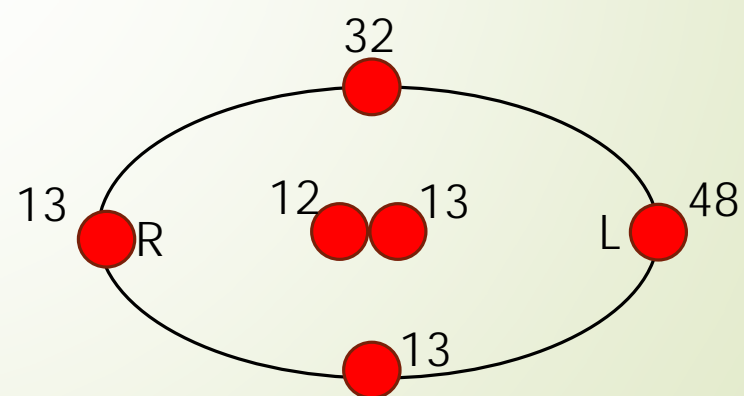
胸部①(照射野内)



胸部②(照射野内)



胸部③(照射野内)

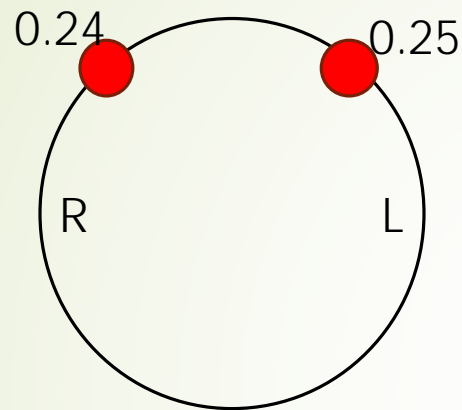


骨盤部(35.5cm)

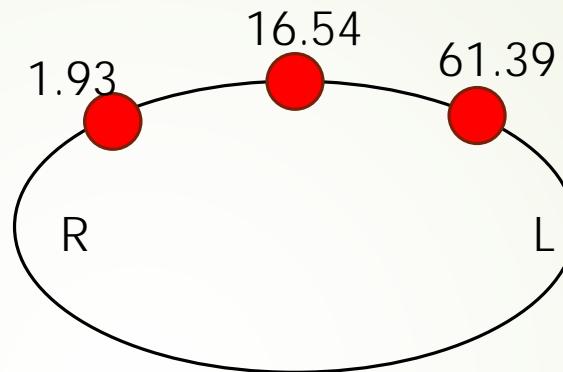


# 乳房温存接線照射(%)

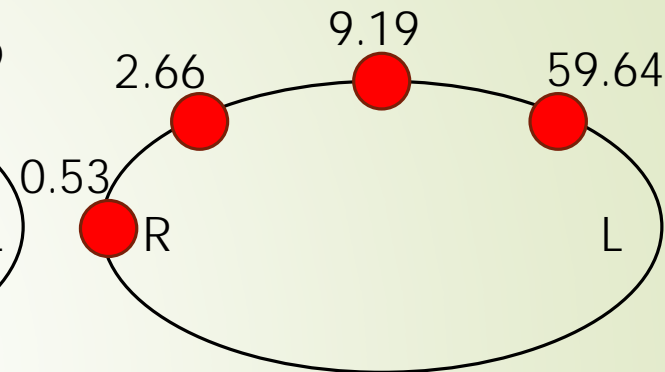
※( )内は照射野端からの距離を示す。



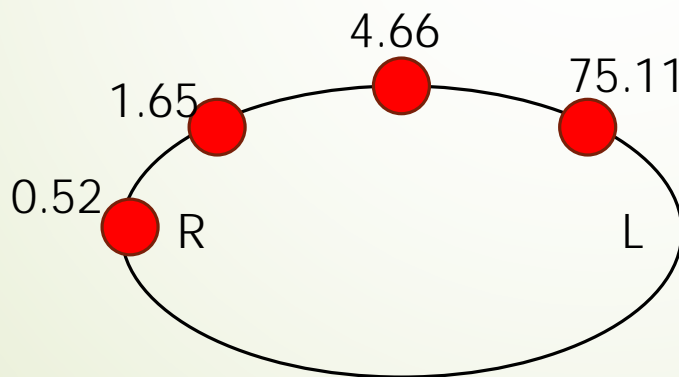
水晶体(23cm)



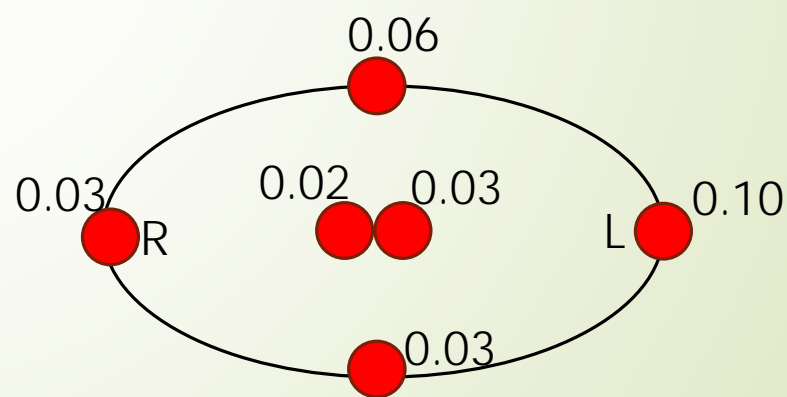
胸部①(照射野内)



胸部②(照射野内)



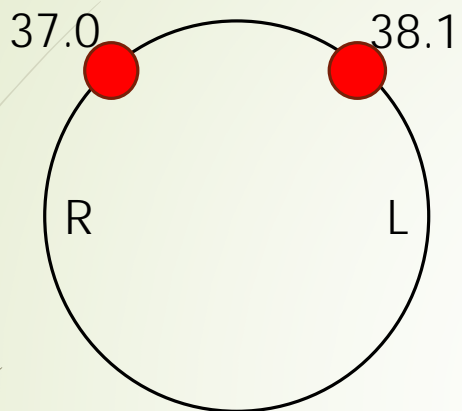
胸部③(照射野内)



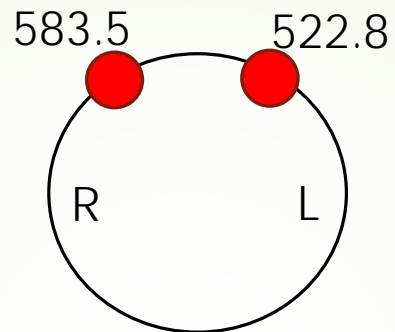
骨盤部(35.5cm)

# 中咽頭癌IMRT1回線量(mGy)

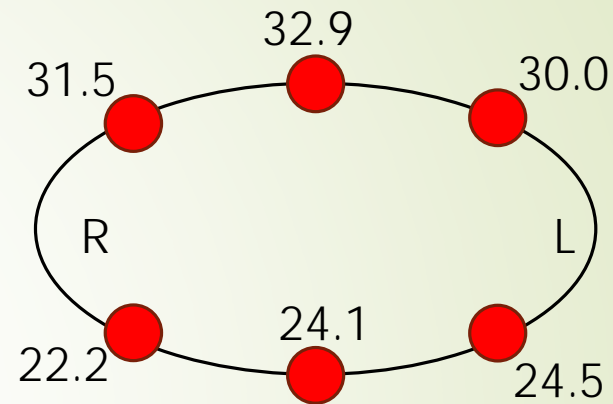
※( )内は照射野端からの距離を示す。



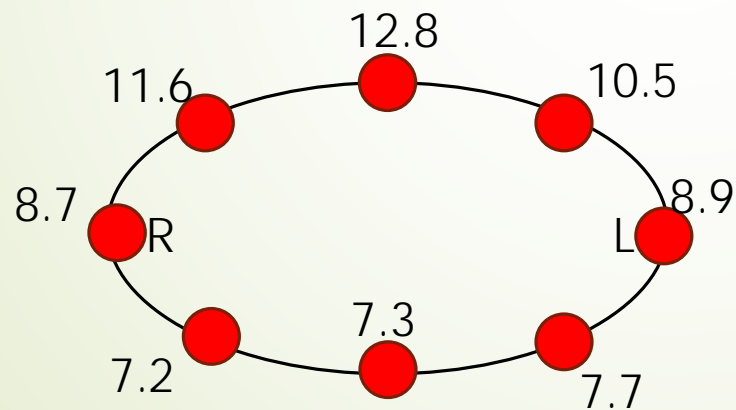
水晶体(3cm)



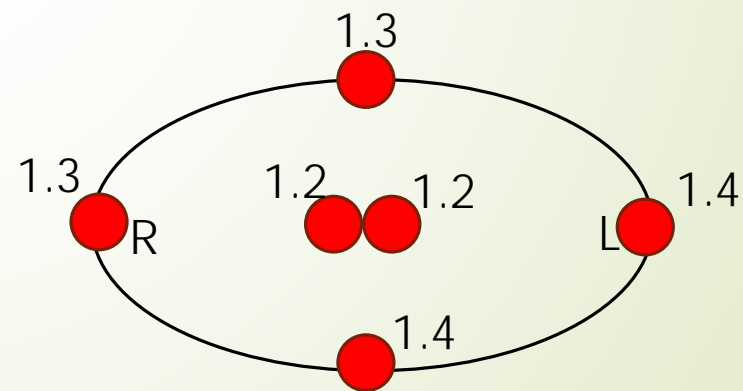
甲状腺(照射野端)



胸部①(8.5cm)

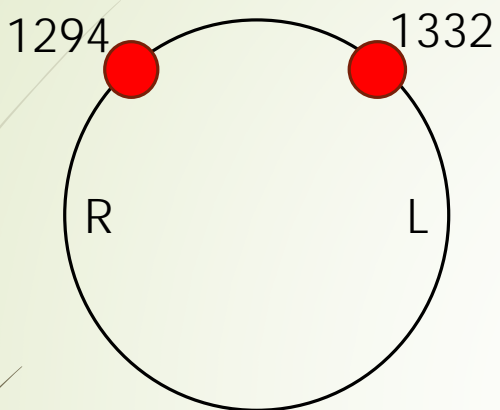


胸部②(18.5cm)

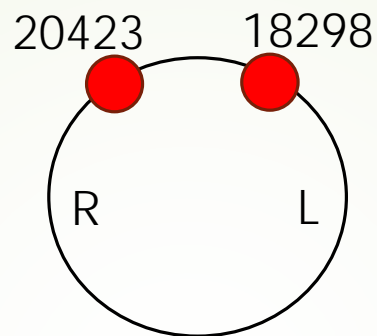


骨盤部(56cm)

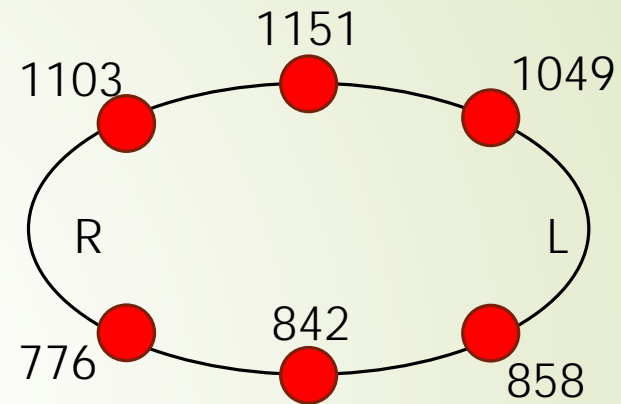
# 中咽頭癌IMRT総線量(mGy) ※( )内は照射野端からの距離を示す。



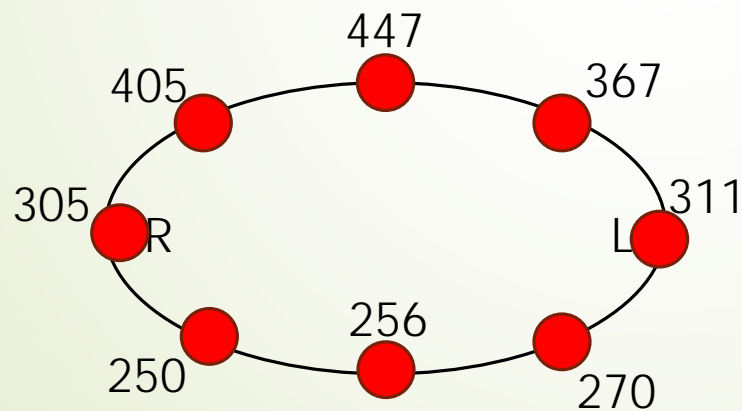
水晶体(3cm)



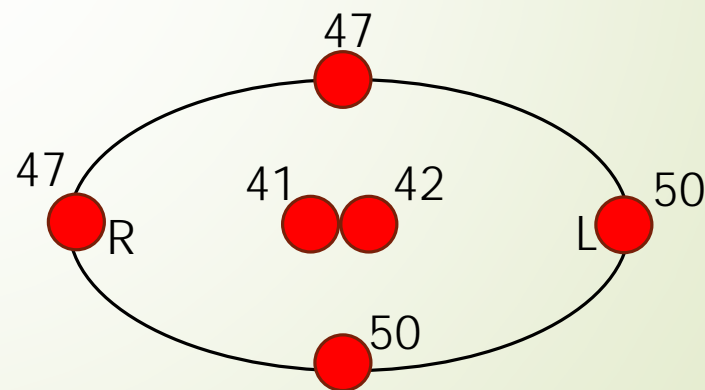
甲状腺(照射野端)



胸部①(8.5cm)



胸部②(18.5cm)

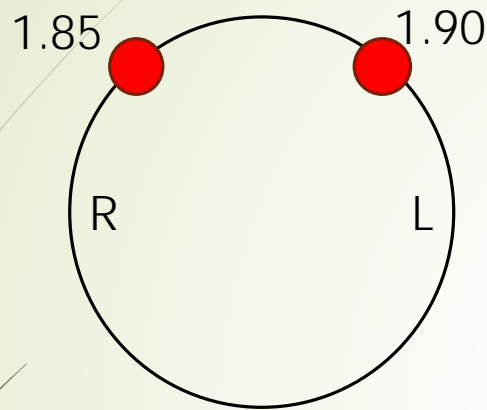


骨盤部(56cm)

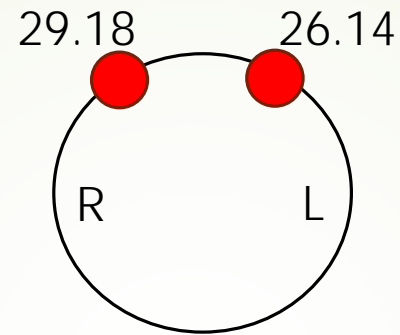


# 中咽頭癌IMRT(%)

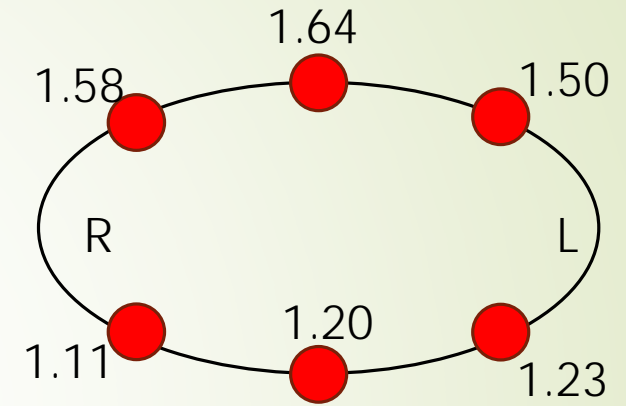
※( )内は照射野端からの距離を示す。



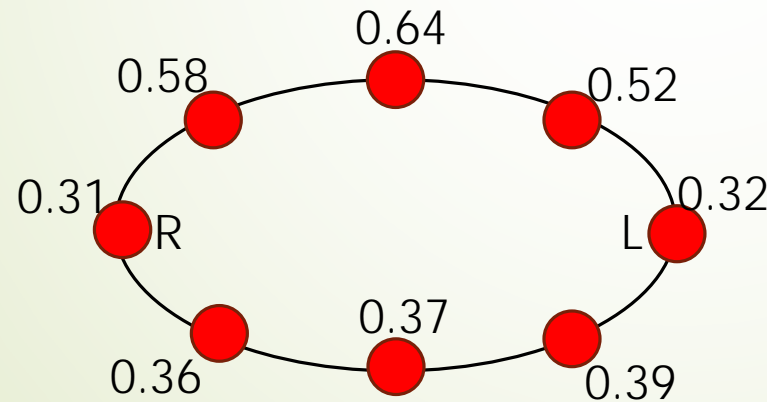
水晶体(3cm)



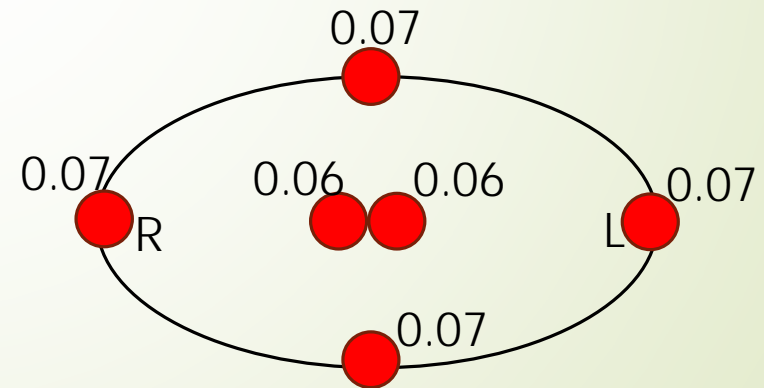
甲状腺(照射野端)



胸部①(8.5cm)



胸部②(18.5cm)



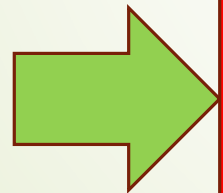
骨盤部(56cm)

## 【考察①】

骨盤内の1回線量

乳房温存接線照射 : 約0.5mGy(0.03%)

中咽頭癌IMRT : 約1.2mGy(0.06%)



総MU値

照射野

照射方向

による違い

## 【考察②】

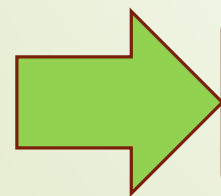
### 骨盤表面の1回線量

乳房温存接線照射(左) : 約2mGy(0.1%)

乳房温存接線照射(右) : 約0.5mGy(0.03%)

中咽頭癌IMRT : 約1.4mGy(0.07%)

- ・ 照射野からの距離  
(乳房温存:35.5cm、中咽頭IMRT:56cm)
- ・ 少ない線量(0.1%以下)



室内散乱線分布内



### 【考察③】

照射野端からの距離と被ばく線量の関係

20cm～：約0.3%

30cm～：約0.1%

50cm～：約0.07%

照射部位からの散乱寄与は少なく、  
室内散乱線による被ばくと推察される。

## 【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<sup>1)</sup>、総線量でも骨盤部CT撮影レベル<sup>2)</sup>であった。

	1回線量	総線量	一般撮影	骨盤CT
乳房温存接線照射	0.5	12.5	1.2	30
中咽頭癌IMRT	1.2	41.5		

[mGy]

- 1) A-P方向の胎児被ばく線量で約1.2mGy  
(牧淳子、第64回日本放射線技術学会総会、2008.4.5、横浜)
- 2) CTDI用ファントムにおける中心線量で15~32mGy  
(大岩恵里香、第57回近畿部会学術大会、2014.1.26、大津)

## 【謝辞】

- 大阪大学医学系研究科 医用物理工学講座  
松本光弘 准教授
- 大阪大学医学部附属病院 医療技術部放射線部門  
井ノ上信一 主任技師  
小田倫生 技師(医学物理士)

ご清聴ありがとうございました