

卒業論文

題目：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  
-Study on the radiation dose of the non-irradiation site  
at the external beam radiotherapy using glass dosimeter-

大阪大学医学部保健学科 放射線技術科学専攻  
(指導：医用工学物理講座 松本 光弘 准教授)

05C13010 岡崎 貴大  
(平成 28 年 12 月 2 日 提出)

## 要旨

### 【目的】

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蛍光ガラス線量計（GD-302M、AGC テクノグラス株式会社製：以下、GD）を用いて実測した。

### 【方法】

リニアック治療装置(ARTISTE、SIEMENS 社製：大阪大学医学部附属病院)を用い、乳房温存接線照射および中咽頭癌 IMRT 照射を対象に、水晶体他の評価点における被ばく線量を GD により実測した。頭頸部・胸部用として撮影用ファントムを、腹部・骨盤部用として I'mRT ファントムを用い、事前にファントムを CT 撮影し治療計画装置(RTPs)により照射条件を求めた。評価点は乳房温存接線照射では左右水晶体、検側および被検側乳房、縦隔、被検側腋窩、骨盤前後左右、さらに中咽頭癌 IMRT では左右水晶体、左右甲状腺、左右乳房、縦隔、左右腋窩、背中左右および中心、骨盤前後左右とし、ファントム表面に GD を 3 本ずつ設置した。また、内部線量評価として、I'mRT ファントム中心(子宮位置相当)にも GD を設置した。以上の各評価点に GD を 3 本ずつ設置し、それぞれの PTV に 2Gy で 2set ずつ照射し、2set の平均を求めて 1 回線量を算出した。

### 【結果】

乳房温存接線照射の総線量は、水晶体が約 120mGy、被検側乳房が約 1Gy、骨盤内が約 12mGy であった。中咽頭癌 IMRT の総線量は、水晶体が約 1.3Gy、甲状腺が約 19Gy、骨盤内が約 42Gy であった。総線量は、乳房接線照射では 50Gy(25 回照射)を、中咽頭癌では 70Gy(35 回照射)を患部に照射した場合の各評価点の被ばく線量を示し、GD で求めた 1 回線量にそれぞれ 25 および 35 を乗じて求めたものである。

### 【結論】

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く、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。また、先行研究によると、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、総線量でも骨盤部 CT 撮影レベルであり、極めて少ない線量であることがわかった。

## 1.序論

### 1.1 背景

近年、悪性腫瘍に対する放射線治療等の発達により生存率が上昇し生存期間も延長してはいるが、それとともに二次発癌発症の頻度も増加している。<sup>1)</sup> そしてその二次発癌によって生命予後を大きく左右されることもあると思われる。この二次発癌には、放射線治療時の散乱線などによる照射範囲外の正常組織への影響も考えられる。そこで、放射線治療時における照射範囲外への被ばく線量を実測し、考察することにした。

### 1.2 蛍光ガラス線量計

#### 1.2.1 蛍光ガラス線量計の原理

蛍光ガラス線量計は、銀活性リン酸塩ガラスに電離放射線を照射すると、紫外線励起によってオレンジ色の蛍光を発する現象(ラジオホトルミネセンス:RPL)に基づく固体線量計である。蛍光量が放射線量に比例することから、線量計に応用されている(図 1)。放射線の照射によって生じた RPL 中心は、読取操作によって消滅することがなく、何度でも繰り返し読み取りができる真の

積算型固体線量計である。<sup>2)</sup>

電離放射線が銀活性リン酸塩ガラスに照射されると、電子及び正孔(ホール)が叩き出され、電子はガラス構造中の  $\text{Ag}^+$  に捕獲され、 $\text{Ag}^0$  となる。一方、正孔は一旦  $\text{PO}_4$  四面体に捕えられるが、時間の経過とともに  $\text{Ag}^+$  へ移行し、より安定な  $\text{Ag}^{++}$  を形成する(図 2)。これらの  $\text{Ag}^0$  及び  $\text{Ag}^{++}$  が共にガラス中で RPL 中心(蛍光中心)となる。<sup>2)</sup>

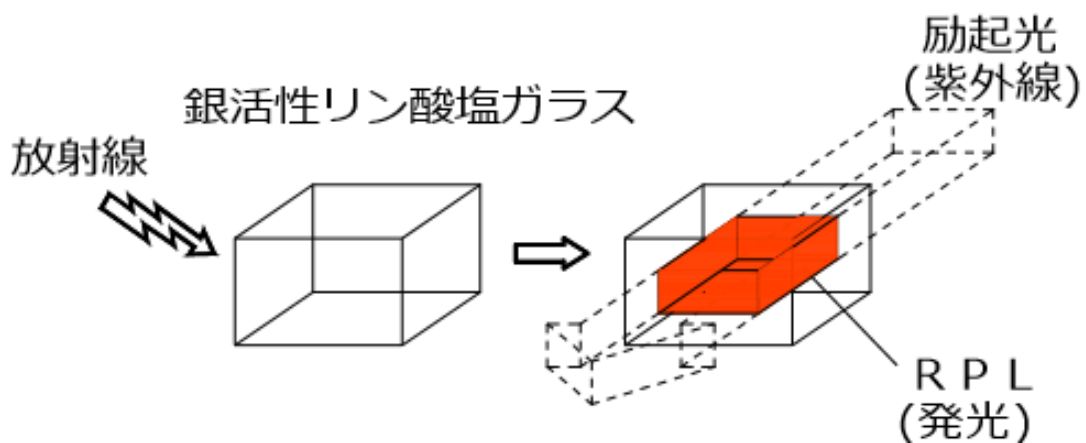


図 1 RPL の原理<sup>2)</sup>

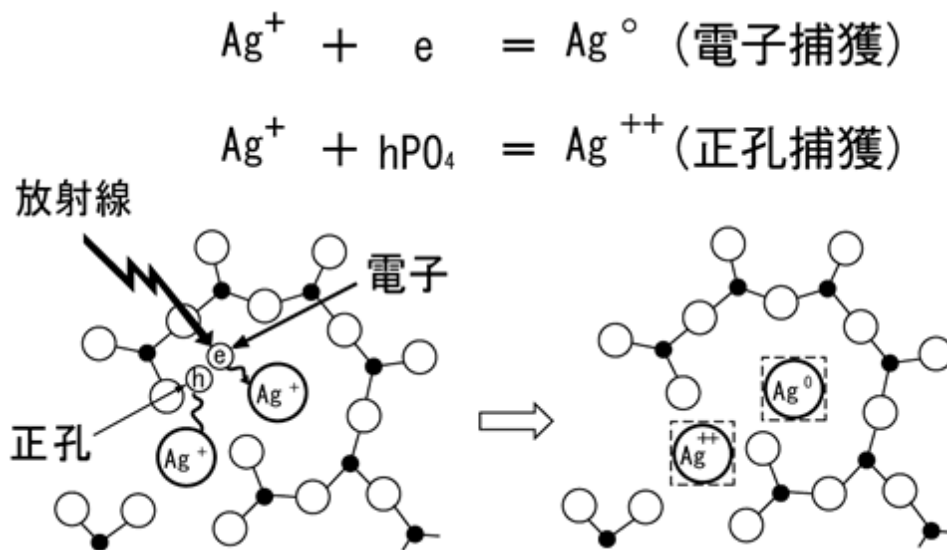


図 2 RPL 中心の形成<sup>2)</sup>

ガラス線量計素子(GD-300 シリーズ)の特徴としては、

- ①繰り返し読み取りが可能
- ②素子間のばらつきが小さい
- ③フェーディングがほとんどない
- ④超小型素子

などがあげられる。<sup>2)</sup>

### 1.2.2 蛍光ガラス線量計の使用手順

図3にガラス素子の外観を示す。ガラス素子に欠損・汚れ・白曇りがあると励起光が拡散され正確な読み取りが行えない。使用前に素子の欠損・汚れ・白曇りを確認し(外観検査)、欠損のあるものは使用を控え、汚れがあるものは汚れをアルコールシートでふき取った。その後、ガラス素子に蓄積した積算線量を消失させるために400℃で20分間のアニール処理を行った。<sup>2)</sup>

その後照射を行い、照射後は再び外観検査を行った。放射線が照射されたガラス素子にはRPLの蛍光量が時間の経過とともに増加して安定化するというビルドアップ特性がある。この時間変化を短時間で完了させるため、プレヒート処理を行う。本研究では70℃で40分間のプレヒート処理を行い、読み取り装置(Dose Ace)で測定した。保管はデシケータ内で行った。<sup>2)</sup>

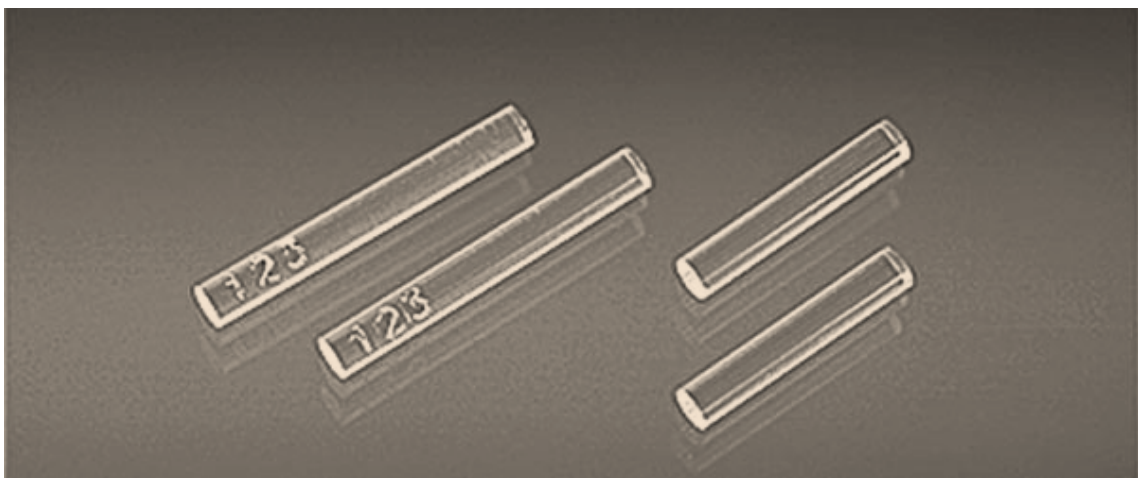


図3 ガラス素子

## 2.目的

蛍光ガラス線量計（GD-302M、AGC テクノグラス株式会社製：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、リニアックによる放射線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。

## 3.使用器具

- ・リニアック治療装置(ARTISTE、SIEMENS 社製)
- ・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

線量計リーダー 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

- ・ 頭部 CT 用ファントム(18cm×26cm×23cm、

京都科学社製：図 4)



図 4 頭部および胸部ファントム

- ・ 単純撮影用胸部ファントム(48cm×40cm×20cm、京都科学社製：図 4)

- ・ I'mRT ファントム(腹部：37cm×16cm×18cm,骨盤部：37cm×18cm×

18cm,IBA Dosimetry 社製,水等価ポリスチレン製,密度 1.045g/cm<sup>3</sup>：図 5)

- ・ GD 挿入用自作棒状ファントム(2cm×2cm×16cm：図 13)

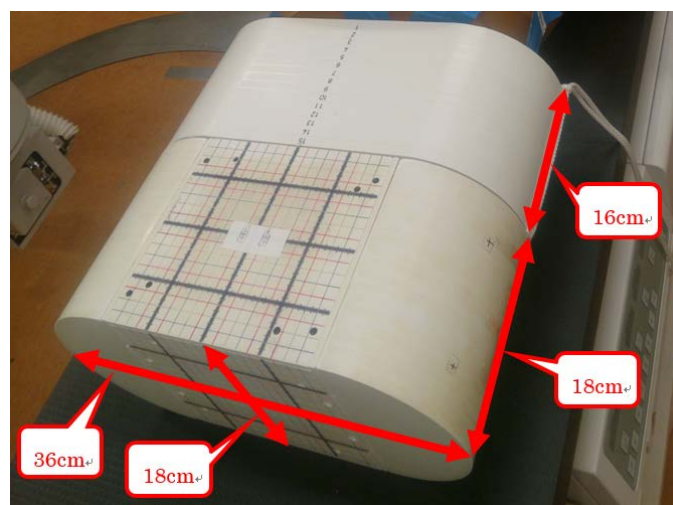


図 5 腹部および骨盤部 I'mRT ファントム



#### 4.方法

リニアック治療装置(ARTISTE、SIEMENS 社製、6MV：大阪大学医学部附属病院)を用い、左側乳房温存接線照射および中咽頭癌 IMRT を対象に、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。頭頸部・胸部用として撮影用ファントムを、腹部・骨盤部用として I'mRT ファントムを治療台に設置した(図 6)。事前にファントムを CT 撮影し治療計画装置(RTPs)により照射条件を求めた。評価点は乳房温存接線照射では左右水晶体、検側および被検側乳房、縦隔、被検側腋窩、骨盤前後左右、さらに中咽頭癌 IMRT では左右水晶体、左右甲状腺、左右乳房、縦隔、左右腋窩、背中左右および中心、骨盤前後左右とし、ファントム表面に GD を 3 本ずつ設置した(図 7～図 11)。また、内部線量評価として、I'mRT ファントム中心(子宮位置相当)にも GD を設置した(図 12)。乳房温存接線照射および中咽頭癌 IMRT のそれぞれの PTV に 2Gy で 2set ずつ照射し、2set の平均を求めて 1 回線量を算出した。また、骨盤内左側、右側に関しては、自作棒状ファントム内に GD を 3 本配置し(図 13)、それを図 12 のように I'mRT ファントム内中心に挿入した(図 12 の赤枠部)。

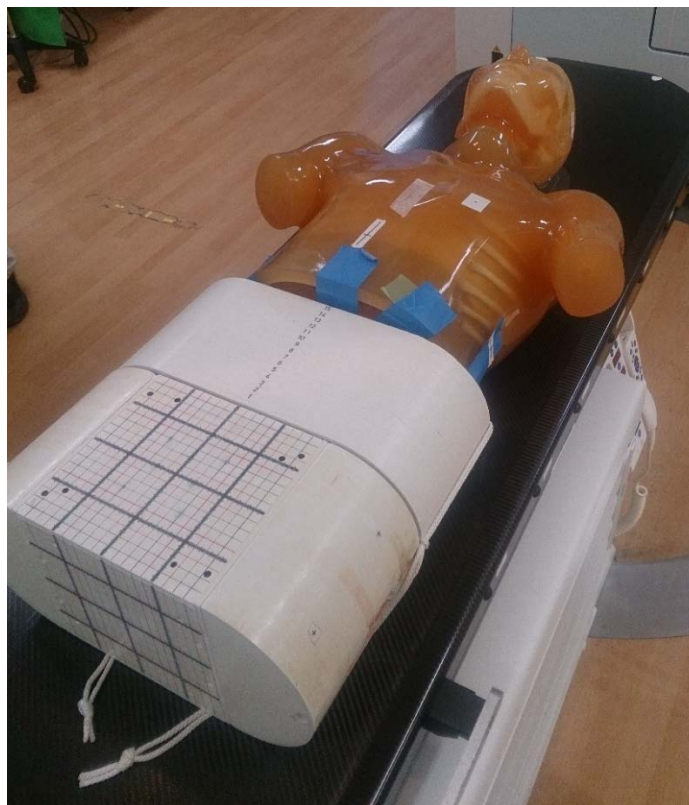


図 6 撮影用ファントムおよび I'mRT ファントム



図 7 頭部(左右水晶体)



図 8 乳房温存接線照射における胸部

(a 検側乳房①②③、b 被検側乳房①②③、c 縦隔①②③、d 被検側腋窩①②③) ※左側を検側とし、①は頭側、②は中間、③は尾側を示す。



図 9 中咽頭癌 IMRT における甲状腺および胸部

(e 左右甲状腺、f 左乳房①②、g 右乳房①②、h 縦隔①②、i 左腋窩①②、j 右腋窩①②) ※①は頭側、②は尾側を示す。



図 10 中咽頭癌 IMRT における背中  
(k 左背中①②、l 中背中①②、m 右背中①②)

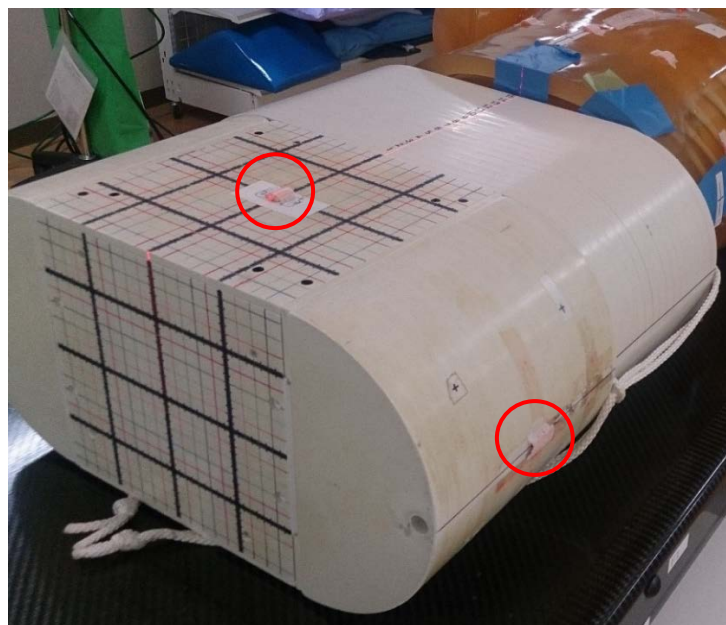


図 11 骨盤前部および骨盤左側  
(骨盤後部および骨盤右側にも同様に GD を配置した。)



図 12 骨盤内左側および骨盤内右側



図 13 自作棒状ファントム



なお、乳房温存接線照射のガントリ角度は 124,300 度の接線対向二門照射(図 14)、中咽頭癌 IMRT のガントリ角度は 0,51,102,153,207,258,309 度の 7 門照射、セグメント総数 79、総 MU 数 32,445 とした(図 15)。

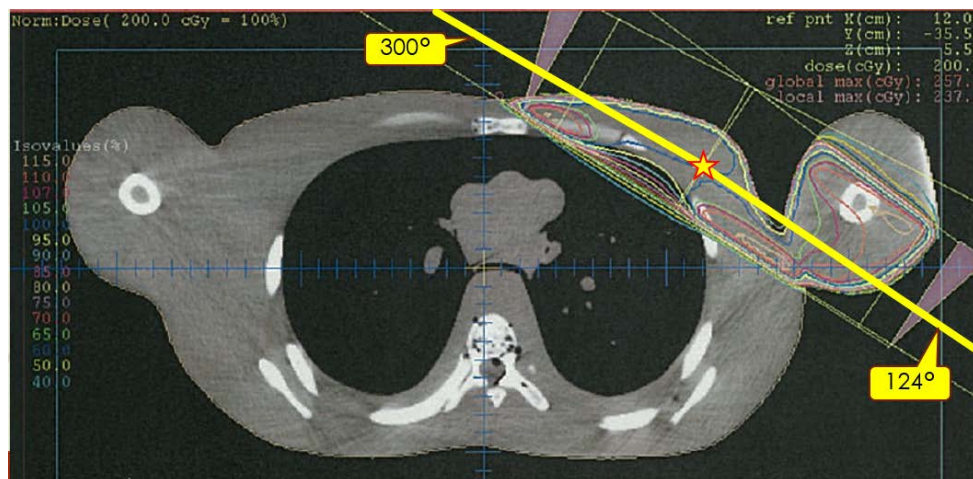


図 14 乳房温存接線照射のガントリ角度

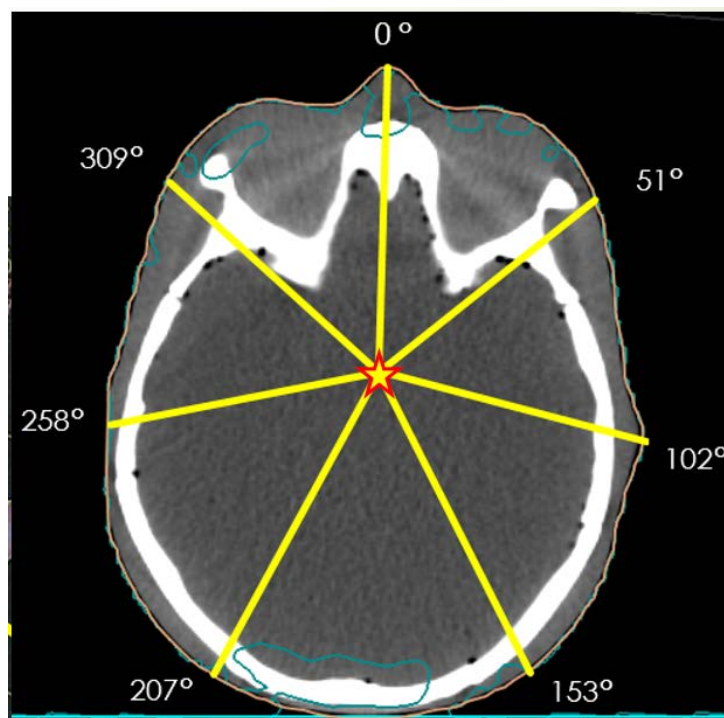


図 15 中咽頭癌 IMRT のガントリ角度

乳房温存接線照射の線量分布を図 16 に示す。検側乳房の表面線量(A 点)は約 30Gy であった。

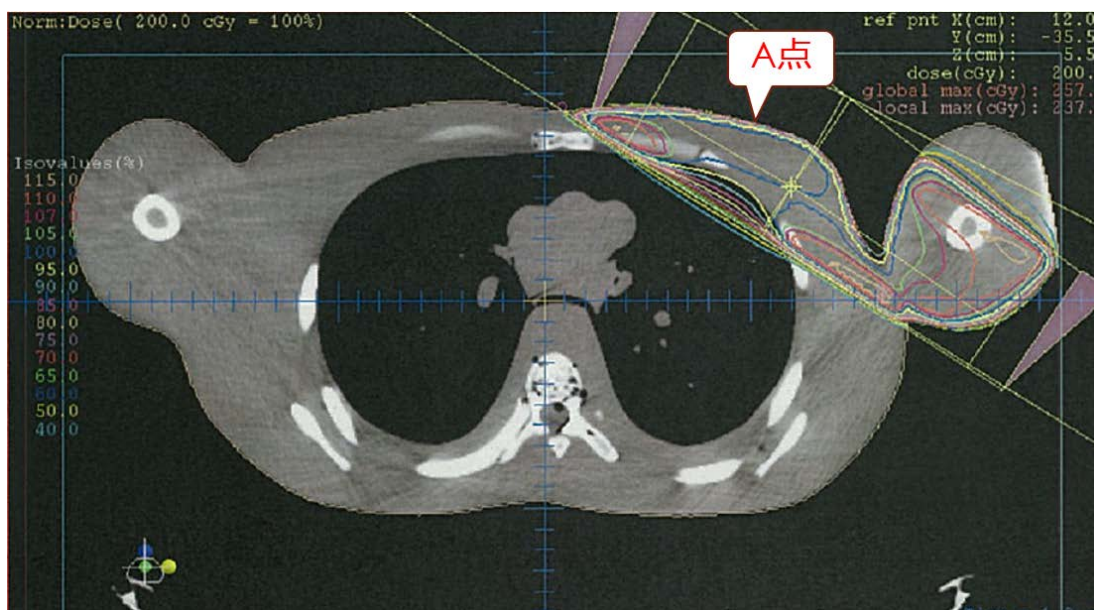


図 16 乳房温存接線照射の線量分布

次に中咽頭癌 IMRT の線量分布を図 17 および図 18 に示す。水晶体表面(B 点)の point 線量は約 1.5Gy、甲状腺表面(C 点)の point 線量は約 18Gy であった。



図 17 中咽頭癌 IMRT の表面線量分布(頭部)

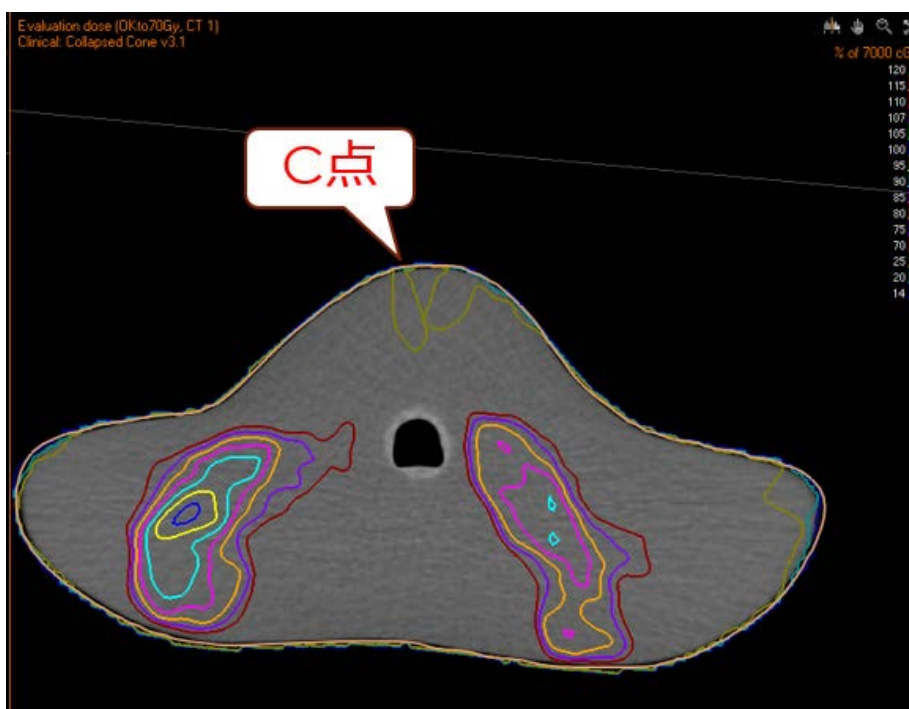


図 18 中咽頭癌 IMRT の表面線量分布(頸部)





表 2 中咽頭癌 IMRT の測定結果

1回目	1本目			平均	2本目			平均	3本目			平均	3本平均
左水晶体	39.1	39.0	39.0	39.0	37.8	37.8	37.8	37.8	35.0	34.9	34.8	34.9	37.2
右水晶体	34.7	34.6	34.6	34.6	36.7	36.5	36.5	36.5	38.8	38.6	38.6	38.7	36.6
左甲状腺	591.4	589.0	587.5	589.3	513.8	511.5	510.9	512.1	482.9	480.8	480.4	481.4	527.6
右甲状腺	608.6	607.9	608.8	608.4	623.8	623.1	623.1	623.3	619.5	617.0	617.4	618.0	616.6
左乳房①	32.3	32.2	32.2	32.2	29.9	30.1	30.2	30.1	30.5	30.3	30.4	30.4	30.9
左乳房②	10.8	10.7	10.7	10.7	10.4	10.3	10.3	10.3	10.0	10.0	10.0	10.0	10.4
右乳房①	32.8	32.6	32.6	32.7	33.0	32.7	32.6	32.8	34.4	34.4	34.4	34.4	33.3
右乳房②	11.1	11.1	11.1	11.1	11.2	11.2	11.2	11.2	12.1	12.1	12.0	12.1	11.5
縦隔①	33.3	33.3	33.2	33.3	34.5	34.5	34.4	34.5	33.2	33.1	33.0	33.1	33.6
縦隔②	13.1	13.1	13.1	13.1	12.6	12.7	12.7	12.7	12.6	12.6	12.6	12.6	12.8
左腋窩①	9.3	9.3	9.3	9.3	8.8	8.8	8.9	8.8	8.5	8.5	8.5	8.5	8.9
左腋窩②	6.8	6.8	6.8	6.8	6.4	6.4	6.4	6.4	6.0	6.0	6.0	6.0	6.4
右腋窩①	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	9.1	9.2	9.1	9.1	9.0
右腋窩②	6.8	6.8	6.8	6.8	6.3	6.3	6.3	6.3	6.1	6.1	6.1	6.1	6.4
左背中①	24.7	24.6	24.6	24.6	26.0	26.0	25.9	26.0	26.1	26.1	26.0	26.1	25.6
左背中②	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.2	8.2	8.2	8.2	8.3
中背中①	24.9	24.9	24.9	24.9	24.7	24.7	24.7	24.7	23.9	23.9	23.9	23.9	24.5
中背中②	7.6	7.6	7.5	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6
右背中①	24.6	24.5	24.5	24.5	23.5	23.5	23.6	23.5	23.2	23.1	23.1	23.1	23.7
右背中②	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.6	7.6	7.5	7.6	7.7
骨盤前部	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
骨盤後部	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.5	1.5	1.4	1.4	1.5
骨盤左側	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5
骨盤右側	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
骨盤内左側	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2
骨盤内右側	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.2	1.2
2回目	1本目			平均	2本目			平均	3本目			平均	3本平均
左水晶体	40.3	40.4	40.4	40.4	39.0	38.9	38.9	38.9	37.6	37.3	37.2	37.4	38.9
右水晶体	35.2	35.1	35.0	35.1	37.9	37.6	37.5	37.7	39.4	39.2	39.2	39.3	37.4
左甲状腺	562.4	560.5	566.2	563.0	517.9	516.4	516.2	516.8	475.2	473.9	473.6	474.2	518.0
右甲状腺	562.3	559.8	557.7	559.9	560.3	558.3	558.3	559.0	535.2	532.9	529.4	532.5	550.5
左乳房①	32.1	30.0	29.8	30.6	28.6	28.5	28.5	28.5	28.0	28.1	28.1	28.0	29.1
左乳房②	11.1	11.0	11.0	11.0	10.6	10.6	10.6	10.6	10.2	10.2	10.2	10.2	10.6
右乳房①	31.1	31.1	31.1	31.1	29.7	30.0	30.0	29.9	28.2	28.1	28.1	28.1	29.7
右乳房②	12.1	12.1	12.1	12.1	11.6	11.6	11.6	11.6	11.4	11.4	11.4	11.4	11.7
縦隔①	32.1	32.0	31.9	32.0	33.0	32.9	32.8	32.9	31.7	31.6	31.6	31.6	32.2
縦隔②	12.5	12.4	12.4	12.5	12.9	12.9	12.9	12.9	13.0	12.9	12.9	12.9	12.8
左腋窩①	9.2	9.2	9.2	9.2	8.9	8.9	8.9	8.9	8.6	8.6	8.6	8.6	8.9
左腋窩②	6.8	6.8	6.8	6.8	6.2	6.2	6.2	6.2	6.0	6.0	6.0	6.0	6.3
右腋窩①	8.2	8.2	8.2	8.2	8.5	8.5	8.5	8.5	8.7	8.7	8.7	8.7	8.5
右腋窩②	5.9	5.9	5.9	5.9	6.3	6.3	6.2	6.3	6.5	6.5	6.5	6.5	6.2
左背中①	22.9	22.8	22.8	22.8	22.9	22.8	22.8	22.8	24.8	24.7	24.7	24.7	23.5
左背中②	7.5	7.5	7.5	7.5	7.0	7.0	7.0	7.0	6.8	6.8	6.8	6.8	7.1
中背中①	23.4	23.3	23.4	23.4	23.9	23.9	23.8	23.9	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6
中背中②	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
右背中①	20.9	21.0	20.9	21.0	20.3	20.3	20.2	20.3	20.7	20.7	20.6	20.7	20.6
右背中②	6.9	6.9	6.9	6.9	6.4	6.4	6.4	6.4	6.7	6.7	6.6	6.6	6.6
骨盤前部	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
骨盤後部	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
骨盤左側	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
骨盤右側	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
骨盤内左側	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2
骨盤内右側	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2

次に乳房温存接線照射および中咽頭癌 IMRT の 1 回照射(PTV に 2Gy)での被ばく線量(1 回線量)を表 3 および表 4 に示す。ここで、1 回線量とは、表 1 および表 2 における 3 本平均を、さらに 1 回目と 2 回目で平均を求めたものである。

表 3 乳房温存接線照射の 1 回線量

	1 回線量(mGy)
左水晶体	5.0
右水晶体	4.9
検側乳房①	1227.7
検側乳房②	1180.7
検側乳房③	1502.1
被検側乳房①	38.6
被検側乳房②	53.1
被検側乳房③	33.0
縦隔①	330.7
縦隔②	183.9
縦隔③	93.2
被検側腋窩①	10.5
被検側腋窩②	12.2
被検側腋窩③	10.4
骨盤前部	1.3
骨盤後部	0.5
骨盤左側	1.9
骨盤右側	0.5
骨盤内左側	0.5
骨盤内右側	0.5

表 4 中咽頭癌 IMRT の 1 回線量

	1 回線量(mGy)
左水晶体	38.1
右水晶体	37.0
左甲状腺	522.8
右甲状腺	583.5
左乳房①	30.0
左乳房②	10.5
右乳房①	31.5
右乳房②	11.6
縦隔①	32.9
縦隔②	12.8
左腋窩①	8.9
左腋窩②	6.4
右腋窩①	8.7
右腋窩②	6.3
左背中①	24.5
左背中②	7.7
中背中①	24.1
中背中②	7.3
右背中①	22.2
右背中②	7.2
骨盤前部	1.3
骨盤後部	1.4
骨盤左側	1.4
骨盤右側	1.3
骨盤内左側	1.2
骨盤内右側	1.2

次に、乳房温存接線照射および中咽頭癌 IMRT の総線量での各部位の被ばく線量を表 5 および表 6 に示す。ここで、総線量とは、乳房接線照射では 50Gy(25 回照射)を、中咽頭癌 IMRT では 70Gy(35 回照射)を照射した場合の各部位の被ばく線量を示し、GD で求めた 1 回吸収線量(表 3 および表 4)にそれぞれ 25 および 35 を乗じて求めたものである。

表 5 乳房温存接線照射の総線量

表 6 中咽頭癌 IMRT の総線量

	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

次に、主な評価点における RTPs による計算値(point 線量)と GD による測定値との比較を表 7 に示す。

表 7 RTPs による計算値と GD による測定値の比較

	RTPs による計算値	GD による測定値
検側乳房(乳房温存)	30	30
水晶体(中咽頭癌 IMRT)	1.5	1.3
甲状腺(中咽頭癌 IMRT)	18	19

[mGy]

表 7 から、RTPs の計算値と GD の測定値の間に大きな差異はなかったことから、今回の GD によって得られた測定値は信頼できるものといえる。

次に、各照射法における照射野端と主な評価点との距離を図 18 に示す。

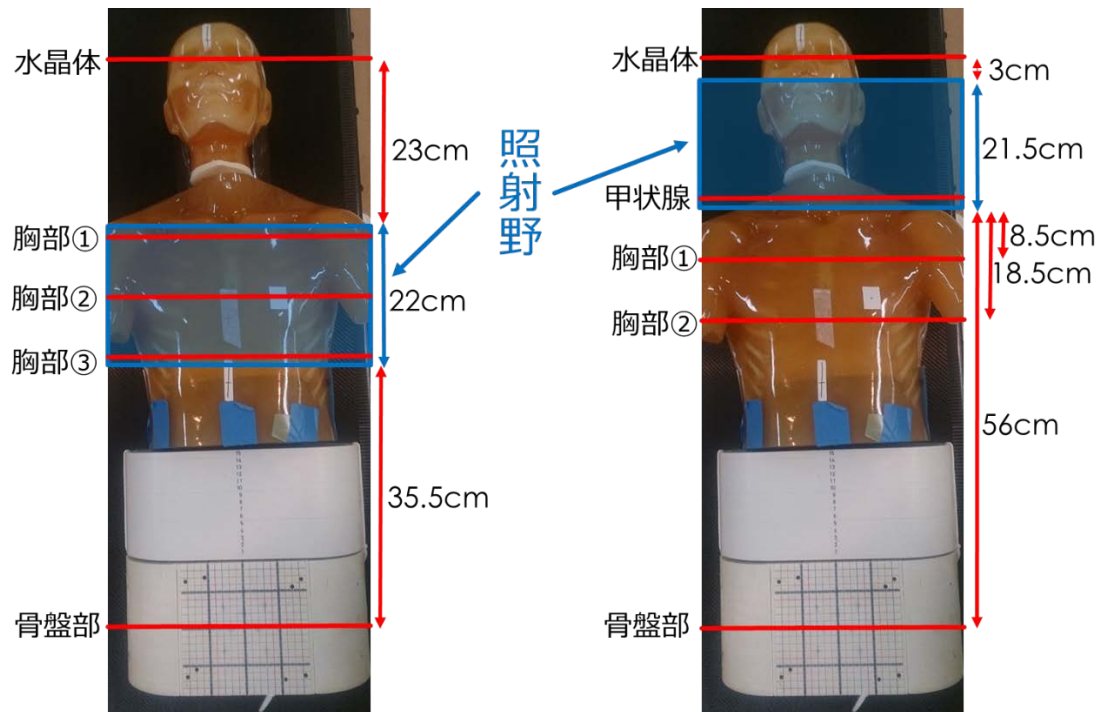


図 18 照射野端と主な評価点との距離(左：乳房温存、右：中咽頭癌 IMRT)

図 18 において、各照射法の赤線部での横断面の、各評価点における被ばく線量を、1 回線量および総線量に分けて図 19～図 22 に示す。単位は mGy であり、( ) の数値は照射野端からの距離を示す。加えて、PTV に乳房温存接線照射では総線量 50Gy を、中咽頭癌 IMRT では総線量 70Gy を照射した場合の各評価点における被ばく線量の割合を % 表示したものを図 23 および 24 に示す。

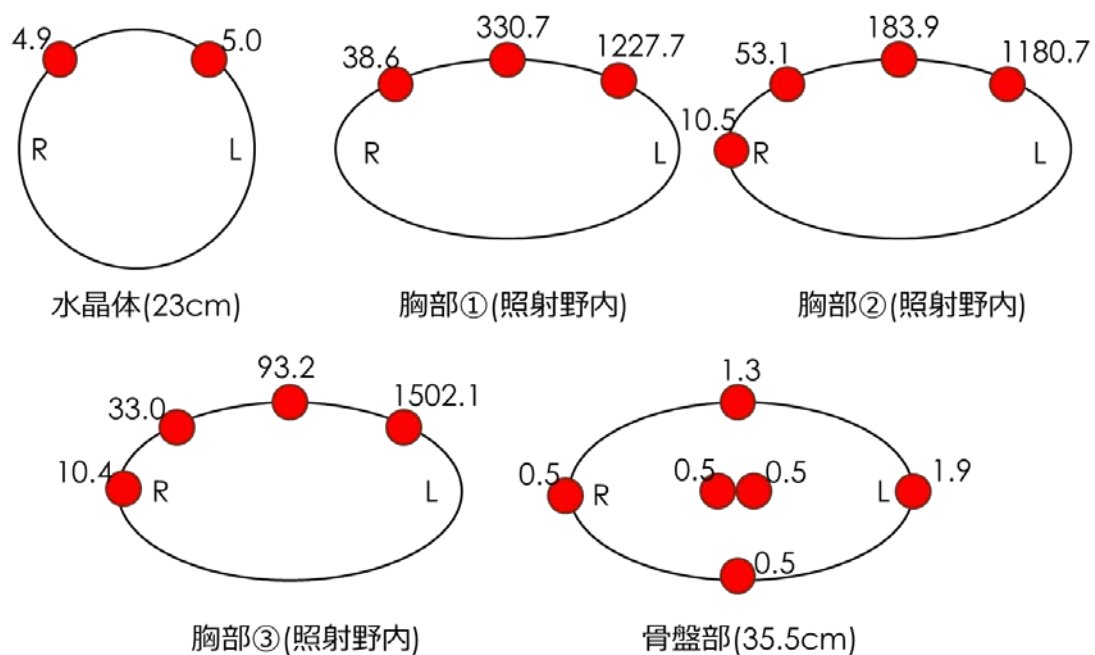


図 19 乳房温存接線照射における 1 回線量(mGy)

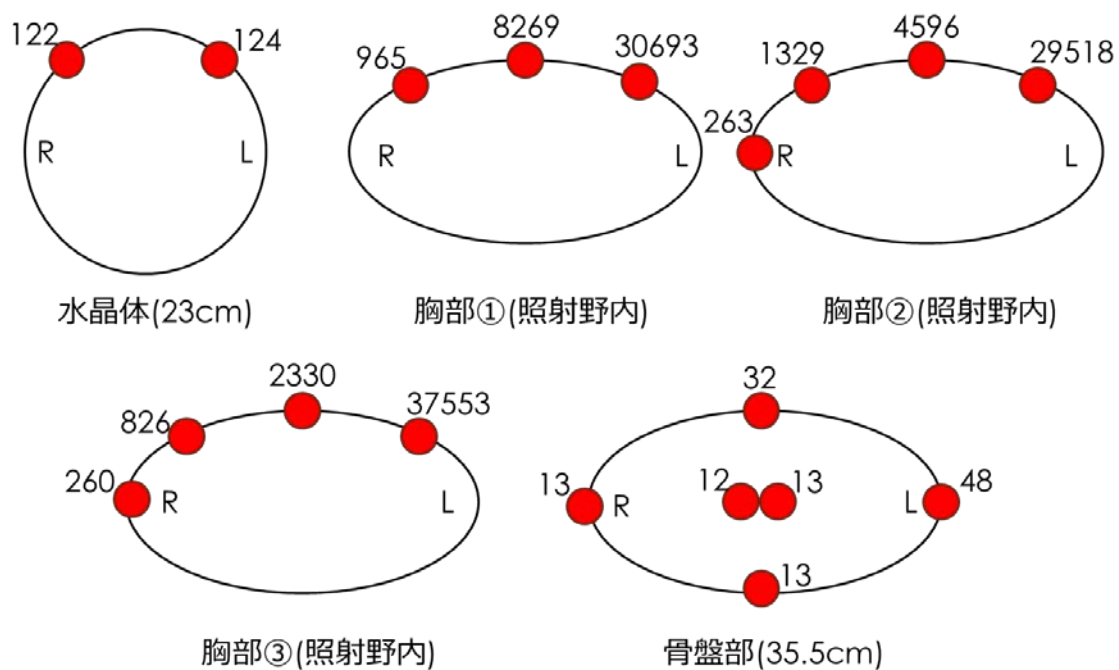


図 20 乳房温存接線照射における総線量(mGy)

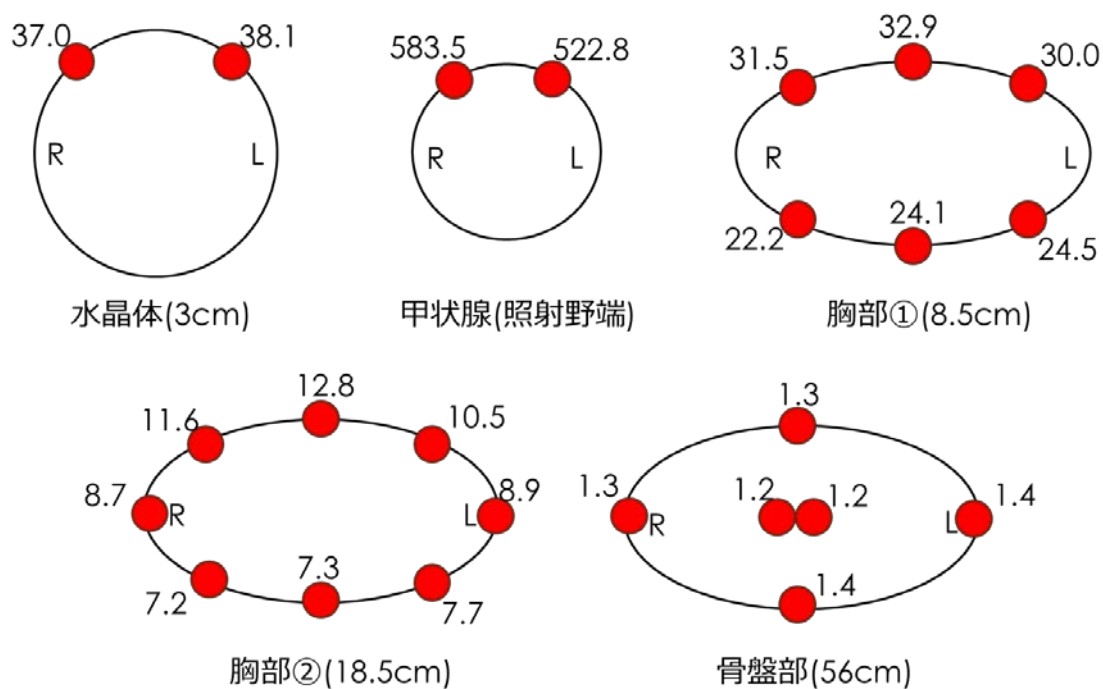


図 21 中咽頭癌 IMRT における 1 回線量(mGy)

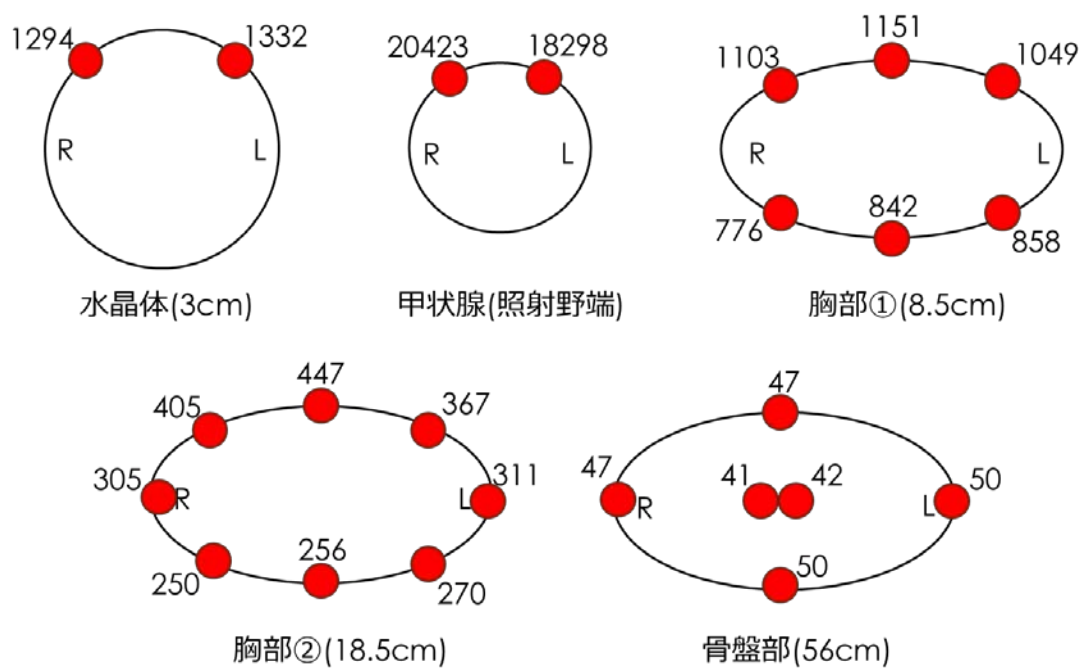


図 22 中咽頭癌 IMRT における総線量(mGy)



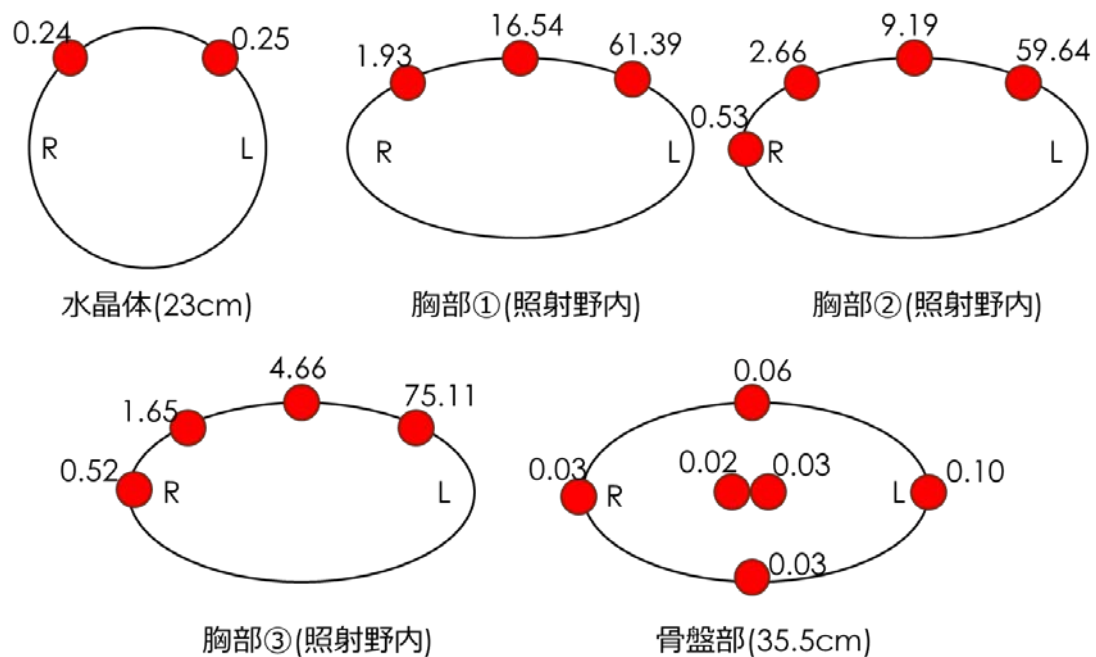


図 23 乳房温存接線照射における PTV に対する被ばく線量の割合(%)

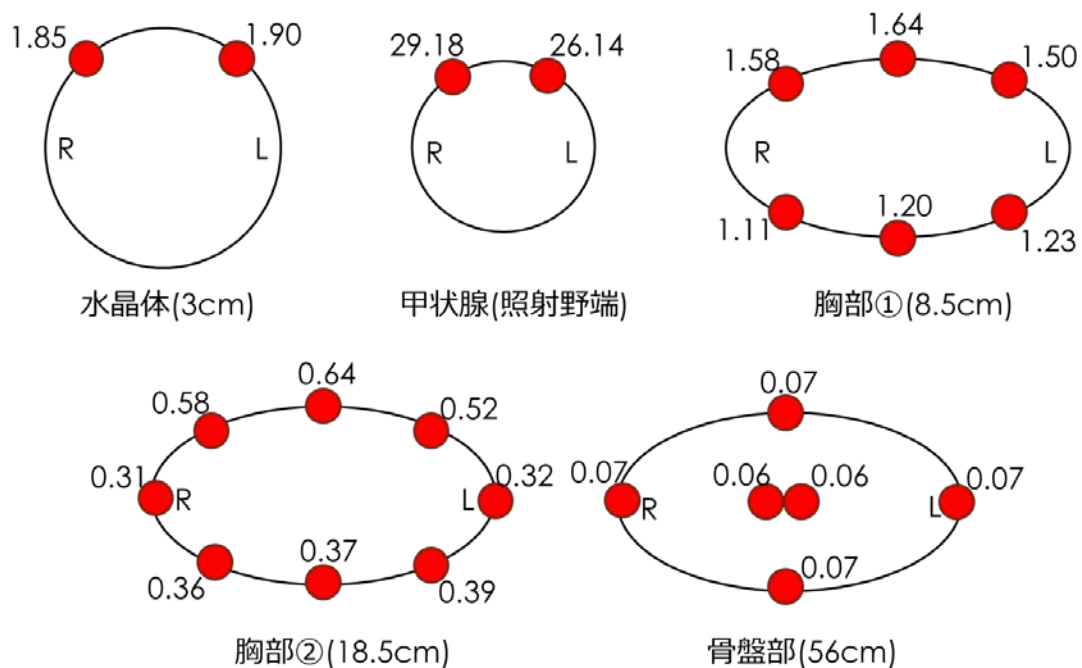


図 24 中咽頭癌 IMRT における PTV に対する被ばく線量の割合(%)

## 6. 考察

総線量照射時において、乳房温存接線照射では被検側乳房表面が約 1Gy、中咽頭癌 IMRT では左右水晶体とも約 1.3Gy の被ばくがみられた。共に総線量の約 2%ではあるが、正常組織の被ばく線量にしては大きいため、経過観察が必要である。

また、PTV に 2Gy の 1 回線量での骨盤表面線量は、図 19、図 21、図 23、図 24 より、乳房温存接線照射においては左側で約 2mGy(0.1%)、右側で約 0.5mGy(0.03%)であり、中咽頭癌 IMRT では全方向に照射されているので、骨盤表面線量は場所にかかわらず約 1.4mGy(0.07%)であった。照射野端からの距離はそれぞれ 35.5cm および 56cm 離れており、さらに 0.1%以下であることを合わせると室内散乱線分布内と考えられる。また、骨盤内中心部(子宮位置)では、乳房温存接線照射：約 0.5mGy(0.03%)、中咽頭癌 IMRT：約 1.2mGy(0.06%)と 2 倍程度の差がみられたが、これは距離の問題というよりも、IMRT では総 MU 数が大きくなること(乳房温存接線照射：6,475MU、中咽頭癌 IMRT：32,445MU)や、コリメータからの漏洩線が増えることが要因と考えられる。さらに、乳房温存接線照射は接線対向二門照射であるのに対して、中咽頭癌 IMRT は 7 門照射でほぼ 360 度方向に照射されているため、この照射方法の違いによって散乱線の寄

与が大きくなったことも要因として考えられる。

照射総線量で考えると、子宮線量(骨盤内線量)は乳房温存接線照射で約 10mGy 程度、中咽頭癌 IMRT で約 40mGy 程度であり、胎児しきい線量である 100mGy を大きく下回っているため、妊娠の可能性のある女性でも大きな影響は少ないと考えられる。<sup>3)</sup>

また、水晶体における総線量では、乳房温存接線照射で約 124mGy(0.25%)、中咽頭癌 IMRT で約 1330mGy(1.9%)と約 8 倍になった。照射野端からの距離は、それぞれ 23cm および 3cm 離れており、この場合は距離の因子が大きいと思われる。

以上より、PTV への 2Gy の照射における照射範囲外への被ばく線量は、照射野端から 20cm 以上で約 0.3%程度、30cm 以上で約 0.1%程度、50cm 以上で約 0.07%程度と考えられ、いずれも照射部位からの散乱寄与ではなく、室内散乱線による被ばくと推察される。

さらに、照射野端、照射野近傍での被ばく線量は RTPs による計算(point 線量)値と GD による測定値とほぼ近似していたため、これらの部位での被ばく線量は RTPs で十分評価できることがわかった。

## 7.結論

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かった。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。

また、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>4)</sup>、総線量でも骨盤部 CT 撮影レベル<sup>5)</sup>であった。

表 8 各照射法における線量の比較

	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 <sup>4)</sup>	30 <sup>5)</sup>
中咽頭癌 IMRT	1.2	41.5		

[mGy]

## 8.謝辞

本卒業論文を作成するにあたり、多くのご指導、ご協力をいただきました大阪大学医学系研究科 医用物理工学講座 松本光弘准教授に深く感謝いたします。

また、実験にご協力いただいた、大阪大学医学部附属病院放射線部 井ノ上信一主任技師、小田倫生技師(医学物理士)に深く感謝の意を示します。

## 9.参考文献

- 1) Halperin EC,P.C.,Brady LW Principles and practice of radiation oncology,5<sup>th</sup> edition.Philadelphia:Lippincott Wilkins,2008.
- 2) 株式会社千代田テクノル・旭硝子株式会社 AGC 電子カンパニー、蛍光ガラス線量計・小型素子システム Dose Ace, Dose Ace Xe 説明資料 平成 21 年 8 月
- 3) 診療放射線技術 改訂第 13 版 下巻 南江堂 小塚隆弘 ほか P298
- 4) 牧淳子 診断 X 線領域における妊娠初期の胎児の被ばく線量について 平成 19 年度卒業論文
- 5) 大岩恵里香 MDCT における実測値とコンソール表示被曝線量の精度検証 平成 25 年度卒業論文