

平成23年 5月 25日現在

機関番号：32644

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2009～2010

課題番号：21791213

研究課題名 (和文) 面積線量計を用いた IMRT 吸収線量測定

研究課題名 (英文) Absorbed dose measurement in IMRT using area dosimeter

研究代表者

奥 洋平 (Oku Yohei)

東海大学・医学部・研究員

研究者番号：10468473

研究成果の概要 (和文)：

大容積平行平板電離箱線量計の製作を行い、動作評価を種々条件で行った。平行平板電離箱線量計と通常使用する 0.6cc および 0.015cc 指頭型電離箱線量計での照射野内平均吸収線量の結果はほぼ等しい値となった。IMRT 照射野の場合においても、同様にほぼ等しい値となった。大容積平行平板電離箱線量計を用いた照射野内吸収線量測定を行うことが可能であり、IMRT 吸収線量評価の一助となる可能性がある。

研究成果の概要 (英文)：

The large capacity parallel plate ionization chamber was made, and the operation evaluation was done under various conditions. The result of the average absorbed dose in the parallel plate ionization chamber and Farmer type ionization chamber that usually used it reached an almost equal value. It became an almost equal value in case of the IMRT radiation field. The absorbed dose in the field where the large capacity parallel plate ionization chamber was used can be measured, and there is a possibility of becoming one of the IMRT absorbed dose evaluations.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,700,000	510,000	2,210,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：内科系臨床医学・放射線科学

キーワード：平行平板電離箱線量計、平均電離電荷量、IMRT 吸収線量

1. 研究開始当初の背景

近年の高エネルギーX線発生装置を用いた外部放射線治療は、高精度化となりつつある。特にマルチリーフコリメータを装備した高エネルギーX線発生装置で行われる強度変調放射線治療(IMRT)は、腫瘍病変に局限した線量照射を行い、副作用を抑える放射線治療を可能としているが、MU値の増加による照射線量の増大の危険性も含んでいる。そのため、これまで以上に高エネルギーX線発生装置および多分割コリメータの質的保証/質的管理(QA/QC)が重要となり、立案された治療計画の安全性、三次元治療計画装置と高エネルギーX線発生装置の機械的、線量的な整合性が重要となる。

現在主に行っている線量に関する検証は、絶対線量が測定あるいは推定可能な線量測定器を用いて行う評価点線量の検証と、写真フィルムを用いた線量分布の検証に大別できる。

評価点線量測定は複数点行うことが望ましく、そのうちの1点はICRU基準点、もう1点は線量分布上もっとも線量勾配が平坦な点、その他、臨床的に線量算の精度を確認したい任意の点を評価点とする。評価点線量の測定に用いる線量測定器は±1 mmの精度で固定可能でなければならず、特に評価点が線量勾配の大きい場所にある場合には、線量測定器の固定精度が線量測定値に多大な誤差を生じさせることがあるため十分に精度を確保する必要がある。

写真フィルムを用いた検証は、ある線量分布評価面に対して治療計画装置が算出した線量分布と同一面に対して写真フィルムを用いて測定した線量分布の形状を比較評価するために行う。写真フィルムを用いる場合、測定によるフィルム黒化度から絶対線量へ変換するため、フィルムの感度、保存・現像条件により黒化度-絶対線量変換曲線が変動するため検証毎に変換曲線を測定する必要がある。

2. 研究の目的

評価点線量測定において、正確な評価点線量検証には線量測定器の固定精度が特に問題となる。線量勾配の大きい領域、照射野内線量分布に測定に適した平坦な領域が存在しない場合には、線量測定器の固定精度が高いという前提の下で、その感度領域内の平均線量の評価を行っている。このため、測定された絶対線量の誤差原因が線量測定器の設置ミスによるものか、もしくは治療装置による線量自体の誤差であるか特定することは困難である。

本研究において、計画線量確認のための新たな手法として極板サイズの大きな大容積平行平板電離箱線量計を用いて比較的大きな照射野における平均吸収線量測定を行い、大容積平行平板電離箱線量計による吸収線量評価

の妥当性、面積線量計によるIMRT吸収線量評価の可能性について検討した。

3. 研究の方法

(1) 大容積平行平板電離箱線量計の製作

本研究で製作した大容積平行平板電離箱線量計の入射電極、集電極および保護電極は5 mm厚の亚克力板表面にアクアダック(炭素塗料)を塗布した。集電極サイズは150 mm×150 mmとし、極板間隔はZ軸フラットステージにより10・m間隔、30 mmまで可変可能である。印加電圧は外部直流電源装置より0~±300 Vとした。X線照射により発生した電離電流はPTW社製電流計(UNIDOS)を用いて測定を行った。製作した大容積平行平板電離箱線量計の概略図をFig. 1に示す。

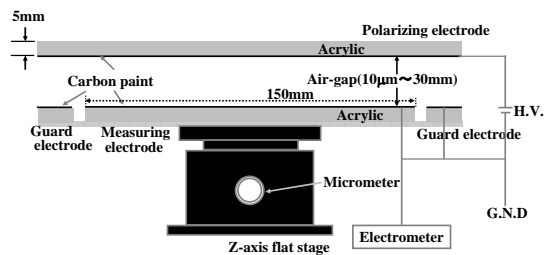


Fig. 1 大容積平行平板電離箱線量計の概略図

(2) 諸特性測定

① 印加電圧特性

製作した大容積平行平板電離箱の極板間隔を0.5 mm、1 mm、2 mm、5 mmとし、印加電圧を50 V~300 Vに変化させ、収集電離電荷量の変化を測定し最適な印加電圧を求めた。照射野は入射電極内側表面で100 mm×100 mm、10 mm厚のタフウォータファントムを用いた。

② 極板内の感度特性

Fig. 2に示した位置における感度の違いについて測定した。Centerの座標を(x, y)=(0, 0)とした場合①の中心座標は(x, y)=(-40, 40)、②は(x, y)=(40, 40)、③は(x, y)=(-40, -40)、④は(x, y)=(40, -40) (単位はmm)である。

極板間隔を1 mm、印加電圧を250V、照射野を50 mm×50 mmとし、それぞれの位置に照射した場合の電離電荷量の変化を測定した。

③ 深部電離電荷量測定

平行平板電離箱線量の極板間隔、印加電圧を前節と同じ条件下で、線源-電離箱線量計間距離を1000 mmとし、タフウォータファントムの厚さを変化させたときの深部電離電荷量測定を行った。また、校正された電離体積0.6 ccの指頭型電離箱線量計を用い同様の測定を水中で行った。

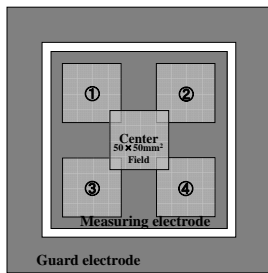


Fig. 2 感度測定のための測定位置。

④ 平均線量測定

前節と同じ幾何学的条件下において、タフウォータ厚10 mm(≒15.9 mm 水深)、照射野を20 mm×20 mm~200 mm×200 mmとし、100 MU照射した。次に、比較のために0.015 cc指頭型電離箱線量計、3次元水走査ファントムを用い水深15.9 mm、領域150 mm×150 mm内を1 mm間隔(22500 point)で吸収線量を測定し、領域内の平均線量を測定した(Fig. 3)。

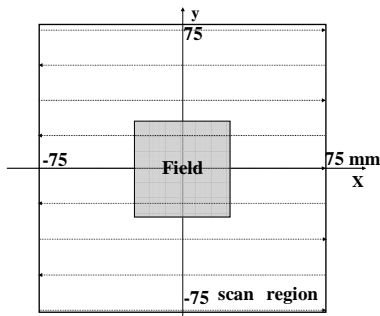


Fig. 3 0.015cc指頭型電離箱線量計による150mm×150mm領域内スキャン法による平均吸収線量測定。測定点は150×150point。

4. 研究成果

(1) 諸特性測定

① 印加電圧測定

製作した大容積平行平板電離箱線量計の印加電圧と収集電荷量の関係をFig. 4に示す。極板間隔を1 mmにした場合、印加電圧200 Vまでは収集電荷量は増加し、それ以上の印加電圧では収集電荷量はほぼ一定となった。これにより、極板間隔を1 mm以下とした場合の印加電圧は200 V以上を使用する必要があることが確認された。また、極板間隔を1 mm以上とした場合、使用した電源装置の規格以上の電流が必要とされ、電源装置の追加もしくは変更する必要が生じてしまう。

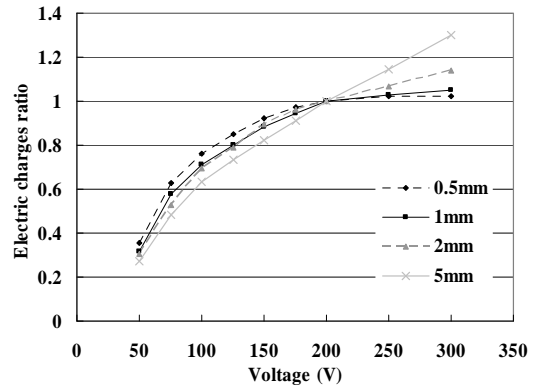


Fig. 4 印加電圧特性

② 極板内の感度特性

Fig. 2に示したそれぞれの位置における電離電荷量の割合をFig. 5に示す。極板中心での電離電荷量で規格化した。中心に対して他の位置での収集電荷量は約2%減少したが、中心以外の4つの位置ではほぼ等しい値を示した。

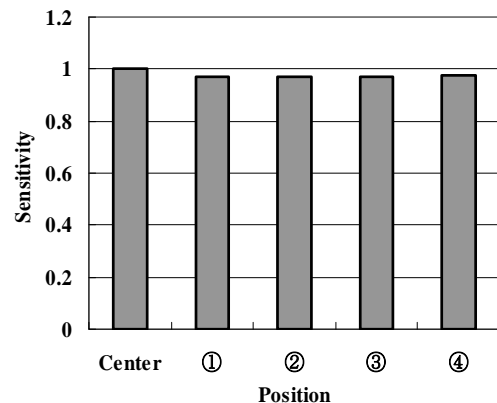


Fig. 5 平板内各位置における感度差

これは平板中心では散乱成分を全て計数しているのに対し、中心以外の①~④の位置では電離体積外側での散乱成分を計数していないためであるが、中心以外の4つの位置での収集電荷量に差がないことから、電離体積内での感度は一様であると仮定することができる。また、『極板サイズ<照射野サイズ』となる照射条件では、照射野外吸収線量は照射野中心に比べ非常に小さいため、大容積平行平板電離箱線量計の設置は極板中心と照射野中心を低い精度で一致させれば平均吸収線量測定は可能であると考えられる。

③ 深部電離電荷量測定

製作した大容積平行平板電離箱線量計およ

び0.6 cc指頭型電離箱線量計で測定した深部吸収線量の変化をFig. 6に示す。

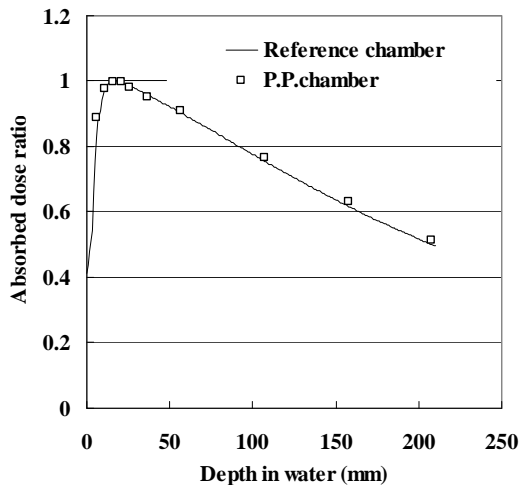


Fig. 6 深部吸収線量の変化

平行平板電離箱線量計の入射電極材質である5 mm厚アクリル(密度1.18 g/cm³)と、タフウォータファントム(密度1.01 g/cm³)をそれぞれ水の厚さに変換した。水中、指頭型電離箱線量計で測定された深部量百分率と比較を行うと、各深さにおいて1%以内で一致した。これにより、大容積平行平板電離箱線量計を用いた場合においても、通常使用する指頭型電離箱線量計と同様の結果を得ることができ、指頭型電離箱線量計と大容積平行平板電離箱線量計のクロスキャリブレーションをすることで、大容積平行平板電離箱線量計を用いて平均吸収線量を測定することが可能である。

④ 平均吸収線量測定

大容積平行平板電離箱線量計を用いた領域内平均線量測定は、電離体積内における全ての位置での感度が一定であるという条件が必要となる。この条件のもとで指頭型電離箱線量計と大容積平行平板電離箱線量計のクロスキャリブレーションにより領域内平均吸収線量を算出した。大容積平行平板電離箱線量計で測定した領域 150 mm×150 mm における各照射野での平均吸収線量および指頭型電離箱線量計を用いてスキャン法によって測定した場合の領域内平均吸収線量を Fig. 7 に示す。照射野 50 mm×50 mm 以上の照射野では大容積平行平板電離箱線量計と指頭型電離箱線量計によるスキャン法で測定された領域内平均吸収線量は±2%以内で一致した。しかし、照射野が 40 mm×40 mm では 4.08%、30 mm×30 mm では 15.34%、20 mm×20 mm では 37.06% となり、照射野が小さくなるにつれ大容積平行平板電離箱線量計による平均吸収線量の値が高くなった。

これにより、IMRT 照射野のような比較的大

きな照射野において、大容積平行平板電離箱線量計を用いた電離体積内平均吸収線量による評価は可能であると考えられる。大容積平行平板電離箱線量計を用いた電離体積内平均吸収線量の算出により、線量測定器の固定位置精度はあまり必要としないため、より簡便に領域内吸収線量算出が可能になると考えられる。また、従来問題であった線量勾配が急峻な領域、線量分布の平坦な領域を考慮する必要がないため、IMRT のような複雑な線量分布を持った照射野でも吸収線量を評価することが可能であると考えられる。

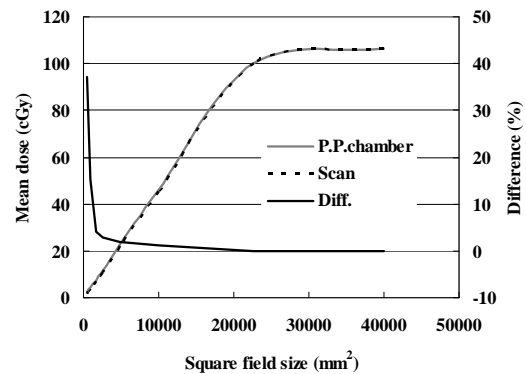


Fig. 7 線源-線量計間距離1000 mm、領域150 mm×150 mm内における各照射野での平均線量の割合とスキャン法と平行平板電離箱線量計の平均線量の誤差

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計7件)

① Dose distribution analysis in stereotactic body radiotherapy using dynamic conformal multiple arc therapy ; Takeda A, Kunieda E, Sanuki N, Ohashi T, Oku Y, Sudo Y, Iwashita H, Ooka Y, Aoki Y, Shigematsu N, Kubo A. ; Int J Radiat Oncol Biol Phys ; ; V. 74/No. 2/P. 363-369 ; 2009/06

② 複数台カメラを用いた放射線治療のための動き検出システムの開発 ; 間宮剛, 尾川浩一, 彌富仁, 国枝悦夫, 奥洋平 ; 第97回日本医学物理学会学術大会報文集 (医学物理, vol. 29/sup. 2/p. 242-243) /2009/4/17-19 (横浜)

③ 放射線治療の最前線 Delta 4 を用いたIMRT QA ; 奥洋平 ; Rad Fan 2009/8/25 巻: 7号: 9頁:88-91, 2

④ Converging stereotactic radiotherapy using kilovoltage X-rays: experimental

irradiation of normal rabbit lung and dose-volume analysis with Monte Carlo simulation. Kawase T, Kunieda E, DeLoar HM, Tsunoo T, Seki S, Oku Y, Saitoh H, Saito K, Ogawa EN, Ishizaka A, Kameyama K, Kubo A. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2009 Oct 1;75(2):468-74.

⑤ Stereotactic radiosurgery with an upper partial denture. Tayama S, Kunieda E, Oku Y, Takeda A, Takeda T. Keio J Med. 2009 Jun;58(2):120-3.

⑥ The reproducibility of a HeadFix relocatable fixation system: analysis using the stereotactic coordinates of bilateral incus and the top of the crista galli obtained from a serial CT scan.

Kunieda E, Oku Y, Fukada J, Kawaguchi O, Shiba H, Takeda A, Kubo A. Phys Med Biol. 2009 May 21;54(10):N197-204. Epub 2009 May 6

⑦ Stereotactic body radiotherapy for primary lung cancer at a dose of 50 Gy total in five fractions to the periphery of the planning target volume calculated using a superposition algorithm.

Takeda A, Sanuki N, Kunieda E, Ohashi T, Oku Y, Takeda T, Shigematsu N, Kubo A. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2009 Feb 1;73(2):442-8. Epub 2008 Nov 5.

[学会発表] (計 7 件)

① 自動輪郭認識機能の有用性 - 肝臓での検討 - ; 堤 啓, 深田淳一, 楊井祥典, 奥 洋平, 西郷拓也, 香坂浩之, 川口修, 大橋俊夫, 茂松直之 ; 第 69 回日本医学放射線学会総会・学術集会 ; ; 横浜 ; ; 2010/04/10

② 自動輪郭認識機能 (ABAS) の有用性 - 全脳での検討 - ; 楊井祥典, 深田淳一, 堤 啓, 奥 洋平, 西郷拓也, 香坂浩之, 川口修, 大橋俊夫, 茂松直之 ; 第 69 回日本医学放射線学会総会・学術集会 ; ; 横浜 ; ; 2010/04/10

③ Clinical, Tumor-related and Dosimetric Factors among Grade 0-1, Grade 2, and Grade 3 Radiation Pneumonitis after Stereotactic Body Radiotherapy (SBRT) for Lung Tumors ; Takeda A, Ohashi T, Kunieda E, Sanuki N, Enomoto T, Takeda T, Oku Y, Koike N, Shigematsu N ; the 52nd American Society for Therapeutic Radiology and Oncology Annual Meeting ; ; San Diego USA ; ; 2010/11

④ Symptomatic And Asymptomatic Pericardial Effusion After Definitive

Radiotherapy Or Concurrent Chemo-radiotherapy For Esophageal Cancer - Dose Volume Analyses ; Shigematsu N, Fukada J, Ohashi T, Oku Y, Kitagawa Y, Kawaguchi O, Kunieda E ; the 51st American Society for Therapeutic Radiology and Oncology Annual Meeting ; ; Chicago USA ; ; 2009/11

⑤ 複数台カメラを用いた放射線治療のための動き検出システムの開発 ; 間宮剛, 尾川浩一, 彌富仁, 国枝悦夫, 奥 洋平 ; 第 97 回日本医学物理学会学術大会 ; ; 横浜 ; ; 2009/4

⑥ 『前立腺癌の 3DCRT、IMRT について - 物理士の立場から』 ; ; 奥 洋平 ; 前立腺癌の放射線治療講演会 : 鎌倉芸術館 ; ; 2009/10/15

⑦ 前立腺癌 IMRT 治療計画における排便コントロールの有用性 ; ; 公田龍一, 小池直義, 奥 洋平, 橋本慎平, 大野真里, 深田純一, 大橋俊夫, 川口修, 国枝悦夫, 茂松直之 ; ; 第 435 回 日本医学放射線学会 関東地方会 ; ; 大宮 ; ; 2009/6

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

奥 洋平 (Yohei Oku)

東海大学・医学部・研究員

研究者番号 : 10468473