

平成 30 年 5 月 15 日現在

機関番号：24303

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K19204

研究課題名(和文)フラットニングフィルターフリービームの基本物理線量特性に関する研究

研究課題名(英文)The study of dosimetric characteristics for flattening filter free beams

研究代表者

尾方 俊至(Ogata, Toshiyuki)

京都府立医科大学・医学(系)研究科(研究院)・助教

研究者番号：90460576

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、近年注目されているフラットニングフィルターフリー(FFF)の汎用型リニアックによる強度変調放射線治療計画の有用性と問題点について基本物理線量特性の視点から解明し、FFFの汎用型リニアックによる強度変調放射線治療計画の有用性と問題点を明らかにすることである。FFFリニアックの基本物理線量特性を従来のフラットニングフィルター充填(FF)と比較し、治療計画の線量分布や線量測定の基本特性についてその違いを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：Flattening filter free (FFF) beams have recently been employed in commercial C-arm linear accelerators. The purpose of this study was to investigate the differences in the dose distribution and dosimetric parameters between FFF and flattening filter (FF) beams. Our data provides several insights into the different dosimetric parameters of FFF and FF beams.

研究分野：放射線治療物理学

キーワード：フラットニングフィルターフリー フラットニングフィルター充填 強度変調放射線治療 体幹部定位  
放射線治療 医学物理学

### 1. 研究開始当初の背景

近年の放射線治療装置や治療技術の発展に伴い、定位放射線治療、強度変調放射線治療、画像誘導外部放射線治療、呼吸同期放射線治療などの高精度放射線治療が普及しつつある。近年新たに高い線量率で出力可能なフラットニングフィルターフリー (FFF) の汎用型リニアックが日本に登場し、注目を浴びている。FFF リニアックの利点として、照射時間を短縮させることが可能である。特に1 回照射あたりの線量が高い定位放射線照射で有用であり、体幹部定位放射線治療においては呼吸同期や息止め照射が効率的に可能となる。その他の利点として、FFF によるヘッド散乱の減少によって治療計画装置において正確なビームモデリングが可能となり、ビルドアップ領域付近の計算精度の向上が期待される。またフラットニングフィルター装填 (FF) と比較して照射野外において中性子を含めた漏れ線量が減少し、二次発がんのリスクが低減できる可能性がある。FF の従来型と比較すると、フラットニングフィルターを除去することによる線量プロファイル形状、エネルギースペクトルの変化やヘッド散乱の減少などの基本物理線量特性が報告されているが、明らかになっていない点も多い。

### 2. 研究の目的

FFF ビームを用いた強度変調放射線治療計画の有用性と問題点について基本物理線量特性の視点から解明し、FFF の汎用型リニアックによる強度変調放射線治療計画の有用性と問題点を明らかにすることである。FFF リニアックの基本物理線量特性を従来の FF と比較し、治療計画の線量分布や線量測定の基本特性についてその違いを明らかにする。

### 3. 研究の方法

(1) FFF ビームを用いた頭頸部強度変調放射線治療の検討：

頭頸部がんにおいて、汎用型リニアックの FFF ビームを用いた強度変調放射線治療計画を立案し、FF ビームおよび実績のある TomoTherapy と比較検討する。

(2) FFF ビームにおける電離箱の極性効果の検討：

マイクロ型電離箱線量計は、極性効果補正係数が照射野サイズなどによって大きく変化することが報告されている。FFF ビームにおける電離箱の極性効果補正係数を FF ビームと比較する。

(3) FFF ビームを用いた治療計画における最適な leaf margin (LM) の検討：

肝臓がん固定多門体幹部定位放射線治療において、FF と FFF ビームを用いた治療計画における最適な LM を検討する。

### 4. 研究成果

(1) FFF ビームを用いた頭頸部強度変調放射線治療の検討：

FF ビームと比較して FFF ビームによる治療計画は、ほぼ同等の線量分布であったが、照射時間の短縮は認めなかった。FFF の治療計画では TomoTherapy と比較して、線量均一性が劣ったがほぼ同等の線量分布であった (図 1)。よって、FFF ビームを用いた頭頸部 VMAT は、FF ビームや TomoTherapy の線量分布と比較して遜色ない結果であることを明らかにした。

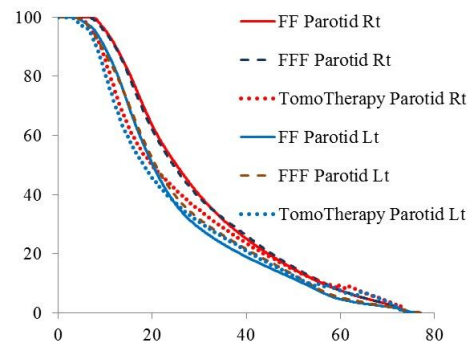


図 1. 耳下腺の Dose volume histogram

(2) FFF ビームにおける電離箱の極性効果の検討：

マイクロ型線量計である CC01 を除いて、FFF ビームにおける極性効果補正係数は FF ビームとほぼ同等であった (図 2)。CC01 は線質依存性や照射野依存性を認め、その測定には注意が必要であることを解明した。

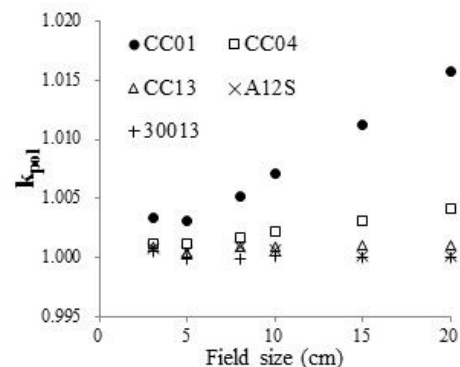


図 2. 電離箱による極性効果の違い

(3) FFF ビームを用いた治療計画における最適な LM の検討：

FFF ビームを用いた肝臓がん固定多門体幹部定位放射線治療は、FF ビームと比較して homogeneity index が高くなるのを除いて、ほぼ同等の線量分布であった。conformity index、gradient index、肝臓線量 (図 3 と 4) 指標で最もよい結果を示したのは、FF と FFF

ビームともに-1 から 0mm の LM であり、最適な LM の違いに有意な差を認めなかったことを明らかにした。

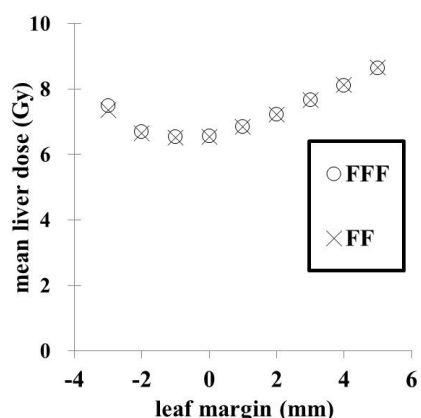


図 3 . LM の違いによる平均肝臓線量

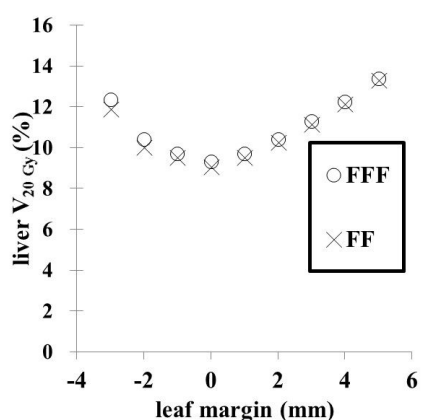


図 4 . LM の違いによる肝臓 20Gy 体積線量

#### 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 3 件)

Ogata T, Nishimura H, Mayahara H, Uehara K, Okayama T. Identification of the suitable leaf margin for liver stereotactic body radiotherapy with flattening filter-free beams. Med Dosim. 査読有, 42, 2017, 268-272  
DOI: 10.1016/j.meddos.2017.06.002.

Ogata T, Uehara K, Nakayama M, Tsudou S, Masutani T, Okayama T. Polarity correction factor for flattening filter free photon beams in several cylindrical ionization chambers. Radiol Phys Technol. 査読有, 9, 2016, 187-192  
DOI: 10.1007/s12194-016-0348-3.

Ogata T, Nishimura H, Mayahara H, Harada A, Matsuo Y, Nakayama M, Uehara K,

Tsudou S, Ejima Y, Sasaki R, Okayama T. A dosimetric comparison of volumetric modulated arc therapy (VMAT) with unflattened beams to VMAT with flattened beams and TomoTherapy for head and neck cancer. J Nucl Med Radiat Ther. 査読有, 7, 2016.  
<http://dx.doi.org/10.4172/2155-9619.1000274>

[学会発表](計 4 件)

尾方 俊至 画像誘導放射線治療における医工連携、関西 Radiology Update 講演会、2018 年 3 月、大阪

尾方 俊至 MVCT、日本医学物理学学会サマーマセミナー、2016 年 9 月、広島

Ogata T, Nishimura H, Mayahara H, Uehara K, Nakayama M, Tsudou S, Okayama T. Identification of the appropriate leaf margin for liver stereotactic body radiotherapy with flattening filter free beams. 日本放射線腫瘍学会、2015 年 11 月、前橋

尾方 俊至、上原 和之、栢谷 隆史、竹内 朝子、中山 雅央、津藤 真司、岡山 貴宣 Flattening filter free ビームにおける電離箱の極性効果の検討、日本放射線技術学会、2015 年 4 月、横浜

[図書](計 0 件)

[産業財産権]

出願状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

[その他]  
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

尾方 俊至 (OGATA, Toshiyuki)

京都府立医科大学・医学(系)研究科(研究院)・助教

研究者番号：90460576

(2) 研究分担者

( )

研究者番号：

(3) 連携研究者

( )

研究者番号：

(4) 研究協力者

( )