

# フラットベツスキヤナの読み取り位置依存性補正プログラムの基礎検討

福島県立医科大学附属病院 放射線部 ○大宮 雄大(Omiya Yudai)  
岡 善隆 長澤 陽介 高野 基信

## 【背景・目的】

2017年4月より頭頸部領域に対して頭尾方向10 cmを超えるような大照射野の強度変調放射線治療(intensity modulated radiation therapy:IMRT)を開始した。IMRTにおける患者プランのquality assurance(QA)には、フィルムを用いた相対線量分布検証があり、フィルムの読み込みにはフラットベツスキヤナが多くの施設で用いられている。しかし、フラットベツスキヤナには、光源走査垂直方向における光源中心から離れた位置での光学濃度の不均一性による読み取り位置依存性があり、フィルムを用いた線量分布検証の解析結果に影響していることが報告されている<sup>1)</sup>。また、この影響は比較的小さい照射野となる頭部や前立腺に対するIMRTに比べ、大照射野となる頭頸部IMRTにおいてより顕著である。実際、当院における頭頸部IMRTのフィルムを用いた線量分布検証は解析精度が乏しいため、大照射野においても高精度な解析が切に望まれている。

本研究ではフラットベツスキヤナの位置依存補正プログラムである2D Flat Calibration For TIFF (R-TECH)を用いた際の、フィルムを用いた線量分布検証の解析結果への影響を確認し、有用性について検討した。

## 【方法】

フィルムはEBT3(ASHLAND)、フラットベツスキヤナにES-G11000(EPSON)を使用した。放射線治療計画システムはEclipse Ver13.6(Varian)、放射線照射装置はTrueBeam STx(Varian)、線量計算アルゴリズムはAnisotropic Analytical Algorithm(AAA)、エネルギーは6 MV、10 MVのFF、FFFビームを使用した。補正プログラム用特性曲線を得るための絶対線量測定には、Pinpoint 3D chamber 0.016 cm<sup>3</sup>(PTW)、電位計RAMTEC Smart(東洋メディック)を使用した。また、水等価ファントムはTough Waterファントム(京都科学)、フィルム解析ソフトウェアはDD-IMRT Ver12.24(R-TECH)を使用した。評価基準として、Distance to Agreement(DTA)は3 mm、Dose Difference(DD)は3%、線量閾値は0~100%とした。フィルム画像の取得は、照射後24時間以上あけ、EPSON scanを使用し、解像度75 dot per inch(dpi)、48 bitカラー、Tagged Image File Format(TIFF)形式でフィルムの読み取りを行った。異なる正四角形の照射野サイズを6ステップ積層したフィルム試料を作成し、補正プログラムの有無による $\gamma$ -Indexの比較・検討を行った。(Table 1, Fig.1)

Table 1 フィルム試料作成条件

照射野サイズ	4×4, 7×7, 10×10, 13×13, 16×16, 19×19 cm <sup>2</sup>
処方線量	中心線量 3 Gy (6ステップ)
SAD(SSD)	100 cm(90 cm)
架台角度	0 度

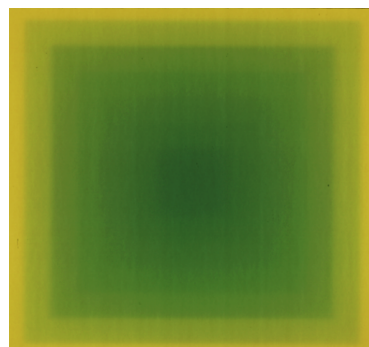


Fig.1 フィルム試料

## 【結果】

### 1. $\gamma$ -Index

フィルム解析ソフトウェアによる $\gamma$ -Indexの値をTable 2に示す。

全てのエネルギーにおいて、補正プログラムの使用により $\gamma$ -Indexの値が向上した。最小は6 MV(FF)で24.93%、最大は10 MV(FF)で36.89%向上した。

Table 2  $\gamma$ -Index(%)の比較

		補正なし	補正あり
6 MV	FF	52.37	77.30
	FFF	54.82	88.69
10 MV	FF	48.44	85.33
	FFF	61.13	95.94

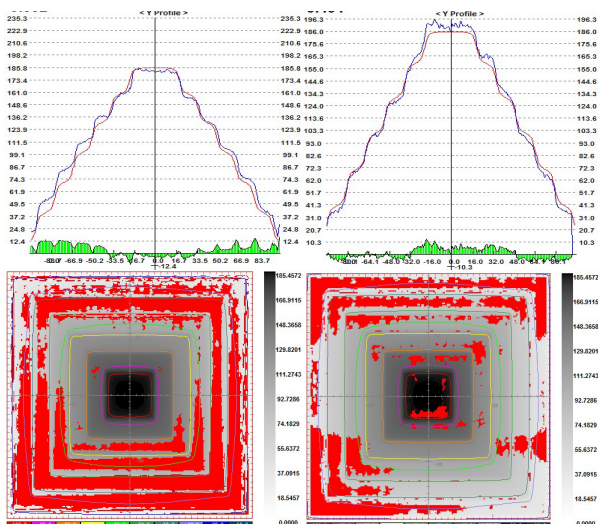


Fig.2 6MV(FF)のプロファイルと二次元マップ A B  
(A)、(C) 補正なし (B)、(D) 補正あり C D

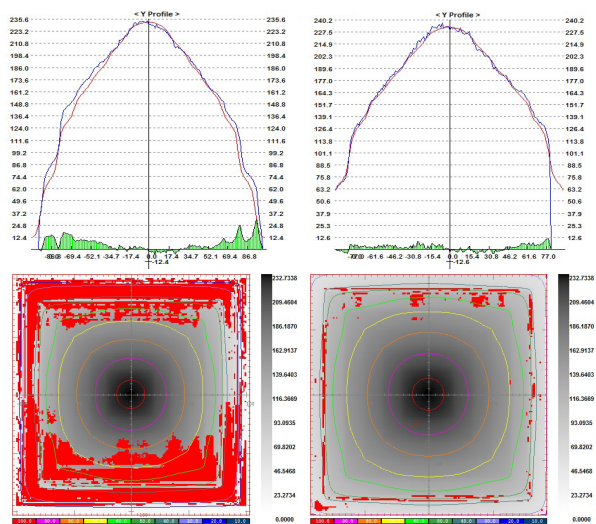


Fig.3 10MV(FFF)のプロファイルと二次元マップ A B  
(A)、(C) 補正なし (B)、(D) 補正あり C D

## 2. プロファイルと二次元マップ

6 MV(FF)と10 MV(FFF)のフィルム解析ソフトウェアによる光源走査垂直方向のビームプロファイルと $\gamma$ -Indexの二次元マップをFig.2、Fig.3に示す。光源走査垂直方向のビームプロファイルは、横軸に光源中心からの距離(mm)、縦軸に測定線量(cGy)を示した。 $\gamma$ -Indexの二次元マップは、縦方向に光源走査垂直方向、横方向に光源走査方向を示した。

使用した全てのエネルギーにおいて、補正プログラムの使用により、ビームプロファイルと二次元マップで改善された。二次元マップでは、光源走査垂直方向において光源中心より約10 cm以上離れたフィルム試料辺縁部でより顕著な改善傾向を示し、光源走査方向においてもフィルム試料の辺縁部で改善傾向を示した。

### 【考察】

補正プログラムにより、使用した全てのエネルギーで大幅に $\gamma$ -Indexが向上し、光源走査垂直方向のプロファイル、二次元マップにおいても大幅な改善が確認できた。これは、補正プログラムにより、スキャナ辺縁部における光学濃度の不均一性が改善されたことが主な要因であると考えられる。また、補正プログラムはエネルギー依存性が少なく、FFビームとFFFビームの両者において有用であると考えられる。

二次元マップにおいて、光源走査方向、光源走査垂直方向の両者でフィルム試料の辺縁部で改善傾向を示し、補正プログラムがフラッドベッドスキャナ全体の補正因子を含んでいると考えられる。

6 MV、10 MVの両者で、FFビームに比べ、FFFビームでより解析結果が良好となった。これは、本研究で使用したフィルム試料では、FFFビームのプロファイルがFFビームに比べ、急峻な領域や平坦な領域が少なく、滑らかなビームプロファイルとなるため、DTA、DDが向上し、 $\gamma$ -Indexの解析結果が向上したと考えられる。

### 【結語】

本研究では、フラッドベッドスキャナ読み取り位置依存性補正プログラムの有用性の検討を行った。

補正プログラムは、フラッドベッドスキャナの読み取り位置依存性の補正に有用であり、今後この補正プログラムの使用により、簡便かつ高精度な相対分布検証が可能になると考える。

### 【参考文献】

- 1) 鎌田茂義 他 : Flat Bed型スキャナ使用時の平坦度特性の改善 日本放射線腫瘍学会 第8回ガフクロミック研究会(2015)