

三次元半導体検出器に搭載された2種類の解析アルゴリズムの比較検討

福島県立医科大学附属病院 放射線部 ○矢部 重徳(Yabe Shigenori)

長澤 陽介 原田 正紘 内沼 良人 山田 絵里佳

岡 善隆 高野 基信 佐藤 孝則

【背景】

強度変調放射線治療(IMRT)における線量検証の必要性は多くの先行研究¹⁾²⁾で報告されており、複数のデバイスによって検証が行われている。近年、三次元半導体検出器を用いた線量検証が普及しつつあり、当院では直交2平面の検出器配列を有するDelta4を導入した。Delta4は実際の治療と同条件で検証が可能であり、ワイヤレス測定にも対応している。また、Delta4に搭載された解析アルゴリズム(DVH Anatomy:DA)では、測定結果と計画CT画像を用いて線量の再計算を行い、実測をベースとした患者体内の線量分布を推測できる。

昨年、治療装置のガントリーヘッド内の幾何学情報を考慮しないDA(DA_old)から新たに幾何学情報を考慮するDA(DA_new)に更新された。これに伴い、線量の再計算の精度向上がDA_newで期待できると考えられる。

【目的】

バージョンの異なるDAの計算精度を比較・検討し、2つのアルゴリズムの違いを確認することを目的とした。

【使用機器】

- 放射線治療装置 : Clinac 21EX (Varian社製)
- 治療計画装置 : XiO Ver 5.00 (Elekta社製)
- 三次元半導体検出器 : Delta4 Phantom+(ScandiDos社製)
- CT装置 : Light Speed RT4 (GE社製)

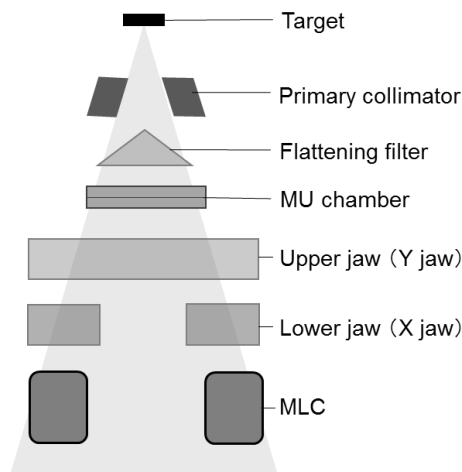


Fig.1 ヘッド内の模式図

【方法】

1.幾何学情報の入力

DA_newにおいて入力した幾何学情報を以下に示す。

- Primary Collimatorの開度
- SourceからFlattening Filter、MU Chamber
- Upper jaw、Lower jaw、MLCまでの距離
- Upper jaw、Lower jaw、MLCの厚さ

また、治療装置のヘッド内構造の模式図(Fig.1)を示す。

2.検討方法

治療計画装置でヘッド内の照射野形状をjawとMLCで形成した正方形(Fig.2)、MLCのみで形成した正方形(Fig.3)、Lower jaw(X jaw)を狭めた矩形(Fig.4)、Upper jaw(Y-jaw)を狭めた矩形(Fig.5)の簡易的なプランを作成した。次に、Delta4の検出器中心と検出器配列上の5点に1.0 cm³のROIを作成した。Clinac 21EXでこれらのプランをガントリー角度0度でDelta4に照射した。それぞれのプランに対してDA_old、及びDA_newを行い、ROIに対するガンマパス率とDose Volume Histogram (DVH)を算出し、比較・検討した。また、ガンマパス率の値は各ROIのパス率の平均値とし、判定基準は3%/3 mm、しきい値は20%とした。

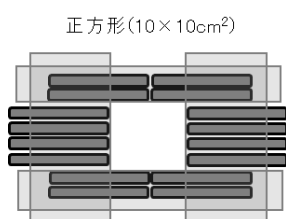


Fig.2 プラン(a)

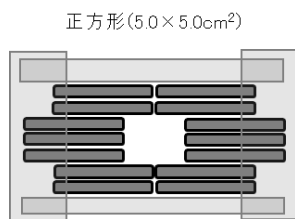


Fig.3 プラン(b)

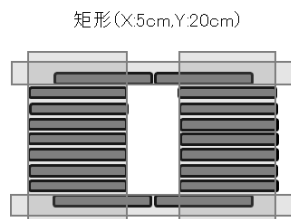


Fig.4 プラン(c)

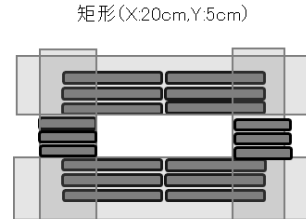


Fig.5 プラン(d)

【結果】

DA_oldに対するDA_newのガンマパス率の変化をプランごとに示す (Fig.6)。全てのプランにおいてガンマパス率の向上が見られた。また、プラン (d) において最も向上の度合いが高かった。

プラン (d) における検出器中心位置のDVHを示す (Fig.7)。DA_oldで算出したDVH (Old) より、DA_newで算出したDVH (New) の方が計画装置で算出したDVH (Plan) に近づくグラフとなった。

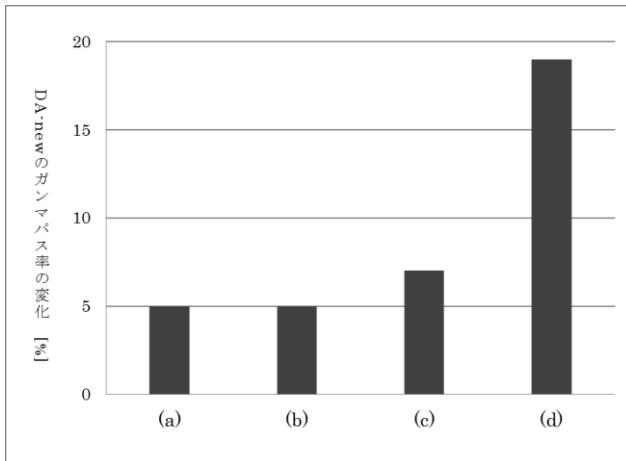


Fig.6 DA_newにおけるガンマパス率の変化

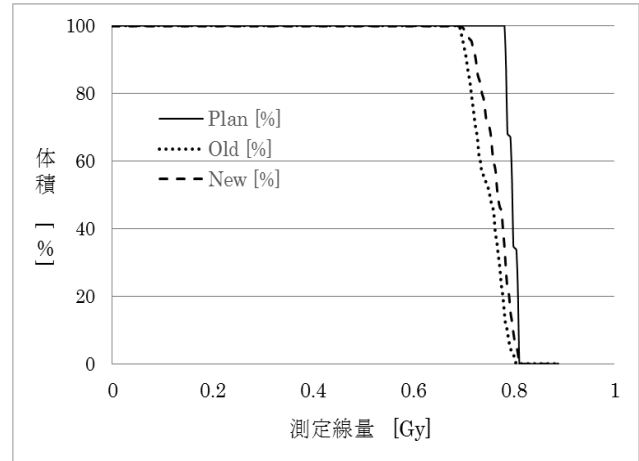


Fig.7 形状 (d) におけるDVHの比較

【考察】

DA_newではヘッド内の幾何学情報が入力されたことにより、ヘッド内での散乱線に關与するコリメータ散乱係数³⁾が補正されたと考えられる。これにより、DA_newではDA_oldよりも出力に対する計算精度が上がったと予測されることから、どのプランにおいてもガンマパス率が向上したと思われる。また、プラン (d) では他の形状よりもY-jawからの後方散乱が多いため、コリメータ反転効果³⁾の影響が顕著である。その影響に対して補正されることから、プラン (d) においてガンマパス率の向上が最も大きかったと考えられる。

計画装置で算出したDVH (Plan) とDAで算出したDVH (OldとNew) の差は、線量計算アルゴリズムの違いや算出時の補正方法の違いによる計算精度の差と推測される。一方、同じ線量計算アルゴリズムを用いているDAで算出したDVH (OldとNew) でも差が見られた。これは、ガンマパス率の考察と同様にヘッド内の散乱線の補正によるものと考えられる。DAでは計画の画像上に内部の線量分布を予測した再計算が出来るため、DVHによる評価と合わせて検討を行える可能性がある。DAの計算精度が向上することによって、これらの評価の正確性の向上に繋がるとと思われる。

今後は、フィルムや他の検出器との比較を行い、IMRTなどの臨床プランに対して検討する予定である。

【まとめ】

簡易的なプランを用いてDA_oldとDA_newの計算精度を比較・検討した。ヘッド内の幾何学情報を考慮したDA_newにおいてガンマパス率の向上とDVHの改善が見られた。また、検討結果から2つのアルゴリズムに違いがあることを認識することが出来た。

【参考文献】

- 1) 強度変調放射線治療における物理・技術的ガイドライン2011
- 2) 河内 徹 他 : 強度変調放射線治療における吸収線量測定法の標準化に関する研究
- 3) 放射線治療技術の標準 保科 正夫 編集 日本放射線技師会出版