

# 放射線治療における患者衝突防止用仮想シミュレーションソフトの開発

東北大学病院 診療技術部放射線部門 ○佐藤 清和(Sato Kiyokazu)

佐藤 尚志 梁川 功

東北大学大学院 医学系研究科放射線治療学分野 武田 賢 土橋 卓

## 【はじめに】

定位放射線治療は線量集中性を高めるために非同一平面上のビームを多数含む非常に複雑な計画となることが多い。そのため治療計画装置において、ガントリと患者・寝台間で衝突するような計画を作成する可能性がある。また、電子線照射においても、電子線アプリーケータが患者・寝台に干渉する恐れがある。近年、電子線モンテカルロ計算アルゴリズムが搭載された商用の治療計画装置を使用して、CT上で電子線の治療計画を行うことが増えてきており、干渉の恐れが更に懸念される。そこで、CGソフトを使用して放射線治療における患者衝突仮想シミュレーションを行い、その精度を検討することで、治療計画補助の可能性について検討した。

## 【使用機器】

Linac: Clinac iX (Varian社製)

人体ファントム: PBU-50 (京都科学社製)

固定具: Cranial Arm Support (CIVCO社製)

CT: LightSpeedRT16 (GE社製)

(撮影条件: 120 kV, 500 mA, 0.5 s/rot, 2.5 mmスライス厚, FOV65 cm)

CT画像ポリゴン化ソフト: OsiriX Lite v7.5 (Pixmeo社製)

衝突シミュレーションソフト: Metasequia v4.5 (テトラフェイス社製)<sup>1)</sup>

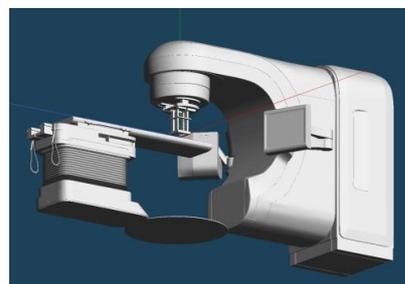


Fig.1 治療装置をモデリング

## 【方法】

幾何学的ジオメトリ通りに大きさやアイソセンタからの距離等を考慮して、治療装置をMetasequia上でモデリングした(Fig.1)。

次に人体ファントムと固定具を使用して、肺の定位照射を模擬した両腕挙上した体勢にて、胸部中心部をCT原点とし、人体ファントムの肘部まで含めてCT撮影を行った。その後、OsiriXを使用してCT画像を-500 HUを閾値としたサーフェスレンダリング処理から、DICOM形式をOBJ形式に変換し、モデリング後の治療装置と併せてMetasequia上で衝突シミュレーションを行った。Varian社の規格では寝台が左に90°回転すると90°、右に90°回転すると270°と表示され、ガントリが上方向にある場合に0°で、時計回りに回転する(Fig.2)。

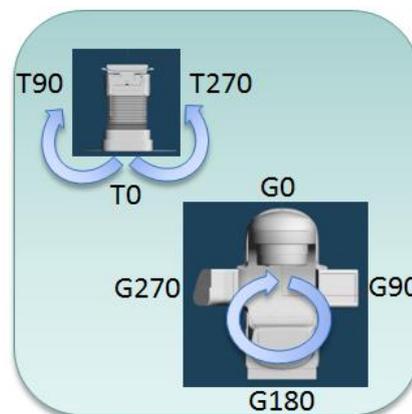


Fig.2 Varian IEC

シミュレーションにおいて、ガントリと患者・寝台が衝突している場合、Metasequia上で積集合を行うと衝突している領域が表示可能である(Fig.3)。

本研究では、はじめに寝台を設定値まで回転し、衝突する直前のガントリ角度をCollision gantry angleとし、下記の場合についてシミュレーションと実測検証について比較検討した。

1. 人体ファントムが無い場合
2. 人体ファントムが有る場合
3. 人体ファントム+電子線アプリーケータが有る場合

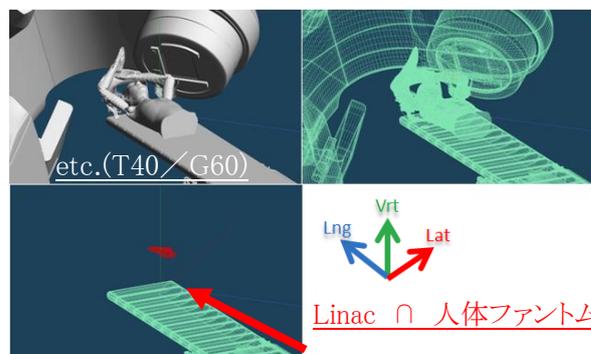


Fig.3 衝突シミュレーションの様子

## 【結果】

1. 人体ファントムが無い場合において、寝台を治療アイソセンタの高さにおいて、90°、50°、310°、270°と回転し、寝台に衝突する直前のCollision gantry angleをシミュレーションと実測の結果、2°以内の差であった(Table 1)。
2. 人体ファントムが有る場合において、CT原点を治療アイソセンタとして、寝台を90°、40°、320°と回転し、寝台と衝突する直前のCollision gantry angleのシミュレーションと実測の差は、Field No.5において3.1°であった。それ以外は2°以内の差であった(Table 2)。
3. 人体ファントムと電子線アプリケータ有りの場合において、人体ファントムとアプリケータが衝突する直前のCollision gantry angleのシミュレーションと実測の差は0.5°以内であった(Table 3)。

Table 1 ファントム無しの場合の衝突チェック結果 (Deviation(deg) = Simulation - Meas.)

Field No.	Table position				Collision region	Collision gantry angle		
	Vrt (cm)	Lng (cm)	Lat (cm)	Angle (deg)		Simulation (deg)	Meas. (deg)	Deviation (deg)
1	0	100	0	90	Table	51.7	50.6	1.1
2	0	100	0	50	Table	51.6	52.7	-1.1
3	0	100	0	310	Table	308.9	307.1	1.8
4	0	100	0	270	Table	310.1	309.2	0.9

Table 2 ファントム有りの場合の衝突チェック結果

Field No.	Table position				Collision region	Collision gantry angle		
	Vrt (cm)	Lng (cm)	Lat (cm)	Angle (deg)		Simulation (deg)	Meas. (deg)	Deviation (deg)
5	0	0	0	90	Phantom	25.0	21.9	3.1
6	0	0	0	40	Phantom	46.2	46.9	-0.7
7	0	0	0	320	Phantom	315.0	313.0	2.0

Table 3 ファントムと電子線アプリケータ有りの場合の衝突チェック結果

Field No.	Table position				Collision region	Collision gantry angle		
	Vrt (cm)	Lng (cm)	Lat (cm)	Angle (deg)		Simulation (deg)	Meas. (deg)	Deviation (deg)
8	-10	0	-5	0	Phantom	20.5	20.3	0.2
9	-10	0	5	0	Phantom	339.2	338.7	0.5

## 【考察】

シミュレーションと実測検証との差は最大で3.1°であり、それ以外は2°以内であったことから良好なシミュレーションができたと考える。本研究においては人体ファントムを使用したシミュレーションであるが、3°程度の不確かさが含まれているとして、治療計画補助の可能性が示唆された。しかし、シミュレーションと実測との差には、治療装置のモデリングエラー、人体ファントムのサーフェスレンダリング処理の閾値設定、セットアップエラー等が含まれている。先行文献においてTsikalosらは2°以内の差で衝突シミュレーションができたとの報告もあり<sup>2)</sup>、治療装置のモデリングエラーの縮小、ポリゴン化閾値の更なる検討を行い、シミュレーション精度の向上を目指したいと考える。また、シミュレーションで使用したMetasequiaには有料ライセンスになるが、Python言語を使用したスクリプト機能があるため、今後はMetasequia上で、治療計画装置からDICOMプランをインポートした自動衝突チェックが行える環境を開発予定である。

## 【参考文献】

- 1) [http://www.metaseq.net/jp/\(2016/10/27\)](http://www.metaseq.net/jp/(2016/10/27))
- 2) MF. Tsikalos, E Schrebmann, K Theodorou, et al. : Graphical treatment simulation and automated collision detection for conformal and stereotactic radiotherapy treatment planning. Med.phys, 28,1359, 2001