

3Dモデル作成時における画像収集条件の検討

岩手県立中央病院 放射線技術科 ○山口 博幸 (Yamaguchi Hiroyuki)
山本 真由 尾田川 隆臣 菅原 航 坂本 健治 武田 大樹 佐藤 正幸

【目的】

整形外科手術の術前シミュレーションに用いるための3Dモデル作成について、3D画像を3Dプリンターで出力する際の最適な管電圧および再構成関数の検討を行った。

【方法】

使用機器として、CT装置がCanon社製のAquilion ONE Genesisで、3Dプリンターがフュージョンテクノロジー社製のL-DEVOで、ワークステーションがザイオソフト社製のZio station 2を使用した。ファントムとして、動物の骨を使用した自作ファントムを作成した。動物の骨を二つに裁断して、断面を密着させ模擬骨折線を作成した。また、断面に1 mmのアクリル板を1、2、3枚挟んだものを用意して、それぞれのスリットの幅をノギスで実測し、それぞれをアクリル無し、1 mmアクリル、2 mmアクリル、3 mmアクリルとして、ノギスで実測した値は0 mm、1.5 mm、2.3 mm、3.3 mmだった。

作成したファントムをX線の吸収を考えて水の中に入れて撮影した。管電圧は100、120、135 kVを使用して、再構成関数は軟部関数のFC 09、骨関数のFC 30、さらにエッジを強調したFC 35、逐次近似再構成であるFIRSTを使用した。管電流はVolume EC (SD 9 / 5 mm)、PFは0.637、回転速度は0.5 sec、スライス厚は0.5×80 mm、再構成関数は0.25 mm、FOVは100 mm。ワークステーションにて3D画像の閾値を統一して、DICOMデータからSTLファイルへ変換し、3Dプリンターで出力した。

以下の3項目で、比較・検討を行った。

- MPRにて、骨、スリット断面についてのCT値のヒストグラムを作成し、半値幅と1/10値幅を算出し、ファントムの実寸と比較した。
- 出力した3Dモデルのスリット部の幅をノギスで計測し、ファントムの実寸と比較した。
- 135 kV、アクリル無しの3Dモデルを使用して、模擬骨折線の再現性を視覚評価した。なお、視覚評価は経験年数5年から31年までの診療放射線技師8名により、一人一人順位を付けて、その順位の平均を比較した。

【結果】

Fig.1に1 mmアクリル、135 kVのCT値のヒストグラムで、グラフを上下反転したものを示す。両側のCT値の違いがあるため、低い方に合わせて補正した。FIRSTが一番矩形に近い形になった。管電圧を変更しても同様の結果だった。

このヒストグラムより半値幅と1/10値幅を算出した結果をTable 1とTable 2に示す。半値幅は、管電圧、再構成関数の違いで差異は見られなかったが、1/10値幅ではFIRSTが一番実寸に近い値になり、FC 30とFC 35では差は無く、FC 09が一番実寸に遠い値になった。

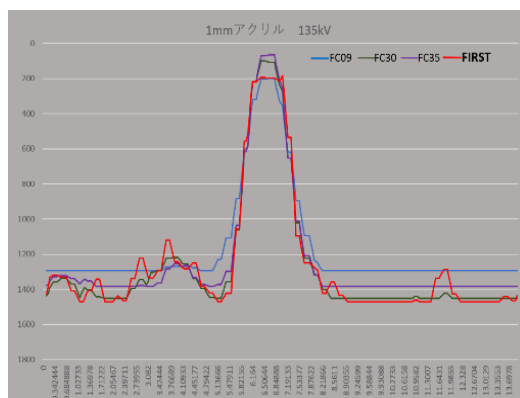


Fig.1 CT値のヒストグラム

Table 1 半値幅

管電圧	実寸	FC09	FC30	FC35	FIRST
100kV	1.5 mm	1.79	1.49	1.5	1.49
120kV		1.52	1.5	1.49	1.49
135kV		1.52	1.5	1.49	1.52
100kV	2.3 mm	2.6	2.57	2.57	2.57
120kV		2.79	2.6	2.6	2.59
135kV		2.6	2.59	2.59	2.58
100kV	3.3 mm	3.53	3.54	3.52	3.52
120kV		3.53	3.53	3.52	3.56
135kV		3.51	3.51	3.5	3.53

Table 2 1/10 値幅

管電圧	実寸	FC09	FC30	FC35	FIRST
100kV	1.5 mm	2.75	2.3	2.3	2
120kV		2.84	2.31	2.3	2.01
135kV		2.61	2.34	2.31	2.01
100kV	2.3 mm	3.86	3.3	3.31	2.85
120kV		3.83	3.35	3.33	3.09
135kV		3.82	3.28	3.28	3.03
100kV	3.3 mm	4.56	4.29	4.31	3.84
120kV		4.36	4.07	4.08	3.78
135kV		4.34	4.04	4.03	3.85

Table 3 ノギスによる実測

管電圧	実寸	FC09	FC30	FC35	FIRST
100kV	1.5 mm	0.6	0.6	0.6	0.7
120kV		0.5	0.6	0.6	0.7
135kV		0.6	0.6	0.6	0.8
100kV	2.3 mm	1.5	1.8	1.7	1.9
120kV		1.5	1.7	1.7	2
135kV		1.4	1.6	1.6	2
100kV	3.3 mm	2.2	2.5	2.5	2.7
120kV		2.4	2.8	2.8	3
135kV		2.4	2.7	2.8	3

Table 4 視覚評価

	1位	2位	3位	4位
	FIRST	FC35	FC09	FC30
順位の 平均値	1.00	2.25	3.00	3.75

ノギスによる実測の結果をTable 3に示す。管電圧の違いでは差異は見られなかったが、FIRSTが一番実寸に近い値になり、こちらもFC 30とFC 35では差は無く、FC 09が一番実寸に遠い値になった。

視覚評価の結果をTable 4に示す。評価が良かった順にFIRST、FC 35、FC 09、FC 30となった。回答者からは、FIRSTは模擬骨折線を再現出来ていた、FIRST以外はあまり区別が付き変わらなかった、などの意見があった。

【考察】

管電圧の違いに関しては、十分な撮影線量に加え被写体に大きな吸収差があったため、差が出なかったと考えられる。

再構成関数の違いに関しては、FIRSTで再構成したデータは逐次近似再構成法の特徴である空間分解能を変えずにノイズの低減効果が得られたため、3Dモデル作成の精度向上につながったと考えられる。

他の関数の結果は鮮鋭度の高い関数の順に精度が高いが、視覚評価では差が見られず、鮮鋭度と粒状性のバランスが影響したと考えられる。

今回の実験では3Dプリンターの精度は検討しておらず、プリンターの精度の限界が影響したと考えられる。

【結語】

整形外科手術の術前シミュレーションに用いるための3Dモデルを作成する際は、FIRSTで再構成したデータを用いるのが良いと示唆された。

今回の実験では、管電圧の違いによる有意差は見られなかった。