

# AMCoR

Asahikawa Medical College Repository <http://amcor.asahikawa-med.ac.jp/>

旭川放射線技師会会誌 (2000) 22巻:43～47.

CTを用いた微細構造物の3D表示における基礎的検討

岩田邦弘、鈴木政彦

# CTを用いた微細構造物の3D表示における基礎的検討

旭川医科大学附属病院 放射線部 ○岩田 邦弘 鈴木 政彦

## 【はじめに】

耳小骨などの微細な構造物に対し、その解剖学的構造を正常または病態にそって表示する方法については多くの報告がある。ただ、それが実際の大きさ・形状をどのくらい反映しているかについて検討している例は少ない。

今回我々は奇形や外傷で問題となる耳小骨連鎖のうちアブミ骨の前脚後脚の3D表示に注目し、最小径1mm未満の被写体に対し、その3D表示に関して既存のシステムにおける現状の評価とその問題点について検討を行い、若干の知見を得たので報告する。

## 【使用機器および撮影条件】

CT装置	東芝 X vision real
画像処理装置	東芝 X tension v2
撮影条件	130kV 150mA
スライス厚	1mm
寝台移動速度	1~0.5mm/秒
再構成間隔	0.5~0.1mm
再構成関数	FC30, FC01(骨、腹部関数)
FOV	3cm
マトリックス	512*512

なお今回ファントムとして、耳小骨とほぼ似たCT値と大きさを持ち、かつあらかじめ大きさと形がわかっているファントムとして「シャープペンシルの芯」を使用した。(直径0.3~0.7mm・3種類)

## 【方法】

- 1) スキャン方向と同じ方向で3種のファントムをスキャンし、再構成関数と再構成間隔が画像に及ぼす影響を検討した。
- 2) 先の結果を基に3種のファントムの角度をスキャン方向に対し、0度、30度、60度と変化させ、角度の変化が3D画像に及ぼす影響を検討した。
- 3) 寝台移動速度を1mm/秒未満に設定し、寝台移動速度の変化が3D画像に及ぼす影響を検討した。
- 4) 最後にファントムにおける結果を基に臨床画像を作成し、その大きさと形状の再現性について検討した。

## 【結果】

- 1) 方法1) で得られたファントム画像

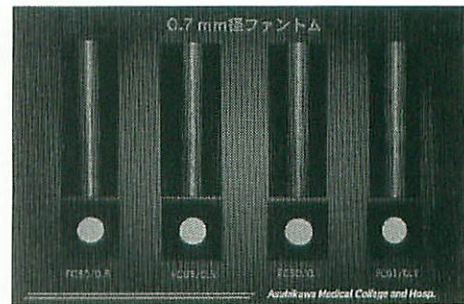


Fig. 1 0.7mmファントムの画像

- a) 径0.7mmファントムの画像をFig. 1に示す。しきい値はワークステーションに付属の距離測定ソフトを用い0.7mmを示す値で設定した。なおそれぞれ断面像の下に再構成関数と再構成間隔を示した。(以後同様) 多少見えにくいだが、寝台移動速度の1/2を再構成間隔にとった画像(0.5mm)の方がアーチファクトの出現が少なく良好な結果であった。また再構成関数を変化させてもほとんど変わらない画像を得ることができた。またすべての画像において下の断面像に示すとお

り縦方向、横方向の歪みはほとんどなかった。このしきい値で形状と大きさは良好に再現されているといえる。なお再構成間隔を0.1ミリにとった方が画像データ数が多いため形状再現性がよいと思われたが、stair stepアーチファクトの影響<sup>1)2)</sup>を多く受けていると思われた。

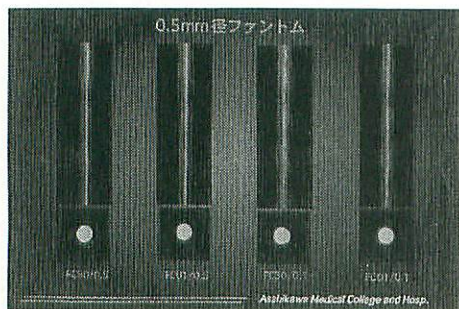


Fig. 2 0.5mmファントムの画像

b) 径0.5mmファントムの画像をFig. 2に示す。しきい値の決定方法は1)と同じである。0.7ミリよりはやや歪みが見えるが、このしきい値で形状と大きさはなんとか再現できるといえる。断面像は横方向に最大8%の歪みが生じた。

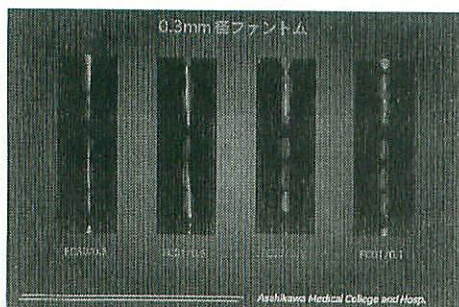


Fig. 3 0.3mmファントムの画像

c) 径0.3mmファントムの画像をFig. 3に示す。0.3ミリを示すしきい値では連続した形状を表示することができなかった。ただし、しきい値を下げれば表示はできたが大きさ、形状ともかなり実物とかけ離れたものになった。

	FC30/0.5	FC30/0.1	FC01/0.5	FC01/0.1
0.7	-443	-443	-703	-703
0.5	-612	-605	-790	-788
0.3	(-777)	(-777)	(-880)	(-880)

( ) 内は Fig.3 に用いたしきい値

Table. 1 Fig. 1～3の作成に用いたしきい値

d) Fig. 1～3の画像作成に対し使用したしきい値をTable. 1に示す。再構成関数の違いはしきい値の違いとなって現れたが再構成間隔の違いはしきい値にほとんど影響を及ぼさなかった。

以上より、作成された画像に対し、骨関数、腹部関数に明らかな差を認めなかった。また再構成間隔については明らかに0.5mm間隔の方がアーチファクトの影響が少なかったため、この後の検討は「骨関数、再構成間隔0.5mm」で行うことにした。

2) 方法2) で得られたファントム画像

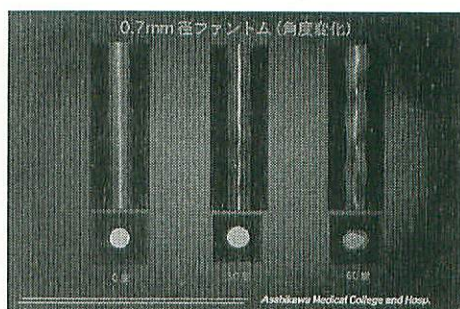


Fig.4 角度を変化させた時の0.7mmファントムの画像

a) 径0.7mmファントムの画像をFig. 4に示す。角度がつくほど3D画像は影響を受け歪んだものになる。Fig.5はFig. 4の3D画像の画像データ(アキシャル画像)の一枚をプロファイル表示したものである。角度をつけていくことによって

最大CT値は低くなり同じものをスキャンしても斜めにスキャンすることにより画像が歪みだんだん平たくなっていく。3D画像は細かく再構成したアキシャル画像の集合を表示したものであるから、このような結果となる。

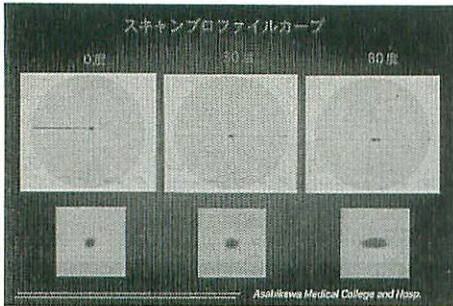


Fig. 5 スキャンプロファイルカーブ

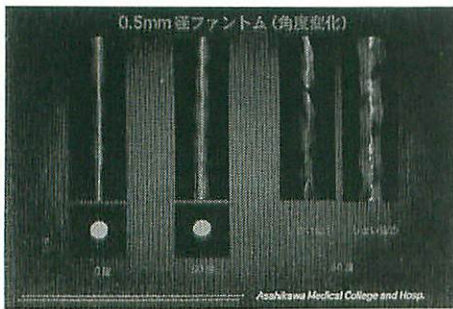


Fig. 6 角度を変化させた時の0.5mmファントムの画像

- b) 径0.5mmファントムの画像をFig. 6に示す。0.5ミリになるとさらに歪みはひどくなり、ついには60度では0.5ミリの太さを示すしきい値では表示できなくなった(しきい値①)。その横にしきい値を下げなんとか表示したものを示す(しきい値②: 径は一番細いところで約0.7mm)。
- c) 径0.3mmのファントムでもa) b)と同じ検討を行ったが0.3mmでは画像を表示できなかった。

3) 方法3) で得られたファントム画像

寝台移動速度を変化させ作成したファントム画像をFig. 7に示す。なおファントムは径0.7mmのものを用い、しきい値は1) - a)と同じ方法で設定した。なおそれぞれ断面像の下に寝台移動速度と再構成間隔を示した。移動速度を1mm/秒未満に設定した方がよりなめらかな3D画像を得ることができた。寝台移動速度0.8mm/秒、再構成間隔0.4mm(以下0.8/0.4と略、他も同様)と0.5/0.5ではどちらが良いかはほとんど解らないくらいであった。また縦方向、横方向のゆがみもほとんどなかった。ただし0.5/0.1はやはりstair stepアーチファクトの影響が顕著に現れた。なお理論上は寝台移動速度を遅くすればするほどよりなめらかな画像を得ることができるが、現在のCTは再構成間隔を百分の一単位まで設定できない(つまり0.5/0.25はできない)ので0.5/0.5を検討の対象として用いた。

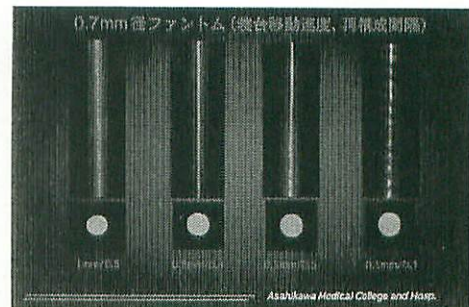


Fig. 7 寝台移動速度を変化させた時の0.7mmファントムの画像

4) 臨床画像

ここでアブミ骨の前脚後脚が描出できた例とできなかった例の2例を提示する。なお今回の検討は耳小骨の周りに含気がある正常例とした。また耳小骨連鎖の正常解剖<sup>3)</sup>をFig. 8に示す。

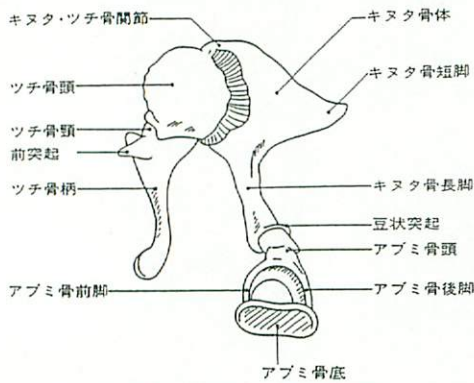


Fig. 8 耳小骨連鎖の正常解剖  
(文献(3)より)

a) 臨床画像 1 (Fig. 9)

患者は20年来の難聴、今回人工内耳埋め込みを前提とし、側頭骨の術前スクリーニング検査として施行した。奇型、欠損などはなく、正常な耳小骨連鎖であった。アブミ骨の前脚、後脚ともにアキシャル像で計測した値とほぼ同じ値でしきい値抽出することができた。(前脚: 0.86mm 後脚: 0.78mm) しかしアブミ骨頭およびキヌタ骨豆状突起ははっきりと描出することができなかった。やはり形状の再現性はこのあたりが限界と思われた。

b) 臨床画像 2 (Fig. 10)

患者は外傷性の鼓膜穿孔で来院し、耳小骨変位が疑われ検査を施行した。診断は耳小骨連鎖に特に異常はなかった。アキシャル画像上、アブミ骨は描出されているが、前脚後脚がはっきりしない。3D画像を作成してみると、しきい値をいろいろ変えてみても前脚後脚をはっきりと描出することができなかった。ファントム実験の結果から、アブミ骨にある程度の角度をもってスキャンしたため、前脚後脚部分の形状再現が悪くなりはっきり描出されなかったと思われた。

なお提示した2例の画像ともにstair

stepアーチファクトの影響を受けていると思われるが、明らかにこの場所がそうであるとは指摘できなかった。

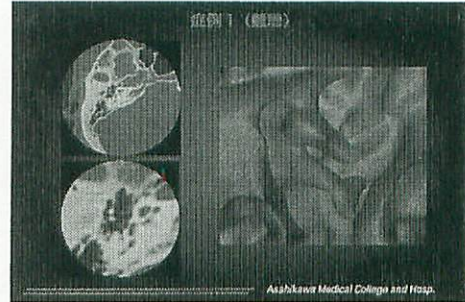


Fig. 9 臨床画像 1

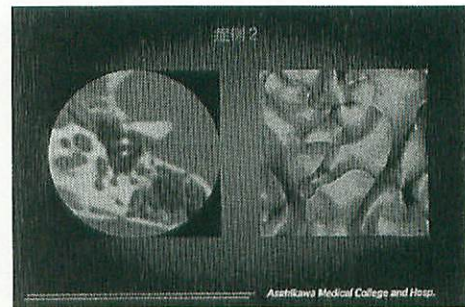


Fig. 10 臨床画像 2

以上の結果をまとめると以下のようになった。

- 1) スキャン方向に垂直にスキャンする場合においては0.5mm径のファントムぐらいまでは、その形状と大きさをほぼ画面上で表示することができた。(ここでいう大きさは、あらかじめ値がわかっているファントムの元の大きさと同画面上で計測した値がほぼ一致することを言う)
- 2) 再構成間隔は寝台移動速度の2分の1に設定したほうがstair stepアーチファクトの影響を少なくすることができた。
- 3) 寝台移動速度は、1mm/秒未満に設定したほうがよりなめらかな3D像を得ることができたが被曝との兼ね合いで問題が残る。
- 4) スキャン方向に角度をつけてスキャンする場合は角度が付けば付くほど、径が

小さくなればなるほど3D像の歪みが大きくなり、ファントムの形状と大きさを画面で表示することが厳しくなっていく。

5) アブミ骨を表示したときにおけるstair stepアーチファクトの影響は、はっきりしなかったが、「形状を再現する」という意味においては実際画像を作るときには多少なりとも影響を受けていることを念頭におくべきである。

### 【考察】

以上より、現状においては、あぶみ骨の前脚後脚を安定して3D表示するには最低アキシアル画像に前脚後脚が分離して写っていることが必要ではという結論を得た。これは描出能を高くするには対象となるものに垂直にスキャンすることがいちばん良いとされているためである。しかし、実際問題として人体の一番小さな骨をたとえ全員同じ基準でスキャンしたからといって全員同じように前脚後脚が描出されるとは限らない。これを改善するには、

- ① 1ミリ未満の薄いスライス厚でスキャン方向に対する分解能を上げる。
- ② edge enhancementを効かせながらもスキャン方向の実効スライス厚の上昇を抑えるような再構成関数を使う。
- ③ 寝台移動速度を少なくする。

などが考えられる。①と③に関しては最近被曝線量を上げることなく短時間で薄いスライス厚で撮影できる「マルチスライスCT」が全国的に稼働し始めており、適切な撮影条件の組み合わせにより描出能の向上が期待される。また②に関して今回は微細な構造ということで画像再構成には骨関数を用いたが、骨関数を用いるとスキャン方向に対する実効スライス厚が増えるといった報告<sup>4)</sup>もあり、アーチファクトの影響をより小さくする方法などと共に3Dにもっと適した再構成関数の開発にも期待したい

と思う。

### 【参考文献】

- 1) 福島 均：3D-CT cholangiography、3DC T作成技術マニュアル、産業開発機構株式会社 映像情報メディカル編集部51-55 (1997)
- 2) 平野雄士、坂井正史 他：ヘリカルスキャンにおける三次元アーチファクトの検討、日本放射線技術学会雑誌、52、1392 (1996)
- 3) 野田正信：側頭骨の正常CT解剖、多田信平編 新編頭頸部の画像診断、秀潤社、26-33 (1996)
- 4) 嶋田真理、宮下宗治 他：微細構造物のヘリカルスキャンによる三次元表面表示の検討、北海道放射線技術雑誌、53、19-25 (1993)