

一般演題  
抄録

# 側頭骨 CT 検査におけるヘリカルスキャンとボリュームスキャンの基礎的検討

○福永 正明、成石 将平、高田 雅士、守屋 隆史、山本 浩之  
倉敷中央病院 放射線センター

**【背景】** 側頭骨領域の評価は微細な骨構造の描出に優れた CT が多く用いられている。しかしながら、側頭骨 CT では水晶体への被ばく線量が問題となっている。H C Bauknecht らは、320列ボリュームスキャンは16列ヘリカルスキャンと同等の画質を担保し、被ばく線量が1/6になる<sup>1)</sup>と報告した。

**【目的】** 4列ヘリカルと64列ノンヘリカルの物理評価と放射線量を比較した。

**【方法】** CT 装置は、東芝メディカルシステムズ社製 Aquilion CXL を使用した。物理評価は、ガントリー中心部と周辺部で MTF、NPS、SNR を測定した。CTDIvol、DLP は装置に表示された値を比較した。撮像条件は、管電圧120kV、管電流時間積100mAs、撮像範囲32mm、再構成関数FC81、スライス厚/再構成間隔0.5/0.5mmとした。ヘリカルはコリメーション0.5mm×4列、ピッチファクター0.875、回転速度0.5s/rotation、再構成アルゴリズム MUSCOT とした。ノンヘリカルは、コリメーション0.5mm×64列、回転速度0.5、0.75、1.0s/rotation、再構成アルゴリズム coneXact とした。

**【結果】** MTF は中心部と周辺部共にヘリカルに比べてノンヘリカルで低下した (Fig.1)。ヘリカルの MTF は中心部と比較して周辺部で大幅に低下した。ノンヘリカルの NPS は中心部と周辺部共に低周波数領域でヘリカルと同等であったが、高周波数領域で低下した (Fig.2)。中心部の SNR は、ヘリカルの方が優れたが、周辺部の SNR は、ヘリカルとノンヘリカルの差は小さくなった (Fig.3)。CTDIvol は23.3mGy (ヘリカル)、8.8mGy (ノンヘリカル) であった。DLP は84.4mGy/cm (ヘリカル)、28.1mGy/cm (ノンヘリカル) であった。

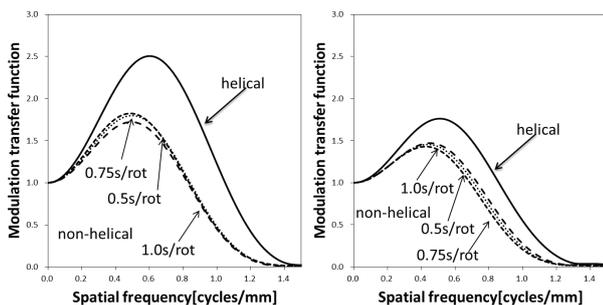


Fig.1 MTF

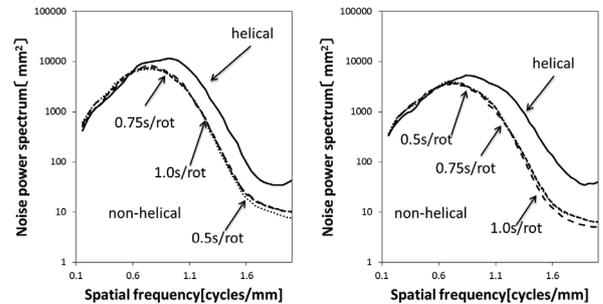


Fig.2 NPS

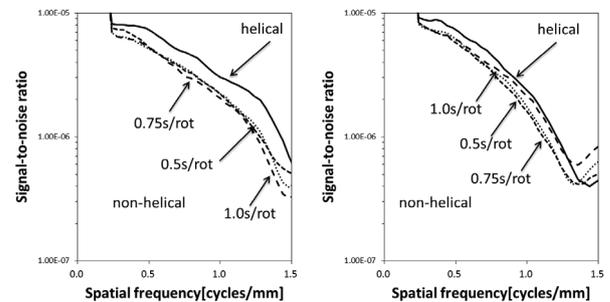


Fig.3 SNR

**【考察】** ノンヘリカルの MTF はヘリカルに比べて低下した。これはノンヘリカルのコーン角や再構成アルゴリズムの影響であると考えられる。ノンヘリカルの NPS は中心部と周辺部共に低周波数領域ではヘリカルと同等であったが、高周波数領域では低下した。これはノンヘリカルの MTF が低下したためであると考えられる。しかし、低周波数領域では同等であったため、微小な構造の信号は担保されていると考えられる。ヘリカルの MTF、NPS、SNR は中心部と周辺部で異なった。ヘリカルは面内の位置依存性が大きいと考える。CTDIvol と DLP はヘリカルに比べてノンヘリカルで約70%低下した。ヘリカルはオーバービーニングやオーバーレンジングにより線量が増加したと考える。

**【結語】** 4列ヘリカルスキャンと64列ノンヘリカルスキャンの物理評価と放射線量を比較した。ノンヘリカルはヘリカルに比べて MTF は劣るものの、高周波数領域の NPS は低下し、放射線量も低下した。

## 【参考文献】

- 1) H C Bauknecht. 320-row volume acquisition in temporal bone CT equivalent image quality to 16-row CT while decreasing radiation exposure figures. Dentomaxillofacial Radiology 2010; vol.39 no.4: 199-206

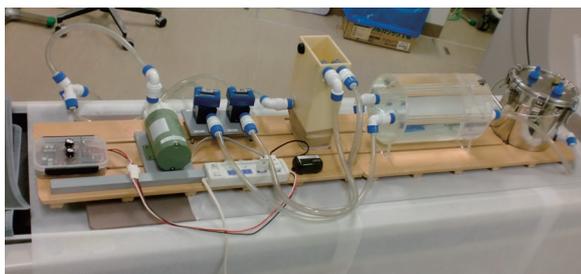
○河村 隆道、峯重 正紀、田野原 由華、徳永 望、半田 和之  
山口県厚生農業協同組合連合会 周東総合病院

【背景】ヨード造影剤を使用した画像診断は、日常臨床において必須の検査項目である。しかしながら、腎機能が低下した患者に対して造影剤を使用することで、造影剤腎症を起こすリスクがあると報告されている。

【目的】腎機能が低下している患者には補液してからの造影検査が推奨されているが、当院では腎機能が低下している患者に対して、補液をしつつ造影剤も減量して検査を行っている。そこで、time density curve (以下 TDC) ファントムを用いて TDC を作成し、「造影剤減量にて撮像」と主治医及び放射線科医から指示のあった肝臓ダイナミック CT 検査における動脈相(後期動脈優位相)の造影効果の向上や再現性について検討した。

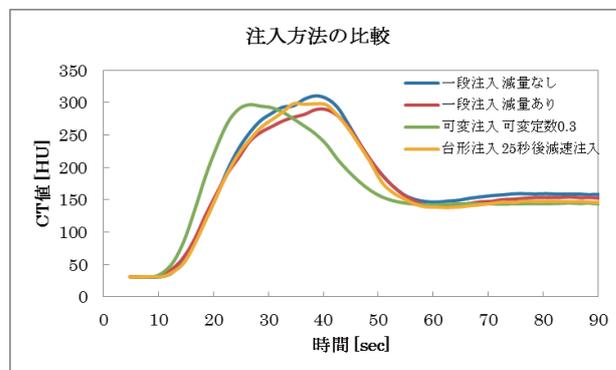
#### 【使用機器】

- Aquilion64 (東芝社製)
- デュアルショット GX (根本杏林堂製)
- TDC ファントム (根本杏林堂製)
- ZIO STATION (アミン株式会社)
- ImageJ
- 300 mgI 造影剤



【方法】TDC ファントムを用いて、一段注入で造影剤の減量あり、減量なし、可変注入で可変定数0.3、台形注入で25秒後減速注入したものにおける TDC を作成し、至適な注入方法と撮像のタイミングの検討を行った。

【結果】一段注入の造影剤の減量なし、減量あり、可変注入で可変定数0.3、台形注入で25秒後減速注入したものとの比較を行い、可変注入で可変定数0.3は一段注入に比べ注入開始速度が速いため、早い時間でピークとなり、台形注入で25秒後減速注入したものは、一段注入とピークの時間はほぼ等しく、一段注入で造影剤を減量したものに比べ少しではあるが、高いピークを示した。



【考察1】腎機能が低下し、造影剤を減量して検査を行う患者に対して後期動脈優位相を最適な注入方法、タイミングで撮像するのにふさわしい TDC は、結果より、造影剤を減量した一段注入と比べ、CT 値が高く、ピークの時間も、一段注入に近づいていることから、造影効果や再現性に優れており、台形注入で25秒後減速注入した注入方法が、当院の肝臓ダイナミック CT 検査には有用な注入方法であると考えられる。

【考察2】台形注入で25秒後減速した注入方法を臨床で数例行い、一段注入で造影剤の減量なし、減量あり、台形注入で25秒後減速注入したもの3通りの腹腔動脈分岐部 CT 値の計測・比較を行った結果、造影剤を減量した場合の一段注入と台形注入では、台形注入の方が平均20程度高い CT 値を示し、3症例同じ傾向が得られたことにより、台形注入で25秒後減速注入する注入方法は造影効果の向上が図れるのではないかと考えられる。

腹腔動脈分岐部の CT 値

	一段注入 減量なし	一段注入 減量あり	台形注入 減量あり
患者 A	350.63	294.16	314.79
患者 B	308.01	258.87	281.54
患者 C	298.72	251.86	259.22
平均	319.12	268.30	285.18

【結語】造影剤減量を目的とした25秒後減速注入する台形注入は、ボーラストラッキングなどの撮像プロトコルを変更することなく使用することができるため、当院の肝臓ダイナミック CT 検査において適した注入方法であると考えられる。

○伊藤 修

倉敷中央病院 放射線センター

【背景・目的】 当院の頭頸部 CTA は目視による Bolus Tracking (BT) 法を使用しているが、患者間で動脈の CT 値にバラツキが生じる場合がある。

適切な動脈 CT 値 (頭蓋内の内頸動脈 300HU 以上) を取得するために Test Bolus Tracking (TBT) 法を使用し、現行の BT 法と比較検討を行った。

## 【使用機器】

東芝メディカルシステムズ Aquilion PRIME

根本杏林堂 Dual Shot GX7

【対象】 2013年3月から10月まで

BT 法 男/女: 22/11 71.3 ± 10.3歳 59.7 ± 10.4kg

TBT 法 男/女: 22/8 68.1 ± 9.9歳 62.1 ± 11.3kg

## 【撮影条件、方法】

Helical Scan 撮影スライス厚 0.5mm \* 80

120kv V-EC (5mmSD6) 回転速度 0.5秒/rot

撮影範囲約 350mm (大動脈弓部→頭頂)

撮影時間約 7秒 ヘリカルピッチ 65

FC21 (BHC 補正+) AIDR 3D (mild)

造影剤濃度 300mgI/kg

BT は main bolus (造影 15秒、生食 30ml) のみ

TBT 法は test bolus (造影 2秒、生食 5秒) →

休止時間 30秒 → main bolus である。

トリガータイミングは test bolus の TDC において、test bolus によって増加した CT 値のピークから半分下がったポイントとした。

Table1 BT 法と TBT 法の撮影条件の違い

	BT 法	TBT 法
モニタリング	上行大動脈	総頸動脈
トリガー	造影剤到達後	ピーク後の半分
Delay time	約 4秒 (最短)	37秒

内頸動脈 (ICA)、総頸動脈 (CCA)、上行大動脈 (AAo) の CT 値を測定しそれぞれ比較検討を行った。検定には Unpaired t-test を使用した。

【結果】 測定値 (Table 2) と ICA のグラフ (Fig.1) を記す。

Table2 BT 法と TBT 法の平均 CT 値と標準偏差

	BT 法 n = 33	TBT 法 n = 30	有意差
ICA	352.77 ± 50.87	371.08 ± 52.51	n.s.
CCA	382.17 ± 48.93	409.42 ± 56.87	p < 0.05
AAo	316.26 ± 43.20	334.86 ± 44.47	n.s.

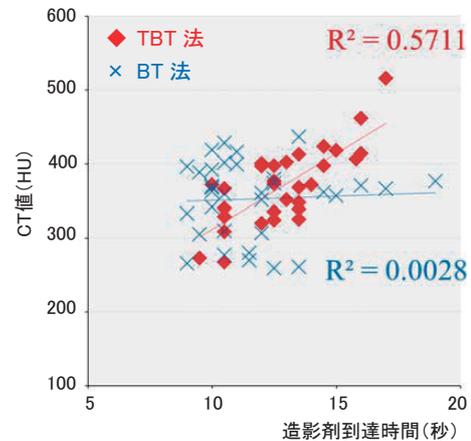


Fig.1 ICA における CT 値と造影剤到達時間の関係

【考察】 BT 法は造影剤到達時間と動脈 CT 値には相関が認められなかった。造影剤到達は確認できるが循環速度に応じたトリガータイミングではなかった。両腕、呼吸、造影剤アーチファクトなどモニタリングの影響も考えられる。造影剤到達時間が早い場合、TBT 法と比べ高 CT 値なのはモニタリング位置が違うからである。

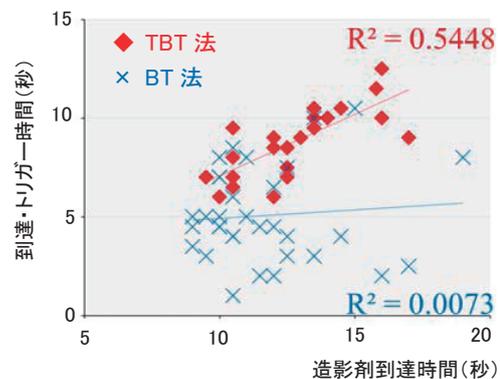


Fig.2 到達・トリガー時間と造影剤到達時間の関係

TBT 法は 3箇所において造影剤到達時間と動脈 CT 値には正の相関が認められた。循環速度に応じた CT 値が取得できたため BT 法と比べ平均 CT 値が高く、目的である動脈 CT 値をほぼ取得できた。しかし到達時間の早い症例には注意が必要である。TBT 法で正の相関を認めた要因は循環速度に合わせたトリガータイミング (Fig.2) により循環速度の違いによる TDC とその CT 値の変化を捉えたものと考えられる。

【結語】 頭頸部 CTA において TBT 法はほぼ適切な動脈 CT 値を取得でき、現行の BT 法と比べ平均 CT 値が高く、循環速度に対して相関性が認められた。

## 躯幹部 CT 検査における時間分解能を考慮した バリエブルヘリカルピッチの検討

○田野原 由華、峯重 正紀、徳永 望、田熊 秀夫、河村 隆道、半田 和之  
山口県厚生農業協同組合連合会 周東総合病院

【背景および目的】 当院の東芝社製 CT 装置：Aquilion64 に、撮像中 helical pitch：HP を変化可能なバリエブルピッチヘリカルスキャン機能（以下、バリエブルピッチ）が追加搭載された。躯幹部撮像において胸部は心拍動の影響を受けやすく、比較的高い HP（pitch factor：PF > 1）を用いての撮像が有効と思われるが、当院では腹骨盤部と同様に PF：0.828 を使用してきた。また、胸部と腹骨盤部とは X 線吸収差が大きく、これまでも管電流自動制御機構（CT-AEC）を使用して線量の適正化を図ってきたが十分とは言えなかった。バリエブルピッチは、PF と共に CT-AEC の設定 SD を変化させることができる。この機能を用いることで画質の向上と更なる線量の適正化を期待し、時間分解能を考慮した撮像条件の検討を行った。

【方法】 設定可能な PF：0.641～1.484 において以下の4項目の検討を行った。2～4 の撮像条件は、管電圧 120kV、管球回転速度 0.5sec/rot、CT-AEC の設定 SD 8.5（腹骨盤部用）、11（胸部用）とした。

1. 金属球体をスライス面に対して垂直に高速通過させる方法で、temporal sensitivity profile (TSP) を測定し、full width at half maximum (FWHM) と full width at tenth maximum (FWTM) を求めた。
2. 自作の円錐型寒天ファントムを helical と non helical で撮像し、これらを subtraction した画像と helical 画像の評価を行った。
3. Catphan ファントムの均一性評価用モジュールと低コントラスト分解能測定用モジュールを用い、SD および CNR を測定した。CNR の算出には、 $CNR = (ROI_M - ROI_B) / SD_B$  の式を用いた。
4. バリエブルピッチを用いて水ファントムを撮像し、PF 切り替え設定位置に対する動作確認を行った。PF：(0.641～1.484) → 0.828、設定 SD：11 → 8.5 とした。

### 【結果および考察】

1. PF > 1 では FWHM、FWTM の値が PF < 1 の約半分となった。時間分解能に優れるが、アーチファクトの増加が懸念された (Fig.1、Table.1)。
2. subtraction 画像 (白黒反転させた) (Fig.2) では、PF が大きくなるにつれて徐々にアーチファクトが増加している。しかし、helical 画像 (Fig.3) では差が見られなかった。時間分解能の向上と引き換えに

懸念されたアーチファクトの増加は、有意差なしと思われた。

3. SD は PF による変動が見られなかったが、CNR は PF：0.828、1.328 のとき他より高い値を示した。(Fig.4) このとき、両者ともロッドの CT 値が non helical で撮像したときの値 (真の値) に近くなっていた。
4. PF と設定 SD は、寝台が 10～20mm 移動する間徐々に切り替わる。そのタイミングは、切り替え設定位置に対して 10～20mm 前後することが確認できた。(Fig.5) 従って、設定位置を横隔膜の 3～4cm 上にしておけば、従来と同等の線量で腹部を撮像できる。また、胸～骨盤部を想定すると、通常条件と比較し低減できる被ばく線量は、10～20% であった。

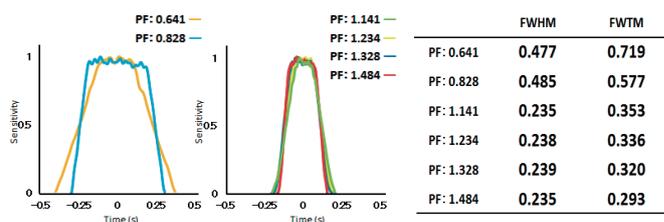


Fig.1 TSP

Table.1 FWHM、FWTM

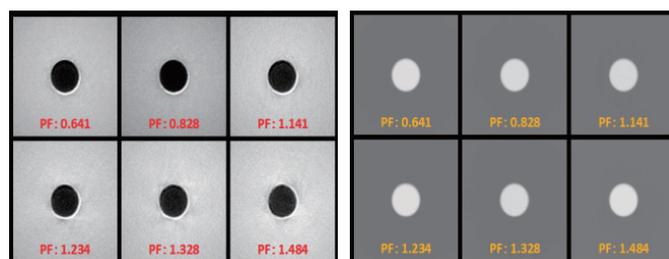


Fig.2 subtraction 画像

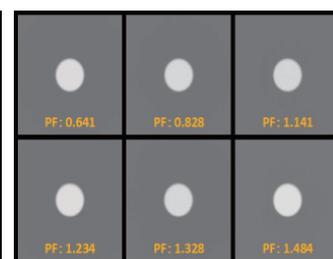


Fig.3 helical 画像

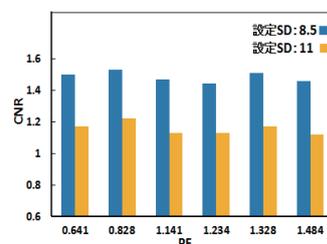


Fig.4 CNR の評価

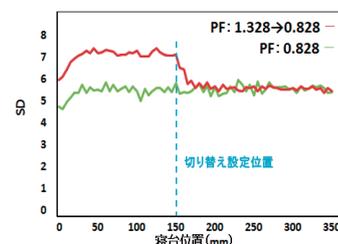


Fig.5 バリエブルピッチの動作確認

【結語】 躯幹部 (胸～骨盤部) 撮像にバリエブルピッチを用いるには、時間分解能を考慮すると PF：1.328 と 0.828 の組み合わせが良いと思われる。

今回検討した撮像条件においては、10～20% 程度の被ばく低減が期待できる。

## CTにおける時間分解能の基礎的検討 異なる二機種 of pitch factor と時間分解能の関係

○橋本 歩、久富 庄平、米沢 鉄平、田中 千弘、徳禮 将吾、百合野 史子、上田 克彦  
山口大学医学部附属病院 放射線部

**【背景】** CT画像に影響を与える因子として、空間分解能、ノイズ特性、アーチファクト、被曝線量、時間分解能などがあげられる。これまで、被曝の評価や画質の評価は数多く報告されているが、時間分解能に関する報告はまだ多くない。

**【目的】** 異なる二機種 of CT装置を用いて、Pitch factor (Pf) と時間分解能の関係について検討を行った。また、Pfが画質に及ぼす影響について、Catphanファントムを用いて、CNRの測定を行った。

**【方法】** 市川氏らにより報告されている、金属球を用いたインパルス法<sup>1)</sup>により時間分解能を求めた。CT装置はSIEMENS社製SOMATOM Definition(以下A)、GE社製Optima660(以下B)の二台を用いた。装置AではPfを0.5, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 装置Bでは0.516, 0.984, 1.375, 1.531とし測定を行った。その他の撮像条件は両機種で同等となるよう設定した。各装置、各Pfから得たTSPカーブをフーリエ変換し、時間軸方向のMTFを求めた。CNRはGuptaの式<sup>2)</sup>を用いて求めた。

**【結果】** Fig.1に各PfにおけるTSPカーブを示す。装置AではPfによってTSPカーブの形状は大きく異なった。Pfが高くなるにつれカーブの幅が狭くなり、時間分解能は向上した。装置Bでは、カーブの形状はPfによらず台形を示した。高いPfのとき、カーブの幅はほぼ一定となった。Fig.2に時間軸方向のMTFを示す。装置Bに比べ装置Aの高Pfのほうが時間MTFは高い値となった。CNRはどちらの装置も、Pfにより多少のばらつきはあるものの顕著な差、変動の傾向は見られなかった。

**【考察】** 時間分解能の違いが画像に与える影響について、等速運動をするアクリルファントムを撮像し検証した。装置A、Bともに高いPfほどモーションアーチファクトが低減し、時間分解能の向上の効果が確認できた。装置間の評価では、視覚的には大きな差が認められず、時間MTFでの比較はやや過大評価である可能性が示唆された。TSPの形状と時間MTFとの関係について、更なる検討が必要と考える。

**【結語】** 本研究により、Pfと時間分解能の関係がわかった。装置により、その関係性は異なる傾向を示すため、臨床に適した条件設定の際には、使用装置の特性を知る必要がある。

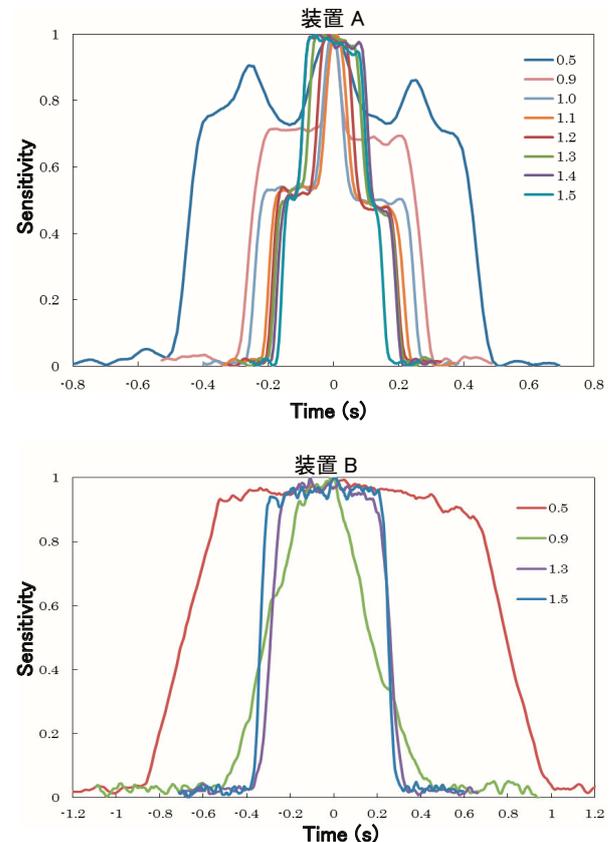


Fig.1 各PfにおけるTSP

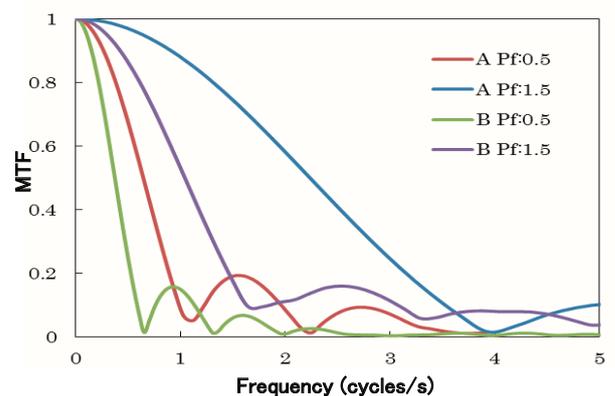


Fig.2 時間MTFの装置間比較

### 【参考文献】

- 市川 勝弘, CTにおける時間分解能の新しい測定法, 日本放射線技術学会誌, 2008. vol.64. P1172-1176
- Gupta AK, Optimization of eight-element multi-detector row helical CT technology for evaluation of the abdomen, Radiology 2003, vol. 227 (3), P739-745