

ツインビーム方式デュアルエネルギーにおける 逐次近似再構成法を用いた画質改善の検討

宮城県立がんセンター 診療放射線技術部 ○菊地 隼人(Kikuchi Hayato)
後藤 光範 古山 鮎子 小山 洋 鈴木 昌人
渡辺 博 昼八 弘二

【はじめに】

ツインビーム方式デュアルエネルギーCTでは、2つの異なる付加フィルタを用いることで、高低2種の実効エネルギーをもつX線によるデータ収集を行っている。フィルタには高エネルギーのデータを得るための錫フィルタと低エネルギーの画像を得るための金フィルタが用いられている。錫はエネルギーの低いX線のほとんどをカットするため、実効エネルギーを高エネルギー側にシフトさせることができるが、光子量も大幅に減ってしまう。そのため、金のフィルタを用いた画像(金フィルタ画像)に比べ錫のフィルタを用いた画像(錫フィルタ画像)は雑音が多く、画像比較を行う際に画質の差が問題となる。そこで、逐次近似再構成を用い両者の画質の差を改善し、視覚的な差を減らすことを目的とした。さらに、画質の差を減らすことで解析精度が向上するか検証した。

【方法】

- ①均一ファントムを撮影し、フィルタ補正逆投影法(FBP)で再構成した金フィルタ画像と、逐次近似再構成にて作成した錫フィルタ画像のノイズパワースペクトル(NPS)を求めた。逐次近似再構成は5段階の雑音抑制強度を選択可能であるため、錫フィルタ画像はそれぞれ5つの条件で再構成を行った。金、錫フィルタ画像間で最もNPSの差が少なくなる条件を求め、視覚的にも評価した。
- ②また、電子密度が既知であるファントムをEff.mAsを3段階で変化させて撮影し、実験①で求めた条件による再構成画像を用いてデュアルエネルギー解析(相対電子密度解析)を行い真値と比較した。測定物質は、A:骨、B:脂肪、C:肝臓の3部位とした(Fig.1、Table 1を参照)。装置はSIEMENS社 SOMATOM Definition Edge、逐次近似再構成はADMIRE、解析ツールはSIEMENS社 Syngo via、電子密度ファントムはCIRS社 Model 062M型電子密度ファントムを使用した。

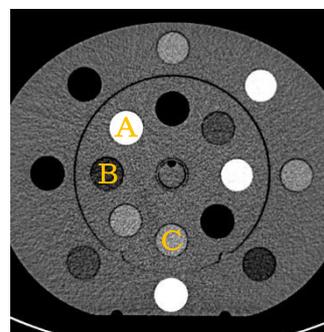


Fig.1 電子密度ファントム

Table 1 各物質の電子密度

	Material	Electron Density ($\times 10^{23}$ electrons/cc)
A	Bone	4.862
B	Adipose	3.171
C	Liver	3.5
	Water	3.340

【結果】

- ①FBPで再構成した金フィルタ画像と錫フィルタ画像のNPSを比較すると、差が顕著に表れた。また、ADMIREの強度4で再構成した錫フィルタ画像が金フィルタ画像と最も近いNPSとなり、視覚的にも差の少ない画像となった(Fig.2)。
- ②多少の誤差はあるものの、線量や各再構成法による違いはみられなかった。また、①で求めた至適条件であるFBP+ADMIRE 4の結果を比較しても差はみられず、解析精度の向上はみられなかった。また、それぞれの測定物質において、計測値と真値との差がみられた(Fig.3、Fig.4、Fig.5を参照)。画像によってはアーチファクトが発生している部分があり、その影響が解析に大きく寄与していると示唆された。そのため、アーチファクトの少ない画像を抜粋して再度解析を行った。その結果においても、解析結果の向上は見られなかったが、計測値がより真値に近づいた(Fig.6、Fig.7、Fig.8を参照)。

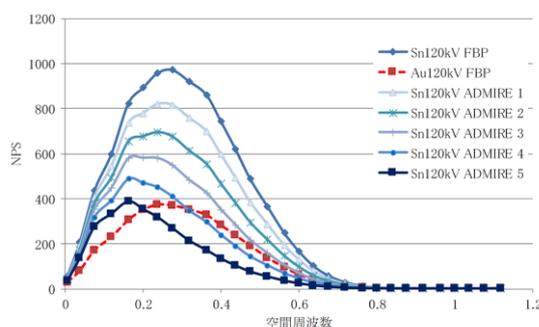


Fig.2 金フィルタ画像と錫フィルタ画像のNPS

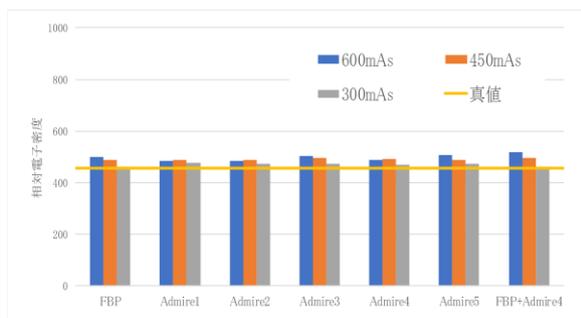


Fig.3 相対電子密度解析結果(骨)

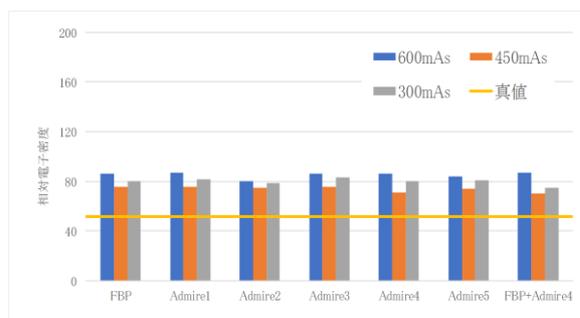


Fig.4 相対電子密度解析結果(肝臓)

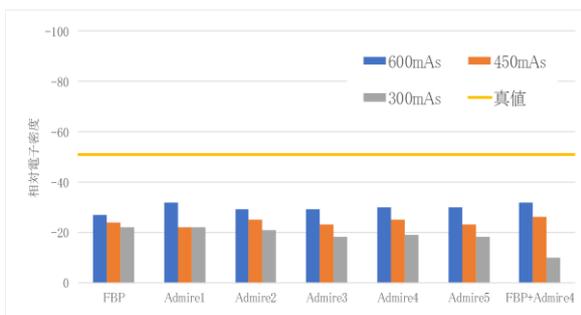


Fig.5 相対電子密度解析結果(脂肪)

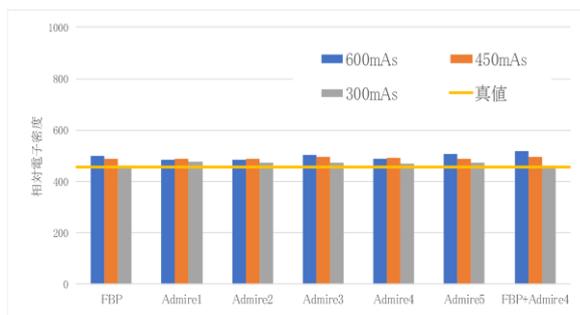


Fig.6 アーチファクトを除外した相対電子密度解析結果(骨)

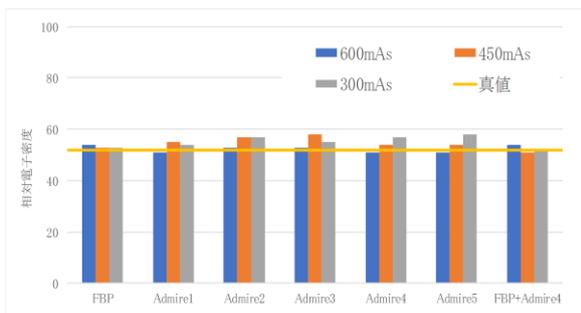


Fig.7 アーチファクトを除外した相対電子密度解析結果(肝臓)

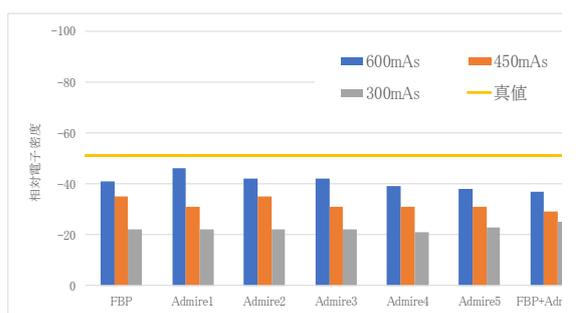


Fig.8 アーチファクトを除外した相対電子密度解析結果(脂肪)

【考察】

- ①金フィルタ画像と錫フィルタ画像において、逐次近似再構成を使わない状況ではNPSに大きな差があった。逐次近似再構成を用いることで、金フィルタ画像と錫フィルタ画像の画質の差を緩和できることが示唆された。
- ②相対電子密度解析結果において、①で求めた至適条件であるFBP+ADMIRE 4の画像で解析結果の向上は見られなかった。今回のような精度の測定を行う際には、アーチファクトを除外して検討を行う必要があると考える。しかし、実際の臨床では骨や造影血管では計測値が上がり、空気との境界では下がる、といった同様の傾向になることが考えられる。電子密度は絶対値であり、診断の基準にも用いられるため、このことを踏まえたうえで解析を行う必要があることが示唆される。

【まとめ】

逐次近似再構成を用いることで金フィルタ画像と錫フィルタ画像の画質の差を減らすことは可能であったが、デュアルエネルギー解析の精度には影響しなかった。

【参考文献・図書】

- 1) Kozawa M, et al. : Inspection of The CT number of The Effective Atomic Number Image and The Electron Density Image by Filter Transmission Type Dual Energy CT. JRC2019 April.
- 2) 市川 勝弘 他 : CT における信号雑音比による低コントラスト分解能の評価