

## コーンビームCTを実現するための方法論

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2018-12-20 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.24517/00042080">https://doi.org/10.24517/00042080</a>

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.



## マルチCTのこれからの伸展

# コーンビームCTを 実現するための方法論

1 信州大学医学部附属病院 放射線部  
2 金沢大学大学院医学系研究科 保健学専攻

五味 勉<sup>1</sup> 越田吉郎<sup>2</sup> 宮地利明<sup>2</sup>



五味氏

要旨…コーンビームCTは検出器のFPD化によって高画質な画像を生成することが可能になった。従来の課題は徐々にクリアされ、臨床診断に提供する画質として実用可能なレベルになっている。今後は少ない被曝線量で、高い画質を生成できるように技術開発の発展に期待がかかる。

### 3次元画像の形成方法として現実的

Hounsfield博士が実用的なコンピュータ断層装置(Computed Tomography: CT)を開発してから約30年が経ち、CT装置の出現はRoentgen博士のX線発見に相当する大きな変革を医療診断分野にもたらした。以来、多くの研究者はより質の高い医療診断を目指し、CT装置の機能向上に努め、この30年の間に、ファンビームCT装置、ヘリカルスキャンCT装置、マルチスライスCT装置と

次々新しい装置が開発されてきた。新しい機器の出現によって、画像再構成の所要時間が短縮し、画質が飛躍的に向上した。そして、さらにより高い医療技術を求めて、高機能のCT装置の開発研究が現在も続いている。

現在、マルチスライスCTが急速に発展し、ポリウムデータの取得は容易となったが、診断の対象となる部位の大きさ、スライス厚、ヘリカルピッチ(X線管球が一回転する間に寝台テーブルがどのくらい移動するかを示す移動比)によっては、スキャン時における息止め時間が長くなる傾向となる。加えて、撮影部位やヘリカルピッチの設定によっては、ヘリカル再構成時にヘリカルアーチファクトと呼ばれる特有の偽像が出現する(図1)。このヘリカルアーチファクトの影響は、再構成された画像の中心に比べて、辺縁側でより顕著に現れる。マルチスライスCTにおいて、よりクオリティの高い画質を提

供しようとするならば、薄いスライス厚と低ヘリカルピッチといった設定が選択肢となるが、検査効率、再構成時間などを考慮すると、このような理想的なスキャン設定で、すべての検査を行うことは現実的に不可能であると思われる。

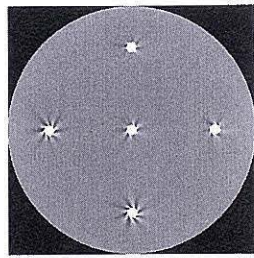
マルチスライスCTの検出器の列数を現状の4~64列よりもっと増やし、検査対象となる部位を覆うだけの検出器を用いれば、患者様の身体の周りを1回転するだけで3次元画像を再構成するデータを収集することが可能である。これがコーンビームCTの発想であり、高速にかつ高い分解能で人体の3次元画像を形成する方法として、最も現実的な方法であると考えられている。そして、このコーンビームCTに関する研究開発に関しては、実用化に向けた多くの有用な報告がなされている。本稿においては、コーンビームCTを実現するための概略的な説明と現状、将来性

### ●Summary

The cone-beam CT was possible to generate a high-resolution image by FPD detector device. It become the level that practical use is possible as an image quality by some conventional problems are cleared, and to provide for a clinical diagnosis. Development of the technical development that can seem to generate image quality that is high in a low radiation dose of radioactivity takes expectation in future.



8 x 2 mm  
hp = 7 (or 0.875)  
3 mm image  
Window (60, 0)



16 x 2 mm  
hp = 10 (or 0.625)  
3 mm image  
Window (60, 0)

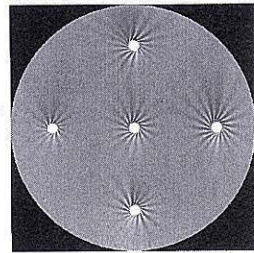


図1 ヘリカルアーチファクトの典型例  
ヘリカルピッチが大きく、列数 (DAS 数) が増える  
ほど、ヘリカルアーチファクトは増大する傾向となる

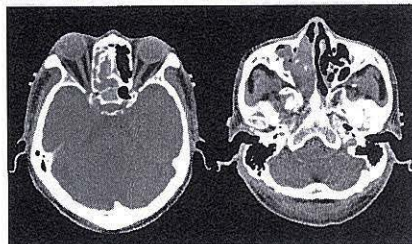
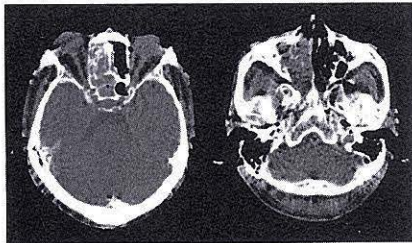


図2 上段: cone-beam CT (コーン角 $28^\circ$ )、Feldkamp 法 (3 D-FBP) を用いて再構成  
下段: シングルスライス CT (コーン角 $0^\circ$ )、2次元画像再構成法 (2 D-FBP) を用いて再構成  
(上段、下段ともに同一の被写体、同一のスライス位置)  
上段に示すように、コーン角が大きくなると、スライス位置によってはコーンビームアーチファクトが顕著に現れる

について述べる。

## FPDを用いた研究開発が進行中

人体は体軸方向に長く伸びた3次元の物体であるために、あらゆるすべての方向からの投影データを求めることは容易ではない。また、そのようなデータを獲得することは、検出器サイズや価格面から実現は不可能である。現在、最も普及されているマルチスライスのCTでは、多列化の恩恵を受け、体軸方向の空間分解能の向上、検査効率の向上などが図られている。しかしながら、3次元画像を形成するために、いかにして投影データを短時間で収集するか、あるいは、更なる体軸方向の空間分解能をどのようにして向上さ

せるか、という課題を背負いながら日々進化し続けている。

これらの課題を解決させるための一方法として、2次元検出器のコーンビームCTの開発動向に関心が高まっている。コーンビームCTにおいて、3次元画像再構成を実現する方法としては、1984年にFeldkampらが発表した再構成アルゴリズムを用いるのが一般的となっている。このFeldkampらが発表したアルゴリズムは、近似的ではなく厳密な方法によって再構成値を導く方法である。それゆえに、現在のマルチスライスCTの再構成法に採用しているメーカもある。このコーンビームCTの実現によって、前述した課題は解決されつつある。それは、X線源と大面積の平面検出器を対向し、人体の周り

を一周するだけで、3次元画像再構成に必要な投影データの収集が可能になるため、高速に画像再構成ができる。また、2次元検出器の検出素子のサイズで体軸方向の空間分解能が決まるので、等方的でかつ高い解像度の3次元画像を生成することが可能になる。

コーンビームCTに使用する検出器として、10年くらい前まではイメージインテンシファイア(II)しかなかった。このIIでは、信号のダイナミックレンジ(直線性)は10<sup>3</sup>程度であり、CT検出器に要求される10<sup>4</sup>程度には足りない。このためIIを検出器として使用したコーンビームCTは、肺、骨、造影血管など高コントラストな被写体のポリユームデータの取得には威力を発揮したが、CTが主な対象とする低コントラスト被写体の抽出は困難であった。

最近、X線の2次元検出として、フラットパネル検出器(FPD)が開発され、臨床に使用されるようになった。FPDはデジタル的にX線画像を取得できる方法であり、IIよりもダイナミックレンジが広い(10<sup>4</sup>以上)。従って、FPDをコーンビームCTの検出器として用いれば、従来のIIを用いる方法より、低コントラスト分解能が向上する。このためFPDを用いた研究開発が現在盛んに行われている。

ただ問題点もある。第1に、回転中心付近での画像再構成(中心断面)は正確な画像として生成することが可能であるが、回転中心から離れている位置での再構成に関しては、正確な画像を生成することが困難となる。これがコーンビームアーチファクトと呼ばれる



好評発売中!!

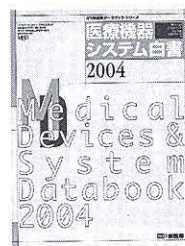
◆国内医療機関における先端医療機器、先進医療システムの設置、稼働状況を収録した本邦唯一のデータブック。高度医療の普及状況が把握できる詳細データが満載。

医療機器システム白書

〈2004年版〉

論文集「医療改革と画像診断」

○包括医療における画像診断○PET検診○医療経済とマルチCT  
○マンモグラフィとCAD○MRI○超音波診断○放射線治療○電子カルテ時代の画像情報システム○放射線デジタル化○DPCによる包括評価と画像診断



最新医療・別冊  
データブック・シリーズ  
A4変型 360頁  
定価16,500円(税込)

豊富なデータ集

〈画像診断機器設置医療機関名簿〉PET・サイクロトロン、FPD搭載デジタルX線、マルチCT、アンギオCT、最新型CT、MRI、SPECT、DR、血管造影システム  
〈治療機器設置医療機関名簿〉ガンナイフ、粒子線治療、IMRT、定位脳放射線治療システム、リニアック、放射線治療計画システム、小線源治療装置  
〈医用画像関連情報システム〉電子カルテ(病院編)、商用画像ネット、3D画像処理、RIS、動画像ネット、生理機能検査、PACS  
〈機種別台数推移表〉CT、MR、核医学関連、リニアック、PACS

お申し込みは

TEL・FAX・Eメールで

URL: <http://www.newmed.co.jp>  
E-mail: [bo@newmed.co.jp](mailto:bo@newmed.co.jp)  
TEL.03-3545-6177 FAX.03-3545-5258

月刊新医療 (株)エムイー振興協会

もので、画像の歪み、あるいは正しい再構成値が得られないといった現象が顕著になって現れる(図2)。

第2に、2次元検出器を用いるため、散乱線の除去が難しく再構成画像に悪影響を及ぼすということである。第3に、現在のFPDのデータ収集速度が30〜60フレーム/秒であり、現在のCTで使用されている900〜1800フレーム/秒に比べてはるかに遅いということである。このため、短時間でのダイナミック撮影は困難であると思われる。ダイナミック収集に関しては、4次元CT(256-slice)の開発を行い、その有用性が報告されている<sup>2</sup>。

課題は解決される方向にある

コンビームCTの現状として、最近では、日立とシーメンスがFPDを使用したコンビームCTを開発し、臨床評価を行っている。散乱線除去に関しては、装置の改良

および信号処理技術の向上が図られた報告があり、問題解決に近づきつつある。また、コーン角2度以下で、20cmの対象物を2秒以下で撮影することを目標とした、ヘリカルコンビームCTの開発研究も盛んに行われている。歯科用のコンビームCTは実用化のレベルにあり、現在までに様々な基礎および臨床評価が報告されている<sup>6</sup>。

2次元検出器のFPD化、投影データの高速読み取り、高速かつ改良された画像再構成法の実現などコンビームCTの課題は徐々に解決される方向にある。医療画像診断のように画像の質が問われる今、画質という観点からは、マルチスライスCTから生成される画像の質は高い。しばらくはマルチスライスCTの多列化の競争が続いていくと予想される。今後は、いかにして被曝線量を抑え、その上で高い画質を生成することができるコンビームCT装置によって、病気の早期発見に貢献する日が、近い将来にすることを期待する。

参考文献

- 1 Feldkamp L.A., Davis J.C., Kress J.W. et al. Practical cone-beam algorithm. *J Opt Soc Am A* 1: 612-619, 1984.
- 2 Mori S, Endo M, Tsunoo T et al. Physical performance evaluation of a 256-slice CT-scanner for four-dimensional imaging. *Med Phys*. 31: 1348-1356, 2004.
- 3 植田 健、岡部正和、角村卓是他。PARTIRE に4層コンビームCT画像。MEDIX 42: 34-38, 2005.
- 4 Riedel T, Kyriakou D, Schafer M et al. Measurement of carotid artery specimens comparing CT imaging modalities using a 64-slice clinical CT scanner and flat-panel detector C-arm system. *European Radiology supplement* 1, 15: 510, 2005.
- 5 Endo M, Tsunoo T, Nakamori N et al. Effect of Scattered Radiation on Image Noise in Cone Beam CT. *Med. Phys.* 28: 469-474, 2001.
- 6 瀬尾邦彦、山本一雄、上野 完他。歯顎顔面用コンビームX線CT装置CB MercuRay Sの開発。MEDIX 37: 40-45, 2002.

※

※

五味 勉(こみ・つとむ) ●66年長野県生まれ。88年信州大医学部附属病院放射線部入局、現在に至る。03年金沢大大学院医学系研究科保健学専攻博士前期過程修了、同年シカゴ大カーポートスマン放射線像研究所留学。