

機関番号：17401

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2010

課題番号：20591449

研究課題名（和文） 64 列 MDCT における検出能改善とさらなる線量低減技術の開発

研究課題名（英文） Improvement of legion detectability and development of further radiation reduction at 64-detector CT

研究代表者

船間 芳憲 (FUNAMA YOSHINORI)

熊本大学・大学院生命科学研究部・助教

研究者番号：30380992

研究成果の概要（和文）：我々の研究は CT (Computed tomography) 装置の検出能改善とさらなる線量低減に取り組むことである。最初に CT の撮像方式の違いによる画質の改善を目的として検討をおこなった。撮像方式を変更することで、画質を担保でき安定した検査が可能となった。また、線量低減の目的から CNR (Contrast-to-noise ratio) を用いた線量制御技術の開発をおこなった。新しい線量制御方式を用いることで線量低減と画質改善が実現できた。

研究成果の概要（英文）：The purpose of our study was to deal with improvement of legion detectability and further reduction of radiation dose at 64-detector CT. First, we have studied about comparison of step-and-shoot- and helical- scan. Helical scan realized the improvement of legion detectability and enabled the stable CT examination. Second, we have studied the development of contrast-to-noise ratio (CNR) based modulation technology to further reduce the radiation dose. Novel CNR technology enabled the both dose reduction and improved image quality in CT scanning.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2009 年度	900,000	270,000	1,170,000
2010 年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：内科系臨床医学・放射線科学

キーワード：CT、検出能、被曝線量、画質、CNR

## 1. 研究開始当初の背景

(1) CT における X 線被曝は社会的に大きな問題となっている。一定の CT 撮影線量以下では、画質の低下を招き、診断的に有用な画像を得ることはできない。CT における線量低減に取り組むには CT のシステム全体から考慮して低減に取り組む必要がある。

これまで行った研究を踏まえて、胸部を目的とする線量低減技術を診断能と関連づけてさらに検討する。また、従来の線量低減技術に対して新たな CT 線量低減手法の開発を行う。今後の研究目的は以下のとおりである。

## 2. 研究の目的

(1) 胸部 HRCT におけるアキシャルスキャンとヘリカルスキャンの比較

(2) Automatic tube current modulation (ATCM) テクニックを用いた CT 線量低減の可能性と新たな線量低減手法の開発

3. 研究の方法

(1) 胸部 HRCT におけるアキシャルスキャンとヘリカルスキャンの比較

- ① 両者の撮影線量を一定にするためにアキシャルスキャンの CTDI<sub>w</sub> とヘリカルスキャンの CTDI<sub>vol</sub> を揃える。
- ② ファントムを用いてアキシャル画像とヘリカル画像のシャープネスとノイズ、アーチファクトを測定する。
- ③ シャープネスは MTF カーブを求めて 50, 20, 10, 5%MTF の値を比較する。
- ④ ノイズはアキシャル画像とヘリカル画像の中心と周辺で測定し比較する。
- ⑤ アーチファクトは 5 人の放射線科医による視覚評価で行う。
- ⑥ 臨床研究はファントム実験と同じ撮影線量を使用して 40 人程度を目標としてアキシャル画像とヘリカル画像の撮影を行う。
- ⑦ 得られた画像をそれぞれ、肺野内のアーチファクト、末梢血管のシャープネス、心臓辺縁のボケ、全体的な印象など項目を設定し上肺野、中肺野、下肺野で視覚評価を行う。
- ⑧ ヘリカルスキャンの妥当性が主張された場合、ヘリカルスキャンの線量低減の可能性について取り組む

(2) Automatic tube current modulation (ATCM) テクニックを用いた CT 線量低減の可能性と新たな線量低減手法の開発

- ① 数種類の最新の 64 列マルチスライス CT 装置で Automatic tube current modulation テクニックを使用して胸部ファントムを撮影する。
- ② Automatic tube current modulation テクニックを 3 種類 (固定 mAs, 面内での mAs 値変動、体軸+面内両方の mAs 値変動) で撮影する。
- ③ 各画像の mAs 値を体軸距離に対してプロットする事で体軸方向に対する線量曲線を求める。
- ④ 求めた線量曲線より固定 mAs に対する線量低減率を算出する。
- ⑤ 現状の線量低減効果を把握し、次に新たな CNR を用いた線量低減手法の開発に取り組む。
- ⑥ 生体の肝臓を模擬するためにコンピュータで作成するヴァーチャルリバーファントムを用いてノイズや腫瘍の CT 値を変化させた画像を作成する。
- ⑦ 画像は腫瘍の CT 値やベースとなる肝臓

のノイズなどを組み合わせて数百枚程度作成する。

- ⑧ これらの画像を放射線科医に読影依頼し、診断能と CNR の関係を算出する。
- ⑨ 読影結果から診断に必要な mAs 値を計算し、従来の方法と新たに開発した CNR ベースの方法の線量低減効果について比較する。

(3) マルチスライス CT と Dual energy subtraction 胸部撮影による GGO の検出能比較

- ① CT 値が -800, -630, -450, -200, 30 HU、サイズが 8, 10, 12mm の GGO を模擬した腫瘍を臨床画像に類似したファントムに埋め込み、CT 撮影および胸部撮影する。
- ② 同じ種類の模擬腫瘍を、Dual energy subtraction を用いた胸部撮影でも撮影する。
- ③ 得られたすべての画像を放射線科医に読影依頼する。
- ④ CT 値と検出能の関係を CT 画像および胸部撮影画像、骨を除去し肺野のみを描出する Dual energy subtraction 画像で比較する。

4. 研究成果

- (1) コーンビーム再構成を用いたヘリカルスキャンはファンビームを用いたアキシャルスキャンに比べてファントム結果では同等のコントラスト (図 1) およびアーチファクトにおいて良好な結果を示した。

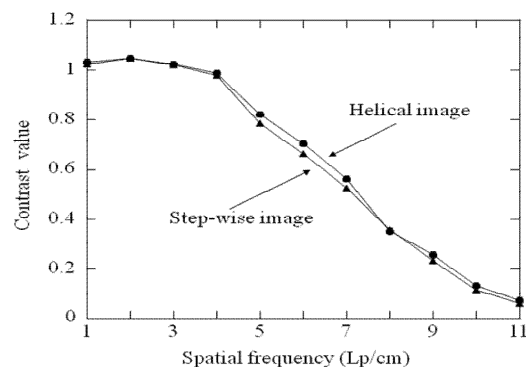


図 1 ヘリカルスキャンとアキシャルスキャンのコントラスト

臨床評価の視覚評価においても肺野内のアーチファクトはヘリカルスキャンの方がアキシャルスキャンに比べて少なく、統計学的にも有意差が認められた: Mann-Whitney U-test,  $P < 0.05$ . 全体的な画質に関しては、ヘリカルスキャンはアキシャルスキャンに比べて同等または良好な評価を得た。

(2)

① 図 2 は管電流値と中心線量を縦軸に、寝台のオフセット量を横軸にとったグラフである。オフセット量を増加すると表示の管電流値と実際の中心の線量に開きがみられる。つまり、オフセット量を増やすことで与えた線量が画像に寄与していない。

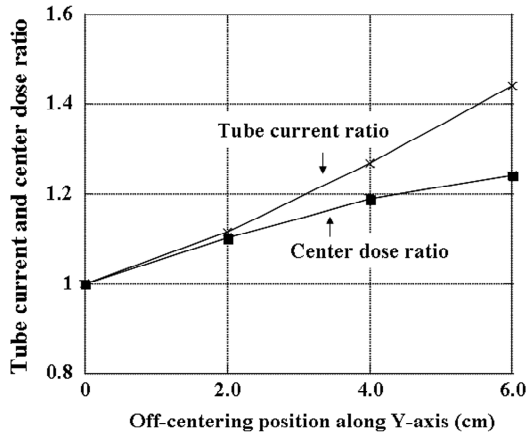


図 2 寝台のオフセット量にともなう管電流値と中心線量

ノイズをベースとした線量低減技術は、画像ノイズを維持しながら線量を体厚に応じて低減するものである。しかし、寝台の移動量やボウタイフィルタの種類によっては、ノイズ増加や線量の増加する場合があります、使用に際して注意が必要である事が確認できた。また、CT のスキャンogram の方向によっても線量および画像へ寄与することが明らかとなった。

②

従来の手法であるノイズを用いた CT の線量制御技術をベースとして新たに Contrast-to-noise ratio (CNR) を指標とした線量制御技術を開発した。図 3 はヘリカルスキャン、図 4 はアキシヤルスキャンにおける従来法の Standard deviation (SD) モードと開発した CNR モードで縦軸に検出率、横軸に腫瘍のサイズをとったグラフである。従来法の SD 法では模擬腫瘍のサイズが小さくなるにつれて視覚的な検出率が低下している。しかし、開発した CNR モードでは模擬腫瘍サイズに関係なく、安定した検出率が実現できている。従来法に比べて腫瘍のコントラストや腫瘍のサイズ、ウインドレベルやウインド幅などを線量制御のパラメータとして加えたことで、更なる線量低減や検出能の改善が可能となった。

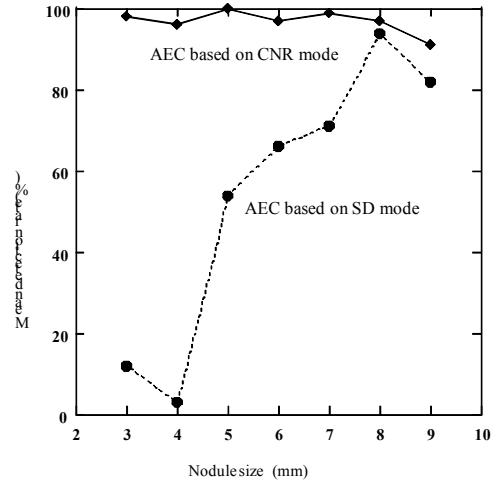


図 3 ヘリカルスキャンにおける従来法 (SD) と CNR 法での模擬腫瘍サイズと検出率の関係

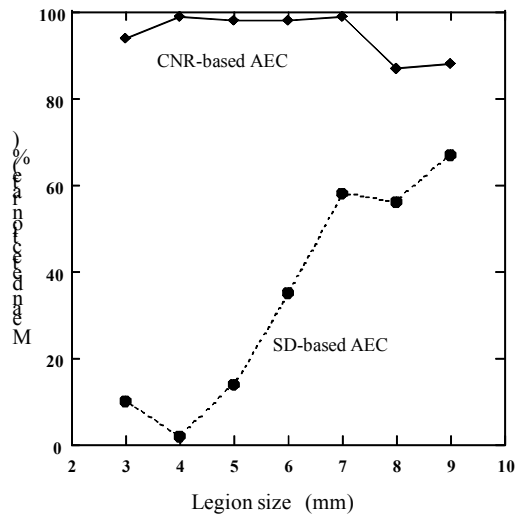


図 4 アキシヤルスキャンにおける従来法 (SD) と CNR 法での模擬腫瘍サイズと検出率の関係

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

- ① Funama Y, Awai K, Taguchi K et al., Cone-beam technique for 64-MDCT of lung: image quality comparison with stepwise (step-and-shoot) technique, American Journal of Roentgenology, 192(1):273-278, 2009, 査読有

② Funama Y, Awai K, Liu D et al., Image noise and radiation dose using an automatic tube current modulation technique at 64-detector computed tomography: effect of off-center patient position, bowtie filter type, and scan projection radiograph, J Comput Assist Tomogr, 33:973-977, 2009, 査読有

[学会発表] (計 3 件)

① Sugaya Y, Funama Y Awai K et al., CNR-based CT Automatic Exposure Control System: Physics Principles, Scanning Technique, and Clinical Implementation, Radiological Society of North America (RSNA), McCormick Place, Chicago, USA, November 28, 2010

② Funama Y, Awai K, Irie T et al., A novel dose modulation technique at abdominal multidetector CT based on contrast-to-noise ratio: theoretical background and initial clinical experience, Radiological Society of North America, McCormick Place, Chicago, USA, RSNA, December 2, 2009

③ 筧 清孝、羽手村 昌宏、橋田 昌弘、船間芳憲、肺野のHelical HRCT スキャンと Axial HRCT スキャンの比較、日本放射線技術学会総会、パシフィコ横浜 2008年4月4日

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

船間 芳憲 (FUNAMA YOSHINORI)  
熊本大学・大学院生命科学研究部・助教  
研究者番号：30380992

### (2) 研究分担者

粟井 和夫 (AWAI KAZUO)  
広島大学・大学院医歯薬学総合研究科・教授  
研究者番号：30294573

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：