

## 熊本大学学術リポジトリ

### Kumamoto University Repository System

Title	CT検査における被ばく線量最適化のための低線量CT画像シミュレーション技術の開発
Author(s)	竹永, 智美
Citation	
Issue date	2016-03-25
Type	Thesis or Dissertation
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2298/34662">http://hdl.handle.net/2298/34662</a>
Right	

## 学位論文要旨

CT検査における被ばく線量最適化のための低線量CT画像シミュレーション技術の  
開発

(Development of computerized scheme simulating low-dose CT image aimed for  
patient dose optimization in CT examination)

竹永 智美

Takenaga Tomomi

指導教員

白石 順二 教授

熊本大学大学院保健学教育部博士後期課程保健学専攻

## 学位論文要旨

### [ 目的 ]

診断可能な最低線量や最適線量を評価するためには、検討対象とした疾患や症例についてさまざまな難易度の画像を、複数の線量で撮影する必要がある。しかしながら、実際にファントム実験により線量と画像における診断能を評価するための検討を行うには、人体と同等といえる特殊なファントムをさまざまな患者や症例に合わせて用意する必要があり、現実的ではない。また、実際にボランティアや患者に対して、症例や体格ごとにさまざまな撮影条件で複数回撮影して検討を行うことは倫理的に認められていない。このような倫理的問題がなく、現実的に実用可能な computed tomography (CT)検査における最適線量を決定するための有用な手法として低線量CT画像シミュレーションがある。

いくつかの先行研究により報告されているシミュレーション手法の多くは、一般ユーザーにはアクセスが困難である生サイングラムデータに依存しているため、特定のCT装置に適用が限定されている。また、生サイングラムデータを必要としない先行研究では、シミュレーションに用いるパラメータの決定に特定のファントムを必要とするため再現が容易ではない。

われわれは生サイングラムデータや特定のファントムを使用せず、診療のために通常線量で撮影されたCT画像(以下、高線量CT画像)から低線量CT画像をシミュレーションする実用的な手法を開発した。また、本手法よりシミュレーションした低線量CT画像の画質が実際に低線量で撮影されたCT画像と同等か評価するための手法を新たに開発し、その有用性について検討した。

### [ 方法 ]

われわれが提案する低線量CT画像シミュレーション技術はCT装置の filtered back-projection (FBP) アルゴリズムにより再構成された高線量CT画像にシミュレーションで決定したノイズ画像を付加することに基づいている。まず、高線量CT画像を順投影することでサイングラム画像を作成する。次に、予めファントム実験から決定したノイズモデルに、元画像である高線量CT画像の線量とシミュレーションする線量を代入して、付加ノイズサイングラム画像を作成する。最後に予めファントム実験から推定したフィルタを用いてFBPにより再構成した付加ノイズ画像を、高線量画像に付加することでシミュレーション低線量CT画像を作成した。

開発手法により再構成したシミュレーション画像を評価するために、簡便に計測が可能な円形エッジ法による modulation transfer function (MTF) 計測法を開発した。MTFを計測するために American college of radiology ファントム内の disk 画像を用いた。エッジ法は edge-spread function (ESF) のノイズの影響を受けやすいため、本提案手法では logistic curve-fitting

により ESF のノイズを除去している。本手法により ESF のノイズによる影響をどの程度抑制可能であるか評価するため、管電流、スライス厚、disk のコントラストを変化させ MTF の比較を行った。

### [ 結果/考察 ]

本研究で開発した円形エッジ法による MTF 計測法について、低線量CT画像のようなノイズの多い画像であっても正確に MTF を計測することが可能か評価するためにノイズに影響を与える撮影パラメータを変化させて MTF を計測した。その結果、本手法は先行研究と比較しノイズにロバストな手法であることが示された。

われわれが提案した低線量CT画像シミュレーション技術は MTF や noise power spectrum の計測が可能な任意のファントムを用いてパラメータを求めることでシミュレーションが可能となる簡便な手法である。ファントム実験により提案するシミュレーション技術の評価を行った結果、解像度特性、ノイズ特性ともに実際に低線量で撮影された画像と同等のシミュレーション画像を作成することが可能であることが示された。また、本手法を臨床画像に適用し、実際の低線量画像とシミュレーション画像を視覚評価、臓器ごとの standard deviation により比較した結果より、同等な画像が得られることを確認した。

### [ 結論 ]

CT検査における患者被ばくを低減するために、さまざまな線量におけるCT画像の診断能の評価に使用が可能な、低線量CTシミュレーション画像を作成する実用性の高い手法を開発した。

本手法を用いることで、病院に眠る大量の画像データを利用し、臨床画像における線量と画質の関係をより詳細に検討することが可能となる。最終的には、本手法により再構成したシミュレーション画像を用いることで、患者個人個人において診断可能な最低線量を決定し、根拠ある最低線量を実際に適用することが可能になると考える。