

令和元年6月11日現在

機関番号：17102

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2018

課題番号：17K16455

研究課題名(和文) 逐次近似再構成に最適な撮像パラメータの検討

研究課題名(英文) Optimization of Clinical X-ray Computed Tomography Scanning Parameters for Iterative Reconstruction

研究代表者

近藤 雅敏 (Kondo, Masatoshi)

九州大学・大学病院・診療放射線技師

研究者番号：10568968

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,700,000円

研究成果の概要(和文)：投影数(X線が人体を透過する方向の数)が多い場合、逐次近似再構成(ノイズ低減を可能とする新しい画像再構成法)のノイズ低減効果が高いことを明らかにした。具体的には、投影数が2400viewの方が1200viewより逐次近似再構成のノイズ低減効果が高いことを模擬人体ファントムを用いた方法と臨床画像を用いた手法で確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

英国を含む14か国での医療被ばくによる発がんリスクを推定し、誘発される発がん率が非常に高いとの報告がある。逐次近似再構成は、画像ノイズの極めて少ない画像を再構成できる技術として、2011年に商用化された。投影数の多い撮像パラメータを用いることで、逐次近似再構成のノイズ低減効果は向上することが明らかとなった。この知見は、今後の低線量撮影法の確立、および我が国におけるX線CTの開発に应用可能である。

研究成果の概要(英文)：Higher view rate (large numbers of the projection) had a potential to achieve superior image noise suppression in abdominal CT with model based iterative reconstruction (new reconstruction method). This was conformed in both the phantom and clinical studies compared with 2400 and 1200 views.

研究分野：診療放射線技術 (CT)

キーワード：CT 逐次近似再構成 投影数

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

Amy Berrington de Gonzalez らは、英国を含む 14 か国での医療被ばくによる発がんリスクを推定し、誘発される発がん率が非常に高いと報告した。この報告では、日本での医療被ばくが他国に対して多く、その原因が CT 検査にあると記載されていた。この情報はメディアを通じて発信され、社会問題となった。しかし、当時の画像再構成法\*では、被ばく線量を低減すると画像ノイズが増大した。したがって、画質を担保し、被ばく線量を低減する技術開発が望まれた。( \*フィルタ逆投影法)

逐次近似再構成は、画像ノイズの極めて少ない画像を再構成できる技術として、2011 年に商用化された。これにより、CT 検査の被ばく線量を低減できる可能性が検討され、様々な結果が報告されている。申請者も、逐次近似を応用した再構成について検討を行い、フィルタ逆投影法比べて照射線量を 40%低減できると報告した。現在、申請者が着目している逐次近似再構成は、既に報告した応用法に比べ画像ノイズの低減効果が高く、更なる被ばく線量の低減や画質の向上が期待できる。

撮像パラメータの 1 つである低管電圧を逐次近似再構成を併用することで、被ばく線量の低減と画質の向上が可能との報告が多い。しかし、管電圧以外の撮像パラメータと逐次近似再構成におけるノイズ低減の効果との関係はこれまで十分に検討されていない。申請者はこの点に着目した。

### 2. 研究の目的

投影数の多い撮像パラメータを応用し、逐次近似再構成による画像ノイズの低減効果を向上させること目指した。

### 3. 研究の方法

#### 3 - 1. 使用機器と撮像条件

256-slice CT (Brilliance iCT; Philips Medical Systems, Cleveland, OH, 米国) でデータを収集した。逐次近似再構成 (IMR; Philips Medical Systems, Cleveland, OH, 米国) と逐次近似応用再構成 (iDose; Philips Medical Systems, Cleveland, OH, 米国) を用いた。2 つの X 線管回転速度 (1.5 sec/rot と 0.5 sec/rot) を用いた。それぞれに対応する投影数は、2400 views と 1200 views であった。CT dose index は 3.4 mGy となるよう管電流を投影数ごとに調整し、撮影線量を揃えた。また、これ以外の撮像パラメータは、2 つの投影数間ですべて同じとした。

#### 3 - 1. ファントムによる評価

この研究では投影数が異なる撮像パラメータで撮影した画像を比較する必要があるが、比較対象が異なる投影データから画像再構成されるため、直接比較することはできない。この課題を解決するため、人体模擬ファントム (CTU-41; Kyoto Kagaku Co., Ltd., 京都) による基礎実験を行い、再構成スライス厚と再構成方法を組み合わせる新たな評価方法を考案した。

具体的には、模擬人体ファントムを計 10 回撮影し、それぞれの投影データに対して スライス厚 5 mm の逐次近似応用再構成を用いた画像、スライス厚 1 mm の逐次近似再構成を用いた画像を用意し、 に比べて がどの程度画像ノイズを改善しているかを評価する手法である。なお、 は逐次近似応用再構成では投影データ数が異なっても、画像ノイズが変わらないことを確認した。また、臨床経験が 5 年、および 9 年診療放射線技師 2 名は、独立して 5 段階での主観的な評価 (1 点: スライス厚 5mm の逐次近似応用再構成が明らかに良い, 2 点: スライス厚 5mm の逐次近似応用再構成が辛うじて良い, 3 点: 同等と評価する, 4 点: スライス厚 1 mm の逐次近似再構成が辛うじて良い, 5 点: スライス厚 1 mm の逐次近似再構成が明らかに良い) を実施した。3 メガのカラーの医療用モニタ (Eizo RadiForce RX340; Eizo Corporation, 石川) を用いて評価した。

#### 3 - 2. 臨床画像による評価

投影数の異なる患者における腹部単純 CT をおのおの 50 例収集して検討した。腹部単純 CT は、冠動脈 CT の検査を実施するにあたり、低線量で撮影している心電図同期の撮影範囲を決定するために収集していた画像を応用した。

検討の結果、逐次近似再構成法で作成したスライス厚 1.0mm の画像において、肝臓の実質における CT 値と画像ノイズを評価した。また、臨床経験が 5 年、および 12 年放射線科医 2 名は、独立して 5 段階での主観的な評価 (1 点: スライス厚 5mm の逐次近似応用再構成が明らかに良い, 2 点: スライス厚 5mm の逐次近似応用再構成が辛うじて良い, 3 点: 同等と評価する, 4 点: スライス厚 1 mm の逐次近似再構成が辛うじて良い, 5 点: スライス厚 1 mm の逐次近似再構成が明らかに良い) を実施した。3 メガのカラーの医療用モニタ (Eizo RadiForce RX340; Eizo Corporation, Ishikawa) を用いて評価した。

統計処理は、ソフトウェア (JMP Pro, version 13.0, SAS Institute, Cary, NC, 米国) を用いた。

#### 4 . 研究成果

##### 4 -1 . ファントムによる評価

スライス厚 5 mm の逐次近似応用再構成を用いた画像と スライス厚 1 mm の逐次近似再構成を用いた模擬人体ファントムの画像を評価した . 定量評価では , スライス厚 1 mm の逐次近似再構成の場合 , 投影数の多い場合にノイズ低減効果が高いことが示された ( $6.5 \pm 0.5$  HU vs  $5.2 \pm 0.4$  HU,  $P < 0.0001$ ) . この結果は , 主観的評価の結果とも一致した ( $P \leq 0.0009$  in all comparisons) . なお , 定量評価において , 他の平均 CT 値や画像ノイズには有意差がなかった ( $P \geq 0.1964$  in all comparisons) .

##### 4 - 2 . 臨床画像による評価

スライス厚 5 mm の逐次近似応用再構成を用いた画像と スライス厚 1 mm の逐次近似再構成を用いた計 100 名の低線量における腹部単純 CT 画像を評価した . スライス厚 1 mm の逐次近似再構成の場合 , 投影数の多い場合にノイズ低減効果が高いことが示された ( $8.0 \pm 0.1$  HU vs  $6.6 \pm 0.1$  HU,  $P < 0.0001$ ) , および主観的に確認した ( $P \leq 0.0082$  in all comparisons) . なお , 定量評価において , 他の平均 CT 値や画像ノイズには有意差がなかった ( $P \geq 0.1964$  in all comparisons) .

#### 5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 4 件)

[1] Masatoshi Kondo, Akihiro Nishie, Nobuhiro Fujita, Koichiro Morita, Yuki Sakai, Kazuhito Hioki, Takashi Shirasaka, Toyoyuki Kato : Superior image noise suppression with higher view rate in abdominal CT with model based iterative reconstruction . 欧州放射線学会 . (国際学会) 2019 年

[2] Masatoshi Kondo, Akihiro Nishie, Yuki Sakai, Takashi Shirasaka, Hideki Yoshikawa, Yoshiyuki Umezu : Superior image noise suppression with higher view rate in abdominal CT with model based iterative reconstruction: a phantom study . 欧州放射線学会 . (国際学会) 2018 年

[3] Masatoshi Kondo, Akihiro Nishie, Nobuhiro Fujita, Koichiro Morita, Yuki Sakai, Kazuhito Hioki, Takashi Shirasaka, Toyoyuki Kato : Superior image noise suppression with higher view rate in abdominal CT with model based iterative reconstruction . 第 74 回日本放射線技術学会総会学術大会 . 2018 年

[4] 近藤雅敏 : X 線 CT における逐次近似再構成に最適な撮像パラメータの検討 . 全国国立大学病院放射線技師会第 2 回学術サミット研修会 . (招待講演) 2018 年

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

出願年 :

国内外の別 :

取得状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

取得年 :

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ

<https://medtechs.med.kyushu-u.ac.jp/>

## 6．研究組織

### (1)研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号（8桁）：

### (2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。