

令和 7 年 6 月 21 日現在

機関番号：34535

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2024

課題番号：20K20224

研究課題名（和文）肺がん候補病変の定量解析が可能なトモシンセシスシステムの開発

研究課題名（英文）Development of a tomosynthesis system for the quantitative assessment of suspected pulmonary neoplastic lesions

研究代表者

倉本 卓（Kuramoto, Taku）

神戸常盤大学・保健科学部・准教授

研究者番号：90645582

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、トモシンセシス画像の特性の把握を行い、肺がん病変の定量解析が可能なトモシンセシスシステムの開発を目指した。本邦で使用されているトモシンセシス装置を用いて、トモシンセシス画像の特性を定量的に検証した。取得画像における有効視野内の幾何学的歪みの検討では、画像中心部と辺縁部において幾何学的歪みの特徴が異なることを明らかにした。また、撮影時の回転中心の設定も幾何学的歪みに影響を及ぼすことも明らかにした。更に、トモシンセシス画像の画質の評価にimaged quality figureに応用することで画質を定量的に評価できる可能性も示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

我が国の医療施設におけるCT検査の検査件数は増加の一途をたどっている。一方、単純X線装置やX線TV装置を用いるトモシンセシスは、検査時間が短いため、限られた検査室、検査時間においても患者スルーットを大幅に向上できる。また、低被ばく・低費用で検査が行うことが可能で、かつ高画質な連続する断層画像を取得できる。つまり、肺がん検診に対して必要最低限の被ばくとコストで正確な診断が行え、早期発見・治療を求める社会的ニーズに答えることができる可能性がある。本研究で実施したトモシンセシスの画像の特性をより詳細に把握することは、臨床的有用性のエビデンスの構築に寄与する取り組みである。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to elucidate the imaging characteristics of tomosynthesis and to develop a system capable of quantitative analysis of pulmonary oncologic lesions. The properties of tomosynthesis images were quantitatively validated using a domestically implemented tomosynthesis device. Assessment of geometric distortion within the effective field of view demonstrated distinct variations in distortion patterns between the central and peripheral regions of the images. Additionally, the center of rotation setting during image acquisition was found to significantly influence the degree of geometric distortion. Moreover, the study confirmed that image quality can be quantitatively assessed by incorporating image quality figure into the evaluation process.

研究分野：医用画像工学

キーワード：トモシンセシス 画像診断 肺がん がん検診 画質評価

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

我が国の死因第1位の疾患は“がん”であり、生涯のうちに約2人に1人が罹患すると推計されているなど、国民の生命及び健康にとって重大な問題となっている。特に、肺がんは1993年以降男性死亡原因の第1位となった以降、部位別の死因の第1位になるほど死亡者数は著しい増加傾向を示しており、肺がん死亡を減少させることが日本の公衆衛生、医療における最優先課題の1つである。そのため、肺がんの早期発見及び早期治療を行うための診断は非常に重要である。日本肺癌学会が発表した肺癌診療ガイドラインでは、スクリーニング検査や臨床症状によって撮影された胸部X線検査で肺がんを疑う所見を得た場合、CT検査でその存在の確認と病変の性状を評価しなければならないと定められている。しかし、CT検査は放射線被ばく線量が高く、さらに検査費用も高い問題がある。

一方、トモシンセシスは、断層撮影を応用した手法で、1回の撮影でCT検査と同様に3次元的な画像を得ることができる。さらに、CT検査と比較して少ない放射線被ばく線量で、高い空間分解能を有する画像を得ることができる。さらに、金属アーチファクトの影響を受けにくく、かつ安価で検査時間も短い特徴もある。しかし、肺がんに対するトモシンセシスの臨床における活用法は、CTと比較してまだ完全に確立されていない。原因として、トモシンセシス画像の特性の把握が完全に行われていないことが挙げられる。

### 2. 研究の目的

トモシンセシス画像の特性を明らかにすることで、肺がん病変の定量解析が可能なトモシンセシスシステムを確立することを目指す。

### 3. 研究の方法

#### (1) 幾何学的歪みの検討

トモシンセシス撮影システムはSONIALVISION G4 (Shimadzu Medical Systems, Japan) を用いた。直径1cmの正円状のホールを7.5cm間隔で25点有するアルミ板(50cm x 50cm x 0.1cm)を、2枚の亚克力板で挟み込んだオリジナルファントムを使用した。オリジナルファントムの高さを寝台から5cmの高さに固定し、CORを5, 10, 15cmと変化させ、それぞれトモシンセシス撮影を行った。画像中心部(center)と辺縁部(off-center)において、X線管移動方向と平行方向に対応するホールの直径(縦径)と、X線管移動方向と垂直方向に対応するホールの直径(横径)をそれぞれ計測した。異なるCORの場合について同様の計測を行い、各CORにおいてcenterとoff-centerの計測値を比較した。また、COR 5cmで測定した各ホールの計測値を基準とし、COR 10および15cmにおける計測値との誤差を求めた。

#### (2) imaged quality figure を用いたトモシンセシス画像の画像特性評価

CDファントムはCDRAD2.0 (Artinis Medical Systems) を使用し、成人の胸部を模した厚さ10cmのオリジナルファントムを使用した。電流-時間積(mAs)値を7-8段階に変化させ画像を取得した。取得したTS画像に対してCDRADファントム専用解析ソフトウェアCDRAD analyser (Artinis Medical Systems) を用いた自動解析を行い、IQF<sub>inv</sub>を求めた。各条件で10枚の画像を取得し、IQF<sub>inv</sub>の平均値を各条件の代表値とした。

#### 4. 研究成果

##### (1) 幾何学的歪みの検討

各 COR において、center を基準として off-center における縦径は最大約 4%、横径は最大約 14% の誤差を生じた。(図 1) また、COR 5 cm と比較して、COR を変化させたときの計測値は最大約 13% の誤差を生じた。

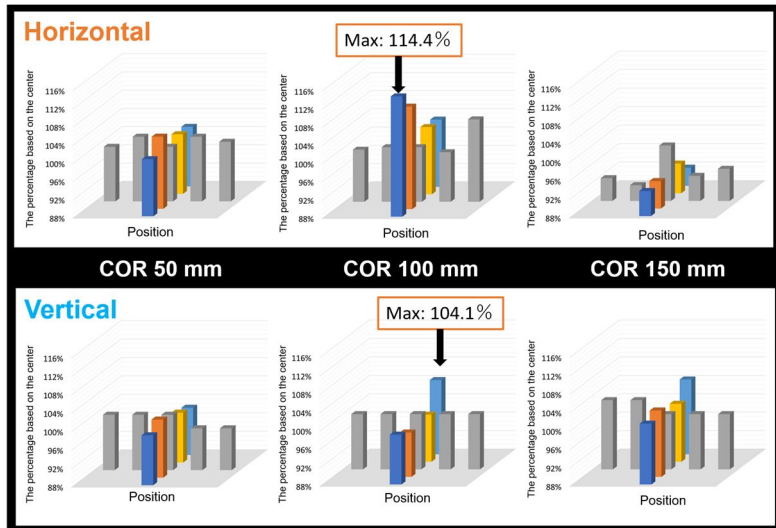


図 1. 各直径の測定結果

##### (2) imaged quality figure を用いたトモシンセシス画像の画像特性評価

全ての条件において、mAs 値の増加とともに IQF の値は増加する傾向を示した。(図 2) また、その変化は管電圧の違いに応じて異なる変化を示した。

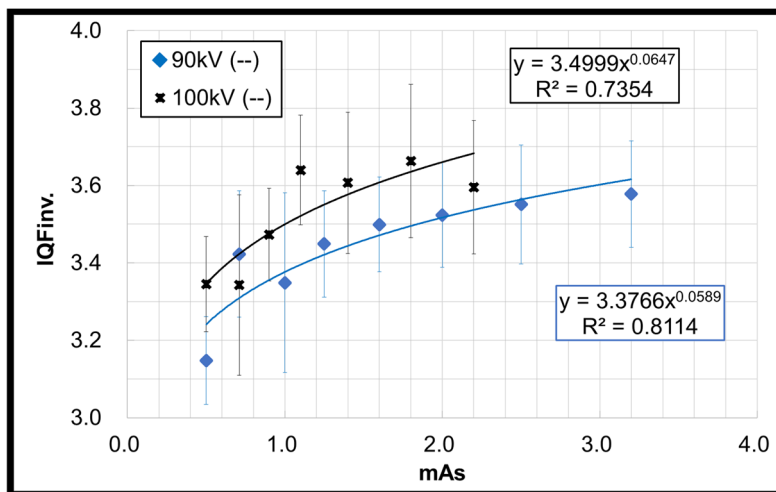


図 2. 各条件における IQF と mAs 値の関係

#### まとめ

トモシンセシスは CT に比べて低コスト・低被ばく・短時間で実施可能な検査手法であるが、画像特性や臨床的活用についてはまだ十分に確立されていない。本研究では、トモシンセシスの特性解明および臨床的画質評価に焦点を当て、画像の幾何学的歪みに対するパラメータ(COR)の影響を定量的に評価するとともに、視覚評価に依存しない信頼性の高い評価法として IQF を応用する新たな試みに挑戦した。研究期間内に、人体の実際の肺がん病変に応用することは出来なかったが、これらの取り組みはトモシンセシスの今後の可能性を広げ、その臨床的価値を高める一助となると考える。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Kuramoto Taku, Takarabe Shinya, Kanzaki Yui, Shibayama Yusuke, Yamasaki Yuzo, Kitamura Yoshiyuki	4. 巻 31 (5)
2. 論文標題 Correlation Between Contrast-Detail Analysis and Clinical Image Quality Assessment of Intrapulmonary Lesions in Dual-Energy Subtraction Chest Radiography Using the Two-Shot Method: A Phantom Study	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Academic Radiology	6. 最初と最後の頁 2118-2127
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.acra.2023.10.016	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kanzaki Y., Kuramoto T., Takarabe S., Shibayama Y., Yoshikawa H., Kato T.	4. 巻 29
2. 論文標題 Effect of high- and low-energy entrance surface dose allocation ratio for two-shot dual-energy subtraction imaging on low-contrast resolution	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Radiography	6. 最初と最後の頁 240 ~ 246
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.radi.2022.11.007	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Takarabe Shinya, Kuramoto Taku, Shibayama Yusuke, Tsuru Hiroki, Tatsumi Masato, Kato Toyoyuki, Okamura Kazutoshi, Yoshiura Kazunori	4. 巻 8
2. 論文標題 Effect of beam quality and readout direction in the edge profile on the modulation transfer function of photostimulable phosphor systems via the edge method	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Medical Imaging	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/1.jmi.8.4.043501	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Takarabe Shinya, Kuramoto Taku, Shibayama Yusuke, Yamasaki Yuzo, Kitamura Yoshiyuki, Yoshikawa Hideki, Kato Toyoyuki	4. 巻 95
2. 論文標題 Is the image quality of conventional chest radiography obtained from a two-layer flat panel detector affected by the internal structure of the detector?	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physica Medica	6. 最初と最後の頁 176 ~ 181
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ejmp.2022.02.004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 倉本 卓	4. 巻 86
2. 論文標題 IEC62220-1-3 に基づく動画用 X 線検出器の画質評価	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 画像通信	6. 最初と最後の頁 15-21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 田淵麻央, 石井誠一郎, 藤田佑奈, 竇部真也, 倉本 卓
2. 発表標題 Inversed Image Quality Figureを用いたトモシンセシス画像の画質評価の基礎的検討
3. 学会等名 日本放射線技術学会 第68回近畿支部学術大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 倉本卓, 田淵麻央, 竇部真也, 神崎祐依, 汐月剣志
2. 発表標題 Contrast-detailファントムを用いた胸部 トモシンセシス画像の画像特性評価
3. 学会等名 第80回日本放射線技術学会総会学術大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 倉本卓, 竇部真也, 汐月剣志, 柴山祐亮, 神崎祐依
2. 発表標題 トモシンセシスにおける回転中心の設定が有効視野内の被写体像の幾何学的歪みに及ぼす影響
3. 学会等名 第79回日本放射線技術学会総会学術大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yusuke Shibayama, Hiroki Tsuru, Taku Kuramoto, Shinya Takarabe, Masato Tatsumi, Toyoyuki Kato, Kazunori Yoshiura
2. 発表標題 Development of Automated Task Transfer Function Measurement Based on Circular Edge Method for Digital Intraoral Radiographic System
3. 学会等名 第119回日本医学物理学学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竇部真也, 倉本 卓, 柴山祐亮, 津留弘樹, 加藤豊幸, 岡村和俊, 吉浦一紀
2. 発表標題 円周エッジ法を用いた歯科口内法撮影用CRシステムの解像特性の評価
3. 学会等名 第6回福岡県診療放射線技師会学術大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	竇部 真也  (Takarabe Shinya)		
研究協力者	汐月 剣志  (Shiotsuki Kenshi)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------