

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 5 月 9 日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K10271

研究課題名(和文)低線量X線動画イメージングによる肺機能診断法の開発

研究課題名(英文)Development of pulmonary function diagnosis based on low-dose X-ray imaging

研究代表者

田中 利恵 (Tanaka, Rie)

金沢大学・保健学系・准教授

研究者番号：40361985

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：近年、1枚の胸部X線写真から画像処理により肋骨陰影のみを選択的に減弱できるようになった。呼吸過程を撮影した胸部X線動画画像に適用することで、肋骨陰影のない胸部X線動画画像(=軟組織X線動画画像)を作成できる。本研究では、軟組織X線動画画像を対象に、肺の動的変化から肺機能評価を可能にする画像解析技術の開発に取り組んだ。研究期間内に、軟組織X線動画画像の作成、肺(特に、軟組織成分)の動的変化を定量化する画像解析プログラムの開発、定量化した肺の動的変化の理解、診断ロジックの検証、診断支援システムの開発を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

骨陰影抑制処理は、肺癌の検出率を向上させる技術として期待されているが、動画画像への応用は検証されていない。本研究では、申請者らが開発してきた低線量X線動画イメージングに骨陰影抑制処理を融合することで、(1)新しい機能画像(軟組織X線動画画像)の創出、(2)軟組織X線動画画像にあらわれる肺機能の理解、(3)軟組織X線動画画像を対象とした肺機能診断ロジックの検証、などの成果をあげた。動画撮影の可能なラット型フラットパネルディテクタも開発されたことから、将来的にはベッドサイドや屋外で利用可能な肺機能評価ツールとしての展開が期待される。

研究成果の概要(英文)：Recent digital image-processing allows to create a soft-tissue image by suppressing the rib shadows on a chest radiograph, resulting in an early detection of lung cancer. Therefore, dynamic soft-tissue images can be provided by applying this technique to sequential chest radiographs during respiration. The aim of this study was to develop computerized methods for evaluating pulmonary function based on dynamic changes on the projected lungs. During our research period, we have achieved five tasks; 1) creation of dynamic soft-tissue images, 2) development of computerized methods to quantify dynamic changes on the projected lungs, 3) assessment of the resulting quantified dynamic changes, 4) validation of diagnostic criteria, and 5) development of preliminary computer aided diagnosis system for dynamic chest radiographs.

研究分野：放射線技術科学

キーワード：肺機能 放射線 画像解析 呼吸 X線 イメージング 動態

1. 研究開始当初の背景

呼吸過程を撮影した胸部 X 線動画像には、肺換気および血流動態が肺野濃度 (=画素値) の変化としてあらわれている。この変化は、単位容積あたりの肺血管・気管支密度および血液量の変化に起因する[1,2]。すなわち、肺野濃度 (=画素値) 変化の理解は、肺の動的変化の理解だけでなく、肺機能の理解にまでおよぶ重要な評価項目である。

近年の技術進歩で、CT や MRI を用いて詳細な 3 次元形態情報が得られ、さらに、動画像に近い疑似動態画像の取得も可能になった。しかし、CT はレントゲン検査の約 100 倍の被ばくがあり、MRI は検査に時間を要するため、呼吸器・循環器の機能検査として日常的に行えるものではない。一次検査として実施可能な肺機能イメージングおよび評価法が確立されれば、迅速な判断が求められる状況での治療方針決定に有用である。

これまでに複数の研究グループが、I.I.-X 線 TV システムによる肺機能評価を試みてきた。しかし、撮像視野の制約や画質の問題で実用化に至らなかった。この問題を解決したのが、動画対応フラットパネルディテクタ (FPD) である。高い X 線検出効率を誇る FPD は、従来のレントゲン検査と同程度の被ばく線量で、X 線動画検査を可能にした。我々は、動画対応 FPD を用いた低線量 X 線動画イメージングによる新しい肺機能診断法の開発を最終目標に、呼吸過程を撮影した胸部 X 線動画像上の横隔膜動態・心壁運動・胸郭運動・肺換気・血流動態などを定量化する画像解析技術の開発を行ってきた[3]。その過程で、非造影で撮影した胸部 X 線動画像を対象に、肺換気障害や血流障害を肺野濃度 (=画素値) の変化量の減少領域として検出することに成功した。しかし、重なり合って投影される肺血管・気管支・肋骨の呼吸性変化 / 運動の分離が課題として残った。

近年、1 枚の胸部 X 線写真から画像処理により肋骨陰影を消去する技術 (=骨陰影抑制処理) が開発された。エネルギーサブラクション法 (異なる撮影条件の 2 回曝射と取得画像間での差分処理) で得られる軟組織画像を画像処理で作成できるようになった[4,5]。肺癌の検出率を向上させる技術として期待されているが動画像への応用はない。胸部 X 線動画像から肋骨陰影を消去できれば、肋骨陰影に妨げられることなく肺 (特に、軟組織成分) の動的変化の定量化が可能になる。そこで本研究では、申請者らが開発してきた低線量 X 線動画イメージングに骨陰影抑制処理を適用することで、先行研究の課題解決と新しい肺機能診断法の創出を目指した。

2. 研究の目的

低線量 X 線動画イメージングによる新しい肺機能診断法の創出を最終目標に、本研究では、軟組織 X 線動画像を対象に、肺の動的変化から肺機能評価を可能にする画像解析技術の開発に取り組んだ。これまでは、立位正面背腹方向で、呼吸過程を 5~10 秒間撮影した胸部 X 線動画像を解析対象としていた。本研究では、この胸部 X 線動画像から骨陰影を消去した軟組織 X 線動画像を解析対象とすることで、先行研究の課題解決および解析精度の向上を図った。

3. 研究の方法

本研究では、申請者らが開発してきた低線量 X 線動画イメージングによる肺機能診断法に骨陰影抑制処理を適用することで、先行研究で課題となった「重なり合って投影される肺血管・気管支・肋骨の呼吸性変化 / 運動の分離」を試みた。

本学附属病院の呼吸器内科/外科を受診した患者 (基礎疾患として、慢性閉塞性肺疾患 (COPD)、間質性肺炎、肺線維症、気管支喘息、気胸、肺癌、心不全、脊椎側弯症などを有する) の呼吸過程を、本学附属病院で稼働している X 線動画撮影システム (試作機、コニカミノルタ) を用いて 5~10 秒間撮影し、合計 150 枚の X 線動画像を得た。撮影条件は、150 枚撮影したときの総被ばく線量が、ルーチンで行っている胸部単純 X 線撮影 2 回分 (正面 + 側面) 以下になるように設定した (100 kV, 0.1 mAs/pulse, 15 frame/秒)。症例数は 150 症例/年のペースで増え、最終年度には 600 症例近く集まった。これらの症例について、CT・肺機能検査・肺シンチグラフィ等の他の臨床データを包含した総合的な各種肺機能データベースを構築した。

得られた胸部 X 線動画像の肋骨陰影を減弱し、軟組織 X 線動画像を作成した (図 1)。その軟組織 X 線動画像を対象に、肺の動的変化 (肺野内テクスチャ変化、移動ベクトル、画素値の変化率) を定量化する画像解析プログラムを開発した。開発手法により、肺の動的変化を定量化し、既存の肺機能検査 (肺シンチグラフィ、肺機能検査、CT) 所見との比較により、定量化された肺の動的変化の理解と評価を行った。まず正常症例を対象に、開発手法を適用し、定量化した肺の動的変化について、正常範囲の調査を行った。さらに、疾患や重症度ごとに、定量化した肺の動的変化を比較し、適用疾患と診断能の解明に取り組んだ。また、臨床研究による検証を補う目的で、豚を対象とした動物実験と、人体の 4 DCT をモデル化して作成した仮想人体ファントム (Computational phantom) を対象とした検証を行った。いずれも人工的に作成した無気肺領域を対象に、提案手法の診断能評価を行った。そして、最終年度は、正常パターンからの逸脱を根拠に異常検出するコンピュータ支援診断 (CAD) システムの開発に取り組んだ。

4. 研究成果

- (1) 胸部 X 線動画の肋骨・鎖骨・肩甲骨等の骨陰影が減弱された軟組織 X 線動画の作成に成功した (図 1). 軟組織 X 線動画を対象とすることで, 骨陰影の影響を受けない肺野テクスチャ解析や各種動態解析が可能になった. これにより, 肺野形状変化に追従しながら肺野内局所の動的変化の計測も可能になり, 計測精度の向上につながった.

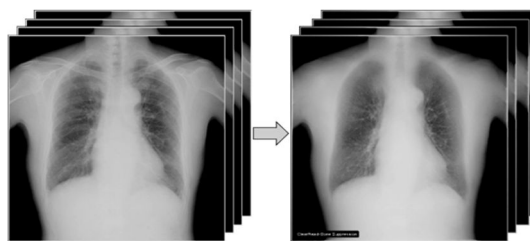


図 1 軟組織 X 線動画の作成

- (2) 軟組織 X 線動画を対象としたテクスチャ解析において, 肺シンチグラフィ上で確認される肺機能障害領域は, 正常な肺領域と比べ, 平均画素値の変化量が有意に低下することを確認した. しかし, それ以外の計測項目 (SD, 尖度, 歪度) に両者に有意な差は認められなかった (図 2, 図 3) [6].
- (3) 軟組織 X 線動画を対象とした肺野内局所の移動ベクトル解析においては, 予想に反して肺機能障害の検出のための指標として有効性は確認できなかった. 呼吸性による肺組織のわずかな動きは, 肺野内局所の画素値の変化量の大小に包含されると考えられる. そこで, 次年度以降は, 計測項目を平均画素値の変化量に絞って取り組むことにした.
- (4) 肺シンチグラフィで得られた RI カウント率と画素値の変化率との間に高い相関を確認できた (全肺 $r = 0.81$, 上肺野 $r = 0.46$, 中肺野 $r = 0.67$, 下肺野 $r = 0.74$). また, 肺シンチグラフィにて確認される局所的な肺機能障害を高い感度で検出できることを確認した [7]. このことから, 胸部 X 線動画の肺野内の画素値の変化量から, 肺換気に関連するパラメータが得られるといえる. 上肺野ほど相関が低下したのは, 撮影時の体位や画像形成機序の違いによるものと考えられる.
- (5) 画素値の変化率を可視化することで, 胸部 X 線動画上の機能性変化の理解が容易になった. 開発手法を, 豚の無気肺モデルの胸部 X 線動画に適用し, 無気肺をカラー欠損領域 (すなわち, 画素値の変化量の減少) としてとらえられることを確認した (図 4) [8].
- (6) 人体の 4 次元 CT をもとにコンピュータシミュレーションで作成した仮想人体ファントムを対象とした異常検出能の評価では, 画素値変化量の低下は, 異常領域の前後に残存する正常組織量に比例することが明らかとなった. そして, 標準的な体型の成人男性の場合, 異常領域の前後に正常組織が 80mm 以上残存すると, 提案手法では肺機能障害として検出できないという結果が得られた (図 5) [9].
- (7) 肺野内の画素値の変化量にもとづく CAD システム開発においては, 個体間のバリエーションが大きく診断基準の確立に至らなかった. 骨陰影による影響は大きく低減されたが, 骨陰影以外の動きアーチファクトや, 体厚や呼吸の程度の違いが影響していると思われる. 今後, 深層学習の導入による技術的課題の解決し, 体型や疾患ごとに症例数を増やして検討するなど必要がある.

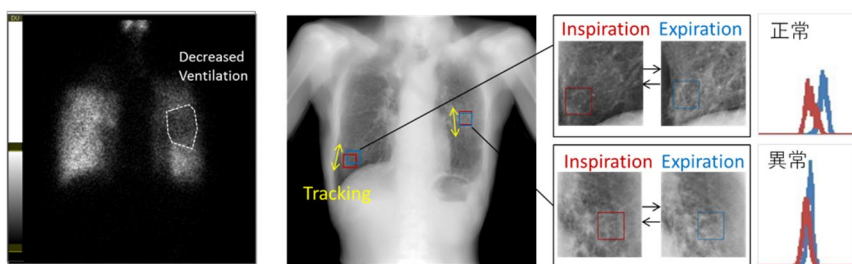


図 2 軟組織 X 線動画を対象としたテクスチャ解析

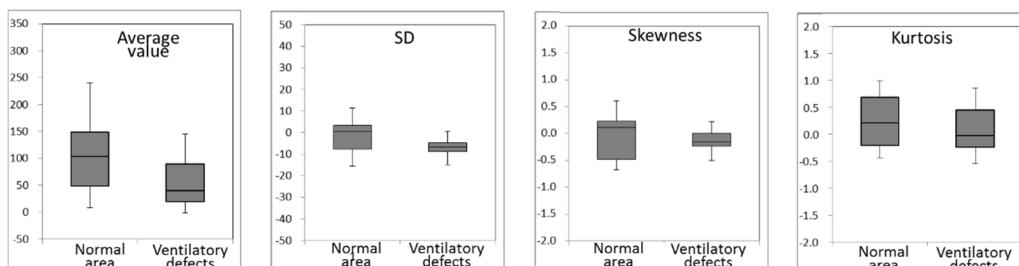


図 3 軟組織 X 線動画の肺野内で計測された呼吸性変化 (左から, 平均画素値の変化量, 標準偏差, 尖度, 歪度) 計測は肺シンチグラフィで確認される肺換気障害領域と正常領域についてそれぞれ行った ($n=30$).

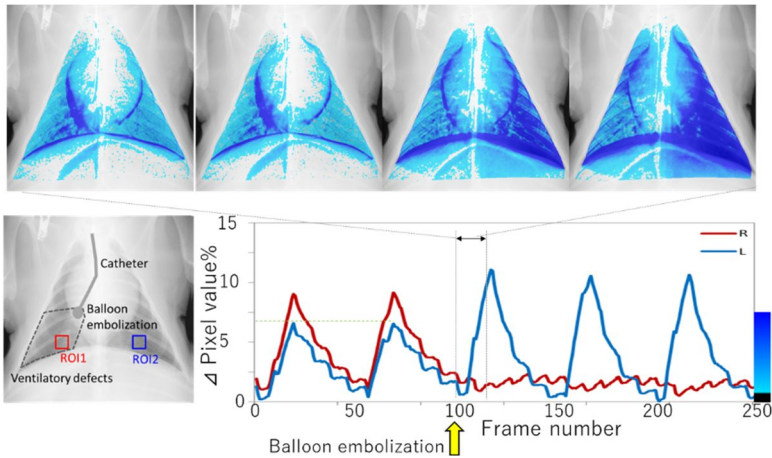


図4 豚の無気肺モデルを対象とした呼吸性の画素値変化の可視化

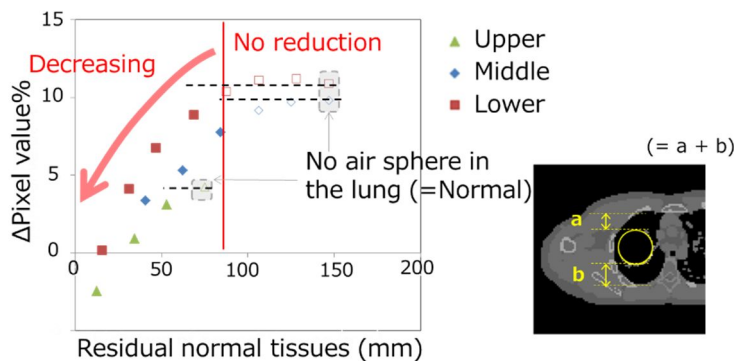


図5 異常領域の前後に残存する正常組織と画素値の変化量の関係

5. 結語

低線量 X 線動画イメージングによる新しい肺機能診断法の創出を最終目標に、本研究では、軟組織 X 線動画像を対象に、肺の動的変化から肺機能評価を可能にする画像解析技術の開発に取り組んだ。胸部 X 線動画像から骨陰影を消去した軟組織 X 線動画像を解析対象とすることで、先行研究の課題解決および解析精度の向上を図った。本研究課題で得られた成果をもとに、胸部 X 線動画像をもちいた肺機能診断の可能性を引き続き検討する必要がある。

謝辞

画像データの取得にあたりご協力いただいた、金沢大学附属病院の笠原寿郎先生、大倉徳幸先生、松本勲先生、田村昌也先生、高田宗尚先生、松浦幸広先生、堀井純清先生、呼吸器内科/呼吸器外科/放射線科/放射線部の関係各位、滋賀医科大学バイオメディカルイノベーションセンターの谷徹先生、放射線科の新田哲久先生、救急・集中治療部の田畑貴久先生ならびに関係各位、コニカミノルタ株式会社開発統括本部の関係各位に心から感謝申し上げます。

<引用文献>

1. Squire LF, Novelline RA. Overexpansion and collapse of the lung: causes of mediastinal shift. In: Fundamentals of Radiology. 4th ed. Cambridge, MA, and London: Harvard University Press; 1988:88-103.
2. Fraser RS, Muller NL, Colman NC. Part III: Radiologic signs of chest disease. In: Fraser and Pare's Diagnosis of Diseases of the Chest. 4th ed. Philadelphia, London, New York, St. Louise, Sydney, and Toronto: W.B. Saunders Company; 1999:431-594.
3. Tanaka R, Dynamic chest radiography: flat-panel detector (FPD) based functional X-ray imaging, Radiol Phys Technol. 9;139-153, 2006.
4. Suzuki K, Abe H, MacMahon H, Doi K, Image-processing technique for suppressing ribs in chest radiographs by means of massive training artificial neural network (MTANN), IEEE Trans Med Imaging. 25;406-416, 2006.
5. Knapp J, et.al. Feature Based Neural Network Regression for Feature Suppression, U.S. Patent Number, 8,204,292 B2, June 12, 2012.
6. Tanaka R, Matsuda H, Sanada S. Time-series analysis of lung texture on bone-suppressed dynamic chest radiograph for the evaluation of pulmonary function: a

- preliminary study. Proc. SPIE 10137, Medical Imaging 2017: Biomedical Applications in Molecular, Structural, and Functional Imaging, 101371R. doi:10.1117/12.2254377
7. Tanaka R, Matsumoto I, Tamura M, Takata M, Kasahara K, Ohkura N, Inoue D, Matsuura Y. Pulmonary function evaluation based on time-series analysis of radiographic lung density: A preliminary study. International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery. Int J CARS 15 (suppl 1) 2020(In press)
 8. Tanaka R, Tani T, Nitta N, Tabata T, Matsutani N, Muraoka S, et al. Pulmonary function diagnosis based on respiratory changes in lung density with dynamic flat-panel detector imaging: An animal-based study. Invest Radiol. 2018; 53(7);417-423
 9. Tanaka R, Samei E, Segars WP, Abadi E, Roth H, Oda H, Mori K. Dynamic chest radiography for pulmonary function diagnosis: A validation study using 4D extended cardiac-torso (XCAT) phantom. Proc. SPIE 10948, Medical Imaging 2019: Physics of Medical Imaging, 109483I-1-8, 2019.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 7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 Rie Tanaka, Tohru Tani, Norihisa Nitta, Takahisa Tabata, Noritsugu Matsutani, Shintaro Muraoka, Tsutomu Yoneyama, Shigeru Sanada	4. 巻 Online
2. 論文標題 Detection of pulmonary embolism based on reduced changes in radiographic lung density during cardiac beating using dynamic flat-panel detector: an animal-based study	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Academic Radiology	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1016/j.acra.2018.12.012	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 Yuta Hiasa, Yoshito Otake, Rie Tanaka, Shigeru Sanada, Yoshinobu, Sato. Recovery of 3D rib motion from dynamic chest radiography and CT data using local contrast normalization and articular motion model	4. 巻 51
2. 論文標題 Recovery of 3D rib motion from dynamic chest radiography and CT data using local contrast normalization and articular motion model	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Medical Image Analysis	6. 最初と最後の頁 144-156
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1016/j.media.2018.10.002	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 Rie Tanaka, Tohru Tani, Norihisa Nitta, Takahisa Tabata, Noritsugu Matsutani, Shintaro Muraoka, Tsutomu Yoneyama, Shigeru Sanada	4. 巻 53
2. 論文標題 Pulmonary function diagnosis based on respiratory changes in lung density with dynamic flat-panel detector imaging: An animal-based study	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Investigative Radiology	6. 最初と最後の頁 417-423
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1097/RLI.0000000000000457	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 Yuki Kitahara, Rie Tanaka, Holger R. Roth, Hirohisa Oda, Kensaku Mori, Kazuo Kasahara, Isao Matsumoto	4. 巻 10950
2. 論文標題 Lung segmentation based on a deep learning approach for dynamic chest radiography	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. SPIE 10950, Medical Imaging 2019: Computer-aided diagnosis	6. 最初と最後の頁 109503M-1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1117/12.2512711	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 Rie Tanaka, Ehsan Samei, William Paul Segars, Ehsan Abadi, Holger Roth, Hirohisa Oda, Kensaku Mori	4. 巻 10948
2. 論文標題 Dynamic chest radiography for pulmonary function diagnosis: A validation study using 4D extended cardiac-torso (XCAT) phantom	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. SPIE 10948, Medical Imaging 2019: Physics of Medical Imaging	6. 最初と最後の頁 1094831-1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1117/12.2512332	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 Rie Tanaka, Kazuo Kasahara, Isao Matsumoto, Shigeru Sanada	4. 巻 -
2. 論文標題 Computerized Evaluation of the Rib Kinetics and Pulmonary Function based on the Rib and Diaphragm motion by Dynamic Chest Radiography	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 5th international symposium on the project "Multidisciplinary computational anatomy"	6. 最初と最後の頁 141-145
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 -

1. 著者名 Rie Tanaka, Tohru Tani, Norihisa Nitta, Takahisa Tabata, Noritsugu Matsutani, Shintaro Muraoka, Tsutomu Yoneyama, Shigeru Sanada	4. 巻 Online first
2. 論文標題 Pulmonary function diagnosis based on respiratory changes in lung density with dynamic flat-panel detector imaging: An animal-based study	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Invest Radiol	6. 最初と最後の頁 Inpress
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/RLI.0000000000000457	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 Rie Tanaka, Hiroaki Matsuda, Shigeru Sanada	4. 巻 10137
2. 論文標題 Rie Tanaka, Hiroaki Matsuda, Shigeru Sanada. Time-series analysis of lung texture on bone-suppressed dynamic chest radiograph for the evaluation of pulmonary function: a preliminary study.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proc. SPIE 10137, Medical Imaging 2017: Biomedical Applications in Molecular, Structural, and Functional Imaging	6. 最初と最後の頁 101371R-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2254377	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 -

1. 著者名 Hiroaki Matsuda, Rie Tanaka, Shigeru Sanada	4. 巻 10137
2. 論文標題 Computerized method to compensate a breathing body motion in dynamic chest radiographs	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proc. SPIE 10137, Medical Imaging 2017: Biomedical Applications in Molecular, Structural, and Functional Imaging	6. 最初と最後の頁 101371Q-1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2254359	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 -

1. 著者名 田中利恵	4. 巻 32
2. 論文標題 3. 次世代FPDイメージング . IV. 総論 . Digital Radiographyの将来展望 . 特集 FPDの進化とDigital Radiographyの新次元【静止画編】	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 INNERVISION	6. 最初と最後の頁 70-73
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 -

1. 著者名 Rie Tanaka	4. 巻 9
2. 論文標題 Dynamic chest radiography: flat-panel detector (FPD) based functional X-ray imaging	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Radiol Phys Technol	6. 最初と最後の頁 139-153
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12194-016-0361-6	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 -

〔学会発表〕 計22件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 13件)

1. 発表者名 Rie Tanaka, Tohru Tani, Norihisa Nitta, Takahisa Tabata, Noritsugu Matsutani, Shintaro Muraoka, Sho Noji, Tsutomu Yoneyama, Sanada Shigeru
2. 発表標題 Pulmonary perfusion diagnosis based on time-series analysis of X-ray translucency with dynamic flat-panel detector imaging: an animal-based study
3. 学会等名 International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery (CARS2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nozomi Ishihara, Rie Tanaka, Ehsan Samei, William Paul Segars, Ehsan Abadi, Isao Matsumoto, Masaya Tamura, Junsei Horii, Yukihiko Matsuura
2. 発表標題 Evaluation of Visceral Pleural Invasion of Lung Tumor Using Oblique Views of Dynamic Chest Radiography: a Computer-based Phantom Study
3. 学会等名 The 52nd Annual Meeting of the Taiwan Society of Radiological Technologists (TWSRT) and the International Conference of Medical Imaging (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuki Kitahara, Rie Tanaka, Holger R. Roth, Hirohisa Oda, Kensaku Mori, Kazuo Kasahara, Isao Matsumoto
2. 発表標題 Lung segmentation based on a deep learning approach for dynamic chest radiography
3. 学会等名 International society for optics and photonics (SPIE), Medical imaging 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Rie Tanaka, Ehsan Samei, William Paul Segars, Ehsan Abadi, Holger Roth, Hirohisa Oda, Kensaku Mori
2. 発表標題 Dynamic chest radiography for pulmonary function diagnosis: A validation study using 4D extended cardiac-torso (XCAT) phantom
3. 学会等名 International society for optics and photonics (SPIE), Medical imaging 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Rie Tanaka, Tohru Tani, Norihisa Nitta, Takahisa Tabata, Noritsugu Matsutani, Shintaro Muraoka, Sho Noji, Tsutomu Yoneyama, Haruna Kawakami, Shigeru Sanada
2. 発表標題 Pulmonary function diagnosis based on diaphragm movement with dynamic flat-panel detector imaging: an animal-based study
3. 学会等名 第74回日本放射線技術学会総会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Rie Tanaka, Tohru Tani, Norihisa Nitta, Takahisa Tabata, Noritsugu Matsutani, Shintaro Muraoka, Sho Noji, Tsutomu Yoneyama, Shigeru Sanada
2. 発表標題 Pulmonary perfusion diagnosis based on temporal changes in X-ray translucency with dynamic flat-panel detector imaging: an animal-based study
3. 学会等名 第74回日本放射線技術学会総会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 北原侑季, 田中利恵, Roth Holger, 小田紘久, 森健作, 笠原寿朗, 松本勲
2. 発表標題 胸部X線動画像を対象とした深層学習による肺野セグメンテーション
3. 学会等名 放射線技術科学教育系 第8回全国大学交流夏季研修会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石原のぞみ, 田中利恵, Ehsan Samei, Paul William Segars, Ehsan Abadi
2. 発表標題 4D extended cardiac-torsophantomを用いた胸部X線動態撮影の撮影方向の検討
3. 学会等名 放射線技術科学教育系 第8回全国大学交流夏季研修会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 浅野友希, 田中利恵
2. 発表標題 胸部X線動態撮影による血流動態解析の基礎的検討: 肺血流計測能の評価
3. 学会等名 第11回中部放射線医療技術学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石原のぞみ, 田中利恵, Ehsan Samei, William Paul Segars, Ehsan Abadi
2. 発表標題 仮想人体ファントム (4D extended cardiac-torso phantom) を用いた胸部X線動態撮影の撮影方向の検討
3. 学会等名 第11回中部放射線医療技術学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Rie Tanaka, Tohru Tani, Norihisa Nitta, Takahisa Tabata, Noritsugu Matsutani, Shintaro Muraoka, Shikou Kaneko, Sho Noji, Tsutomu Yoneyama, Sanada Shigeru
2. 発表標題 Pulmonary function diagnosis based on temporal changes in lung density with dynamic flat-panel detector (FPD) imaging: An animal-based study
3. 学会等名 RSNA 103rd Scientific Assembly and Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Rie Tanaka
2. 発表標題 Fundamental of Dynamic chest radiography: Low-dose and high performance functional imaging
3. 学会等名 4th World Congress of Thoracic Imaging (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Rie Tanaka, Tohru Tani, Norihisa Nitta, Takahisa Tabata, Noritsugu Matsutani, Shintaro Muraoka, Shikou Kaneko, Sho Noji, Tsutomu Yoneyama, Sanada Shigeru
2. 発表標題 Dynamic chest radiography for pulmonary function diagnosis based on temporal changes in lung density: an animal-based study
3. 学会等名 International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery (CARS2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Rie Tanaka
2. 発表標題 Development of “Dynamic chest radiography (DCXR)”
3. 学会等名 Korean Society of Radiological Science conference 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Rie Tanaka, Hiroaki Matsuda, Shigeru Sanada
2. 発表標題 Time-series analysis of the lung texture on bone-suppressed dynamic chest radiography for the evaluation of pulmonary function: a preliminary study
3. 学会等名 The international society for optical engineering. Medical imaging 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroaki Matsuda, Rie Tanaka, Shigeru Sanada
2. 発表標題 Computerized method to compensate a breathing body motion in dynamic chest radiographs
3. 学会等名 The international society for optical engineering. Medical imaging 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 守部陸, 田中利恵
2. 発表標題 胸部X線動画像の肺野内テクスチャ解析による肺機能診断法の開発: 間質性肺炎を対象とした初期検討
3. 学会等名 第7回全国大学交流夏季研修会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Rie Tanaka, Tohru Tani, Norihisa Nitta, Takahisa Tabata, Noritsugu Matsutani, Shintaro Muraoka, Shikou Kaneko, Sho Noji, Tsutomu Yoneyama, Sanada Shigeru
2. 発表標題 Measurement capability of regional pulmonary function in dynamic chest radiography: a preliminary study in pigs
3. 学会等名 第73回日本放射線技術学会総会学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Rie Tanaka, Hiroaki Matsuda, Shigeru Sanada
2. 発表標題 Time-series analysis of the lung texture on bone-suppressed dynamic chest radiography for the evaluation of pulmonary function: a preliminary study
3. 学会等名 The international society for optical engineering. Medical imaging 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroaki Matsuda, Rie Tanaka, Shigeru Sanada
2. 発表標題 Computerized method to compensate a breathing body motion in dynamic chest radiographs
3. 学会等名 The international society for optical engineering. Medical imaging 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Rie Tanaka, Shigeru Sanada, Kazuo Kasahara, Isao Matsumoto, Keita Sakuta, Yasushi Kishitani
2. 発表標題 Fundamentals of dynamic chest radiography: Low-cost and high performance functional imaging
3. 学会等名 RSNA 102nd Scientific Assembly and Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 降幡健人, 田中利恵, 真田茂
2. 発表標題 骨陰影低減処理を施した胸部X線動画像による肺機能評価
3. 学会等名 第9回中部放射線医療技術学術大会
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 田中利恵 (分担執筆)	4. 発行年 2018年
2. 出版社 誠文堂新光社	5. 総ページ数 303 うち8ページ担当
3. 書名 第3章-9 肺機能評価 / 多元計算解剖学の基礎と臨床への応用 橋爪 誠 (著)	

1. 著者名 橋爪 誠 (第3章-10 肺機能評価 田中利恵)	4. 発行年 2018年
2. 出版社 誠文堂新光社	5. 総ページ数 303
3. 書名 多元計算解剖の基礎と臨床への応用	

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 放射線画像解析装置及び放射線画像解析システム	発明者 村岡慎太郎, 笠原寿郎, 松本勲, 田中利恵, 他3名	権利者 コニカミノルタ株式会社
産業財産権の種類、番号 特許、特願2018-084693	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

金沢大学大学院医薬保健学総合研究科保健学専攻 田中研究室
http://tanakalab.w3.kanazawa-u.ac.jp

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
研究分担者	笠原 寿郎 (Kasahara Kazuo) (30272967)	金沢大学・医学系・准教授 (13301)	
研究分担者	松本 勲 (Matsumoto Isao) (80361989)	金沢大学・医学系・准教授 (13301)	