

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 17 日現在

機関番号：16401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25670317

研究課題名(和文)じん肺と一般健診に共有できるデジタル胸部エックス線の画像処理

研究課題名(英文)Image Processing of digital chest radiography for both pneumoconiosis and usual chest images

研究代表者

菅沼 成文(SUGANUMA, Narufumi)

高知大学・教育研究部医療学系・教授

研究者番号：50313747

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：じん肺の診断には胸部エックス線が不可欠であり、現在広く使われるようになったデジタル胸部エックス線画像をじん肺標準エックス線分類を用いてに沿って評価するために、厚生労働省から電子版の標準画像が公表された。それに先立って推奨されているデジタルエックス線画像の条件は一般胸部画像と異なっている。我々は一般胸部画像を2000例収集するとともに、その中からじん肺所見のあるものを選別して、じん肺推奨条件と一般胸部条件との画像を作成し、読影試験によって、読影所見の比較を行った。その結果、概ね二つの条件においての差は小さかったが、小陰影はじん肺条件で、大陰影は一般胸部条件で指摘しやすい傾向にあった。

研究成果の概要(英文)：Chest radiography is essential tool for diagnosis of pneumoconioses. Digital chest radiography is rather new technique which is implemented in most of the medical facilities in Japan that conduct health check up. Ministry of Health, Welfare and Labour Japan published digital version of Japan Standard Image for Classification of Pneumoconiosis as standard image for digital radiography. We aimed to compare the proposed image processing for pneumoconiosis and the usual image processing for other chest evaluation. We collected more than 2,000 images of pre-processing images and produced two images for pneumoconiosis evaluation and usual chest evaluation. Results showed both processed images were very close, but it suggested small opacities were more detected on Pneumoconioses processing and large opacities were well detected on usual processing.

研究分野：産業保健

キーワード：放射線医学 呼吸器内科学 じん肺 デジタル胸部エックス線 一般条件 フラットパネル DR

### 1. 研究開始当初の背景

胸部エックス線検査によるじん肺の画像診断は、じん肺法に基づく法定の健診の重要な項目であり、じん肺法による画像分類が管理区分の決定に極めて重要であるため、じん肺法に基づく標準エックス線フィルムが選定され、じん肺の陰影密度(PR)を決定するために比較読影する際のスケールとして用いられてきている。これは世界的に用いられるILO 国際じん肺エックス線分類の画像分類方法をほぼ踏襲したものであるため、世界的にほぼ同一のスケールでじん肺の画像診断がなされていることになる。研究代表者らが開発し提唱している国際じん肺CT分類(ICOERD) (Suganuma, IAOEH 2006)も、より詳細な検査としては必要ではあるが、スクリーニングとして用いるには被ばく線量、費用、アクセスなどの面から現実的ではないため、胸部エックス線写真がじん肺健診の必須ツールであり続けることは間違いない。

研究代表者らは、我が国におけるじん肺へのデジタル胸部エックス線画像の推奨条件の検討 (Takashima, Suganuma, JOH 2007)とじん肺分類に利用可能なデジタル標準画像の検討を行ってきた(厚生労働科村田班)。その成果として、2011年8月にデジタル標準画像が厚生労働省からじん肺エックス線標準写真電子版として公表された。また、ILO 国際じん肺エックス線分類についても、申請者らが執筆したデジタル胸部エックス線に関する第6章が書き加えられ、医療用モニターを用いてじん肺画像を読影する際に、利用可能な標準画像が同年に公表されている。ILO デジタル標準画像は、従来版をデジタルスキャンしたものに過ぎず、日本のデジタル標準の誕生を受けて、ILOでも新たな症例収集が米国NIOSHを事務局として開始されたところである。

一方で、デジタル胸部エックス線(DR)の有効性を極大化する撮像条件や画像処理条件は、従来のエックス線検査(FSR)からの連続性を重視してきたじん肺健診推奨条件とは大きく異なっている可能性がある。予備的な検討では、欧米と我が国の胸部放射線科医に推奨表示条件の検討を依頼したところ、(1)FSRにデジタル処理を加えた感じの条件と(2)FSRとは全く異なるデジタル処理を生かした条件とに明確に分かれた。米国の医師が真っ暗な読影室で読影を行っていることもあり、濃度にも違いがみられた。このように、胸部画像診断を専門とする我が国や欧米の放射線科医からは、鮮鋭度、コントラスト強調等の基本的な画像処理に留まらず、ダイナミックレンジ圧縮やマルチ周波数処理といった画像処理技術を最大限に活かして、構造の物性をも反映できる描画を追求する動きもある。このように肺の正常構造をFSRよりも、正確に画像化できるDRの画像処理条件を用いることによ

る、じん肺診断能への影響は十分に検討されていない。

### 2. 研究の目的

本研究は、FSRからの連続性を考慮せずに、デジタル技術を用いて撮像したDR画像を、現在利用可能な複数の画像処理手法を適切に組み合わせることで、これまで描画できていなかった構造まで詳細に描出する条件を決定し、これを用いてじん肺症例コレクションの描画を試みる。また、症例コレクションによって、検討した画像条件を元に、一般健診とじん肺健診でストレスなく観察可能な共通条件を決定し、胸部健診用条件として提案する。

### 3. 研究の方法

対象と方法は既に、デジタル胸部エックス線によるじん肺エックス線標準画像の選定のために収集したトンネル坑夫のじん肺症例約100例、別途、アスベスト外来において収集したアスベスト曝露者約100例、健常成人約50例のフラットパネル型検出器によるデジタル胸部エックス線画像の画像処理前データを検討対象とする。これに加えて、実際の健診の際に収集される画像について、同様に画像処理前データを収集して検討した画像処理条件の検討に資することとした。この画像処理前データを、(1)通常胸部撮影推奨、(2)じん肺推奨、(3)肺がん用推奨、及び、(4)新たに開発した画像処理条件による画像処理を行う。この検討のために、上記、症例集からじん肺のPR分類やじん肺陰影の融合像、大陰影、胸膜プラーク、びまん性胸膜肥厚などの典型例を数例ずつ選定し、それぞれ複数症例ずつ画像処理の違いによる所見の変化を検討する。

4種類の画像について、現在、全衛連放射線専門委員会において、画像評価に用いられている評価表(解剖学的指標および物理学的指標からなる)を利用して、職業性呼吸器病専門家(NIOSH Bリーダー、産業衛生専門医)、放射線医学専門医、呼吸器内科専門医からなる複数の専門家で評価する。全衛連評価表の解剖学的指標は、肋骨辺縁の鮮鋭度、鎖骨の骨梁、気管支、心陰影に重なる血管影、脊椎、横隔膜に重なる血管影、肺野の血管影に関して、評価することで肺がどれだけ明瞭に描出されているかを点数化して合計したものと、総合評価として優、良、可、不可の4段階評価からなる。従来は、可、不可の評価を受ける写真も一定数あったが、現在はほとんどが良である。全衛連評価表は、通常、健常人のエックス線写真について品質管理を目的に評価をするため、じん肺陰影がある胸部画像に関して用いることが適切かどうかについては議論の余地があるが、ILO分類では陰影の密度分類を行う前に、適切な画像が撮影されているかについて総合評価を4

段階(1,2,3,読影不能)で行うことが要求されるので、両者は一定の親和性があるとみてよい。

また、全衛連の専門委員による評価結果のある良い画像、悪い画像を入手して、これについて工学的な検討を実施した。

#### 4. 研究成果

現在までに解析し得たのは、トンネル坑夫98名についての、一般胸部条件、およびじん肺条件についての比較検討である。今後、他の収集してある画像についても検討を加える。検診画像 2000 例についても収集を終えた。

これら98名の症例については、2名の医師による読影実験を行った。一人は、職業性呼吸器病専門家(NIOSH Bリーダー、産業衛生専門医)であり、じん肺読影には15年間の経験を持つ。もう一人は、じん肺読影については1年の経験であるが、アジアじん肺読影医養成講習会(AIR Pneumo)を修了しており、じん肺エックス線分類については理解している。

一般胸部条件はメーカー推奨の胸部条件であり、これは日本肺癌学会の推奨値の範囲内であった。これに対して、じん肺表示条件は、厚生労働省村田班により推奨された表示条件を使った。じん肺条件と胸部推奨条件とでは、先鋭化処理、ノイズ低減処理の有無に違いがあり、且つ、ダイナミックレンジ圧縮が低濃度では両者とも使われているものの、じん肺条件ではその圧縮の程度が小さかった。

経験年数の多い読影者は経験年数の少ない読影者に比して、一般胸部条件とじん肺条件という違いがあっても読影結果が安定していた。両者の読影結果は、小陰影の読影については、じん肺条件の方が一般条件よりも一致度が高かった。大陰影については、一般条件の方が一致していた。これは、先鋭度強調、ノイズ処理を施している一般胸部条件においては孤立陰影を際立たせるが、びまん性陰影については特に初心者は評価しにくい可能性がある。

全衛連放射線専門委員会において、画像評価を行った結果と画像の特徴についての工学的な分析を実施しているがその成果はまだまとめられていない。数例の解析結果からの印象としては、画像の工学的分析で階調差が明瞭なものが画像評価としてはよい点数が付けられている。

今後、読影者を増やした検討が必要と考えられるが、両条件の違いは、当初考えていたよりも小さく、共有条件の開発は可能と考え

られる。

#### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 6 件)

Muzembo, B.A., Deguchi, Y., Ngatu, N.R., Eitoku, M., Hirota, R., Suganuma, N. Selenium and exposure to fibrogenic mineral dust: A mini-review. (2015) *Environment International* 2015; 77: 16-24. 査読有

T Tamura, N Suganuma, KG Hering, T Vehmas, H Itoh, M Akira, Y Takashima, H Hirano, Y Kusaka. Relationships (I) of International Classification of High-resolution Computed Tomography for Occupational and Environmental Respiratory Diseases with the ILO International Classification of Radiographs of Pneumoconiosis for parenchymal abnormalities. *Industrial Health* 2015; 53(3):260-270. 査読有 DOI: 10.2486/indhealth.2014-0073

M Akira, N Suganuma. Acute and Subacute Chemical-Induced Lung Injuries: HRCT findings. *European Journal of Radiology* 2014; 83(8):1461-9 査読有 DOI:10.1016/j.ejrad.2014.04.024

Narongpon Dumavibhat, Tomomi Matsui, Eri Hoshino, Sasivimol Rattanasiri, Dittapol Muntham, Ryoji Hirota, Masamitsu Eitoku, Momo Imanaka, Basilua Andre Muzembo, Nlandu Roger Ngatu, Shinichi Kondo, Norihiko Hamada, Narufumi Suganuma. Radiographic Progression of Silicosis among Japanese Tunnel Workers in Kochi. *Journal of Occupational Health*. 03/2013; 55(3)142-8 (IF=1.55) 査読有

Wei ZHAO, Rui XU, Yasushi HIRANO, Rie TACHIBANA, Shoji KIDO, Narufumi SUGANUMA. Classification of Pneumoconiosis on HRCT Images for Computer-Aided Diagnosis. *IEICE Transactions on Information and Systems* (impact factor: 0.18). 04/2013; E96-D(4):836-844. 査読有

Y Kusaka, T Tamura, N Suganuma, H Shida, K Suzuki, T Satou, K Takahashi, O Hino. [Illustrated review on radiological diagnosis of occupational respiratory diseases]. *Nihon rinsho. Japanese journal of clinical medicine*

〔学会発表〕(計 10 件)

S Nogami, T Matsui, N JP, N Ngatu, T Tamura, Y Kusaka, N Suganuma. Radiographic diagnosis of Pneumoconioses by AIR Pneumo-trained physicians: Comparison with high-resolution computed tomography. ICOH 31<sup>st</sup> International Congress on Occupational Health 2015 年 5 月 31 日 -6 月 6 日, COEX コンベンションセンター (Seoul)

野上祥子, JP Naw Awn, 菅沼成文. デジタル胸部エックス線画像におけるじん肺表示条件と一般胸部条件との比較: 読影者内誤差および読影者間誤差に関する検討. 第 88 回日本産業衛生学会 2015 年 5 月 14 日 -16 日. グランフロント大阪, 大阪府.

野上祥子, 菅沼成文. X 線デジタル画像におけるじん肺表示条件と一般胸部条件との比較. 第 58 回中国四国合同産業衛生学会, 2014 年 11 月 29 日 -30 日, 広島大学医学部 (広島県)

菅沼成文. アスベスト問題 予防・診断・治療を科学する アスベスト関連肺癌の国際動向. 第 87 回日本産業衛生学会, 2014 年 5 月 21 日 -24 日, 岡山コンベンションセンター (岡山県) (招待講演)

菅沼成文. じん肺結核の疫学. 日本結核病学会, 2014 年 5 月 9 日 -10 日, 長良川国際会議場 (岐阜県) (招待講演)

Narufumi SUGANUMA. International Classification of Occupational and Environmental Respiratory Diseases and its application. The 29th International Conference on Screening for Lung Cancer, 2013 年 10 月 12 日 -13 日, Icahn School of Medicine at Mount Sinai, New York (USA) (招待講演)

N SUGANUMA, M Akira, K Suzuki, T Tamura, S Nogami, T Matsui, Y Kusaka. International Classification of HRCT for Occupational and Environmental Respiratory Diseases: describing non-malignant and malignant asbestos related diseases. The International Conference on Monitoring and Surveillance of Asbestos-Related Diseases 2014, 2014 年 2 月 11 日 -13 日, Hanasaari Cultural Center, Espoo (Finland)

T Tamura, N SUGANUMA, K Hering, T Vehmas, H Itoh, M Akira, Y Takashima, H Hirano, K Suzuki, Y Kusaka. The Validity of International Classification of high resolution computed tomography for Occupational

and Environmental Respiratory Diseases based on the ILO classification of pneumoconiosis and pulmonary function test. The International Conference on Monitoring and Surveillance of Asbestos-Related Diseases 2014, 2014 年 2 月 11 日 -13 日, Hanasaari Cultural Center, Espoo (Finland)

田村 太郎, 日下 幸則, 菅沼成文, 熊谷 信二, 車谷 典男. 悪性胸膜中皮腫の CT 画像の読影ガイドライン. 第 86 回日本産業衛生学会, 2013 年 5 月 15 日 -17 日, ひめぎんホール (愛媛県)

松井智美, 栄徳勝光, 弘田量二, 舟越光彦, 田村昭彦, Muzembo Basilia Andre, Bhatti Sabah Asif, 菅沼成文. AIR Pneumo 修了者のじん肺健診胸部 X 線写真の読影習熟度の評価 -NIOSH B リーダーとの比較から. 第 86 回日本産業衛生学会, 2013 年 5 月 15 日 -17 日, ひめぎんホール (愛媛県)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

菅沼成文 (SUGANUMA, Narufumi)  
高知大学・教育研究部医療学系・教授  
研究者番号: 50313743

(2) 研究分担者

窪田 哲也 (KUBOTA, Tetsuya)  
高知大学・教育研究部医療学系・准教授  
研究者番号: 30274377

濱田 典彦 (HAMADA, Norihiko)  
高知大学・教育研究部医療学系・講師  
研究者番号: 50423471