

（５）じん肺のコンピュータ診断支援システムの開発

研究分担者 仁木 登

所属 徳島大学大学院 社会産業理工学研究部 特命教授

研究要旨 我国において毎年24万人前後の粉じん労働者がじん肺健康診断を受診している。CT画像は胸部単純X線撮影に比べて第0型0/1、第1型1/0の微小（2-3 mm）な粒状影を検出することができるため、労災認定条件の鑑別に有用である。本研究は多様なCT画像から珪肺・石綿肺・溶接工肺の粒状影・不整形陰影を高精度に検出し、じん肺の診断を支援するシステムを開発する。

A. 背景

じん肺は、粉じんを肺に吸入することによって生じる職業性呼吸器疾患である。近年、歯科技工じん肺や超硬合金じん肺などの新たな粉じん作業従事労働者数が増加している。じん肺健康診断として胸部単純X線や肺機能検査が実施されている。胸部単純X線によって第0型、第1型、第2型、第3型、第4型に分類され、第1型以上の患者は労災認定となる。CT画像は胸部単純X線に比べて第0型0/1、第1型1/0の微小（2-3 mm）な粒状影を検出することができるため、CT検査による診断法が検討されている。我々はじん肺CT検診のコンピュータ診断支援システム（CAD: Computer aided detection/ diagnosis）を研究開発する。既存の肺結節の検出法を改良して珪肺・石綿肺・溶接工肺の微小な粒状影・不整形陰影を高精度に検出し、じん肺CT画像診断するシステムに拡張する。

B. 目的

本研究は（１）多様な撮影装置・撮影条件のCT画像から珪肺・石綿肺・溶接工肺の粒状

影・不整形陰影の高精度な検出法の開発、（２）珪肺・石綿肺・溶接工肺の質的診断のための定量化法の開発、（３）（１）と（２）の機能を有するじん肺のコンピュータ診断支援システムを開発する。

C. 対象と方法

芦澤班第1回小班会議（平成21年8月21日）において合議制で病型を再決定した25例を用いた。撮影条件を表1に示し、病型区分別の職業歴を表2に示す。これらのCT画像に（１）じん肺CT画像データベースの作成、（２）粒状影の定量的評価を適用した。

表1 CT画像の撮影条件

| 装置 | Aquilion PRIME |
|-----------|----------------|
| 管電圧[kV] | 120 |
| 管電流[mA] | 240 |
| スライス厚[mm] | 1.0 |
| 画素間隔[mm] | 0.625, 0.781 |
| 再構成間隔[mm] | 1.0 |
| 再構成関数 | FC13-H, FC52 |

表2 X線写真の病型区分と職業歴

| 病型区分 | 職業歴 | |
|---------|---------|-----|
| 第0型 0/1 | 窯業 | 3症例 |
| | 船舶製造業 | 1症例 |
| | 随道掘削 | 1症例 |
| 第1型 1/0 | 窯業 | 5症例 |
| | 建設業 | 2症例 |
| 第1型 1/1 | 採石業 | 2症例 |
| | 船舶製造業 | 1症例 |
| | 窯業 | 3症例 |
| 第1型 1/2 | セメント製造業 | 1症例 |
| | 採石業 | 1症例 |
| | 採石業 | 4症例 |
| 第2型 2/2 | 採鉱業 | 1症例 |

(1) じん肺CT画像データベースの作成

(1) - (a) 粒状影のマニュアル抽出

ウィンドウ条件は肺野条件に設定し、Axial面を用いて右肺尖部、右肺底部、左肺尖部、左肺底部の順番で抽出した。読影者は1人で、抽出は2回行い、1回目と2回目の読影間隔は半年以上と1週間である。

(1) - (b) 粒状影の自動検出

肺がんCT検診のCADを改良し、微小結節(直径1.5mmから3.0mm)の検出を可能にした。1回目と2回目の論理和に自動検出結果を重ね合わせ粒状影を新たに見直し粒状影があればデータベースに追加した。

(2) 粒状影の定量的評価

粒状影が球であると仮定して、粒状影の大きさは、体積、または体積から求められる直径で定義した。じん肺の重症度を、粒状影の個数、直径、体積によって評価した。

D. 結果

粒状影の抽出結果を図1に示す。X線写真の診断結果と一致しない症例が合計17症例あった。粒状影の直径と累積頻度の関係を図2に示す。頻度とグラフの傾きから重症度を評価できる可能性を示した。

X線写真の診断結果とCT画像の定量評価により分類した結果における粒状影の平均個数と標準偏差を求めた結果を図3に示す。CT画像の分類では、粒状影の個数を用いた。また、Mann-Whitney U検定を行うとX線写真の診断結果では有意差はなかったが、CT画像の定量評価による分類結果では有意差があった。

CT画像を用いた定量評価に基づく病型区分と第1、3回小班会議の比較分類結果を表3に示す。粒状影の個数と第3回小班会議の診断結果が一致した。

E. 考察

珪肺・石綿肺・溶接工肺の微小な粒状影・不整形陰影を高精度に検出し、じん肺の診断を支援するシステムを開発している。CT画像による粒状影の個数・直径・体積からじん肺の重症度を定量評価し、X線写真の診断結果と比較・評価した。多症例の粒状影を統計解析し、高度じん肺診断に有用であることを示した。

F. 文献

1. K.Hino, M.Matsuhira, H.Suzuki, Y.Kawata, N.Niki, K.Kato, T.Kishimoto, K.Ashizawa : Quantitative assessment for pneumoconiosis severity diagnosis using 3D CT images, Proc. SPIE Medical Imaging, 2018.



図1 粒状影の抽出結果 (病型区分および粒状影个数)

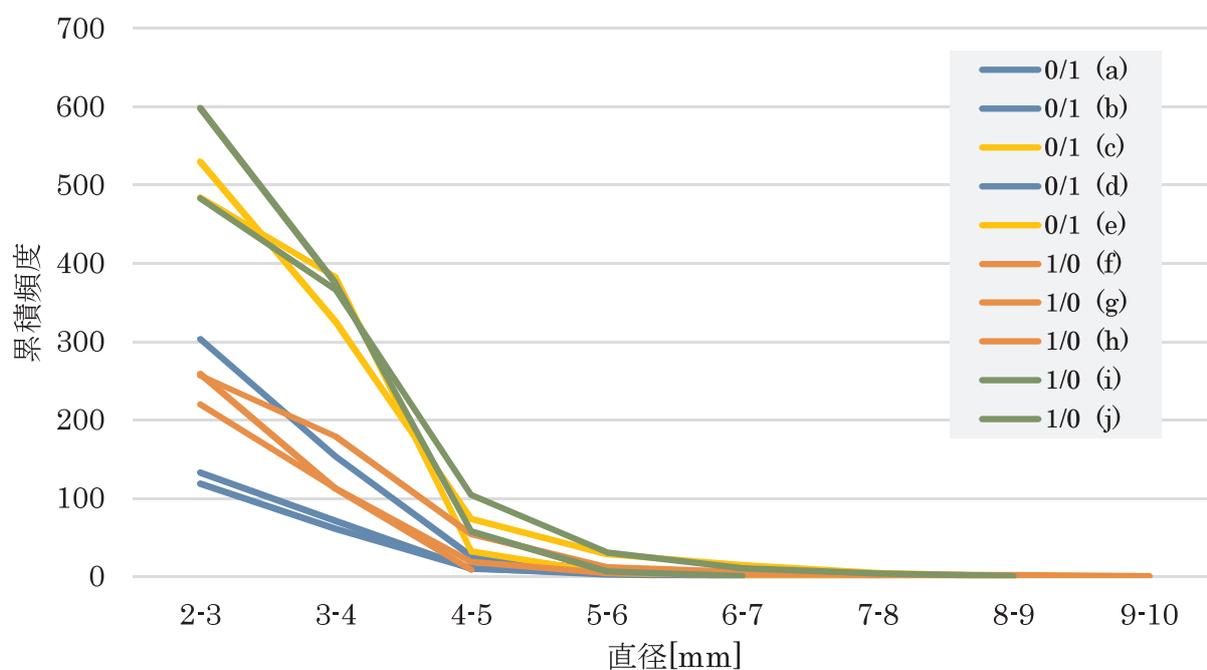


図2 粒状影の直径と累積頻度
(第1回小班会議におけるXP合議スコア：第0型 0/1・第1型 1/0)

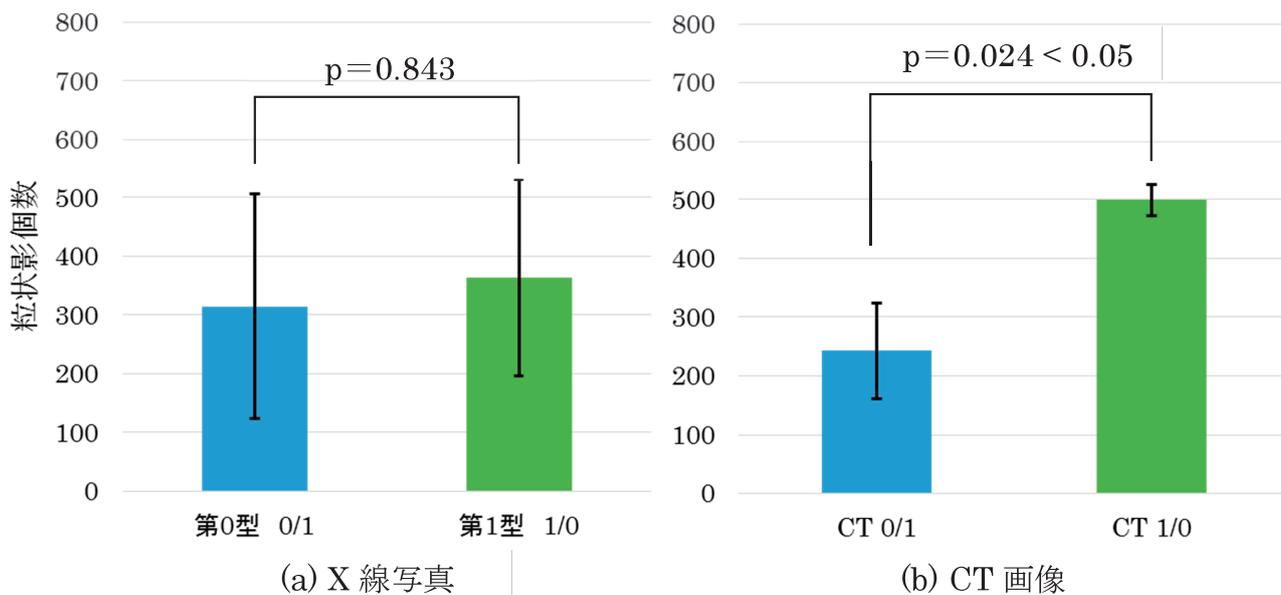


図3 粒状影の平均個数と標準偏差

表3 CT画像を用いた定量評価に基づく病型区分と小会議の合議スコアの比較評価

| 症例番号 | 粒状影個数 | 第1回小班会議 | | 第3回小班会議 |
|------|-------|---------|---------|---------|
| | | XP合議スコア | XP合議スコア | CT合議スコア |
| (a) | 119 | 0/1 | 0/1 | 0/1 |
| (b) | 133 | 0/1 | 0/1 | 0/1 |
| (c) | 530 | 0/1 | 0/1 | 1/0 |
| (d) | 306 | 0/1 | 0/1 | 0/1 |
| (e) | 484 | 0/1 | 0/1 | 1/0 |
| (f) | 222 | 1/0 | 0/1 | 0/1 |
| (g) | 258 | 1/0 | 0/1 | 0/1 |
| (h) | 259 | 1/0 | 0/1 | 0/1 |
| (i) | 483 | 1/0 | 1/0 | 1/0 |
| (j) | 598 | 1/0 | 4A | 4A |