

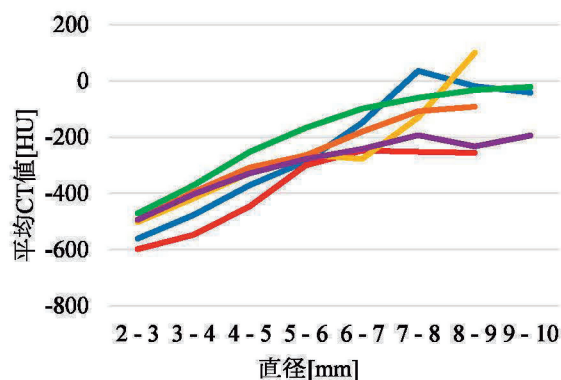


図3 CT分類後における粒状影の大きさと平均CT値の関係

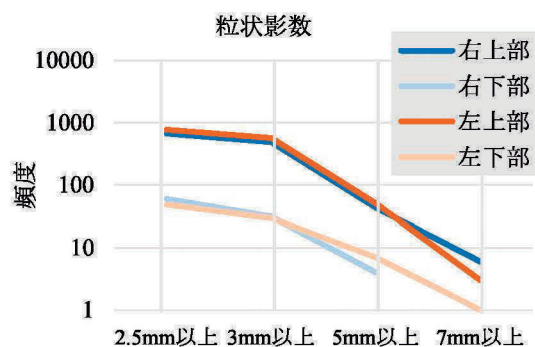


図4 肺の部位別における粒状影の個数と大きさの関係

4. まとめ

じん肺 CT 画像からデータベースを作成し、粒状影の個数、大きさと CT 値、分布型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。今後の課題として多症例の粒状影を統計解析し、高精度なじん肺診断支援システムの開発を目指す。

利益相反の有無
なし

文 献

- [1] H. Suzuki, Y. Kawata, N. Niki, et al: Computer aided diagnosis for severity assessment of pneumoconiosis using CT images, Proc. SPIE Medical Imaging, Vol.9785, pp.978531-1-6, 2016.
- [2] K. Kanazawa, Y. Kawata, N. Niki, et al: Computer-aided diagnosis for pulmonary nodules based on helical CT images, Comput. Med. Imag. Graphics, vol. 22, no. 2, pp. 157-167, 1998.
- [3] Y. Kawata, N. Niki, H. Ohmatsu, et al: Quantitative classification based on CT histogram analysis of non-small cell lung cancer: Correlation with histopathological characteristics and recurrence-free survival, Medical Physics, vol.39, no.2, pp.988-1000, 2012.
- [4] 松廣幹雄, 鈴木秀宣, 河田佳樹, 他: 胸部マルチスライス CT 画像における葉間裂抽出法, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J.96-D, no.4, pp.834-843, April, 2013.
- [5] 滝島任, 中村雅夫, 千代谷慶三: じん肺患者の呼吸機能検査ハンドブック. 真興交易医書出版部, 1991, P3-10
- [6] 永井厚志編: 呼吸器疾患 第3版. 日本医事新報社, 2015, P241-250
- [7] K. Hino, M. Matsuhiro, H. Suzuki, et al: Quantitative assessment for pneumoconiosis severity diagnosis using 3D CT images, Proc. SPIE Medical Imaging, Vol.10575, pp.105753J-1-6, 2018.
- [8] 日野公貴, 松廣幹雄, 鈴木秀宣, 他: 胸部 3 次元 CT 画像を用いたじん肺の重症度診断基準に関する粒状影の定量的評価, 電子情報通信学会技術研究報告医用画像, Vol.118, No.286, pp.13-15, 2018.11

A Computer Aided Diagnosis system for pneumoconiosis severity using 3D CT images

Nana Mori^{*1}, Koki Hino^{*1}, Mikio Matsuhira^{*2}, Hidenobu Suzuki^{*2}, Yoshiki Kawata^{*2}, Noboru Niki^{*2}
Katsuya Kato^{*3}, Takumi Kishimoto^{*4}, Kazuto Ashizawa^{*5}

^{*1} System Innovation Engineering Graduate School of Advanced Technology and
Science The University of Tokushima

^{*2} Tokushima University

^{*3} Kawasaki Medical School

^{*4} Okayama Rosai Hospital

^{*5} Nagasaki University

Pneumoconiosis is an occupational respiratory illness that occurs by inhaling dust into the lungs. 240,000 participants are screened for diagnosis of pneumoconiosis every year in Japan. Radiograph is used for staging of severity rate in pneumoconiosis worldwide. CT imaging is useful for the differentiation of requirements for industrial accident approval because it can detect small lesions in comparison with radiograph. In this paper, we extracted lung nodules from 3D pneumoconiosis CT images by two manual processes and automatic process, and created a database of pneumoconiosis CT images. We used the database to analyze, compare, and evaluate visual diagnostic results of radiographs and quantitative assessment (number, size and volume) of lung nodules. This method was applied to 25 pneumoconiosis patients. Initial results showed that the proposed method can assess severity rate in pneumoconiosis quantitatively. And we analyzed the CT values and the distribution types of result. This study demonstrates effectiveness on diagnosis and prognosis of pneumoconiosis in CT screening. .

Key words: X-ray image, CT, Medical image processing

3 次元 CT 画像による
じん肺のコンピュータ診断支援システム

森 奈々[†] 松廣 幹雄[‡] 鈴木 秀宣[‡] 河田 佳樹[‡] 仁木 登[‡]
加藤 勝也^{†‡} 岸本 卓巳^{‡‡} 芦澤 和人^{†‡‡}
[†] 徳島大学大学院 先端技術科学教育部 〒770-8502 徳島県徳島市南常三島町 2-1
[‡] 徳島大学大学院 社会産業理工学研究部
^{†‡} 川崎医科大学
^{‡‡} 岡山ろうさい病院
^{†‡‡} 長崎大学

E-mail: [†] c501938019@tokushima-u.ac.jp

あらまし 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。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。じん肺の診断では単純 X 線写真を用いているが、近年では単純 X 線写真に比べて正確に病変を評価することができる 3 次元 CT 画像を用いた高精度な診断が期待されている。本研究では、3 次元 CT 画像を用いてじん肺の診断支援システムの開発を目指している。このために、CT 画像を用いてじん肺の粒状影を自動抽出し、粒状影の個数、大きさと CT 値、分布型を可視化することで定量的な診断を支援する。

キーワード CT, CAD, 医用画像処理, じん肺

1. 背景・目的

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。日本の粉じん作業従事労働者数は昭和 60 年をピークに減少し、平成 12 年で 35 万人であったが、近年は約 50 万人前後で推移しており増加傾向となっている。じん肺が進行すると肺結核・続発性気胸・肺がんなどの合併症に罹患しやすくなるため、健康診断で適切な診断・治療が必要である。

また、じん肺健康診断として胸部単純 X 線撮影や肺機能検査が実施されている。胸部単純 X 線写真によって第 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が第 0 型の患者は労災認定の対象とならないため正確に診断しなければならない。ここで、近年では単純 X 線写真に比べて正確に病変を評価することができる 3 次元 CT 画像を用いた高精度な診断が期待されている。そこで本研究では、3 次元 CT 画像を用いてじん肺の診断支援システムの開発を目指している。このために、CT 画像からじん肺の粒状影を自動抽出し、粒状影の個数、大きさと CT 値、分布型を可視化することで定量的な診断を支援する。

2. 撮影条件と手法

岡山ろうさい病院で診断されたじん肺 12 症例 (CT0/1 - 8 例, CT1/0 - 3 例, CT1/1 - 1 例) と、北海道中央労災病院で診断された 44 症例 (CT0/1 - 22 例,

CT1/0 - 15 例, CT1/1 - 7 例) の合計 56 症例を用いた。症例別の病型区分と症例数を表 1 に示し、撮影条件を表 2 に示す。これらの CT 画像から (1) じん肺 CT 画像データベースの作成, (2) 粒状影の定量評価, (3) k-means 法による重症度のクラスタリングを行い、医師の診断結果と比較・評価を行った。

表 1 病型区分と症例数

岡山ろうさい病院		北海道中央労災病院	
病型区分	症例数	病型区分	症例数
CT 0/1	8 症例	CT 0/1	22 症例
CT 1/0	3 症例	CT 1/0	15 症例
CT 1/1	1 症例	CT 1/1	7 症例
合計	12 症例	合計	44 症例

表 2 撮影条件

データ元	岡山ろうさい 病院	北海道中央 労災病院
装置	Aquilion PRIME	LightSpeed VCT
管電圧[kV]	120	120
管電流[mA]	240	167~698
スライス厚 [mm]	1.0	1.25
画素間隔 [mm]	0.625, 0.781	0.527~0.742
再構成間隔 [mm]	1.0	1.25
再構成関数	FC13-H,FC52	STANDARD

(1) じん肺 CT 画像データベースの作成

じん肺の粒状影は半自動処理で抽出する。まず、粒状影をマニュアル処理で抽出する。抽出は 2 回行い、1 回目と 2 回目の論理和を最終結果とする。次に、本研究室で開発されている CAD を用いて抽出を行う。マニュアル処理で未抽出の粒状影があれば追加し、その結果をじん肺 CT 画像データベースとする。

(2) じん肺の定量評価

じん肺の重症度を粒状影の個数、大きさによって評価する。

(2)-1 粒状影の個数と大きさ

粒状影の大きさは、粒状影が球であると仮定して、体積から求められる直径で定義する。

(2)-2 クラスタリングによる重症度分類

直径 2.5mm 以上、4mm 以上、6mm 以上の粒状影の累積頻度を用いて k-means 法によるクラスタリングを行う。ここで、2.5mm 以上、4mm 以上、6mm 以上の累積頻度には大きな差があるため、それぞれの累積頻度の最大値を 1 として正規化した値を用いて、0/1 と 1/0 の境界を明確にするため 2 クラスに分類を行う。

3. 結果

CT1/0 の粒状影の抽出結果例を図 1 に示す。画像の下に示す個数は直径 2.5mm 以上の粒状影数である。これより、同じ 1/0 でも径の大きい粒状影の占める割合が高いが個数の少ない症例と、径の小さい粒状影の占める割合が高い症例があることが確認できる。

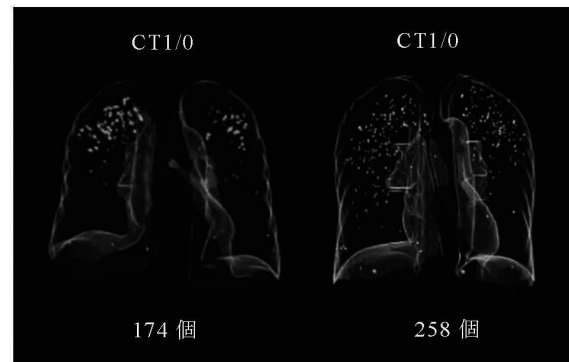


図 1 粒状影の抽出結果

図 2 に粒状影の大きさ別累積頻度を示す。これより、CT0/1 と 1/0 にばらつきがあることが分かる。また、同じ CT1/0 の中に直径が大きい粒状影を多く含む群とそうでない群が存在することが確認できる。

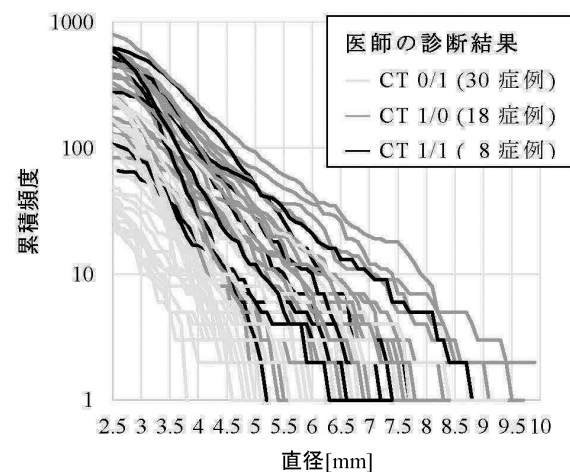
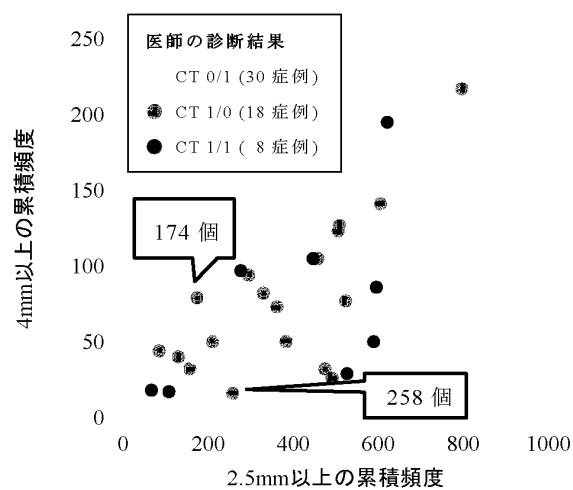
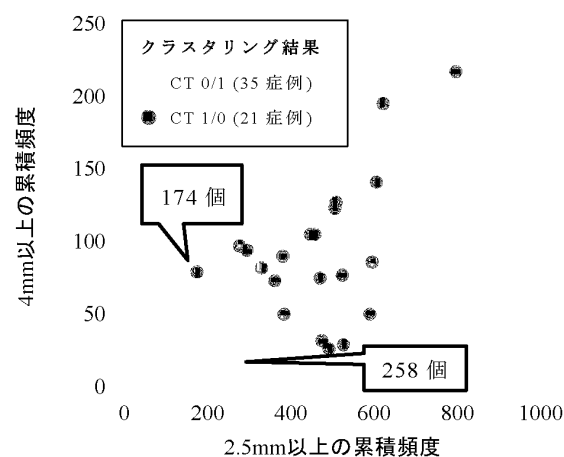


図 2 大きさ別における粒状影数の増加パターン

また、図 3 に直径 2.5mm 以上の粒状影数と、4mm 以上の粒状影数の関係を示す。図 3(a)は医師の診断結果による分布で、こちらを見ると診断結果のばらつきが顕著に見られる。また、図 1 で示した 174 個の症例と 258 個の症例は大きく離れた点に位置することが確認できる。(b)はクラスタリング後の分類結果である。これより、クラスタリングを行うことで直径の大きい粒状影を考慮した重症度分類を提示した。



(a)



(b)

図 3 直径 2.5mm 以上の累積頻度と 4mm 以上の累積頻度の関係 (a) 医師の診断結果 (b) クラスタリングによる分類結果

4. まとめ

じん肺 CT 画像データベースを作成し，粒状影の大きさと個数を定量化し，専門医の診断結果と比較・評価を行い，径の大きい粒状影を考慮した定量的な分類法を提示した．

今後の課題として，専門医と協議の上，定量的病型区分法を確立する．また，高精度な粒状影自動抽出ソフトウェアを開発する．

文 献

- [1] 滝島任，中村雅夫，千代谷慶三：じん肺患者の呼吸機能検査ハンドブック．真興交医書出版部，1991，P3-10
- [2] K. Kanazawa, Y. Kawata, N. Niki, et al: Computer-aided diagnosis for pulmonary nodules based on helical CT images, Comput. Med. Imag. Graphics, vol. 22, no. 2, pp. 157-167, 1998.
- [3] Y. Kawata, N. Niki, H. Ohmatsu, et al: Quantitative classification based on CT histogram analysis of non-small cell lung cancer: Correlation with histopathological characteristics and recurrence-free survival, Medical Physics, vol.39, no.2, pp.988-1000, 2012.
- [4] 永井厚志編：呼吸器疾患 第3版．日本医事新報社，2015，P241-250
- [5] H. Suzuki, Y. Kawata, N. Niki, et al: Computer aided diagnosis for severity assessment of pneumoconiosis using CT images, Proc. SPIE Medical Imaging, Vol.9785, pp.978531-1-6, 2016.
- [6] K. Hino, M. Matsuhira, H. Suzuki, et al: Quantitative assessment for pneumoconiosis severity diagnosis using 3D CT images, Proc. SPIE Medical Imaging, Vol.10575, pp.105753J-1-6, 2018.
- [7] 日野公貴，松廣幹雄，鈴木秀宣，他：胸部 3 次元 CT 画像を用いたじん肺の重症度診断基準に関する粒状影の定量的評価，電子情報通信学会技術研究報告医用画像，Vol.118，No.286，pp.13-15，2018.11

