

労災疾病臨床研究事業費補助金
「モニターを用いたじん肺画像診断に関する研究」
総括・分担研究報告書

モニターを用いたじん肺画像診断に関する研究
研究者一覧

研究代表者

長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 臨床腫瘍学 教授 芦澤 和人

研究分担者

労働者健康安全機構 アスベスト疾患研究・研修センター 所長 岸本 卓巳
川崎医科大学 総合放射線医学 教授 加藤 勝也
医療法人友仁会 友仁山崎病院 放射線科 院長 高橋 雅士
徳島大学大学院 社会産業理工学研究部 理工学域 客員教授 仁木 登
地域医療機能推進機構 諫早総合病院 放射線科 診療部長 林 秀行

研究協力者

天理よろづ相談所病院 放射線部診断部門 放射線診断学 医員 西本 優子
JA 長野厚生連 浅間南麓こもろ医療センター 放射線科 部長 丸山 雄一郎
労働者健康安全機構 旭ろうさい病院 呼吸器科 主任部長 加藤 宗博
岡山大学病院 放射線科 助教 児島 克英
長崎大学病院 放射線科 助教 筒井 伸

目次

1. 総括研究報告

モニターを用いたじん肺画像診断に関する研究	1
芦澤 和人（長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 臨床腫瘍学 教授）	

2. 分担研究報告

(1) じん肺診査における遠隔画像診断のネットワーク体制構想 1	7
加藤 勝也（川崎医科大学 総合放射線医学 教授）	
(2) じん肺診査における遠隔画像診断のネットワーク体制構想 2	10
丸山 雄一郎（JA 長野厚生連 浅間南麓こもろ医療センター 放射線科 部長）	
(3) じん肺のコンピュータ診断支援システムの開発	20
仁木 登（徳島大学大学院 社会産業理工学研究部 理工学域 客員教授）	
(4) 旭ろうさい病院じん肺症例の CXR 及び CT の型分類の確定に関する研究 ..	23
加藤 宗博（労働者健康安全機構 旭ろうさい病院 呼吸器科 部長）	
(5) PR0/1、1/0 の評価における CT 画像の活用に関する研究	25
筒井 伸（長崎大学病院 放射線科 助教）	

3. 研究成果の刊行に関する一覧表

35

モニターを用いたじん肺画像診断に関する研究

研究代表者 芦澤 和人

所属 長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 臨床腫瘍学 教授

＜研究分担者＞

岸本 卓巳	労働者健康安全機構 アスベスト疾患研究・研修センター	所長
加藤 勝也	川崎医科大学 総合放射線医学	教授
高橋 雅士	医療法人友仁会 友仁山崎病院	院長
仁木 登	徳島大学大学院 社会産業理工学研究部 理工学域	客員教授
林 秀行	地域医療機能推進機構 諫早総合病院 放射線科	診療部長

＜研究協力者＞

丸山 雄一郎	JA 長野厚生連 浅間南麓こもろ医療センター 放射線科	部長
西本 優子	天理よろづ相談所病院 放射線部診断部門 放射線診断学	医員
加藤 宗博	労働者健康安全機構 旭ろうさい病院 呼吸器科	部長
児嶋 克英	岡山大学病院 放射線科	助教
筒井 伸	長崎大学病院 放射線科	助教

研究要旨

じん肺画像支援システムの開発のため、じん肺健診受診者の画像を取集し、じん肺の病型分類の確定を行った。既存のデータベースの CT 画像を用いて粒状影の個数、大きさと CT 値、分布型からじん肺の重症度を定量評価し、粒状影の大きさを考慮した分類法を提示した。視覚的病型分類とコンピュータ支援診断の解析結果に乖離が見られる症例に関しては、その要因を考察した。中央じん肺診査医会における審査及び労働局におけるじん肺管理区分の決定において、モニター診断の導入やじん肺に精通した臨床医の減少等に対応するために、遠隔画像診断を用いたネットワーク体制構築の提案を試みた。

A. 研究目的

じん肺管理区分の決定における単純 X 線写真の区分の判定においては「じん肺標準エックス線フィルム」(昭和

53 年)及び「じん肺標準エックス線写真集」(平成 23 年 3 月)フィルム版及び電子媒体版が用いられている。しかし、X 線フィルムの現像が行えない、

デジタル画像のモニター診断の普及の遅れといった問題点により、中央および地方じん肺診査医会においては、未だに X 線フィルムを用いた診査が行われているのが現状である。さらにはじん肺画像診断に精通したじん肺診査医の不足といった問題点も指摘されている。

また、じん肺健康診断に一般診療で広く用いられている胸部 CT の活用促進を求める意見がある。他方、平成 22 年 5 月のじん肺法におけるじん肺健康診断等に関する検討会において、CT 検査の 3 つの課題（①単純 X 線写真と比べ高い放射線被ばく量、②事業者が負担するじん肺健康診断費用の増加、③読影技術の普及の必要性）が示されたことから、平成 26 年～28 年度の厚生労働科学研究費補助金 芦澤班「じん肺の診断基準及び手法に関する調査研究」では課題①について、じん肺の存在診断における低線量 CT の通常線量 CT に対する非劣性を明らかにするとともに、じん肺の鑑別診断における CT の単純 X 線写真に対する優位性を証明したところである。また、平成 29 年～31 年度の厚生労働科学研究費補助金 芦澤班「じん肺エックス線写真による診断精度向上に関する研究」では、「じん肺標準エックス線写真集」に収載されている症例の見直しやモニター診断に用いるモニターの至適条件の最適化を行っている。さらに、デジタル画像の利点を活かして、じん肺の PR0/1 と 1/0 の鑑別に焦点をおき、CT 画像の定量化やコンピュータ支援診断

（CAD : Computer aided detection/diagnosis）を応用したじん肺診断支援システムの開発を試みている。

このような状況を踏まえ、本研究ではこれまで中央じん肺診査医で画像診断を担当していた研究代表者が中心となり、（1）前述の芦澤班の研究を継続し、PR0/1 と 1/0 の鑑別における CT 画像の活用および定量的評価を行う。（2）デジタル画像の読影のマニュアル化を試みる。（3）じん肺診査におけるモニター診断の普及、遠隔画像診断のネットワーク体制の構築を図る。以上により、デジタル画像を用いたじん肺モニター診断の精度向上のための読影技術を示すことができる。

B. 研究方法

年齢 40 歳以上 80 歳未満のじん肺健診受診者を対象とし、単純 X 線写真、通常線量の胸部 CT 検査を行い、画像データを得た。収集された画像データは複数の画像診断専門医、呼吸器内科医の合議のもと、じん肺の型分類を確定した。

先行研究で 2 施設の労災病院から収集された 61 例を用いて、じん肺 CT 画像データベースの作成、じん肺の存在診断に関する CT における粒状影の定量的評価、引いては CAD の応用を試みた。

じん肺診査において最も重要である粒状影の個数に関しては、CAD による結果を合議制によるじん肺の病型分類と比較検討し、その要因を考察した。

中央じん肺診査医会における審査及び労働局におけるじん肺管理区分の決定において、担当するじん肺に精通した臨床医の減少等に対応するために、遠隔画像診断を用いたネットワーク体制の構築の提案を試みた。

(倫理面への配慮)

単純 X 線撮影及び通常線量の胸部 CT はじん肺健診で行われているもので、本研究による X 線被ばくによる不利益は生じない。また、個人情報については個人を特定できない形式に暗号化し番号により管理されており、個人情報の漏洩はない。

C. 研究結果

令和元年 6 月から 10 月までに 70 例の画像データが収集され、9 例は感染症の合併や陳旧性病変等の理由から除外された。単純 X 線写真及び胸部 CT 所見より病型分類が確定された 61 例の内訳は、PR0/1 33 例、1/0 7 例、1/1 3 例、1/2 2 例、PR 2 2 例、PR4A 4 例、PR4B 10 例であった。

じん肺 CT 画像データベースの作成に関しては、まず粒状影のマニュアル抽出を行い、次に、微小結節（直径 1.5mm から 3.0mm）の自動検出を行い、両方の結果を重ね合わせて粒状影のデータベースを作成した。次に、粒状影の個数、大きさと CT 値、分布型によって定量的評価を行った。径の大きい粒状影が多い症例と径の小さい粒状影が多い症例と 2 クラスに分類でき、更に個数に基づいて 6 クラスに分

類された。2 クラスの分類結果の中でも、径の大きい粒状影が多いクラスでは上葉中心に粒状影が分布し、径の小さい粒状影が多いクラスでは全体に分布していることが確認された。

CT 画像での病型分類と CAD で抽出された粒状影の数を比較すると、粒状影 300 個に PR0/1 と 1/0 の境界があると推測された。但し、抽出された粒状影が 300 個以上であるが、PR0/1 に区分された症例が 3 例認められた。一方、粒状影が 300 個以下であるが、PR1/0 以上に区分された症例が 10 例みられた。また、単純 X 線写真と CT 画像の病型区分が一致しない症例は 5 例であった。

じん肺診査における遠隔画像診断のネットワーク体制に関しては、2 社より具体的な構想を提案してもらった。詳細は、分担研究報告書に記載されているが、第一案は、複数の都道府県をブロック化し、その中の一箇所にブロックセンターをおき、そこで地方じん肺審査を行うネットワーク体制である。第二案は、全国の 47 都道府県の労働局にじん肺用 DICOM ビューアが配備されることを想定し、各ブロックで各地方局でのじん肺診査を遠隔でサポートする体制である。さらに、副次的な活用方法として、中央じん肺診査医が、必ずしも厚生労働省に出張せずに、読影端末が配備されている最寄りの地方局に出向いて DICOM 画像を読影し、書画カメラで紙媒体のアナログ情報を共有し、Web 会議システムにて意見交換などの審議を行う方法、ま

た、地方労働局でのオンラインでの地方じん肺診査医研修会の開催を提案した。

D. 考察

今回、CAD を応用した CT 画像によるじん肺診断支援システムの開発に必要な PR1/0 や PR0/1 の症例を新たにデータベースとして追加することができた。今後、これらを用いて、現在開発中のじん肺診断支援システムの **validation** を行い、粒状影の大きさと個数、分布による進展度への関連性を解析することで高度じん肺診断支援システムの開発を目指す。さらに自動抽出アルゴリズムの開発もより進めて行く予定である。

視覚的病型区分と CAD 解析結果に乖離が見られる症例に関して、CAD にて粒状影が 300 個以上あると判断されたが、病型区分が PR0/1 であった症例では、視覚的には肺気腫の中の血管が粒状影として認識されている可能性が考えられた。一方、CAD にて粒状影は 300 個以下であると判断されたが病型区分が PR1/0 であった症例では、視覚的に特に微細な粒状影がより多数存在すると思われた。現在 CAD での粒状影の拾い上げを径 2.5mm 以上としているが、1.5mm ～2.5mm の微細粒状影を拾い上げることが可能になれば、視覚的評価と CAD の定量的評価の一致度が向上すると考えられた。また単純 X 線写真と CT 画像の病型区分が一致しない症例については、粒状影が大きいと単純 X 線写真ではより上位に区分される傾向にあることが明らかとなった。

日常診療では医療画像のデジタル化が進み、画像診断はフィルム読影からモニター読影に移行した。一方、中央および地方じん肺診査医会においては、未だに X 線フィルムを用いた診査が行われているのが現状であり、デジタル画像によるモニター診断の普及は急務である。さらに、じん肺に精通した臨床医が減少してきており、じん肺診査における遠隔画像診断のネットワーク体制の構築が必要と考えられる。今回、47 都道府県をブロック化することを前提に、全ての労働局にじん肺用 DICOM ビューアが配備される場合と配備されない場合で、運用方法を検討したが、各々メリットとデメリットがあり、今後さらなる検討が必要である。また、前述した副次的な活用方法として、中央じん肺診査医会の Web 開催や地方労働局でのオンラインでの地方じん肺診査医研修会の開催が提案されており、今後遠隔画像診断のネットワーク体制の利活用が期待される。

E. 結論

- 1) 珪肺の粒状影を検出し、じん肺の診断を支援するシステムを開発した。CT 画像を用いて粒状影の個数、大きさと CT 値、分布型からじん肺の重症度を定量評価し、粒状影の大きさを考慮した分類法を提示した。
- 2) 視覚的病型区分と CAD 解析結果に乖離が見られる症例に関しては、今後、より多くの症例の分析を行うことで、抽出する粒状影の大きさや数の閾値設定をさらに検討する必要がある。

- 3) じん肺診査における遠隔画像診断のネットワーク体制構築を提案した。地方労働局のじん肺用 DICOM ビューアの配備の動向をみながら、具体的な運用方法や副次的な活用方法を検討していく。

3. その他
該当なし

F. 健康危険情報
該当なし

G. 研究発表

1. 論文発表
なし

2. 学会発表

[1] 森 奈々、日野 公貴，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：3次元CT画像を用いたじん肺の重症度診断支援システム，第38回日本医用画像工学会大会，OP3-17，2019.7.

[2] 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：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，電子情報通信学会技術研究報告 医用画像 Vol.119，No.399，pp.1-3，2020.1.

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得
該当なし

2. 実用新案登録
該当なし

労災疾病臨床研究事業費補助金
「モニターを用いたじん肺画像診断に関する研究」
分担研究報告書（令和元年度）

じん肺診査における遠隔画像診断のネットワーク体制構想 1

研究分担者 加藤 勝也 川崎医科大学 総合放射線医学 教授

研究要旨

医療画像のデジタル化と地方じん肺審査を担当するじん肺に精通した臨床医の減少に対応するために、遠隔画像診断を用い、複数の都道府県をブロック化し、その中の一箇所ブロックセンターをおき、そこで地方じん肺審査を行うネットワーク体制について提案した。メリットは地方じん肺診査医確保困難の解決とじん肺審査のレベル向上、高精細モニター診断導入コストの軽減と迅速化、デメリットは地方のじん肺審査レベルの不均等化と審査担当医の負担増である。

A. 研究目的

近年、医療画像のデジタル化が進み、ある程度の規模の病院ではフィルム運用がされなくなっている。にもかかわらず、じん肺審査はフィルムを用いて行われており、画像提出側に負担を強いることとなっている。デジタル申請には各地方労働局のデジタル対応化が必須で、そのためには高精細モニターが必要である。全都道府県への高精細モニター設置にはまだ時間を要し、さらに各都道府県でのじん肺審査に際し、じん肺患者の減少とともに、じん肺に精通した臨床医が減ってきており、診査医のレベル担保と人員確保が難しくなっている現状がある。

これらの問題に対応し、迅速かつ適正に地方じん肺審査を行うために、じん肺審査における遠隔画像診断ネットワーク構築案

を提示することが今回の目的である。

B. システムの概要（図 1）

ブロック内の各地方労働局の PC に医知悟 LLC の NOBORI-EX という画像転送アプリケーションをインストールし、じん肺審査に用いる画像を読影拠点となるブロックセンターとなる地方労働局に送信する。審査を担当する労働局には iCOMBOX というハードウェアを設置し、画像を確認して読影審査を行う。

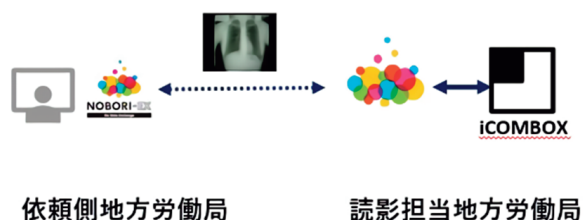


図 1

読影側の iCOMBOX が有する機能は、以下のような機能を有している。DICOM サーバー、過去画像自動検索・添付機能、画像ビューア、レポートシステム、WEB サーバー機能、依頼送受信管理機能、匿名化・暗号化・圧縮転送機能、通信セキュリティ対策、月次読影数集計機能となる。

本データ送信システムの特徴としては、

① セキュアで安全なデータ送受信
秘密分散法という情報セキュリティ技術で安全に画像データを依頼送信する。個人情報情報は匿名化される。

② 簡便なサービス導入
依頼側地方労働局はインターネットに繋がった操作 PC に NOBORI-EX をインストールすれば直ぐにサービスをスタートすることが可能。

③ 価格を抑えた料金設定
依頼労働局側にハードウェアを設置しない為、初期導入費用、ランニングコストを抑えることが可能。
が挙げられる。

セキュリティに関しては、依頼医療機関から画像情報等を送信される前に匿名化処理を行い、検査時年齢と性別以外の個人情報を自動的に削除している。これに加え、暗号化、秘密分散により安全に画像データを依頼送信している。さらに iCOMSERVER と呼ばれるデータセンターが設置されており、データ送信に関わる通信をモニターし、ウイルスチェックと通信の自動遮断を行っている。また、全通信についてログの記録管理がされている。そして、iCOMBOX 内のメモリ内は暗号化されており、iCOMSERVER への適切な接続と認証が行

われない限り iCOMBOX 内の情報も秘匿され、個別 iCOMBOX の盗難対策となっている。

利用開始にあたって必要なものは、依頼側労働局では、ブロードバンドインターネット回線、NOBORI-EX インストール済みの操作 PC (Windows8 以降、ノート PC でも可)、読影担当労働局側では、ブロードバンドインターネット回線、操作 PC + 読影用高精細モニター、iCOMBOX となる。

C. 中四国を想定した運用構成案 (図 2)

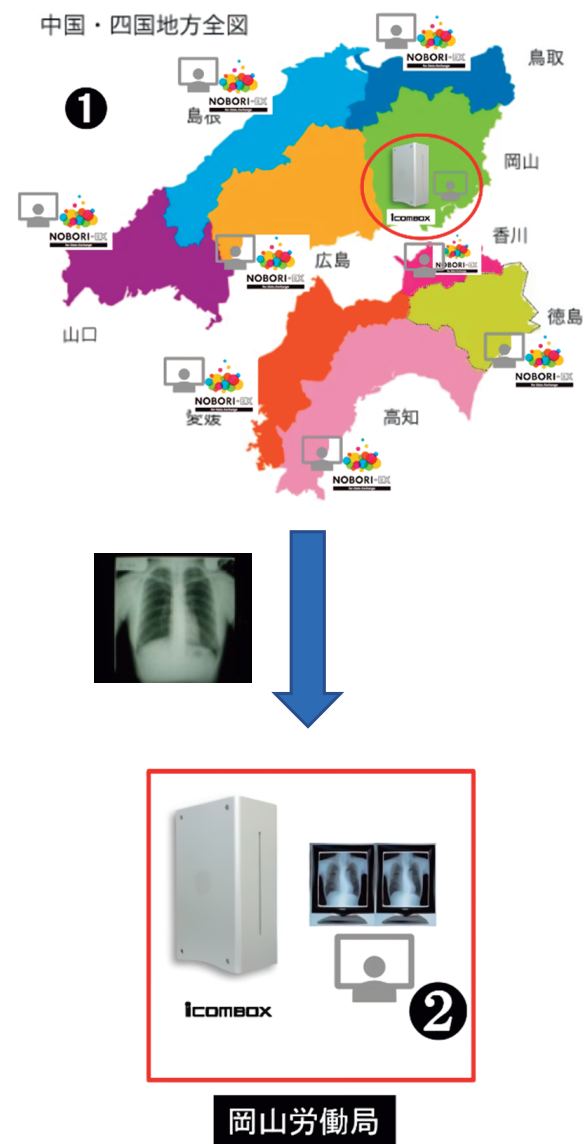


図 2

- ① 中四国各県の労働局に集まった、デジタル画像を、NOBORI・EX を用いて送信。
- ② 中四国ブロックの読影を担当するブロックセンターの岡山労働局に設置した iCOMBOX で画像を受信して、高精細読影モニターに表示し、地方じん肺審査を行う。

D. 本システムのメリット、デメリットの考察

各地方労働局から、ブロックの読影担当労働局へ画像を転送して地方じん肺審査を行うメリットとしては、地方じん肺診をブロックごとに数名配置するのみでよくなるため、地方じん肺診査医の確保が容易になることが挙げられる。さらに地域によっては、じん肺を専門とする呼吸器科医、放射線科医が少ない場合もあるが、じん肺症例数が多く、じん肺診療の経験が豊富な医師が多い都道府県の地方局を、審査を担当するブロックセンター化することで、じん肺診査医の確保とともに審査レベルも担保出来ることとなる。また、読影を担当しない都道府県の労働局には、審査用の高精細モニターの設置が不要となり、設置費の節減が可能となる。

デメリットとしては、審査を行わなくなったエリアでは、これまで以上にじん肺に精通した医師が育ちにくい環境になることが挙げられる。また、読影担当側の医師は、従来、そのエリア内の症例のみの読影に比し、ブロック内の全例を担当することとなり、審査症例数が増加することとなり、負担増となることが挙げられる。

E. 今後の課題

全都道府県をいくつかのブロック分け、じん肺症例が多く、じん肺診査医の確保と質の担保が可能な地域の労働局をブロックセンター化するという構想であるが、どのようにブロック分けするかが難しい。ブロック化にあたっては、じん肺診査医の負担を考え、審査症例数のブロックごとの均てん化が必要であると思われるが、従来の北海道、東北、関東、中部、近畿、中四国、九州というような、単純な地区割りでは、審査症例数の不均等が生じ、症例数が多いブロックでの診査医の負担増は免れない。地区割りについては、地域性も考慮しつつ、今後、検討していく必要がある。

じん肺診査における遠隔画像診断のネットワーク体制構想 2

研究協力者 丸山 雄一郎 JA 長野厚生連 浅間南麓こもろ医療センター 放射線科 部長
研究代表者 芦澤 和人 長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 臨床腫瘍学 教授

研究要旨

中央じん肺診査医会における審査及び労働局におけるじん肺管理区分の決定を、情報通信機器を活用した遠隔会議で実施する、「遠隔じん肺診査ネットワークシステム」の開発を構想し、課題を抽出した。本システムでは、我々が開発した「じん肺用 DICOM ビューアシステム」をネットワークで接続し、Web 会議システムと連動して使用する。

本システムの構築にあたっては、全国の都道府県労働局に「じん肺用 DICOM ビューアシステム端末」がどの程度導入されるかにより、運用方法が異なるため、47 都道府県労働局に導入されない場合と、される場合に分けて考察した。

中央じん肺診査医は、読影端末が配備されている最寄りの地方局に出向き、じん肺用 DICOM ビューアシステム端末で DICOM 画像を表示し、書画カメラでじん肺健康診断結果証明書等の紙媒体のアナログ情報を共有し、Web 会議システムにて意見交換などの審議を行うことで、中央じん肺診査医会における審査も Web 開催が可能となると思われる。

また、本システムの DICOM 画像表示、Web 会議システム、E-Learning フォームの利用により、読影実習を含む「じん肺診断技術研修」をオンラインで開催可能となり、全国の多くの地方じん肺診査医が研修に参加しやすくなることが期待される。

A. 研究目的

中央じん肺診査医会における審査及び労働局におけるじん肺管理区分の決定は、中央じん肺診査医もしくは地方じん肺診査医が審査会場に参集して実施されている。一方、移動に関わる時間的・経済的な要素を考慮すると、情報通信機器を活用した遠隔でのじん肺診査も待望されている。

今回、じん肺診査における遠隔画像診断

のネットワークシステムの開発を構想し、課題を抽出する。

B. 研究方法

情報通信機器を用いて、遠隔でじん肺診査を行うネットワークの構築のために、どのような枠組みを構築し、インフラを整備すればよいかを考案する。併せて、遠隔じん肺診査に係る課題や問題点を明らかにする。

じん肺用DICOMビューアシステム

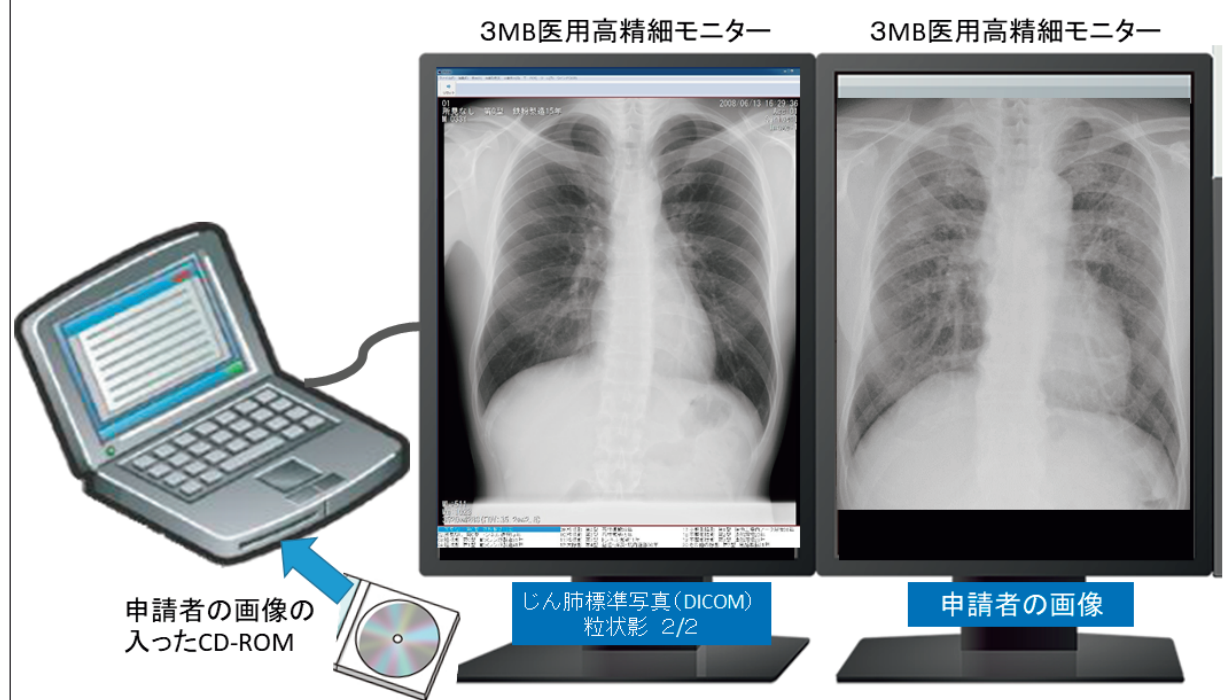


図 1

C. 研究結果および考察

じん肺診査においては、従来の X 線フィルムによる単純 X 線写真読影に加えて、医用高精細モニターによるデジタル画像の読影も可能となっている。中央じん肺診査医会における審査及び労働局におけるじん肺管理区分の決定においても、フィルム読影からモニター読影に移行しつつある。

医療用モニターを用いて単純 X 線写真を読影する場合は、じん肺健康診断に用いる医療機器の必要要件として、「デジタル撮影によるじん肺標準エックス線画像に関する検討会報告書」（平成 23 年 1 月）に、下記の 4 件が示されている。

(1) 画像データの保存装置：画像データの保存は、グレースケール 10 ビット(1024 階調)以上、画素サイズ 200 ミクロン以下のフォーマットで行うこと。

(2) キャプチャー機器(CR 又は DR(FPD)の撮影装置)及びビューワー(画像を表示するソフトウェア)；DICOM Part14 に準拠した P-Value(グレースケール変換処理後の画素値)に対応した運用が行われていること。

(3) 医療用モニター(ディスプレイ)：二面モニターを用いることが望ましい。解像度は 3 メガピクセル(1536×2048 ピクセル)以上であることが望ましい。輝度が 300cd/m² 以上であること。DICOM Part14 に準拠したキャリブレーション(表示の補正)がなされていること。

(4) イメージャー(フィルム出力装置)：DICOM Part14 に準拠した P-Value の画像データを適切に出力すること。

以上の要件(1)から(4)の全てを満たす場合、じん肺健康診断受診者の単純 X 線写真

遠隔じん肺診査ネットワークシステム構成(全体像)

○画像サーバの構築

- ・クラウドサーバ
- ・VPN(Virtual Private Network) 環境: 公衆回線を用いて、やり取りを暗号化し通信の内容が漏れることを防ぐ

○読影ビューア端末のない都道府県労働局

- ・画像登録用のノートPC
- ・画像サーバへの画像送信
- ・CD-ROM等の送付

○地域読影拠点

- ・全国を複数のブロックに分割。厚生労働省と地域読影拠点に読影ビューア端末を設置
- ・ローカル&サーバ画像の両方表示可能

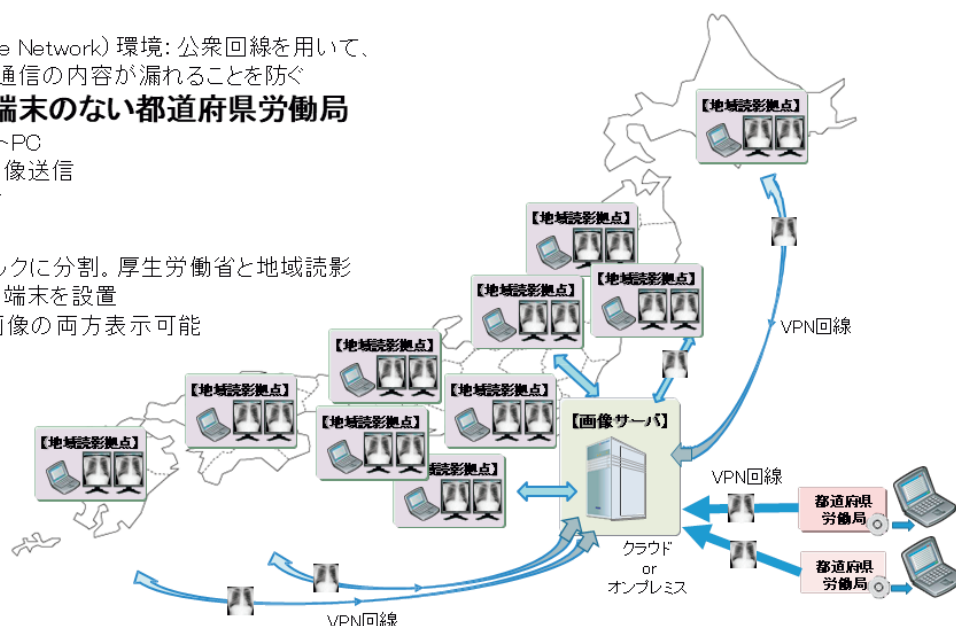


図 2

の画像データと、電子媒体版に収録された標準写真の画像データを、医療用モニターを用いて比較読影することが可能となっており、平成 29 年～令和元年度厚生労働科学研究費補助金(労働安全衛生総合研究事業)「じん肺エックス線写真による診断精度向上に関する研究」(研究代表者 芦澤和人)において、著者らは、3MB 医用高精細モニターとじん肺読影に特化した読影ソフトからなる「じん肺用 DICOM ビューアシステム」(図 1)を考案した¹⁾。

今回の我々の提案は、このシステムが厚生労働省および全国の複数の労働局に配備された後、これらをネットワークで接続して、じん肺診査を広域的に行うしくみである。「じん肺読影ビューア」の配備状況を仮定して、2つのシステム案(【I】、【II】)を提起する。

また、副次的な活用方法についても提案

する。

【I】 読影拠点として複数の地方局に「じん肺用 DICOM ビューアシステム端末」を配備し、各ブロックで端末を持たない地域のじん肺診査も併せて遠隔で実施する。

労働衛生のしおり令和元年度版によると、平成 30 年の全国の年間じん肺管理区分決定件数は、随時申請も含めて 2,391 件であった²⁾。都道府県各労働局で同等数の審査が行われているわけではなく、地方局ごとに審査件数の多寡があり、地方じん肺診査医の業務の均等化は課題とされている。

そこで、全国に複数の「地域読影拠点」となる地方局を設定し、そこに「じん肺読影ビューア」を設置して、広域でじん肺診査を行うことにする。ネットワークシステムの全体像を図 2 に示す。

都道府県労働局と地域読影拠点との関係

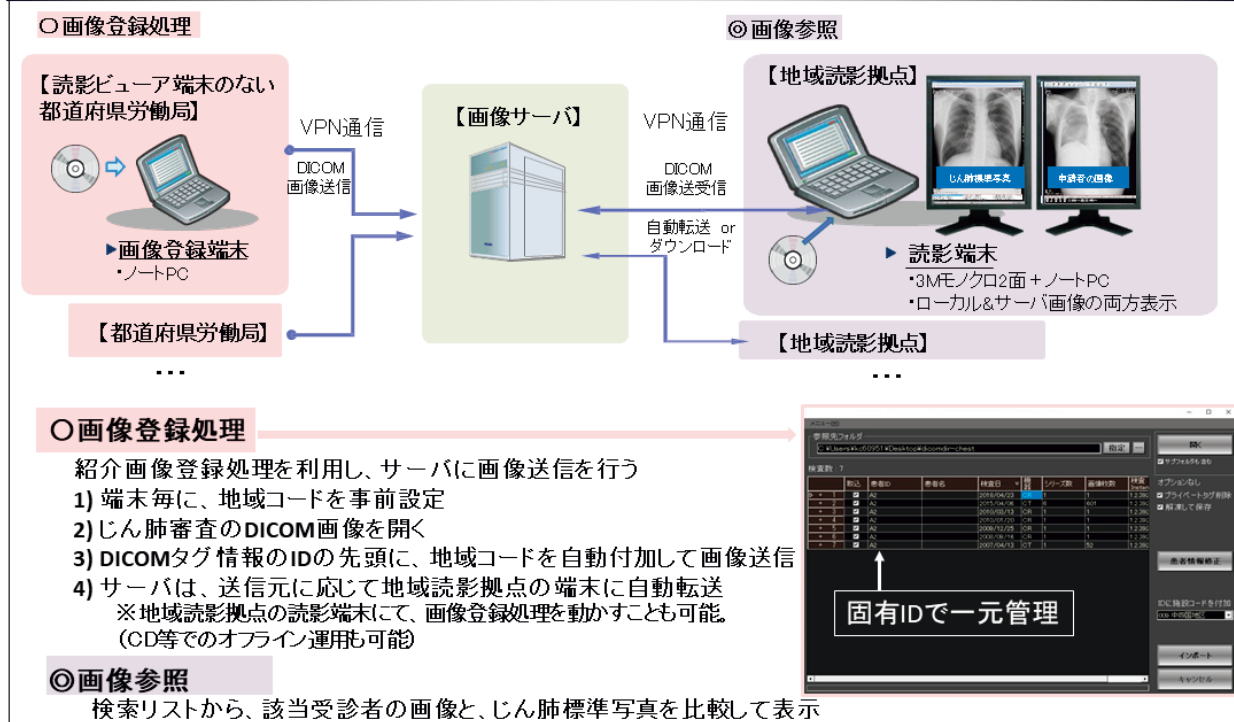


図 3

都道府県労働局と地域読影拠点との関係を図 3 に示す。

「じん肺読影ビューア」を持たない地方局には、「画像登録処理端末」を導入し、各局に申請された労働者の単純 X 線写真の DICOM 画像を CD・ROM 等のメディアから取り込んで、国内 1 か所に設置する画像サーバに、VPN (Virtual Private Network) 通信で送信する。端末毎に、地域コードを事前に設定しておき、DICOM タグの個人識別情報の先頭に、地域コードを自動付加して画像を送信することで、全国どの端末から送信されても、固有の ID として一元管理することができる。

画像サーバからは、送信元が予め指定した地域読影拠点端末に、DICOM 画像を自動転送するため、地域読影拠点では、地方じん肺診査会において、用意された画像のみ

を読影すればよい。なお、読影端末においては、必要に応じて、手動で画像データをダウンロードすることも可能であり、読影端末に保存されたローカル画像も、サーバ画像も両方表示できる。当然ながら、地域読影拠点の読影端末においても自都道府県の画像登録処理は可能であり、CD・ROM 等のメディアでのオフライン運用もできる。

画像サーバは、自前で用意するオンプレミス方式と、外部サーバを借用するクラウド方式があるが、データの安全な保持と運用コスト等を勘案して、適切な方式を選択することが必要である。

このような、複数の労働局間での遠隔診査を円滑に行うためには、Web 会議システムを導入して、遅滞なく相互で情報共有をすることが必要である。Web 会議システムを利用した遠隔読影補助機能について図 4

Web会議システムを利用した遠隔読影補助

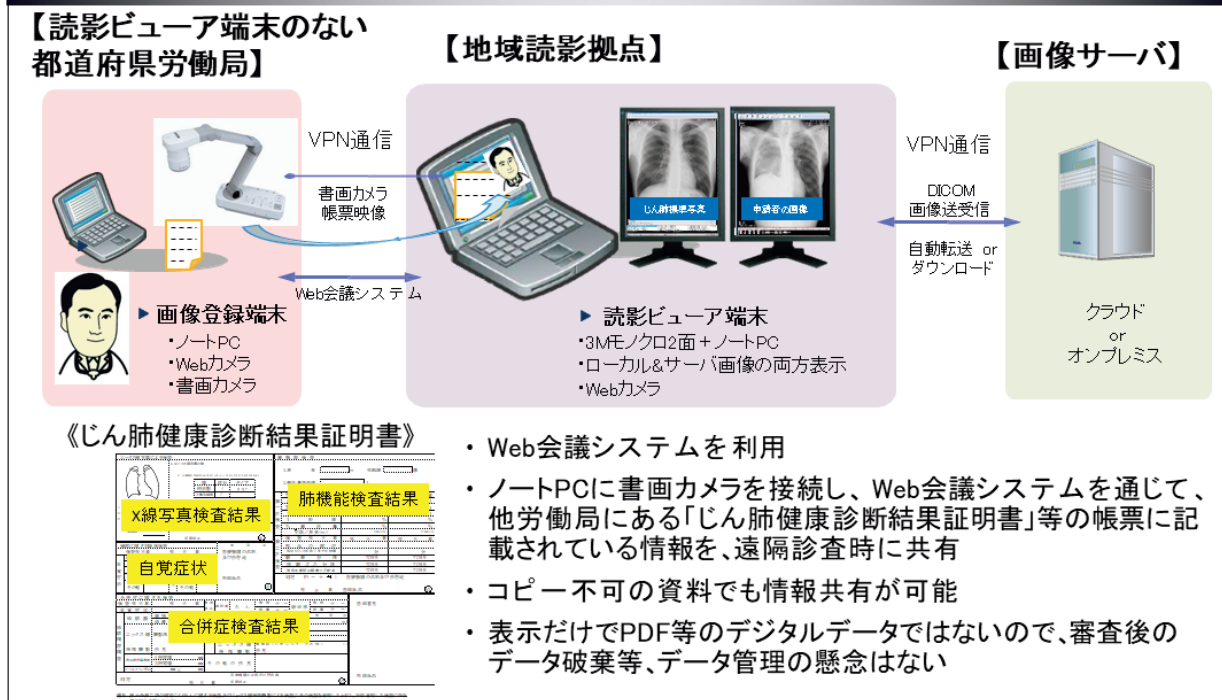


図 4

に示す。

中央じん肺診査医会における審査及び労働局におけるじん肺管理区分の決定においては、単純 X 線写真だけではなく、肺機能検査結果、合併症検査結果、過去のじん肺管理区分決定内容等が記載されているじん肺健康診断結果証明書（様式第 1 号、第 2 号、第 3 号）を閲覧することが必須である。過去の決定状況や申請者から提出された書類等が審査時に閲覧できないと、円滑な診査が遂行できない。これらの書類は、概ね手書きされたアナログ情報であることが多いが、審査時に診査医が内容を確認できればよいので、必ずしもデジタル化する必要はない。そこで、資料など主に平面の被写体をビデオカメラで撮影して映像信号に変換する装置である「書画カメラ（実物投映機）」を各地方局の画像登録処理端末のノート PC に

接続し、Web 会議システムを通じて地域読影拠点の汎用 PC モニターに「じん肺健康診断結果」等を表示させることで、遠隔診査でも、申請者の情報を確認することができる。表示だけで PDF 等のデジタルデータではないので、審査後のデータ破棄等、データ管理の懸念はない。

本手法の運用にあたっては、地域読影拠点をどこに設置し、誰がじん肺管理区分の決定を行うかが課題である。

平成 30 年の全国の年間じん肺管理区分決定件数は、随時申請も含めて 2,391 件であった²⁾ことから、月平均は約 200 件である。全国を 8 ブロックに分け、各ブロックに 1 か所の地域読影拠点を設置すると、各ブロックでの審査件数は、月 25 件となる。全国を 16 ブロックに分けると、各ブロックの地域読影拠点での審査件数は、月 12～13

件程度となる。

さて、この「地域読影拠点」で誰がじん肺診査を行うのが大きな課題である。2つの案を提案する。

〈案1〉 地域読影拠点がある都道府県の地方じん肺診査医が読影する。

地方じん肺診査医間での判定のばらつきは、以前よりじん肺診査の課題の一つとして挙げられているが、地域読影拠点がある都道府県の地方じん肺診査医が読影することで、判定のばらつきは減少すると思われる。一方で、特定の都道府県の地方じん肺診査医に負担がかかることは避けられない。

また、じん肺行政上、判定をする地方じん肺診査医のいる都道府県といない都道府県が発生することになり、地域間に不均等が生じ、行政サービス上、国民から不具合を指摘されないかが懸念される。

〈案2〉 ブロック内の地方じん肺診査医が地域読影拠点に出向いて審査（持ち回り）

ブロックに所属する複数県の地方じん肺診査医が、地域読影拠点に出向いて持ち回りで審査を行うことで、各診査医の一回当たりの審査件数は現在より増加するが、年間の出張回数は毎月1回の年12回から、年数回に減少する。1年間に数回は自都道府県外に出張する必要がある、出張先が遠くなることは負担である。

遠方へ出張が発生するようなくみは「遠隔じん肺診査」が目指す方向性とは異なると思うが、全国の地方じん肺診査医が須らくじん肺診査に関与し、一定の責務を果たしつつ、限られた数の読影端末を使ってじん肺診査業務を集約化していくためには、やむを得ない手段と考える。

ブロックをいくつに分けるかにより、所

属する都道府県域が異なるが、公共交通機関で、少なくとも片道2時間以内で移動できる範囲にすべきである。たとえば、筆者が居住する長野県を例にとると、一般に「甲信越（山梨、長野、新潟）」という区分が広く用いられるが、3県の県庁所在地間の移動は、新幹線等を利用しても2時間30分～4時間程度かかる。「北信越（新潟、長野、富山、石川、福井）」では2時間30分以内、「北関東・信越（栃木、群馬、長野、新潟）」であれば1時間30分以内でそれぞれの診査医は拠点に移動できる。ブロック設定においては、各都道府県の審査件数を勘案し、各ブロック間で件数の多寡ができるだけ少なくなるようにするとともに、移動時間も考慮することが望まれる。

なお、地方じん肺診査会では、各労働局の職員の方々が審査の補助をしてくださるが、ブロック内の地方じん肺診査医が地域読影拠点に出張して、持ち回りで行う際に、局職員も一緒に出張するのか、地域読影拠点がある地方局の事務方が一括して担当するかも検討する必要がある。

2020年4月の時点で、複数の都道府県労働局において、「じん肺用DICOMビューアシステム端末」の導入が決定した模様である。今後、47都道府県の労働局すべてに「じん肺用DICOMビューアシステム端末」が配備されれば、【I】の提案についての議論は不要となる。全国に配備されるまでの過渡的な運用方法として、検討の端に上がるかもしれない。

【II】 全国の47都道府県の労働局に「じん肺用DICOMビューアシステム端末」を配備し、各ブロックで各地方局でのじん肺

じん肺読影に精通した医師による遠隔サポート

- ・全国をいくつかのブロックに分ける
- ・各ブロックに、じん肺読影に精通した医師を配置して、判定に苦慮するケースに遭遇した際など、遠隔でサポートする仕組みを構築する。

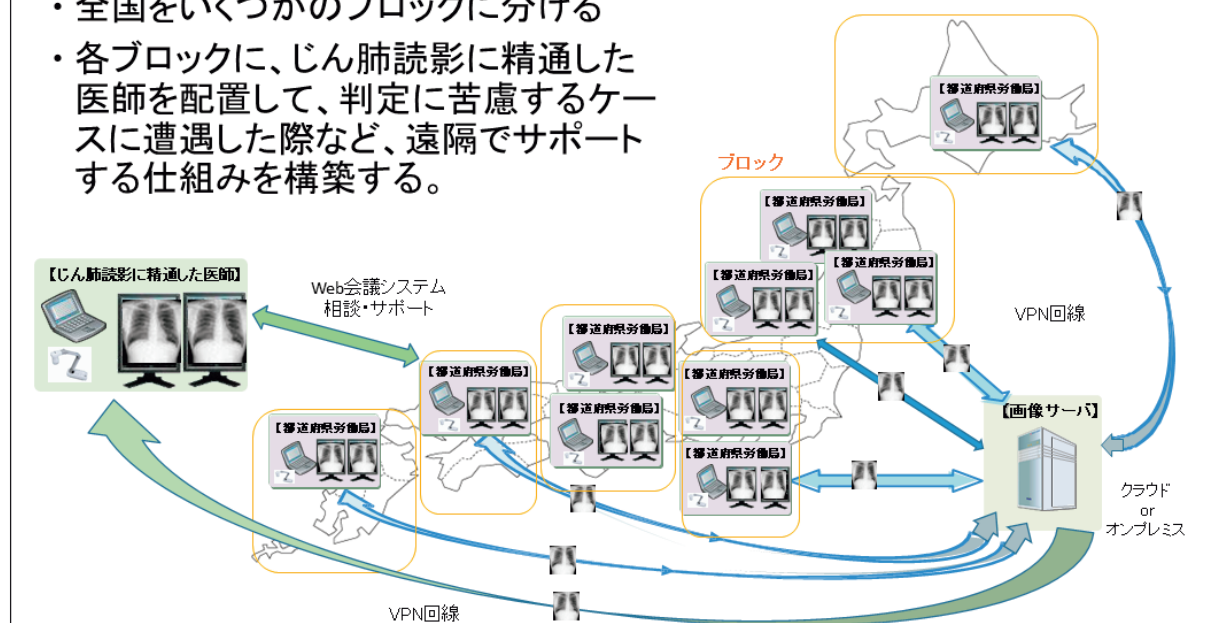


図 5

診査を遠隔でサポートする。

全国の 47 都道府県の労働局に「じん肺用 DICOM ビューアシステム端末」が配備されれば、各労働局におけるじん肺管理区分の決定は、従来どおり、地方じん肺診査医が行えばよい。地方じん肺診査医は、判定に苦慮するケースに遭遇した時、より専門的な知識を持つ第三者に相談する機会があると、大変ありがたいと考えている。

そこで、全国を 8 か所ほどのブロックに分け、各ブロックにじん肺読影に高い見識と経験を持つ医師を配置する。各ブロック内の地方局で開催される診査会とじん肺読影に精通した医師が所属する地方局を Web 会議システムで繋いで、両者がそれぞれに高精細モニター画面で DICOM 画像を閲覧すれば、専門家の意見を聞きながら、地方じん肺診査を行うことができる。地方局での

じん肺診査を遠隔でサポートしてもらえるのは、地方じん肺診査医にとっては、大変心強く、ありがたい仕組みであると考ええる。概念図を図 5 に示す。

上述の【I】、【II】案のいずれにおいても、各労働局におけるじん肺管理区分の決定後に中央じん肺診査医会における審査が必要な事案が発生する。本システムでは、全国から申請された全データが一元管理されているので、中央じん肺診査医は、必ずしも厚生労働省に出張しなくても、読影端末が配備されている最寄りの地方局に出向いて「じん肺用 DICOM ビューアシステム端末」で DICOM 画像を表示し、書画カメラで紙媒体のアナログ情報を共有し、Web 会議システムにて意見交換などの審議を行うことで、中央じん肺診査医会を遠隔会議として開催することが可能となる。概念図を図 6 に示

中央じん肺診査医会を遠隔会議として開催

- 中央じん肺診査医は読影端末が配備されている最寄りの地方局に出張
- 「じん肺用DICOMビューアシステム端末」でDICOM画像を表示
- 書画カメラで紙媒体のアナログ情報を共有
- Web会議システムにて意見交換などの審議を行う
- じん肺法第39条2に則り、この法律の規定によるじん肺の診断又は審査及びこれらに関する事務を行う

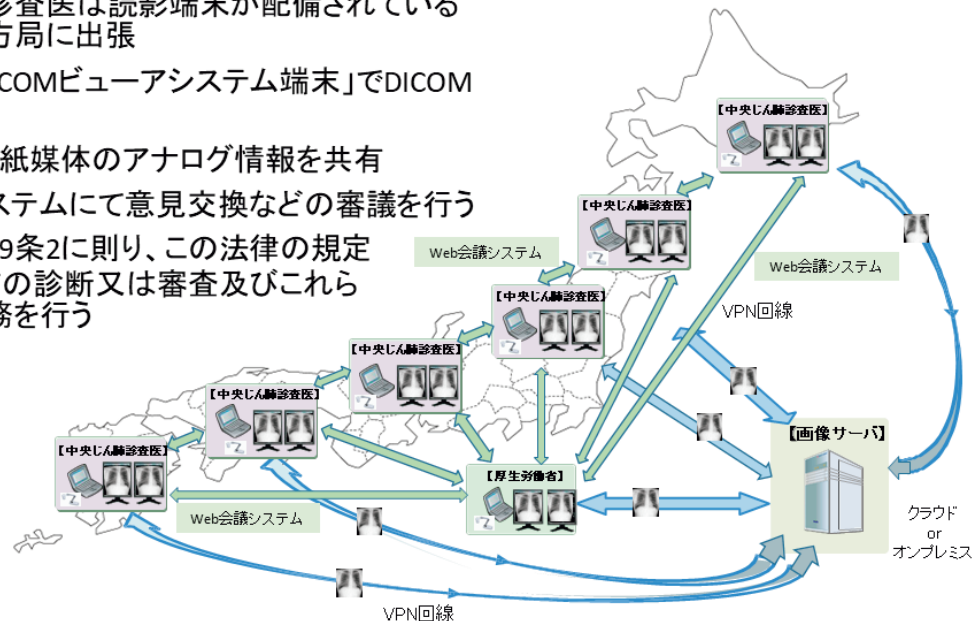


図 6

す。

国内の多くの地方労働局に「じん肺用 DICOM ビューアシステム端末」が配備され、ネットワークで接続されると、オンラインでの地方じん肺診査医研修が可能となる。

現在、地方じん肺診査医等研修として、（独）労働者健康安全機構が、年 1 回、神奈川県川崎市で「じん肺診断技術研修」を開催しているが、平日 2 日間、全国から川崎市まで出張することが困難である地方じん肺診査医もいるのではないかと推察する。この研修では、講義だけでなく、実際のじん肺症例の単純 X 線写真 15 例を読影・判定し、その結果を講師が解説する実習形式が取り入れられており、全国の地方じん肺診査医の判定を平準化するために、大変有意義な研修である。一般的な Web 会議システムの画質では、じん肺画像を評価するに値

しないが、地方局に「じん肺用 DICOM ビューアシステム端末」が配備されることで、現行の「じん肺診断技術研修」の内容を担保する研修会を、Web で開催することが可能となる。地方じん肺診査医は、最寄りの地方局で受講できるため、交通・宿泊等の心配も軽減され、より参加しやすくなると思われる。概念図を図 7 に示す。

受講者は、オンライン研修受講前に、地方局の「じん肺用 DICOM ビューアシステム端末」で、画像サーバ内にある「読影実習症例」を閲覧し、テンプレートを利用した E-Learning の回答フォームを利用して、単純 X 線写真像の分類を回答しておく。講師は、講義前に受講者の回答分布等を把握し、分析できる。オンライン研修会の講義スライドは Web 会議システムのソフトを使って汎用 PC モニターで視聴し、講師の指示に従

オンラインじん肺診断技術研修

- ・講師、受講者ともに、最寄りの地方局の端末を使用
- ・受講者は、オンライン研修受講前に、地方局の「じん肺用DICOMビューアシシステム」で、画像サーバ内にある「読影実習症例」を閲覧
- ・テンプレートを利用したE-Learningの回答フォームを利用して、エックス線写真像の分類を事前回答
- ・講師は、講義前に受講者の回答分布等を把握し、分析可能
- ・講義スライドはWeb会議システムで視聴
- ・講師の指示に従い、高精細モニターで読影演習症例のDICOM画像と、じん肺標準エックス線写真DICOM画像を比較しながら、解説を聞く

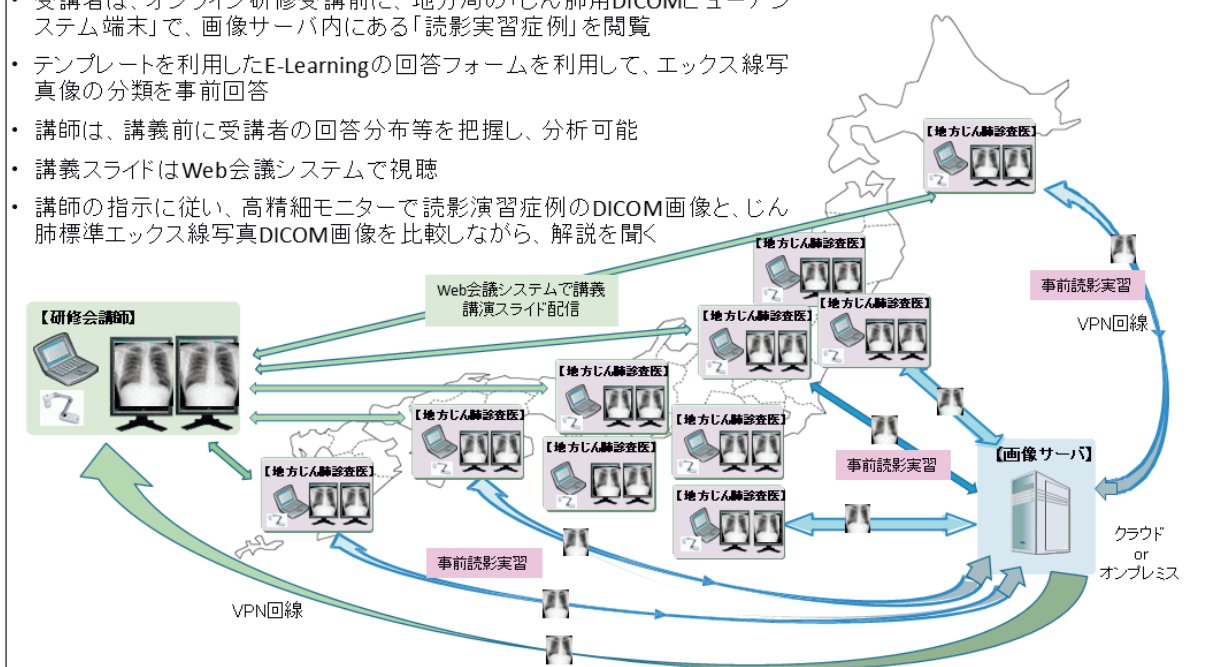


図 7

って、受講者は「じん肺用 DICOM ビューアシシステム」の高精細モニターで、読影実習症例の DICOM 画像と、じん肺標準エックス線写真 DICOM 画像を比較しながら、解説を聞くことができる。将来、通信速度がさらに高速になれば、講師が操作している「じん肺用 DICOM ビューアシシステム」の高精細モニターを受講者側の高精細モニターと同期させて、表示画面を共有することが可能になるかもしれない。

D. 結論

中央じん肺診査医会における審査及び労働局におけるじん肺管理区分の決定を、遠隔会議で実施する遠隔じん肺診査ネットワークシステムを考案した。本システムでは、我々が開発した「じん肺用 DICOM ビューアシシステム」をネットワークで接続し、Web会議システムと連動して使用する。このシ

ステムを実用化するにあたっては、全国の都道府県労働局に、どの程度「じん肺用 DICOM ビューアシシステム」が導入されるかにより、できることが異なる。

47 都道府県労働局すべてに配備されない場合は、読影拠点としていくつかの地方局に「じん肺用 DICOM ビューアシシステム」を配備し、各ブロックで端末を持たない地域のじん肺診査も、地域読影拠点がある都道府県の地方じん肺診査医が実施するか、ブロック内の地方じん肺診査医が地域読影拠点に出向いて、持ち回りで審査するなどの方式が考えられる。

全国すべての労働局に配備された場合は、従来どおり、各局の審査を各地方じん肺診査医が行えばよいが、全国を 8 か所ほどのブロックに分け、各ブロックにじん肺読影に精通した医師を配置して、判定に苦慮するケースに遭遇した際など、遠隔でサポー

トする仕組みを構築する。

中央じん肺診査会も Web 開催が可能となる。本システムでは、全国から申請された全データが一元管理されているので、中央じん肺診査医は読影端末が配備されている最寄りの地方局に出向いて「じん肺用 DICOM ビューアシシステム端末」で DICOM 画像を表示し、書画カメラで紙媒体のアナログ情報を共有し、Web 会議システムにて意見交換などの審議が行える。

地方じん肺診査医の判定の平準化のために、「じん肺診断技術研修」を Web で開催する。地方局に「じん肺用 DICOM ビューアシシステム端末」が配備されることで、読影実習を含めた現行の「じん肺診断技術研修」の内容を担保するオンライン研修が可能となり、全国の多くの地方じん肺診査医が研修に参加しやすくなることが期待される。

E. 参考文献

- 1) 丸山雄一郎, 芦澤和人. じん肺審査におけるモニター読影ソフトの構想に関する研究:厚生労働科学研究費補助金(労働安全衛生総合研究事業:じん肺エックス線写真による診断精度向上に関する研究) 分担研究報告書 p.33-37 2020.3
- 2) 労働衛生のしおり 令和元年度版 表 6 じん肺健康管理実施状況(業種別)(平成 30 年). 中央労働災害防止協会 p.32-33 2019.8.1

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

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 徳島大学大学院 社会産業理工学研究部 理工学域 客員教授

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 画像は単純 X 線写真に比べて第 0 型、第 1 型の微小な病変を検出することができる。本研究は CT 画像から粒状影・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. 研究目的

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・炭坑夫肺の粒状影・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・炭坑夫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の開発を実施する。

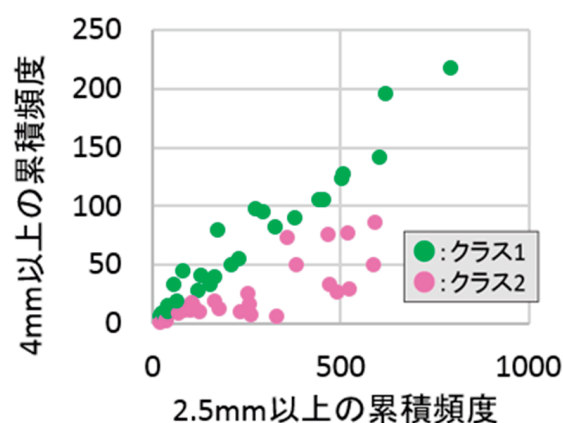
B. 研究方法

CT 画像を元に合議制によって決定された岡山ろうさい病院 12 例（0/1・8 例、1/0・3 例、1/1・1 例）と北海道中央労災病院 44 例（0/1・22 例、1/0・15 例、1/1・7 例）の合計 56 症例を用いた。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。

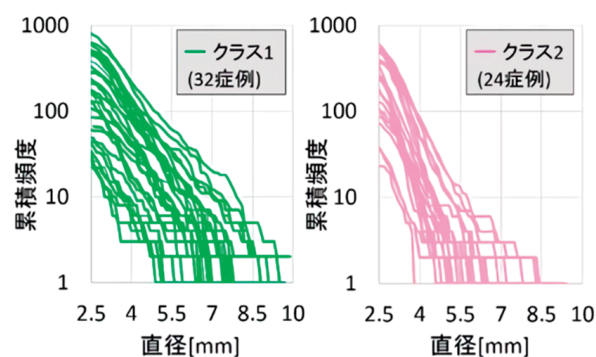
(1)じん肺 CT 画像データベースの作成

(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で設定し



(a)



(b)

図 1. 大きさ別累積頻度の傾きによる 2 分類のクラスタリング結果 (a)2.5mm 以上の累積頻度と 4mm 以上の累積頻度の関係、(b)分類結果による大きさ別累積頻度

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 週間を置いた。

(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

じん肺の重症度を粒状影の個数、大きさと CT 値、分布型によって評価する。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と定義する。病型区分の分類に必要な粒状影の大きさと分類数の検討をするために直径 2.5mm 以上、4mm 以上、6mm 以上の粒状影の累積頻度の傾きを用いて 2 クラスにクラスタリングを行う。更に累積頻度を用いて各 3 クラスに分類し、分類結果の粒状影分布を比較する。

C. 研究結果

粒状影の大きさ別累積頻度の傾きによる 2 分類のクラスタリング結果を図 1 に示す。また、2 分類された各クラスを大きさ別累積頻度で更に分類し、6 クラス分類したクラスタリング結果を図 2 に示す。また、6 クラス分類結果においてクラス 1・2 と 2・2 の粒状影の肺内分布を図 3 に示す。

D. 考察

大きさ別における粒状影の累積頻度の傾

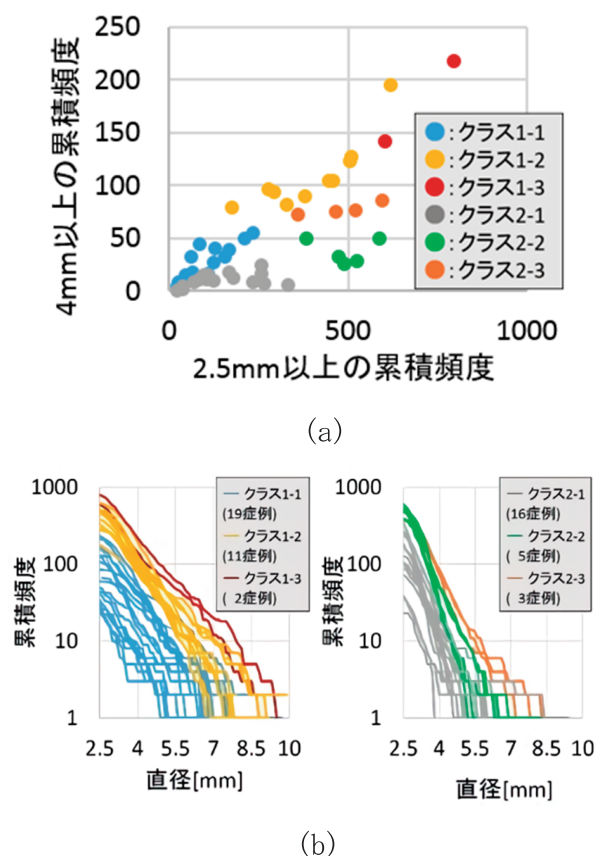


図 2. 大きさ別累積頻度による 6 分類のクラスタリング結果 (a) 2.5mm 以上の累積頻度と 4mm 以上の累積頻度の関係、(b) 分類結果による大きさ別累積頻度

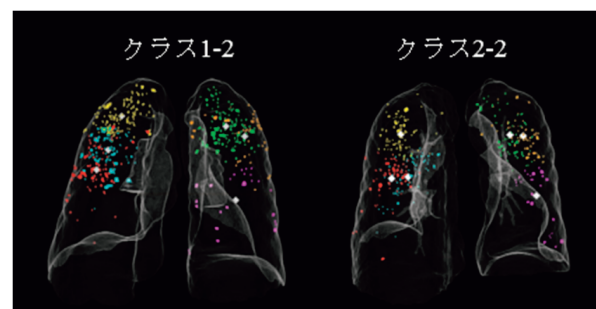


図 3. クラスタリング結果別の粒状影分布

きから、径の大きい粒状影が多い症例と径の小さい粒状影が多い症例と 2 クラスに分類でき、更に個数に基づいて 6 クラスに分類された。2 クラスの分類結果の中でも、径の大きい粒状影が多いクラスでは上葉中

心に粒状影が分布し、径の小さい粒状影が多いクラスでは全体に分布していることが確認された。

E. 結論

珪肺・石綿肺・溶接工肺・炭坑夫肺の微小な粒状影・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た。CT 画像を用いて粒状影の個数、大きさと CT 値、分布型からじん肺の重症度を定量評価し、粒状影の大きさを考慮した分類法を提示した。今後は多症例において粒状影の大きさと個数、分布による進展度への関連性を解析することで高度じん肺診断支援システムの開発を目指す。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

学会発表

[1] 森 奈々, 日野 公貴, 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. 3 次元 CT 画像を用いたじん肺の重症度診断支援システム, 第 38 回日本医用画像工学会大会, OP3-17, 2019.7.

[2] 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. 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, 電子情報通信学会技術研究報告医用画像 Vol.119, No.399, pp.1-3, 2020.1.

労災疾病臨床研究事業費補助金
「モニターを用いたじん肺画像診断に関する研究」
分担研究報告書（令和元年度）

旭ろうさい病院じん肺症例の CXR 及び CT の型分類の確定に関する研究

研究協力者

加藤 宗博 旭ろうさい病院呼吸器内科 主任部長
西本 優子 天理よろづ相談所病院 放射線部診断部門 放射線診断学 医員
丸山 雄一郎 JA 長野厚生連 浅間南麓こもろ医療センター 放射線科 部長

研究分担者

岸本 卓巳 労働者健康安全機構 アスベスト疾患研究・研修センター 所長
加藤 勝也 川崎医科大学 総合放射線医学 教授
高橋 雅士 医療法人友仁会 友仁山崎病院 院長
林 秀行 地域医療機能推進機構 諫早総合病院 放射線科 診療部長

研究代表者

芦澤 和人 長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 臨床腫瘍学 教授

研究要旨

じん肺の管理区分決定は、単純 X 線写真を基本としているため、他疾患の合併、粒状影の性状や読影医の読影技量により、判定にばらつきが生じることがある。胸部 CT 検査は画像解像度が高いことから、単純 X 線写真よりじん肺の粒状影を正確に判断することが可能である。そのため、CT 画像の定量化や CAD (Computer aided detection/diagnosis) を応用することで、じん肺診断支援システムが構築できる可能性がある。本研究では、このじん肺画像支援システムの開発のため、じん肺健診受診者の画像を収集し、じん肺の型分類の確定を行った。

A. 研究目的

じん肺の管理区分決定には、単純 X 線写真を基本としており、じん肺粒状影の判定にばらつきが生じることがある。胸部 CT 検査は画像解像度が高いことから、単純 X 線写真より正確にじん肺の粒状影を判断することが可能であり、特に PR0/1 と PR1/0 の鑑別に有用と思われる。当研究班では、CT 画像の定量化や CAD

(Computer aided detection/diagnosis) を応用したじん肺診断支援システムの開発を試みている。今回、このじん肺診断支援システム開発のため、当院のじん肺健診受診者の画像を収集し、じん肺の型分類の確定を行った。

B. 研究方法

年齢 40 歳以上 80 歳未満の当院じん肺健

診受診者を対象とした。じん肺健診受診当日に同意を取得後、じん肺健診者に行われている単純 X 線写真、通常線量の胸部 CT 検査を行い、画像データを得た。収集された画像データは複数の画像診断専門医、呼吸器内科医の合議のもと、じん肺の型分類を確定した。

(倫理面への配慮)

胸部単純 X 線及び通常線量の胸部 CT はじん肺健診で行われているもので、本研究による X 線被ばくによる不利益は生じない。また、個人情報については個人を特定できない形式に暗号化し番号により管理されており、個人情報の漏洩はない。以上より倫理面の問題がないと判断した。

C. 研究結果

令和元年 6 月から 10 月までに 70 例の画像データが収集された。収集された 70 例の内、9 例は感染症の合併や陳旧性病変等の理由から除外された。単純 X 線写真及び胸部 CT 所見より型分類が確定された 61 例の内訳は、PR0/1 33 例、1/0 7 例、1/1 3 例、1/2 2 例、PR 2 2 例、PR4A 4 例、PR4B 10 例であった。

D. まとめ

今回の研究により、CAD を応用した CT 画像によるじん肺診断支援システムの開発に必要な PR1/0 や PR0/1 の症例を得ることができた。

労災疾病臨床研究事業費補助金
「モニターを用いたじん肺画像診断に関する研究」
分担研究報告書（令和元年度）

PR0/1、1/0 の評価における CT 画像の活用に関する研究

研究協力者 筒井 伸 国立大学法人 長崎大学病院 放射線科 助教
研究分担者 林 秀行 地域医療機能推進機構 諫早総合病院 放射線科 診療部長
仁木 登 徳島大学大学院 社会産業理工学研究部 理工学域 客員教授
研究代表者 芦澤 和人 長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 臨床腫瘍学 教授

研究要旨

じん肺健康診断には、現在専ら胸部単純X線写真が用いられているが、じん肺健康診断に一般診療で広く用いられている胸部CT活用促進を求める意見がある。本研究では、じん肺のCT画像による専門医合議制での病型区分とCAD(コンピュータ支援診断)による粒状影抽出結果を比較し、PR0/1、1/0の鑑別におけるCT画像の活用、定量的評価、CADの応用について検討した。

A. 研究目的

じん肺健康診断での胸部 CT 活用を見据え、じん肺の CT 画像の専門医による合議制での病型区分と CAD の結果を比較することで、PR0/1、1/0 の鑑別における CT 画像の活用、定量的評価、CAD の応用を推進することを目的とする。

B. 研究方法

岡山ろうさい病院、北海道中央労災病院にて収集された症例を、単純 X 線写真と CT 画像を用いて、専門医による合議制で病型区分し、CT 画像で PR0/1、1/0、1/1、1/2 とされた 62 症例を対象とした。岡山ろうさい病院の症例は、PR0/1 が 8 例、1/0 が 3 例、1/1 が 4 例、1/2 が 3 例、北海道中央労災病院の症例は、PR0/1 が 22 例、1/0 が 15 例、1/1 が 7 例であ

った。

これらの症例の CT 画像より CAD を用いて抽出した径 2.5mm 以上の粒状影と、視覚的な CT 画像評価・病型区分を、3 名の胸部放射線専門医が比較検討した。

また単純 X 線写真と CT 画像の病型区分が一致しない症例についても、その要因を明らかにするために画像を比較検討した。

C. 研究結果

CT 画像での病型区分と CAD で抽出された粒状影の数を比較すると、粒状影 300 個に PR0/1 と 1/0 の境界が推測された (図 1,2)。

但し、抽出された粒状影が 300 個以上であるが、PR0/1 に区分された症例が 3 例認められた (図 3,4)。

また粒状影が 300 個以下であるが、PR1/0 以

上に区分された症例は 10 例であった(図 5,6)。

さらに単純 X 線写真と CT 画像の病型区分が一致しない症例は 5 例であった(図 7,8)。

D. 考察

視覚的に CT 画像を用いて評価された病型区分の PR0/1 と 1/0 の境界は、CAD で抽出された粒状影 300 個付近あると考えられた。但し、病型区分と CAD 解析結果の乖離の認められる症例も見られた。

CAD にて粒状影が 300 個以上あると判断されたが、病型区分が PR0/1 であった症例では、視覚的には、それほどの数の粒状影があるとは判断できず、肺気腫の中の血管が粒状影として認識されている可能性が考えられた。

逆に CAD にて粒状影は 300 個以下であると判断されたが病型区分が PR1/0 であった症例では、視覚的には多数の粒状影の存在が疑われ、特に微細な粒状影がより多数存在すると思われる。現在 CAD での粒状影の拾い上げを径 2.5mm 以上としているが、1.5mm～2.5mm の微細粒状影を拾い上げることが可能になれば、視覚的評価と CAD の定量的評価の一致度が向上すると考えられた。

また単純 X 線写真と CT 画像の病型区分が一致しない症例については、粒状影が大きいと単純 X 線写真ではより上位に区分され、CT 画像で視覚的に細かな粒状影を拾い上げると CT ではより上位に区分する傾向があると考えられた。

E. 結論

CT 画像から CAD により粒状影を抽出し、その数により定量的に 0/1 と 1/0 を区分することを目標としているが、今後、より多くの症例の分析を行うことで、抽出する粒状影の大きさや数の閾値設定をさらに検討する必要がある。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし



図 1-1 単純 X 線写真 PR0/1

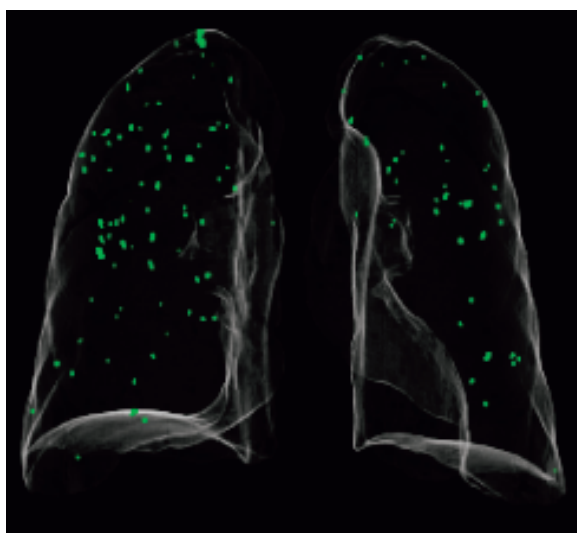


図 1-2 CAD 画像 粒状影 108 個

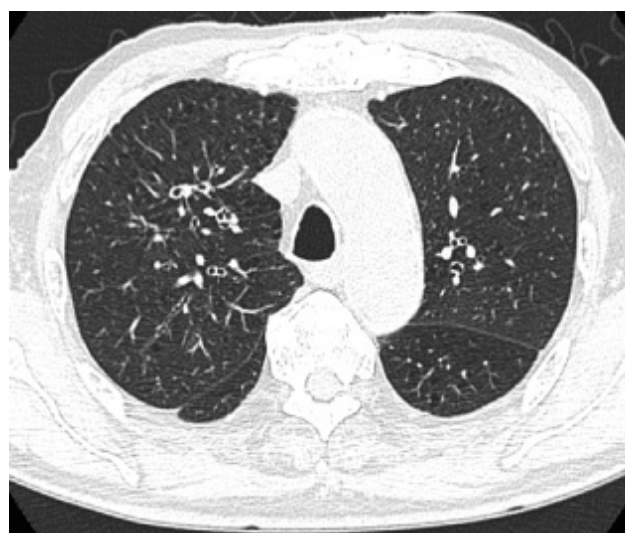


図 1-3 薄層 CT PR0/1

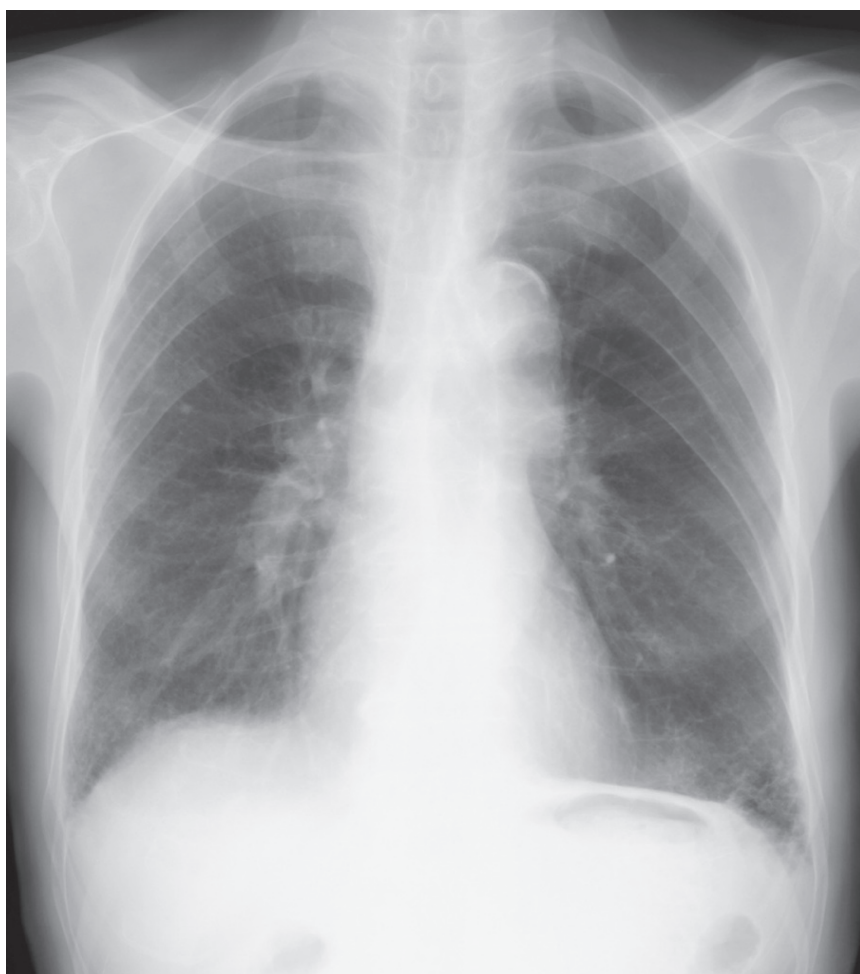


図 2-1 単純 X 線写真 PR1/0

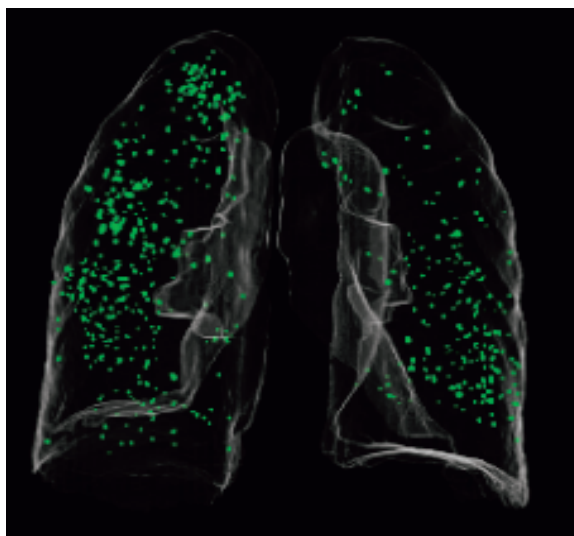


図 2-2 CAD 画像 粒状影 491 個



図 2-3 薄層 CT PR1/0



図 3-1 単純 X 線写真 PR0/1

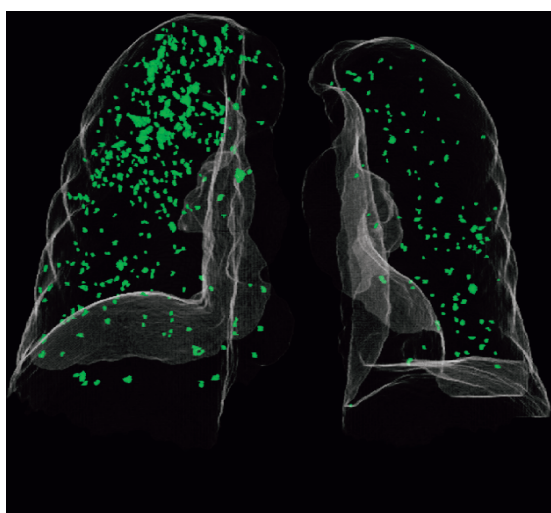


図 3-2 CAD 画像 粒状影 470 個



図 3-3 薄層 CT PR0/1



図 4-1 単純 X 線写真 PR0/1

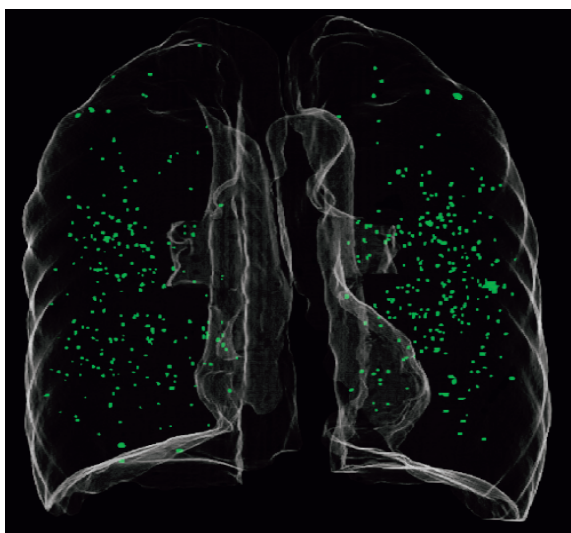


図 4-2 CAD 画像 粒状影 331 個



図 4-3 薄層 CT PR0/1



図 5-1 単純 X 線写真 PR1/0

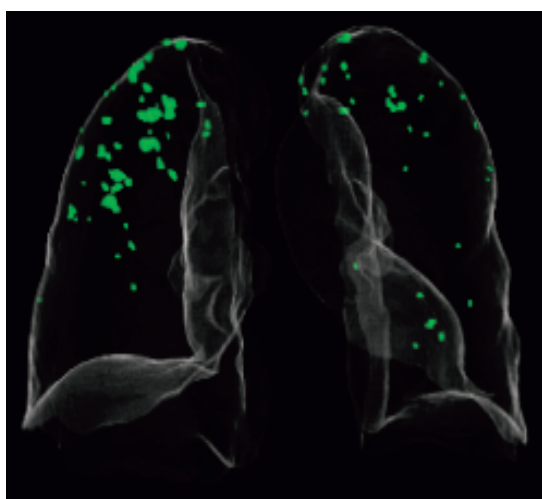


図 5-2 CAD 画像 粒状影 84 個



図 5-3 薄層 CT PR1/0



図 6-1 単純 X 線写真 PR1/0

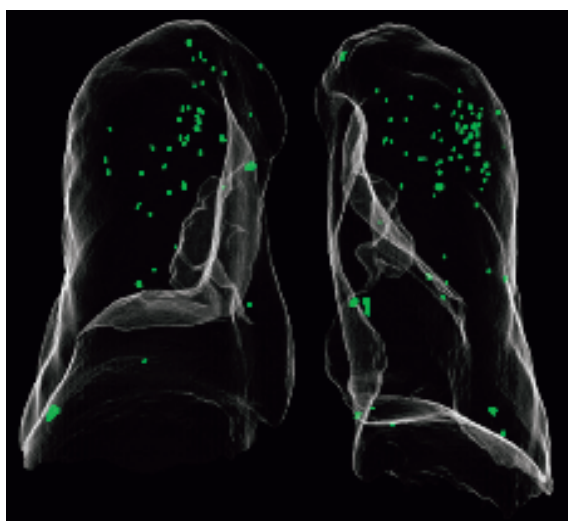


図 6-2 CAD 画像 粒状影 107 個



図 6-3 薄層 CT PR1/1



図 7-1 単純 X 線写真 PR2/2

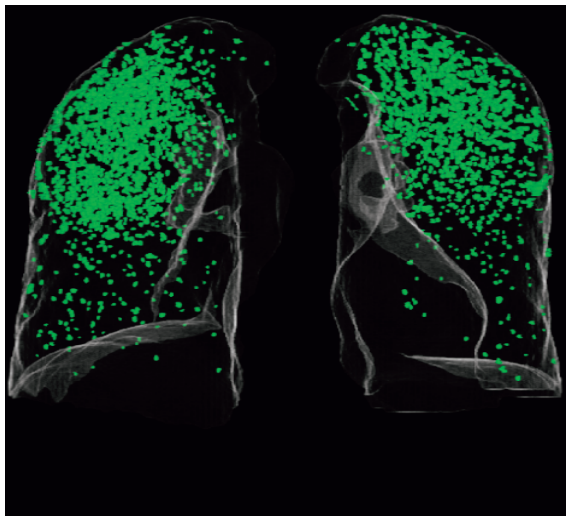


図 7-2 CAD 画像 粒状影 2063 個



図 7-3 薄層 CT PR1/1



図 8-1 単純 X 線写真 PR1/1

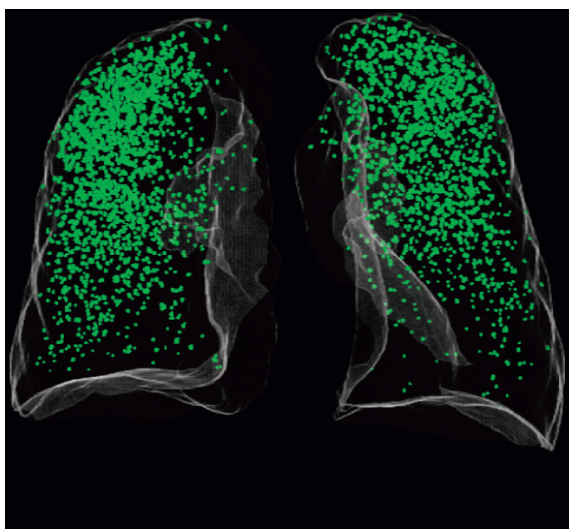


図 8-2 CAD 画像 粒状影 2437 個



図 8-3 薄層 CT PR1/2

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍：なし

雑誌：なし

学会発表：

1. 森 奈々，日野 公貴，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：3 次元 CT 画像を用いたじん肺の重症度診断支援システム，第 38 回日本医用画像工学会大会，OP3-17，2019. 7.

2. 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：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，電子情報通信学会技術研究報告医用画像 Vol. 119，No. 399，pp. 1-3，2020. 1.

3次元CT画像を用いた じん肺の重症度診断支援システム

森 奈々^{*1} 日野 公貴^{*1} 松廣 幹雄^{*2} 鈴木 秀宣^{*2} 河田 佳樹^{*2}
仁木 登^{*2} 加藤 勝也^{*3} 岸本 卓巳^{*4} 芦澤 和人^{*5}

要旨

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。じん肺診断では胸部単純X線写真を用いているが近年ではCT画像を用いた定量的な診断法が検討されている。本報告では、じん肺CT画像の第0型0/1, 第1型1/0, 第1型1/1, 第1型1/2, 第2型2/2からマニュアル処理によって粒状影を抽出し、じん肺CT画像データベースを作成する。このデータベースを用いてX線写真の診断結果と粒状影の個数・大きさ・重症度別に解析・比較・評価・診断支援システムの開発を行う。

キーワード：CT, CAD, 医用画像処理

1. はじめに

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、近年では胸部CT検査による定量的な診断法が検討されている。本報告では、じん肺CT画像の第0型0/1, 第1型1/0, 第1型1/1, 第1型1/2, 第2型2/2からマニュアル処理によって粒状影を抽出し、じん肺CT画像データベースを作成する。このデータベースを用いてX線写真の診断結果と粒状影の個数・大きさ・重症度別に解析・比較・評価・診断支援システムの開発を行う。

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25症例(0/1-5例, 1/0-5例, 1/1-5例, 1/2-5例, 2/2-5例)を用いて解析を行った。撮影条件を表1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)粒状影の定量評価を適用した。

*1 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〕

e-mail: c501938019@tokushima-u.ac.jp

*2 徳島大学大学院社会産業理工学研究部

*3 川崎医科大学

*4 岡山ろうさい病院

*5 長崎大学