

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」

令和3年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 芦澤 和人

令和4(2022)年 3月

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（令和3年度）

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

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  
友仁山崎病院 病院長 高橋 雅士  
医用科学研究所 代表取締役 仁木 登  
諫早総合病院 放射線科 診療部長 林 秀行

研究協力者

奈良県総合医療センター 放射線診断科 医員 西本 優子  
浅間南麓こもろ医療センター 放射線科 部長 丸山雄一郎  
旭労災病院 呼吸器内科 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  
長崎大学病院 がん診療センター 医員 鎌田 理嗣

# 目次

## I. 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）	

## II. 分担研究報告

(1) じん肺の画像解析・CADの開発	7
仁木 登（医用科学研究所 代表取締役）	
(2) じん肺画像診断テキスト ～じん肺を正しく診断するためのポイント～（冊子版）	11
西本 優子（奈良県総合医療センター 放射線診断科 医員）	
(3) じん肺画像診断テキスト ～じん肺を正しく診断するためのポイント～（電子版）	15
丸山雄一郎（浅間南麓こもろ医療センター 放射線科 部長）	
(4) モニター導入状況に関する地方じん肺診査医アンケートの実施	21
児島 克英（岡山大学病院 放射線科 助教）	
(5) じん肺審査における遠隔画像診断のネットワーク体制構想 1	29
加藤 勝也（川崎医科大学 総合放射線医学 教授）	
(6) じん肺審査における遠隔画像診断のネットワーク体制構想 2	33
丸山雄一郎（浅間南麓こもろ医療センター 放射線科 部長）	

III. 研究成果の刊行に関する一覧表	43
---------------------	----

# I. 総括研究報告



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」  
総括研究報告書（令和3年度）

## 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	（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	（アスベスト疾患研究・研修センター 所長）
	高橋 雅士	（友仁山崎病院 病院長）
	林 秀行	（諫早総合病院 放射線科 診療部長）
	加藤 勝也	（川崎医科大学 総合放射線医学 教授）
	仁木 登	（医用科学研究所 代表取締役）
研究協力者	西本 優子	（奈良県総合医療センター 放射線診断科 医員）
	丸山雄一郎	（浅間南麓こもろ医療センター 放射線科 部長）
	加藤 宗博	（旭労災病院 呼吸器内科 主任部長）
	児島 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）
	鎌田 理嗣	（長崎大学病院 がん診療センター 医員）

### 研究要旨

じん肺は粉じん吸入で生じる職業性呼吸器疾患である。その診断には単純X線写真が用いられる。3次元CT画像を用いて高精度・高効率なじん肺診断を可能にするため、粒状影を高精度に自動検出するじん肺診断支援システム(CAD)を研究開発した。

じん肺を見逃さず診断するには、単純X線所見を正しく理解する必要がある。じん肺を扱う可能性のある医師に広く活用いただくべく、冊子版とDICOM画像を表示可能な電子版の「じん肺画像診断テキスト～じん肺を正しく診断するためのポイント～」を作成した。冊子版と電子版を合わせたテキストを出版することで、じん肺の画像診断に有用な情報提供を果たせ、大きな意味を持つ。

じん肺管理区分の決定時のモニター診断の導入促進や、じん肺に精通した臨床医の減少等に対応するための遠隔画像診断のネットワーク体制構想を検討する。まず、地方じん肺審査におけるモニター導入・使用状況や問題点について、地方じん肺診査医にアンケートを行い、それに基づき、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、ウェブ会議システムと連動して使用する「遠隔じん肺審査ネットワークシステム」を構想した。これは中央じん肺審査及びじん肺管理区分の決定等の業務改善に資する。更に、地方と中央のじん肺診査医を結んだコンサルテーションシステムやオンライン研修の導入により、審査の質と効率の向上を図る必要がある。

### A. 研究目的

3次元CT画像を用いて粒状影を葉別に高

精度に半自動抽出し、粒状影の個数、大きさ、分布を重症度別に比較評価して定量的な病型

区分を作成する。次に、作成したじん肺画像データベースと3D U-Netを用いて3次元CT画像から粒状影を高精度に検出するじん肺診断支援システムを開発する。

「じん肺画像診断テキスト～じん肺を正しく診断するためのポイント～（冊子版及び電子版）」（以下、診断テキスト）を作成する。

遠隔画像診断のネットワーク体制構想の検討に地方じん肺審査におけるモニターの導入状況・使用状況や問題点の把握が必要である。そのため、地方じん肺診査医にアンケートを行う。

審査用にフィルムの胸部単純写真を提出する病院側の負担と提出画像の画質劣化は、地方じん肺審査における大きな問題となってきた。また、地方じん肺診査医のレベル担保と人員自体の確保も課題である。時間的・経済的な要素を考慮すると、遠隔でのじん肺審査が待望されている。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、遠隔画像診断ネットワーク構築案について前年度報告書を作成した<sup>[1,2]</sup>。今回は、最新の状況を踏まえた、遠隔画像診断システムの概要を示し、その利用案を提案する。

## B. 研究方法

CADの開発に於いては、33症例の3次元CT画像データベースを用いた。まず、じん肺の粒状影を半自動抽出するとともに、1～2名により読影を行いデータベースを作成した。これを用いて肺葉別に粒状影の定量的な病型区分を行った。更に上記で構築されたデータベースから肺葉別の粒状影、血管、胸壁の情報を多段的に用いて3D U-Netを学習した後に3次元CT画像から粒状影を高精度に抽出する手法を研究開発した。

「じん肺画像診断テキスト」について、その対象を、典型的な珪肺、その他のじん肺、珪

肺の合併症、粒状影の鑑別疾患、石綿肺、不整形陰影の鑑別疾患とし、診断にCTが有用であったものも含めた。症例は、厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業の平成26～28年度「じん肺の診断基準及び手法に関する調査研究」、および平成29年～令和元年「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」において収集したものに、岡山労災病院、天理よろづ相談所病院、長崎大学、諫早総合病院から提供されたものから合議により選出した。

テキストは、研究分担者と研究協力者の全員で分担執筆することとした。構成は、じん肺の画像診断に不慣れな医師でも、通読することでじん肺の画像診断を系統的に学習できるよう配慮した。

電子版について、その役割を検討し実現のために必要な技術的な課題を明らかにした。それを解決できるソフト開発ベンダーを探し、システムエンジニアと解決策を検討し、電子版を製作した。

令和2年11月もしくは12月に開催されるじん肺診査医会で回答いただくように、全労働局にアンケートの送付を行った。内容は、モニターの導入状況・使用状況、じん肺審査での問題点、サポートの必要性についてであった。

情報通信機器を用いて遠隔でじん肺審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、インフラストラクチャーを整備すればよいかを課題とした。併せて、遠隔じん肺審査に係る課題や問題点の抽出を行った。

（倫理面への配慮）

アンケート調査の内容に侵襲性はない。内容は、個人情報を取り扱うものではない。

## C. 研究結果

重症度が上がるにつれ、粒状影数が多く、直径も大きくなっている。単位体積あたりの粒状影数の平均値は上葉が多く、中・下葉ではほとんど差がなかった。比は各葉においてほぼ一定であり、一様に増加していることがわかる。特に右上葉が1より大きく、中葉と下葉は1より小さかった。

3次元CT画像による3D-UNetを用いた粒状影抽出法を2症例の右上葉に適用した。それぞれ感度88.9%、適合率94.1%、感度92.0%、適合率98.9%であった。

じん肺画像診断テキスト冊子版は、全34症例の構成で総頁数109頁にて令和4年1月末に上梓となった。

電子版ではどの画面からも前後のページや症例、目次に移動できる。またDICOM (Digital Imaging and COmmunications in Medicine) 画像ビューア機能を搭載している。当該症例と鑑別すべきじん肺標準X線写真や疾患のX線写真の比較も可能である。ソフト開発にはPSP株式会社(本社 東京)にご協力いただいた。

アンケート調査に対し、令和3年5月18日時点で44労働局から回答があった(回収率93.6%)。半数強(55%)の労働局において診断用モニターが導入されており、その全てでDICOM規格準拠のビューアが導入されていた。モニターはほとんど3メガピクセルの解像度で、2面(あるいは相当)が用意されており、カラーモニターが多数(83%)であった。キャリブレーションは3/4の労働局で行われていた。令和2年導入の労働局が多く、財源は、ほとんどが労災保険特別会計労災勘定であった。モニターで見ている画像は多く(83%)が胸部単純写真及びCTであった。モニターの方が審査しやすいが58%であった。今後のモニターの導入予定は、令和3年予定

が4労働局、検討したいか検討中が12局であった。フィルム出力のできない施設が多くなっているとのこと指摘が4局からあった。フィルムよりモニターで見たいとのこと意見が2局、モニターへの統一の要望が2局からあった。審査時にCT画像が欲しいという意見が9局からあった。じん肺の型分類を含めた判定において、39%の労働局からじん肺に精通した医師による遠隔のサポートを必要とするとの回答を得た。

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)「じん肺審査におけるモニター読影ソフトの構想に関する研究」(研究代表者 芦澤和人)において、著者らは、3MP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(PAXiS-じん肺ビューア)」を考案した<sup>[3]</sup>。これに画像登録処理用ソフト(PAXiS-Importer)を追加することで、オンラインで画像サーバに登録処理を行うことができる。

遠隔画像診断ネットワークは、これらをネットワークで接続して地方じん肺審査を行う各地方労働局と中央じん肺審査医会が行われる厚生労働省を結び、じん肺審査、コンサルテーション、オンライン研修などを施行するものである。クラウドまたはオンプレミスサーバに画像を集積しコンサルテーションとじん肺審査を行う。画像以外の紙ベース運用がなされているものについては、可能なものはスキャンや提出書類そのもののデジタル化を図り、難しい場合は「書画カメラ(実物投影機)」を用いて、ウェブ会議システム上で、共有する。

地方じん肺審査で専門家による遠隔サポートを受けたい場合、申請者の胸部X線DICOM画像を、画像サーバにVPN(Virtual Private Network)通信で送信する。地域



コードを自動付加して画像を送信することで、画像を一元管理することができる。専門家は最寄りの地方労働局でDICOM画像を参照しながら、地方じん肺診査医に意見を述べることができる。

#### D. 考察

CADに関して、重症度が上がるにつれて、粒状影の個数や直径が大きくなる。炭坑夫肺は小さい粒状影が多く、珪肺は炭坑夫肺と比べて大きな粒状影が多かった。各病型区分の症例を肺葉別に分けた単位体積あたりの粒状影数は、上葉が多く中・下葉で少なかった。全肺野と肺葉別の $1\text{cm}^3$ あたりの粒状影数の比より、重症度間で各肺葉の粒状影数の割合に変化はなく、粒状影は一様に増加している。

3D U-Netを用いた粒状影抽出法はFP・FNが少なく高性能な抽出結果を得た。FP、FNは縦隔側にあるため、縦隔の情報を用いた学習が必要である。肺血管に接触した粒状影のFNがあるため、さらに改善が必要である。

じん肺を見逃さず、正しく診断するためには、じん肺審査に携わる専門医だけでなく、日常診療に従事する多くの医師が、じん肺の胸部単純X線写真所見を正しく理解する必要がある。

じん肺診療経験の乏しい医師には、基本から学べる冊子が有益と考えられる。また、専門医においては、じん肺の型分類や他疾患との鑑別などで悩むこともあると思われ、その際に参考資料として活用できるテキストが必要である。

冊子版に電子版を付加するメリットとして、DICOMビューア機能を保有していることがあげられる。デメリットは、見たい時にすぐに見ることができるわけではないことであろう。冊子版と電子版のメリット・デメ

リットを理解した上で、臨機応変に双方を活用していただきたい。

調査時点で半数強の労働局において、モニターが導入されていた。令和3年度には更に多くの労働局に導入予定となっている。一方で、モニターのキャリブレーションが、行われていない労働局が1/4あった。モニターの精度管理や計画的な更新の必要がある。モニターの方が審査しやすいという声が多い。多くの労働局でCTも参照されており、審査においてCTを求める声も多かった。標準写真の追加を求める声があった。

遠隔サポートを望む声は4割程度の労働局からあり、ネットワーク体制構築の検討を進める必要がある。

ネットワーク体制において、画像サーバは、自前でオンプレミス方式と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、選択する必要がある。画像データは管理区分決定までの一時保管が原則であるので、ネットワークの中で画像データを扱う上で、手動あるいは自動削除できる機能が必要となる。実際の遠隔サポート時の閲覧方法であるが、通信回線は「インターネットVPN」または「IP-VPN」でセキュリティを確保することが必須である。遠隔会議システムを併用する運用を考えると、インターネットVPNの方がメリットは大きい。既存の回線通信速度を考慮すると、一括管理されている画像サーバにアクセスして、それぞれの端末で画像を表示して閲覧する方式が妥当と考える。

ネットワークの運用案として、①地方じん肺審査に、じん肺に精通した医師や中央じん肺診査医がオブザーバーとして審査に加わる。②地方じん肺審査で問題となった症例について、①と同様にコンサルトを求める。③ブロックセンターを作り、そこに症例を集積し、じん肺に精通する複数人の医師による

ウェブ判定会にて判定意見を決定し、地方局で最終的に管理区分を決定する。などが考えられる。

その際、遠隔サポートを担当する医師の確保や日程調整等が課題となる。全国規模でも遠隔サポートは可能だが、ブロックセンター化が一つの解決方法と考える。その場合、全国をいくつのブロックに分けるかが難しい。診査医の熟練度や精通度に基づき、高次ブロックセンターでの審査を加えていくことも一案となる。いずれにしても、地方局でのじん肺審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メリットのある仕組みと考える。

同システムを利用すれば、中央じん肺診査医会を遠隔会議として開催することも可能となる。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と、最寄りの地方局に向いて「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、ウェブ会議システムにて意見交換などの審議を行うことが可能である。

また、近年じん肺疾病に精通している医師が減少していることに対する対策として、現在、地方じん肺診査医等研修として、年1回、神奈川県川崎市で「じん肺診断技術研修」が開催されているが、平日に2日間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。本システムは、オンラインでの地方じん肺診査医研修にも活用できる。

## E. 結論

肺葉分割したデータベースを用いて、重症度別に単位体積あたりのじん肺の粒状影数と分布について調べた。重症度が高いほど全肺葉で粒状影数が多く、上葉が多かった。重症

度間で各肺葉の粒状影の分布割合に差はなかった。じん肺の重症度の区分には粒状影数が重要であることが分かった。3D U-Netを用いて高精度に粒状影を抽出する手法を開発した。システム化することにより臨床現場で利用できる。

「じん肺画像診断テキスト～じん肺を正しく診断するためのポイント～(冊子版)」の作成を目的とし、疾患と症例の選出を行い、令和4年1月に上梓した。冊子版とDICOMビューア機能を持った電子版のそれぞれの利点を生かして、じん肺疾患のエキスパートにも初学者にも、活用していただけるものと自負している。

前回調査のフォローアップとネットワーク体制構想の検討のため、地方じん肺診査医にアンケート行った。令和3年5月18日時点で回答のあった44労働局からの回答をまとめた。

医療画像のデジタル化の進行、じん肺に精通した地方じん肺診査医の減少に対する対策として、全地方労働局に読影用の高精細デジタルモニター設置がほぼ完了した現状を踏まえ、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、ウェブ会議システムと連動して使用する遠隔じん肺審査ネットワークシステムを考案した。これにより、各地方じん肺診査医と中央じん肺診査医を結んだコンサルテーションシステムやウェブ審査の導入、オンライン中央じん肺診査医会、地方じん肺診査医の診断能向上のためのオンライン研修導入などを検討し、じん肺審査の質と効率を向上させていく必要がある。

## F. 健康危険情報

なし

## G. 参考文献

- (1)加藤勝也. じん肺審査における遠隔画像診断ネットワーク構想1：労災疾病臨床研究事業：令和2年度統括・分担研究報告書. 2021. 3, p7-9
- (2)丸山雄一郎. じん肺審査における遠隔画像診断ネットワーク構想2：労災疾病臨床研究事業：令和2年度統括・分担研究報告書. 2021. 3, p10-19
- (3)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）：令和元年度総合研究報告書. 2020. 3, p. 33-37

## H. 研究発表

### 1. 論文発表

- [1] Hayashi H, Ashizawa K, Takahashi M, Kato K, Arakawa H, Kishimoto T, Otsuka Y, Noma S, Honda S. The diagnosis of early pneumoconiosis in dust-exposed workers : comparison of chest radiography and computed tomography. *Acta Radiol*, 2021.

### 2. 学会発表

- [1] 橋本悠雅, 松廣幹雄, 鈴木秀宣, 河田佳樹, 大塚義紀, 岸本卓巳, 芦澤和人, 仁木 登: 3次元CT画像によるじん肺重症度の葉別粒状影解析, 電子情報通信学会技術研究報告医用画像. 2021, Vol. 121, No. 231, p. 28-30.
- [2] 松廣幹雄, 橋本悠雅, 鈴木秀宣, 河田佳樹, 大塚義紀, 岸本卓巳, 芦澤和人, 仁木 登: 3次元CT画像による3D-UNetを用いたじん肺症例の粒状影抽出, 呼吸機能イメージング研究会学術集会. 2022.
- [3] Hashimoto Y, Matsuhira M, Suzuki H, Kawata Y, Ohtsuka Y, Kishimoto T,

Ashizawa K, Niki N. Lobe-Specific Micro-Nodule Analysis of Pneumoconiosis Progression Using 3D CT Images, *SPIE Medical Imaging*, 2022, (to appear).

## I. 知的財産権の出願・登録状況

なし

## Ⅱ. 分担研究報告



## （1）じん肺の画像解析・CADの開発

研究分担者 仁木 登 （医用科学研究所 代表取締役）

### 研究要旨

じん肺は粉じんを吸入することによって生じる職業性呼吸器疾患である。我国において毎年約27万人の粉じん労働者がじん肺健康診断を受診している。このじん肺診断には単純X線写真が用いられている。本研究では3次元CT画像を用いて高精度・高効率なじん肺診断を可能にするために、3次元CT画像から粒状影を高精度に自動検出するじん肺診断支援システム（CAD）を研究開発した。

### A. 研究目的

本研究では、3次元CT画像を用いてじん肺診断支援システムの研究開発をする。第一に、3次元CT画像を用いて粒状影を葉別に高精度に半自動抽出し、粒状影の個数、大きさ、分布を重症度別に比較評価して定量的な病型区分を作成する。第二に、作成したじん肺画像データベースと3D U-Netを用いて3次元CT画像から粒状影を高精度に検出するじん肺診断支援システムを開発する。

### B. 研究方法

岡山労災病院と北海道中央労災病院から提供された3次元CT画像データベースを用いた。これは炭坑夫肺33症例（CT0/1-14例、CT1/0-14例、CT1/1-5例）と珪肺15症例（CT0/1-6例、CT1/0-7例、CT1/1-2例）であった。

（1）肺葉別じん肺CT画像データベース作成  
じん肺の粒状影を半自動抽出する。肺野条件（WW：1500、WL：-500）で右肺尖部から肺底部、左肺尖部から肺底部の順に粒状影を

半自動抽出する。読影者は1名または2名で行い、1人で読影した場合、期間を空けて2度読影をして作成した。2人で読影した場合は、各々の読影結果を合議制によって揃えて作成した。

#### （2）肺葉別粒状影の定量的病型区分

（1）のデータベースを用いて、肺葉別に粒状影の個数、大きさ、単位体積当たりの個数を評価して第0型0/1と第1型1/0、1/1に定量的に病型区分した。

#### （3）3D-U-Netによる粒状影抽出法

（1）、（2）のデータベースから肺葉別の粒状影、血管、胸壁の情報を多段的に用いて3D U-Netを学習した後に3次元CT画像から粒状影を高精度に抽出する手法を研究開発した。

### C. 研究結果

図1に炭坑夫肺の粒状影を大きさ別に分類した結果を3次元表示する。上から第0型0/1、下左が第1型1/0、右が第1型1/1である。重症度が上がるにつれ、粒状影数が多く、直

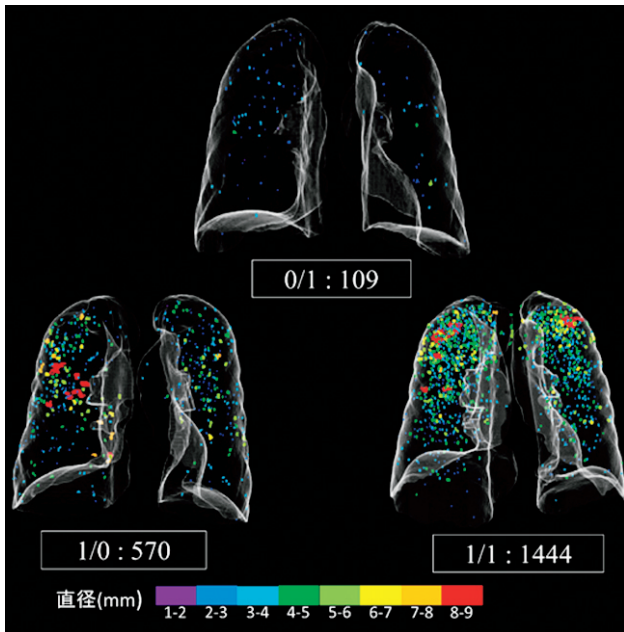


図1 粒状影の抽出結果

径も大きくなっていることが分かる。

図2に炭坑夫肺0/1と1/0の症例を肺葉別に分類した結果を3次元表示する。赤が右上葉、黄緑が右中葉、青が右下葉、紫が左上葉、黄色が左下葉となっている。1/1の症例において肺気腫が多い症例、中葉が変形している症例、分葉不全の症例において正確に分割できていない部分はマニュアルで補正をした。

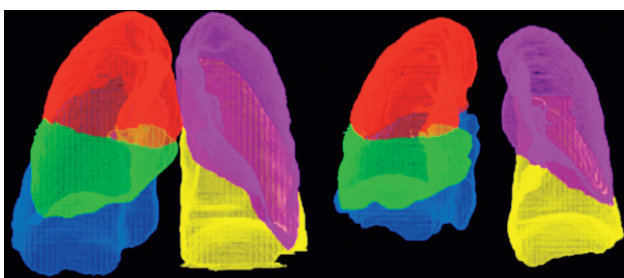


図2 肺葉分割ラベル

図3に炭坑夫肺と珪肺の症例を肺葉別に1 cm<sup>3</sup>あたりの各病型区分の粒状影数の平均値を示す。単位体積あたりの粒状影数は上葉が多く、中・下葉ではほとんど差がなかった。

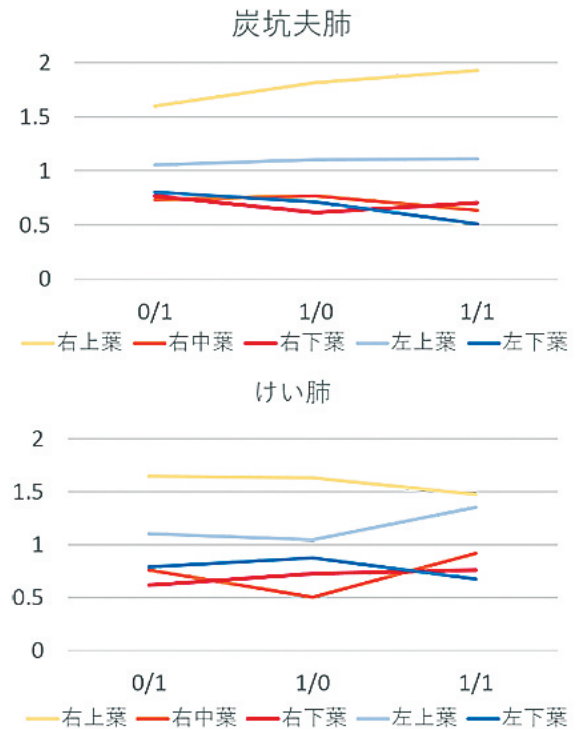


図3 1 cm<sup>3</sup>あたりの粒状影数の平均値

図4に炭坑夫肺と珪肺の全肺野と肺葉別の1 cm<sup>3</sup>あたりの各病型区分の粒状影数の比を示す。各葉においてほぼ一定であり、一様に増加していることがわかる。特に右上葉が1より大きく、中葉と下葉は1より小さかった。

3次元CT画像による3D-UNetを用いた粒状影抽出法をCT0/1とCT1/1の2症例の右上葉に適用した。CT0/1ではTP 16個、FP 1個、FN 2個、感度88.9%、適合率94.1%、CT1/1ではTP 92個、FP 1個、FN 8個、感度92.0%、適合率98.9%であった。図5に3D-UNetを用いた粒状影の抽出結果を示す。

#### D. 考察

重症度が上がるにつれて、粒状影の個数や直径が大きくなる。粒状影が300個以下で0/1、300~600個で1/0、600個以上が1/1となった。炭坑夫肺は小さい粒状影が多く、珪肺が炭坑夫肺と比べて大きな粒状影が多かった。

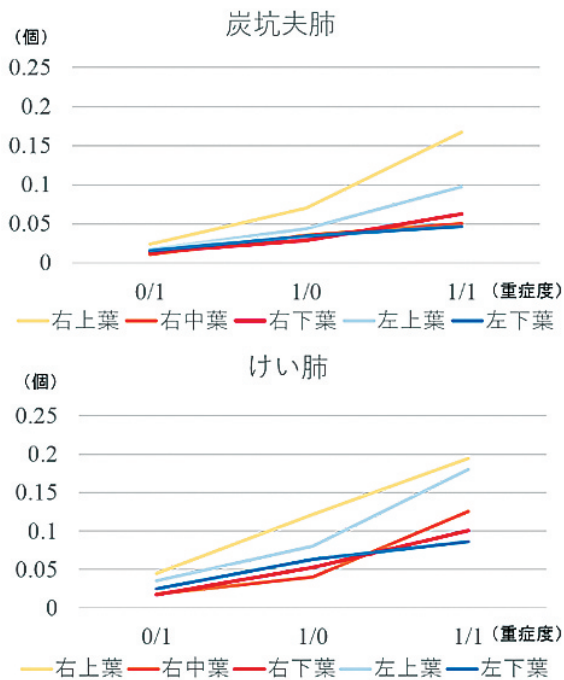


図4 全肺野と肺葉別の1 cm<sup>3</sup>あたりの粒状影数の比

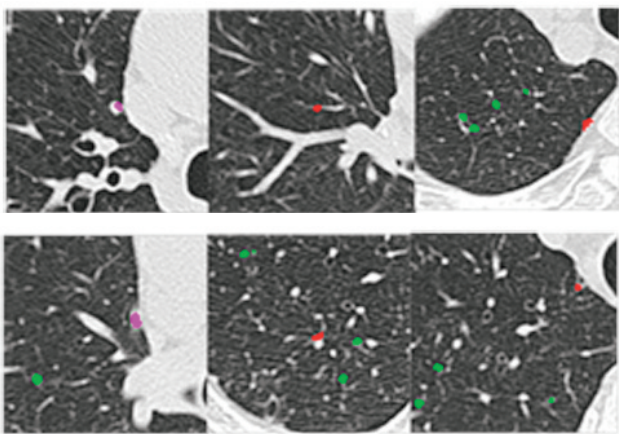


図5 3D-UNetを用いた粒状影抽出結果  
上部CT0/1、下部CT1/1 TPF~~P~~FN

各病型区分の症例を肺葉別に分けた単位体積あたりの粒状影数は上葉が多く中・下葉で少なかった。全肺野と肺葉別の1 cm<sup>3</sup>あたりの粒状影数の比より、重症度間で各肺葉の粒状影数の割合に変化はなく、粒状影は一様に増加している。

3D U-Netを用いた粒状影抽出法はFP・FNが少なく高性能な抽出結果を得た。FP、

FNは縦隔側にあるため、縦隔の情報を用いた学習が必要である。肺血管に接触した粒状影のFNがあるため、さらに改善が必要である。

## E. 結論

肺葉分割したデータベースを用いて、重症度別に単位体積あたりのじん肺の粒状影数と分布について調べた。重症度が高いほど全肺葉で粒状影数が多く、上葉が多かった。重症度間で各肺葉の粒状影の分布割合に差はなかった。じん肺の重症度の区分には粒状影数が重要であることが分かった。3D U-Netを用いて高精度に粒状影を抽出する手法を開発した。システム化することにより臨床現場で利用できる。

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

- [1] Hashimoto Y, Matsuhira M, Suzuki H, Kawata Y, Ohtsuka Y, Kishimoto T, Ashizawa K, Niki N. Lobe-Specific Micro-Nodule Analysis of Pneumoconiosis Progression Using 3D CT Images, SPIE Medical Imaging, 2022, (to appear).

### 2. 学会発表

- [1] 橋本悠雅, 松廣幹雄, 鈴木秀宣, 河田佳樹, 大塚義紀, 岸本卓巳, 芦澤和人, 仁木 登: 3次元CT画像によるじん肺重症度の葉別粒状影解析, 電子情報通信学会技術研究報告医用画像. 2021, Vol. 121, No. 231, p. 28-30.
- [2] 松廣幹雄, 橋本悠雅, 鈴木秀宣, 河田佳樹, 大塚義紀, 岸本卓巳, 芦澤和人, 仁木 登: 3次元CT画像による3D-UNetを用いたじん肺症例の粒状影抽出, 呼吸機能イメージング研究会学術集会. 2022.





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3年度）

## （２）じん肺画像診断テキスト～じん肺を正しく診断するためのポイント～ （冊子版）

研究協力者	西本 優子	（奈良県総合医療センター 放射線診断科 医員）
	丸山雄一郎	（浅間南麓こもろ医療センター 放射線科 部長）
	加藤 宗博	（旭労災病院 呼吸器内科 主任部長）
	兎島 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）
	鎌田 理嗣	（長崎大学病院 がん診療センター 医員）
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）
研究分担者	岸本 卓巳	（アスベスト疾患研究・研修センター 所長）
	高橋 雅士	（友仁山崎病院 病院長）
	林 秀行	（諫早総合病院 放射線科 診療部長）

### 研究要旨

本邦においてじん肺は過去の疾患と考えられがちであるが、粉じん作業労働者数は令和2年度でも58.2万人、じん肺健康診断受診労働者数は27.2万人と少なくない<sup>[1]</sup>。また、近年では溶接や歯科技工などにより発症する新たなじん肺が問題となっている。これらのじん肺を見逃さず、正しく診断するためには、じん肺審査に携わる専門医だけでなく、日常診療に従事する多くの医師が、じん肺の胸部単純X線所見を正しく理解する必要があると考えられる。

本研究では、じん肺審査に携わる専門医だけでなく、呼吸器内科医や放射線科医など、じん肺疾患を扱う可能性のある医師に広く活用していただくことを目的としてテキスト作成を行った。じん肺審査に携わる専門医には知識の整理や審査の場での参考資料として、じん肺を専門としない医師にはじん肺および鑑別疾患の画像所見を学習する参考書として、広く活用していただけることを切に願う。

### A. 研究目的

「じん肺画像診断テキスト～じん肺を正しく診断するためのポイント～（冊子版）」（以下、診断テキスト）を作成する。

その他のじん肺、珪肺の合併症、粒状影の鑑別疾患、石綿肺、不整形陰影の鑑別疾患とし、粒状影の診断にCTが有用であった症例も含めた。具体的な疾患名を下記に示す。

### B. 研究方法

#### 1) 診断テキストの疾患選定

テキストに掲載する疾患は、典型的な珪肺、

- ①典型的な珪肺：珪肺（1-4型の典型例）、
- ②その他のじん肺：溶接工肺、い草染土じん肺
- ③CTが有用であった症例：CTが粒状影の指摘に有用であった症例、粒状影を疑ったがCT

で肺気腫のみであった症例

- ④珪肺の合併症：原発性肺癌、気胸、肺結核
- ⑤粒状影の鑑別疾患：画像所見や疾患頻度を鑑みて、血行性肺転移、粟粒結核、非結核性抗酸菌症、サルコイドーシス、肺ランゲルハンス細胞組織球症（LCH）、非線維化性過敏性肺臓炎（HP）、びまん性汎細気管支炎（DPB）の8疾患とした。
- ⑥石綿肺
- ⑦不整形陰影の鑑別疾患：気腫合併肺線維症（CPFE）、特発性肺線維症（IPF）、線維化性（慢性）過敏性肺臓炎

## 2) 診断テキストの症例選定

厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業の平成26～28年度「じん肺の診断基準及び手法に関する調査研究」、および平成29年～令和元年「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」において収集した症例のなかから、合議により適切な症例を選出した（画像提供は、岡山労災病院、北海道中央労災病院、旭労災病院、長崎大学、岡山大学、滋賀医科大学、獨協医科大学、天理よろづ相談所病院）。これまで収集していなかった、珪肺の合併症、および不整形陰影の鑑別疾患などの症例については、岡山労災病院、天理よろづ相談所病院、長崎大学、諫早総合病院から提出された複数の症例をウェブ会議で供覧し、合議により適切なものを選出した。

## 3) 診断テキストの作成

テキスト作成は、研究分担者と研究協力者の全員で分担執筆することとした。図1と図2に見本ページを示す。

## 4) 診断テキストの構成

じん肺の画像診断に不慣れな医師であって

も、通読することでじん肺の画像診断を系統的に学習することができるように、疾患の配列は、珪肺の典型例、その他のじん肺、CTが有用であった症例、珪肺の合併症、粒状影の鑑別疾患、石綿肺、不整形陰影の鑑別疾患とした。冊子版はオーソドックスな並びにすることで、じん肺を専門としない医師にじん肺の画像所見を系統的に学習していただけるよう企図した。電子版テキスト（丸山論文）とあわせて学習することで、より深い理解が得られるものと期待される。

## C. 研究結果

全34症例の構成で総頁数109頁にて令和4年1月末に上梓となった。

## D. 考察

本邦において、じん肺は過去の疾患と考えられがちであるが、粉じん作業労働者数は令和2年度でも58.2万人、じん肺健康診断受診労働者数は27.2万人と決して少なくない。近年では溶接や歯科技工などにより発症する新たなじん肺も問題となっている。これらのじん肺を見逃さず、正しく診断するためには、じん肺審査に携わる専門医だけでなく、日常診療に従事する多くの医師が、じん肺の胸部単純X線写真所見を正しく理解する必要があると考えられる。

しかし、放射線科医である筆者の個人的な経験ではあるが、多くの若手放射線科医および呼吸器放射線診断を専門としない放射線診断医にとって、じん肺の胸部単純X線写真やCT画像の読影はさほど頻度の高いものではなく、遭遇した際に確実に読影できているとは言いがたいのが実情と思われる。労災病院などじん肺診療の基幹となる病院などで勤務経験のない医師の多くは、日常診療でまとまった「じん肺」症例を経験することが少な

く、見慣れていないことが影響しているのではないかと推測され、基本から学べる冊子が有益と考えられる。

またじん肺診療に携わる専門医においては、じん肺の型分類や他疾患との鑑別などで悩むこともあると思われ、その際に参考資料として活用できるテキストが必要と考えられる。

## E. 結論

「じん肺画像診断テキスト～じん肺を正しく診断するためのポイント～（冊子版）」の作成を目的とし、疾患と症例の選出を行った。冊子版と電子版のそれぞれの利点を生かして、じん肺疾患のエキスパートにも初学者にも、活用していただけるものと自負している。

またじん肺診療に携わる専門医においては、じん肺の型分類や他疾患との鑑別などで悩むこともあると思われ、その際に参考資料として活用できるテキストが必要と考えられる。

じん肺画像診断テキスト（冊子版）は、全34症例の構成で総頁数109頁にて令和4年1月に上梓となった。

## F. 参考文献

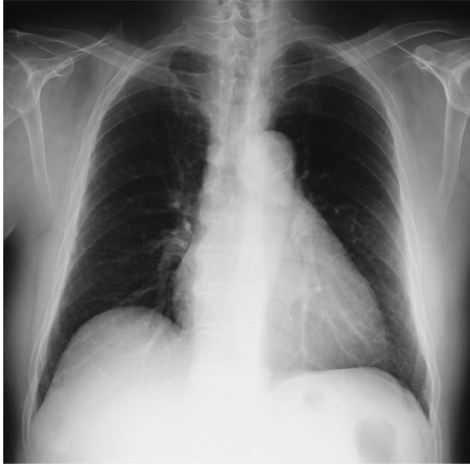
[1]厚生労働省労働基準局安全衛生部労働衛生課. 業務上疾病発生状況等調査（令和2年）第6表. 厚生労働省. 2021  
<https://www.mhlw.go.jp/content/11300000/000807700.xls>,（参照2022-1-20）

## G. 知的財産権の出願・登録状況

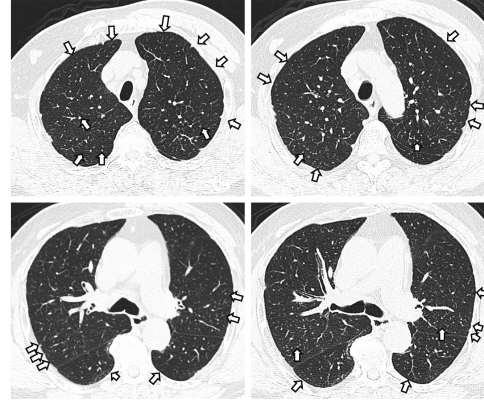
なし

症例 じん肺 粒状影 第1型 (1/0)

●60歳台 男性 ●炭坑29年



▲胸部X線  
両側肺野に少数の粒状影が認められる。粒状影の密度は第1型 (1/1) より少ない。



▲胸部CT  
肺野条件の薄層CTで、両側肺に少数の粒状影が認められる (矢印)。

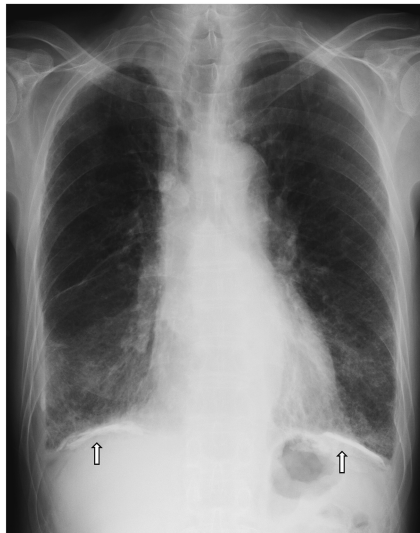
8

9

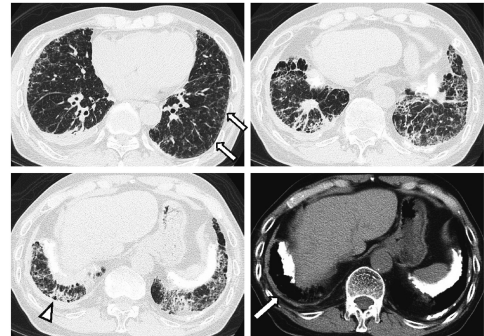
図1 見本ページ (珪肺)

症例 石綿肺

●80歳台 男性 ●鑑別：不整形陰影 第2型



▲胸部X線  
両側中下肺野優位の網状影、下肺野の容積減少が認められる。両側の横隔膜に沿って、石灰化胸膜プラーク (矢印) が認められる。



▲胸部CT  
肺野条件の薄層CTで、胸膜下に粒状影と胸膜下曲線状影 (矢印) が認められる。肺底部では索状影や小葉間隔壁肥厚 (矢頭) が確認される。縦隔条件で、両側横隔膜面に粗大な石灰化胸膜プラークが認められる。右側にはびまん性胸膜肥厚も認められる (矢印)。

82

83

図2 見本ページ (石綿肺)

### （3）じん肺画像診断テキスト～じん肺を正しく診断するためのポイント～ （電子版）

研究協力者	丸山雄一郎	（浅間南麓こもろ医療センター 放射線科 部長）
	西本 優子	（奈良県総合医療センター 放射線診断科 医員）
	鎌田 理嗣	（長崎大学病院 がん診療センター 医員）
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

冊子版の「じん肺画像診断テキスト～じん肺を正しく診断するためのポイント～」に添付する電子版テキストの役割を検討し、必要な技術的な課題を解決して、電子版テキストを作成した。

印刷書籍版のテキストでは、DICOM画像を適正に表示することは困難であるが、本電子版はDICOMビューアを内蔵したことで、DICOM画像を用いたじん肺画像の学習が可能となった。CT画像のページング表示や画像の拡大・縮小、階調変更などの画像操作、および電子書籍ならではの関連する項目への「ジャンプ表示」機能等を実装した。

DICOMビューア機能を持ったじん肺に関する電子書籍の上梓は、本邦初である。印刷書籍版と電子版の双方を合わせたテキストを出版することで、じん肺の画像診断に有用な情報提供を果たせる可能性があり、大きな意味を持つと考える。

#### A. 研究目的

「じん肺画像診断テキスト～じん肺を正しく診断するためのポイント～（電子版）」（以下「電子版テキスト」という）を作成する。

#### B. 研究方法

「電子版テキスト」を作成するにあたり、印刷書籍である冊子版のテキストに付加する電子版の役割を検討し、実現のために必要な技術的な問題点を明らかにする。

「電子版テキスト」作成上の課題を解決できる技術を有するソフト開発ベンダーを探し、システムエンジニアと解決策を検討し、電子版テキストを製作する。

#### C. 研究結果

印刷では適正な表示が困難なDICOM（Digital Imaging and COmmunications in Medicine）画像の胸部単純X線写真（以下「X線写真」とする）や胸部CT画像を、DICOM画像のまま表示可能な機能や、画像の拡大・縮小、階調変更などの画像操作ができることと、電子書籍ならではの「ページめくり」や関連する項目への「ジャンプ表示」などができることなどをソフト開発ベンダーへの要望内容とした。

日本肺癌学会や日本CT検診学会でソフト開発の実績のあるPSP株式会社（本社 東京）からソフト開発の同意を得た。

ベースとなるソフトは、PSP株式会社が販売しているEV Liteを用いた。DICOMビューアを組み込んだ電子版テキストの特性を生かし、冊子版ではできない情報提供を叶える画面展開を考えた。

図1に示すように、目次画面から自分が見たい症例をクリックすると、「症例解説画面」と「DICOMビューア画面」が展開する。症例解説画面内の「前の症例」「次の症例」ボタンを押すと、各症例の最初の画面に移動する。「目次に戻る」ボタンを押すと目次画面に戻るため、自分が見たい症例を選ぶこともできる。なお「前のページ」「次のページ」ボタンを押すと、「ページめくり」ができる。どの画面からも前後のページに移動すること、および、前後の症例あるいは目次に移動することができるようにした。またいつでも操作方法を確認できるように、すべての画面から操作マニュアルを参照できるようにした。

図2に示すように、症例の画面には症例の解説文とDICOMビューアが同時に開く。ビューア画面の左側には症例のX線写真、右側には同一症例の胸部CT画像などが表示される。連続薄層CT画像がある症例では、DICOMビューアの分割画面に水平断像とともに冠状断再構成画像を表示させた。X線写真とCT冠状断像を並べて表示することで、X線像の頭尾方向の病変の広がりについて、より理解が深まると考えた。冠状断再構成画像には水平断像のスライス位置を示す参照ラインも表示した。

図3に示すように、一般的なDICOMビューアの基本的な機能は実装しており、マウスあるいはキーボードを用いて、サイズの変更や大きさの計測、CT画像のページングなどが可能である。

図4に示すように、鑑別すべきじん肺標準X線写真や疾患名が入った「比較：○○○」ボ

タンを押すと、そのX線写真を画面右側に表示するようにした。当該症例と鑑別すべきじん肺標準X線写真や疾患のX線写真を並べて表示し、対比することで、より理解が深まると考えた。

画像データ量が約6.5GBであるため、参照時にその都度DVDから読み出す方式では時間がかかりすぎることから、インストーラーを使用して、ローカルドライブから起動する方式を採用した。

また、画像データの無断使用を避けるために、コピーの禁止を明記するとともに、DVD作成時に、DICOM画像ファイルをコピーして持ち出しても、他のDICOMビューアでは開かない処理を施して画像データの保全を図った。これにより、本DVDからローカルドライブにインストールされたDICOM画像は、本DVDに同梱するDICOMビューアでしか表示できない。

開発に使用したソフトであるEV Liteの制限により、動作するOSはWindowsに限られた。MacOSでは動作しない。

#### D. 考察

日本の電子出版を普及・発展させることを目的とし設立された一般社団法人日本電子出版協会（Japan Electronic Publishing Association：JEPA）<sup>[1]</sup>によれば、初期の電子出版の主要なコンテンツジャンルは、辞書、百科事典、マルチメディア系のものではあったが、最近では、コミックや文芸・読み物ジャンルが増加し、今後は、学習系や実用書系への拡大も期待されているという。医学書にもCD-ROMが添付されていたり、関連するWEBサイトに接続するためのアクセスキー番号が付属していたりするものもある。一方で、最近急速に多くの学術団体で学会雑誌の電子化が進み、印刷書籍としての「学会誌」

の発行が終了している。

電子出版は期待される分野であるが、酒井<sup>[2]</sup>は電子書籍の弱点の一つに量的な手ごかりが希薄なことを挙げている。印刷書籍は全体のどのあたりを読んでいるのかが、本の厚みによって視覚的にも触覚的にも常に把握できるのに対し、電子書籍は、ページ数の表示が唯一の手掛かりであり、感覚として掴みにくいことを指摘している。宮地<sup>[3]</sup>は、酒井の指摘を引用しながら「結論的に言えば、読書媒体としての『印刷書籍』の優位性は当面揺るがないだろう」と述べている。交互にページが交代する印刷書籍のリズム感は、理解力や記憶力を高め、手を動かして書き込みやマーキングがより簡単自由に行えることも脳に考えることを促すという。

今回、この研究班で「じん肺画像診断テキスト～じん肺を正しく診断するためのポイント～」を作成するに当たり、上述のような利点を持つ冊子版のテキストに、電子版のテキストを付加することによるメリットは何かを考え、それを実現させることを重視した。

いかに質の高い印刷技術を用いても、オリジナルのDICOM画像を必要十分に表示できないことは、画像診断に関する印刷書籍の限界である。一般的な電子書籍の中では、画像データはJPEG (Joint Photographic Experts Group) やBMP (Microsoft Windows Bitmap Image) などの汎用静止画像ファイル形式で保存されたものをPDF (Portable Document Format) 化して「ページめくり」をするような方式で表示するものが多いが、これでは、医用画像としてのDICOM画像が適切に表示されているとはいえない。特にじん肺においては、極めて微細な粒状影や不整形陰影について評価する必要があることから、電子書籍内にDICOM画像を表示させるDICOMビューア機能を保有し

ていることが、冊子版のテキストに対して「じん肺電子版テキスト」のメリットとなる。

現在、広く一般の医療現場においては、患者のX線写真やCT画像などの医用画像データがCD-ROMやDVD-ROMなどのメディアに保存され、診療情報として他の医療機関に提供されている。その際に、メディアには簡易DICOMビューアソフトが同封されることが多いが、その機能は提供された画像を単純に表示することに限定されており、「複数の症例ページをめくる」や「リンク先の画面に移る」といった機能で画像を表示させることは想定されていない。

そこで、今回作成する「じん肺画像診断電子版テキスト」では、前後の「ページめくり」、関連する項目への「ジャンプ表示」などができることや、各ページにおいて表示されるX線写真や胸部CT画像はすべてDICOM画像として保存されており、画面の拡大、病変の大きさの計測、ウインドウ幅やウインドウレベルの変更などのDICOMビューア機能を持ち備えていることが必須であると考えた。

ソフトの開発にあたっては、日本肺癌学会や日本CT検診学会で、肺がん症例のX線写真や胸部CT画像をウェブで配信するシステムの構築実績があるPSP株式会社に依頼し、システムの動作状況を確認しながら、ソフトの開発および製作を完遂することができた。

冊子版に比べ、電子版のデメリットは、見たい時にすぐに見ることができるわけではないことであろう。冊子版のテキストは、見たい時にいつでも本を開けば読むことができるが、電子版はPC端末を立ち上げて、ソフトを開く必要がある。さらに最も適切にDICOM画像を見るためには、医用画像用の高精細モニターに表示して観察する必要がある。医用画像用高精細モニターを備えたPC端末の整備も課題である。



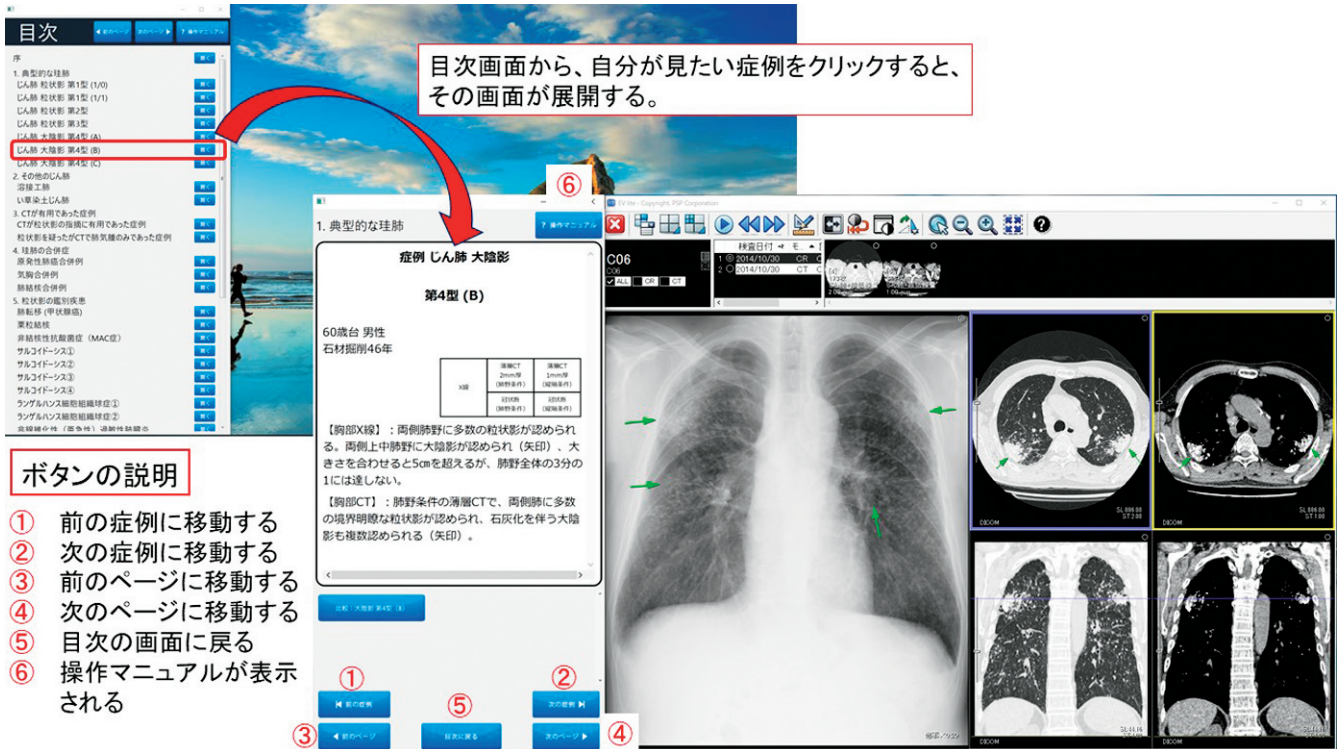


図 1

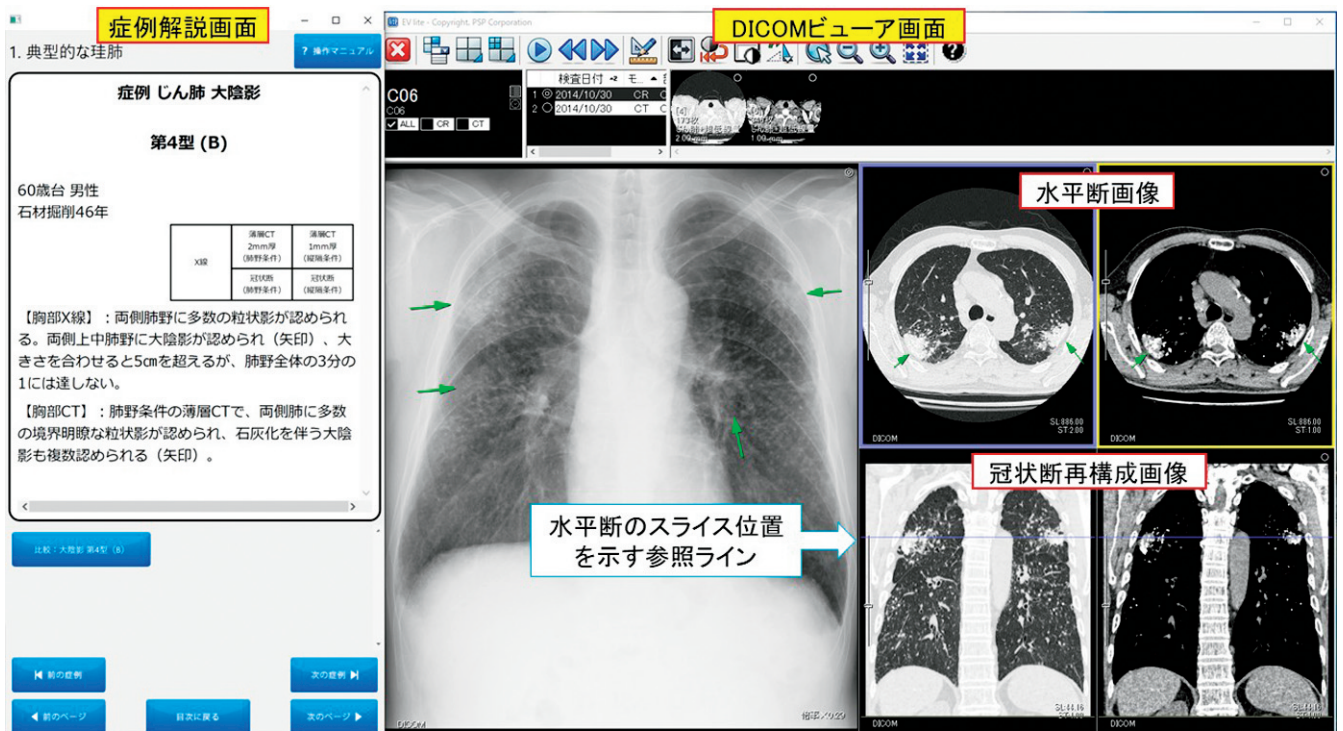


図 2

DICOMビューアの基本的な機能を実装しており、マウス・キーボードを用いて、サイズ変更、大きさの計測、CT画像のページングなどが可能。

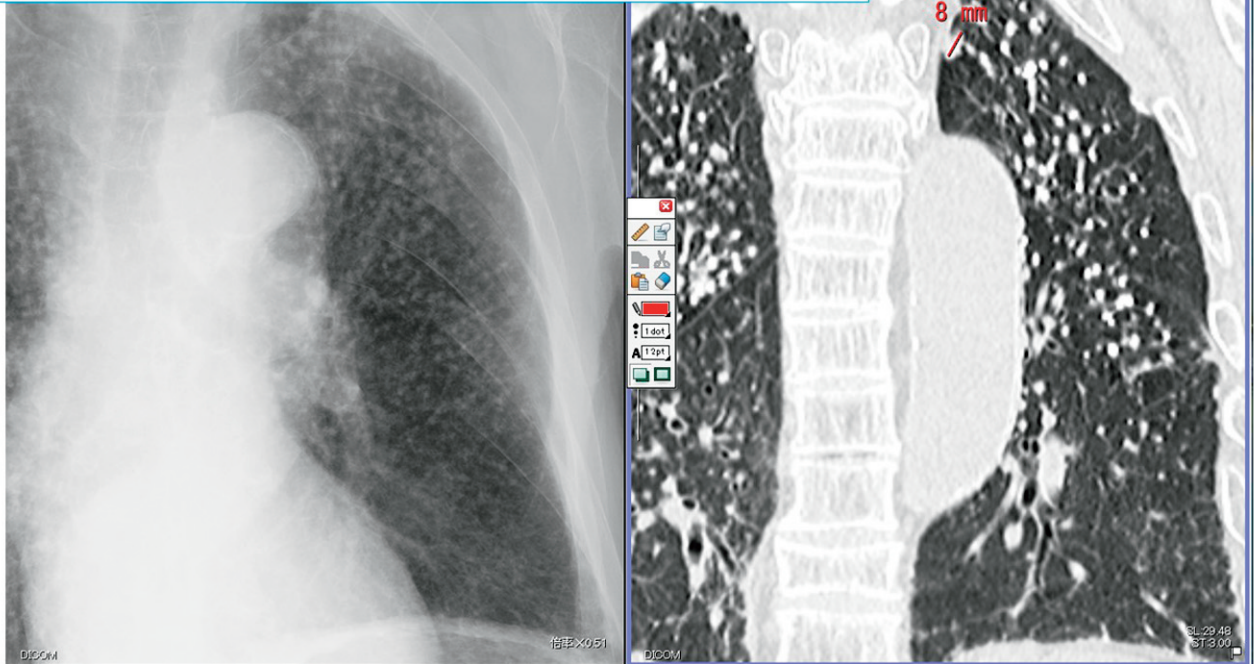


図 3



図 4

冊子版と電子版の「じん肺画像診断テキスト ～じん肺を正しく診断するためのポイント～」のメリット・デメリットを理解した上で、臨機応変に双方のテキストを活用していただきたい。

#### E. 結論

「じん肺画像診断テキスト ～じん肺を正しく診断するためのポイント～（電子版）」の企画を立案し、製作した。DICOMビューア機能を持ったじん肺に関する電子書籍の上梓は、本邦初である。冊子版と電子版の双方を合わせたテキストを出版することで、じん肺の画像診断に有用な情報提供を果たせる可能性があり、大きな意味を持つと考える。

#### F. 参考文献

- [1]一般社団法人日本電子出版協会. 電子出版とは. 日本電子出版協会 <https://www.jepa.or.jp/jepa/denshi/> (参照 2021-1-25)
- [2]酒井邦嘉、『脳を創る読書』Chapter 4 紙の本と電子書籍は何かどう違うか、実業之日本社. 2011; 133-160.
- [3]宮地忍、印刷書籍と電子書籍の将来に関する一所見、名古屋文理大学紀要. 2013; 13: 27-32.

#### G. 知的財産権の出願・登録状況

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3年度）

## （４）モニター導入状況に関する地方じん肺診査医アンケートの実施

研究協力者	児島 克英	（岡山大学病院 放射線科 助教）
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）
研究分担者	加藤 勝也	（川崎医科大学 総合放射線医学 教授）
	高橋 雅士	（友仁山崎病院 病院長）

### 研究要旨

労働局におけるじん肺管理区分の決定におけるモニター診断の導入促進や、じん肺に精通した臨床医の減少等に対応するための遠隔画像診断のネットワーク体制構想を検討する上で、地方じん肺審査におけるモニターの導入状況・使用状況や問題点の把握が必要である。平成30年のアンケート調査のフォローアップを含め、地方じん肺診査医にアンケートを行った。

### A. 研究目的

じん肺審査に関しては、平成23年1月21日付けの「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の報告書」に基づき、同年3月に厚生労働省よりじん肺標準エックス線写真集電子媒体版が出版され、じん肺審査に利用可能となっている。しかし、X線フィルムを用いた審査が行われている現状があり、モニター診断の普及が望まれる。

平成29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）では、平成30年に、地方じん肺診査医を対象に、「デジタル版じん肺画像とモニター導入に関するアンケート調査」を実施した。この時点では、モニター導入が19%にとどまっていた。

じん肺に精通した臨床医の減少・不足が問題となっており、これに対応するための遠隔

画像診断のネットワーク体制構想の検討を行っている。このためには地方じん肺審査におけるモニターの導入状況・使用状況や問題点の把握が必要である。

前回調査のフォローアップとネットワーク体制構想の検討のため、地方じん肺診査医にアンケートを行った。

### B. 研究方法

令和2年11月もしくは12月に開催されるじん肺診査医会でアンケートの回答をいただくように、全労働局にアンケートの送付を行った。

アンケート内容は、モニターの導入状況、モニターの審査での使用状況、じん肺審査での問題点、サポートの必要性についてである（資料1）。

（倫理面への配慮）

アンケート内容に侵襲性はない。内容は、個人情報を取り扱うものではない。

### C. 研究結果

令和3年5月18日時点で44労働局から回答があった（回収率93.6%）。

回答結果を下記に示す。

1. 半数強（55%）の労働局において診断用モニターが導入されている。
2. モニターが導入されているすべての労働局でDICOM規格準拠のビューアが導入されている。モニターはほとんどの労働局で3メガピクセル（資料2では3Mと記載）の解像度で、2面（あるいは相当）が用意されており、カラーモニターが多数（83%）である。キャリブレーションは3/4の労働局で行われている。導入年は令和2年導入の労働局が多いが、導入から10年程度経過した労働局もある。
3. 導入されているモニターの財源は、ほとんどが労災保険特別会計労災勘定との回答であった。
4. モニターで見ている画像は多く（83%）が胸部単純写真及びCTであり、残りは単純写真のみを見ているとの回答であった
5. 審査においてモニターとフィルムのどちらが審査しやすいかについては、モニターの方が良いが58%で、残りはいずれとは言えないであり、フィルムのほうが審査しやすいという意見はなかった。
6. 申請者の画像がフィルムであった場合、フィルムの標準写真と比べるのが64%で、電子媒体版のモニター表示と比較するのが20%、電子媒体版のフィルム出力したものとの比較が4%、フィルム版と電子媒体版のモニター表示併せての比較が5%との回答であった。申請者の画像をモニターで見ると場合には、電子媒体版のモニター表示と比べるのが41%でフィルムの標準写真と比べるのが32%であった。モニターの導入されていない2局から、デジタルデータの提出があった場合には汎用モニターで表示し参照しているとのコメントがあった。
7. 今後のモニターの導入予定は、令和3年導入予定が4労働局あった。現在導入されていない労働局の中で、導入に向けて検討したいか検討中が12局、導入の予定はないが4局であった。
8. モニター導入に関するご意見をいただいた。フィルム出力のできない施設が多くなっているとのこと指摘が4局からあった。またフィルムしか出せない施設への配慮を求めるコメントがあった。フィルムよりはモニターで見たいとのこと意見が2局、モニターへの統一の要望が2局からあった。操作面で、CD/DVDからの取り込みで時間がかかることに関しての指摘が2局からあった。モニターの経年劣化に伴う更新の必要性についての指摘があった。
9. じん肺審査全般に関する問題点についてご意見をいただいた。審査時にCT画像が欲しいという意見が9局からあり、そのうち4局からはCTを必須にしてほしいと意見であった。「0/1」と「1/0」の判断が難しいとの意見が3局からあった。これに関して、「0/1」と「1/0」の標準写真を増やしてほしいという意見があった。1/0に判定された症例が0/1になった場合の対応の困難さへの指摘が2局からあった。
10. じん肺の型分類を含めた判定において、じん肺に精通した医師による遠隔のサポートを必要とするかについては、39%の労働局からは是非必要あるいは可能であればとの回答を得た。その中では、判定の難しい症例でのサポートを希望する意見があった。中央からのサポートが可能であれば、型判

定を中央で行うことで審査の平準化が図れるのではという意見があった。

詳細な結果については資料2に示す。

#### D. 考察

調査時点で半数強の労働局において、モニターが導入されていた。令和3年度には更に多くの労働局に導入予定となっている。導入年の回答と併せて近年急速に導入が行われている。

モニターのキャリブレーションが行われていない労働局が1/4あった。導入後10年程度経過している局もあり、モニターの精度管理や計画的な更新にも検討、予算措置の必要があると考える。

モニターで単純写真を見るだけでなく、多くの労働局でCTも参照されていることが示された。モニターの方が審査しやすいという声が多く、フィルムのほうが審査しやすいとの意見はなかった。審査においてCTを求める声も多く、フィルム出力できない施設への対応を含めて、さらにモニター導入を進めることが望まれる。

標準写真の追加を求める声があり今後の検討課題と考える。

遠隔のサポートを望む声は4割程度の労働局からあり、地域による必要性の違いを含めて、ネットワーク体制構築の検討を進める必要がある。

#### E. 結論

前回調査のフォローアップとネットワーク体制構想の検討のため、地方じん肺診査医にアンケートを行った。令和3年5月18日時点で回答のあった44労働局からの回答をまとめた。

#### F. 参考文献

- [1]じん肺健康診断におけるエックス線デジタル撮影画像の活用に関する研究：厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業：平成19～21年度総合研究報告書. 2010. 3.
- [2]じん肺健康診断等におけるデジタル画像の標準化ならびにモニター診断および比較読影方法の確立に関する研究：厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業：平成22年度総括研究報告書. 2011. 3.
- [3]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：厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業：平成29年～令和元年度総合研究報告書. 2020. 3.

## モニター導入に関するアンケート

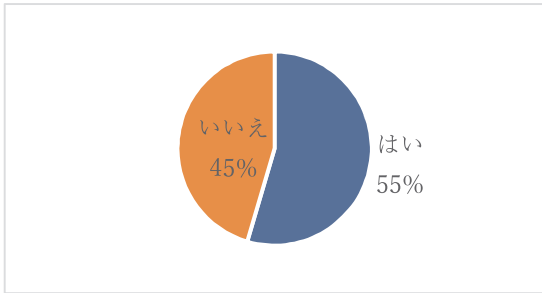
1. 貴局のじん肺診査において診断用モニターをすでに導入されていますか？
  - a. はい
  - b. いいえ (6. 以降をお答えください)
  
2. ご利用のモニターについてお伺い致します。該当項目を丸で囲んでください。詳細は「じん肺標準エックス線写真集」(平成 23 年 3 月)フィルム版及び電子媒体版の取扱いについて; 基安労発 0926 第 1 号(平成 23 年 9 月 26 日)をご参照ください。
  - ・ DICOM 準拠のビューワーを使用していますか: はい      いいえ
  - ・ モニターの個数: 1 面      2 面      2 面相当      2 面相当以上
  - ・ モニターの解像度(1 面あたり): 3 メガピクセル      2 メガピクセル  
1 メガピクセル
  - ・ モニターのカラー: モノクロ      カラー
  - ・ キャリブレーションの実施: している(輝度は保たれている)      してい  
ない
  - ・ 導入年:
  - ・ メーカー、型式をお知らせください:
  
3. 設置されているモニターの財源をお知らせください。
  
  
4. モニターで見ている画像を丸で囲んでください。  
胸部単純写真      CT      その他(      )
  
  
5. 審査においてモニターとフィルムの審査しやすさについて。
  - a. モニターの方が良い。
  - b. フィルムの方が良い。
  - c. いずれとは言えない。

6. 貴局でのじん肺型判定の方法を教えてください。
- ・受診者のエックス線写真はフィルムで、じん肺標準エックス線写真は  
 フィルム版をシャウカステンで見る。  
 電子媒体版の画像データをモニターで見る。  
 電子媒体版をフィルムに出力したものをシャウカステンで見る。
  - ・受診者のエックス線写真は電子媒体の画像データをモニターで、じん肺標準エックス線写真は  
 フィルム版をシャウカステンで見る。  
 電子媒体版の画像データをモニターで見る。  
 電子媒体版をフィルムに出力したものをシャウカステンで見る。
- その他 ( )
7. 今後のモニター導入の予定 (追加を含む) についてお尋ねします。
- a. 導入が決定している。(導入時期： 年 月 頃)
  - b. 導入の決定は未だであるが、導入に向けて検討したいあるいは検討中である。
  - c. 導入 (追加を含む) の予定は無い。
8. その他、モニター導入に関してご意見を記入ください。
9. じん肺の型判定などじん肺診査全般についてお困りのことがありますか。
10. じん肺の型分類を含めた判定において、じん肺に精通した医師による遠隔のサポートが可能となれば、サポートを必要とされますか。

是非必要    可能であれば求めたい    不要

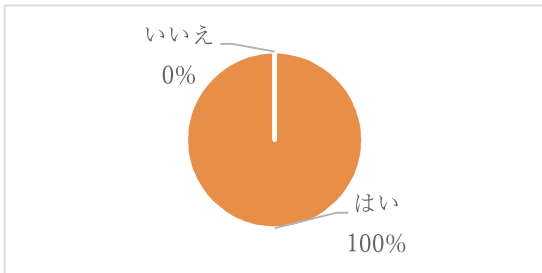


1. 貴局のじん肺診査において診断用モニターをすでに導入されていますか？

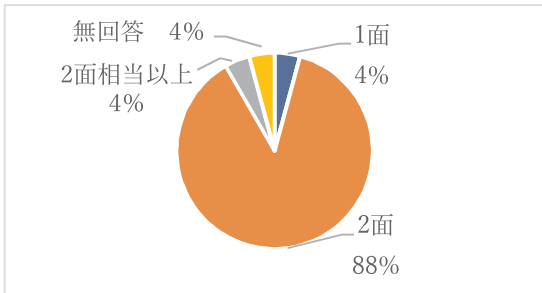


2. ご利用のモニターについてお伺い致します。

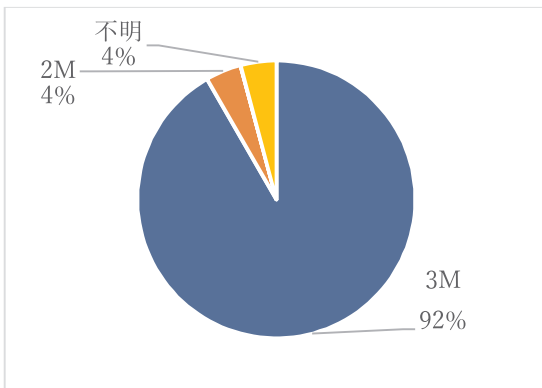
・DICOM 準拠のビューワーを使用していますか。



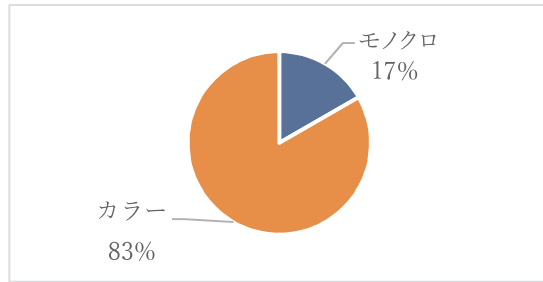
・モニターの個数



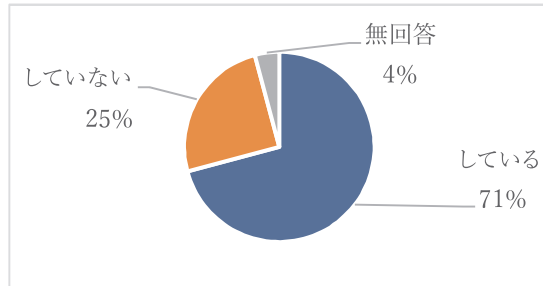
・モニターの解像度（1面当たり）



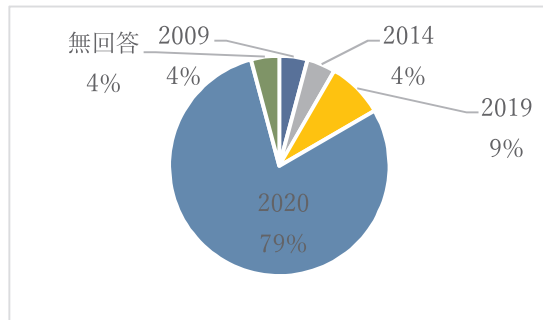
・モニターのカラー



・キャリブレーションの実施

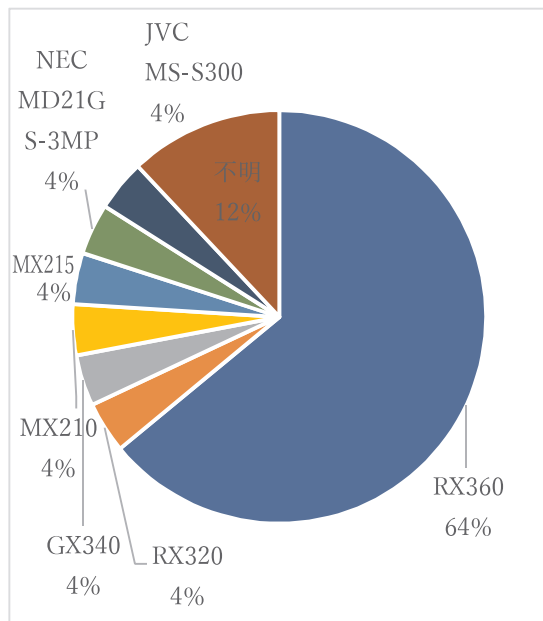


・導入年

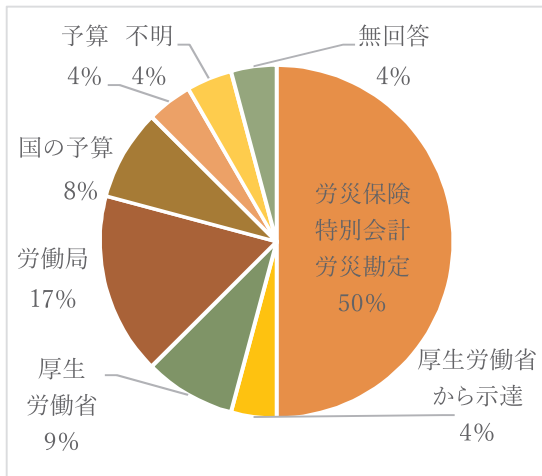


・メーカー、型式

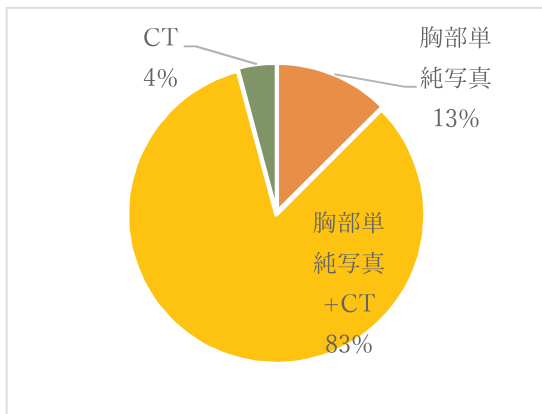
\*メーカー表記なきものはEIZO社



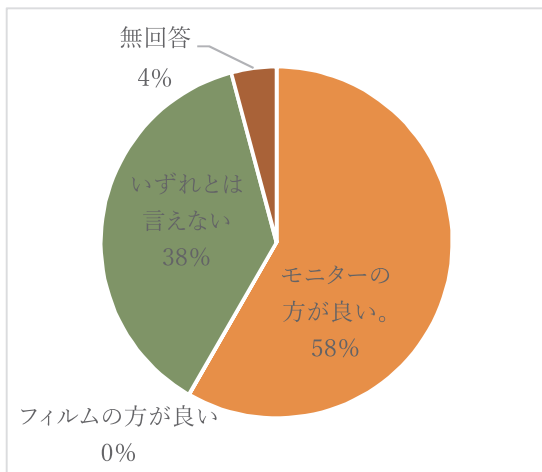
3. 設置されているモニターの財源をお知らせください。



4. モニターで見ている画像を丸で囲んでください。

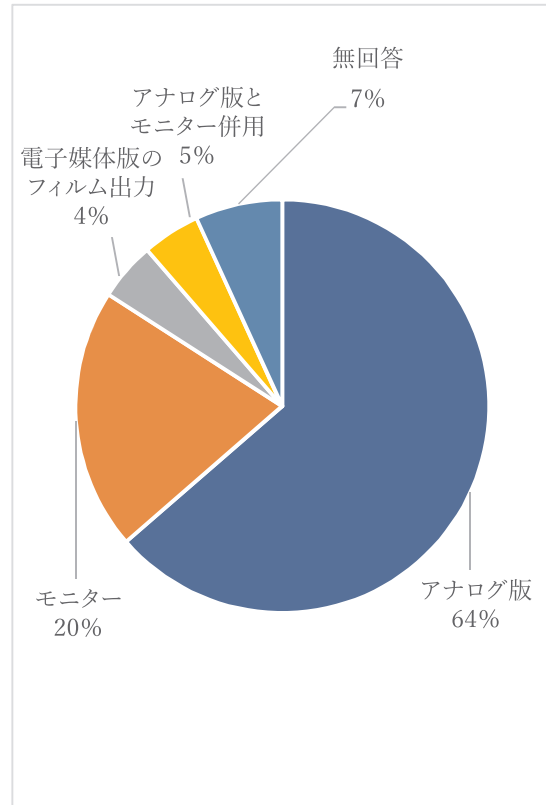


5. 審査においてモニターとフィルムの審査しやすさについて。

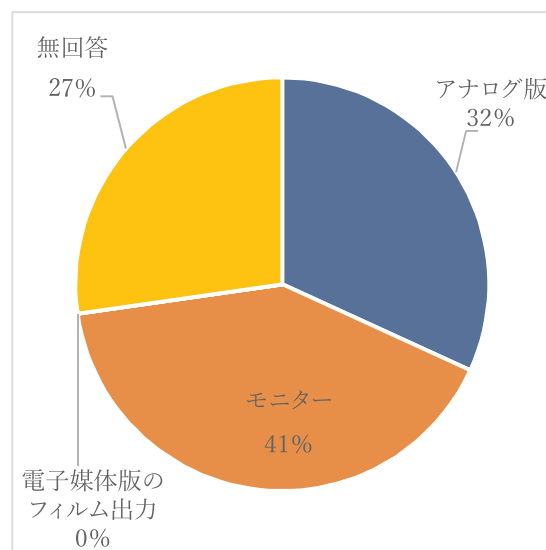


6. 貴局でのじん肺型判定の方法を教えてください。

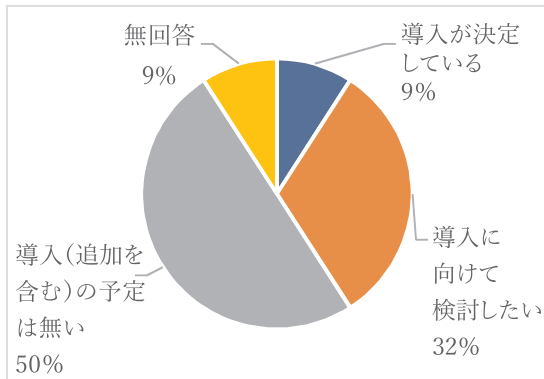
・受診者のエックス線写真はフィルムで、じん肺標準エックス線写真は



・受診者のエックス線写真は電子媒体の画像データをモニターで、じん肺標準エックス線写真は



7. 今後のモニター導入の予定（追加を含む）についてお尋ねします。



8. その他、モニター導入に関してご意見を記入ください。

- ・フィルム出力のできない施設が多くなっているとのこと指摘が4局。
- ・早期導入を希望が3局。
- ・フィルムよりはモニターで見たいとのご意見が2局。
- ・CD/DVDからの取り込みに時間がかかることに関しての指摘が2局。
- ・モニターへの統一の要望が2局。
- ・モニターの精度管理の必要性についてが2局。

その他、各1局から

- ・フィルムしか出せない施設への配慮が必要。
- ・ビューア操作が難しい。
- ・デジタルデータでの提出に関して、画質が悪いものがある。
- ・モニターが3面必要。
- ・モノクロモニターが望ましい。

9. じん肺の型判定などじん肺診査全般についてお困りのことがありますか。

23労働局から回答をいただいた。

- ・審査時にCTが欲しいという意見が9局うち、必須にしてほしいが4局

- ・「0/1」と「1/0」の判断が難しいが3局。
- ・一度1/0以上になった例が0/1以下になった場合の対応が難しいが2局。

その他、各1局から

- ・CTの所見を用いても良いのではないか。
- ・他の疾患の影響の有無等をどう評価するか難しいケースがある。
- ・電子媒体版の標準X線写真は、あまり普及していないようです。
- ・標準X線写真を更新して欲しい（特に石綿関係）。

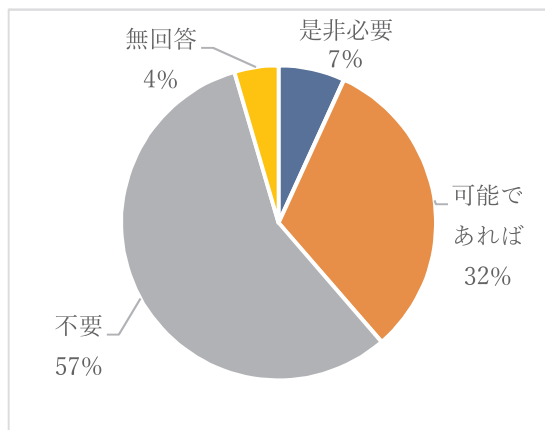
- ・標準X線写真（電子媒体版の標準X線写真）に「0/1」と「1/0」が数パターンあると助かります。

- ・じん肺審査用の撮影条件の改定が必要ではないか。

- ・じん肺診査医が都合により審査会に出席できない場合があり、それに対するバックアップ体制がない。

- ・審査前にデータ供覧ができるようにしてほしい。匿名化して回覧による読影、審査を可能にしてほしい。出勤不要にしたほうがよい。

10. じん肺の型分類を含めた判定において、じん肺に精通した医師による遠隔のサポートが可能となれば、サポートを必要とされますか。



## （5）じん肺審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）  
研究協力者 丸山雄一郎 （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

医療画像のデジタル化の進行、今後のじん肺罹患数が減ることによるじん肺に精通した地方じん肺診査医の減少と地方じん肺審査件数減少などを背景とし、遠隔画像診断システムを用いた都道府県同士を結ぶネットワーク体制構築の有用性について検討した。各地方労働局への高精細モニター導入とともに、デジタル画像を用いた地方じん肺審査の通常化が進むと考えられ、さらに各地方のじん肺診査医、さらには中央じん肺診査医を結んだ、じん肺審査に関するコンサルテーションシステムやオンライン研修導入により、じん肺審査の質と効率の向上を図る必要がある。

### A. 研究目的

近年、医療画像のデジタル化が進んでいる。国の施策の影響もあり、ある程度の規模の地域基幹病院ではフィルム運用はほぼなくなっているのが現状である。しかし、地方じん肺審査は多くの地方局でフィルムを用いて行われているため、審査用の胸部単純写真を提出する病院側の負担と提出画像の画質劣化は地方じん肺審査における大きな問題となってきたが、高精細デジタルモニターの地方労働局への設置が進み、ほぼ全都道府県でデジタル画像を用いたじん肺審査も可能となっている。ただ、じん肺患者の減少とともに、じん肺審査を担当する各都道府県の地方じん肺診査医のじん肺疾病に対する経験不足が進み、地方じん肺診査医のレベル担保と人員自体の確保が難しくなっている現状が依然ある。

本研究班では、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について前年度報告書を作成した。今回は、最新の状況を踏まえた、遠隔画像診断システムの概要を示し、その利用案を提案することが目的である。

### B. システムの概要

本研究班で提案する遠隔画像診断ネットワークとは、地方じん肺審査を行う各地方労働局と中央じん肺診査医会が行われる厚生労働省を相互にネットワークで繋いで、じん肺審査、コンサルテーション、オンライン研修などを施行するものである。ベンダーによって多少の違いはあるが、各地方局に高精細読影モニターが設置されたことを踏まえて、クラウド上または各地方局や厚生労働省にじん

肺画像サーバとこれを用いたネットワークを設置し、地方じん肺審査画像を集積し、コンサルテーションやじん肺審査を行う。このサーバと各地方労働局をVPN、暗号化などを使用したセキュアな回線で接続し、各地方労働局が相互に地方じん肺審査用に提出された画像を確認出来るようにするためのネットワークである。その具体的なシステム構築は前年度までの報告書に記載の通りである<sup>[1, 2]</sup>。

画像以外の肺機能検査結果、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）などの現状では紙ベース運用がなされているものについては、可能なものはスキャンや提出書類そのもののデジタル化を図り、難しい場合は文書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)」を用いて、Zoom、Web-EX、Teamsなどのウェブ会議システム上で、共有呈示することで、遠隔審査でも、申請者のデジタル画像以外の情報も確認することができるようにし、審査、コンサルトを行うことが可能となる。

### C. 本システムの運用について

地方じん肺審査は現在、各地方労働局で独立して行われているが、本システムを用いて、各地方労働局や厚生労働省をネットワークで結び、

- ①各地方労働局での地方じん肺審査に、他地域のじん肺に精通した医師や中央じん肺診査医がオブザーバーとしてウェブを介し同時に審査に加わる。
- ②地方じん肺審査で問題となった症例について、①と同様に他の地方じん肺診査医または中央じん肺診査医にコンサルトを求め、

その意見を元に管理区分を決定する。

- ③新規申請症例、地方じん肺審査会での問題症例など一定の条件を満たす症例について、じん肺症例数が多く、じん肺診療の経験が豊富な医師によるブロックセンターを作り、そこに一旦症例を集積し、じん肺に精通する複数人の医師によるウェブ判定会にて判定意見を決定し、地方局で最終的に管理区分を決定する。

などが遠隔画像診断ネットワークを用いた地方じん肺審査の運用案である。

いずれの案においても、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、厚生労働省に参集すること無く、遠隔画像システムと書画カメラで紙媒体のアナログ情報を共有し、ウェブ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も可能となる。

また、遠隔画像診断ネットワークシステムを用いることにより、近年じん肺疾病に精通している医師が減少していることに対する対策としての、オンラインでの地方じん肺診査医研修が各地方局において容易に施行可能となる。

### D. 今後の課題

このネットワーク遠隔画像診断システムを用いた地方じん肺審査を都道府県ごとの差異無く実施する障壁となっていた、全都道府県への審査用高精細モニター配置はほぼ完了したため、今後は審査提出画像のデジタルへの一本化が課題となってくる。基幹病院のフィルムレス化はほぼ終了しているが、その他一般病院ではまだまだフィルム運用の施設が

残っており、完全デジタル化は医師の高齢化、導入費用の発生などの問題により難しいことが予想される。

また、じん肺に精通した医師がいる地域の労働局をブロックセンター化する際に、全国をいくつのブロックに分けるかが難しい。地域でブロック化にするのではなく、じん肺診査医の熟練度やじん肺への精通度に基づいた、高次ブロックセンターでの審査を加えていくことも一案となる。

## E. 結論

医療画像のデジタル化の進行、じん肺に精通した地方じん肺診査医の減少に対する対策として、全地方労働局に読影用の高精細デジタルモニター設置がほぼ完了した現状を踏まえ、遠隔画像診断システムを用いた都道府県同士を結ぶネットワーク体制構築を検討する段階に入っている。これにより、各地方じん肺診査医、さらには中央じん肺診査医を結んだ、コンサルテーションシステムやウェブ審査の導入、地方じん肺診査医の診断能向上のためのオンライン研修導入などを検討し、じん肺審査の質と効率を向上させていく必要がある。

## F. 参考文献

- [1]加藤勝也. じん肺審査における遠隔画像診断ネットワーク構想1：労災疾病臨床研究事業：令和2年度統括・分担研究報告書. 2021. 3, p7-9
- [2]丸山雄一郎. じん肺審査における遠隔画像診断ネットワーク構想2：労災疾病臨床研究事業：令和2年度統括・分担研究報告書. 2021. 3, p10-19

## G. 知的財産権の出願・登録状況

なし



## （6）じん肺審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	（浅間南麓こもろ医療センター 放射線科 部長）
	加藤 勝也	（川崎医科大学 総合放射線医学 教授）
	児島 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

胸部X線写真の撮影装置のデジタル化やフィルムレス化に伴い、今後のじん肺審査はデジタル画像が主流になると予測されている。令和3年度までに、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」が導入された。そこで、情報通信機器を活用して、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等の業務改善に資する「遠隔じん肺審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、ウェブ会議システムと連動して使用する。

活用案として、以下の3つを提案する。

1. じん肺読影に精通した医師による地方じん肺審査の遠隔サポートである。判定に苦慮するケースに遭遇した際などに、じん肺読影に精通した医師が遠隔サポートする仕組みを構築したい。
2. 地方じん肺診査医の判定の平準化のために、「オンラインじん肺診断技術研修」をウェブで開催する。DICOM画像表示、ウェブ会議システム、eラーニングフォームの利用により、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。
3. 中央じん肺診査医会をオンライン画像参照による遠隔会議として開催する構想を提案する。

### 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審査も待望されている。

じん肺審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審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、インフラストラクチャーを整備すればよいかを考案する。併せて、遠隔じん肺審査に係る課題や問題点を明らかに



する。

### C. 研究結果および考察

じん肺審査においては、従来のX線フィルムによる胸部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。胸部X線写真の撮影装置のデジタル化やフィルムレス化に伴い、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、今後のじん肺審査はデジタル画像が主流になると予測されており、すでに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胸部エックス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)<sup>[1]</sup>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）及びビューア（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/m<sup>2</sup>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胸部X線写真の画像データと、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）「じん肺審査におけるモニター読影ソフトの構想に関する研究」（研究代表者 芦澤和人）において、著者らは、3MP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（PAXiS-じん肺ビューア）」(図1)を考案した<sup>[2]</sup>。

今回我々は、このシステムが厚生労働省および全国の地方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、じん肺審査を広域的に行う仕組みを考案した。研究開始時は、じん肺読影システム端末が導入されている地方局は少なく、短期間に全国47地方局に導入されるとは想像していなかったが、令和3年度までに「じん肺用DICOMビューアシステム端末」が、厚生労働省および地方労働局に配備された。我々の当初の予測とは異なる速度で読影端末が整備されたことで、全国規模で遠隔読影を行うために必要なネットワークインフラストラクチャーの一部が構築されたと考えている。

以下にそのネットワークの活用案を3つ提案する。

#### 1. じん肺読影に精通した医師による地方じん肺審査の遠隔サポート

各労働局におけるじん肺管理区分の決定を行うにあたり、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。本システムを用いて、じん肺読影に精通した医師が地方じ

ん肺審査の遠隔サポートを行う概念図を図2に示す。

厚生労働省および地方局に導入された「じん肺用DICOMビューアシステム」は、地方労働局ホームページの入札情報よりじん肺読影システムの入札状況を参照すると、著者らが開発した「じん肺用DICOMビューアシステム（PAXiS-じん肺ビューア）」をキッセイコムテック株式会社（本社・松本市）が製品化したシステムが、85%超であった。

遠隔じん肺審査ネットワークシステムの構成に必要な地方労働局読影端末の概要を図3に示す。本システムに画像登録処理用ソフト（PAXiS-Importer）を追加することで、地方局の端末からオンラインで画像サーバに画像登録処理を行うことができる。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。

じん肺読影に精通した医師による地方じん肺審査の遠隔サポートを受けたい場合、地方局は、申請された労働者の胸部X線の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、専門家の最寄りの地方労働局で当該症例のDICOM画像を参照しながら、地方じん肺診査医に意見を述べることができる。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。

遠隔じん肺審査ネットワークシステム構成図（案）を図4に示す。ネットワークの中で画像データを扱う上で、課題を整理しておく必要がある。

じん肺法第14条では、都道府県労働局長は、じん肺管理区分決定後、遅滞なく、X線写真その他の物件の返還が必要となっている。従って、画像データは、管理区分決定までの一時保管が原則であるので、画像の手動あるいは自動削除できる機能が必要となる。保存方法にはデータベース（DB）を構築して一括管理する方法と、Network Attached Storage（NAS）方式でフォルダ管理する方法が考えられる。DB化すれば登録後一定期間経過したら削除するなど削除の自動化が可能であるが、構築費用は高価となる。NAS方式の構築費用は安価であるが、フォルダ管理を各労働局担当者が行う必要があり、煩雑である。全国の労働局から画像データが登録されるため、他局で登録した画像を許可なく閲覧できないロック機能は必要である。また、画像データの分散化を防ぐため、地方局の読影端末には画像データ自体はダウンロードできないようにし、閲覧のみに限定することが望ましい。

実際の遠隔サポート時の閲覧方法であるが、通信回線は「インターネットVPN」または「IP-VPN」でセキュリティを確保することが必須である。胸部X線写真1枚の表示時間は、2～6秒程度と想定されるが、各局が使用する通信回線速度のスペックに依存する。一般的にはIP-VPNのほうがインターネットVPNより高速に表示できるが、遠隔会議システムを併用する運用を考えると、インターネットVPNの方がメリットは大きい。

システム構築時には、将来的に想定される高速通信環境（5G、6G）で高精細モニターを画面共有する運用を考慮したシステム環境整備が望ましい。

3MP高精細医療用モニター2面を画面共有することは、既存の回線通信速度では現実的でない。複数の労働局の端末から、一括管理されている画像サーバに同時にアクセスして、それぞれの端末で画像を表示して閲覧する方式であれば可能と考える。

キッセイコムテック社以外の「じん肺用DICOMビューアシステム」が導入されている地方局においても、既存のPCにキッセイコムテック社の画像登録処理用ソフト（PAXiS-Importer）および画像参照用ソフト（PAXiS-じん肺ビューア）を追加すれば、ハード機器はそのまま使用できる。

このような、複数の労働局間でのじん肺審査の遠隔サポートを円滑に行うためには、ウェブ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。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、胸部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、円滑な審査が遂行できない。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、ウェブ会議システムを

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、専門家の遠隔サポートを受ける際も、申請者の情報を共有することができる。表示だけでPDF等のファイルは発生していないので、データの散逸、破棄の確認等、データ管理の懸念はない。

遠隔サポートを担当する医師の確保や日程調整等も課題となる。必ずしも地域にこだわる必要はなく全国規模でも遠隔サポートは可能だが、地域性を考慮して地域担当を割り当ててもよい。全国を8か所ほどのブロックに分けて、各地区にじん肺読影に高い見識と経験を持つ医師を配置するのも一つの方策である。各ブロック内の地方局で開催される審査会とじん肺読影に精通した医師が所属する地方局をウェブ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、専門家の意見を参考にしながら、地方じん肺審査を行うことができる。地方局でのじん肺審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られる。

## 2. オンラインじん肺診断技術研修の実施

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胸部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。一般的なウェブ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」が配備されたことで、現行の「じん肺診断技術研修」の内容を担保する研修会を、ウェブ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5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、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ウェブ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、講師の指示に従って、受講者は「じん肺用DICOMビューアシステム」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、5Gあるいは6Gが普及し、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。

### 3. 中央じん肺診査医会をオンライン画像参照による遠隔会議として開催

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、ウェブ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に示す。

新型コロナウイルス感染拡大に伴い、対面での会議の開催が難しくなっている。中央じん肺診査医会も遠隔会議としての開催が期待されるが、審査対象のDICOM画像の参照と意見交換を両立させることが課題である。上記の「オンライン画像参照による遠隔会議」が望ましいが、直面する必要性を考慮すると、図7に示すように、全国地方局に配備された「じん肺用DICOMビューアシステム」を活用して、中央じん肺診査医会を「オフライン画像参照による遠隔会議」として開催することも可能と考える。ただし、開催までの事務方の準備作業の煩雑さを考慮すると、ネットワークシステムが構築されるまでの暫定的な運用と考えるべきである。

## D. 結論

遠隔会議で実施する遠隔じん肺審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ビューアシステム」をネットワークで接続し、ウェブ会議システムと連動して使用する。

第1は、じん肺読影に精通した医師による地方じん肺審査の遠隔サポートである。判定に苦慮するケースに遭遇した際などに、じん肺読影に精通した医師が遠隔サポートする仕組みを構築したい。

第2は、オンラインじん肺診断技術研修の実施である。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」をウェブで開催する。一般的なウェブ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ビューアシシステム端末」が配備されたことで、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。

第3は、中央じん肺診査医会をオンライン画像参照による遠隔会議として開催する構想である。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、ウェブ会議システムにて意見交換などの審議が行える。

令和3年度までに、全国すべての労働局にじん肺読影端末が配備された。この読影システムをネットワークでつなぐことで、中央じん肺診査医及び地方じん肺診査医の業務改善に資する仕組みが構築されることを期待する。

## E. 参考文献

- [1]厚生労働省労働基準局安全衛生部労働衛生課. 村田喜代史(座長)他. 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). 厚生労働省. 2011. 1. 21. <https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000010tq4.html>, (参照2022-1-25)
- [2]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)総合研究報告書. 2020. 3, p. 33-37.
- [3]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編. 2019. 8. 1, p. 32-33.

## F. 知的財産権の出願・登録状況 なし

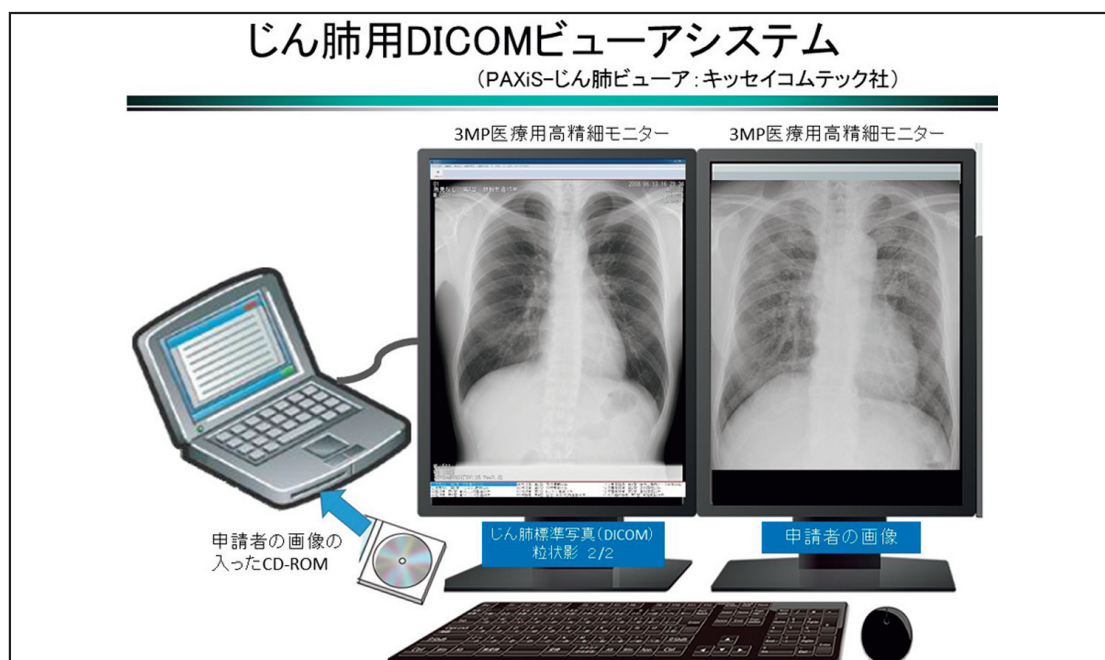


図 1

## じん肺読影に精通した医師による遠隔サポート

- ・ じん肺読影に精通した医師とネットワークシステムでつなぎ、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
  - ・ 必ずしも地域にこだわる必要はなく全国規模でも遠隔サポートは可能だが、地域性を考慮して地域担当を割り当ててもよい。
  - ・ 遠隔サポートする医師の確保や日程調整等は課題

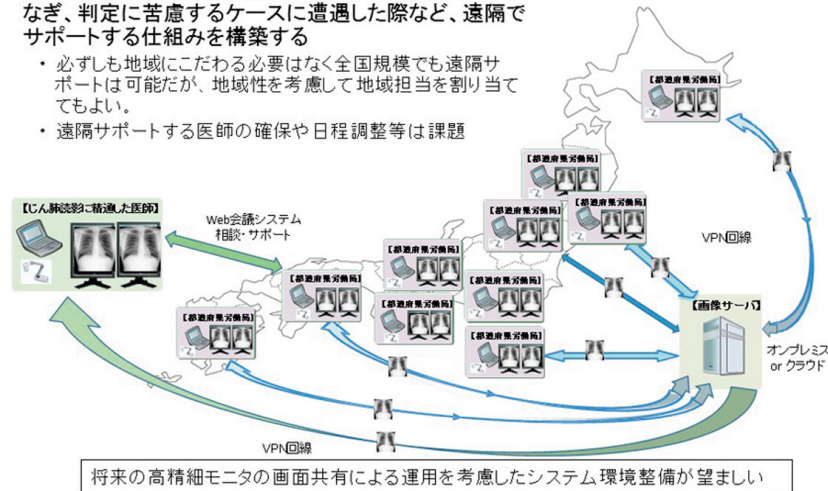
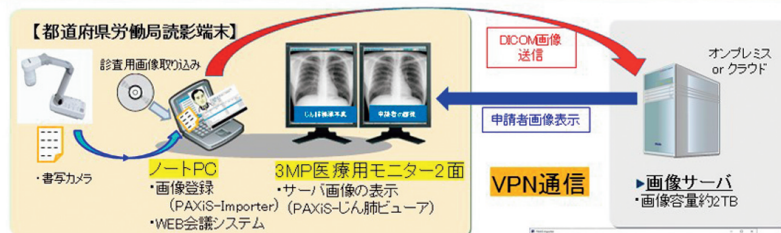


図 2

## 遠隔じん肺診査ネットワークシステム構成に必要な 地方労働局読影端末の概要



- 画像登録処理 (PAXIS-Importer)  
画像登録処理を利用し、サーバに画像送信を行う。  
1) 端末毎に、地域コードを事前設定  
2) じん肺審査のDICOM画像を開く  
3) 患者IDの先頭に、地域コードを付加して画像送信  
※ 読影端末にて、画像登録処理を動かすことも可能。

- 画像参照 (PAXIS-じん肺ビューア)  
・ 地域コード等で検査リストの絞り込みを行い、該当患者の画像を表示、じん肺標準写真を比較して表示  
・ ログイン権限に応じて、検査リスト(画像)の手動削除可能  
・ 他局で登録した画像を、許可なく閲覧できないロック機能



図 3

## 遠隔じん肺診査ネットワークシステム構成図(案)

### ・オンプレミス or クラウド画像サーバの構築

- ・クラウドサーバによる画像の集中管理(データベース構築)
- ・インターネットVPN(≫ IP-VPN)環境
- ・将来的には高速通信環境(5G、6G)で高精細モニタ2面の画面共有も想定
- ・各労働局の読影端末ノートPCから画像サーバにDICOM画像を送信
- ・各労働局の読影端末でサーバ内のDICOM画像表示が可能
- ・閲覧許可を得れば、他労働局が登録したDICOM画像の表示可能
- ・画像データの分散化を防ぐため、地方局の読影端末にはダウンロードしない方式

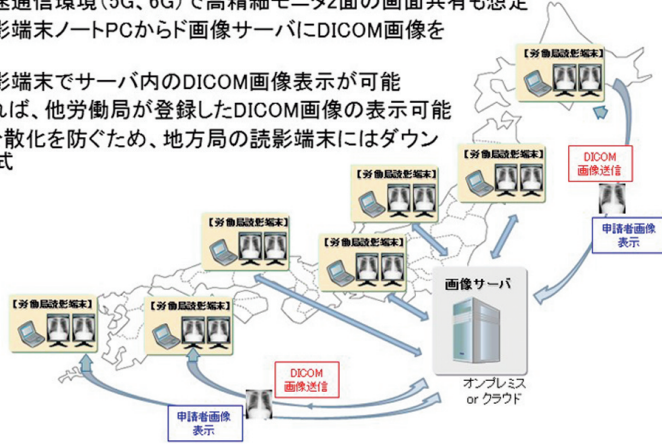


図 4

## オンラインじん肺診断技術研修概念図

- ・講師、受講者ともに、最寄りの地方局の読影端末を使用
- ・受講者は、地方局のじん肺ビューアで、事前に画像サーバ内にある「読影実習症例」を閲覧して演習を行い、回答する
- ・講義スライドをWeb会議システムで視聴しながら、講師の指示に従い、読影実習症例のDICOM画像とじん肺標準エクス線写真DICOM画像を高精細モニタで観察し、解説を聞く

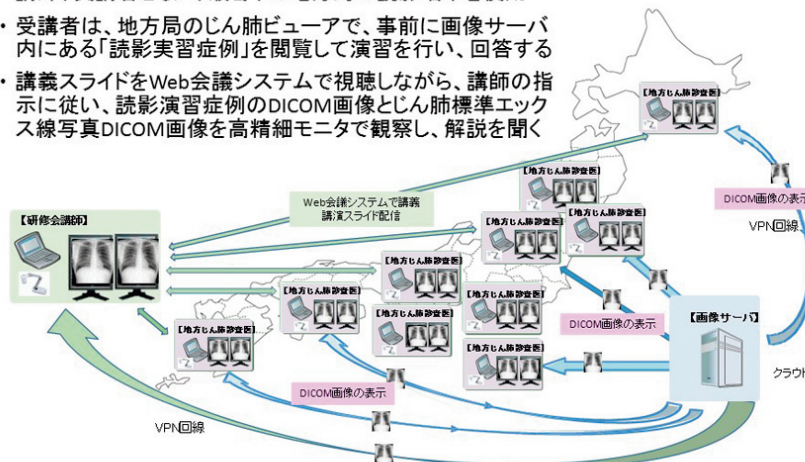


図 5

## 中央じん肺診査医会をオンライン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
- 「PAXIS-じん肺ビューア」で画像サーバ内のDICOM画像を、各地方局で、ダウンロードせずに同時に表示
- 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

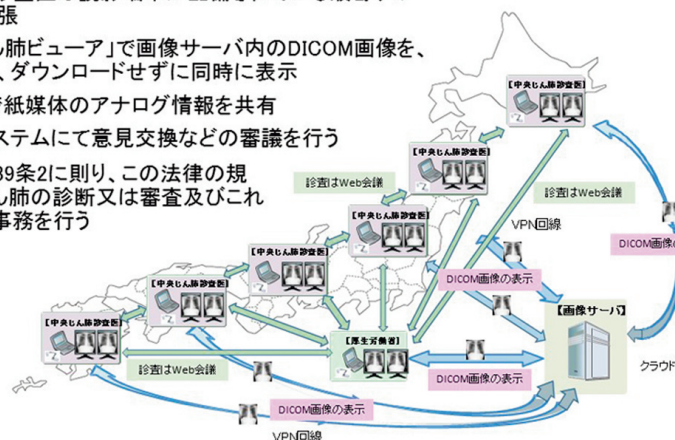
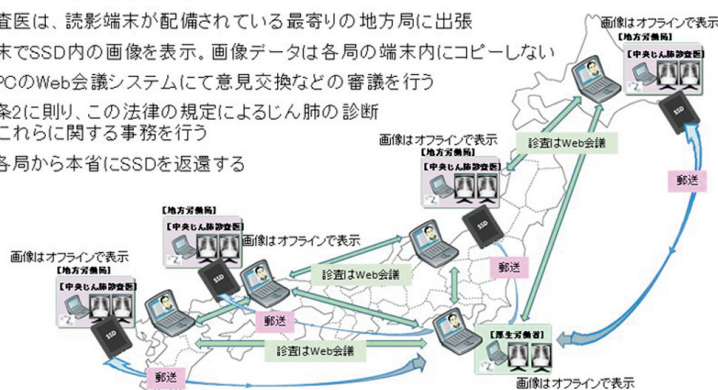


図 6

## 中央じん肺診査医会をオフライン画像参照による遠隔会議として開催(暫定的運用)

- 開催までの事務方の準備作業の煩雑さを考慮すると、ネットワークシステムが構築されるまでの暫定的な運用
- 本省から遠隔中央じん肺診査医会を開催する地方局に、審査対象のDICOM画像をコピーしたSSD等のストレージメディアを郵送(書留)
- 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
- じん肺読影端末でSSD内の画像を表示。画像データは各局の端末内にコピーしない
- 別途準備したPCの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
- 審査終了後、各局から本省にSSDを返還する



画像データは、郵送(書留)などのオフラインで事前配布し、審査終了後に回収

図 7



