

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2年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 芦澤 和人

令和3(2021)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2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
医療法人友仁会 友仁山崎病院 病院長 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 名誉教授 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

奈良県立医科大学 放射線・核医学科 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
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) じん肺および鑑別疾患のデジタル画像 診断テキスト作成案	7
西本 優子 (奈良県立医科大学 放射線・核医学科 医員)	
(2) じん肺および鑑別疾患のデジタル画像 電子版テキスト作成案	11
丸山雄一郎 (浅間南麓こもろ医療センター 放射線科 部長)	
(3) じん肺の画像解析・CADの開発	17
仁木 登 (徳島大学大学院 社会産業理工学研究部 理工学域 名誉教授)	
(4) 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	21
加藤 勝也 (川崎医科大学 総合放射線医学 教授)	
(5) 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	25
児島 克英 (岡山大学病院 放射線科 助教)	

III. 研究成果の刊行に関する一覧表	39
---------------------------	----

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

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）
	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 病院長）
	仁木 登	（徳島大学大学院 社会産業理工学研究部 理工学域 名誉教授）
	林 秀行	（諫早総合病院 放射線科 診療部長）
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	（奈良県立医科大学 放射線・核医学科 医員）
	加藤 宗博	（旭ろうさい病院 呼吸器科 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

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平成27年度でも52万人、じん肺健康診断受診労働者数は27万人と決して少なくない⁽¹⁾。じん肺を適切に診断、評価できるよう、審査で活用できる冊子を作成する。また、付属する電子版テキストのプロトタイプを作成する。

3次元CT画像から粒状影・不整形陰影を高精度に自動検出し、じん肺の型区分を支援する高度システムを研究開発する。

モニター診断の導入と遠隔画像診断システムを用いたネットワーク体制構築の必要性が増している。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が可能な、遠隔画像診断ネットワーク構想を提示する。モニター導入を促進するためには、まず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う。

A. 研究目的

「じん肺および鑑別疾患のデジタル画像診断テキスト」（以下、診断テキスト）とその電子版（以下、電子版テキスト）を作成する。

3次元CT画像から珪肺・石綿肺・溶接工肺・炭坑夫肺の粒状影・不整形陰影を高精度

に検出する方法と質的診断のための定量化法を開発し、これらの機能を有するコンピュータ診断支援システムの開発を実施する。

じん肺患者の減少とともに、審査を担当する地方じん肺診査医の経験不足が進み、レベル担保と人員の確保が難しくなっている。こ

れらに対応するために、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に報告書を作成した^(2, 3)。今回は、最新の状況を踏まえて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。

平成23年3月に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。近年、基幹病院ではフィルム運用はほぼ無くなっており、審査用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いる。このような状況から早期のモニター診断の普及が望まれる。

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)では、平成30年に、地方じん肺診査医を対象にアンケート調査を実施した⁽⁴⁾。この時点ではモニター導入が19%に留まっていた。モニター導入促進には、その後の導入状況・使用状況や問題点の把握が必要である。その為、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う。

B. 研究方法

テキストに掲載する疾患は、じん肺、じん肺の鑑別となる疾患、じん肺の合併症、不整形陰影を呈する疾患とし、具体的な対象疾患を検討する。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～令和元年度「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と、研究班員所属医療機関から提出された症例の中から、合議により適切な症例を選出する。執筆は、研究分担

者と研究協力者の全員で分担する。

「電子版テキスト」作成に際し、印刷書籍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する。

じん肺の画像解析・CADの開発にあたり、合議制により決定された10症例(0/1型-5症例、1/0型-5症例)の3次元CT画像を用い、(1) じん肺CT画像データベース作成、(2) 再構成関数による粒状影の検出能の比較評価、(3) 胸部単純X線写真(以下、X線写真)上での粒状影領域の濃淡値の比較評価を行う。

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労働局と中央じん肺診査医会が行われる厚生労働省を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。具体的なシステム構築は前年度の報告書に記載の通りである^(2, 3)。紙ベース運用がなされているものについての対応を検討した上で、具体的なシステムの運用法を検討する。

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う。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。

(倫理面への配慮)

本研究班で取り扱う画像や症例については、個人を同定できる情報を削除しており、個人情報保護に配慮している。アンケート調査は労働局に対するモニター導入に関するものであり、侵襲性はなく、個人情報は取り扱

わない。

C. 研究結果

合議の結果、テキストに掲載する疾患は、じん肺（珪肺 1 - 4 型の典型例、X線写真とCT所見のミスマッチ例、溶接工肺、い草染土じん肺、石綿肺）、じん肺の鑑別となる疾患（血行性肺転移、粟粒結核、抗酸菌感染症、サルコイドーシス、肺ランゲルハンス細胞組織球症、過敏性肺臓炎、びまん性汎細気管支炎/びまん性嚙下性細気管支炎の 8 疾患）、じん肺の合併症（肺癌、気胸、抗酸菌症）、不整形陰影を呈する疾患（特発性肺線維症、気腫合併肺線維症、線維化性過敏性肺臓炎）とした。画像については、X線写真と胸部CTをペアとして、40症例を合議により選出した。診断テキストは、令和 3 年 2 月現在、分担執筆された原稿のまとめ作業中であり、令和3年度中に上梓の予定である。

電子版テキストではDICOM (Digital Imaging and COmmunications in Medicine) 画像のX線写真や胸部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。開発にあたっては、PSP株式会社(本社 東京)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進めていくことにした。

X線写真と 3 次元CT画像より粒状影の抽出を行った。再構成関数 STANDARD と LUNGで検出能を比較評価すると、LUNGでは 2.5mm未満の微小な粒状影の検出能が高く、平均CT値は150~200HUほど高かった。X線写真上での濃淡値の比較評価では、CT0/1型とCT1/0型で標準偏差の差がみられた。

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がネットワークで結ばれることにより、

- 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、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そのエリアのブロックセンター化し、新規申請症例、問題症例など一定の条件を満たす症例については、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、遠隔画像診断のネットワークを用いた地方じん肺審査の運用案である。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、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、厚生労働省に出張しなくても中央じん肺診査医会を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、容易に可能となる。

令和 3 年 1 月 29 日時点で 43 労働局から回答があった(回収率 91.5%)。半数強 (53%) の労働局において、3メガピクセルの解像度で、2面の診断用モニターが導入されている。導

入年は令和2年導入の労働局が多い。閲覧画像の多く(83%)がX線写真及びCTであった。審査はモニターの方が良いが61%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指摘が4局から、フィルムよりはモニターで見たいとの意見が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局からあり、そのうち4局からはCTを必須にしてほしいとの意見であった。「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、「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。40%の労働局から、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是非必要あるいは可能であれば、との回答を得た。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。

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平成27年度でも52万人、じん肺健康診断受診労働者数は27万人と決して少なくない⁽¹⁾。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。これらを見逃さず、正しく診断するには、日常診療に従事する多くの医師が、じん肺のX線写真所見を正しく理解する必要がある。そのためには、基本から学べるテキストが極めて有用である。また、じん肺診療に携わる専門医において、じん肺の型分類や他疾患との鑑別などで悩む事もあると思われ、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。

印刷では画像を必要十分に表示できないという限界がある。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、今回作成する電子版テキストでは、X線写真や胸部CT画像はDICOM画像として保存され、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られる。また、「ページめくり」、「ジャンプ表示」機能も必要である。現在、プロトタイプができ上がったところであり、来年度の完成に向けて、鋭意、動作確認作業を進めている。

再構成関数STANDARDとLUNGで検出能を比較評価すると、LUNGでは2.5mm未満の微小な粒状影の検出能が高いことが確認された。平均CT値は150~200HUほどLUNGで高く、コントラストが高いことが分かった。X線写真上での濃淡値の比較評価では、CT 0/1型のX線写真とCT 1/0型のX線写真で標準偏差の差がみられた。肺野内でも標準偏差は異なることから、粒状影が多く分布する胸壁や縦隔周り重なりが少ない肺野中心領域を用いることでCT 0/1型とCT 1/0型の分類が可能であると考えている。

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には、全都道府県に高精細モニターが配置される事が必要となる。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として、全国をいくつかのブロックに分けるのが難しい。ブロック化にあたっては、じん肺診査医の負担を考え、審査症例数の均てん化が必要であると思われる。申請側のデジタル申請への一本化も円滑な遠隔読影ネットワークシステム運用には必須となる。一般病院では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る難しいことが予想される。

近年、急速にモニター導入が行われており、

多くの労働局でモニターで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、審査においてCTが必要、という声が多く、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。モニターのキャリブレーション状況からは、モニターの精度管理や計画的な更新も必要である。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、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

「じん肺および鑑別疾患のデジタル画像診断テキスト」の作成を目的とし、疾患と症例の選出を行った。本邦初であるDICOMビューア機能を持ったじん肺に関する電子書籍となる「電子版テキスト」のプロトタイプを完成させた。令和3年中の上梓を目指し診断テキストの原稿執筆及び電子版テキスト完全版の製作中である。

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、じん肺の型区分を支援するシステムを開発した。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研究開発を目指す。

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、全労働局に読影用の高精細デジタルモニターを設置し、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を構想した。

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1月29日時点で

回答のあった43労働局からの回答をまとめた。

F. 参考文献

(1)じん肺健康管理状況：

[https://www.mhlw.go.jp/file/05-](https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12602000-Seisakutoukatsukan-Sanjikanshitsu-Roudouseisakutantou/0000197050.pdf)

[Shingikai-12602000-](https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12602000-Seisakutoukatsukan-Sanjikanshitsu-Roudouseisakutantou/0000197050.pdf)

[Seisakutoukatsukan-Sanjikanshitsu_](https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12602000-Seisakutoukatsukan-Sanjikanshitsu-Roudouseisakutantou/0000197050.pdf)

[Roudouseisakutantou/0000197050.pdf](https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12602000-Seisakutoukatsukan-Sanjikanshitsu-Roudouseisakutantou/0000197050.pdf)

(2)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 総括・分担研究報告書 p7-9 2020.3

(3)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 総括・分担研究報告書 p10-19 2020.3

(4)高橋雅士. デジタル版じん肺画像とモニター導入に関する地方じん肺診査医アンケート：最終報告：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 p23-28 2020.3

G. 健康危険情報

該当なし

H. 研究発表

学会発表

(1)森 奈々, 松廣 幹雄, 鈴木 秀宣, 河田 佳樹, 仁木 登, 加藤 勝也, 大塚 義紀, 岸本 卓巳, 芦澤 和人：単純X線写真・CT画像によるじん肺の評価実験, 第28回日本CT検診学会学術集会, Vol. 28, No. 1, pp. 54, 2021. 2.

(2)森 奈々, 橋本 悠雅, 松廣 幹雄, 鈴木 秀宣, 河田 佳樹, 仁木 登, 加藤 勝也, 大塚 義紀, 岸本 卓巳, 芦澤 和人：3次

元CT画像を用いたじん肺の粒状影の検
出能，電子情報通信学会技術研究報告
医用画像，2021. 3.

Ⅱ. 分担研究報告

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」
分担研究報告書（令和2年度）

（1）じん肺および鑑別疾患のデジタル画像 診断テキスト作成案

研究協力者	西本 優子	（奈良県立医科大学 放射線・核医学科 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	（旭ろうさい病院 呼吸器科 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	（医療法人友仁会 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平成27年度でも52万人、じん肺健康診断受診労働者数は27万人と少なくない⁽¹⁾。また、近年では溶接や歯科技工などによって発症する新たなじん肺が問題となっている。これらのじん肺を放置しないためには、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。

本研究では、じん肺審査に携わる専門医だけでなく、一般の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を対象として、①じん肺の典型例、②じん肺の鑑別となる疾患、③じん肺の合併症、④不整形陰影を呈する疾患の画像所見を系統的に学習し、なおかつ、じん肺審査の場で参考資料として活用できる冊子作成を目的とする。

A. 研究目的

「じん肺および鑑別疾患のデジタル画像診断テキスト」（以下、診断テキスト）を作成する。

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、じん肺、じん肺の鑑別となる疾患、じん肺の合併症、不整形陰影を呈する疾患とした。具体的な疾患名を下記に示す。

形陰影を呈する疾患とした。具体的な疾患名を下記に示す。

①じん肺の典型例：珪肺（1 - 4型の典型例、胸部単純X線写真（以下X線写真）とCT所見のミスマッチ例）、溶接工肺、い草染土じん肺、石綿肺。

②じん肺の鑑別となる疾患：画像所見や疾患頻度を鑑みて、血行性肺転移、粟粒結核、抗酸菌感染症、サルコイドーシス、肺ラン

ゲルハンス細胞組織球症 (LCH)、過敏性肺臓炎 (HP)、びまん性汎細気管支炎 (DPB)/びまん性嚙下性細気管支炎 (DAB) の 8 疾患とした。

- ③じん肺の合併症：肺癌、気胸、抗酸菌症
- ④不整形陰影を呈する疾患：特発性肺線維症 (IPF)、気腫合併肺線維症 (CPFE)、線維性過敏性肺臓炎

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～令和元年度「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、旭ろうさい病院、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、じん肺の合併症、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) 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 に見本を示す。

4) 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、疾患の配列は、典型的なじん肺、じん肺の鑑別疾患、じん肺の合併症、注意すべき疾患 (X線写真とCTのミスマッチ) といったオーソドックス

な並びにすることとした。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

令和 3 年 2 月現在、分担執筆された原稿のまとめ作業中であり、令和 3 年度中に上梓の予定である。

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平成27年度でも52万人、じん肺健康診断受診労働者数は27万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になるが、当院の若手放射線科医および呼吸器放射線を専門としない放射線診断医をみても、じん肺のX線写真やCT診断が確実にできているとは言いがたい。労災病院などのような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、基本から学べるテキスト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

「じん肺および鑑別疾患のデジタル画像診断テキスト」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、それぞれに役立つものになるよう、令和3年中の上梓を目指し原稿作成中である。

F. 参考文献

(1) じん肺健康管理状況：

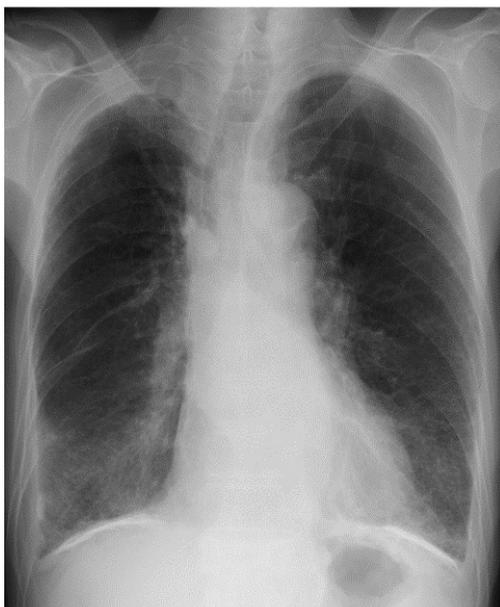
[https://www.mhlw.go.jp/file/05-](https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12602000-Seisakutoukatsukan-Sanjikanshitsu_Roudouseisakutantou/0000197050.pdf)

[Shingikai-12602000-](https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12602000-Seisakutoukatsukan-Sanjikanshitsu_Roudouseisakutantou/0000197050.pdf)

[Seisakutoukatsukan-Sanjikanshitsu_](https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12602000-Seisakutoukatsukan-Sanjikanshitsu_Roudouseisakutantou/0000197050.pdf)

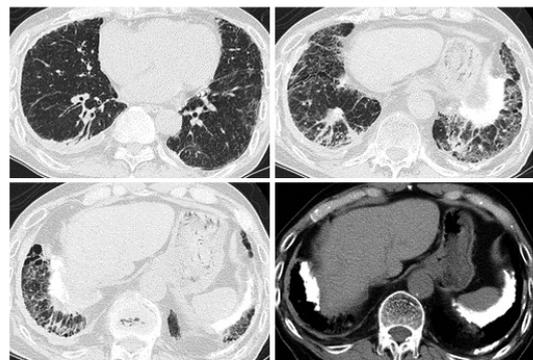
[Roudouseisakutantou/0000197050.pdf](https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12602000-Seisakutoukatsukan-Sanjikanshitsu_Roudouseisakutantou/0000197050.pdf)

症例 石綿肺



80歳台 男性

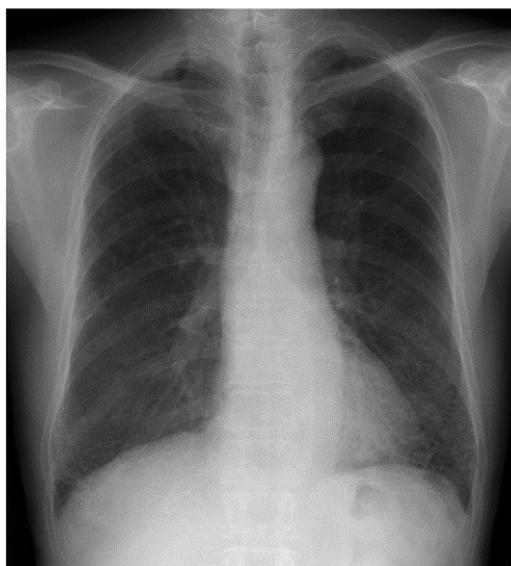
鑑別：不整形陰影 第2型



胸部CT：肺野条件のthin slice CTで、胸膜下に粒状影と胸膜下曲線状影が認められる。肺底部では索状影や小葉間隔壁肥厚が認められる。両側横隔膜面に粗大な石灰化胸膜ブランクがあり、右側はびまん性胸膜肥厚も認められる。

図1 見本ページ（石綿肺）

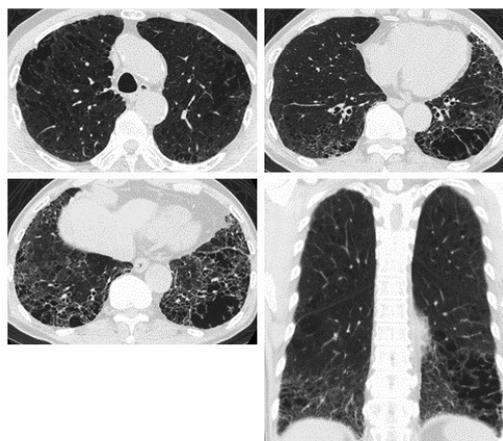
症例 気腫合併肺線維症



70歳台 男性

喫煙歴：BI=1100

鑑別：不整形陰影 第2型



胸部CT：肺野条件のthin slice CTで、上葉に気腫性変化が認められる。下葉では胸膜下に網状影と壁の厚い嚢胞性変化があり、喫煙に関連した変化が疑われる。

図2 見本ページ（気腫合併肺線維症）

（2）じん肺および鑑別疾患のデジタル画像 電子版テキスト作成案

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 （奈良県立医科大学 放射線・核医学科 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

印刷書籍版の「じん肺および鑑別疾患のデジタル画像 診断テキスト」に添付する電子版テキストの役割を検討し、実現のために必要な技術的な課題を明らかにして、ソフトのプロトタイプを作成した。

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、電子版にはDICOMビューアを内蔵し、DICOM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」機能等を実装する予定である。

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

「じん肺および鑑別疾患のデジタル画像 電子版テキスト」（以下「電子版テキスト」という）を作成するための方法を考案する。

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。

ソフトは現在開発中であるが、プロトタイプとして、図1～4に示すような画面展開を考えた。

目次画面から、自分が見たい症例をクリックすると、その画面が展開する。症例画面内の「前の症例」「次の症例」ボタンを押すと、

「ページめくり」ができる。「目次に戻る」ボタンを押すと目次画面に戻るので、自分が見たい症例を選ぶこともできる（図1）。

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。ビューア左画面には、症例のX線写真、右画面には同一症例の胸部CT画像が表示される。DICOMビューアであるので、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。解説文の中の「鑑別：疾患名」をクリックすると、鑑別すべきじん肺標準X線写真や疾患のページに移動する（図2）。

初期設定ではCT画像は水平断像を表示するが、「冠状断像を表示」を選ぶと、右画面にMPR（Multi Planer Reconstruction）再構成した冠状断像が表示される（図3）。X線写真と冠状断像を並べて表示することで、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る。

また、鑑別すべきじん肺標準X線写真や疾患名が入った「○○○写真を表示」ボタンを押すと、そのX線写真を右画面に表示することができる（図4）。当該症例と鑑別すべきじん肺標準X線写真や疾患のX線写真を対比して表示することで、より理解が深まると考える。

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）⁽¹⁾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、関連するウェブ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⁽²⁾は電子書籍の弱点の一つに量的な手掛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⁽³⁾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「じん肺および鑑別疾患のデジタル画像 診断テキスト」を作成するに当たり、上述のような利点を持つ印刷書籍版のテキストに、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、印刷書籍版のテキストに対して「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は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「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進めていくことにした。

印刷書籍版に比べ、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。印刷書籍版のテキストは、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。印刷書籍版と電子版の「じん肺および鑑別疾患のデジタル画像診断テキスト」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。

現在、ソフトのプロトタイプができ上がったところであるので、完成に向けて、鋭意、動作確認作業を進めている。

E. 結論

「電子版テキスト」の企画を立案し、現在製作中である。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。

F. 参考文献

- (1)一般社団法人日本電子出版協会ウェブサイト 電子出版とは。閲覧日2021. 1. 25
URL : <https://www.jepa.or.jp/jepa/denshi/>
- (2)酒井邦嘉. 『脳を創る読書』 Chapter 4 紙の本と電子書籍は何がどう違うか。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

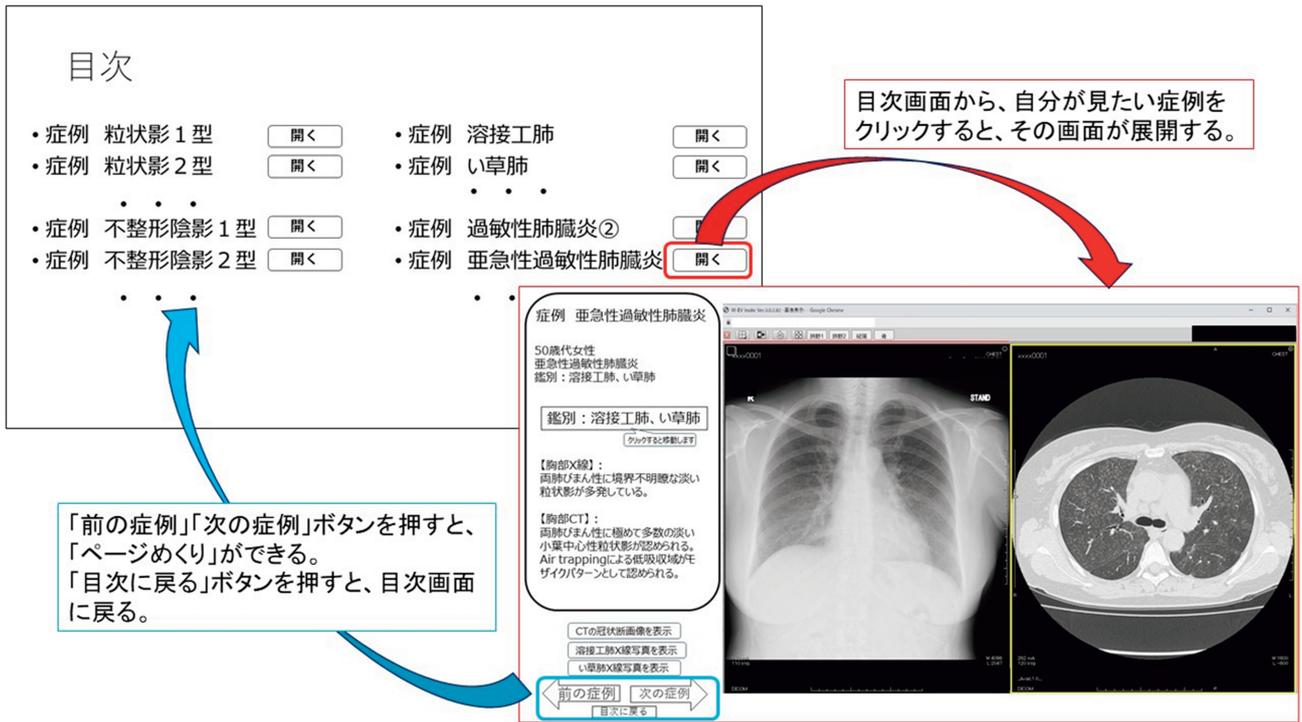


図 1

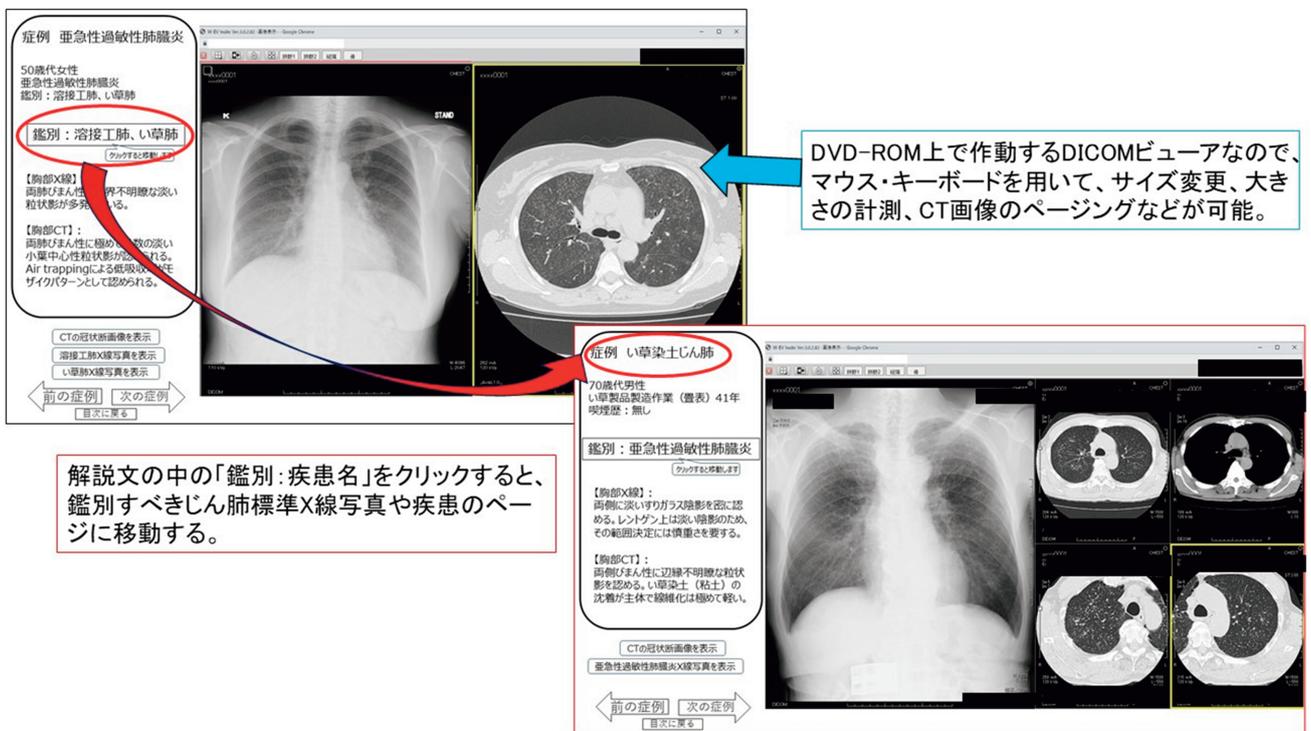


図 2

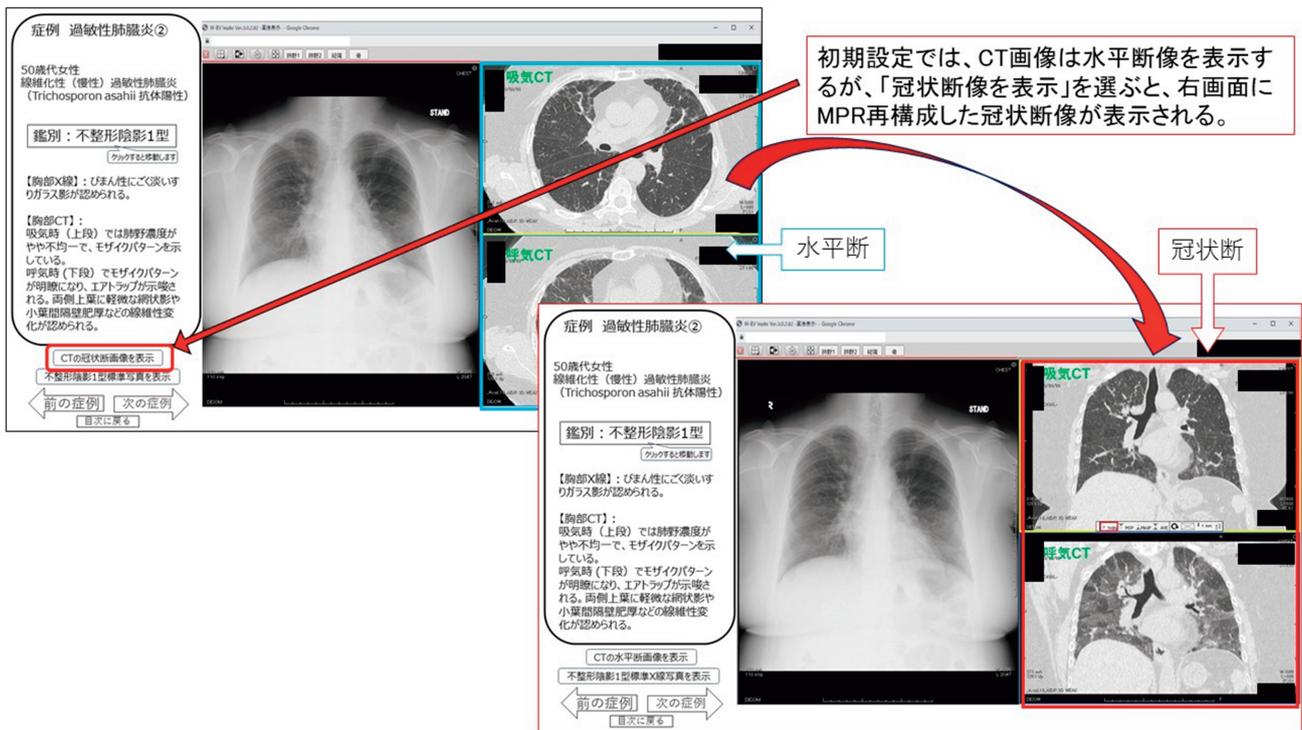


図 3

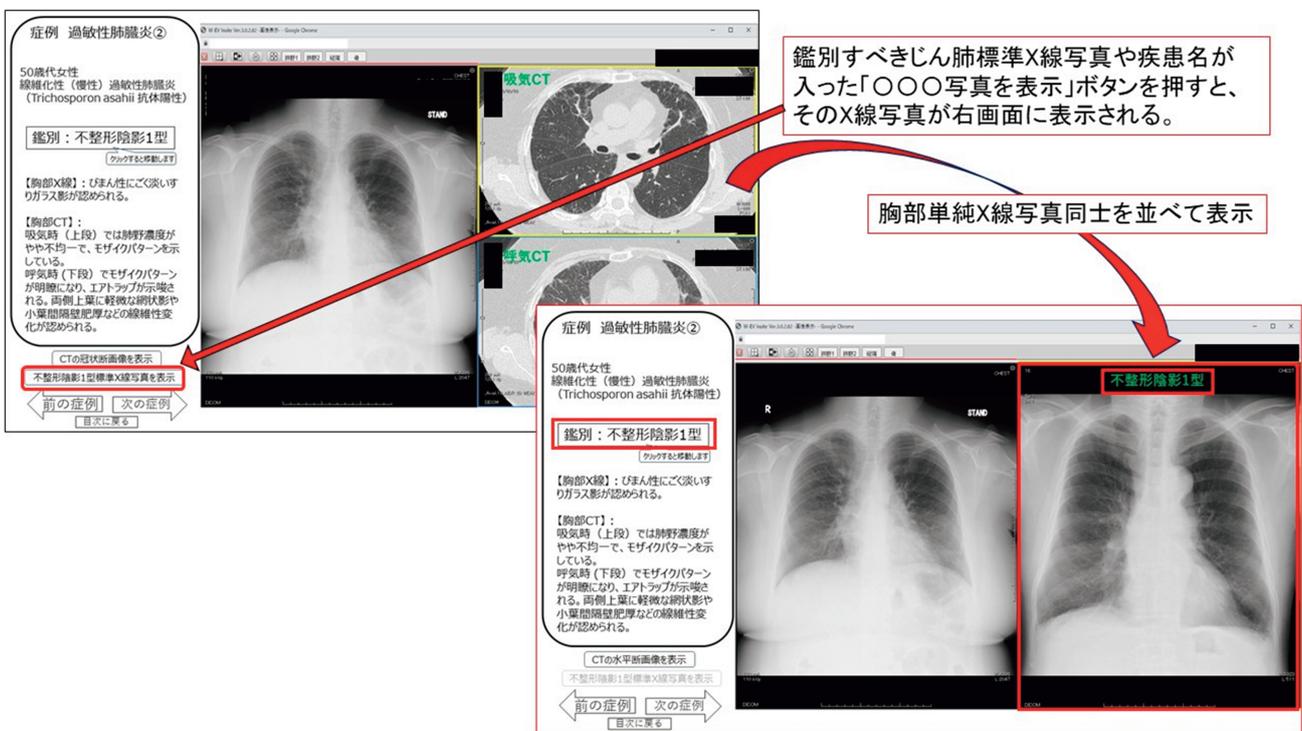


図 4

（3）じん肺の画像解析・CAD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 名誉教授）

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。現在、じん肺の診断は単純X線写真を用いて行われているが、3次元CT画像は単純X線写真に比べて第0型、第1型の粒状影を検出することができる。本研究は3次元CT画像から粒状影・不整形陰影を高精度に自動検出し、じん肺の型区分を支援する高度システムを研究開発する。

A. 研究目的

本研究は（1）3次元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

合議制によって決定された北海道中央労災病院10症例（0/1型－5症例、1/0型－5症例）の3次元CT画像を用いた。これらの3次元CT画像に（1）じん肺CT画像データベースの作成、（2）再構成関数による粒状影の検出能の比較評価、（3）単純X線写真上での粒状影領域の濃淡値の比較評価を行った。

（1）じん肺CT画像データベースの作成

じん肺の粒状影をマニュアル処理で抽出する。肺野条件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マニュアルで抽出する。読影者は1名で再構成関数

STANDARDとLUNGについてそれぞれ1回ずつ抽出する。

（2）再構成関数の粒状影評価法

再構成関数STANDARDとLUNGによるじん肺の粒状影について、個数、大きさ、CT値によって評価する。粒状影の大きさは粒状影を球と仮定し、体積から算出した直径と定義する。

（3）単純X線写真と3次元CT画像の粒状影の比較

3次元CT画像の再構成関数LUNGで抽出した粒状影を単純X線写真に投影し、粒状影領域と粒状影の存在しない領域の濃淡値の比較を行う。単純X線写真にTexture解析を行い、50mm×50mmの範囲を肺野内でシフトさせて標準偏差を算出し、ヒストグラムのピーク値をLambda別にプロットすることで濃淡値の比較を行う。

C. 研究結果

単純X線写真と3次元CT画像による粒状影の抽出結果を図1に示す。上段に示すのは

単純X線写真、下段に示すのは同一検診者のLUNGの3次元CT画像から抽出した粒状影と骨の重ね合わせ画像である。個数は3次元CT画像から抽出した2.5mm以上の粒状影数を示している。また、CT1/0における再構成関数別の粒状影の大きさと累積頻度の関係を図2に、大きさと平均CT値の関係を図3に示す。

単純X線写真と3次元CT画像による粒状影抽出結果の比較評価を行う。単純X線写真(Lambda=0.01)のTexture画像の標準偏差

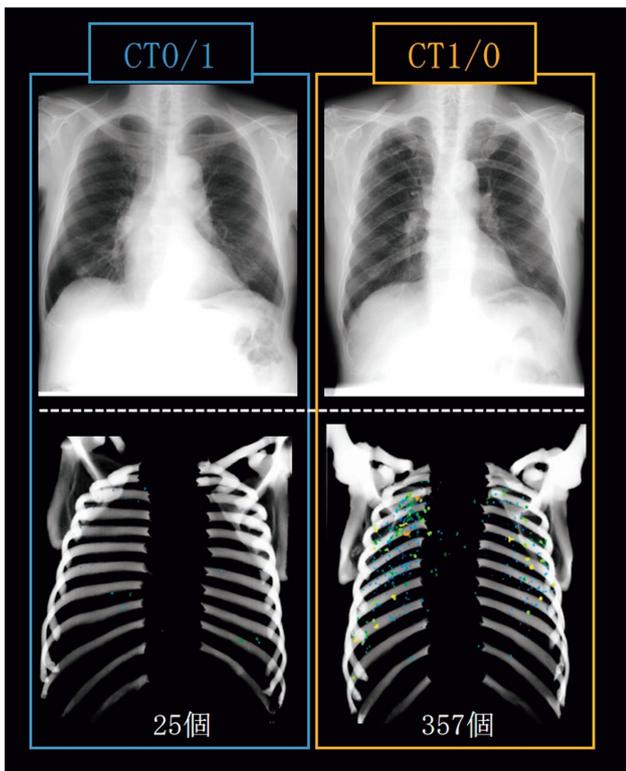


図1 単純X線写真と3次元CT画像による粒状影の比較

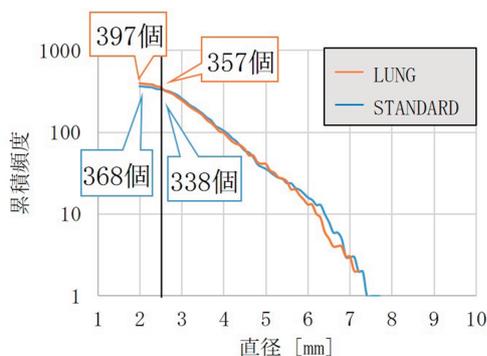


図2 再構成関数による粒状影の大きさと累積頻度の関係

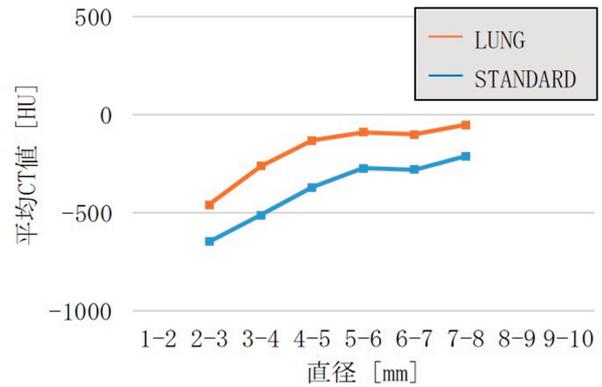


図3 再構成関数による粒状影の大きさと平均CT値の関係

ヒストグラムを図4に示す。単純X線写真(Lambda=0.01と0.005)の標準偏差ヒストグラムのピーク値の関係を図5に示す。図5について、胸壁や縦隔周り重なりが少ない肺野中心部を肋骨位置によって上部、中部、下部の3か所に分類した結果を図6に示す。

D. 考察

再構成関数STANDARDとLUNGで検出能を比較評価すると、LUNGでは2.5mm未満の微小な粒状影の検出能が高いことが確認された。平均CT値は150~200HUほどLUNGで高く、コントラストが高いことが分かった。単純X線写真上での濃淡値の比較評価では、CT0/1型の単純X線写真とCT1/0型の単純X線写真で標準偏差の差がみられた。肺野内でも標準偏差は異なることから、粒状影が多

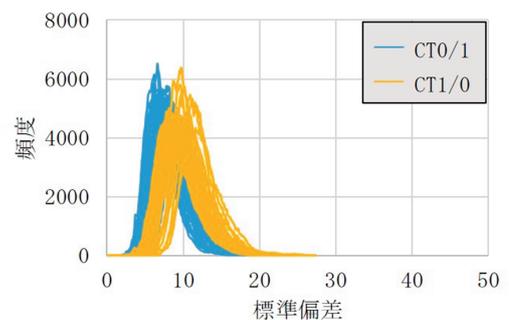


図4 Lambda : 0.01の標準偏差ヒストグラム

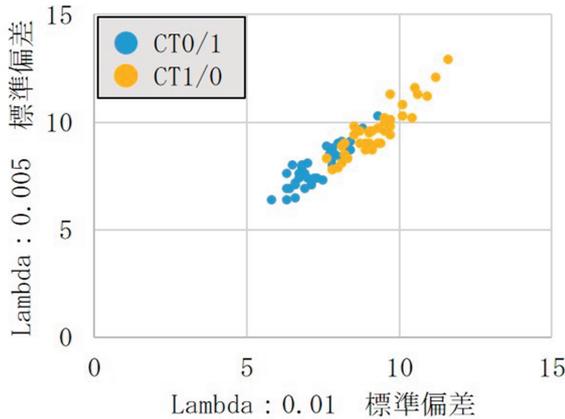
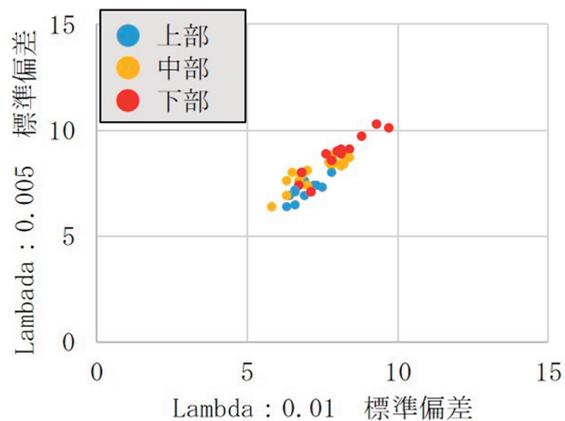
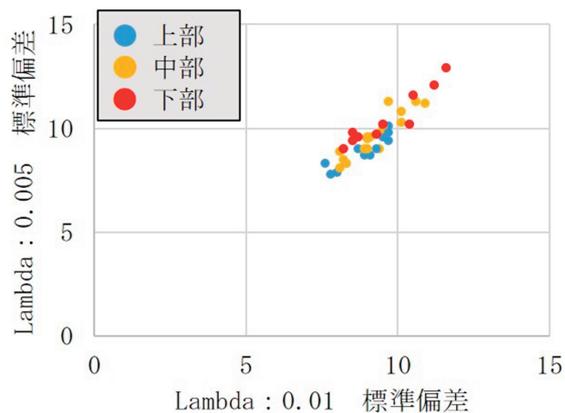


図5 単純X線写真 (Lambda=0.01と0.005) の標準偏差ヒストグラムのピーク値の関係



(a) CT0/1型



(b) CT1/0型

図6 単純X線写真 (Lambda=0.01と0.005) の標準偏差ヒストグラムのピーク値の肺野区分別の分布
(a) CT0/1型、(b) CT1/0型

く分布する胸壁や縦隔周り重なりが少ない肺野中心領域を用いることでCT0/1型とCT1/0型の分類が可能であると考えている。

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、じん肺の型区分を支援するシステムを開発した。3次元CT画像を用いて粒状影の個数、大きさとCT値、分布型から再構成関数によるじん肺の粒状影を定量評価し、検出能を評価した。単純X線写真と3次元CT画像による粒状影を比較し、濃淡値を比較することで単純X線写真上での高精度診断の可能性を提示した。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研究開発を目指す。

F. 研究発表

学会発表

- (1) 森 奈々, 松廣 幹雄, 鈴木 秀宣, 河田 佳樹, 仁木 登, 加藤 勝也, 大塚 義紀, 岸本 卓巳, 芦澤 和人: 単純X線写真・CT画像によるじん肺の評価実験, 第28回日本CT検診学会学術集会, Vol. 28, No. 1, pp. 54, 2021. 2.
- (2) 森 奈々, 橋本 悠雅, 松廣 幹雄, 鈴木 秀宣, 河田 佳樹, 仁木 登, 加藤 勝也, 大塚 義紀, 岸本 卓巳, 芦澤 和人: 3次元CT画像を用いたじん肺の粒状影の検出能, 電子情報通信学会技術研究報告 医用画像, 2021. 3.

（４）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

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必要性が増している。各地方労働局に高精細モニターを導入し、デジタル画像を用いた審査の通常化を図り、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ていく必要がある。

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無くなっているのが現状である。しかし、地方じん肺審査は、大多数の地方局でフィルムを用いて行われており、審査用の胸部単純X線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。この問題を解決するため高精細デジタルモニターの地方労働局への設置が進み始めており、一部局ではデジタル画像を用いたじん肺審査も可能となってきた。ただ、全都道府県への高精細デジタルモニター設置にはまだ時間を要し、さらに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て、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

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を設置し、クラウド上またはオンプレミスにじん肺画像サーバーを設置し、そこに地方じん肺審査用の画

像を集積する。このサーバーと各地方労働局を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の報告書に記載の通りである^(1、2)。

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、審査を行う。

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がネットワークで結ばれることにより、

- 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

験が豊富な医師が多い都道府県の地方局をそのエリアのブロックセンター化し、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の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、厚生労働省に出張しなくても、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には、全都道府県に審査用の高精細モニターが配置されることが必要となる。現在設置は進んでいるものの、まだ全都道府県に行き渡するには時間を要する。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として、全国をいくつかのブロックに分けるかが難しい。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センターの担当医の負担増は免れない。地区割りやブロックセンターの役割については、地域性も考慮しつつ、今後検討していく必要がある。最後に申請側のデジタル申請への一本化も円滑な遠隔読影ネットワークシステム運用には必須となる。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。

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を設置し、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必要性が増している。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 総括・分担研究報告書 p7-9 2020.3
- (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 総括・分担研究報告書 p10-19 2020.3

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2年度）

（5）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	（医療法人友仁会 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～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）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（資料1、2）。

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。

（倫理面への配慮）

労働局に対するモニター導入に関するアン

ケート調査であり、侵襲はない。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1月29日時点で43労働局から回答があった（回収率91.5%）。

回答結果を下記に示す。

1. 半数強（53%）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（87%）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61%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63%で、電子媒体版のモニター表示と比較するのが21%、電子媒体版のフィルム出力したものとの比較が5%、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場合に
- は、電子媒体版のモニター表示と比べるのが42%でフィルムの標準写真と比べるのが30%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のご指摘が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ご意見が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からの取り込みに関時間が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の意見であった。「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、40%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3、4に示す。

D. 考察

半数強の労働局において、モニターが導入されており、令和3年には更に4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。最終的には全労働局への導入が望まれるが、導入の予定のない労働局が4局あった。

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行った。令和3年1月29日時点で回答のあった43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：平成19～21年度総合研究報告書：厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業
- (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：平成22年度総括研究報告書：厚生労働科学研究費補助金 労働安全衛生総合研究事業
- (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：平成29年～令和元年度総合研究報告書：厚生労働科学研究費補助金 労働安全衛生総合研究事業

2020 年 11 月吉日

〇〇労働局

地方じん肺診査会ご担当者様

厚生労働省 2019 年度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」

研究代表者 芦澤和人

研究協力者 児島克英

「モニター導入とじん肺診査に関するアンケート」ご協力をお願い

謹啓

平素はじん肺診査にご尽力いただき誠にありがとうございます。

さて、じん肺診査に関しては、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、じん肺診査にご使用頂いているところです。これについて、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、地方じん肺診査医の先生方を対象に、「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」を実施させていただきました。

この度、そのフォローアップとして、引き続きモニター読影の環境整備の参考のために、貴労働局におけるモニターの導入状況あるいは今後の予定についてお聞かせいただきたく存じます。つきましては、「モニター導入に関するアンケート調査」を行うことと致しましたので、地方じん肺診査医の先生方におかれましては、どうかこれらの趣旨をご理解いただき、忌憚のないご意見を頂戴いたたくアンケートへのご協力をお願いする次第です。

ご多忙中、申し訳ございませんがご協力の程、お願い申し上げます。

謹白

【アンケート回答期間】

2020 年 11 月もしくは 12 月に開催されるじん肺診査医会

【アンケート手順】（用紙は別途）

2020 年 11 月もしくは 12 月に開催される地方じん肺診査会にて別紙の「アンケート」をご紹介いただき、**先生方の総意を取りまとめてアンケート用紙に記載**いただきますようお願い申し上げます。

「アンケート」は予備を含め 3 部同封しております。

【アンケート送付について】

2020 年 11 月もしくは 12 月に開催された診査医会終了後、総意を記載いただいた**アンケート用紙のみ**同封の返送用レターパックにて右記までご返送願います。（宛名貼付済）

本件についてのご質問等ございましたら、右記までお問合せ下さい。

【送付先】

〒852-8501 長崎市坂本 1 丁目 7-1
長崎大学大学院医歯薬学総合研究科
臨床腫瘍学

井上 美幸

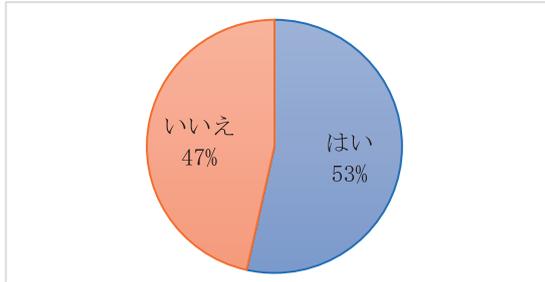
TEL・FAX：095-819-7624

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. 貴局のじん肺審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？

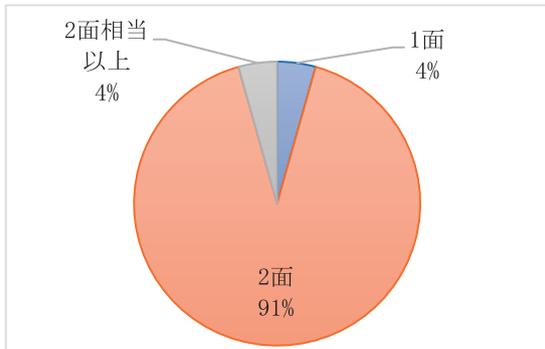


2. ご利用のモニターについてお伺い致します。

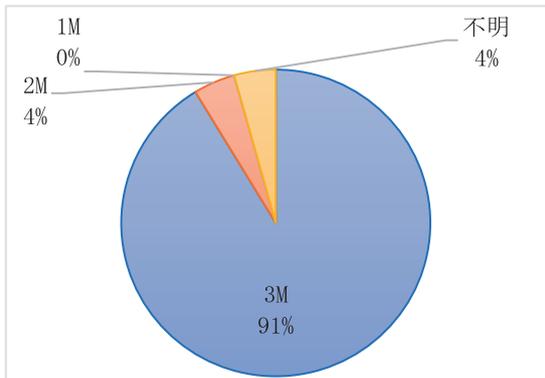
・DICOM 準拠のビューワーを使用していますか。



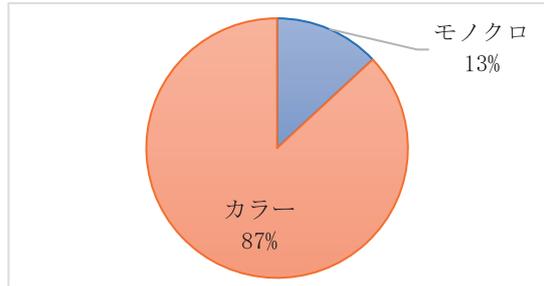
・モニターの個数



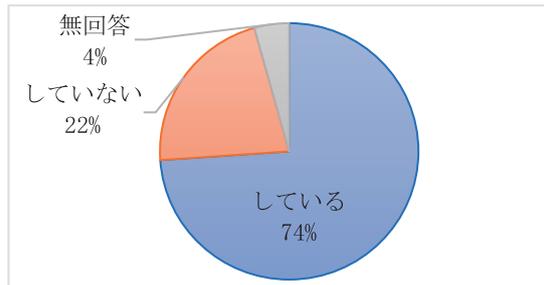
・モニターの解像度 (1面当たり)



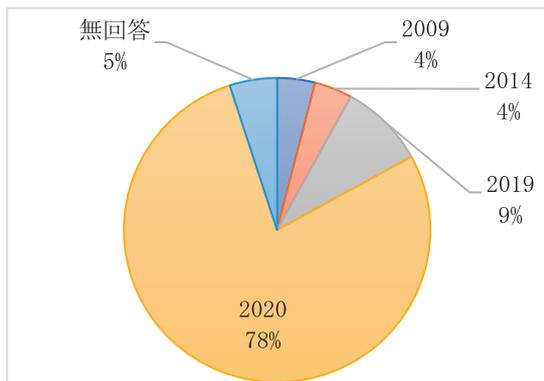
・モニターのカラー



・キャリブレーションの実施

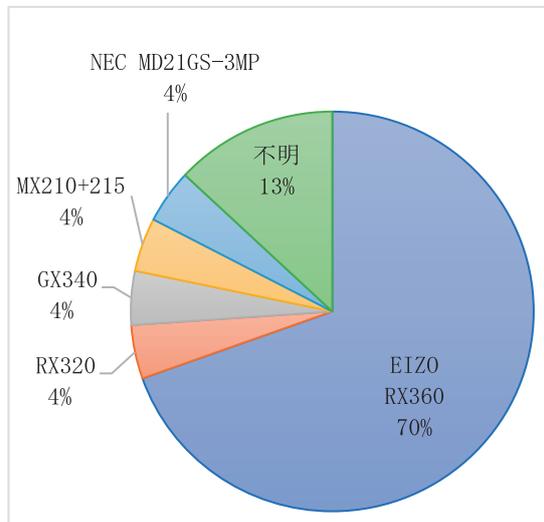


・導入年

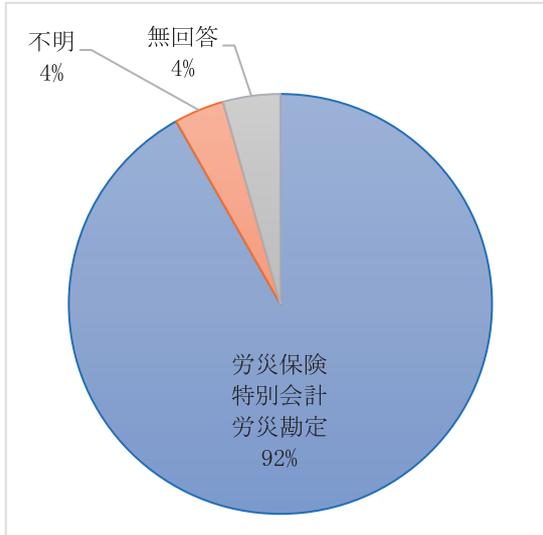


・メーカー、型式

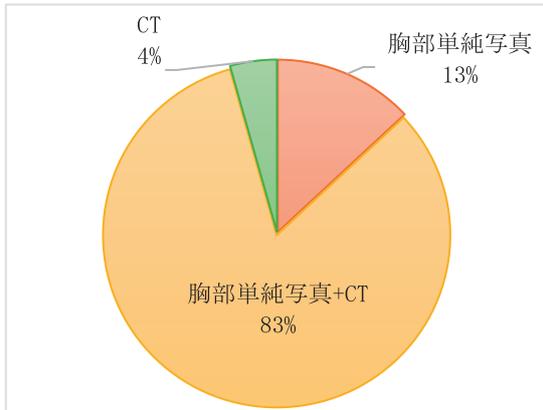
*メーカー表記なきものはEIZO社



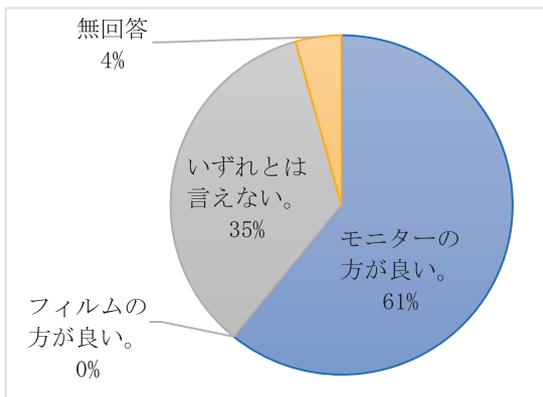
3. 設置されているモニターの財源をお知らせください。



4. モニターで見ている画像を丸で囲んでください。

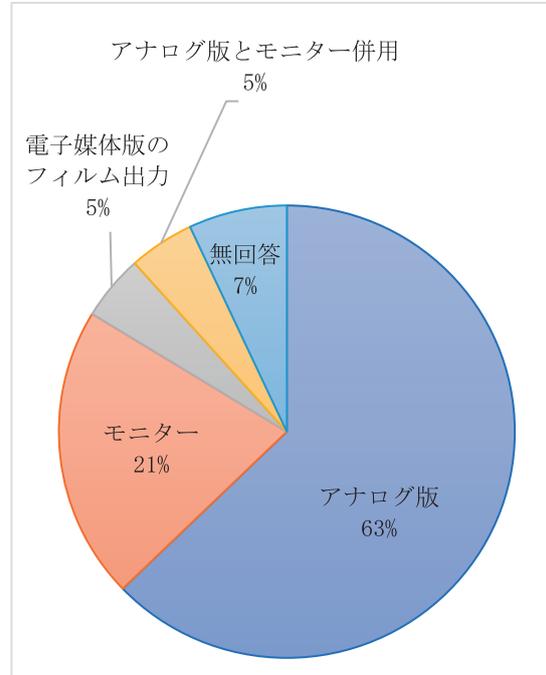


5. 審査においてモニターとフィルムの審査しやすさについて。

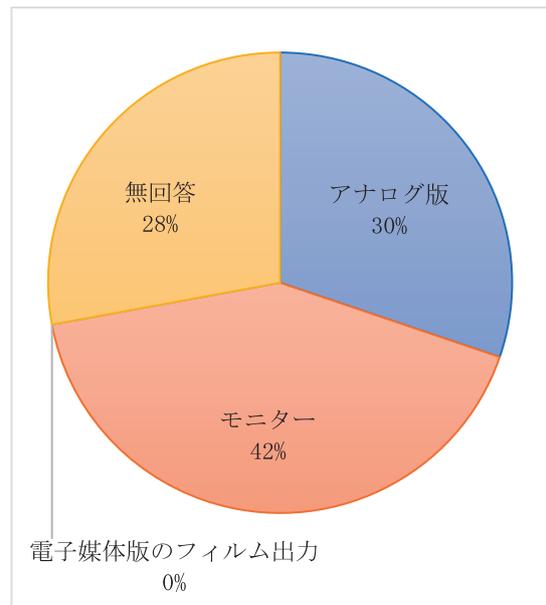


6. 貴局でのじん肺型判定の方法を教えてください。

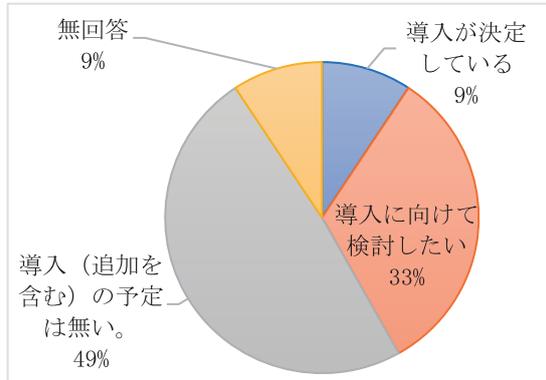
・受診者のエックス線写真はフィルムで、じん肺標準エックス線写真は



・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審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。

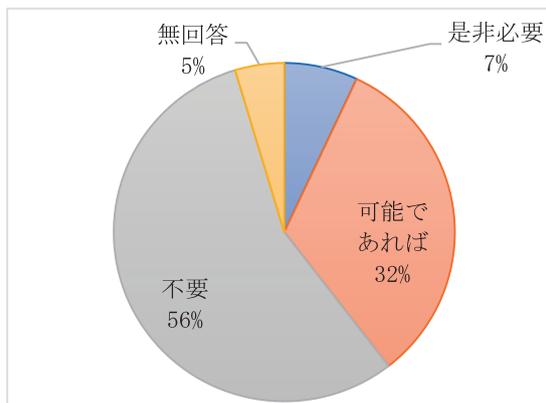
- ・審査時にCTが欲しいという意見が9局うち、必須にしてほしいが4局

- ・「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と。
- ・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と。
- ・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。



自由記載コメント一覧（質問 8、9）

8. その他、モニター導入に関してご意見を記入ください。

（導入）

- ・なるべく早い導入を希望します
- ・早期導入を希望しています
- ・早期の導入を希望している
- ・早く導入してほしい
- ・是非導入して欲しい
- ・ぜひモニター導入をしていただきたい
- ・モニターに統一して欲しい
- ・X線画像の診断は、モニターの他は考えられない
- ・詳細な検討ができるのでモニター導入を希望します
- ・肺病変がより詳細にみられることから可能であれば導入頂きたい
- ・画像の質が良好であればモニターでも十分である
- ・CTに関しては、モニターが良い

（画質）

- ・モニター導入は、画像が見やすくなり審査精度の向上に資する。
- ・デジタル化により、写真の品質がより均一となり、判定がしやすくなります。
- ・X-Pでは、条件不良のものも多いので、デジタルで良い画像をいただいた方が良い。そのためにもモニター普及が望まれる。

（スペック）

- ・高精細なモニターを希望します
- ・医療施設の放射線の読影で使用されているような画像診断用の高精細のモニターを導入していただきたいです。所見が変わる

と思います。

・モニターは高精細である必要があり、モニターの規格や条件などの精度管理が必要と思われる

・胸部エックス線写真画像データは高スペックのモニターが必要であるが、CT画像データは通常スペックのモニターで十分である。

・今後導入する際には、精度の高い白黒モニターが望ましい

・モニターは3面必要である。比較読影に使用する2種類の標準エックス線写真を同時に映すために2面が、申請者の画像を映すために1面が必要である。現在、モニターが2面あって、2種類の標準エックス線写真を1面で切り替えながら使用しているが、2種類が同時に映っていないと比較検討がやり難い。

・モニター導入の際には、受診者の過去画像を比較出来るようにすれば、じん肺型判定に役立つと思われる

・モニターは劣化するので（輝度低下）定期点検に輝度測定を行い必要に応じて更新していただきたい

・撮影条件の設定は様々なものがあるが、条件をひとつに揃えて欲しい。具体的には、JPEGでは審査しにくく、DICOMに統一してもらいたい。

（操作）

・受診者の画像を映し出す際に、CD-Rを使用しているが、入れ替えに時間がかかるので、速やかに画像を映し出せるよう、予めパソコン内に格納できるようにしてもらいたい。病院では電子カルテのシステムに予めデータを入れておき、すぐに見られるようにしている。

- ・ CD(DVD) 画像データの読み込みに相当時間を要するため、モニター及びパソコンが2セットあると効率的である。

- ・ 画像データをモニターに表示する操作が難しい

(フィルム出力)

- ・ X-P を作成できない施設も増えると思われる

- ・ 病院によっては、フィルムを出していないところもあり、フィルムでの審査が出来なくなりつつある

- ・ ほとんどの病院がフィルムレスの状況で、じん肺審査のためだけにフィルム出力を要求することは無理がある

- ・ 画像を提出する医療機関の中には、フィルム出力しかできない場合があると思われ、労働局としては、どちらにでも対応できるようにせねばならないのは当然だと思います

- ・ 医療機関において、フィルムに直接撮影するところが少なくなるとともに、撮影した電子媒体をフィルムに印刷する機器を設置しているところも少なくなっております。このため、電子媒体による胸部エックス線写真や CT 等の提出を行えるような改善が必要と考えます。

(時流)

- ・ 医療機関が電子カルテ化されていく中、モニター導入は、時代の流れとして、していく方向かと思われる

- ・ 現在の審査会における、フィルム読影による審査は、もう古いと思われま

- ・ 今は医療のあらゆる分野でデジタル化が進んでいるが、じん肺審査については遅れている。しかし、当局では事案が少ないため、今のところ必要ない。

- ・ モニター導入の方向にすすむのだと思います。もちろん、質が担保できるのであればですが、そのあたりをしっかりと周知し、指導できるのであれば、モニター導入の方が便利です。

(CT)

- ・ 粒状影や大陰影を読影して型を判断するには、胸部エックス線フィルム像とともに CT 画像も確認のうえ判断を行うことが必要と考えます

(標準エックス線画像)

- ・ 現在胸部 XP 写真は、デジタル画像になっていますので、それに対応した良質のデジタル標準 XP 画像が是非必要です。デジタル標準 XP 画像は、あまり普及していませんが、急ぎ普及させる必要があると思います。その際問題は、申請者のデジタル画像は撮影した病院で使用している画像ソフトでないと開けないことにより、デジタル標準 XP 画像と申請者のデジタル画像を一画面で比較することができない点です。技術的に難しいかと思いますが、一つのモニターでデジタル標準 XP 画像と申請者 XP 画像を比較できると、診断の精度が格段に上がると思われます。

9. じん肺の型判定などじん肺審査全般についてお困りのことがありますか。

(モニター)

- ・ モニターがなくて困ることがしばしばある

- ・ 初回審査の際、フィルムレントゲンのみでは困難なことがある

- ・診断用モニターを導入してほしい。フィルム媒体とした審査に限界が生じている
- ・病院ではデジタル化が進み、フィルムがないのが普通になっているのに、審査にはモニター診断ができない。コピーフィルムでは画質が悪く、その点で審査に支障があります
- ・病院からもシャウカステンがなくなってきたので、できればフィルムでなく画像データで資料をもらえるとありがたいです
- ・現在の審査会における、フィルム読影による審査はもう古いと思われま

(撮影条件)

- ・じん肺の撮影条件が一般的な条件から乖離しており、現状の医療レベルにそぐわなくなっている。すなわちじん肺審査用の画像はかえって画質が悪くなっているように思われることがある。じん肺審査用の条件の改定が必要ではないか。
- ・DR・CR の撮影表示条件確認表について、電子媒体での提出時の記入項目とフィルムでの提出時の記入項目について、わかりやすくしたほうが良いと思われる

(CT)

- ・CT も付けて提出してほしい
- ・胸部 CT の提出も必要として欲しい
- ・胸部 X 線のみでは、審査困難の場合があり、CT 画像の導入が望ましい
- ・profusion の低い例では CT があると助かる。審査に CT を併せて提出してもらえると良い。
- ・X 線のみでの判定になると、提出された X 線画像の画質不足などによるものか、病変があるのか微妙で、判断に迷うことは時々

ありますが、CT があれば迷わず判断可能判定そのものに大きく影響するようなところでは、CT を提出してもらうなどで、対応できているのかな、と思っています

- ・じん肺の型判定の際に胸部単純写真のみでなく、CT 画像が必ず添付されるようになれば、じん肺審査がし易くなると思う
- ・粒状影や大陰影を読影して型の判断をするには、胸部エックス線フィルム像とともに CT 画像を確認のうえ判断を行うことが必要と考えます
- ・粒状影、不整形陰影の状況について、0/1、1/0 の判定の際、X 線フィルムのほか CT 画像があった方が判定しやすい
- ・ILO の基準に沿うことは、世界共通の診断法となるため日本もそれに準拠して X-P での審査となっていると思うが、CT が普及している国では CT の所見を用いても良いのではないかと思っている

(型判定)

- ・0/1 と 1/0 の判断が困難である
- ・1/0 と 0/1 の判断が難しい
- ・病型 0/1 と 1/0 の区分が難しい。今までの認定とのかね合いもあり、統一性に乏しくなる感も否めない
- ・一旦、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
- ・溶接によるじん肺の審査について、過去に 1/0 と判定したものが、0/1 で申請される場合がある。合併症で原発性肺がんが認められているため低位変更することが難しく困っている。また、当該審査で、その肺のエックス線写真の状態をどうスケッチしているのか困っている。
- ・石綿によるじん肺と申請されるものの中で、じん肺ではなく間質性肺炎であるもの

も多くあり、判定を行うのに過去のエックス線写真や CT 等多くの参考資料が必要となって困難を伴う

- ・じん肺の型の判定が困難な場合においても判定不能という選択肢がないため、最終的にいずれかの型にあてはめている
- ・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
- ・健康診断結果証明書の記載のクオリティが低いときがある

(標準エックス線画像)

- ・「0/1」と「1/0」の判断が難しい。標準 XP フィルム (デジタル標準 XP 画像) に「0/1」と「1/0」が数パターンあると助かります
- ・標準 X 線を更新して欲しい (特に石綿関係)
- ・デジタル版の標準写真もほしいです

(審査会)

- ・現在、当労働局は、じん肺診査医は 2 名体制であるが、都合により 1 名がじん肺審査会に出席できない場合があり、そのような場合のバックアップ体制がない。例えば、じん肺診査医を 3 名体制にする。年齢制限により退任したじん肺診査医の経験者による審査にあたっての助言等が可能となるような制度の整備といったバックアップ体制を講じることはできないか。
- ・可能であれば、審査前に輸送あるいは電子メール等でデータ提供ができるようにしてほしい。労働者の住所氏名は審査にほぼ不要なので、匿名化してもよいです。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。
- ・じん肺の型分類を含めた判定において、中央からのサポートが得られるのであれば、

中央でじん肺の型別判定を行っていただければ、平準化も図れるのではないのでしょうか

- ・0/1、1/0 等、判定の難しい CASE で、じん肺のエキスパートの先生に地方じん肺審査会で、サポートしていただけると助かります

Ⅲ. 研究成果の刊行に関する一覧表

研究成果の刊行に関する一覧表

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
森 奈々, 松廣 幹雄, 鈴木 秀宣, 河田 佳樹, 仁木 登, 加藤 勝也, 大塚 義紀, 岸本 卓巳, 芦澤 和人	単純X線写真・CT画像 によるじん肺の評価実 験	第28回日本CT検診学会 学術集会	Vol. 28, No. 1	pp. 54	2021. 2

学会発表

発表者氏名	発表タイトル名	学会名	発表年月
森 奈々, 橋本 悠雅, 松廣 幹雄, 鈴木 秀宣, 河田 佳樹, 仁木 登, 加藤 勝也, 大塚 義紀, 岸本 卓巳, 芦澤 和人	3次元CT画像を用いたじん肺の粒状影の検出能	電子情報通信学会技術研究 報告 医用画像	2021. 3

3-2

単純X線写真・CT画像による じん肺の評価実験

森 奈々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⁾
大塚 義紀⁴⁾、岸本 卓巳⁵⁾、芦澤 和人⁶⁾

1) 徳島大学大学院 先端技術科学教育部
2) 同 社会産業理工学研究部、3) 川崎医科大学
4) 北海道中央労災病院、5) 岡山ろうさい病院、6) 長崎大学

【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。じん肺の診断では単純X線写真を用いており、第2型以上の患者は労災認定の対象となるが第0型の患者は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。本研究では、3次元CT画像を用いたじん肺の診断支援システムの開発を目指している。そのために、再構成関数の異なるCT画像を用いて粒状影を抽出し、粒状影の個数、大きさとCT値を比較評価することで再構成関数による検出能を定量的に評価する。また、その結果を単純X線写真と比較することで単純X線写真とCT画像の粒状影を定量的に評価する。

【材料および方法(又は症例の概要)】 北海道中央労災病院で診断されたじん肺10症例(0/1-5例、1/0-5例)の通常線量画像を解析、評価対象とする。再構成関数はSTANDARDとLUNGの2種類で、1症例に対しそれぞれの画像が存在する。これらのCT画像から粒状影のマニュアル抽出によりじん肺CT画像データベースを作成する。定量評価では、じん肺の粒状影の個数、大きさとCT値によって再構成関数による検出能を評価する。また、作成した粒状影ラベルを単純X線写真に重ねることで単純X線写真上の粒状影部分の濃淡を定量化し、CT画像上での粒状影の大きさとCT値がどのように対応しているか評価する。

【結果(又は経過)】 CT画像のSTANDARDとLUNGの粒状影の検出能を比較した結果、粒状影の直径別累積頻度ではLUNGの方がSTANDARDに比べて2.5mm以下の粒状影が多く、大きさ別の平均CT値においてもLUNGの方がSTANDARDに比べて150～200HU高かった。

【考察および結論】 CT画像のLUNGとSTANDARDの粒状影の検出能では、LUNGの方がSTANDARDに比べて2.5mm以下の粒状影の検出能が高く、平均CT値もLUNGの方がSTANDARDに比べて150～200HU高いことから、粒状影の検出能はLUNGの方が高いと示すことが出来た。

3次元CT画像を用いた じん肺の粒状影の検出能

森 奈々[†] 橋本 悠雅[†] 松廣 幹雄[‡] 鈴木 秀宣[‡] 河田 佳樹[‡] 仁木 登[‡]

加藤 勝也^{†‡} 大塚 義紀^{‡‡} 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 北海道中央労災病院

^{‡‡} 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、再構成関数 LUNG, STANDARD の 3 次元 CT 画像を用いて粒状影を抽出し、個数、大きさと CT 値を比較することで再構成関数の検出能を評価する。また、単純 X 線写真と CT 画像から抽出した粒状影を比較することで単純 X 線写真でのじん肺の診断に役立てる。

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、再構成関数 STANDARD と LUNG の CT 画像からじん肺の粒状影を抽出し、粒状影の個数、大きさと CT 値を定量化することで再構成関数による検出能を比較評価する。また、CT 画像から作成した粒状影データを単純 X 線写真上に重ね合わせることで、粒状影の多く存在する部分と存在しない部分の濃淡を定量化し、単純 X 線写真での 0/1 と 1/0 の診断に役立てることを目的とする。

2. 撮影条件と手法

北海道中央労災病院で診断されたじん肺 10 症例 (CT0/1 - 5 例, CT1/0 - 5 例) と対応する単純 X 線写真を用いた。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) 再構成関数による粒状影の比較評価を行い、その結果を教師データとして (3) 単純 X 線写真上での粒状影部分の濃淡の比較を行い、0/1 と 1/0 の比較評価を行った。

表 1 撮影条件

	単純 X 線写真	CT 画像
装置	FUJIFILM	LightSpeed VCT
管電圧 [kV]	120 125	120
管電流 [mA]	200 250	167~698
スライス厚 [mm]	-	1.25
画素間隔 [mm]	0.10	0.527~0.742
再構成間隔 [mm]	-	1.25
再構成関数	-	STANDARD LUNG

(1) じん肺 CT 画像データベースの作成

じん肺の粒状影をマニュアル処理で抽出する。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マニュアルで抽出する。読影者は1名で再構成関数 STANDARD と LUNG についてそれぞれ1回ずつ抽出する。

(2) 再構成関数の粒状影評価法

再構成関数によるじん肺の粒状影について，粒状影の個数，大きさ，CT 値によって評価する。粒状影の大きさは粒状影を球と仮定し，体積から算出した直径と定義する。

(3) 単純 X 線写真・3 次元胸部 CT 画像の粒状影レジストレーション法

3 次元 CT 画像の再構成関数 LUNG で抽出した粒状影を単純 X 線写真に投影し，粒状影部分と粒状影の存在しない部分の濃淡の比較を行う。単純 X 線写真に Texture 解析を行い，50mm×50mm の範囲を肺野内でシフトさせて標準偏差を算出し，ヒストグラムのピーク値を別にプロットすることで濃淡の比較を行う。

3. 結果

粒状影の抽出結果例を図1に示す。画像の上には単純 X 線写真，下段は LUNG の CT 画像による粒状影の抽出結果と，骨の抽出結果の重ね合わせである。個数は左から直径 2.5mm 以上，4mm 以上，6mm 以上の粒状影数である。これより，粒状影差は 300 個以上も存在するが，単純 X 線写真では明確な粒状影は確認できないことが分かる。

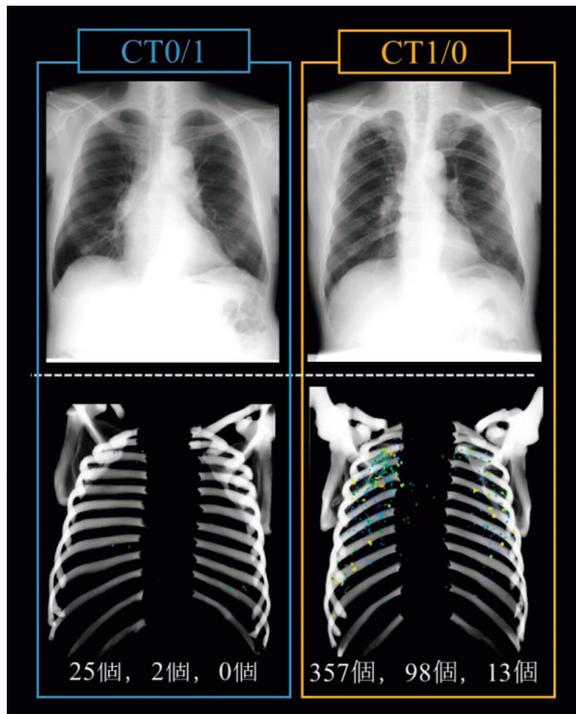


図1 単純 X 線写真と CT 画像による粒状影抽出結果

図2に再構成関数 STANDARD と LUNG の粒状影の大きさ別累積頻度を示す。これより，STANDARD と LUNG では LUNG のほうが粒状影が多く抽出されたことが確認できる。また，粒状影全体の総数の差，2.5mm 以上の粒状影数の STANDARD と LUNG の差を比較すると，粒状影全体の総数のほうが大きい結果となっている。このことから，LUNG では STANDARD と比べ 2.5mm 未満で粒状影の検出能が高いことが分かる。

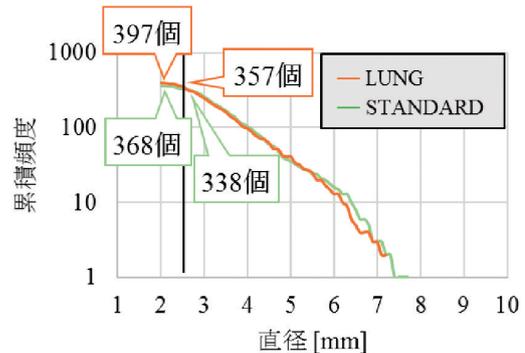


図2 再構成関数による粒状影の大きさと累積頻度

図3に再構成関数 STANDARD と LUNG の粒状影の大きさ別平均 CT 値を示す。STANDARD に比べ，LUNG はどの大きさでも CT 値が 200 HU 近く高いことが確認できる。

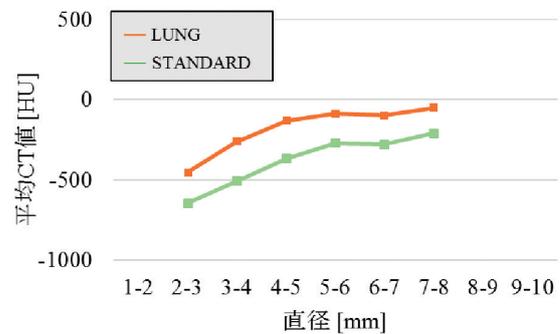


図3 再構成関数による粒状影の大きさと平均 CT 値

次に，単純 X 線写真と CT 画像による粒状影抽出結果の比較を行う。図4に Lambda0.01 の Texture 画像の標準偏差ヒストグラムを示す。CT0/1 と CT1/0 では標準偏差のピーク値が異なることが確認できる。図5に Lambda0.01 と Lambda0.005 の標準偏差ヒストグラムのピーク値をプロットした結果を示す。CT0/1 と CT1/0 では分布が異なることが分かる。更に，粒状影が多く存在する上部と中部，あまり存在しない下部の3つに分類した。CT0/1 の結果を図6に示す。これより，肺野内の位置で標準偏差に差が生じることが確認できる。

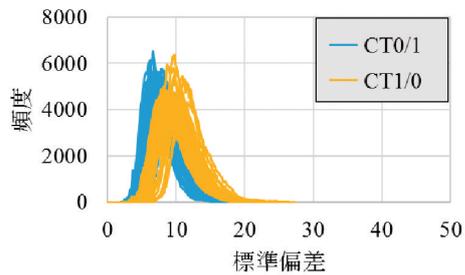


図 4 Lambda0.01 の標準偏差ヒストグラム

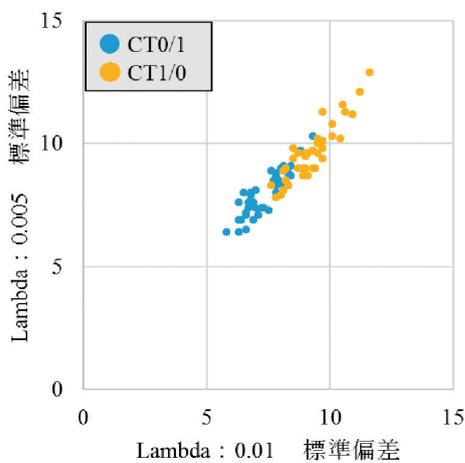


図 5 Lamda0.01 と Lambda0.005 の標準偏差ヒストグラムのピーク値の関係

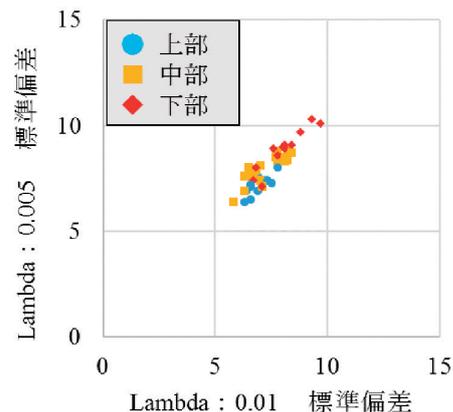


図 6 Lamda0.01 と Lambda0.005 の標準偏差ヒストグラムのピーク値の肺野内分布の関係

4. まとめ

じん肺 CT 画像データベースを作成し、再構成関数 STANDARD と LUNG の粒状影の大きさと個数を定量化し、検出能の比較評価を行った。LUNG のほうが 2.5mm 未満の粒状影の検出能が高く、コントラストも高いことが分かった。また、0/1 と 1/0 で単純 X 線写真上の陰影の濃淡を比較した。Texture 画像上で肺の分布別標準偏差を用いると、CT0/1 と CT1/0 の分類に役立つことを提示した。

今後の課題として、CT 画像を用いた高精度な粒状影自動抽出ソフトウェアを開発すること、また単純 X 線写真で多症例の解析を行い、単純 X 線写真を用いたじん肺の診断支援システムの開発を目指す。

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. 真興交易医書出版部, 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. 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.
- [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

