

労災疾病臨床研究事業費補助金

「じん肺健康診断とじん肺管理区分決定の適切な実施に関する研究」

令和4年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 芦澤 和人

令和5（2023）年 3月

労災疾病臨床研究事業費補助金
「じん肺健康診断とじん肺管理区分決定の適切な実施に関する研究」
総括・分担研究報告書（令和４年度）

じん肺健康診断とじん肺管理区分決定の適切な実施に関する研究
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
東北大学 環境・安全推進センター	教授	黒澤 一
浅間南麓こもろ医療センター 放射線科	部長	丸山雄一郎
奈良県総合医療センター 放射線診断科	副部長	西本 優子

研究協力者

北海道中央労災病院 じん肺内科	院長	大塚 義紀
東北労災病院 呼吸器内科	部長/ 副院長	三浦 元彦
東北大学 環境・安全推進センター	教授	小川 浩正
東北大学大学院 医学系研究科 呼吸器内科学分野	講師	小荒井 晃
北海道中央労災病院 病理診断科	部長	岡本 賢三
長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 臨床腫瘍学	客員研究員	鎌田 理嗣
長崎大学病院 放射線科	助教	筒井 伸
北海道中央労災病院	名誉院長	木村 清延
北海道中央労災病院	名誉院長	宮本 顕二
旭労災病院 呼吸器内科	院長	宇佐美郁治
旭労災病院 呼吸器内科	部長	横山多佳子
東北労災病院 中央検査部	部長	植木 進一
旭労災病院 中央検査部	部長	岩月 恵子

目 次

I. 総括研究報告

じん肺健康診断とじん肺管理区分の適切な実施に関する研究	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）じん肺診査ハンドブック（改訂版）に係る臨床部門の対応および喀痰中の 好中球エラスターゼ測定に係る検討	11
岸本 卓巳（アスベスト疾患研究・研修センター 所長） 大塚 義紀（北海道中央労災病院 じん肺内科 院長）	
（2）じん肺診査ハンドブック改訂版作成に係る画像・病理部門における現行版の問題点	39
加藤 勝也（川崎医科大学 総合放射線医学 教授）	
（3）じん肺診査ハンドブック（改訂版）に係る肺機能部門の対応： 日本呼吸器学会呼吸機能検査の正常予測式「2001年とLMS法との比較」	49
黒澤 一（東北大学 環境・安全推進センター 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—簡易システムの提案—.....	55
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	67
---------------------------	----

I．総括研究報告

労災疾病臨床研究事業費補助金
「じん肺健康診断とじん肺管理区分決定の適切な実施に関する研究」
総括研究報告書（令和4年度）

じん肺健康診断とじん肺管理区分の適切な実施に関する研究

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）
	黒澤 一	（東北大学 環境・安全推進センター 教授）
	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 副部長）
研究協力者	大塚 義紀	（北海道中央労災病院 じん肺内科 院長）
	三浦 元彦	（東北労災病院 呼吸器内科 部長/副院長）
	小川 浩正	（東北大学 環境・安全推進センター 教授）
	小荒井 晃	（東北大学大学院 医学系研究科 呼吸器内科学分野 講師）
	岡本 賢三	（北海道中央労災病院 病理診断科 部長）
	鎌田 理嗣	（長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 臨床腫瘍学 客員研究員）
	筒井 伸	（長崎大学病院 放射線科 助教）
	木村 清延	（北海道中央労災病院 名誉院長）
	宮本 顕二	（北海道中央労災病院 名誉院長）
	宇佐美郁治	（旭労災病院 呼吸器内科 院長）
	横山多佳子	（旭労災病院 呼吸器内科 部長）
	植木 進一	（東北労災病院 中央検査部 部長）
	岩月 恵子	（旭労災病院 中央検査部 部長）

研究要旨

「じん肺診査ハンドブック」は発刊より40年以上経過し、内容の変更も数多い。これを現状にそぐう内容に改訂するため、臨床・画像・部門の項目についての改訂点を提起するとともに変更点について検討した。

呼吸機能検査の判定の基準となる肺活量（VC）および一秒量（FEV₁）について、現行のものと2013年のLMS法による予測式について比較検討を行った。LMS法を採用した場合、FEV₁の点で認定の範囲が狭まる場合があること、VCの点で認定の範囲が広がることが明らかになった。

クラウドサーバーで一元管理を行う「遠隔じん肺審査ネットワークシステム」の開発構想の中で、より簡便な方法での構築を模索し、課題を抽出した。簡易案として、既存の地方労働局所有のじん肺読影用PC端末を読影と通信の両方に使用する方法と、通信用途に使用するPCを別途用意する2つの方法を考え、そのメリット・デメリットを考察した。

A. 研究目的

1978年に刊行されて以降、じん肺診査ハンドブックは45年という期間が経っており（図1、2）、医療の進展、医学的知見の集積、研究成果物の集積などを踏まえ、臨床検査、肺機能検査、画像検査の3項目を柱として、現状にあったじん肺診査ハンドブックへ改訂等を進めていくことが望まれる。

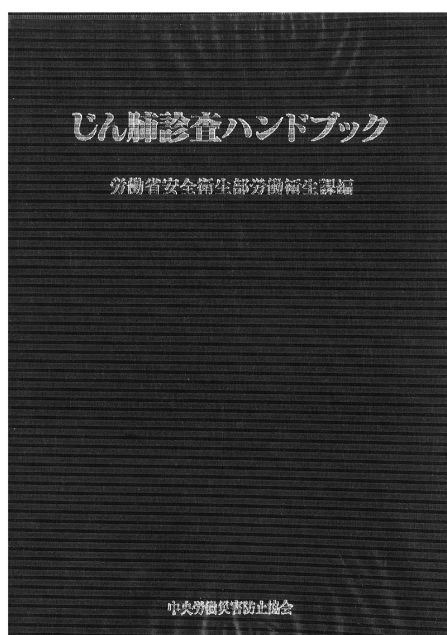


図1 表紙

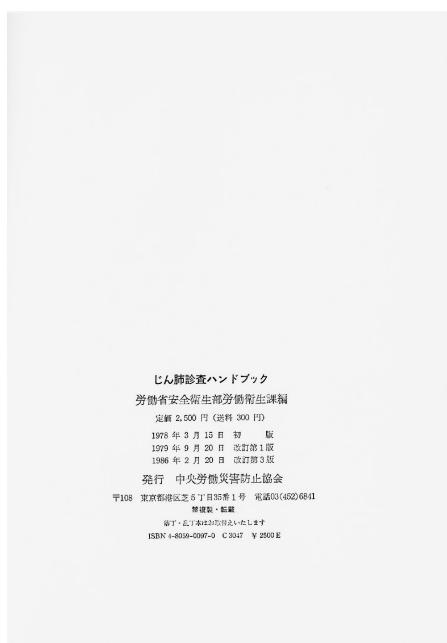


図2 奥付

臨床部門では臨床検査に係る改訂案の作成を、じん肺の診療や健康診断に実際に関わっている専門医が担当した。

呼吸機能検査の判定基準について、見直しおよび確認作業を行うこととした。具体的には2001年と2013年のLMS法の新基準の肺活量（VC）と一秒量（FEV₁）についての比較を行い、予想される影響について検討することとした。

画像に関しては、じん肺診査ハンドブックの「3. エックス線撮影検査及びエックス線写真の読影」より、（1）エックス線撮影法、（2）じん肺陰影の特徴、（3）じん肺エックス線写真像の分類、（4）じん肺標準エックス線フィルムの概略と使用法について、の問題点を検討することとした。

病理に関しては、じん肺診査ハンドブックの「2. じん肺のエックス線写真像と病理所見との関連について」の記載についての問題点を検討することとした。

著者らは令和元年～令和3年度労災疾病臨床研究「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）で、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を提案した¹⁾。それに基づいた一元管理を行うクラウド画像サーバを用いて全国どこからでも画像を双方向に閲覧できる遠隔じん肺審査ネットワークシステムの構築が望ましいが、汎用のネットワークやWEB会議システムを利用して、より簡便な仕組みは構築できないか考察することにした。

B. 研究方法

オリジナルのじん肺診査ハンドブックの現状にはそぐわない問題点を提起し、対象事項の問題点あるいは改訂点についての検討を行った。

呼吸機能の予測式について、2001年および

2013年の日本呼吸器学会の提案の基本となる論文等について、文献的に検討し比較した。

情報通信機器を用いて、より簡便に、遠隔でじん肺審査等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した。

C. 研究結果

臨床班のじん肺ハンドブック検討項目

じん肺診査ハンドブック改訂に係る臨床部門について、以下の通り改訂点を提起した。

I. じん肺の病像

1. じん肺の定義（担当：大塚義紀）

・CTや病理所見による形態学的把握、肺機能障害の把握等の医学の進歩を反映して記載を変更。

2. じん肺と肺気腫（担当：岸本卓巳）

・石炭粉じんのばく露やPMF（Progressive Massive Fibrosis）、珪肺は喫煙と独立した危険因子であることを記載。

3. じん肺の合併症・続発症

・結核の疫学的現状、
・高度なじん肺を伴った例に発生する気胸の難治性とCT検査の有用性、原発性肺がんが追加された経緯を追加。

II. じん肺健康診断の方法と判定（担当：宇佐美郁治）

1. じん肺健康診断の体系

・諸検査の流れ図を変更

2. 粉じん作業についての職歴の調査

・粉じん作業歴は、現在の事業所に来る前と現在の事業所に来てからを分ける必要性を記述。

・作業名は、それぞれの作業名を記載するが、「～する場所における作業」と表現することもある点について注意喚起。

・近年、じん肺法施行規則別表に記載されていない歯科技工じん肺や、超硬合金じん肺、ベリリウム肺、インジウム肺、高純度シリカによる急進じん肺なども認められる。

・別表15に「砂型を造形し、」を追加。

3. 胸部臨床検査（担当：三浦元彦）

（1）既往歴の調査

・気管支喘息は、適切な治療により症状が改善し、リモデリングを予防できることから、既往歴のみならず家族歴も聴取し、必要に応じて精密検査にて確認する必要がある。

・喫煙は肺気腫の進展に大きな影響を与えるため、判断に際しては喫煙の影響も考慮する必要がある。

（2）自覚症状の調査

・じん肺に伴う症状を正しく聴取することは、じん肺の進行度の評価のみならず、合併症の診断や鑑別診断のためにも重要であることを記載。

・じん肺健診においては過去に頻用された呼吸困難の分類法であるFletcher-Hugh-Jonesの分類に基づいて作成された区分法で判定する。（なお、現在一般臨床で最も使用頻度の高い呼吸困難の分類法であるmMRC（modified Medical Research Council）息切れスケールを用いる方が、より適切に病態を分類できることから、mMRCの導入を検討していく。）

・典型的なけい肺や石綿肺では、喀痰喀出は見られないこともある。一方、画像変化を伴うような炭鉱夫肺患者や慢性的な気道炎症を合併したじん肺患者では、せきやたんの喀出がみられる。またこれには喫煙歴も影響する。

・また、気管支拡張症や肺がんを合併した場合には血痰がみられることがあり、その有無を聴取することが望ましい。

・心悸亢進、胸痛、熱感、盗汗について詳述。

・喫煙はじん肺の罹患や進展と関連すると言われており、記録しておくことの重要性を強調。

(3) 他覚所見の検査

・チアノーゼ、ばち状指について詳述

4. 合併症に関する検査（担当：木村清延）

(1) 肺結核

・結核を疑う場合には、結核菌検査、胸部CT検査、ツベルクリン反応検査、インターフェロン- γ 遊離試験などの精密検査を行う。

・じん肺法第3条第1項第3号にある結核精密検査の内容の改定が必要である。

(2) 結核性胸膜炎

・結核性胸膜炎を疑う所見と必要な検査を詳述。

(3) 続発性気管支拡張症（担当：大塚義紀）

・胸部CTの必要性和喀痰中好中球エラスターゼの有用性を記載

(4) 続発性気胸（担当：木村清延）

・精密検査としては胸部CT検査が必須である。

(5) 原発性肺がん

・平成15（2003）年4月から追加された。

・年1回の肺がんに関する検査（肺がん罹患している疑いがないと診断された時以外は、胸部らせんCT検査および喀痰細胞診）の実施が事業者に義務付けられた。

・早期診断の重要性和精密検査が必要な状況、精密検査の内容を記載。

5. その他の検査（担当：横山多佳子）

・心エコーを追加

・喀痰中好中球エラスターゼを測定した場合は、その測定値を記入する。

Ⅲ. 健康管理のための措置

1. 「じん肺管理区分」決定の流れ（担当：横山多佳子・宇佐美郁治）

・じん肺管理区分決定の流れ図を変更。

・じん肺管理区分（表1）の説明を追加。

・「じん肺管理区分の決定申請について」「じん肺管理区分決定までの流れ」を詳述。

2. 健康管理のための措置（担当：岸本卓巳）

(1) 一般的措置

・「石綿関係の作業が特定化学物質等障害予防規則により規制されている」を除いたと記載されているが、そうであれば溶接作業も同様となる。記載の方法をどのようにするか検討が必要。

・シリカ、溶接ヒュームはIARCで発がん物質として扱われたため「粉じん以外の有害因子ばく露の防止」の項に入れるべきである。

・各粉じん作業に対する措置の一覧（粉じん障害防止規則）についても変更する必要がある。

(2) じん肺管理区分に基づく措置

・呼吸保護具について詳述。

・作業転換に関する都道府県労働局長の勧奨や指示について記述。

・じん肺管理区分に基づく就業上の措置の図を追加。

3. 喀痰中の好中球エラスターゼ検査について（担当：大塚義紀）

現行の膿性痰の評価では、目視での膿性痰の評価を診断証明書に記載するため、客観性に欠ける。より客観的な指標である好中球エラスターゼ活性値の活用を提案する。

Ⅳ. LMS法に係る検討

(1) 平成22年から採用されている予測式

2001年に日本呼吸器学会が提案した予測式は、非喫煙健常者1,811名のデータベースを基にして、一次回帰式で求められている。LMS法による予測式は、非喫煙健常者20,341人の成績をもとにしていて、性別年齢ごとのsplineと呼ばれる係数が存在する。また、正常下限値（LLN）も設定されていることが特

徴である。呼吸機能検査のデータは必ずしも正規分布とはならず、一次回帰式で求める予測式の精度はその分低下する。LMS法は、平均値（M）、変動係数（散布、S）、歪度指数（位置、L）によって特徴付ける手法であり（3）、データの分布を正規分布化後、各結果の最適な関数を導き出し、予測式として導き出す。

（2）平均身長での比較－VCについて

身長を平均身長として、2001年とLMS法によるVC予測値の比較すると、男女とも若年でLMS法が低く、高齢になると2001年の予測式が低くなっている。

（3）平均身長での比較－FEV₁について

平均身長で2001年とLMS法によるFEV₁予測値を比較すると、男性ではLMS法の方が2001年の予測式よりも全年齢で低い値を示している。女性では、2001年とLMS法はほぼ一致している。

（4）LMS法の特徴

一般的に、LMS法によって求めた予測値は、2001年の日本呼吸器学会の予測式をはじめとして、これまでの単純な一次回帰による方法よりも、精度がより高いものと考えられる。また、今回のLMS法の基盤となっているデータのサンプル数自体が2001年よりも一桁多く、その面でも信頼性が強まる要素となっている。

（5）判定基準と認定の関係

呼吸機能検査の判断基準となる、VCおよびFEV₁の予測式について、JRSの新基準を採用した場合の影響について比較を行った。概して、著しい肺機能障害の判定となるためには、新基準採用後の予測式の数値が低くなればなるほど、採用前には著しい肺機能障害に相当するとされている病態を包含しなくなる。

（6）VCの比較

特に40歳以上でVCの予測正常値は2001年正常予測式に比べ2013年LMS法により得られる値のほうが男女とも大きい。したがって、現状の基準による認定の方が厳しい状況となっていると考えられる。^{2) (5)}。

（7）FEV₁の比較

男性のFEV₁の予測値を比較した場合、2001年正常予測式に比べ2013年LMS法により得られる値のほうが小さい。したがって、LMS法を採用した場合、認定が厳しいものとなる。

（8）LMS法導入の利点と課題

LMS法導入の利点は、より正確に實際を反映するようになることである。また、予測式に加えて、正常下限値（LLN）を提示している。これまで閉塞性換気障害の定義では、固定値を用いていたが、若年者での過小評価と高齢者での過剰診断が課題として指摘されていた。代わりにLLNを閾値とすることで歪みが是正できるのではないかとの意見がある^{3) (6)}。LMS法による予測式をじん肺の認定に使用することは、現実を正確に反映することにつながる。また、これまでの予測式に比べてより幅の広い予測式となる可能性がある。

LMS法導入の課題としては、計算が煩雑であり、実臨床において未だ十分には普及していないことがあげられる。また、身障者診断書・意見書（呼吸機能障害）の判定基準は2001年版の正常値式が現在も用いられている。第二に、LMS法の利点としてあげた正確さが、従来法よりも厳しい基準になってしまう場合があると判明した。これまで認定されていた一部の病態が、認定外として判断される可能性が生じる。これをカバーするには、法律変更などの手続きが必要となる。

V. エックス線撮影検査およびエックス線写真の読影

(1) エックス線撮影法についての問題点・改訂点（担当：丸山雄一郎、西本優子）

・胸部エックス線フィルム像を胸部エックス線写真と変更した方が良いのではないか。

・現在は使われていない撮影条件や技法は省略して、現状に適合させるのが良いのではないかな。

・フィルムからデジタルへ移行を促す意味で、デジタル撮影のみ記載するか、デジタル撮影を推奨しアナログ撮影に関しては旧版を参照する、という記述に変更できないか。

・エックス線撮影の記述に関して、診療放射線技師に、助言・監修してもらってはどうか。

・平成23年9月26日付け基安労発0926第1号「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の別添「じん肺標準エックス線写真集」電子媒体版についてで「望ましい」とされる要件以上のモニター読影環境を記述。

・モニター診断による読影が追加されるべき。

(2) じん肺陰影の特徴についての問題点（担当：加藤勝也、西本優子）

・非典型珪肺の記載の追加を要する。

・新規発生数が多い溶接工肺の記載を追加するか検討を要する。

・各陰影の記載にCT所見を追加する必要があるか検討を要する。

(3) じん肺エックス線写真像の分類についての問題点・改訂点（担当 芦澤和人、筒井伸）

・型の区分についてははじめに表が掲載されており、省略は可能ではないか。

・「標準エックス線フィルム」から「標準エックス線写真」へ変更したほうがよいのではないかな。

・シェーマの挿入を検討してはどうか。

・「超える」、「以上」が混在しており、整理したほうがよいのではないかな。

・不整形陰影の所見の表現を変更してはどうか。

・必要に応じシェーマを挿入してはどうか。

(4) じん肺標準エックス線フィルムの概略と使用法の問題点・改訂点（担当：芦澤和人、筒井伸）

・近年エックス線写真はデジタル撮影が主流となっていることから、エックス線写真像の区分にはじん肺標準エックス線写真集電子媒体版（平成23年3月）を用いることが望ましいとの記載に変更してはどうか。

・じん肺標準エックス線写真集電子媒体版（DVD）をハンドブックの巻末に添付してはどうか。

・「エックス線フィルム」から「エックス線写真」へ変更したほうがよいのではないかな。

・モニター読影用に表現を変えてはどうか。

・エックス線写真を用いても判断が難しい場合にはCT画像も参考として判断することが望ましいと加えるのはどうか。

VI. じん肺のエックス線写真像と病理所見との関連について（担当：岡本賢三、加藤勝也）

・第1章「じん肺の病像」から第2章「じん肺健康診断の方法と判定」に移動させ、けい肺・石綿肺・その他のじん肺について、現在の知見に基づいて記載を新たにする。

・画像の進歩により、淡い小葉中心性陰影のじん肺の指摘が増加している。病理組織学的には、粉塵斑dust maculeと呼ばれている。このようなじん肺には 純粋な炭肺や溶接工肺（鉄肺）がある。線維化の程度が極めて弱い場合にはばく露環境から離脱することにより病変の軽減があり得る。

・病理に関する記載に相当するCT画像とそ

の説明も追加する。

Ⅶ. 遠隔画像診断のネットワーク体制構想

(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

令和元年～令和3年度労災疾病臨床研究「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)において、児島らが実施した地方じん肺診査医へのアンケート調査によれば、39%の労働局が、ぜひ必要あるいは可能であればと回答していた⁴⁾。

簡便な遠隔じん肺審査ネットワークシステムとして、

- ① 都道府県労働局所有のじん肺読影用PC端末を、読影と通信の両方に使用するシステム
- ② 都道府県労働局所有のじん肺読影用PC端末は読影専用とし、通信用途に使用するPCを別途用意するシステムの2案を提案する。

第①案のメリットは、画像サーバに画像登録をするシステムが不要なので安価に構築できることと、各局は既存のPCおよび3MP医療用モニターを利用できることである。送信側および受信側で使用する局所有のじん肺読影システム用PCのGPUスペックは比較的高いことから、通信環境が確保できれば安定した送受信が可能である。

デメリットは各局所有のじん肺読影用PC端末に、WEB会議システムを導入する必要があることと、じん肺読影用PC端末を、インターネットにVPN接続する必要があることである。従って地方局が所有するじん肺読影システムのPCを、インターネットにVPN接続することの同意を得る必要がある。

第②案のメリットは、第①案同様、画像サーバに画像登録をするシステムが不要なので安

価に構築できることと、第①案と異なり、局所有のじん肺読影用PC端末に、WEB会議システムを導入する必要がなく、インターネットVPN接続が不要なことである。

デメリットとしては、各局は既存のじん肺読影用PC端末のほかに、通信用として4K表示可能なPC端末を用意する必要がある。また、読影用PCと配信用PCの両方に、じん肺ビューアをインストールする必要がある。

第①、②案ともに、簡易版システムでは、遠隔サポートをする医師は、申請されたオリジナルの엑스線写真を見てコメントしているわけではないので、受信画像の画質の検証が必要である。

(2) 遠隔ネットワークシステムを活用した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、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。

この研修会を、遠隔ネットワークシステムを利用して開催できないか検討した。じん肺診断技術演習をオンラインで実施するには、著者らが「モニターを用いたじん肺画像診断に関する研究」¹⁾³⁾で報告したクラウド画像サーバを用いた遠隔ネットワークシステムを利用するのが最も望ましいと考えるが、そのシステムが構築できるまでの暫定的な方法として、ウェビナーで講義とオンライン読影実習を行うじん肺診断技術研修(研修①案)と、ウェビナー講義とオフライン読影実習を併用するじん肺診断技術研修(研修②案)を提案する。

研修①案のメリットは既存の読影端末を利用することができれば、ネットワーク環境を整備するだけで可能なことである。

課題は各地方局が所有するじん肺読影端末をインターネットVPN接続し、研修会に利用することの同意が得られるかである。また、

ZOOMウェビナーの場合、2画面を同時に配信することはできないので、講義スライドと読影実習用画像の同時配信はできない。

研修②案は、地方労働局所有のじん肺読影用PC端末は読影専用とし、通信用途に使用するPCを別途用意するので、受講に当たり2台のPCが必要となる。研修会事務局は、事前に地方局に読影実習用のDICOM画像を配布しておく。

研修②案のメリットは、労働局所有のじん肺読影用PCをスタンドアローンで使用するため、研修会利用目的での借用許可が得られれば実現可能なことである。講義はウェビナーシステムで聴講するので、受信側は通信用PCを用意する必要があるが、個人情報に含まれないと考えられ、VPN接続である必要はない。デメリットは読影実習用の画像データを事前配布する必要があり、事務作業が煩雑な点である。

(3) オフライン画像参照とWeb会議を併用する「遠隔中央じん肺診査医会」構想

中央じん肺診査医会における診査が必要な事案について「モニターを用いたじん肺画像診断に関する研究」³⁾で報告したクラウド画像サーバを用いた遠隔ネットワークシステムでは、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。

その場合、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、「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

診査ハンドブック改訂に係る臨床検査と画像関連項目の改訂点を提起して変更あるいは追加項目を記載した。病理項目に関しては改訂し記載した。

喀痰中の好中球エラスターゼ検査について続発性気管支炎の診断のためのバイオマーカーとなるかどうか企画、立案した。今後症例を追加し、更なる検討を行う予定である。

LMS法を導入した場合、著しい肺機能障害の認定範囲が若干広がる。しかしながら、FEV₁に関しては、著しい肺機能障害の認定範囲が若干狭まる。この他、実臨床においては未だ十分には普及していないこと、FEV₁/FVCに代えてLLNを使用するかどうか、などが課題として残る。

画像関連項目については、今後、問題点を踏まえた記載変更を検討し、病理に関連するCT画像とその説明を追加する予定である。

クラウド画像サーバを用いた遠隔ネットワークシステムの構築は必須であるが、暫定的に、実現可能な簡便な仕組みを考案した。その利用方法として、地方じん肺診査医への遠隔サポート、オンラインじん肺診断技術研修、「遠隔中央じん肺診査医会」構想を提案した。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) 丸山雄一郎、加藤勝也、児島克英、筒井伸、芦澤和人. 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. 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」令和元年～令和3年度総合研究報告書(研究代表者 芦澤和人) p. 45-53

2022. 3

- 2) 久保田勝. 呼吸器機能障害による身体障害判定における今後の課題 呼吸機能検査指標の問題点 (新しい正常値やじん肺法との関連を含め). 日本呼吸器学会誌, 4増刊: 67 (抄録).
- 3) 日本呼吸器学会. COPD (慢性閉塞性肺疾患) 診断と治療のためのガイドライン 第66版2022. メディカルレビュー社. 2022.
- 4) 児島克英、芦澤和人、加藤勝也、高橋雅士. 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. 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」令和元年～令和3年度総合研究報告書 (研究代表者 芦澤和人) p. 33-40 2022. 3

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

巻末の業績表参照

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

Ⅱ. 分担研究報告

労災疾病臨床研究事業費補助金
「じん肺健康診断とじん肺管理区分決定の適切な実施に関する研究」
分担研究報告書（令和4年度）

（１）じん肺診査ハンドブック（改訂版）に係る臨床部門の対応および
喀痰中の好中球エラスターゼ測定に係る検討

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）
研究協力者	大塚 義紀	（北海道中央労災病院 じん肺内科 院長）
	三浦 元彦	（東北労災病院 呼吸器内科 部長/ 副院長）
	木村 清延	（北海道中央労災病院 名誉院長）
	宮本 顕二	（北海道中央労災病院 名誉院長）
	宇佐美郁治	（旭労災病院 呼吸器内科 院長）
	横山多佳子	（旭労災病院 呼吸器内科 部長）
	植木 進一	（東北労災病院 中央検査部 部長）
	岩月 恵子	（旭労災病院 中央検査部 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

1978年に発刊された「じん肺診査ハンドブック」は40年以上を経過してその内容の変更も数多い。そのため、現状にマッチした内容に改訂するためのプロジェクトが開始された。我々はそのうちの臨床部門の項目についての改訂点を提起するとともに変更点について検討した。そのうち、じん肺に合併する続発性気管支炎については客観的な指標となる可能性を考慮して喀痰中の好中球エラスターゼを測定した。報告書には過去の測定データと今年度の測定結果について記載した。

A. 研究目的

1978年に刊行されて以降、じん肺診査ハンドブックは45年という期間が経っており、医療の進展、医学的知見の集積、研究成果物の集積などを踏まえ、臨床検査、肺機能検査、画像検査の3項目を柱として、現状にあったじん肺診査ハンドブックへ改訂等を進めていくことが望まれる。

臨床部門では臨床検査に係る改訂案の作成を、じん肺の診療や健康診断に実際に関わっている専門医が担当した。

B. 研究方法

改訂案については、オリジナルのじん肺診査ハンドブックの現状にはそぐわない問題点を提起し、対象事項の問題点あるいは改訂点についての検討を行った。

C. 研究結果

臨床班のじん肺ハンドブック検討項目

じん肺診査ハンドブック改訂に係る臨床部門について、以下の通り改訂点を提起した。

I. じん肺の病像

1. じん肺の定義 (担当：大塚義紀) (下線部が削除または修正部を示す)

じん肺 (Pneumoconiosis) という用語は、Zenker (1866) の提唱によるもので、「粉じんを吸入することによって起こる肺の病変」をじん肺と定義した。

Wilson (1909) は、「じん肺とは、種々の工業的粉じんを習慣的に吸入することによって生ずる肺の散布性結節性増殖である」と定義した。これは、粉じんが単に肺に沈着しているだけではなく、その局所において生体に反応を起こしたものでないとじん肺とよばないことを明らかにした点ですぐれているとされる。

じん肺の病像、起因粉じん等についての研究の進展をふまえて、1971年にブカレストで開催された第4回国際じん肺会議では、じん肺は、「肺内の粉じん集積が存在することに対する組織反応 (the accumulation of dust in the lung and the tissue reactions to its presence) と定義されている。

日本では、昭和30 (1955) 年制定の「けい肺及び外傷性せき髄障害に関する特別保護法」において、けい肺の定義がなされている。それによると、けい肺は、「遊離けい酸粉じん又は遊離けい酸を含む粉じんを吸入することによって肺に生じた線維増殖性変化の疾病」と定義されている。また、けい肺に合併した肺結核も「けい肺」に含めて保護の対象とすることを明記している。

昭和35 (1960) 年に制定された「じん肺法」のじん肺の定義では、じん肺の病像を明記していないが、行政解釈では「鉱物性粉じんを吸入することによって肺に生じた線維増殖性変化の疾病」としており、法においては、合併した肺結核もじん肺に含めている。

その後、細気管支～肺胞レベルの病変の

形態学的把握、Fletcherらによる慢性気管支炎の定義を用いた粉じんばく露労働者及びじん肺有所見者の呼吸器症状有症率の実態解明、肺生理学、肺機能検査法の進歩による細気管支～肺胞レベルでの肺機能障害の把握、剖検例の集積、HRCT (High resolution computed tomography) による気管支～肺胞レベルの形態学的変化の把握等の医学の進歩により、じん肺の病像が詳細に把握されるに至った。

従来、じん肺の病変は、線維増殖性変化としてとらえられてきたが、上述の研究成果から、じん肺の病変は、線維増殖性変化のほかに、気道の慢性炎症性変化、気腫性変化を伴ったものであることが明らかにされてきている。気道の慢性炎症性変化及び気腫性変化については、粉じんばく露以外の因子、特に喫煙、加齢との関連も示唆されているが、粉じんが相当程度関与しているとの報告が多く、じん肺有所見者に多く見られる病変と考えられる。

このような点をふまえて、改正されたじん肺法においては、じん肺は、「粉じんを吸入することによって肺に生じた線維増殖性変化を主体とする疾病」と定義されることになった。

なお、従来、じん肺と合併した肺結核はじん肺の定義に含められていたが、肺結核及びじん肺の進展経過に応じてじん肺と密接な関係があると認められ疾病は、「合併症」として定義されることになった。

2. じん肺と肺気腫 (担当：岸本卓巳) (下線部が削除または修正部を示す)

じん肺は、その早期の段階から気腫様変化を伴うことが多く、肺気腫がじん肺有所見者の肺機能低下に及ぼす影響は大きいといわれてきた。しかし肺気腫の臨床診断は従来必ずしも容易でないといわれてきており、特に、

じん肺の場合、通常のエックス線写真、肺機能検査等の検査では把握しにくいといわれている。

最近の文献から石炭粉じんのばく露は喫煙とは独立して肺気腫と閉塞性障害を来している。また、石炭のばく露量が増えるほど、肺気腫やCOPD（Chronic Obstructive Pulmonary Disease）での死亡者が増えるという報告もある。

一方、PMF（Progressive Massive Fibrosis）の存在が喫煙とは関係なく、DLCOの低下に有意に関連する。

PMFのない珪肺患者のうち肺気腫と認められたのは12例中1例のみであった。珪肺の程度は喫煙とか肺気腫のパーセントとは独立してDLCOの低下に関連していたという報告もあり、一定した見解があるとは言えない。我々も過去の臨床経験を基に議論を行い粉じん吸入により focal emphysemaの発症はあるが、閉塞性呼吸機能障害までは来さないという意見集約がなされた。

3. じん肺の合併症・続発症

じん肺の病変の進展に伴って種々の疾病が合併または続発してくる。これらの疾病のうち、従来肺結核は最も重要な合併症であったが、近年、療養を要する者に占める肺結核合併者の比率が低下してくるとともに、療養者の死因に占める肺結核の割合も、結核に対する治療法の進歩等に伴って減少してきた。

しかし、近年、これらの諸疾病以外の呼吸器系疾病とじん肺との関連性が注目されるようになった。これらの疾病としては、慢性気管支炎、気管支拡張症、肺気腫、自然気胸、胸膜炎、肺炎、肺化膿症、肺がん等があげられる。このうち、石綿ばく露労働者に肺がん、中皮腫の発生頻度が高いことが既に国の内外で知られている。

その他の疾病については、じん肺との因果関係について、疫学、臨床、病理学等の分野からの調査研究が進められてきており、これらの成果をもとに、じん肺法では次の6つの疾病を合併症とし、罹患者は療養の対象とすることとしている。

- ① 肺結核
- ② 結核性胸膜炎
- ③ 続発性気管支炎
- ④ 続発性気管支拡張症
- ⑤ 続発性気胸
- ⑥ 原発性肺がん

これらの6つの疾病のうち、①及び②は、肺結核とじん肺との密接な関連性を考慮して合併症として規定されたものである。

③から⑤に掲げる疾病は、じん肺の基本的な病変（線維増殖性変化、気道の慢性炎症性変化、気腫性変化）を素地として発症すると考えられる疾病である。⑥の原発性肺がんについては、疫学的検討にてじん肺有所見群での肺がんに対するリスクの高さから、原発性肺がんもじん肺の法的な合併症となった。

以下、合併症として規定するための医学的根拠について検討された専門家会議での検討結果の概略を紹介する。

（1）続発性気管支炎

じん肺有所見者のせき、たん等の呼吸器症状有症率について、今日用いられている慢性気管支炎の定義を用いた報告は諸外国では多いがわが国では極めて少ない。

わが国における疫学的調査では、地域、じん肺の種類を限定しないで、エックス線写真像と有症率との関連を調査しており、それによると、じん肺有所見者では対象者に比べて有症率が高く、かつ、エックス線写真像の進

展に伴って有症率が増加することが認められている。

じん肺と呼吸器症状との関連については、粉じんばく露、じん肺のエックス線写真像、喫煙、加齢等との関連が指摘されているが、諸報告を総合的に評価すると、対象者に比べてじん肺有所見者では有症率が高いと考えられ、エックス線写真像の進展につれて有症率も増加すると考えられる。

持続性のせき、たんの症状を呈する気道の慢性炎症性変化はじん肺の病変と考えられ、一般的には不可逆性の変化と考えられるが、このような病変に細菌感染等が加わった状態は一般に可逆性であり、このような場合には積極的な治療を加える必要がある。このような病態をじん肺法では「続発性気管支炎」と呼称し、合併症としている。

（２）続発性気管支拡張症

じん肺による気管支拡張の発生機転として、気管支の炎症・痙攣等の気管支自体の変化、リンパ節腫脹・じん肺結節病変等の萎縮性変化等の病変が指摘されている。じん肺有所見者における気管支拡張についての疫学調査の報告は少ない。わが国においても、療養中のじん肺患者を対象とした調査結果の報告はあるが、対照群をとって発生頻度を比較検討した報告は極めて少ない。しかし、前述した発生機転についての考察、療養中のじん肺患者を対象とした気管支造影による検索の結果等から、じん肺有所見者は気管支拡張症を招来しやすいと考えられる。

気管支拡張は不可逆性の変化であるが、これに細菌感染等が加わった場合には積極的な治療の対象とする必要があり、じん肺法では、「続発性気管支拡張症」と呼称し、合併症としている。

（３）続発性気胸（担当：木村清延）（下線部が削除または修正部を示す）

エックス線写真像別の発生頻度について患者を対象とした研究結果からみると、大陰影の所見の認められる者には発生頻度が高いことが認められている。大陰影の所見のある者では、気腫性変化、ブラ形成を伴いやすいことが指摘されており、発生頻度とこれらの病変との関連が推測される。大陰影を呈さないエックス線写真像の者については、大陰影の所見のある者に比べて発生頻度は低いが、エックス線写真像の進展に伴って発生頻度が増加する傾向が認められている。

じん肺法では、じん肺有所見者に起こった気胸を「続発性気胸」と呼称し、合併症としている。

近年「続発性気胸」は肺がんとともに合併症としての頻度が多く、また高度なじん肺を伴った例に発生する気胸は、難治であることも多く、死亡率が高いことが知られている。また、「自然気胸」と異なり、癒着や線維化を伴ったじん肺例では、気胸が発生しても漏れ出た空気がFree - airとならない場合がある。そのため立位の胸部エックス線写真では、肺尖部にそのairが認められず、肺底部にのみ認められるような場合もある。「続発性気胸」の発生が疑われた場合は、その点を考慮して、CT検査を迅速に行うなど、早期の診断が求められる。

（４）原発性肺がん（担当：大塚義紀）（下線部が削除または修正部を示す）

じん肺患者においてかなり以前より肺がん合併率の高いことが指摘されてきたが、喫煙との関連が複雑に関与するため、真の因果関係が長い間検討されてきた。原発性肺がんの合併にて医療実践上の不利益が認められるとして昭和53（1978）年11月2日基発第608号に

て管理 4 の患者のみが肺がんの労災補償対象として認められた。平成12（2000）年にさらに適格な労災補償を行う観点から症例収集を行い医療実践上の不利益を検討する会が立ち上がった。結果、管理 2 では不利益はなく、画像診断の上でPR2、PR3（管理 3）のじん肺では肺がんの診断率が落ちることが明らかにされた。また管理 3 以上では手術率が下がることも明らかにされ、平成14（2002）年 3 月27日基発第0327005号にて管理 3 における肺がんも労災補償の対象とされるに至った。その後、1997年にIARCが結晶質シリカを発がん性Group Iに分類し、また分子生物、病理学、疫学的研究の集積からも肺がん発生との医学的関連性が強く示唆されたことを受けて、最終的に平成14（2002）年11月11日基発第1111001号にて、管理 2 を含めたじん肺有所見者にみられる肺がんもじん肺の合併症とされることになった。

その他の肺炎、肺化膿症等の疾患については、じん肺有所見者に有意に発生頻度が高いとの報告はなく、現時点でじん肺との関連を評価することは困難である。

一般に、じん肺の病変の進展に伴って合併症発症の頻度が増加する傾向が認められていることから、合併症罹患を抑える意味でもじん肺の進展防止が極めて重要であると考えられる。また、呼吸器に有害なガス・蒸気等へのばく露低減・防止のほか、感染症に対する予防、喫煙に対する指導等についても日常の健康管理活動の中で留意する必要がある。

Ⅱ. じん肺健康診断の方法と判定（担当：宇佐美郁治）（下線部が削除または修正部を示す）

1. じん肺健康診断の体系

（1）じん肺健康診断時の項目

じん肺法に基づくじん肺健康診断の項目

は、法第 3 条により次のように定められている。

- ① 粉じん作業歴の調査
- ② 胸部エックス線直接撮影検査
- ③ 胸部臨床検査
- ④ 肺機能検査
- ⑤ 合併症に関する検査

これらの項目による健康診断で、粉じん作業従事労働者のじん管理区分及び合併症罹患の有無の判定が行われるが、上記①から⑤の調査または検査の結果のみでは適正なじん肺管理区分の決定ができない場合には、法第13条第 3 項により都道府県労働基準局長が再検査または検査項目を追加して行うよう命ずる場合がある。

（2）じん肺健康診断の種類、対象労働者及び実施時期

じん肺法に基づいて事業者が行うこととされている健康診断は、次のとおりである。

- ① 就業時健康診断（第 7 条）
- ② 定期健康診断（第 8 条）
- ③ 定期外健康診断（第 9 条）
- ④ 離職時健康診断（第 9 条の 2）

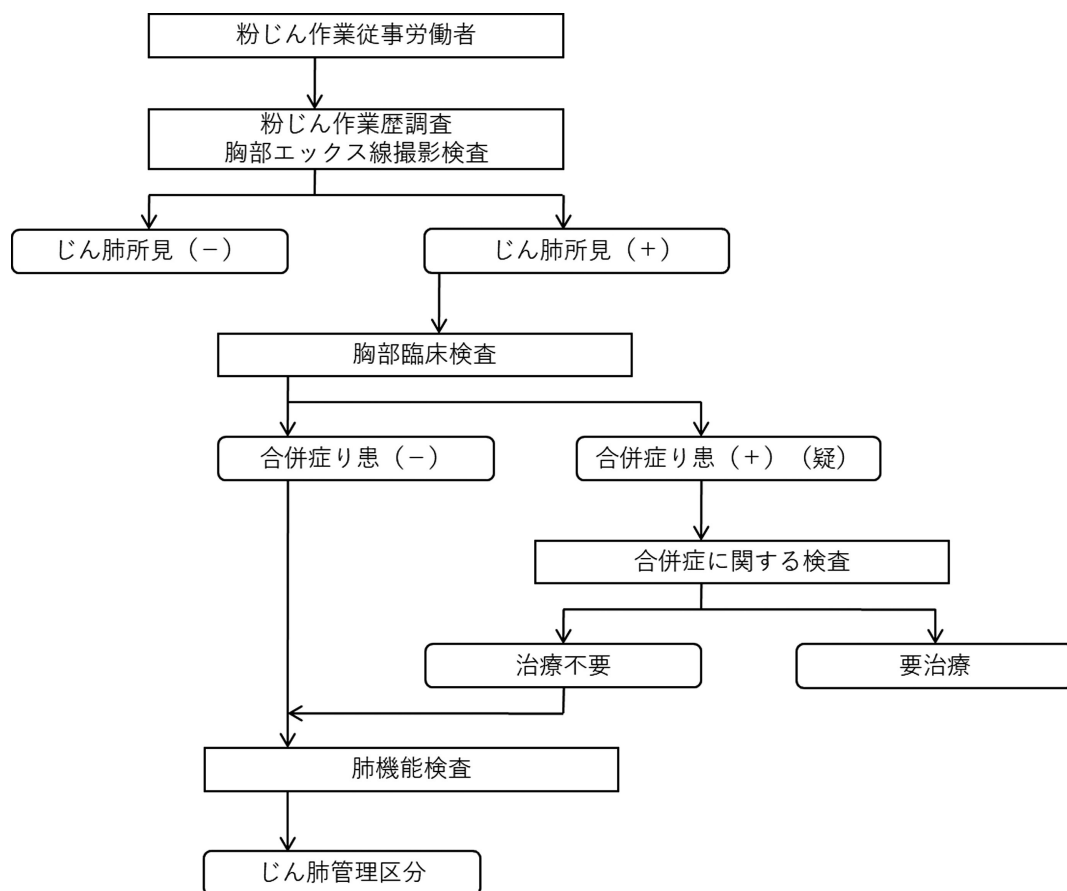
以下、これらの健康診断の対象労働者、時期等について概説する。

イ. 就業時健康診断

就業時健康診断は、粉じん作業に従事することとなった労働者が、じん肺にかかっているかどうか、じん肺の程度がどの程度かを把握し、その労働者の就労上及び健康管理上の指標を得ることをその目的としている。

この目的から、新たに常時粉じん作業に従

諸検査の流れは図のとおりである。



事することとなった労働者に対して就業の際に健康診断を行うこととされている。ただし、就業前に粉じん作業に従事したことのな

い者及び次のいずれかに該当する労働者については就業時健康診断の実施が免除されている。

就業前に受けた じん肺健康診断と 就業日との期間	当該じん肺画像診断の 結果決定された じん肺管理区分
1年以内	1, 2, 3イ
6月以内	3ロ

ロ. 定期健康診断

定期健康診断は、じん肺の早期発見とじん肺有所見者の経過の的確な把握を目的として

いる。対象労働者及び頻度については、医学的な検討結果をふまえて次のように定められている。

粉じん作業従事との関連	じん肺管理区分	頻度
常時粉じん作業に従事	1	3年以内
	2, 3	1年以内
常時粉じん作業に従事したことがあり現に非粉じん作業に従事	2	3年以内
	3	1年以内

ハ. 定期外健康診断

定期外健康診断は、従来無所見とされていた労働者がじん肺健康診断以外の健康診断でじん肺所見があるか又はその疑いがあると診断された場合に、適正にじん肺管理区分を決定し、それに基づいて適切な措置を講ずる必要があることから定められている。

また、合併症に罹患し療養している者は、その療養の経過中にじん肺が進展するおそれがあることから、休業の有無にかかわらず合併症により1年を超えて療養した後に、休業又は療養を要しないと診断された場合にも定期外健康診断を行うこととされている。

合併症により療養をした者の定期外健康診断は、次のような場合に行う。

※図変更なし

二. 離職時健康診断

常時粉じん作業に従事する労働者は、事業場に所属している間は事業場の健康管理體系に包含され日常的な健康管理対策の対象とされている。しかし、このような労働者が離職すると、事業場の健康管理體系における一貫した健康管理の対象から外れることとなる。このような観点から、次に掲げるような一定の者については、離職の際に事業者健康診断の実施を請求できるとされており、このような請求があった場合には、事業者は健康診断を行うこととされている。

粉じん作業従事との関連	じん肺管理区分	直前のじん肺健康診断から離職までの期間
常時粉じん作業に従事	1	1年6月以上
	2, 3	6月以上
常時粉じん作業に従事したことがあり 現に非粉じん作業に従事	2, 3	6月以上

2. 粉じん作業についての職歴の調査

粉じん作業歴は、現在の事業所に来る前と現在の事業所に来てからを分け、事業所名と下記の表のじん肺法施行規則別表を参考に粉じん作業名（括弧内には該当の号数1～24を記載）、粉じん作業従事期間を記載する。

作業名は、それぞれの作業名を記載するが、「～する場所における作業」と表現することもあり注意を要する。

近年、歯科技工士じん肺や、超硬合金じん肺、ベリリウム肺、インジウム肺、高純度シリカによる急進じん肺なども認められるようになった。

- 1 土石、岩石又は鉱物（以下「鉱物等」という。）（湿潤な土石を除く。）を掘削

する場所における作業。ただし、次に掲げる作業を除く。

イ 坑外の、鉱物等を湿式により試験する場所における作業

ロ 屋外の、鉱物等を動力又は発破によらないで掘削する場所における作業

- 2 鉱物等（湿潤なものを除く。）を積載した車の荷台を覆し、又は傾けることにより鉱物等（湿潤なものを除く。）を積み卸す場所における作業（次号、第9号又は第18号に掲げる作業を除く。）

- 3 坑内の、鉱物等を破碎し、粉碎し、ふるい分け、積み込み、又は積み卸す場所における作業。ただし、次に掲げる作業を除く。

イ 湿潤な鉱物等を積み込み、又は積

- み卸す場所における作業
- ロ 水の中で破碎し、粉碎し、又はふるい分ける場所における作業
- ハ 設備による注水をしながらふるい分ける場所における作業
- 4 坑内において鉱物等（湿潤なものを除く。）を運搬する作業。ただし、鉱物等を積載した車を牽引する機関車を運転する作業を除く。
- 5 坑内の、鉱物等（湿潤なものを除く。）を充てんし、又は岩粉を散布する場所における作業
- 6 岩石又は鉱物を裁断し、彫り、又は仕上げる場所における作業（第13号に掲げる作業を除く。）。ただし、次に掲げる作業を除く。
- イ 火炎を用いて裁断し、又は仕上げる場所における作業
- ロ 設備による注水又は注油をしながら、裁断し、彫り、又は仕上げる場所における作業
- 7 研磨材の吹き付けにより研磨し、又は研磨材を用いて動力により、岩石、鉱物若しくは金属を研磨し、若しくははばり取りし、若しくは金属を裁断する場所における作業（前号に掲げる作業を除く。）。ただし、設備による注水又は注油をしながら、研磨材を用いて動力により、岩石、鉱物若しくは金属を研磨し、若しくははばり取りし、又は金属を裁断する場所における作業を除く。
- 8 鉱物等、炭素を主成分とする原料（以下「炭素原料」という。）又はアルミニウム箔を動力により破碎し、粉碎し、又はふるい分ける場所における作業（第3号、第15号又は第19号に掲げる作業を除く。）。ただし、次に掲げる作業を除く。
- イ 水又は油の中で動力により破碎し、粉碎し、又はふるい分ける場所における作業
- ロ 設備による注水又は注油をしながら、鉱物等又は炭素原料を動力によりふるい分ける場所における作業
- ハ 屋外の、設備による注水又は注油をしながら、鉱物等又は炭素原料を動力により破碎し又は粉碎する場所における作業
- 9 セメント、フライアッシュ又は粉状の鉱石、炭素原料若しくは炭素製品を乾燥し、袋詰めし、積み込み、又は積み卸す場所における作業（第3号、第16号又は第18号に掲げる作業を除く。）。ただし、次に掲げる作業を除く。
- 10 粉状のアルミニウム又は酸化チタンを袋詰めする場所における作業
- 11 粉状の鉱石又は炭素原料を原料又は材料として使用する物を製造し、又は加工する工程において、粉状の鉱石、炭素原料又はこれらを含む物を混合し、混入し、又は散布する場所における作業（次号から第14号までに掲げる作業を除く。）。ただし、次に掲げる作業を除く。
- 12 ガラス又はほうろうを製造する工程において、原料を混合する場所における作業又は原料若しくは調合物を溶解炉に投げ入れる作業。ただし、水の中で原料を混合する場所における作業を除く。
- 13 陶磁器、耐火物、けいそう土製品又は研磨材を製造する工程において、原料を混合し、若しくは成形し、原料若しくは半製品を乾燥し、半製品を台車に積み込み、若しくは半製品若しくは製品を台車から積み卸し、仕上げし、若しくは荷造りする場所における作業又は窯の内部に立ち入る作業。ただし、

次に掲げる作業を除く。

イ 陶磁器を製造する工程において、原料を流し込み成形し、半製品を生仕上げし、又は製品を荷造りする場所における作業

ロ 水の中で原料を混合する場所における作業

- 14 炭素製品を製造する工程において、炭素原料を混合し、若しくは成形し、半製品を炉詰めし、又は半製品若しくは製品を炉出しし、若しくは仕上げる場所における作業。ただし、水の中で原料を混合する場所における作業を除く。

- 15 砂型を用いて鋳物を製造する工程において、砂型を造形し、砂型を壊し、砂落としし、砂を再生し、砂を混練し、又は鋳ばり等を削り取る場所における作業（第7号に掲げる作業を除く。）。ただし、設備による注水若しくは注油をしながら、又は水若しくは油の中で、砂を再生する場所における作業を除く。

- 16 鉱石専用埠頭に接岸している鉱石専用船の船倉内で鉱物等（湿潤なものを除く。）をかき落とし、又はかき集める作業

- 17 金属その他無機物を製錬し、又は溶融する工程において、土石又は鉱物を開放炉に投げ入れ、焼結し、湯出しし、又は鋳込みする場所における作業。ただし、転炉から湯出しし、又は金型に鋳込みする場所における作業を除く。

- 18 粉状の鉱物を燃焼する工程又は金属その他無機物を製錬し、若しくは溶融する工程において、炉、煙道、煙突等に付着し、若しくはたい積した鉱さい又は灰をかき落とし、かき集め、積み込

み、積み卸し、又は容器に入れる場所における作業

- 19 耐火物を用いて窯、炉等を築造し、若しくは修理し、又は耐火物を用いた窯、炉等を解体し、若しくは破碎する作業

- 20 屋内、坑内又はタンク、船舶、管、車両等の内部において、金属を溶断し、アーク溶接し、又はアークを用いてガウジングする作業。ただし、屋内において、自動溶断し、又は自動溶接する作業を除く。屋外における溶接作業における溶断、溶接作業も対象とする。

- 21 金属を溶射する場所における作業

- 22 染土の付着した藺草を庫入れし、庫出しし、選別調整し、又は製織する場所における作業

- 23 長大ずい道（著しく長いずい道であつて、労働大臣が指定するものをいう。）の内部の、ホッパー車からバラストを取り卸し、又はマルチプルタイタンパーにより道床を突き固める場所における作業

- 24 石綿を解きほぐし、合剤し、紡績し、紡織し、吹き付けし、積み込み、若しくは積み卸し、又は石綿製品を積層し、縫い合わせ、切断し、研磨し、仕上げし、若しくは包装する場所における作業

粉じん作業の職歴の調査は、事業場の名称、従事している、又は従事していた粉じん作業の内容及び従事した期間を把握することによって行う。

この調査によって、粉じんへのばく露期間を確認することができると同時に、ばく露した粉じんの種類を推定することができる。また、その結果は、疫学的な評価を行う際のばく露の指標として重要なものである。

粉じん作業の職歴の調査に当たって注意すべき点は、別表に掲げられている作業のなかで、4号の作業、12号の作業のうちの「原料若しくは調合物を溶解炉に投げ入れる作業」、13号の作業のうちの「窯の内部に立ち入る作業」、16号の作業、19号の作業、20号の作業以外のものは、「～する場における作業」と表現されており、各号に掲げられている作業行動（例えば、1号の場合には「掘削する」）に該当する作業を行っていないくても、その場所での別の作業（例えば、現場事務）を行っていれば、その作業は粉じん作業に該当するということである。

粉じん作業についての職歴を正確に把握するためには、事業場の衛生管理者等から被検者の粉じん作業の職歴に関する記録を提出させ、これをもとに調査することが望ましい。特に、被検者から正確な情報を聴き取り得ない場合には、この方法によることが有効である。

被検者のばく露の程度を把握するためには、ばく露期間のみでなく、ばく露濃度を把握することが重要であるが、蓄積ばく露量の推定には、過去からの正確なばく露レベルについてのデータが集積されている必要があり、必ずしも容易ではない。しかし、じん肺が短期間で進展している労働者等においては、高濃度の粉じんにばく露されていることが考えられる。そのような場合、粉じん作業を行う屋内作業場については、労働安全衛生法第65条により粉じん濃度の測定が事業者には義務づけられており、かつ、その記録を5年間保存することとされているので、その測定結果を参考とすることが診断の一助となるとともに、予防及び進展の防止のための諸対策を講ずる基礎ともなる。

4. 胸部臨床検査（担当：三浦元彦）（下線部

が削除または修正部を示す）

（1）じん肺の経過の調査

じん肺所見が初めて確認された時期及びその後のじん肺の経過を詳細に把握することは、健康診断実施時点でのじん肺の病像の的確な把握に不可欠であるとともに、じん肺の進展の程度に応じた適切な健康管理を進めていくうえでも極めて重要である。

粉じん作業に長期間従事している労働者では、初めてじん肺所見が確認された時期を受診者の問診によって正確に把握することが困難な場合が少なくない。また、じん肺のエックス線写真及び肺機能障害の程度を問診により的確に把握することも困難な場合がある。従って、じん肺の経過の把握に当たっては、じん肺法第14条に基づき事業者が労働者にじん肺管理区分等を通知した書面（様式第5号「じん肺管理区分等通知書」）又は事業者が保存している「じん肺の健康管理の区分の決定通知書」（旧じん肺法によるもの）、「じん肺管理区分決定通知書」（様式第4号）等の書面を参考にするほか、事業場で作成している管理台帳、健康管理個人票等を利用して、できる限り正確に記載する必要がある。

（2）既往歴の調査

胸部の疾患の既往についての調査は、じん肺の診断、経過の判断のためのみならず、健康管理のための資料を得る上からも重要である。既往の調査に当たっては、既往の有無、罹患の時期等について調査を行う必要がある。なお、調査は、被検者に直接問診を行うか、あらかじめ、被検者に問診票に記入させて、検査の場面で再確認を行ってもよい。以下、調査の対象とすべき疾患の概略について述べる。

イ. 肺結核

肺結核がじん肺における重篤な合併症であ

ることはよく知られている。じん肺には肺結核の合併率が高く、また、じん肺の予後に悪影響を及ぼす。このため、既往歴の調査に当たっては特に注意を払う必要がある。

ロ．胸膜炎

胸膜炎には結核性のものが多く、一般に経過は良好であるが胸膜胼胝をきたすことがある。このような変化を伴う場合、肺機能に影響を及ぼすことがある。また、胸膜炎の罹患はじん肺の進展等にも影響があるとの指摘もあり、その既往を点検する必要がある。

ハ．気管支炎

じん肺の所見のある者に持続性のせき、たんの症状を訴える者が多いことが多くの調査で知られている。じん肺は気道の慢性炎症性変化を伴っていることは既に述べたとおりであり、このような慢性炎症性変化に細菌感染等が加わると膿性のたんを伴う気管支炎を発症する。このような気管支炎に何回も罹患すると肺の荒廃が進行し、肺機能障害も進行する。このような意味で、慢性的な気管支炎の既往を調査することは重要である。

ニ．気管支拡張症

じん肺には、気管支自体の変化、肺実質の変化等により気管支拡張が起こりやすい。気管支拡張が広範に及ぶと感染をきたしやすくなり、じん肺有所見者の健康保持上からも十分な配慮が必要である。

ホ．気管支喘息

じん肺と喘息とは自覚症として呼吸困難、せき、たんを伴うことから類以している部分もある。喘息における呼吸困難は発作的で、かつ、非発作時には症状が消失することから、典型的な喘息では鑑別は容易である。

喘息は放置することにより気道のリモデリングを起こし、じん肺の予後、治療に影響を及ぼすことがある。一方、適切な治療により症状が改善し、リモデリングを予防できるこ

とから、的確に喘息の存在を把握し、対処しなければならない。そのためには既往歴のみならず、家族歴、気管支拡張剤投与前後の1秒量の変化、呼気中のFeNO、血清IgEや血中あるいは喀痰中の好酸球数により喘息の有無を知る必要がある。

ヘ．肺気腫

大陰影を伴う進行したじん肺では、気腫性変化を伴ってくる。前述のように、特に石炭じん肺に肺気腫が合併することが指摘されている。一方、肺気腫はじん肺の肺機能障害に及ぼす影響が大きく、かつ、その変化が不可逆的なものである。肺気腫の有無は、このような意味でじん肺の肺機能障害を判断する際に極めて重要である。喫煙は肺気腫の進展に大きな影響を与えるため、判断に際しては喫煙の影響も考慮する必要がある。

ト．心臓疾患

じん肺有所見者の訴える呼吸困難が、実はその患者の心疾患に起因していたということがしばしばあり、また、高齢者で冠動脈硬化症、高血圧性心疾患を伴う場合、じん肺と心疾患いずれが主体であるか決め難いことが少なくない。いずれにせよ心疾患患者はじん肺と同様の自覚症を伴うから、既往歴をよく確かめ、心疾患の有無をできるだけ丹念に調べる必要がある。

(3) 自覚症状の調査

じん肺では、一般的に画像所見の出現が自覚症状の出現に先行し、当初は無症状であることも多いが、病状の進行に伴って、画像所見は増強し、自覚症状も出現してくる。じん肺における症状には、じん肺そのものによる症状と合併症による症状の両者が存在する。また、個々のじん肺によって、自覚症状の内容や発現するタイミング、頻度が異なる場合もある。このため、じん肺に伴う症状を正し

く聴取することは、じん肺の進行度の評価のみならず、合併症の診断や鑑別診断のためにも重要である。

イ. 呼吸困難

呼吸困難はじん肺の自覚症状として最も重要であり、多くのじん肺患者において最初に自覚する症状であり、進行例では最も日常生活に影響を与える症状となっている。じん肺患者における呼吸困難の程度を正確に把握することは、じん肺による呼吸機能障害の程度を客観的に判定するうえで重要である。呼吸困難の程度の判定に際しては、じん肺健診においては過去に頻用された呼吸困難の分類法である Fletcher-Hugh-Jones の分類に基づいて作成された区分法で判定する。

（なお、現在一般臨床で最も使用頻度の高い呼吸困難の分類法である mMRC（modified Medical Research Council）息切れスケールを用いる方が、より適切に病態を分類できることから、mMRCの導入を検討していく。）

第Ⅰ度：同年齢の健康者と同様に仕事ができ、歩行、登山あるいは階段の昇降も健康者と同様に可能である。

第Ⅱ度：同年齢の健康者と同様に歩くことに支障ないが、坂や階段は同様に昇れない者

第Ⅲ度：平地でも健康者なみに歩くことができないが、自己のペースでなら 1Km 以上歩ける者

第Ⅳ度：50m 以上歩くのに一休みしなければ歩けない者

第Ⅴ度：話したり、着物を脱ぐのに息切れがして、そのため屋外に出られない者

呼吸困難は、じん肺の肺機能障害を判断するうえで重要であり、被検者から正確に聴き

取る必要がある。聴取りに当たっては、問診票を用いると比較的的確な判断が可能である。問診票は、検査の場面で問診票に記載された方法により直接被検者から聴き取ってもよいし、あらかじめ被検者に記入させて検査の場面で再確認を行ってもよい。

判定は問診票の記載に基づいて次のように行う。

第Ⅰ度——“息切れを感じない”又は、①に“できる”

第Ⅱ度——①に“できない”、②に“歩ける”

第Ⅲ度——②に“歩けない”、③に“歩ける”、又は、③に“歩けない”、④に“歩ける”

第Ⅳ度——④に“歩けない”、⑤に“できる”

第Ⅴ度——⑤に“できない”

ここで気を付けたいのは自己のペースでも 1Km 歩けないが 50m 以上休みなく歩ければ第Ⅲ度となる点である。

ロ. せきとたん

じん肺は基本的に肺実質の線維性変化であるため、典型的なけい肺や石綿肺では、喀痰喀出は見られないこともある。一方、画像変化を伴うような炭鉱夫肺患者や慢性的な気道炎症を合併したじん肺患者では、せきやたんの喀出がみられる。またこれには喫煙歴も影響する。慢性的なせき、たんの症状を把握するための調査方法として以前からよく用いられている方法は、BMRC（British Medical Research Council）の呼吸器症状についての問診票を用いた方法である。この方法では、せき又はたんの有症者を、「1年のうち3か月以上毎日のようにせき又はたんがあり、2冬以上にわたるもの」としている。じん肺における気道の慢性炎症性変化の把握のために

は、上記の定義を勘案して「1年のうち3か月以上毎日のようにせきとたんがある」ことを最低限把握する必要がある。

症状の把握に当たっては、呼吸器症状の調査の際に通常用いられているような問診票をもとにして行う必要がある。問診票への記載は、原則として検査の場面で被検者に質問をしてその結果を記入する。あらかじめ被検者に問診票を渡して記入させた場合でも、検査の場面では必ずチェックする必要がある。

このような方法でせき及びたんの症状があつて、かつ、たんの量が多く膿性である場合には「続発性気管支炎」の罹患を疑う必要がある。

一方、気管支拡張症や肺がんを合併した場合には、血痰がみられることがあり、血痰の有無についても聴取することが望ましい。

ハ. 心悸亢進

じん肺が進行して肺機能障害が進行すると、肺高血圧を呈し、この結果右心負荷がかかり、肺性心となる。この状態になると、特に労作時に動悸が出現し、心悸亢進を訴えるようになる。心悸亢進をしばしば呼吸困難と誤って表現することがあるため、両者を区別して聴取する必要がある。

ニ. その他の症状

じん肺では、気胸発症時や肺がん併発時などに胸痛を訴えることがある。また、気管支炎の合併や結核の合併では熱感や盗汗を訴えることがある。これらの心呼吸器系の自覚症状についても、合併症の罹患を念頭に検査の場面で聴き取りを行う。

ホ. 喫煙歴の調査

喫煙はじん肺の罹患や進展と関連すると言われている。したがって、何歳から1日何本を何歳まで喫煙したか、また現在も喫煙しているか否かについて聞き取りして記録しておくことも重要であり、具体的には問診票を用

いて調査を行う。また、じん肺診断書においても記載するように変更されている。

(4) 他覚所見の検査

イ. チアノーゼ

じん肺の進行に伴って肺機能障害が進行し、低酸素血症が生じるようになると、毛細血管の還元ヘモグロビン量が増加し、口唇などにチアノーゼを認めることがある。貧血で全ヘモグロビン量が低下している場合は、低酸素血症があってもチアノーゼは出にくいので注意を要する。

ロ. ばち状指

呼吸機能障害が長期間持続した際に、指の先端が太鼓のばち状に太くなることがある。一般的にじん肺ではばち状指は出現しにくいと言われているが、肺がんの合併例でも認められることがあるため、出現時には肺がんの合併に注意が必要である。

ハ. 副雑音

じん肺の進展に伴って呼吸音の減弱等の呼吸音の異常、水泡音や捻髪音等の副雑音が聴取されることがある。

石綿肺では、その早期から両肺底部に捻髪音が聴取されることが特徴であり、石綿ばく露労働者については特に注意を払う必要がある。

6. 合併症に関する検査（担当：木村清延）

（下線部が削除または修正部を示す）

じん肺と密接な関連がある疾患を、じん肺法では合併症と定義し、じん肺法施行規則第1条にその具体的な疾患名を規定している。

じん肺健康診断においては、胸部エックス線撮影検査と胸部臨床検査の結果、合併症に罹患しているかまたはその疑いがあると診断された者に対しては、合併症に関する検査を行うこととされている。

以下、合併症の診断を行うための検査方法及びその結果の判定について述べる。

(1) 肺結核

イ. 精密検査を必要とする者

胸部エックス線撮影検査で、じん肺の陰影以外の異常陰影が認められた場合には、肺結核の合併が疑われる。胸部臨床検査において肺結核の既往を認めた場合には、その経過について十分な聴き取りを行うと同時に、特に読影の際に注意を払う必要がある。また、自覚症状に、持続する微熱、盗汗等の症状の訴えがある場合、聴診により呼吸音に異常を認めた場合にも精密検査を行う。

ロ. 精密検査の方法

イで述べたような症状や所見があり、肺結核を合併しているか合併している疑いのある者に対しては、じん肺法第3条に基づいて次の項目のうち、医師が必要と認める項目について精密検査を行うこととされている（この第1項第3号、すなわち結核精密検査の内容の改定が必要である）。

- ① 結核菌検査
- ② 胸部CT検査（ハンドブックでは多方向撮影、断層撮影となっているが、全く現実的でない）
- ③ ツベルクリン反応検査
- ④ インターフェロン- γ 遊離試験
- ⑤ 血沈

以下にそれらの概略について述べる。

(イ) 結核菌検査

たんや胃液または喉頭粘液から結核菌を証明することは、治療を要する結核に罹患しているか否かを判定する場合に重要である。

たんを用いた結核菌検査では、1回の検査で菌陽性にならないことがあり、三日連続の検たん（3連たん）が望まれる。

たんは、早朝起床時のものを採取して検査試料とする。胃液または喉頭粘液を用いる検査はたんがでないときに行う必要がある。胃液の採取は早朝空復時に行う。

(ロ) 胸部CTによる検査

胸部エックス線写真において確認されたじん肺以外の肺結核を疑わせる異常陰影について、その陰影を詳細に検討しようとする際、胸部CT検査が必須である。

胸部CT検査は、重なり合う骨や縦郭、また既存のじん肺陰影のために胸部エックス線検査では十分に把握できない病巣の情報を得ることができる。また空洞の有無や、微小な散布影の検出にも優れている。病態の把握には、過去の画像との比較も有力になることが多い。

(ハ) ツベルクリン反応検査

ツベルクリン反応検査は、結核に感染した者のアレルギーを調べる検査であり、結核病巣の動態を必ずしも把握し得るものではないが、この検査結果は他の肺疾患との鑑別のための一助となる。

(ニ) インターフェロン- γ 遊離試験

既往の結核感染を示すものであり、特に高齢者では活動性結核の判定には慎重でなければならないが、補助診断として用いられる。

(ホ) 血沈

血沈については補助診断として有効性が十分でないことから、実施の省略を検討していく。

ハ. 検査結果の判定

胸部エックス線撮影検査、胸部臨床検査及びロで述べた結核精密検査の諸検査の結果を総合し、肺結核の病態を判断する。

肺結核の分類は、結核病学会病型分類（1960年改訂）を基本とする。分類の概略は次のとおりである。

第Ⅰ型 広汎空洞型

空洞面積の合計が拡がり1（第2肋骨前縁上縁を通る水平線以上の肺野の面積を超えない範囲）を超し、肺病変の拡がりの合計が一側肺に達するもの

第Ⅱ型 非広汎空洞型

空洞を伴う病変があって、上記第Ⅰ型に該当しないもの

第Ⅲ型 不安定非空洞型

空洞は認められないが、不安定な肺病変があるもの

第Ⅳ型 安定非空洞型

安定していると考えられる肺病変があるもの

第Ⅴ型 治癒型

治癒所見のみのもの

なお、第Ⅲ型か第Ⅳ型かが疑わしいときには第Ⅲ型と判定する。

「要治療」と判定されるものは一般に次のようなケースである。

- ① たん等の検査から結核菌の排菌が認められるもの
- ② 上記分類で第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ型に該当すると認められるもの
- ③ 上記分類で第Ⅳ型に該当すると認められる場合でも、経過、病巣の拡がり等から医師が治療を要すると診断したもの

（２）結核性胸膜炎

結核性胸膜炎は、肺内等の病巣に引き続いて起こることがあり、臨床上確認できない結核の肺内またはリンパ節病巣に引き続いて起こることもある。臨床上結核病巣を確認し得る場合の胸膜炎についてはその診断はさほど困難ではないが、臨床上病巣を確認できない場合に起こってくるものについては必ずしもその診断は容易ではない。

イ．精密検査を必要とする者

胸部エックス線写真や胸部CT検査で胸水を認め、自覚症状で胸痛や発熱等を認めるが、肺内に肺炎像を認めない場合には結核性の胸膜炎の罹患を疑い必要な検査を行う。

ロ．精密検査の方法

胸水中の結核菌検査、細胞診、アデノシンデアミナーゼ（ADA：adenosine deaminase）などを含めた胸水の検査を行う。結核菌の検出には、比較的大量の胸水が必要なことが多い。なお、胸腔鏡検査による生検で、乾酪壊死巣や菌体の確認ができれば、診断は確定する。

ハ．検査結果の判定

胸部エックス線写真や胸部CT検査で胸水を認め、かつ穿刺液から結核菌が検出されれば、結核性胸膜炎と診断し、要治療とする。また結核菌が検出されない場合でも、臨床症状、胸水が滲出性であること、細胞分画上リンパ球が優位、かつADAが高値（おおむね40U/LI以上）であり、胸水をきたす他の疾患を除外できれば、結核性胸膜炎として、治療の対象とする。なお発症のごく早期では、結核性胸膜炎であっても、白血球分画で好中球が優位の場合がある。このような場合は1週間程度期間をあけて、胸水の検査を試みる必要がある。

（３）続発性気管支炎（担当：大塚義紀）（下線部が削除または修正部を示す）

胸部臨床検査において持続するせき、たんの症状があると認められた者では一般に気道の慢性炎症性変化があると考えられる。このような状態に細菌感染等が加わった場合には治療が必要である。

イ．精密検査を必要とする者

胸部エックス線検査、胸部臨床検査で結核等の明らかな病変が認められないが、胸部臨

床検査の自覚症状の調査で「1年のうち3か月以上毎日のようにせきとたんがある」と認められた者で、自覚症状、他覚所見等から罹患が疑われる者については精密検査を必要とする。

ロ. 精密検査の方法

精密検査は、主に、たんについてその量、性状等について検査する。

(イ) たんの量の検査

たんの量は、起床後おおむね1時間のたんを採取してその量を測定する。

たんの量の測定は1回とするが、その判断に当たっては経過に十分な注意を払う必要がある。

(ロ) たんの性状の検査

たんの性状については、採取したたんについて、たんに占める膿の比率を調べる。

(ハ) たんについてのその他の検査

細菌感染が加わったことの確認のためには、(ロ)にあげたたんの性状の検査で、ほぼ把握することができるが、場合によってはたんの中の細菌検査が必要となる場合がある。また、膿性たんの客観的な指標として、たんの好中球エラスターゼ値があり、膿性痰が持続する場合には検査して確認することが望まれる。

ハ. 検査結果の判定

たんの量については次のように区分する。

0 0

1 3mL未満

2 3mL以上 10mL未満

3 10mL以上

たんの性状については、採取したたんについてその性状を調べ、Miller-Jonesの分類を参考に次のように区分する。

M₁ 膿を含まない純粘液たん

M₂ 多少膿性の感のある粘性たん

P₁ 粘膿性たん1度(膿がたんの1/3以下)

P₂ 粘膿性たん2度(膿がたんの1/3~2/3)

P₃ 粘膿性たん3度(膿がたんの2/3以上)

気道感染の起炎菌としては、インフルエンザ桿菌と肺炎球菌が重要といわれている。

たんの量の区分が2以上で、たんの性状の区分がP₁~P₃の場合には続発性気管支炎に罹患していると判定し、治療の対象とする。

続発性気管支炎が持続している場合に測定する好中球エラスターゼ値については、1,625ng/mL以上を膿性痰とし、それ未満の場合は合併症が治療終了を考慮する。

(4) 続発性気管支拡張症(担当:大塚義紀)

(下線部が削除または修正部を示す)

イ. 精密検査を必要とする者

胸部臨床検査の自覚症状の調査において、多量のたんの咯出が続き、時に血痰もある者については、気管支拡張症を疑う必要がある。また、他覚所見の検査において、副雑音が聴取された場合にも注意を要する。胸部エックス線の単純撮影写真像では、気管支拡張がかなり進展した場合には読影しうる。このような場合には、胸部CT撮影は省略してもよい。しかし、左肺下葉にあるような場合には、背腹位撮影による画像では読影しがたいことがあり、胸部CT撮影を参考にして判断する必要がある。

ロ. 精密検査の方法

精密検査としては、エックス線撮影検査とたんに関する検査を行う。

(イ) エックス線特殊撮影による検査

気管支の形態的变化を確認するためには、胸部CT撮影が極めて有用であり、気管支拡張の診断にしばしば用いられる。CT撮影画像において、気管支拡張症は円柱状、静脈瘤様、のう胞状に分類される。CT所見として、気管支内腔が併走する肺動脈より大きくなる。

(ロ) たんに関する検査

たんの量及び性状の検査については、「続発性気管支炎」の項で述べた方法と同一の方法により行う。このほか、血痰がある場合にはこれも併せて確認する必要がある。

ハ. 検査結果の判定

エックス線撮影あるいは胸部CT撮影検査で、気管支の陰影が円柱状、静脈瘤様、のう胞状に拡張していることが確認できれば、気管支拡張の診断は確定する。

たんの量、性状については「続発性気管支炎」の場合と同様の基準で行い、気管支拡張が認められ、たんの量の区分が2以上で、たんの性状の区分がP₁～P₃の場合には治療の対象とする。

続発性気管支拡張症が持続している場合に測定する好中球エラスターゼ値については、1,625 ng/mL以上を膿性痰とし、それ未満の場合は合併症が治療終了を考慮する。

(5) 続発性気胸(木村清延)(下線部が削除または修正部を示す)

続発性気胸は、じん肺の進行とともに発生頻度が増加する。じん肺の合併症の中でも頻度が多く、致死率も高い。突然の胸痛・呼吸困難の訴え、呼吸音の減弱の他覚所見に加えて、胸部エックス線写真で、肺野に気管支血管影を認めない透過性の高い部分が境界明瞭に確認できれば、診断は確定的である。

イ. 精密検査を必要とする者

上述したように、一般的には、胸部エックス線写真像及びその他の所見等で診断は確定するが、じん肺又は合併肺結核等による胸膜癒着、大陰影に伴う気腫性のう胞等により必ずしも診断を確定し得ない場合もある。このような場合には精密検査を行う必要がある。

ロ. 精密検査の方法

胸部CT検査が必須である。

ハ. 検査結果の判定

エックス線写真または胸部CT検査で、罹患はほぼ確定し得る。気胸が認められた者は治療の対象とする。

(6) 原発性肺がん

記述したように、平成15(2003)年4月から、じん肺の合併症に原発性肺がんが追加された。そして、年1回の肺がんに関する検査(肺がん罹患している疑いがないと診断された時以外は、胸部らせんCT検査および喀痰細胞診)の実施が事業者に義務付けられた。肺がんは気胸とともに、頻度が高く、また高度に進行したじん肺例では治療法も制限されることが多いことから、早期に診断することが必要である。

イ. 精密検査を必要とする者

典型的なじん肺の分布とは異なる陰影、新たに生じた陰影、進展の早い陰影などが認められた場合は、精密検査が必要となる。

ロ. 喀痰細胞診検査、気管支鏡検査、時にCTガイド下生検等を行う。

ハ. 検査結果の判定

細胞診、病理組織などで原発性肺がんの確定診断が得られたら、治療の対象とする。なおPETは、一般的に悪性腫瘍の診断に有力であるが、じん肺の大陰影でも陽性となるので、その判断は慎重でなければならない。このような場合、MRIが大陰影と原発性肺がんの鑑別に有用なことが多い。

7. その他の検査(担当:横山多佳子)(下線部が削除または修正部を示す)

2から6までにあげた検査の他に、じん肺の病像をさらに把握するためいくつかの検査がある。これらの検査のうちで重要なものは、心電図、心エコー検査である。

じん肺の病像をさらに詳細に把握すること

を目的とする場合には、医師の判断に基づいてこれらの検査を行う。以下、検査法の概略について述べる。

(1) 心電図検査

じん肺が進展し肺循環障害が高度になると、ついには肺性心を招来する。肺性心の診断には心電図検査が有用である。三品らによる右室肥大の判定基準は次のとおりである。

イ. 確実な所見（次の1以上に該当）

- ① $RV_1 \geq 0.7mV$ で $R/SV_1 \geq 1.0$ （又は V_{3R} ）
- ② $SV_5 \geq 0.7mV$ で $R/SV_5 \leq 1.0$ （又は V_6 ）
- ③ $RAD \geq +100^\circ$ （RAD：右軸偏位）

ロ. 強く疑われる所見（次の1以上に該当）

- ① $RV_1 \geq 0.7mV$ 、 R/SV_1 （又は V_{3R} ） ≥ 1.0
- ② R/SV_5 （ V_6 ） ≤ 1.0 又は $RV_1 + SV_5 > 1.05mV$
- ③ $rsr's'$ 、 $rsr'S'$ 、 $rsR'S'$ 又は V_1 （ V_{3R} ）における slurred S
- ④ 肺性P
- ⑤ RAD： $+90^\circ \sim +99^\circ$

(2) 心エコー

- ① じん肺症は慢性呼吸不全を合併し肺高血圧をきたし持続的な肺高血圧は右心の左と拡張をもたらす肺性心となる。
- ② また、高齢者・喫煙者も多くで虚血性心疾患など心疾患の有無をできるだけ丹念に調べる必要がある。
- ③ 肺高血圧を示唆する心エコー所見を記載する。

- ・ 右室径/左室径（基部径） >1.0
- ・ eccentricity index（収縮末期） >1.1
- ・ 右室流出路血流速波形 AcT $>105msec$ 二峰性
- ・ 肺動脈弁逆流最大速度 $>2.2m/sec$
- ・ 肺動脈径 $>25mm$

・ 右室右房圧較差TRPG（Tricuspid Regurgitant Pressure Gradient） $40mmHg$ 以上

【付】「じん肺健康診断結果証明書」（様式第3号）への記載に当たっての留意点

1. 一般的な留意点
2. 氏名、事業場等
3. じん肺の経過
4. 既往歴
5. 粉じん作業職歴
6. エックス線写真による検査
7. 胸部に関する臨床検査
8. 肺機能検査
9. 合併症に関する検査（担当：大塚義紀）
（下線部が削除または修正部を示す）

(1) 自覚症状

せき、たん、胸痛、発熱等の自覚症状を具体的に記入する。

(2) 結核精密検査

- ① 「結核菌」の欄の+、-は、塗抹検査又は培養検査で菌陽性の場合には“+”を、菌陰性の場合には“-”を○でかこむ。

- ② 「エックス線特殊撮影」の欄には、撮影法と所見の概略を記入する。

(3) 結核以外の合併症に関する検査

- ① 「たん」の欄の量については、実測値を記入し、性状については、 M_1 、 M_2 、 P_1 、 P_2 、 P_3 のいずれかを記号で記入する。
- ② たんについての検査を繰り返し行った場合には、その結果を第2欄に記入する。
- ③ 「エックス線特殊撮影」の欄には、撮影法及び所見の概略を記入する。
- ④ 喀痰中好中球エラスターゼを測定した場合、その測定値を記入する。

（４）判定

「判定」の欄には、

- ① 検査の結果、罹患していると認められる疾患名を記載する。
- ② 罹患していると認められる疾患の状態が「合併症に関する検査」の項で述べた要療養の判定基準に合致していると認められるときは、「要療養」と記載する。

10. 医師意見

「医師意見欄」には、諸検査の結果の判定等について意見がある場合に記載する。

Ⅲ. 健康管理のための措置

1. 「じん肺管理区分」決定の流れ（担当：横山多佳子・宇佐美郁治）

事業者が行う就業時、定期、定期外、離職時の各健康診断の結果に基づくじん肺管理区分決定の流れは図 1 に示すごとくである。

このほか、常時粉じん作業に従事する労働者又は従事する労働者であった者は、いつでもじん肺健康診断を受けてじん肺法第15条に基づいて都道府県労働基準局長にじん肺管理区分の決定を申請できることとされている。また、事業者は、いつでも、常時粉じん作業に従事する労働者または従事する労働者であつ

た者についてじん肺健康診断を行い、じん肺法第16条に基づいて申請を行うことができる。これらの場合のじん肺管理区分決定の流れは図 1 とほぼ同様である。

このような手続きを経てじん肺管理区分が決定され、各区分に応じた措置が講じられることとなる。

（１）じん肺管理区分とは

じん肺管理区分（表 1）は、基本的に粉じん作業従事者のじん肺予防のための作業内容の監督や指導、健康管理の指標となる分類である。

じん肺管理区分は、管理 1、管理 2、管理 3 イ、管理 3 ロ、管理 4 の 5 段階に分かれている。管理 1 はじん肺の所見がないという区分であるが、管理 2 以上はじん肺の所見があるということを示しており、数字が大きくなるに従い、じん肺が進行していることになる。

（２）じん肺管理区分の決定申請について

イ. 事業者によるエックス線写真等の提出（じん肺法第12条）

事業者はじん肺健康診断を行ったとき、又は労働者よりエックス線写真及びじん肺健康診断の結果を証明する書面が提出されたときは、じん肺の所見があると診断された労働者

表 1 じん肺管理区分（じん肺法第 4 条第 2 項）

管理区分		じん肺健康診断の結果
管理 1		じん肺の所見がないと認められるもの
管理 2		エックス線写真の像が第 1 型で、じん肺による著しい肺機能の障害がないと認められるもの
管理 3	イ	エックス線写真の像が第 2 型で、じん肺による著しい肺機能の障害がないと認められるもの
	ロ	エックス線写真の像が第 3 型又は第 4 型（大陰影の大きさが一側の肺野の 3 分の 1 以下のものに限る）で、じん肺による著しい肺機能の障害がないと認められるもの
管理 4		（１）エックス線写真の像が第 4 型（大陰影の大きさが一側の肺野の 3 分の 1 を超えるものに限る）と認められるもの （２）エックス線写真の像が第 1 型、第 2 型、第 3 型又は第 4 型（大陰影の大きさが一側の肺野の 3 分の 1 以下のものに限る）で、じん肺による著しい肺機能の障害があると認められるもの

について、当該エックス線及びじん肺健康診断の結果を証明する書面その他厚生労働省令で定める書面を都道府県労働局長に提出しなければならない。

ロ. 随時申請（じん肺法第15条、第16条）

常時粉じん作業に従事する労働者又は常時粉じん作業に従事していた労働者であったも

のは、いつでもじん肺健康診断を受けて、都道府県労働局長にじん肺管理区分を決定すべきことを申請することができる。

事業者は、いつでも常時粉じん作業に従事する労働者又は常時粉じん作業に従事する労働者であった者について、じん肺健康診断を行い、都道府県労働局長にじん肺管理区分を決定すべきことを申請することができる。

申請先と必要な書類は下記の通りである。

	申請先	必要な書類
上記（１）の場合	当該作業場の属する事業場の所在地を管轄する都道府県労働局労働基準部健康課又は健康安全課	（１）エックス線写真等の提出書（様式第２号） （２）じん肺健康診断結果証明書（様式第３号） （３）エックス線写真（直接撮影による胸部全域の写真）
上記（２）の場合	・現在常時従事している又は常時従事していたがまだ作業場を退職していない場合 当該作業場の属する事業場の所在地を管轄する都道府県労働局労働基準部健康課又は健康安全課 ・事業場を退職した場合 決定を受ける者の住所を管轄する都道府県労働局労働基準部健康課又は健康安全課	（１）じん肺管理区分決定申請書（様式第６号） （２）じん肺健康診断結果証明書（様式第３号） （３）エックス線写真（直接撮影による胸部全域の写真） （４）会社の倒産、廃止等により事業者証明が得られない場合、当該上司又は同僚、部下であった者の２名以上の証明書（職歴（粉じん作業歴）証明書） （じん肺の健康管理手帳の交付を受けている方又は以前にじん肺管理区分の決定を受けたことがある方は、証明を省略できる。） （５）じん肺健康診断の結果を証明する書面に職歴の記載がない場合、職歴（粉じん作業歴）申立書

（３）じん肺管理区分決定までの流れ（図１、図２）

都道府県労働局長はエックス線写真及びじん肺健康診断の結果を証明する書面その他厚生労働省令で定める書面が提出されたときは、これらを基礎として、地方じん肺診査医の診断または審査により、当該労働者の管理区分を決定する。

地方じん肺診査医によるじん肺管理区分決定の手順は、まず最初に①職歴の調査が行われる。粉じん作業に関する職歴が確認されると、次に②胸部エックス線写真上にじん肺所見があるかどうか確認される。じん肺所見を認めなければ管理１となる。大陰影が見られ、じん肺エックス線写真像の分類４Ｃ型に

該当した場合は直ちに管理４と判定される。それ以外の例では胸部エックス線写真の小陰影の密度や大陰影の大きさによってじん肺胸部エックス線写真分類の１型から４Ｂ型のどれかに区分され、続いて③合併症がないかどうか調べられる。合併症は現在６疾患（肺結核、結核性胸膜炎、続発性気管支炎、続発性気管支拡張症、続発性気胸、原発性肺がん）が認められているが、その診断には胸部エックス線写真の他に、胸部ＣＴや喀痰検査の結果などを総合的に検討して判断される。審査の結果合併症があると判断されたものは、直ちに要療養と認定され、労災補償が受けられる。④合併症がない者は、次に肺機能１次検査が実施される。じん肺による著しい肺機能

障害があると判定されたF(++)の者は管理4に認定される。F(++)ではないが、%肺活量が60%以上で80%未満の場合、1秒率が70%未満かつ%1秒量が50%以上で80%未満、呼吸困難度がⅢ度以上、胸部エックス線分類が第3型又は第4型(A、B)と診断されたものは、2次検査に進む。2次検査は動脈血ガス測定が行われ、動脈血酸素分圧が60torr以下、または、肺胞気動脈血酸素分圧較差(AaDO₂)が限界値を超える場合は諸検

査の結果と合わせてF(++)と判定され、同じく管理4に認定される。

事業者は、じん肺健康診断に関する記録とじん肺健康診断に係るエックス線写真を7年間保存しなければならない。(じん肺法第17条2)

なお、提出されたじん肺作業歴の調査や胸部エックス線写真などの検査結果のみでは適正なじん肺管理区分の決定ができない場合には、都道府県労働局長が再検査または検査項

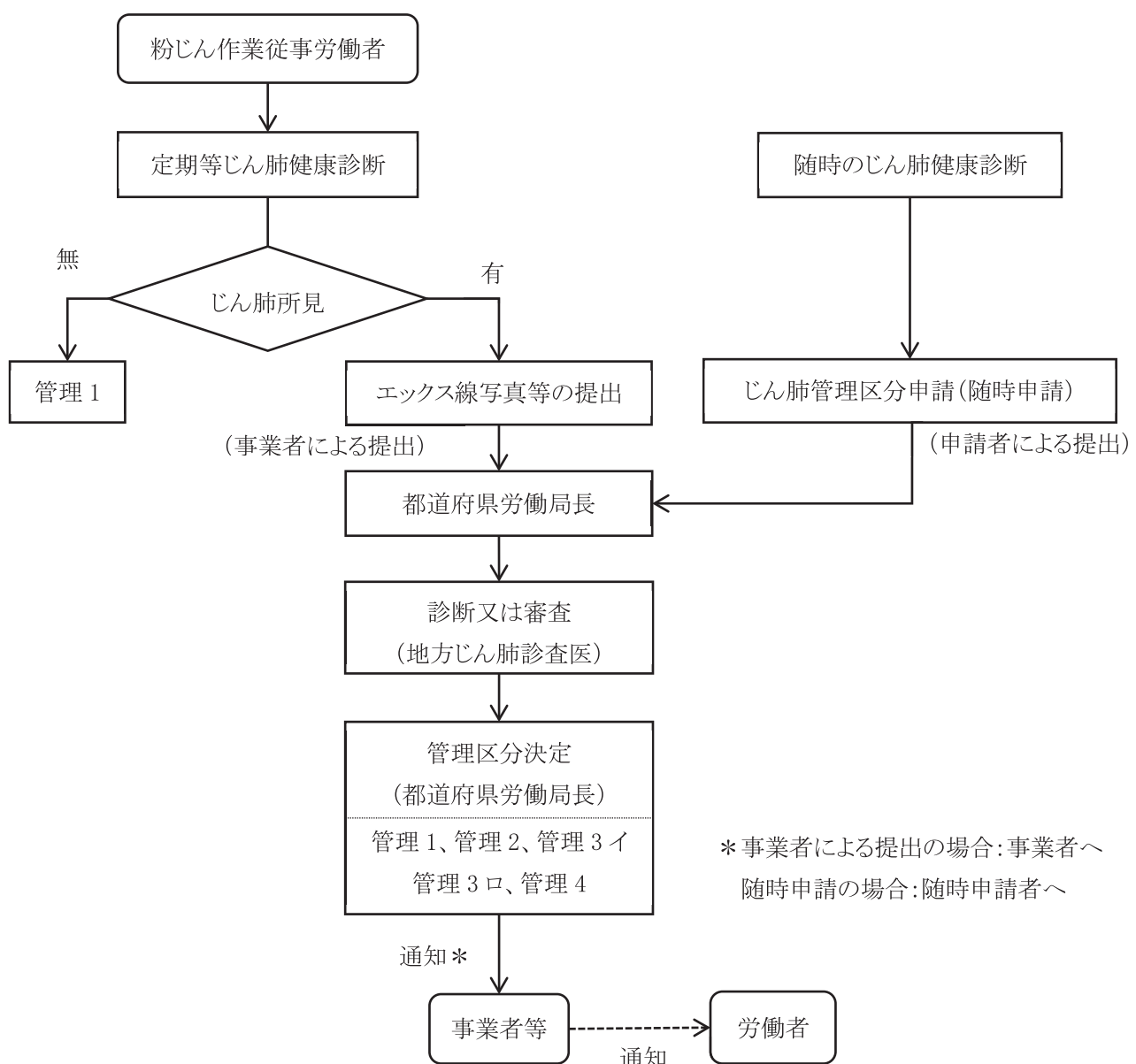


図1 じん肺管理区分決定の流れ
(労働衛生のしおり 平成27年度 P115図21 より引用 一部改変)

目を追加して行うように命じる場合がある。

じん肺の管理区分の決定がなされると、その結果は都道府県労働局長から事業者へじん肺管理区分決定通知書（様式第4号）により通知され、さらに事業者から当該労働者へじん肺管理区分等通知書（様式第5号）により通知される。随時申請における管理区分決定の通知は、直接申請者に伝えられる。（じん肺法第14条、じん肺法施行規則第16条・17条）

管理区分決定に不服のある者は、決定が

あったことを知った日の翌日から起算して、60日以内に厚生労働大臣に対して、審査請求をすることができ、中央じん肺診査医の診断又は審査を受けることになる。（じん肺法第18条、19条）

じん肺健康診断を実施した医師の診断と、地方じん肺診査医の審査に基づいた都道府県労働局長の管理区分決定結果は異なることもある。

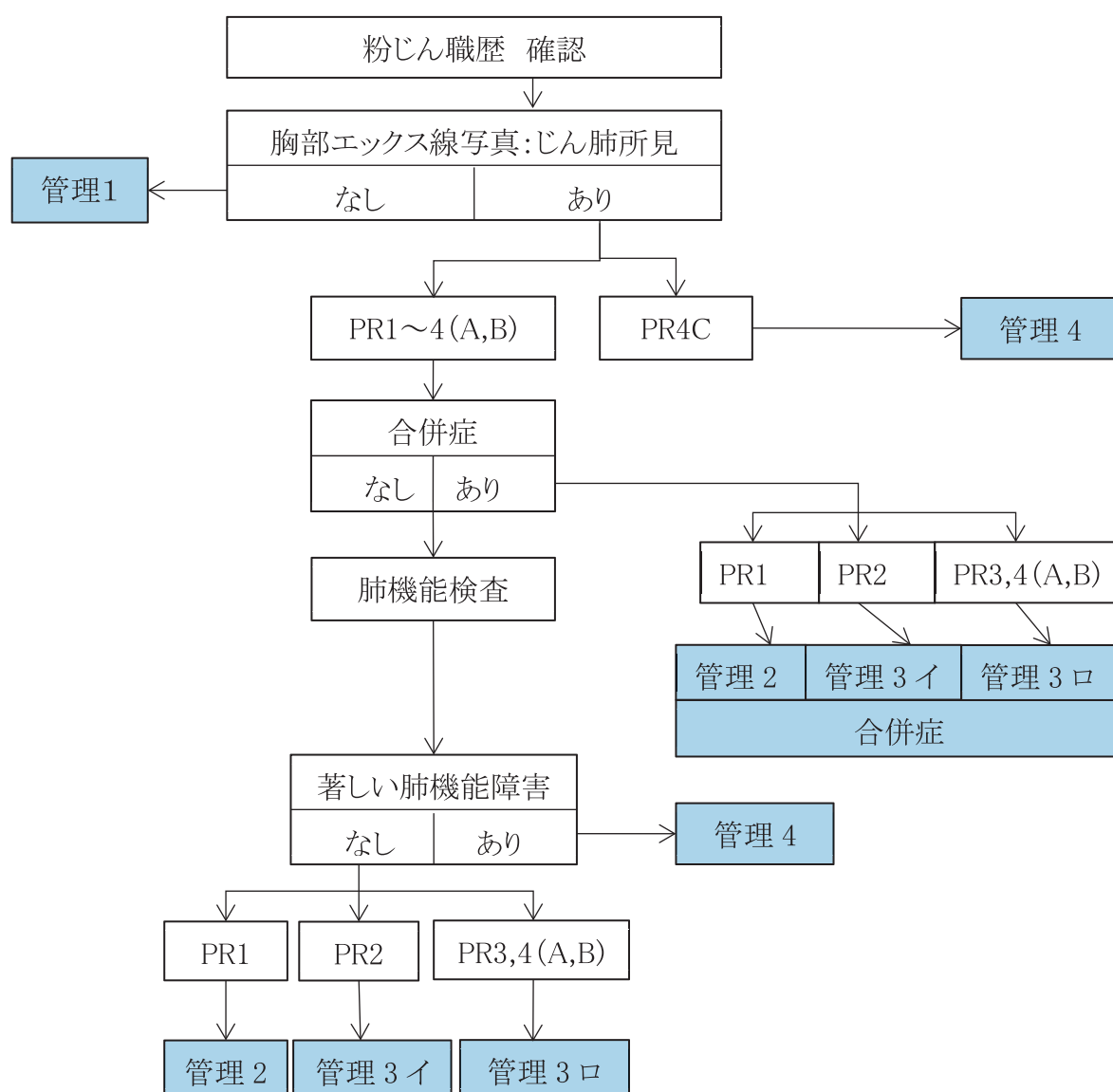


図2 じん肺診査医によるじん肺管理区分決定の手順
（産業保健ハンドブックⅣ じん肺 P104 図4-8より 一部改変）

2. 健康管理のための措置（担当：岸本卓巳） （下線部が削除または修正部を示す）

（１）一般的措置

イ. 有害因子のばく露の防止

「石綿関係の作業が特定化学物質等障害予防規則により規制されている」を除いたと記載されているが、そうであれば溶接作業も同様となる。（記載の方法をどのようにするか？いずれこの規則も削除となるが）

図41じん肺法における健康管理の体系はそのままでよい。

- ① 作業方法、作業場所、作業時間等についての指導
- ② 防じんマスク等の防じん対策についての指導
- ③ 受診勧奨等の指導

表 9 各粉じん作業に対する措置の一覧（粉じん障害防止規則）についても変更する必要がある。

この一覧では特定化学物質等障害予防規則により扱われている石綿が欠落しているが、今後は石綿肺の可能性のある石綿除去作業を追加する必要がある。

また、その他に新たな粉じんによるじん肺について以下の粉じんを追加する必要がある。

炭素、酸化チタン、アルミニウムのみならずその他の金属によるじん肺が報告されるようになりその数も増加している。

シリカはじん肺の中でも最も頻度が高い珪肺の原因物質であるが、最近では半導体の充填剤として使用される高純度シリカ（99%以上の純度）と金属じん肺で知られているのは、ベリリウム、超硬合金、インジウムである。

（ロ）粉じん以外の有害因子ばく露の防止

⑨シリカ、溶接ヒュームはIARCで発がん物質として扱われたためこの項に入れるべきである。

ロ. 健康相談

ハ. 健康指導

a. じん肺進展防止のための指導

- ① 作業方法、作業場所、作業時間等についての指導
- ② 防じんマスク等の防じん対策についての指導
- ③ 受診勧奨等の指導

b. 合併症等の罹患防止のための指導

- ① 作業場における粉じん以外の有害因子へのばく露防止のための指導
- ② 喫煙習慣等の生活習慣に対する指導
- ③ 呼吸器系の感染罹患防止のための指導
- ④ 早期発見、受診勧奨等の指導

c. 健康保持、増進のための指導

二. 集団を対象とした衛生教育

（２）じん肺管理区分に基づく措置

イ. じん肺管理区分に基づく措置の体系

ロ. 粉じんばく露の低減措置

呼吸保護具に関しては、粉じんの濃度と種類によって使用すべき保護具が異なることが知られている。

(イ) 防護係数と呼吸用保護具

呼吸用保護具を選択する際に「防護係数」

という概念がある。この防護係数は、保護具によって得られる防護効果を表す係数で、環境中の有害物質濃度と吸気中の有害物質濃度を測定し下記の式で算出される。

- ① ろ過材、吸収缶等からの透過 (%)
- ② 排気弁などの隙間からの漏れ込み (%)
- ③ 顔とマスクの隙間からの漏れ込み (%)

この3つの合計を全漏れ率 (%)

防護係数は上記全漏れ率 (%) すべてが含まれた数値となる。

下記の式よりこの防護係数が高ければ高いほどその呼吸用保護具の保護効果が高いことになる。

$$\text{防護係数} = \frac{\text{環境中の有害物質濃度 (マスクの外側)}}{\text{吸気中の有害物質濃度 (マスクの内側)}}$$

呼吸用保護具を着用したときに、許容ばく露限界※以下の濃度の空気を吸うために、環境濃度 (マスクの外側) と許容ばく露限界 (吸気中の濃度) の比よりも大きな指定防護係数を有する呼吸用保護具を着用しなければならない。

※許容ばく露限界とは：日本産業衛生学会が勧告値を発表している、労働現場で労働者

がばく露しても、環境中の有害物質濃度がこの数値以下であれば、ほとんどすべての労働者に健康上の悪影響がみられないと判断される濃度のことを言う。

指定防護係数とは 各機関により規定された呼吸用保護具の種類ごとの防護係数のこと。

以下、労働安全衛生局 (OSHA : Occupational Safety & Health Administration) と、日本工業規格 JISにより規定された指定防護係数

呼吸保護具の種類		使い捨て式		半面形面体		全面形面体		フード		フェイスシールド		JIS T 8157 漏れ率
		OSHA	JIS T 8150	OSHA	JIS T 8150	OSHA	JIS T 8150	OSHA	JIS T 8150	OSHA	JIS T 8150	
ろ過式	粒子状物質用・ガス・蒸気用	10	3-10	10	3-10	50	4-50	—	—	—	—	S級：≦01%
	電動ファン付き呼吸保護具	—	—	50	4-50	1,000	4-100	25/1,000	4-25	25	4-25	A級：≦1%
給気式	送気マスク	デマンド形	—	—	10	10	50	50	—	—	—	B級：≦5%
		一定流量形	—	—	50	50	1,000	100	25/1,000	25	25	C級：≦10%
		プレッシャデマンド形	—	—	50	50	1,000	1,000	—	—	—	

実際、各事業者が個々の防護係数を算出するのはかなり困難なことと言える。なぜなら、全漏れ率のなかの「顔とマスクの隙間からの漏れ込み」についてはマスク装着者ごと

に異なってしまうためである。したがって、指定防護係数と比べ、それより小さい防護係数しか得られない場合もあれば、大きな防護係数を得られる場合もある。

1. 防じんマスクの区分については、粒子の捕集効率によって3つに分けられる。

2. PS1 RL1 区分1：80.0%以上防じんマスクの区分については、粒子の捕集効率によって3つに分けられる。

ここには防じんマスクの詳細と紹介したが、実際には簡略化して紹介する。

吸入粉じん量を確実に減少させるためにはマスク効率がよい電動ファン付き防じんマスクを使用することが望まれる。

試験粒子と捕集効率		試験粒子に固体の 塩化ナトリウム(NaCl) を用い測定	試験粒子に液体の フタル酸ジオクチル (DOP)を用い測定	区分 (粒子捕集効率)
使い捨て式/取替式		S	L	
D	使い捨て式 防じんマスク	DS3	DL3	区分3：99.9%以上
		DS2	DL2	区分2：95.0%以上
		DS1	DL1	区分1：80.0%以上
R	取替え式 防じんマスク	RS3	RL3	区分3：99.9%以上
		RS2	RL2	区分2：95.0%以上
		RS1	RL1	区分1：80.0%以上

ハ. 作業転換（じん肺法第21条～第22条）（担当：横山多佳子・宇佐美郁治）

作業の転換とは、粉じん作業から労働者を粉じん作業以外の作業に転換することをいい、じん肺のより以上の進展を防止するためには、最も効果的な措置であるといえる。しかし、作業の転換は、長年従事してきた作業を離れることに伴う種々の社会的因子があり、労使の十分な協議、理解が不可欠である。

作業転換はじん肺管理区分に応じて次のような3段階がある。

a) 作業転換の勧奨

都道府県労働局長は、じん肺管理区分が管理3イである労働者が現に常時粉じん作業に従事しているときには、事業者に対してその労働者を粉じん作業以外の作業に従事するように勧奨することができる。

b) 努力義務による作業転換の促進

事業者は前記①の規定による勧奨を受けたとき、又はじん肺管理区分が管理3ロである労働者が現に常時粉じん作業に従事しているときには、その労働者を粉

じん作業以外の作業に常時従事させるように努めなければならない。

c) 作業転換の指示

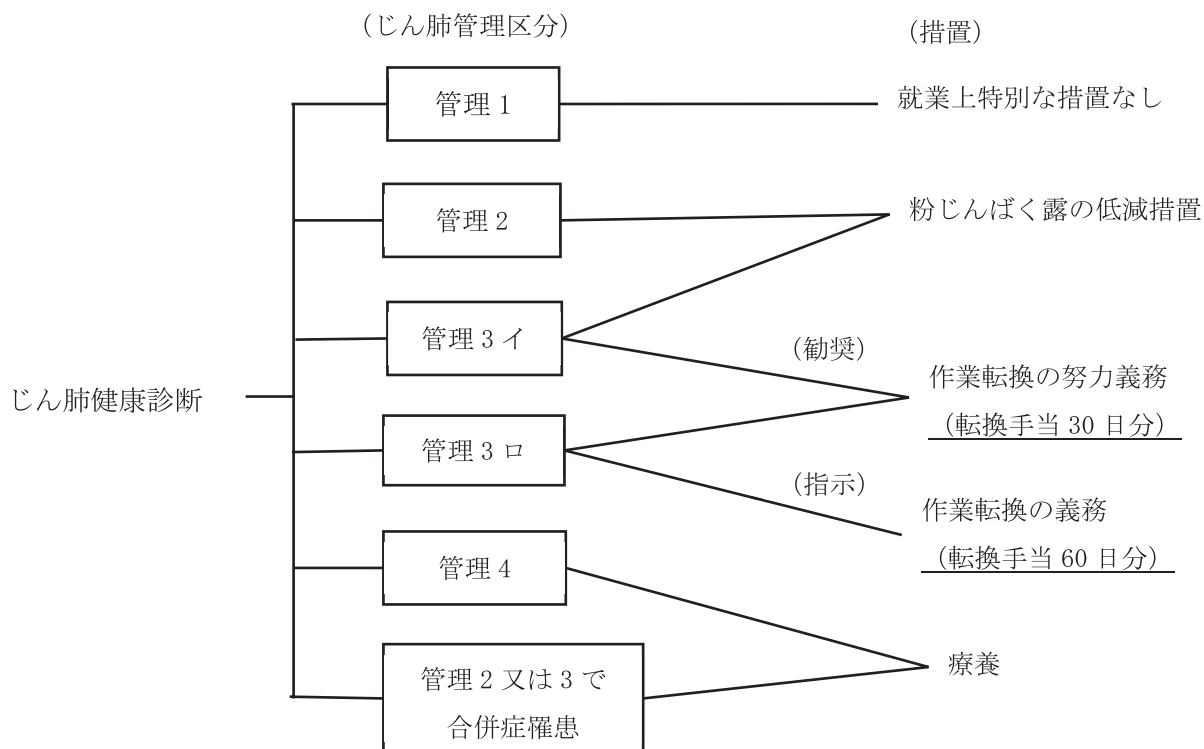
都道府県労働局長は、じん肺管理区分が管理3ロの労働者が現に常時粉じん作業に従事している場合において、地方じん肺診査医の意見により、当該労働者の健康を保持するため必要があると認めるときは、事業者に対してその者を粉じん作業以外の作業に常時従事させるべきことを指示することができる。

二. 療養（木村清延、横山多佳子、宇佐美郁治）（下線部が削除または修正部を示す）

じん肺管理区分が管理4と決定された者及びじん肺管理区分が管理2又は管理3で合併症にかかっていると認められた者は療養を要するとされている。療養には休業して治療を受ける場合と就業しながら治療を受ける場合とがあり、治療を行う医師の判断にゆだねられる。

これらのことを図にして整理したのが、下記の図3である。

図3 じん肺管理区分に基づく就業上の措置



(じん肺診査ハンドブック P119 より引用、一部改変)

3. 離職後のじん肺有所見者の健康監視

じん肺は、粉じんばく露中止後も進展することがあることが知られている。このため、労働安全衛生法に基づいて、離職の際又は離職後、じん肺管理区分が管理 3 であると認められた者に対して「健康管理手帳」が交付され、年 1 回国が健康診断の受診機会の供与を行っている。

今後、提起した改訂点をどのように改訂すべきかについて更なる検討を行う予定である。

追加参考文献

- Altınsoy B, Öz İİ, Erboy F, Tor M, Atalay F. Emphysema and Airflow Obstruction in Non-Smoking Coal Miners with Pneumoconiosis. *Med Sci Monit.* 13 ; 22 : 4887-4893. 2016

- Santo Tomas LH. Emphysema and chronic obstructive pulmonary disease in coal miners. *Curr Opin Pulm Med.* 17(2) : 123-5. 2011
- Kinsella M, Müller N, Vedal S, Staples C, Abboud RT, Chan-Yeung M. Emphysema in silicosis. A comparison of smokers with nonsmokers using pulmonary function testing and computed tomography. *Am Rev Respir Dis.* 141(6) : 1497-500. 1990

略痰中の好中球エラスターゼ検査について (担当：大塚義紀)

現行の膿性痰の評価では、目視での膿性痰の評価を診断証明書に記載するため、客観性に欠ける。膿性痰の主成分は好中球であり、好中球には細胞内にエラスターゼを含む。そ

のため、より客観的な指標である好中球エラスターゼ活性値を記載することで、定量的に膿性痰の評価を行うことが可能である。好中球エラスターゼ値を合併症としての続発性気管支炎診断のバイオマーカーとして使用し、診断ならびに判定を公正・適正なものにすることを目的とする。

粘性の高い喀痰250μLから4mLに50mgのN-acetyl cysteineを添加することで、好中球エラスターゼ活性測定ならびに好中球の計測を分析装置で行うことが可能とした。じん肺患者の喀痰291検体を検討した。エラスターゼ値は、喀痰細胞診におけるメイギムザ染色と好中球数の半定量とは相関し、Miller & Jones分類と有意な相関がみられた。好中球エラスターゼ値によってMiller & Jones分類による粘液痰と膿性痰を区分けするcut off値をROC (Receiver Operation Curve) 曲線による解析で検討し、1625ng/mLとした(図1)。そのcut off値により感度73%、特異度80%で粘液痰と膿性痰を区分けすることができることが明らかにした。

今回このカットオフ値を用いて、北海道中央労災病院で採炭した53例を検討した。その結果、細胞診にてMiller & Jones分類によりM痰とした40例中2例が1625ng/mL以上を示し、P痰13例中6例(46%)しか拾い上げない結果となった(表1)。M痰とP痰のエラスターゼ値に有意差はあるものの、感度46%、特異度95%の結果であった。実用的にするためにも、他施設も含めて多数検体で検討し、ROC曲線により再度カットオフ値を設定する必要があると思われる。

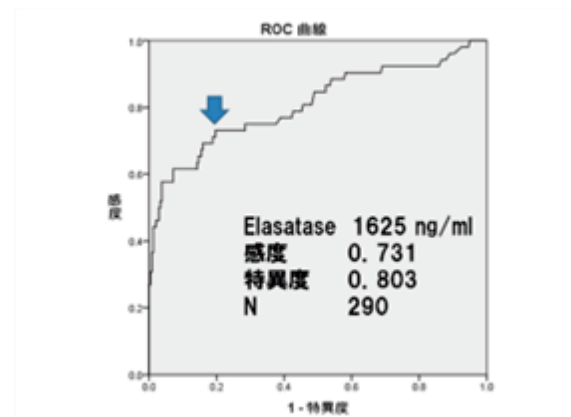


図1 ROC曲線による解析結果

表1 喀痰中好中球エラスターゼ測定

Miller & Jones	N	エラスターゼ (μg/ml)	1,625 μg/ml以上	好中球半定量 (-):(±):(1+):(2+):(3+)
M痰	40	172 ± 70	2 (5%)	5:14:10:6:0
				なし 5例
P痰	13	2,314 ± 714	6 (46%)	0:2:4:3:3
				なし 1例

D. 結論

臨床班のじん肺ハンドブック検討項目については、じん肺診査ハンドブック改訂に係る臨床部門の改訂点を提起して変更あるいは追加項目を記載した。

喀痰中の好中球エラスターゼ検査について続発性気管支炎の診断のためのバイオマーカーとなるかどうか企画、立案した。今後症例を追加し、更なる検討を行う予定である。

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表

1. 論文発表

[1]猪又崇志, 岡本賢三, 今野哲, 横山多佳子, 大塚義紀, 岸本卓巳, 木村清延, 宮本顕二. 今日のじん肺(1) 粉じんばく露を回避することで改善するじん肺. 産業医学ジャーナル. 2022. 45(1): 84-88,

- [2] 大塚義紀, 芦澤和人, 加藤勝也, 加藤宗博, 猪又崇志, 藤本伸一, 水橋啓一, 横山多佳子, 岸本卓巳, 木村清延, 中山誠, 木村文治. 炭鉱夫じん肺における進行型塊状線維巢のMRI画像による検討. 日職災医誌. 2022. 70(1) : 7-12.
- [3] 岸本卓巳. 3塵肺一問診のポイント, 典型的な画像所見, 鑑別診断について. 間質性肺炎のみかた, 考えかた. 喜捨場朝雄編著. 中外医学社. 2022. pp. 285-295.
- [4] 横山多佳子, 猪又崇志, 大塚義紀, 岡本賢三, 岸本卓巳, 今野哲, 木村清延, 宮本顕二. 今日のじん肺 (2) インジウム肺. 産業医学ジャーナル. 2022. 45 (2) : 74-78
- [5] 岡本賢三, 岸本卓巳. 第2部 各論. VI. 職業性肺疾患 1 石綿肺 (アスベスト肺). 非腫瘍性疾患病理アトラス. 蛇澤晶・熊坂利夫編. 文光堂. 2022. Pp289-296.
- [6] 谷野美智枝, 岡本賢三, 木村清延. 第2部 各論. VI. 職業性肺疾患 2 珪肺. 非腫瘍性疾患病理アトラス. 蛇澤晶・熊坂利夫編. 文光堂. 2022. Pp297-302.

2. 学会発表

- [1] 岸本卓巳, 妹尾純江, 宮原基平, 岡本賢三. 粉状の酸化チタン袋詰め作業者に認められた酸化チタン肺の1例. 第32回日本産業衛生学会全国協議会 2022年9月29日～10月1日
- [2] 小柳太作, 田中寿明, 田中孝明, 武口哲也, 淵本康子, 和田佐恵, 藤本伸一, 小崎晋司, 岸本卓巳. 粉状酸化チタン大量吸入によるじん肺の一例. 第66回日本呼吸器学会中国・四国地方会 2022年7月9～10日

G. 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
3. その他
該当なし

（２）じん肺診査ハンドブック改訂版作成に係る画像・病理部門における 現行版の問題点

研究分担者	加藤 勝也	（川崎医科大学 総合放射線医学 教授）
	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 副部長）
研究協力者	岡本 賢三	（北海道中央労災病院 病理診断科 部長）
	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

1978年に発刊された「じん肺診査ハンドブック」は40年以上を経過して、現状のじん肺診療にそぐわない内容も多くなっている。そこで本研究班により、じん肺診査ハンドブックを現状にマッチした内容に改訂するプロジェクトが開始された。我々はそのうちの画像・病理部門の項目についての問題点について検討・記載した。

A. 研究目的・方法

・病理に関しては、じん肺診査ハンドブックの「Ⅰ-2. じん肺のエックス線写真像と病理所見との関連について」の記載についての問題点を検討し修正を加えた。

・画像に関しては、じん肺診査ハンドブックの「Ⅱ-3. エックス線撮影検査及びエックス線写真の読影」より、（１）エックス線撮影法、（２）じん肺陰影の特徴、（３）じん肺エックス線写真像の分類、（４）じん肺標準エックス線フィルムの概略と使用法について、の問題点を検討し記載した。

B. 研究結果

Ⅰ-2. じん肺のエックス線写真像と病理所見との関連について

担当 岡本賢三、加藤勝也

「Ⅰ-2. じん肺のエックス線写真像と病理所見との関連」を以下に記載した。下線部が削除・修正部を示している。

じん肺の胸部エックス線写真像は、じん肺の肺内病変を投影したものであり、エックス線写真に表現されている異常陰影とその原因となる病理学的変化との関連は、じん肺の病像を理解する上で有用である。

以下、じん肺のエックス線写真像と病理所見との関連について、けい肺、石綿肺、その

他のじん肺別に概説する。

(1) けい肺

イ. 粒状影

けい酸粉じんは、他の粉じんに比べて気管支周囲の間質に移行しやすく、所属リンパ腺の変化は最も強い。間質変化が進行し強い線維化が起こると、けい肺に特徴的な3～10mmの粒状影がエックス線写真に現れてくる。けい肺の初期には粒状影が明らかに認められないが、これは、粉じん巣が大部分小さく、線維化が進行していないためである。

粒状影は、粉じん巣が大きく、線維化が強いほど明確なものとして認められる。

病理組織学的結節状病巣が粒状影として画像に現れる。けい肺結節silicotic noduleは、線維起因性の高い遊離けい酸の濃度が大きく関与し、肺内堆積粉じん中18%以上の濃度の場合に生じるとされ、病理組織学的には、細胞成分の乏しい同心円状の硝子化層を有する粉じん沈着性の境界明瞭な3～6mm径の結節像を呈する。この結節が主体のじん肺が「けい肺」と診断される。じん肺の予防・管理などによりけい肺は著しく減少した。

ロ. 大陰影

左右とも後上部(右S³、S²、S⁶、左S³、S¹⁺²、S⁵等)にけい肺結節が融合することによって生じる。融合は、粉じん沈着による線維化が気道および血管を狭窄・閉塞することによって生じる局所的無気肺や循環障害による結節の接近および無気肺部の線維化等によると考えられている。病理組織では径が2cm以上のものを進行性塊状線維化progressive massive fibrosis (PMF)と呼び、おおよそ大陰影に相当する。

(2) 石綿肺

イ. 不整形陰影

石綿肺における線状影を主体とする不整形陰影は、石綿粉じんによる細気管支～肺胞の線維性変化を表現したものであり、陰影の重なりによって少数の粒状影が現われることがあるでも、これは肺内に結節性の変化があることを意味しない。

石綿はけい酸塩の繊維状鉱物で、石綿による線維化は大量のばく露により生じ、病理組織学的には、呼吸細気管支壁と周囲肺胞隔壁に及んだ線維性変化から始まり、その線維化が緩徐に広がり、隣接病巣との接合、および胸膜下無気肺硬化の線維化とを随伴して、胸膜下からの不規則不整な広い線維化像を形成する。けい肺のような結節形成は造らない。この一連の線維性変化は細胞成分が乏しく、進行は緩徐である。線維形成の高度進行過程で細気管支の拡張が起こり胞巣肺を呈することがある。

ロ. 大陰影

細気管支～肺胞の変化が進展した結果大陰影にまでなることは殆んどない。下肺野に大陰影様の陰影が認められることがあるが、これは胸膜肥厚、無気肺、不整形陰影によると考えられる。

ハ. 胸膜の変化

肺野の変化が明らかでないときでも、胸膜に肥厚、石灰化が現われ、時間とともに進行する。これは、石綿粉じんの胸膜への到達によって形成されるものと考えられる。

病理組織学的には、限局性に壁側胸膜が硝子化した層状高度線維性肥厚の胸膜プラークの合併率は高く、また、下部からの広範囲に

広がる臓側および壁側胸膜の線維性肥厚であるびまん性胸膜肥厚を伴うことが多い。

(3) その他のじん肺

このじん肺に属するものは、けい酸塩肺(滑石肺、ろう石肺、ペントナイト肺、けい藻土肺等)、炭素系じん肺(炭肺、炭鉱夫じん肺、黒鉛肺、活性炭肺等)、金属肺(溶接工肺、鉄肺、アルミニウム肺、アルミナ肺等)等のじん肺であり、これらは線維化が弱く、境界不明瞭な粒状～淡い小葉中心性陰影のじん肺である。

イ. 粒状影

これらのじん肺では、呼吸細気管支壁や周囲の肺胞腔内に粉じんが貯溜し様々な程度の線維化が生じ、濃度の低い粒状陰影としてあらわれる。線維化周囲に気腫性変化を随伴する傾向がある。

遊離けい酸濃度が低く、線維起因性の低いけい酸塩粉じんによって形成される結節は、細胞成分が目立ち線維化が周囲肺組織に波及した境界不明瞭な星芒状を呈し、混合型粉じん線維化mixed dust fibrosisと名付けている。肺内堆積中の遊離けい酸濃度が18%未満で、けい酸塩主体の粉じんばく露により生じるとされ、この結節病巣像が主体のじん肺は混合型粉じん性じん肺mixed dust pneumoconiosisと呼ばれる。じん肺の予防・管理などにより、けい肺に代わってこの種のじん肺が相対的に増えてきた経緯がある。

画像の進歩により、淡い小葉中心陰影のじん肺が増加している。病理組織学的には結節を形成しない、呼吸細気管支壁中心性の終末細気管支～肺胞道壁、随行する肺動脈周囲間質部を含む線維性肥厚像で、線維成分よりも

細胞成分の多い非結節状病変で、粉塵斑dust maculeと呼ばれている。この軽いじん肺の線維性変化は、肺内堆積中の遊離けい酸濃度が1%未満で、不活性粉じんおよび線維起因性の低いけい酸塩粉じんばく露によって生じるとされている。このようなじん肺には純粹な炭肺や溶接工肺(鉄肺)がある。線維化の程度が極めて弱い状態では、ばく露環境から離脱することにより病変の軽減があり得る。

ロ. 不整形陰影

密在する小結節の陰影が重なり合うと容易に粒状影としては認められないことがある。密在する小結節により細い血管影がみえにくくなり、肺野に粒状と認めることが困難な濃度の低い陰影が重なって、不整形陰影を形成する。

下葉下部に間質性肺線維化の像を呈することがあるが、上肺野など、背景にじん肺としての病変が通常認められる。

ハ. 大陰影

混合型粉じん線維化mixed dust fibrosisもその癒合により塊状病巣を形成する。病理組織では、径が2 cm以上のものを進行性塊状線維化progressive massive fibrosis (PMF)と呼び、おおよそ大陰影に相当する。

炭鉱夫じん肺は炭素系じん肺に入れられているが、日本では岩盤掘削による遊離けい酸ばく露や、けい酸塩ばく露の、純粹な炭素ではない粉じん成分を吸入することより、淡い小葉中心性陰影から粒状および塊状形成までの多彩な線維化病巣像を呈する。けい酸塩肺も、けい酸塩の濃度や線維起因性の違いにより多彩性を有する。

・病理に関する記載に相当するCT画像とその説明も追加する。

Ⅱ-3-(1) エックス線撮影法についての問題点・改訂点

担当：丸山雄一郎、西本優子

「Ⅱ-3-(1) エックス線撮影法」についての問題点や改訂点を挙げる。下記の枠内は、現行の「じん肺診査ハンドブック1987年改訂4版」(以下「現行版」という)および厚生労働省の通達を示す。

じん肺の診断に当たって、最も望ましい胸部エックス線フィルム像は、肺の細部までよく判る至適な濃度とコントラストをもつフィルム像であり、コントラストの強いものは避けるべきである。

・「現行版」では胸部エックス線フィルム像について言及しているが、フィルムは主流でなくなっているため、平成28年3月14日基発0314第4号にある胸部エックス線写真と変更した方がよいのではないか。

現在、撮影方法としては低圧撮影と高圧撮影の方法があるが、高圧撮影を採用する利点として次の諸点があげられる。

①～⑤は省略

・低圧撮影に対する高圧撮影の利点が述べられるが、現状では胸部単純エックス線写真を高圧で撮影することは当然となっているため、この部分は省略してもよいのではないか。

イ. 装置等

(イ) エックス線発生装置

a. 装置の定格

b. タイマー

c. エックス線管

d. フィルター

(ロ) 照射野の制限

(ハ) グリッド

(ニ) 増感紙

(ホ) エックス線フィルム

(ヘ) 現像

(ト) その他装置に関する事項

ロ. 撮影条件

・今日、本邦において、胸部単純エックス線検査はCRやDRのデジタル撮影が主流となっているが、ごく一部ではあるもののアナログ撮影であるスクリーン/フィルム(SF)システムを使用している医療機関・検診機関は、未だ残存している。今回の改訂を契機に、フィルムからデジタルへ移行を促す意味で、

① デジタル撮影のみ記載

② デジタル撮影

を推奨し、アナログ撮影に関しては旧版を参照するという記述に変更できないかを検討されたい。

・国内のフィルムメーカーおよび自動現像機メーカーは、現在もフィルムや現像液を販売しており、一定の需要はあると回答している。じん肺健康診断にSFシステムおよび自動現像装置を使用している検診機関および医療機関が現状どのくらいあるのかは不明であるが、仮にSFシステムを使用している施設が極めて少なければ、じん肺診査ハンドブックでの記述を省略してもよい。それともメーカーがスクリーン/フィルムや現像液の販売を完全に終了するまでは、記述を残さざるを得ないか。厚生労働省の見解を確認する必要がある。

・「現行版」では撮影装置の定格、タイマー、

エックス線管、グリッド、増感紙、エックス線フィルムなどは昭和50年代の規格のままであるので、現代の装置の標準に合わせる必要があるのではないかな。

・グリッドを使用しない場合には、2.4mの焦点フィルム間距離で、フィルムと被写体との間隔を20～25cm離すことになっているが、これは、グレーデル効果を期待した「グレーデル法」のことと思われるが、今日でもこのような撮影技法を記述しておく必要はあるかな。

・小班会議の議論で「肺癌取り扱い規約の肺がん検診の手引きに準じて、撮影条件を分かりやすく記載することも考えられるのでは」との意見があった。具体的な記述は下記の通りである。

○直接撮影（スクリーンフィルム系）：被験者管球距離150cm以上、定格出力150kV以上の装置、120kV以上の管電圧および希土類システム（希土類増感紙+オルソタイプフィルム）がよい。やむをえず100～120kVで撮影するときも被曝低減のため希土類システムを用いる。

○直接撮影（デジタル画像）：CRもしくはDRシステムのいずれかを用いる。管球検出器間距離（撮影距離）150cm以上、エックス線管電圧120～140kV、撮影mAs値4mAs程度以下、入射表面線量0.3mGy以下、グリッド比8：1以上、これらの条件で撮影されることが望ましい。

・じん肺のエックス線写真の撮影条件を、この条件に準じた記載に差し替えることの是非について、検討されたい。

・エックス線撮影の記述に関しては、じん肺のエックス線撮影法に詳しい診療放射線技師の専門家に、助言・監修してもらうのがよいのではないかと考える。

平成22年6月24日基安労発0624第1号「じん肺健康診断及びじん肺管理区分の決定におけるDR（FPD）写真及びCR写真の取扱い等について」

DRの撮影倍率：等倍撮影（縮小撮影は認めない）

・基安労発0624第1号別紙DR（FPD）撮像表示条件確認表の「等倍撮影（縮小撮影は認めない）」に関して、平成19年の「じん肺健康診断等へのDR（FPD）の使用に関する検討会報告書」で引用されたH18年度相澤班の村田喜代史先生の分担研究報告書「エックス線写真条件 DRの検討」には、「アナログ撮影装置の際と同様に縮小光学系を採用しているものは不適格」と記載されている。「等倍撮影（縮小撮影は認めない）」は、過去に販売されていた、縮小光学系を含むI.I.によるDR装置^{*注}による撮影を除外する目的で付記されているのではないかと考えたが、通達では、「縮小撮影」とはどのような撮影法を指しているのか確認したい。今後、じん肺健康診断を開始する施設の放射線技師にも、この用語の意味するところが正確に伝わるように、何らかの注釈を加えた方がよいかな。

^{*注} テキストによると、「DR方式には、イメージンテンシファイア（以下I.I.）によるDRと、フラットパネルセンサによるDRがあり、前者は人体を通過したエックス線をリアルタイムにI.I.で増幅・可視光化して、可視光線を撮像管あるいはCDDカメラにより読み出す方式である。I.I.は縮小光学系を形成して

いる。」と説明されている。

平成23年 9 月26日付け基安労発0926第 1 号「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の別添「じん肺標準エックス線写真集」電子媒体版についてで「望ましい」とされる要件以上の読影環境

・モニター診断による読影は、今回のじん肺診査ハンドブックの改訂版に新規に追加されるべき内容であるが、「撮影装置」に続けて「読影機器」を加えた方がいいか、標準写真の使用法のところでまとめて記載してもらうのがよいか。

Ⅱ-3-（２）じん肺陰影の特徴についての問題点

担当：加藤勝也、西本優子

現じん肺診査ハンドブックの、「Ⅱ-3-（２）じん肺陰影の特徴」には、下記項目についての胸部エックス線写真の所見が記載されている。

イ．粒状影

（イ）けい肺

（ロ）その他のじん肺

ロ．不整形陰影

（イ）石綿肺

（ロ）その他のじん肺

ハ．大陰影

ニ．その他の変化

（イ）肺門影の変化

（ロ）肺気腫

（ハ）胸膜の変化

・これら胸部エックス線写真の記載については概ね問題ないが、じん肺のエックス線写真像と病理所見との関連の項目にて、Mixed

dust pneumoconiosis（MDP）についての記載が加わる予定なので、イ．粒状影（ロ）その他のじん肺の項目にMDPの記載の追加を要し、以前は非典型珪肺という表現も使われていたが、この表現は正確ではなく、使用するべきでないとの旨も記載する。

・イ．粒状影（ロ）その他のじん肺の項目に新規発生数が多い溶接工肺の記載を追加するか、新たに項目立てをするか検討を要する。

・各陰影の記載にCT所見を追加する必要があるか検討を要する。

Ⅱ-3-（３）じん肺エックス線写真像の分類についての問題点・改訂点

担当 芦澤和人、筒井 伸

「Ⅱ-3-（３）じん肺エックス線写真像の分類」についての問題点や改訂点を列挙する。下記の枠内は、現行の「じん肺診査ハンドブック1987年改訂 4 版」を示す。

（３）じん肺エックス線写真像の分類

イ．小陰影の分類

（イ）粒状影

型の区分は、粒状影の密度に応じて次のように区分する。

第 1 型—両肺野に粒状影があるが少数のもの

第 2 型—両肺野に粒状影が多数あるもの

第 3 型—両肺野に粒状影が極めて多数あるもの

・型の区分についてははじめに表が掲載されており、省略は可能ではないか、または「粒状影が」を削除することもよいのではないか。

型の区分に当たっては、標準エックス線フィルムによることとする。標準エックス線フィルムは第1型、第2型及び第3型の中央のものを示しているほか、じん肺の所見がないと判断するフィルムの上限のもの、第1型の下限のものを示している。型の区分を行う際には明確にある型のものと判断できない場合があるため、12階尺度を用いることとする。

・「標準エックス線フィルム」から「標準エックス線写真」へ変更したほうがよいのではないか。

(ロ) 不整形陰影

不整形陰影は、主に線状、細網状、線維状、網目状、蜂窩状、斑状とよばれている像をいう。1971年ILO U/C分類では、不整形陰影のタイプをs、t、uと分類しているが、じん肺法ではこの分類は採用しない。

・線状、細網状、線維状、網目状、蜂窩状、斑状の表現は変更したほうがよいか。

型の区分は、不整形陰影の密度に応じて次のように区分する。

第1型—両肺野に不整形陰影があるが少数のもの

第2型—両肺野に不整形陰影が多数あるもの

第3型—両肺野に不整形陰影が極めて多数あるもの

型の区分に当たっては標準エックス線フィルムによることとし、じん肺の種類に応じて対応する標準エックス線フィルムを用い、不整形陰影の密度に応じて、粒状影と同様に12

階尺度を用いて区分する。

・型の区分についてははじめに表が掲載されており、省略は可能ではないか、または「不整形陰影が」を削除することもよいのではないか。

・「標準エックス線フィルム」から「標準エックス線写真」へ変更したほうがよいのではないか。

(ハ) 小陰影の型の区分

(略) 従って、小陰影を呈するエックス線写真像について、じん肺法に定める第1型から第3型までのエックス線写真像の区分を行う際には、じん肺の種類に対応する標準エックス線フィルムを用いて区分を行う。(略)

・「標準エックス線フィルム」から「標準エックス線写真」へ変更したほうがよいのではないか。

ロ. 大陰影の分類

1つの陰影の長径が1cmを超えるものが大陰影であり、その径に従って次のように分類する。(略)

・シェーマの挿入を検討してはどうか。

ハ．その他の像

どうか。

ロで述べたじん肺エックス線写真像の区分のほかに、エックス線フィルムに現れたじん肺所見以外の所見についても、合併症に関する情報、疫学的情報、保健指導のための資料の収集等の目的から所見の有無について読影の際に留意する必要がある。留意すべき所見は次のとおりである。

- ・シェーマの挿入を検討してはどうか。
- ・「エックス線フィルム」から「エックス線写真」へ変更したほうがよいのではないか。

Ⅱ-3-（４）じん肺標準エックス線フィルムの概略と使用法の問題点・改訂点

担当 芦澤和人、筒井 伸

「Ⅱ-3-（４）じん肺標準エックス線フィルムの概略と使用法」についての問題点や改訂点を列挙する。下記の枠内は、現行の「じん肺診査ハンドブック1987年改訂４版」を示す。

（４）じん肺標準エックス線フィルムの概略と使用法

エックス線写真像の区分に用いるじん肺標準エックス線フィルム（増補版）の構成は次表のとおりである。

・近年エックス線写真はデジタル撮影が主流となっていることから、エックス線写真像の区分にはじん肺標準エックス線写真集電子媒体版（平成23年３月）を用いることが望ましいとの記載に変更してはどうか。その構成は次表を参照。

・じん肺標準エックス線写真集電子媒体版（DVD）をハンドブックの巻末に添付しては

掲載 画像 番号	陰影の種類	エックス線 写真の型 (区分)	性別	年齢
1	所見なし	第0型 (0/0)	男	33
2		第0型 (0/0)	男	42
3		第0型 (0/1)	男	69
4		第1型 (1/0)	男	79
5		第1型 (1/0)	男	58
6		第1型 (1/1)	男	76
7		第1型 (1/1)	男	69
8		第2型	男	73
9		第2型	男	65
10		第3型	男	79
11	大陰影	第3型	男	66
12		第4型 (A)	男	71
13		第4型 (B)	男	72
14		第4型 (C)	男	69
15	不整形陰影	第0型 (0/1)	男	71
16		第1型 (1/0)	男	78
17		第1型 (1/1)	男	67
18		第2型	男	72
19		第3型	男	66
20	その他の陰影	第2型	男	77
21		第2型	男	73
22		第2型	男	66
23	粒状影	組み合わせ		
24	不整形陰影	組み合わせ		

じん 肺の 種類	フ ィ ル ム 番 号	エックス線 写真の型 (区分)	性別	年齢
け い 肺	1	第0型 (0/0)	男	30
	2	第0型 (0/1)	男	62
	3	第0型 (0/1)	男	49
	4	第1型 (1/0)	男	51
	5	第1型 (1/1)	男	55
	6	第1型 (1/1)	男	49
	7	第2型 (2/2)	男	67
	8	第3型 (3/3)	男	54
	9	第4型 (A)	男	60
石 綿 肺	10	第1型 (1/0)	男	56
	11	第1型 (1/1)	男	55
	12	第2型 (2/2)	男	56
	13	第2型 (2/2)	男	45
	14	第3型 (3/3)	男	55
そ の 他 の じ ん 肺	15	第1型 (1/0)	男	47
	16	第1型 (1/0)	男	45
	17	第1型 (1/0)	男	50
	18	第1型 (1/1)	男	53
	19	第2型 (2/2)	男	52
	20	第3型 (3/3)	女	58
	21	第4型 (C)	男	56

フィルム 番号	組合せエックス線写真の型
22	けい肺 0型、1型、2型、3型
23	石綿肺 0型、1型、2型、3型

・ただし、フィルムも一部では使用されており、じん肺標準エックス線フィルム（増補版、昭和53年）についての記載をのこすかどうか、検討をお願いしたい。構成は次表のとおりである。

イ. じん肺標準エックス線フィルムの方

個々の標準エックス線フィルムの詳細については、標準エックス線フィルムに添付されている解説書に記載されているので参照されたい。エックス線フィルムの読影に当たっては、粉じん作業についての職歴調査の結果等により、どの種類のじん肺のフィルムを用いるかをまず判断し、各型の標準エックス線フィルムの間に読影の対象とするフィルムを置いて12階尺度を用いて判断する。どこから第1型と判断するかについては、石綿肺とその他のじん肺の場合には第1型の下限（1/0）のフィルムを用いて判断し、けい肺については、じん肺の所見がないと判断する上限（0/1）のフィルムと第1型の中央（1/1）のフィルムとを用いて判断を行う。また、100kV未満の撮影電圧で撮影されたフィルムを読影する場合、撮影電圧により多少陰影が異なることがあるため、標準エックス線フィルムでは、けい肺の第2型（2/2）及び石綿肺の第1型（1/1）については低圧撮影によるフィルムも添付されており、これらを参考に読影する必要がある。これらのフィルムを用いても判断し難い場合には、高圧撮影（撮影電圧100kV以上）により再撮影を行って読影を行う必要がある。

- ・「エックス線フィルム」から「エックス線写真」へ変更したほうがよいのではないか。
- ・原則としてモニター読影を推奨し、モニター読影用に表現を変えてはどうか。
- ・低圧撮影、高圧撮影の部分は省略してもよいのではないか。
- ・エックス線写真を用いても判断が難しい場合にはCT画像も参考として判断することが望ましいと加えるのはどうか、CTの取り扱い

いについては今後の検討が必要である。

ロ. 組合せエックス線写真の使い方

じん肺のエックス線写真を読影する場合、その写真がおおよそどの型に分類されるかを判断してからその型の標準写真を取り出して見くらべ、診断を行っている。（略）

- ・モニター読影用に表現を変更してはどうか。
- ・この部分は簡略化して、イ.に加えてはどうか。

C. 結論

画像・病理班のじん肺診査ハンドブック検討項目について、画像関連項目については問題点を指摘し、病理項目に関しては改訂し記載した。

今後は、画像関連項目の問題点を踏まえた記載変更を検討し、病理に関連するCT画像とその説明を追加する予定である。

D. 健康危険情報

なし

E. 研究発表

なし

F. 知的財産権の出願・登録状況

なし

（3）じん肺診査ハンドブック（改訂版）に係る肺機能部門の対応： 日本呼吸器学会呼吸機能検査の正常予測式 「2001年とLMS法との比較」

研究分担者 黒澤 一 （東北大学 環境・安全推進センター 教授）
研究協力者 小川 浩正 （東北大学 環境・安全推進センター 教授）
小荒井 晃 （東北大学大学院 医学系研究科 呼吸器内科学分野 講師）
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

じん肺診査ハンドブック改訂にあたり、呼吸機能検査の判定の基準となる肺活量（VC）および一秒量（FEV₁）について、現行の2001年日本呼吸器学会および2013年のLMS法の新予測式について比較検討を行った。VCでは両予測式ともほぼ同じレベルながら、厳密には30歳台で予測値が交叉しており、40歳以降では男女とも2001年の予測式が低値となっていた。FEV₁では男性でLMS法が低値であり、女性ではほぼ同一であった。LMS法を採用した場合、FEV₁の点でこれまでの認定が不認定になる場合があること、VCの点で認定の範囲が広がることが明らかとなった。

A. 研究目的

じん肺診査ハンドブック改訂にあたり、呼吸機能検査の判定基準の見直しおよび確認作業を行うこととした。平成22年より、それまで使われていた呼吸機能予測式が変更されている。欧米人の成績をもとにしたBaldwinの予測式から、2001年に日本呼吸器学会が提案した日本人の成績をもとにした予測式である（1）。その後、日本呼吸器学会ではさらに2013年にLMS法を用いた予測式を提案した（2）。今回の改訂にあたって、2001年と2014年のLMS法の新基準の肺活量（VC）と一秒量（FEV₁）についての比較を行い、予想される影響について検討を行った。

B. 研究方法

2001年および2013年の日本呼吸器学会の提案の基本となる論文および関係資料について、文献的に検討し比較した。

C. 研究結果

1）平成22年から採用されている予測式

2001年に日本呼吸器学会が提案した予測式は下記の通り。非喫煙健常者1,811名のデータベースを基にして、一次回帰式で求められている。

（H：身長（cm）、A：年齢（歳））

【VC】

男性（L）： $0.045 \times H - 0.023 \times A - 2.258$

女性（L）： $0.032 \times H - 0.018 \times A - 1.178$

【FEV₁】

男性 (L) : $0.036 \times H - 0.028 \times A - 1.178$

女性 (L) : $0.022 \times H - 0.022 \times A - 0.005$

2) LMS法による予測式

2014年に日本呼吸器学会が提案したLMS法による予測式は下記の通り。非喫煙健常者20,341人の成績をもとにしていて、性別年齢ごとのsplineと呼ばれる係数が存在する。また、正常下限値(LLN)も設定されていることが特徴である。

(H:身長(cm)、A:年齢(歳)、M:予測値(L) LLN: lower limit of normal)

【VC】

男性:

予測値 (L) : $\exp(-8.8317 + 2.1043 \times \ln(H) - 0.1382 \times \ln(A) + \text{Mspline})$

LLN : $\exp(\ln(\text{予測値}) + \ln(1 - 1.645 \times 0.3464 \times \exp(-2.3730 + 0.045 \times \ln(A) + \text{Sspline}))) / 0.3464$

女性:

予測値 (L) : $\exp(-8.0707 + 1.9399 \times \ln(H) - 0.1678 \times \ln(A) + \text{Mspline})$

LLN : $\exp(\ln(\text{予測値}) + \ln(1 - 1.645 \times 0.1268 \times \exp(-2.7071 + 0.1447 \times \ln(A) + \text{Sspline}))) / 0.1268$

【FEV₁】

男性:

予測値 (L) : $\exp(-7.5722 + 1.9393 \times \ln(H) - 0.3068 \times \ln(A) + \text{Mspline})$

LLN : $\exp(\ln(\text{予測値}) + \ln(1 - 1.645 \times \exp(-3.044 + 0.2325 \times \ln(A) + \text{Sspline})))$

女性:

予測値 (L) : $\exp(-6.9428 + 1.8053 \times \ln(H) - 0.3401 \times \ln(A) + \text{Mspline})$

LLN : $\exp(\ln(\text{予測値}) + \ln(1 - 1.645 \times 0.7783 \times \exp(-3.1024 + 0.2537 \times \ln(A) + \text{Sspline}))) / 0.7783$

呼吸機能検査のデータは正規分布とは必ずしもならないため、一次回帰式で求める予測式の精度はその分低下することが課題であった。LMS法は、平均値(M)、変動係数(散布、S)、歪度指数(位置、L)、つまりLMSという分布の詳細によって特徴付ける手法である(3)。Box-Cox変換によってデータの分布が正規分布化された後、男性と女性の年齢と身長の間関数として、各結果の最適な関数を導き出し、予測式として導き出す。指数関数や対数を駆使した方法であり、PCによる飛躍的な計算能力の向上がこのような複雑な方法を可能にする背景となっている。

3) 平均身長での比較-VCについて

身長を平均身長として、2001年とLMS法によるVC予測値の比較を図1に示す。

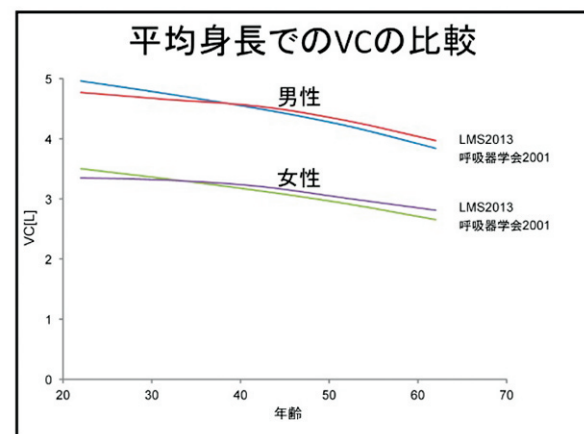


図1 2001年とLMS法のVC比較(4)

男女ともほぼ、全年齢にわたってほぼ同一のレベルとなっているものの、拡大してみれば、両曲線は30歳台で交叉している。男女とも共通して、若い方でLMS法が低く、高齢になると2001年の予測式が低くなっている。

4) 平均身長での比較-FEV₁について

身長を平均身長として、2001年とLMS法によるFEV₁予測値の比較を図2に示す。

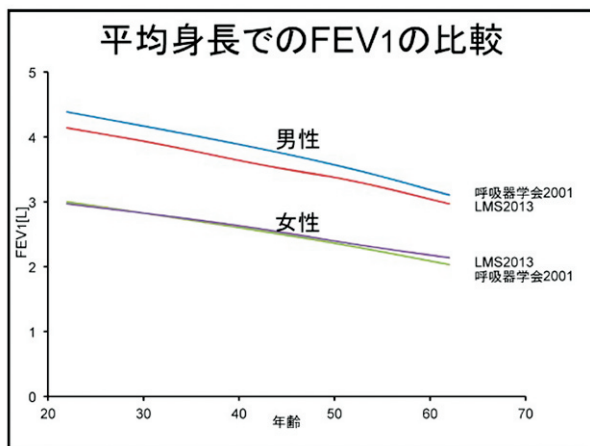


図2 2001年とLMS法のFEV₁比較 (4)

男性ではLMS法の方が2001年の予測式よりも全年齢にわたって低い値を示している。女性では、2001年とLMS法はほぼ一致している。

D. 考察

1) LMS法の特徴

一般に、呼吸機能検査の実際のデータ分布は正規分布とはならない。LMS法はこれらのデータセットの分布の正規化を図り、男女および年齢特異的にLMSの係数を付加する。一般的に、LMS法によって求めた予測値は、2001年の日本呼吸器学会の予測式をはじめとして、これまでの単純な一次回帰による方法よりも、精度がより高いものと考えられる。また、今回のLMS法の基盤となっているデータのサンプル数自体が2001年よりも一桁多く、その面でも信頼性が強まる要素となっている。

2) 判定基準と認定の関係

今回、じん肺診査ハンドブック改訂にあたり、呼吸機能検査判断基準となる、VCおよびFEV₁の予測式について、JRSの新基準を採用した場合の影響について比較を行った。概して、著しい肺機能障害の判定となるために

は、新基準採用後の予測式の数値が低くなればなるほど、採用前には著しい肺機能障害に相当するとされている病態を包含しなくなる。

3) VCの比較

図1に見られるように、特に40歳以上でVCの予測正常値は2001年正常予測式に比べ2013年LMS法により得られる値のほうが男女とも大きい。したがって、現状の基準による認定の方が厳しい状況となっていると考えられる。日本呼吸器学会の学会発表において、久保田らは、じん肺法でLMS新基準にした場合には4%程度の認定者数増加の影響を示唆している(5)。

4) FEV₁の比較

図2にみられるように、男性のFEV₁の予測値を比較した場合、2001年正常予測式に比べ2013年LMS法により得られる値のほうが小さい。したがって、LMS法を採用した場合、認定が厳しいものとなる。実際の認定に際して、この変更がどの程度のインパクトがあるかを推定した資料は見当たらないが、VCの場合よりも小さいものになるとは思えない。

5) LMS法導入の利点と課題

日本呼吸器学会の予測式におけるLMS法導入の利点は、より正確に実際を反映することになることである。また、予測式に加えて、正常下限値(LLN)を提示している。これまで閉塞性換気障害の定義では、固定値のFEV₁/FVC<0.7を用いていたが、若年者での過小評価と高齢者での過剰診断となることが課題として指摘されていた。代わりにLLNを閾値とすることで歪みが是正できるのではないかとの考え方も生じている(6)。

LMS法による予測式を、じん肺の著しい呼吸機能の低下の認定に使用することは現実を正確に反映することにつながる。また、これ

までの予測式に比べてより幅の広い予測式となる可能性がある。実際、特に40歳台よりも年齢が高くなった場合、現行のVCの判定基準の方が厳しく、LMS法の方の認定範囲が若干広くなる。4%程度に影響が出ていると想定されており、LMS法を用いることで現行で基準値外である範囲の一部が基準値内として判断されることになる。

LMS法導入の課題としては、第一に、現実的な問題である。現在、LMS法を用いた正常値式（呼吸器学会のウェブサイト（7）にあるExcelファイルを用いて計算することが可能）を用いることが推奨されている。しかし、計算が煩雑であることや検査機器への実装が進んでいないこともあって、実臨床において未だ十分には普及していない。また、身障者診断書・意見書（呼吸機能障害）の判定基準は2016年4月1日に改定されたが、その肺機能の基準値としてはLMS法を用いた2014年版は採用されず、2001年版の正常値式が現在も用いられている。日本呼吸器学会では、現行の混乱を避けるために部分的に2001年の基準を維持する一方で、LMS法の普及を図り、徐々にLMS法による基準に移行する方向性を示しているところである。

第二に、LMS法の利点としてあげた正確さが、従来法よりも厳しい基準になってしまう場合があると判明した。LMS法で男性のFEV₁の予測値が従来法より低く、結果として認定基準としては厳しくなる。これまで認定されていた一部の病態が、認定外として判断される可能性が生じる著しい肺機能障害の認定には、VCが予測値の60%以上80%未満の場合、FEV₁/FVCが70%未満かつFEV₁が予測値の80%未満が必要条件となっていた。従来の認定範囲をカバーするには、80%から数パーセント閾値を上げるなどの方法も考えられるが、それには法律変更などの手続きが

必要となる。解決は容易ではなく、課題として残る。

E. 結論

LMS法を導入した場合、従来法の予測値が小さく基準が厳しいVCの部分（特に40歳以上の男性）で基準が若干緩和されて、著しい肺機能障害の認定範囲が若干広がる。しかしながら、FEV₁に関してはLMS法導入により判定基準が厳しくなり（特に男性）、著しい肺機能障害の認定範囲が若干狭まる。この他、LMS法の検査機器への導入にはコンピュータが必要であり、実臨床においては未だ十分には普及していないこと、FEV₁/FVCに代えてLLNを使用するかどうか、などが課題として残る。

F. 健康危険情報

なし

G. 参考文献

- 1) 日本呼吸器学会肺生理専門委員会. 日本人のスパイログラムと動脈血液ガス分圧基準値. 日呼会誌 39: 1-17, 2001
- 2) Kubota M, et al. Reference values for spirometry, including vital capacity, in Japanese adults calculated with the LMS method and compared with previous values. Respir Investig 2014; 52: 242-50.
- 3) Cole TJ, Stanojevic S, Stocks J, Coates AL, Hankinson JL, Wade AM. Age- and size related reference ranges: A case study of spirometry through childhood and adulthood. Statist Med. 2009; 28: 880-898.
- 4) 日本呼吸器学会肺生理専門委員会. 日本人のスパイログラム基準値に関するス

テートメント. 2016.

<https://www.jrs.or.jp/activities/guidelines/statement/20160721155500.html> (accessed 2023. 3. 8)

- 5) 久保田勝. 呼吸器機能障害による身体障害判定における今後の課題 呼吸機能検査指標の問題点 (新しい正常値やじん肺法との関連を含め). 日本呼吸器学会誌, 4増刊: 67 (抄録).
- 6) 日本呼吸器学会. COPD (慢性閉塞性肺疾患) 診断と治療のためのガイドライン第6版2022. メディカルレビュー社. 2022.
- 7) 日本呼吸器学会肺生理専門委員会. LMS法による日本人のスパイロメトリ新基準値. 2014.
<https://www.jrs.or.jp/activities/guidelines/statement/20220428151435.html> (accessed 2023. 3. 8)

H. 研究発表

1. 論文発表

- [1] Kaminsky DA, Kurosawa H, et al. Clinical significance and applications of oscillometry. Eur Respir Rev. 2022; 31: 210208.
- [2] Ohkouchi S, Ogawa H, Kurosawa H, et al. Metabolic and Epigenetic Regulation of SMAD7 by STC1 Ameliorates Lung Fibrosis. Am J Respir Cell Mol Biol. 2022; 67: 320-333.
- [3] Onoue A, Kurosawa H, et al. Association between Fathers' Use of Heated Tobacco Products and Urinary Cotinine Concentrations in Their Spouses and Children. Int J Environ Res Public Health. 2022; 19: 6275.
- [4] Akashiba T, Ogawa H, et al. Sleep

Apnea Syndrome (SAS) Clinical Practice Guidelines 2020. Respir Investig. 2022; 60: 3-32.

- [5] 小荒井 晃. 長時間作用性抗コリン薬 (LAMA); 【COPDと気管支喘息、その周辺疾患-病態・診断・治療の最新動向-】 COPDの治療と管理 薬物治療: 日本臨床 2022; 80: 368-377.
- [6] 小荒井 晃、杉浦久敏. 【COPD診断と治療のためのガイドライン2022を読み解く】 安定期 COPD に対して LAMA と LABAのいずれを推奨するか? 呼吸器内科 2022; 42: 355-361.
- [7] 小荒井 晃. 【COPD診断と治療のためのガイドライン2022を読み解く】 LAMA +LABAでコントロール不良のCOPDに対してLAMA+LABAにICSの追加を推奨するか? 呼吸器内科 2022; 42: 368-374.
- [8] 小荒井 晃. 【今知りたいアレルギー疾患と臨床検査】 アレルギー疾患の臨床検査 呼吸機能検査. Medical Technology 2022; 50: 1186-1190.
- [9] 小荒井 晃、杉浦久敏. 【COPD-Common diseaseに対する一般内科医の役割とは-】 COPDの疾患概念と病態 (自然歴など): Medical Practice (in press).
- [10] 小荒井 晃. 【COPD-Common diseaseに対する一般内科医の役割とは-】 COPD診療のコツ: ICSをどのような患者に使用するか: Medical Practice (in press).
- [11] 小川浩正. 【COPDと気管支喘息、その周辺疾患-病態・診断・治療の最新動向-】 COPD診断へのアプローチ COPDと呼吸困難. 日本臨床 2022; 80: 216-220.

2. 学会発表

- [1] 相澤洋之, 小荒井 晃, 他. dsDNA刺激誘導性インターフェロン産生に与えるタバコ煙の影響の検討. 第62回日本呼吸器学会学術講演会、2022.
- [2] 松本 周一郎, 小荒井 晃, 他. 軟性気管支鏡下に食物残渣による窒息を解除し得た肺腺癌の一例. 第45回日本呼吸器内視鏡学会学術集会, 2022年.
- [3] 大河内真也、小川浩正、黒澤一、他. 20年の経過で肺移植に至ったインジウム作業従事者の一例. 産業衛生学雑誌 2022；64：517.
- [4] 中村 剛、小川浩正、黒澤一、他. 使い捨て防護手袋の有機溶剤曝露前後におけ

る表面性状変化の観察. 産業衛生学雑誌 2022；64：366.

- [5] 色川俊也、小川浩正、黒澤一、他. 救命・救助活動に従事する消防署員の防護マスク装着状況 東日本大震災当時の調査から. 産業衛生学雑誌 2022；64：321.

I. 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
- 3. その他
該当なし

（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 －簡易システムの提案－

研究分担者 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

胸部エックス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診断用ビューアシステム端末が導入された。情報通信機器を活用し、クラウドサーバーで一元管理を行う「遠隔じん肺審査ネットワークシステム」の開発構想の中で、より簡便な方法での構築を模索し、課題を抽出した。簡易システム案として、既存の地方労働局所有のじん肺読影用PC端末を読影と通信の両方に使用する方法と、局所有のじん肺読影用PC端末は読影専用とし、通信用途に使用するPCを別途用意する２つの方法を考え、そのメリット・デメリットを考察した。

簡易システム案の活用方法として、以下の３つを提案する。

- １．じん肺読影に精通した医師が地方じん肺診査医に、簡便に遠隔サポートする仕組みを提案する。
- ２．地方じん肺診査医の判定の平準化のために、簡便な遠隔ネットワークシステムを活用したじん肺診断技術研修の実施方法を提案する。
- ３．オフライン画像参照とWeb会議を併用する「遠隔中央じん肺診査医会」構想を提案する。

A. 研究目的

じん肺画像の読影において、従来のエックス線フィルムによる胸部エックス線写真読影に加えて、医療用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。胸部エックス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、「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）¹⁾に、じん肺健康診断に用いる医療機器の必要要件として（１）画像データの保存装置、（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）、（３）医療用モニター（ディスプレイ）、（４）イメージャー（フィルム出力装置）について明記されている。この要件（１）～（４）の全てを満たす場合、じん肺健康診断受診者の胸部エックス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）」を開発したことを報告した²⁾。

令和3年度までに、厚生労働省および全国の都道府県労働局にじん肺診断用ビューアシステム端末が導入された。著者らが開発したじん肺ビューアは、2023年1月現在、厚生労働省および41地方労働局に導入されている。

著者らは令和元年～令和3年度労災疾病臨床研究「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）で、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について検討し、その活用案を提案した³⁾。円滑にかつ見読性を担保した上で遠隔読影を行うためには、これまで報告した一元管理を行うクラウド画像サーバを用いて全国どこからでも画像を双方向に閲覧できる遠隔じん肺審査ネットワークシステムの構築が望ましいが、各所の読影端末に画像登録処理用ソフトを追加する必要がある。

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地方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」を開発・検討するにあたり、現在商業ベースで一般的に利用されている汎用のネットワークやWEB会議システムを利用して、より簡便な仕組みは構築できないか考察することにした。

B. 研究方法

情報通信機器を用いて、より簡便に、遠隔でじん肺審査等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。

C. 研究結果および考察

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

令和元年～令和3年度労災疾病臨床研究「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）において、児島らが実施した地方じん肺診査医へのアンケート調査によれば、39%の労働局が、ぜひ必要あるいは可能であればと回答していた。地方じん肺診査医からは、判定の難しい症例のサポートを望む意見や、審査の平準化が図れるのではないかと期待する意見があり⁴⁾、地方じん肺審査会での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サポートの希望がある。

可能であれば、一元管理を行うクラウド画像サーバを用いて画像を双方向に閲覧できる遠隔じん肺審査ネットワークシステム³⁾を用いることが望ましいが、簡便な遠隔じん肺審査ネットワークシステムとして、

- ① 都道府県労働局所有のじん肺読影用PC端末を、読影と通信の両方に使用するシステム
- ② 都道府県労働局所有のじん肺読影用PC端末は読影専用とし、通信用途に使用するPCを別途用意するシステムの2案を提案する。

まず、第①案（図1）について考察する。

A地方局で開催される地方じん肺審査会の会場において、A労働局所有のじん肺読影用PC端末を、VPN回線を用いてインターネッ

トに接続し、WEB会議システム（ZOOMなど）で3MP医療用モニターに表示された申請者の画像を画面共有する。じん肺読影に精通した医師は最寄りのB地方局に出向き、インターネットに接続されたB労働局のじん肺読影用端末の3MP医療用モニターに配信された申請者の共有画面の画像を見ながら、WEB会議システムの通話機能で、地方じん肺診査医に助言する。

第①案のメリットは、画像サーバに画像登録をするシステムが不要なので安価に構築できることと、各局は既存のPCおよび3MP医療用モニターを利用できることである。送信側および受信側で使用する局所有のじん肺読影システム用PCのGPUスペックは比較的高いことから、通信環境が確保できれば安定した送受信が可能である。

デメリットは各局所有のじん肺読影用PC端末に、WEB会議システムを導入する必要があることと、じん肺読影用PC端末を、インターネットにVPN接続する必要があることである。従って地方局が所有するじん肺読影システムのPCを、インターネットにVPN接続することの同意を得る必要がある。

WEB会議システムのうち、ZOOMは複数モニター画面を同時に画面共有できないので、3MP医療用モニター2面にじん肺標準写真と申請者写真をそれぞれ表示した場合、両者を同時に配信できない。精通した医師が観察する受信側のB地方局では、3MP医療用モニター2面のうち、1面に配信された申請者の画像を表示し、もう1面にはじん肺読影ビューアを起動させてじん肺標準写真を表示させる必要がある。

受け手の画像の表示は、送信側のA局と受信側のB局が使用する施設内のインターネット回線の速度に影響されるため、レイテンシが大きくなる可能性がある。

「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」¹⁾には、じん肺の単純エックス線写真は3MP（2048×1536）の医療用モニターで観察する必要があるとされている。ZOOMでは共有するモニターの解像度のまま、画面共有されるので、4K（8MP、3840×2160）モニターを画面共有して配信すると、受信側は解像度3840×2160の画像を観察できる。

図2に、3MP医療用モニターにじん肺標準写真電子版の「23 粒状影 組合せ」のじん肺ビューアで表示した画像と、4Kモニターに2824×2138（6MP）で表示した画面をZOOMで共有配信し3MP医療用モニターに表示した画像を並べた。また、図3には「24 不整形陰影 組合せ」についても表示した。デジタル版じん肺標準写真のオリジナルDICOM画像と、ZOOMで受信した画面共有画像を、それぞれ3MP医療用モニターで観察した時の小陰影（粒状影、不整形陰影）および大陰影の見え方については、読影実験等で画質評価を行う必要がある。読影実験で同等性が確認できれば、本方法にて申請者のエックス線写真に対して、じん肺読影に精通した医師は助言可能と思われる。

次に第②案（図4）について考察する。

送信側のA地方局所有のじん肺読影用PC端末は従来通り読影専用とし、ネットワークには接続しない。A地方局は、画像の表示用のじん肺ビューアとWEB会議システムの両方が実装されたPCを別途用意し、配信用PCとして通信用途に使用する。この配信用PCには4K外部モニターを接続しておく。4Kモニター内蔵ノートPCでもよいが、通話画面と画像共有画面が別の方が使いやすい。VPN回線を用いてインターネットに接続し、送信用PCの4Kモニターに、読影用PCと同一の申請者のエックス線写真と比較するじん肺

標準写真のDICOM画像を並べて表示させ、WEB会議システム（ZOOMなど）で2画像を1画面として共有する。

受信側のじん肺読影に精通した医師は、最寄りのB地方局が所有するインターネットに接続された受信用PCの医療用モニターで送信された申請者のエックス線写真とじん肺標準写真のDICOM画像を医療用モニターで観察し、WEB会議システムの通話機能で、地方じん肺診査医に助言する。

第②案のメリットは、第①案同様、画像サーバに画像登録をするシステムが不要なので安価に構築できることと、第①案と異なり、局所有のじん肺読影用PC端末に、WEB会議システムを導入する必要がなく、インターネットVPN接続が不要なことである。

ZOOMで4Kモニターの画像共有を行うと、最大解像度3840×2160で送信可能であり、じん肺標準写真と申請者画像を並べて表示し、配信することができる。この場合、各画像の配信解像度は1920×2160（4MP）となるが、受信側は3MP医療用モニター2面を縦置きすればよい。現時点での検討では、フルHD/2K（1920×1080）では、ZOOM画面共有時の画質は不良である。

医療用DICOMモニターのほかに、比較的安価な医用画像参照用DICOMモニターも市販されており、画質評価を行って同等性が確認できれば、じん肺読影に精通した医師は、医用画像参照用DICOMモニターに表示された共有画面の画像を見ながら、WEB会議システムの通話機能で地方じん肺診査医に助言できる。受信側はじん肺読影システムを使用しないので、VPN接続が可能で十分な画像閲覧環境があれば、精通した医師は最寄りの地方局に出向かなくても遠隔サポートができる。

デメリットとしては、各局は既存のじん肺

読影用PC端末のほかに、通信用として4K外部モニターを接続したPC端末あるいは4Kモニター内蔵PC端末を用意する必要がある。また、読影用PCと配信用PCの両方に、じん肺ビューアをインストールする必要がある。

送信側のA労働局では、読影用PCと配信用PCの両方に審査用画像を取り込んで、2台ともに同様のビューア操作をする必要がある。

受信側の画像の表示は、送信側と受信側（精通した医師）が使用するPCのCPUあるいはGPUのスペックや、インターネット回線の速度の影響を受け、レイテンシが大きくなる可能性がある。

第①、②案ともに、簡易版システムでは、遠隔サポートをする医師は、申請されたオリジナルのエックス線写真を見てコメントしているわけではないので、助言内容的確さに懸念があるが、許容されるか否かはZOOMで送信された受信画像の画質の検証が必要である。

2. 遠隔ネットワークシステムを活用した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エックス線写真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。全地方局にじん肺診断用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、遠隔ネットワークシステムを利用して開催できないか考案した。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。ウェビナーで講義とオンライン読影実習を行うじん肺診断技術研修（研修①案）の概念図（図5）と、ウェビナー講義とオフライン読影実習を併用するじん肺診断技術研修（研修②案）の概念図（図6）を示す。

研修①案では、前出の第①案のごとく、地方労働局所有のじん肺読影用PC端末を借用し、講義スライドの配信と読影実習用のDICOM画像配信の両方を行うため、じん肺読影用PCにWEB会議システムを追加実装し、インターネットにVPN接続する必要がある。

研修会事務局はウェビナーのホストを務める。受講者は、講義スライドをじん肺読影用PCのウェビナーで視聴し、講師の指示に従い、地方局のじん肺読影用PCの医療用モニターに配信・表示された読影実習症例のエックス線写真と、じん肺ビューアから表示された標準写真を対比しながら観察し、読影実習を行うことができる。

研修①案のメリットは既存の読影端末を利用することができれば、ネットワーク環境を整備するだけで可能であることである。

課題は各地方局が所有するじん肺読影端末をインターネットVPN接続し、研修会の使用目的で利用することの同意が得られるかである。また、ZOOMウェビナーの場合、2画面を同時に配信することはできないので、講義スライドと読影実習用画像の同時配信はできない。

なお、本案が認められるか否かは、ZOOMで配信された画像の画質評価の結果に依存する。一定の受信環境において画質が担保され

れば、受講する地方じん肺診査医が自身のPC環境にDICOMモニターを接続して受信することで、必ずしも地方局に出向いて局のじん肺読影端末で受講しなくてもよくなるかもしれない。

研修②案は、前出の第②案のごとく、地方労働局所有のじん肺読影用PC端末は読影専用とし、通信用途に使用するPCを別途用意する方法であるので、受講に当たり2台のPCが必要となる。研修会事務局は、事前に地方局に読影実習用のDICOM画像が入ったSSD等のストレージメディアを書留などのオフラインで配布する。

研修会では、講師は最寄りの地方局からインターネットに接続された通信用PCで講義スライドを配信する。受講者は読影実習用のDICOM画像が入ったストレージメディアをじん肺読影用PCに接続し、講義スライドを通信用PCのウェビナーで視聴しながら、講師の指示に従い、じん肺読影用システムで読影実習症例とじん肺標準写真のDICOM画像を3MP医療用モニターで観察する。研修①案と異なり、講師はDICOM画像の画面共有はしない。

研修②案のメリットは、労働局所有のじん肺読影用PCはスタンドアローンのままで使用するため、研修会利用目的での借用の協力が得られれば利用できることである。講義はウェビナーシステムで聴講するので、受信側は通信用PCを用意する必要があるが、個人情報に抵触する内容は含まれないと考えられるため、必ずしもVPN接続でなくてもよい。受講者個人のPCでも構わないと考える。

課題は各地方局が所有するじん肺読影端末を、研修会の使用目的で利用することの同意が得られるかである。研修①案のようにインターネット接続は必要ないので、こちらの方が同意は得られ易いかもしれない。

研修会事務局は受講者が出向く地方局に、読影実習用の画像データを書留などのオフラインで事前配布する必要がある、事務作業が煩雑である。データの機密性が担保できるようなら、事務局から当該地方局にオンラインでデータ送信することも可能かもしれない。

じん肺診断技術演習をオンラインで実施するには、著者らが「モニターを用いたじん肺画像診断に関する研究」³⁾で報告したクラウド画像サーバを用いた遠隔ネットワークシステムを利用するのが最も望ましいと考えるが、そのシステムが構築できるまでの暫定的な方法として、研修①案および②案を考案した。研修②案は研修①案に比べてやや煩雑ではあるが、最も重要な読影演習で観察する画像はオリジナルの画質であることから、地方局の同意が得られれば、現状最も実現性の高い研修会実施方法であると考ええる。

3. オフライン画像参照とWeb会議を併用する「遠隔中央じん肺診査医会」構想

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。「モニターを用いたじん肺画像診断に関する研究」³⁾で報告したクラウド画像サーバを用いた遠隔ネットワークシステムでは、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診断用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。

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「じん肺読影用ビューアシステム」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

筆者らは従来遠隔じん肺審査ネットワークシステムを考案してきた。中央じん肺診査医及び地方じん肺診査医が遠隔でじん肺の診断又は審査するためには、表示される画像の画質が担保されていなければならない。厚生労働省が示す「医療情報システムの安全管理に関するガイドライン 第5.2版（令和4年3月）」⁵⁾に明記されている「真正性」「見読性」「保存性」が保証された状態で保存されるとともに、「完全性」「見読性」なども考慮され、画質の劣化がなく配信側と受信側が同一の画像であることが必要である。そのためには、クラウド画像サーバを用いた遠隔ネットワークシステムの構築は必須であるが、暫定的に、実現可能な簡便な仕組みを考案し、その利用方法を示した。

第1は、じん肺読影に精通した医師による地方じん肺診査医へ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簡便に遠隔サポートする仕組みを提案した。

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」の内容を担保する研修を、オンラインであるいはウェビナー講義とオフライン読影実習を併用する方法を提案した。課題が解決されれば、全国の多くの地方じん肺診査医が研修に参加し易くなり、地方じん肺診査医の判定の平準化に資することが期待される。

第3はオフライン画像参照とWeb会議を併用する「遠隔中央じん肺診査医会」構想を提案した。

令和3年度までに、全国すべての労働局にじん肺診断用ビューアシステム端末が配備された。この読影システムを上手に活用し、ネットワークでつなぐことを検討することで、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. p. 12-14 2011. 1
- [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 p. 33-37 2020. 3
- [3]丸山雄一郎、加藤勝也、児島克英、筒井伸、芦澤和人. 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. 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」令和元年～令和3年度総合研究報告書（研究代表者 芦澤和人） p. 45-53 2022. 3

- [4]児島克英、芦澤和人、加藤勝也、高橋雅士. 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. 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」令和元年～令和3年度総合研究報告書（研究代表者 芦澤和人） p. 33-40 2022. 3

- [5]厚生労働省医政局長. 医政発0331第50号「医療情報システムの安全管理に関するガイドライン第5.2版」の策定について（令和4年3月31日）

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

じん肺読影に精通した医師による簡易版遠隔サポートシステム(第①案)

都道府県労働局所有のじん肺読影用PC端末を、読影と通信の両方に使用するパターン

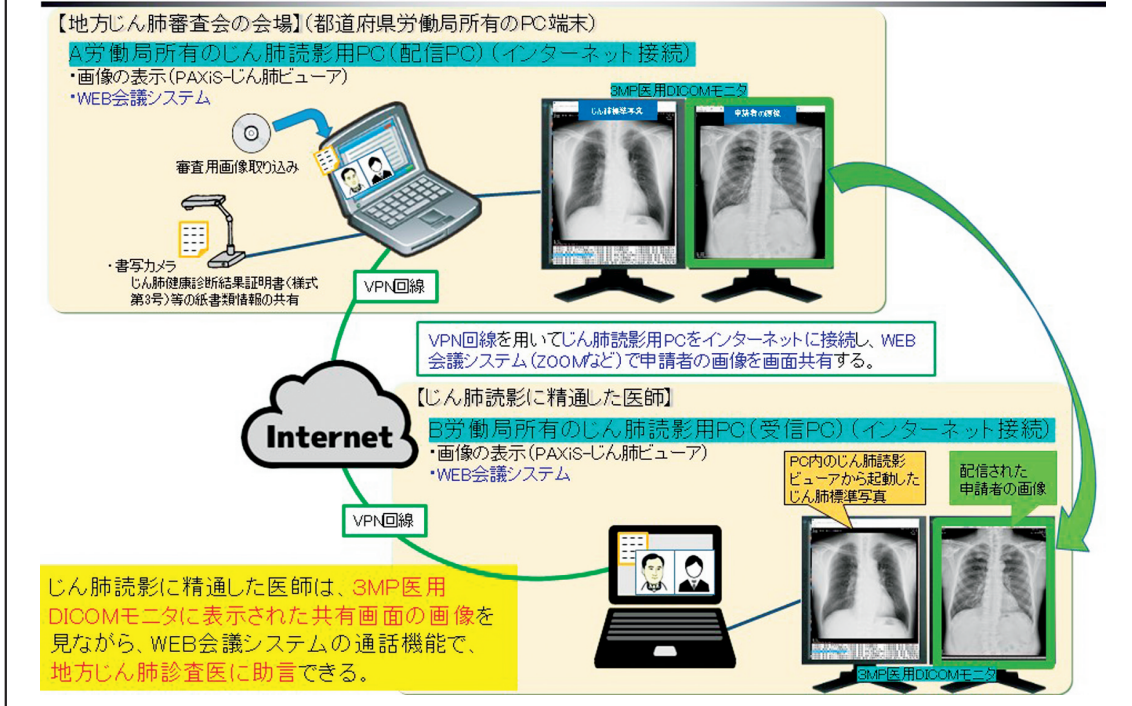


図 1

23 粒状影 組合せ

じん肺ビューアのDICOM画像
(3MPモニタに表示)

ZOOMでモニタ解像度2824×2138(6MP)
で表示した画面を共有して配信した画像
(3MPモニタに表示)

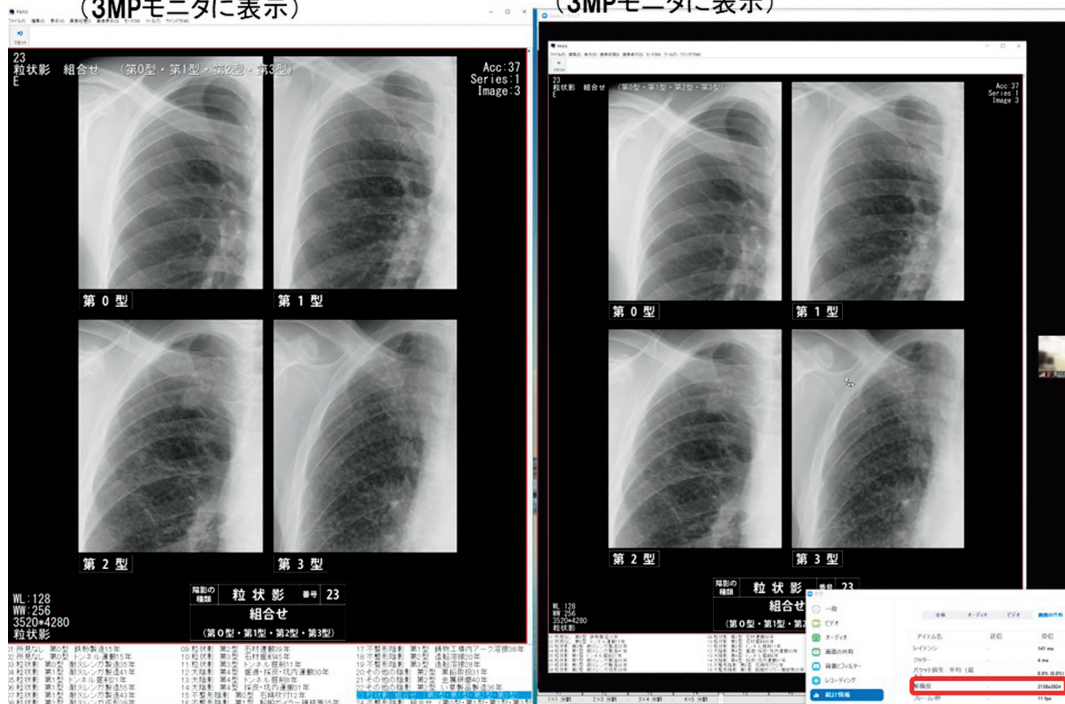
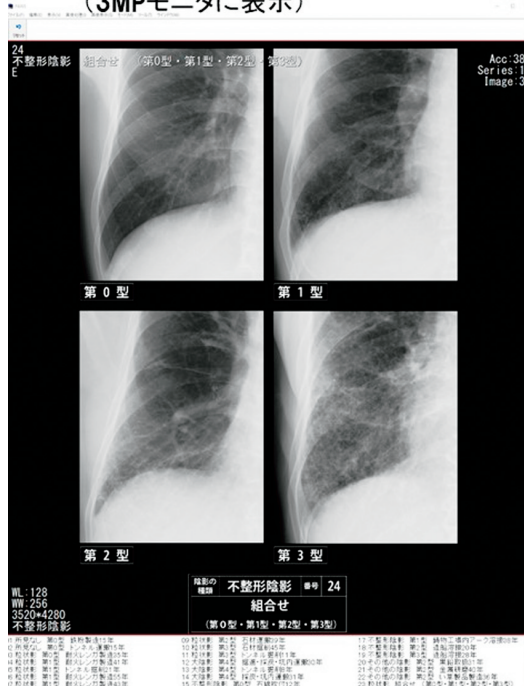


図 2

24 不整形陰影 組合せ

じん肺ビューアのDICOM画像
(3MPモニタに表示)



ZOOMでモニタ解像度2824×2138(6MP)
で表示した画面を共有して配信した画像
(3MPモニタに表示)

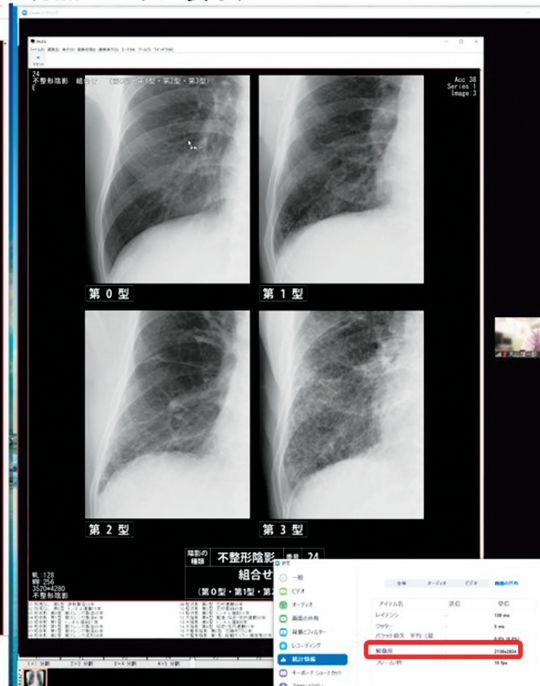


図 3

じん肺読影に精通した医師による簡易版遠隔サポートシステム(第②案)

都道府県労働局所有のじん肺読影用PC端末は読影専用とし、通信用途に使用するPCを別途用意するパターン

【地方じん肺審査会の会場】(都道府県労働局所有のPC端末)

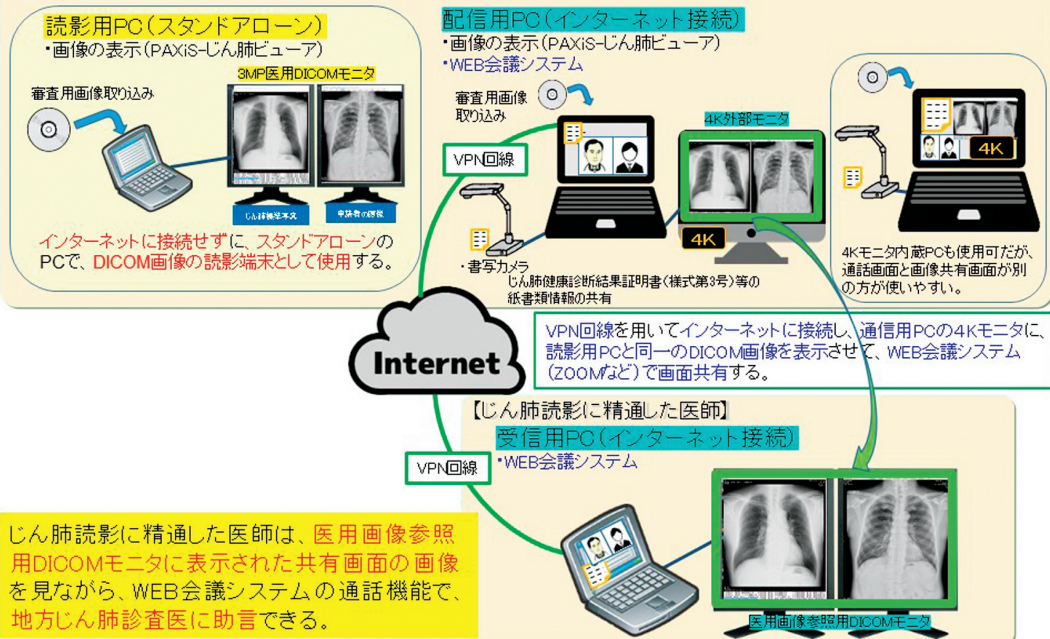


図 4

ウェビナーで講義とオンライン読影実習を行うじん肺診断技術研修(研修①案)

主催 労働者健康安全機構

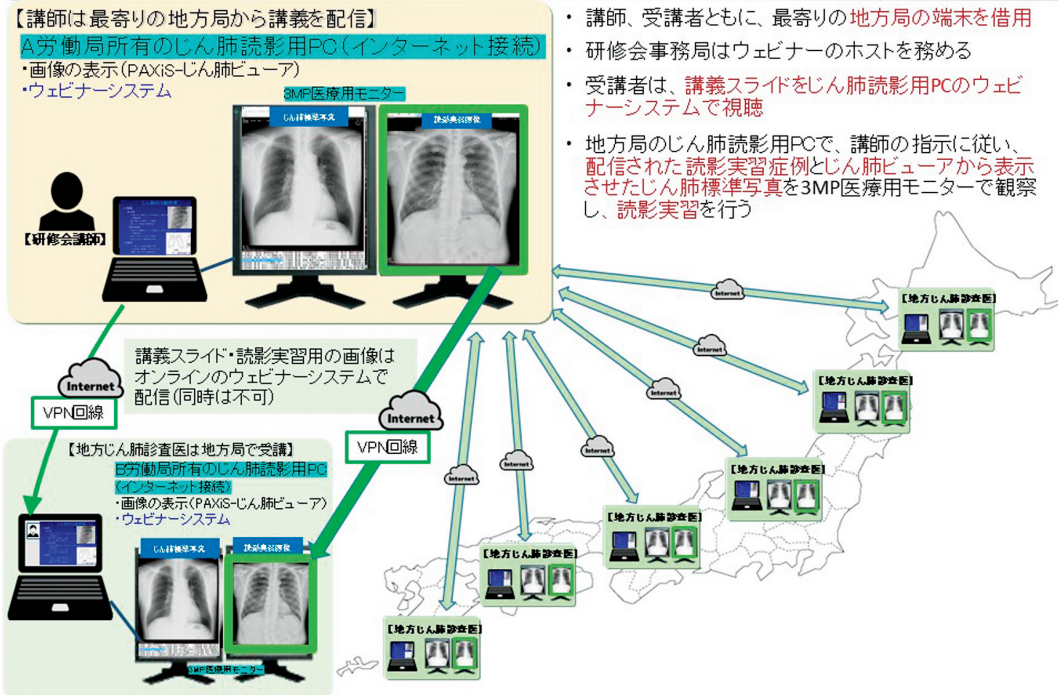


図 5

ウェビナー講義とオフライン読影実習を併用するじん肺診断技術研修(研修②案)

主催 労働者健康安全機構

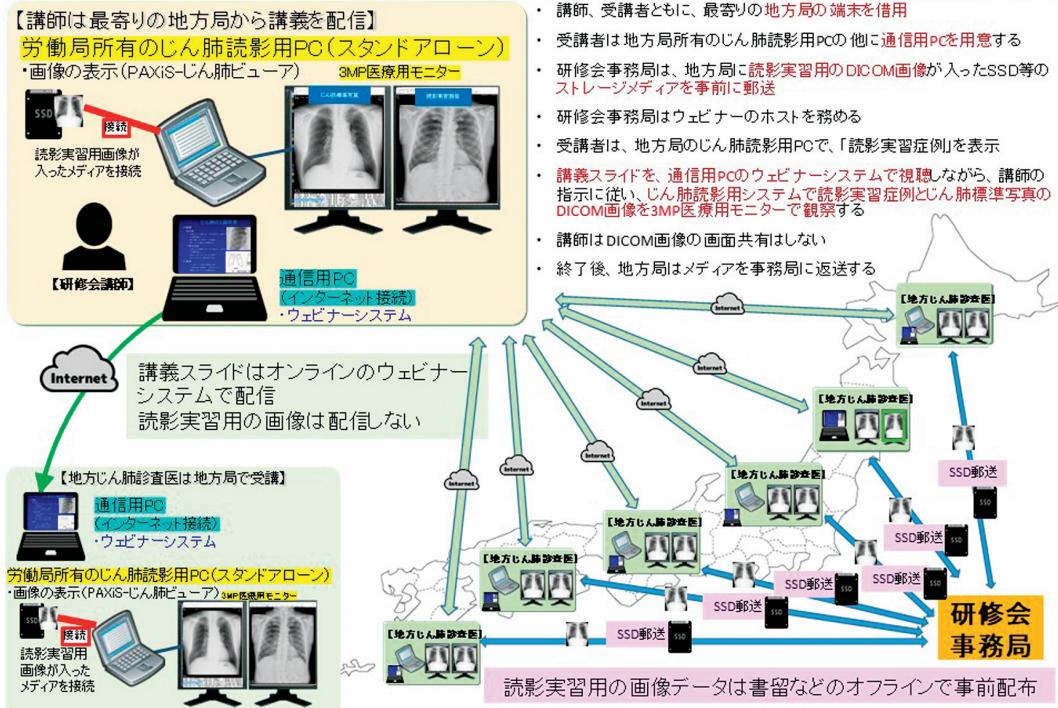


図 6

—65—

Ⅲ．研究成果の刊行に関する一覧表

