

201032018A

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

主任研究者 村田喜代史

平成23（2011）年3月

## 目次

I. 研究要旨	1
II. 研究者一覧	2
III. 研究目的と研究項目・研究項目別要旨	3
IV. 研究成果	
1. じん肺デジタル標準写真の作成に向けた症例検討	6
2. じん肺病型判定における読影者間のばらつきに関する検証	15
3. デジタル胸部写真におけるじん肺条件と肺癌検診条件の比較検討	29
4. デジタル標準写真を用いたじん肺健康診断システムの提案	39
V. じん肺デジタル標準写真の提示	51

## 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

主任研究者：村田喜代史（滋賀医科大学医学部放射線医学）

### 研究要旨：

じん肺健康診断における管理区分の決定には、胸部エックス線写真が重要な役割を果たしているが、近年の技術的進歩によって、従来のアナログ画像のフィルム診断からCRやDRといったデジタル画像によるモニター診断に代わりつつある。従って、じん肺健康診断においても、デジタル時代に対応したじん肺診査システムの構築が喫緊の課題となっている。本研究は、これらの課題を解決するために、デジタルじん肺標準画像データの作成とともに、これを用いたデジタルじん肺健康診断システムの確立をめざすものである。

これまでの厚生労働科学研究で集積された1209例のじん肺症例から、何段階もの専門医による検討会を通じて、標準写真候補の絞り込みを行った。この過程で、日本における多くのじん肺関連医師のコンセンサスを得るために、40名の地方じん肺診査医による標準写真候補83例のエックス線病型に関する読影実験を行った。また、ダイナミックレンジ圧縮処理を付加することによって心臓縦隔陰影の描出能が改善したデジタルじん肺条件と肺癌学会で推奨されるデジタル肺癌検診条件の比較検証を24例のじん肺症例で行った。

最終的に22例の最終候補を選択し、デジタルじん肺標準写真を完成するとともに、DVDとして公表した。地方じん肺診査医による読影実験では、12階尺度では、判定が3段階から6段階に広がるばらつきがみられたが、4階尺度で考えると、各グループでの全体としての判定一致率は、0型88%、粒状影1型76%、粒状影2型74%、粒状影3型83%、不整形陰影1型70%、不整形陰影2型73%、不整形陰影3型59%、大陰影92%であった。この結果から、不整形陰影で読影者の判定のばらつきがやや大きいものの、標準写真候補として多くの症例が適切であることが示された。また、じん肺条件と肺癌検診条件の比較検討では、336判定中（24症例×14読影者）、12階尺度も同じと考えた判定が89%、12階尺度は異なるが4階尺度は同じと判定したものが11%であり、4階尺度まで異なると判定したものは無かった。従って、現状のじん肺条件と肺癌検診条件のどちらを用いても、じん肺診査上、大きな問題点が無いことが示された。

デジタルじん肺標準画像データを用い、DICOM part14に準拠した医療機器を用いることにより、デジタル時代となっても対応できるようなじん肺診査体制が実現したと考えられる。

<分担研究者>

相澤好治 北里大学医学部 衛生学公衆衛生学  
岸本卓巳 労働者健康福祉機構岡山労災病院  
坂谷光則 精華町国民健康保険病院  
日下幸則 福井大学医学部 環境保健学  
志田寿夫 アドバイザー  
坂井修二 東京女子医科大学医学部  
放射線医学

<研究協力者>

工藤雄一郎 北里大学医学部 衛生学公衆衛生学  
加藤勝也 岡山大学医学部 放射線医学  
審良正則 国立病院機構近畿中央胸部疾患センター放射線科  
田村太朗 福井大学 環境保健学  
菅沼成文 高知大学医学部 環境保健学  
荒川浩明 獨協医科大学医学部 放射線医学  
野間恵之 天理よろづ相談所病院 放射線科  
芦澤和人 長崎大学医学部がん診療センター  
放射線医学総合研究所  
木村清延 岩見沢労災病院  
五藤雅博 愛知県健康管理機関協議会  
大西一男 神戸労災病院  
林邦昭 長崎労災病院  
田中利彦 (財) 神奈川県予防医学協会  
萩原明 (財) 神奈川県予防医学協会 放射線技術部  
高橋雅士 滋賀医科大学 放射線部  
新田哲久 滋賀医科大学 放射線医学

松尾 悟 滋賀医科大学 放射線部  
野間和夫 滋賀医科大学 放射線部  
濱田典彦 高知大学医学部 放射線医学  
窪田哲也 高知大学医学部血液・呼吸器内科  
森田 賢 近森病院画像診断センター  
片渕哲朗 岐阜医療科学大学保健科学部  
放射線技術科

<企業研究協力者>

濱窪高洋 日本アグファ・ゲバルト株式会社  
西田省三 キヤノンマーケティングジャパン株式会社  
岡 知樹 ケアストリームヘルス株式会社  
吉村 仁 コニカミノルタエムジー株式会社  
高濱公大 株式会社島津製作所  
斉藤隆司 シーメンス旭メディテック株式会社  
守部芳生 GE 横河メディカルシステムズ株式会社  
大久保彰 株式会社日立メディコ  
山田真一 株式会社フィリップス エレクトロニクス ジャパン メディカルシステムズ  
大島裕二 富士フイルムメディカル株式会社  
長谷川幹夫 東京特殊電線株式会社  
比良浄敬 株式会社ナナオ  
板谷元照 株式会社イメージワン  
新井信勝 日本ヒューレットパッカード株式会社

## A. 研究目的

じん肺は、今なお代表的な職業性疾病であり、じん肺発症のおそれのある粉じん作業従事労働者やその離職者に対しては、じん肺法をはじめとする様々な制度に基づき、じん肺健康診断等の健康管理、作業管理及び作業環境管理といった労働衛生対策が講じられている。

このうち健康管理対策については、じん肺健康診断やじん肺審査を通して決定されるじん肺管理区分に基づいて行われる。じん肺健康診断において撮影されるエックス線写真は、じん肺法により直接撮影によるエックス線写真と定められ、じん肺エックス線分類の判定は対象のエックス線写真とアナログ標準フィルムとの比較読影により行われる。

ところが、近年、イメージングプレートを用いたComputed Radiography (CR)やフラットパネル検出器を用いたDigital Radiography (DR)といったデジタル画像撮影装置が、急速に医療機関に導入され、じん肺患者の診療にも幅広く使われるようになってきている。近い将来にはアナログ画像はデジタル画像に完全に置換されると予想されている。したがって、デジタル画像に対応した、じん肺健康診断やじん肺診断システムの構築が緊急の課題となっており、とくに、画像観察法がフィルムからモニターに急速に転換されつつある現状から、モニター診断システムの確立が重要となってきている。

また、現在のじん肺標準写真は1980年代のアナログ画像で作成されており、現在の標準的な胸部エックス線画像とは大きく異なっていることから、現在の標準写真と整合

性や継続性をもったデジタル胸部画像を用いた標準写真の作成が強く要請されている。

主任研究者らは、これまで厚生労働科学研究を通じてこのような現状に対応するための種々の課題に対して基礎的な検討を行ってきた。平成22年度においては、これらの研究成果を集約して、じん肺デジタル標準写真を完成させるとともに、デジタルじん肺診断システムの構築を目指すものである。

## B. 研究項目

本年度における研究成果を以下の項目に分けて記載する。

1. じん肺デジタル標準写真作成に向けた症例検討
2. じん肺病型判定における読影者間のばらつきに関する検証
3. デジタル胸部写真におけるじん肺条件と肺癌検診条件の比較検討
4. デジタル標準写真を用いたじん肺健康診断システムの提案

## C. 研究項目別要旨

1. じん肺デジタル標準写真作成に向けた症例検討

胸部エックス線写真がデジタル写真に置き換わっていく中で、じん肺標準写真も現在の画質の劣化が著しいアナログ写真からデジタル画像への転換が必要不可欠である。7施設から集積された1209例のCR写真およびDR写真の中から、じん肺健康診断や胸部エックス線診断に修練した多くの医師によって、症例の絞り込みを行い、その結果、0型17例、粒状0/1型2例、粒状1/0

型7例、粒状1/1型14例、粒状1/2型2例、粒状2/2型9例、粒状2/3型2例、粒状3/2型1例、粒状3/3型4例、4型11例、不整形1/0型4例、不整形1/1型4例、不整形2/2型3例、不整形2/3型1例、不整形3/3型2例、計83例の標準写真候補を絞り込んだ。この83例に対して全国の地方じん肺審査医による読影実験を行い、症例を絞り込むとともに、新たな施設の医師も加わった検討会による検討も加え、標準写真最終候補22例を決定した。

## 2. じん肺病型判定における読影のばらつきに関する検証

平成21年度までに研究班で集積されたデジタルじん肺標準写真候補83例に対して、地方じん肺診査医による12階尺度に基づいた読影実験を行い、判定のばらつきを解析した。読影実験は3M白黒モニター2台で行い、一方のモニターにデジタル化した組み合わせ標準写真を表示し、もう一方のモニターに対象画像を表示した。12階尺度では、判定に3段階から6段階の広がりをもつばらつきがみられたが、4階尺度で考えると、760判定の中で、669判定(88%)が0型と判定され、0型においては、一致率が高いことが示された。各グループでの全体としての4階尺度判定一致率は、粒状影1型76%、粒状影2型74%、粒状影3型83%、不整形陰影1型70%、不整形陰影2型73%、不整形陰影3型59%、大陰影92%であった。この結果から、粒状影と比較して、不整形陰影では読影者の判定にばらつきがやや大きいものの、標準写真候補として多く

の症例が適切であることが示された。

## 3. デジタル胸部写真におけるじん肺条件と肺癌検診条件の比較検討

デジタル胸部エックス線写真の推奨表示条件には、現在、じん肺条件と肺癌検診条件が公表されているが、肺癌検診条件で評価した場合にじん肺症例のエックス線病型がどの程度異なるかを検討した。対象は、厚生労働科学研究で集積した症例の中から選択した軽度病変を中心とした24例で、14名の読影者で評価した。24症例×14読影者の336判定中、12階尺度も同じと考えた判定が299/336(89%)、12階尺度は異なるが4階尺度は同じと判定したものが37/336(11%)であった。4階尺度まで異なると判定したものは無かった。12階尺度でのばらつきは、同じ条件においても個人間にみられるものであるので、今回の結果は、現在使われているデジタル胸部写真のじん肺条件と肺癌検診条件のどちらを用いても、じん肺診査上、大きな問題点が無いことが示された。

## 4. デジタル標準写真を用いたじん肺健康診断システムの提案

近年、胸部健康診断は医療分野におけるデジタル機器の急速な普及と共に、モニター表示によるソフトコピー診断が主流となっている。一方、じん肺健康診査の管理区分の判定についてはアナログフィルムによる提出が義務付けられているが、フィルムレス化の急速な拡大を背景にソフトコピーによる画像の提出を検討する時期に来ている。そこで、

ソフトコピー診断を行う場合に重要な画像表示の一貫性に関する問題点と解決法に関する検討を行った。現在みられる画像不整合の発生原因としては、①画像生成装置（CR、FPD）、②フィルム出力をするイメージャ、③画像の描画指示をする DICOM ビューワ、④画像を表示する高精細モニターの 4 箇所、つまり画像生成から画像出力までの間に一貫性を確保する仕組みが十分に普及していないことがあげられる。そこで、IHE の

CPI(Consistent Presentation of Image) プロファイルでも規定されている DICOM part14 の GSDF カーブを採用することによって、各装置のキャリブレーションを行い、これらの装置に用いる画像データを P 値とすることによって画像表示の一貫性を確保することが、じん肺モニター診断の前提として重要と考えられた。平成 23 年に、これらの方針に合致したデジタルじん肺標準写真電子媒体版およびフィルム版を完成した。

## じん肺デジタル標準写真の作成に向けた症例検討

### 研究要旨：

胸部エックス線写真がデジタル写真に置き換わっていく中で、じん肺標準写真も現在の画質の劣化が著しいアナログ写真からデジタル画像への転換が必要不可欠である。7施設から集積された1209例のCR画像およびDR画像の中から、じん肺健康診断や胸部エックス線診断に修練した多くの医師によって、症例の絞り込みを行い、その結果、0型17例、粒状0/1型2例、粒状1/0型7例、粒状1/1型14例、粒状1/2型2例、粒状2/2型9例、粒状2/3型2例、粒状3/2型1例、粒状3/3型4例、4型11例、不整形1/0型4例、不整形1/1型4例、不整形2/2型3例、不整形2/3型1例、不整形3/3型2例、計83例の標準写真候補を絞り込んだ。この83例に対して全国の地方じん肺審査医による読影実験を行い、さらなる症例の絞り込みを行うとともに、新たな施設の医師も加わった検討会による検討も加え、デジタル標準写真最終候補22例を決定した。

### A. 研究目的

職業性呼吸器疾患の健康管理において、胸部エックス線写真は重要な役割を果たすが、その撮影法は、増感紙とフィルムを用いたアナログ画像からイメージングプレートを用いたCRやフラットパネル検出器を用いたDRなどのデジタル画像へと大きく変わろうとしている<sup>(1)-(7)</sup>。また、その観察法もデジタル情報をフィルムに焼き付けたものからモニターで直接観察する方法が広く普及しつつある。

CR写真については平成13年に<sup>(8)</sup>、DRフィルム法については平成19年度に<sup>(9)</sup>、一定の撮影表示条件を満たすことを条件にじん肺健康診断への活用が認められた。

しかし、じん肺エックス線病型分類は標準写真との比較において判定されるべきことが、じん肺法で定められており、標準写真としては30年以上前に決定されたアナログ

胸部エックス線画像が依然として使われている。アナログ画像の複製を通じて継承されてきた標準写真の画質の劣化も指摘されており、今後のデジタル時代のじん肺健康診断には、デジタルじん肺標準写真の確立が必要不可欠である。

本研究班では、最終的にデジタルじん肺標準写真を作成することを目的に、症例収集と症例の絞り込みを行った。

### B. 研究方法

#### 1. 症例収集

岡山労災病院、近畿中央胸部疾患センター、高知大学、北里大学、福島労災病院、神奈川県予防医学協会の各施設で撮影された、じん肺患者のCR画像あるいはDR画像をDICOMファイルとして匿名化後、滋賀医科大学に集積した。また、福井大学におけるこれまでの研究で集積された症例も今回の検討に加えた。



これらの症例の内、CT検査を実施されている症例では、CTデータもDICOMファイルとして匿名化後、同様に滋賀医科大学に集積した。さらに、各症例の職歴に関するデータも合わせて集積した。

デジタル胸部エックス線写真のDICOMデータファイルにおいては、グレースケール表示標準関数（GSDF）に対応したP値データで出力し、これを3M白黒モニターで観察し、症例の絞り込みを行った。

使用したモニターはTotoku社製あるいはNanao社製の白黒モニターで、モニター輝度は2社のデフォルト値とし、Totoku社モニターが410 cd/m<sup>2</sup>、Nanao社モニターが450 cd/m<sup>2</sup>であった。DICOMビューワはイメージワン社製POP-Net essentialを用い、ヒューレッド・パカード社製PCを用いて表示した。室内の明るさは約400ルクスとした。

## 2. 症例選択

滋賀医科大学における中央じん肺審査医および地方じん肺審査医2名の合議によって、あらかじめ症例の絞り込みを行い、その後、2回の班会議における合議による検討を行った。第1回の判定班会議では、3Mモニター2面を1セットとして、2セットの観察ステーションを設置した。1面にアナログじん肺標準写真をデジタル化して作成した標準写真の組み合わせ画像を表示し、もう1面に対象画像を表示して、じん肺エックス線病型を判定した。第2回判定班会議では、同様のセットを設定したが、症例ごとに、エックス線写真に加えて、CT画像を対比させながら検討し、じん肺病変の有無や程度の確認、さ

らに他病変の有無の確認を行った。

このようにして平成21年度末までに厚生労働科学研究で絞り込まれた症例に対して、全国の地方じん肺診査医40名の協力を得てじん肺エックス線病型判定の読影実験を行い、症例絞り込みの資料とした。

絞り込まれた標準写真候補を基に、さらに、研究班に含まれなかった労災病院の医師も加わった検討会によって、症例の再検討を行い、最終候補を決定した。

## C. 研究結果

平成21年4月までに集積された症例は、岡山労災病院がCR779例、近畿中央胸部疾患センターがCR195例、高知大学がDR100例、北里大学がCR10例、神奈川予防医学協会がDR37例、福島労災病院がDR18例、福井大学がDR70例の計1209例であった。

事務局における第1次選択で、(1)胸郭の変形があまりないこと、(2)病変の分布に著明な左右差がないこと、(3)心大血管病変や陳旧性肺結核等のじん肺以外の病変が含まれていないこと、(4)良質な画質が確保されていること、等を判断基準として、第1次選択を行った。第1次選択として残った症例は、エックス線分類0型が78例、粒状影1型が80例、粒状影2型が49例、粒状影3型が48例、大陰影が63例、不整形陰影が61例の計379例である。

第1次選択症例に対して、モニターを用いて、第1回の判定会議を平成21年7月24日に開催した。第1次選択症例の中から、標準写真としては不適切と判断された症例1

9例を除外し、残った360症例を第2次選択症例とした。

第2次選択症例を事務局で再度、(1)より標準写真として適切な病変分布や病変をもっていること、を基準に再度絞り込みを行い、病変密度をより細分化して、0型9例、粒状0/1型2例、粒状1/0型11例、粒状1/1型11例、粒状2/2型9例、粒状3/3型14例、粒状影の特殊型6例、大陰影9例、不整形1/0型5例、不整形1/1型5例、不整形2型4例、不整形3型5例、計90例に絞り込み、第3次選択症例とした。

第3次選択症例では、CT検査を行った症例では、CT画像も合わせて検討できる形とした。

平成22年2月12日に第2回判定班会議を開催し、第3次選択症例を1例ずつ、その標準写真としての適否を合議で判定し、不適切な症例の確認、さらに病型分類の移動を行った。また、0型として候補に挙げた症例の若干名は20歳代の患者であったため、標準写真としては不適切と判断された。

このようにして、7症例が不適切、13症例が要再検討とされた。0型の症例数が減ったため、第2次症例選択で候補をはずれた症例を再検討し、数例を候補症例として復活させた。また、要検討症例は、1例を除いて候補症例として残した。結果、0型17例、粒状0/1型2例、粒状1/0型7例、粒状1/1型14例、粒状1/2型2例、粒状2/2型9例、粒状2/3型2例、粒状3/2型1例、粒状3/3型4例、4型11例、不整形1/0型4例、不整形1/1型4例、不整形2/2型3例、不整形2/3型1例、不整形3/3型2例、計83例となり、これを第

4次選択症例とした(表1)。

さらに、第4次選択症例として選んだ症例については、DICOMデータばかりでなく、将来のパラメータ変換等も考慮し、“生データ”も同時に滋賀医科大学に集積することとした。

平成22年7月に実施した地方じん肺診査医による病型判定において、ばらつきが少ないことを基準として、標準写真候補を32例に絞り込み、平成22年10月8日に第3回判定会議を開催した。この判定会議において、1例ごとに胸部CT画像を参照して、さらに28例に候補症例を絞り込んだ。

引き続いて、班研究には含まれなかった労災病院の医師を含めたデジタルじん肺標準写真検討会が組織され、再度、候補症例の適否について議論が行われた。その結果、他所見が混在している可能性が新たに指摘された4例が除外された一方、班研究には含まれなかった労災病院からの11例も加えて、検討が再度行われ、最終的に22例のデジタル標準写真最終候補が決定された(表2)。

#### D. 考察

じん肺健康診断における胸部エックス線写真自体は、画像診断技術の進歩に合わせて、CRやDRが利用できる環境が整い、多くの施設で、デジタルエックス線写真による病型判定が行われている。じん肺法では、病型判定は標準写真との比較で行うことが決められているが、標準写真は30年以上前に定められたアナログ画像であり、当時と現在ではエックス線撮影技術も大きく異なることから、画質には大きな差が見られる。さらに、アナ

ログ画像は光学的な複製によって伝えられてきたために、その度に画質が劣化し、現在市販されている標準写真は現在の胸部エックス線写真の標準からすると大きく劣るものと言わざるを得ない。

また、デジタル画像ではフィルム焼き付けではなく、モニター観察が標準になりつつある現状では、シャウカステンに掲示した標準フィルムとモニターを比較しなければならぬという不合理が発生する。したがって、急速にデジタル機器が普及しつつある現状を考えれば、デジタル画像に対応したデジタル標準写真は早急に準備されなければならず、同時に、その標準写真はフィルムでもモニターでも対応できるデータでなければならない。

本研究は、このような状況を踏まえ、全国のじん肺診療の中心的な役割を果たしている機関を中心にじん肺症例のデジタルエックス線画像（データ）を集積し、標準写真にまとめていこうとする試みであった。

厚生労働科学研究の3年間の研究を通じて、1209例の集積が実現し、この中から、標準写真に適切と考えられる症例をじん肺診療に精通した医師によって、何段階ものステップを踏んで、また多くの読影医の意見によって絞り込まれた症例は、十分にデジタルじん肺標準写真としての資格をもつものと考えられる。

また、本研究では、一貫してグレースケール表示標準関数で標準化されたP値でデータ出力を行っており、このような標準化がなされたイメージャーやモニターでは同様な画像が表示されるので、機器による画質の違い

が問題にならない。そして、焼き付けフィルムの形ばかりでなく、モニター診断をするためのデータとしても用いることができるので、今後のデジタル時代に十分に対応していける標準画像（データ）である。

さらに、本研究では、標準写真候補に残った症例においては、その生データも保存されているので、将来、デジタル画像の表示条件の変更や、国際的な画像検討が必要になった場合でも、十分に対応できるデータ収集、保存ができたと考えられる。

## E. 結論

1200例を超えるじん肺症例から何段階ものステップを踏んで、じん肺健康診断のエックス線写真の病型判断の基準となるデジタルじん肺標準写真候補22例を確定した。

## F. 参考文献

1. McAdams HP, Samei E, Dobbins III J, et al. Recent advances in chest radiology. *Radiology* 2006; 241: 663-683.
2. Uffmann M, Neitzel U, Prokop M, et al. Flat-panel-detector chest radiography: effect of tube voltage on image quality. *Radiology* 2005; 235: 642-650.
3. Metz S, Damoser P, Hollweck R, et al. Chest radiography with a digital flat-panel detector: experimental receiver operating characteristic analysis. *Radiology* 2005; 234:

776-784.

4. Kroft LJ, Veldkamp WJ, Mertens BJ, et al. Comparison of eight different digital chest radiography systems: variation in detection of simulated chest disease. *Am J Roentgenol* 2005; 185: 339-346.
5. Ono K, Yoshitake T, Akahane K, et al. Comparison of a digital flat-panel versus screen-film, photofluorography and storage-phosphor systems by detection of simulated lung adenocarcinoma lesions using hard copy images. *Brit J Radiol* 2005; 78: 922-927.
6. Harmer OW, Sirlin CB, Strotzer M, et al. Chest radiography with a flat-panel detector: image quality with dose reduction after copper filtration. *Radiology* 2005; 237: 691-700.
7. Bacher K, Smeets P, Vereecken L, et al. Image quality and radiation dose on digital chest imaging: comparison of amorphous silicon and amorphous selenium flat-panel systems. *Am J Roentgenol* 2006; 187: 630-637.
8. じん肺健康診断へのCRの活用に関する調査研究検討会-報告書、中央労働災害防止協会、平成13年3月。
9. 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。中央労働災害防止協会、平成19年10月。

表1 厚生労働科学研究班のデジタル標準写真候補症例リスト

No.	X線病型	患者ID	年齢、 性	CT検査	職歴
1	0	F105(JPSG003)	62M	有	なし
2	0	F275(JPSG090)	58M	有	なし
3	0	F295(JPSG161)	50M	有	なし
4	0	F296(JPSG162)	48M	有	なし
5	0	F300(JPSG064)	65M	有	鉱山、鉱物
6	0	F301(JPSG065)	42M	有	トンネル運搬作業15年
7	0	F302(JPSG066)	54M	有	トンネル掘削作業18年
8	0	F303(JPSG067)	58M	有	なし
9	0	Img 11	31M	無	建設業に12年
10	0	Img 1278	56M	無	同和
11	0	Img 1291	48M	無	同和
12	0	Img 1309	52M	無	同和
13	0	Img 1321	61M	無	同和
14	0	Img 1344	33M	無	同和
15	0	Img 1350	69M	有	耐火レンガ
16	0	Img 1589	73M	有	耐火レンガ
17	0	Img 1734	34M	無	同和
18	粒状01	Img 17	63F	無	金属熱処理加工業5年
19	粒状01	Img 130-1F	75M	有	アーク溶接、40年
20	粒状10	F109(JPSG009)	58M	有	トンネル掘削作業21年
21	粒状10	F976(KM064)	65M	有	トンネル掘削作業
22	粒状10	Img 120-1F	75M	有	鉄工所、塗装
23	粒状10	Img 142-1F	66M	有	溶接工
24	粒状10	Img 1503	74M	有	耐火レンガ
25	粒状10	Img 1609	79M	有	耐火レンガ
26	粒状10	Img 1766	78M	有	耐火レンガ
27	粒状11	F114(JPSG016)	66M	有	トンネル掘削作業43年
28	粒状11	F117(JPSG019)	61M	有	トンネル掘削作業35年
29	粒状11	F243(JPSG052)	63M	有	トンネル運搬作業

30	粒状11	F925(KM011)	77M	有	トンネル掘削作業
31	粒状11	F1010(KM097)	80M	有	トンネル掘削
32	粒状11	Img 44-1F	77M	有	中越黒鉛31年
33	粒状11	Img 63-1F	73M	有	鋳物、金属研磨、40年
34	粒状11	Img 69-1F	61M	有	工事現場、RA 治療中
35	粒状11	Img 1006	78M	有	耐火レンガ
36	粒状11	Img 1186	80M	有	耐火レンガ
37	粒状11	Img 1192	77M	有	耐火レンガ
38	粒状11	Img 1462	76M	有	耐火レンガ
39	粒状11	Img 1465	69M	有	耐火レンガ
40	粒状11	Img 1494	72M	有	耐火レンガ
41	粒状12	F966(KM054)	46M	有	トンネル掘削
42	粒状12	Img 1002	64M	無	石材運搬
43	粒状22	F115(JPSG017)	67M	無	金属鉱山
44	粒状22	F926(KM012)	77M	有	トンネル掘削
45	粒状22	F996(KM084)	68M	有	トンネル掘削
46	粒状22	Img 1130	66M	無	い草
47	粒状22	Img 1206	74M	有	炭鉱
48	粒状22	Img 1239	73M	有	耐火レンガ
49	粒状22	Img 1654	68M	有	石材加工
50	粒状22	Img 1689	79M	無	石材掘削
51	粒状22	Img 1706	65M	無	石材運搬
52	粒状23	Img 29-1F	73M	有	トンネル工、鉄エプレス
53	粒状23	Img 1760	67M	有	石工
54	粒状32	F992(KM080)	66M	有	トンネル掘削
55	粒状33	F116(JPSG018)	75M	無	鉱山
56	粒状33	F119(JPSG021)	66M	有	鉱山、陶磁器 35年
57	粒状33	F928(KM015)	65M	有	トンネル掘削
58	粒状33	F997(KM085)	70M	有	碎石
59	4	F107(JPSG006)	79M	無	鉱山
60	4	F975(KM063)	75M	有	トンネル掘削
61	4	F984(KM072)	72M	有	トンネル掘削
62	4	F993(KM081)	77M	有	トンネル掘削

63	4	Img 31-1F	77M	有	炭坑夫 11年
64	4	Img 57-1F	63M	有	石工30年
65	4	Img 58-1F	63M	有	ビル解体16年
66	4	Img 1129	64F	有	い草
67	4	Img 1424	66M	無	石工
68	4	Img 1518	54M	有	鉱物袋つめ
69	4	Img 1648	70M	無	石材掘削
70	不整10	Img 129-1F	67M	有	鋳物
71	不整10	Img 1219	78M	有	三井造船
72	不整10	Img 1500	61M	有	溶接
73	不整10	Img 1776	77M	有	同和鉄粉工業
74	不整11	Img 111-1F	69M	有	トンネル、金属研磨
75	不整11	Img 1037	72M	有	造船溶接
76	不整11	Img 1222	62M	有	石綿吹きつけ
77	不整11	Img 1512	75M	有	三井造船
78	不整22	Img 40-1F	74M	有	さび落とし、34年
79	不整22	Img 1195	72M	有	鉱山
80	不整22	Img 1666	72M	有	造船溶接
81	不整23	Img 1143	66M	有	溶接工
82	不整33	Img 1131	80M	有	ガス管製造
83	不整33	Img 1261	74M	有	石綿製造

表2 標準写真最終候補リスト

症例

番号	CR/DR	陰影の種類	型(区分)	年齢	性別	粉塵作業歴	CT
1	CR	所見無し	第0型(0/0)	33	男	鉄粉製造15年	有
2	DR	所見なし	第0型(0/0)	42	男	トンネル運搬15年	
3	CR	粒状影	第0型(0/1)	69	男	耐火レンガ製造 35年	有
4	CR		第1型(1/0)	79	男	耐火レンガ製造 41年	有
5	DR		第1型(1/0)	58	男	トンネル掘削 21年	
6	CR		第1型(1/1)	76	男	耐火レンガ製造 55年	有
7	CR		第1型(1/1)	69	男	耐火レンガ製造 43年	
8	CR		第2型(2/2)	73	男	耐火レンガ製造 38年	有
9	CR		第2型(2/2)	65	男	石材運搬 39年	
10	CR		第3型(3/3)	79	男	石材掘削 45年	有
11	DR		第3型(3/3)	66	男	トンネル掘削 11年	
12	CR	大陰影	第4型(A)	71	男	採炭、坑内運搬 30年	
13	DR		第4型(B)	72	男	トンネル掘削 8年	
14	CR		第4型(C)	69	男	採炭、坑内運搬 31年	
15	CR	不整形陰影	第0型(0/1)	71	男	石綿吹きつけ 12年	有
16	CR		第1型(1/0)	78	男	船舶ボイラー補修 35年	有
17	CR		第1型(1/1)	67	男	鋳物工場アーク溶接 38年	有
18	CR		第2型(2/2)	72	男	造船溶接 20年	有
19	CR		第3型(3/3)	66	男	造船溶接 28年	有
20	CR	その他の陰影	第2型(2/2)	77	男	黒鉛取り扱い 31年	有
21	CR		第2型(2/2)	73	男	金属研磨 40年	有
22	CR		第2型(2/2)	66	男	い草製造 36年	有
23		粒状影	組み合わせ				
24		不整形陰影	組み合わせ				



## じん肺病型判定における読影者間のばらつきに関する検証

### 研究要旨：

平成21年度までに研究班で集積されたデジタルじん肺標準写真候補83例に対して、地方じん肺診査医40名による12階尺度に基づいた読影実験を行い、判定のばらつきを解析した。読影実験は3M白黒モニター2台で行い、一方のモニターにデジタイズした組み合わせ標準写真を表示し、もう一方のモニターに対象画像を表示した。12階尺度では、症例によって3段階から6段階のばらつきがみられたが、4階尺度で考えると、0型では、760判定の中669判定(88%)で0型と判定され、一致率が高いことが示された。各分類での読影者全体としての4階尺度判定一致率は、粒状影1型76%、粒状影2型74%、粒状影3型83%、不整形陰影1型70%、不整形陰影2型73%、不整形陰影3型59%、大陰影92%であった。この結果から、不整形陰影では読影者の判定のばらつきがやや大きいものの、標準写真候補として多くの症例が適切であることが示された。

### A. 研究目的

じん肺の健康診断においては胸部エックス線写真による病型分類が重要であるが、従来、その判定はアナログ画像を用いて、アナログ画像で作られたじん肺標準写真との比較で行うことになっていた。しかし、デジタル画像の普及<sup>(1)</sup>とともにじん肺健康診断へのデジタル画像の活用の是非が緊急の課題となり、平成10-11年に、じん肺健康診断へのCRの活用に関する研究班が組織され、その検討によって、CRの使用が認められるとともに、その撮影条件等が定められた<sup>(2)</sup>。

その後さらに、撮影と同時にデジタル化を行うフラットパネル検出器を用いたDRシステムが登場し<sup>(3)-(8)</sup>、臨床の場に急速に広まりつつあったことから、平成17-18年にじん肺健康診断へのDRの活用を検討する研究班が組織され<sup>(9)</sup>、その研究結果をもとに、

一定の撮影、表示条件を満たすことを前提に、DRの活用が認められた<sup>(10)</sup>。

CRおよびDRの利用の可否を判断するための厚生労働科学研究においては、アナログ画像とデジタル画像の読影の一致度に着目して検討が行われたが、これらの研究を通じて読影者間のばらつきも少なからず存在することが再確認された<sup>(10)</sup>。したがって、デジタルじん肺標準写真の作成過程においても、研究班員ばかりでなく、できるだけ多くのじん肺診査に関わる医師のコンセンサスを得る必要があると考えられたことから、地方じん肺診査医による読影実験を計画した。

### B. 研究方法

#### 1. 症例

平成19-21年度に実施された厚生労働科学研究によって集積され、絞り込まれた83例のじん肺症例を対象とした。その内訳は、0型17例、粒状0/1型2例、粒状1/0

型7例、粒状1/1型14例、粒状1/2型2例、粒状2/2型9例、粒状2/3型2例、粒状3/2型1例、粒状3/3型4例、4型11例、不整形1/0型4例、不整形1/1型4例、不整形2/2型3例、不整形2/3型1例、不整形3/3型2例、の計83例である。これらの症例のうち、CRは55例、DRは28例である。

## 2. じん肺症例の読影実験

読影者は全国の都道府県においてじん肺診査を担当している地方じん肺診査医の内、厚生労働省からの依頼に応じて読影実験に参加することを受諾した40名で、じん肺胸部エックス線写真の読影経験の豊富な医師である。

読影環境は、3M白黒モニター2面をおき、一方のモニターに、現在のアナログ標準写真をデジタル化して取り込んだ画像の中の組み合わせ画像を表示し、もう一方のモニターには対象となる画像を表示した(図1)。読影者は読影時間の制限なく、じん肺エックス線病型を12階尺度で判定した。粒状影の場合は粒状影の組み合わせ写真を、不整形陰影の場合は不整形陰影の組み合わせ写真を指示によって表示した。

## C. 研究結果

0型19症例におけるじん肺エックス線病型判定の分布を表1に示す。症例ごとにみると、12階尺度では、3段階から6段階のかなりのばらつきを示すが、4階尺度でみると、760判定の中で、669判定(88%)で0型と判断され、0型においては、一致率

が高いことが示された。

同様の検討を粒状影1型、粒状影2型、粒状影3型、不整形陰影1型、不整形陰影2型、不整形陰影3型、大陰影に分けて、判定の分布を検討した結果を表2-8に示す。各グループでの読影者全体としての判定一致率は、粒状影1型76%、粒状影2型74%、粒状影3型83%、不整形陰影1型70%、不整形陰影2型73%、不整形陰影3型59%、大陰影92%であった。

ただ、各グループにおいて、ばらつきの小さな症例と大きな症例が混在し、また、粒状影と比較して、不整形陰影では読影者の判定にばらつきが大きいことがデータとして示された。

## D. 考察

### 1. 12階尺度と4階尺度について

今回の研究では、粒状影の密度を判断する基準として、じん肺診査で通常用いられている12階尺度による判定を行ったが、40名の判定医で考えると3段階から5段階(ときに6段階)に分布し、12階尺度での判定の読影者間の一致率は高くないことが明らかになった。しかし、4階尺度でみると十分に高い一致率が得られ、じん肺管理区分は4階尺度で判定されることを考えると、今回の読影実験に用いた症例は標準写真候補として不都合はないと判断できると思われる。ただ、各グループに含まれるばらつきの広がり大きい症例は標準写真候補としては不適と考えられ、本研究でも、その後の症例選択において重要な情報となった。したがって、12階尺度はあくまでも一つの目安であり、こ

れに基づく種々の施策の実施は避けることが望ましいと考えられる。

## 2. 読影者間の判定のばらつきについて

読影者間の判定のばらつきに関して<sup>(11)</sup>、じん肺診査に精通した5名において4階尺度でカッパ解析をしたデータでは、フィルム画像では、平均 0.6072、DR 画像では、平均 0.6968 を示した (表 9)。また、じん肺診療の経験のない6名での解析では、フィルムにおいては平均が 0.3967、DR 写真では 0.4486 とやや低い値となった (表 10)。これは、胸部放射線診断医であるものの、じん肺のエックス線分類に関する経験がほとんどないために、1 型、2 型といった判断を下すしつかりとした基準がないために、個人間の違いがより強調されたものと思われる。したがって、ある程度、じん肺判定の個人差の存在を考慮しなければならないことを考えると、今回使用した症例の中で、より一致率の高いものを用いることによって、より標準写真としての妥当性が高くなるものと考えられる。

また、粒状影と比較して、不整形陰影での判定のばらつきが大きかった原因は、各読影者での経験の少なさとともに、不整形陰影の 1 型、2 型等の判断が十分に確立していないことが原因ではないかと思われる。

## E. 結論

じん肺患者のエックス線分類の判定では、読影者間のばらつきは避けがたいものであり、そのようなばらつきを考慮しても、なお高い一致率が高い症例は、じん肺標準写真として、適したものと考えられる。

## F. 参考文献

1. McAdams HP, Samei E, Dobbins III J, et al. Recent advances in chest radiology. *Radiology* 2006; 241: 663-683.
2. じん肺健康診断への CR の活用に関する調査研究検討会-報告書、中央労働災害防止協会、平成 13 年 3 月.
3. Uffmann M, Neitzel U, Prokop M, et al. Flat-panel-detector chest radiography: effect of tube voltage on image quality. *Radiology* 2005; 235: 642-650.
4. Metz S, Damoser P, Hollweck R, et al. Chest radiography with a digital flat-panel detector: experimental receiver operating characteristic analysis. *Radiology* 2005; 234: 776-784.
5. Kroft LJ, Veldkamp WJ, Mertens BJ, et al. Comparison of eight different digital chest radiography systems: variation in detection of simulated chest disease. *Am J Roentgenol* 2005; 185: 339-346.
6. Ono K, Yoshitake T, Akahane K, et al. Comparison of a digital flat-panel versus screen-film, photofluorography and storage-phosphor systems by detection of simulated lung adenocarcinoma lesions using hard copy images. *Brit J Radiol* 2005; 78: 922-927.

7. Harmer OW, Sirlin CB, Strotzer M, et al. Chest radiography with a flat-panel detector: image quality with dose reduction after copper filtration. *Radiology* 2005; 237: 691-700.
8. Bacher K, Smeets P, Vereecken L, et al. Image quality and radiation dose on digital chest imaging: comparison of amorphous silicon and amorphous selenium flat-panel systems. *Am J Roentgenol* 2006; 187: 630-637.
9. 相澤好治. 職業性呼吸器疾患の予防及び健康管理に関する研究. 平成17-18年度総合研究報告書. 平成19年3月.
10. 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. 中央労働災害防止協会、平成19年10月.
11. 村田喜代史. 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. 平成22年3月.