

図 1 A



図 1 B



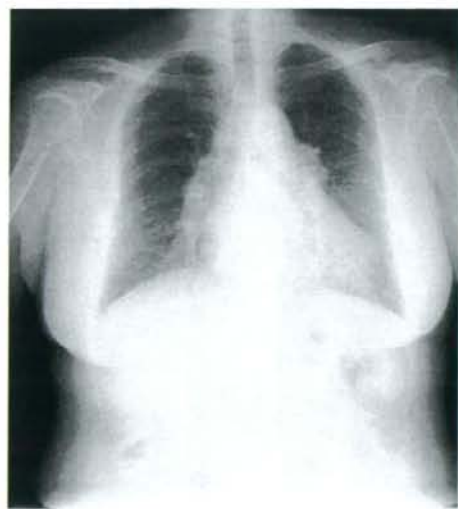


图 2 A

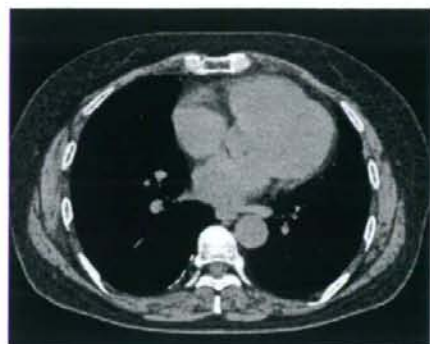


图 2 B

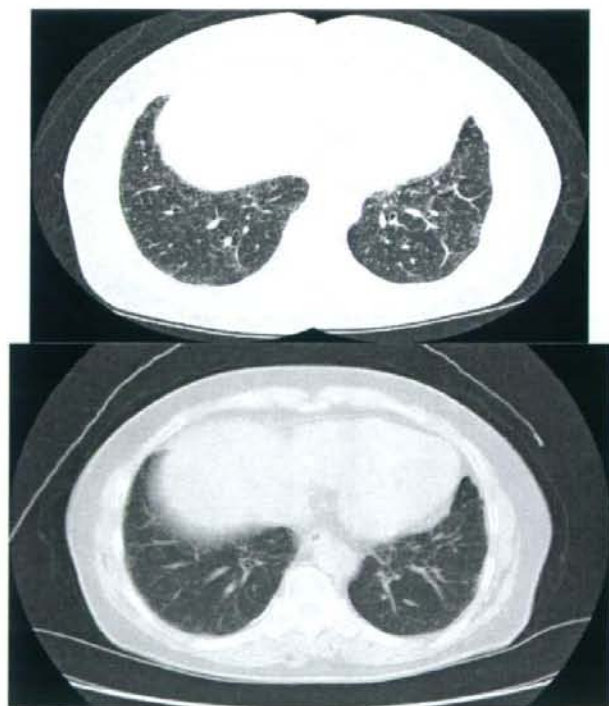


图 2 C

## デジタルじん肺画像(CR,DR)の収集された症例について

研究協力者：田村太朗（福井大学医学部 環境保健学）

分担研究者：日下幸則（福井大学医学部 環境保健学）

研究協力者：菅沼成文（高知大学 医学部 環境医学）

### 研究要旨：

臨床におけるCR, DRの普及とともに、じん肺においてもアナログ写真から移行してCR、DRによるものが求められてきている。デジタル写真によるじん肺所見判定のための妥当性を検討するため、じん肺有所見者について、インフォームドコンセントを得てアナログ・デジタル(CR, DR)のエックス線写真を75例について撮影・収集した。今後複数の専門医師により比較読影を行い、得られた写真を検討する予定である。なお全例について当大学倫理委員会の許可を得てHRCTを撮影したのでその比較読影も今後の課題である。

### A. 研究目的

臨床におけるデジタル写真（CR, DR）の普及とともに、じん肺においてもアナログ写真からデジタル写真による評価が求められてきている。一部条件を限ってわが国でもじん肺評価時のデジタル画像導入が認められているが、その適切な撮影条件及び画像処理条件について、未だに十分に検討が行われたとは言い難い。デジタル写真によるじん肺所見判定のための妥当性を検討するため、じん肺有所見者について、アナログ・デジタルのエックス線写真を撮影・収集し、複数の専門医師により比較読影を行い、得られたデジタル写真の適切な撮影条件データ及び画像処理条件データを検討し、公表する。

### B. 研究方法

研究目的のためにじん肺症例、対照群となる正常例について、同一の症例における異なったモダリティの画像が必要となる。そのため以下の手順によって収集された当教室にて既に平成14年度にインフォームドコンセントを得て撮影された75症例のアナログならびにデジタル(CR, DR, HRCT)データを滋賀医科大学へ供出・移植を行う。

#### 1. 症例の収集

福井大学医学部付属病院にて平成14年に倫理委員会承認後じん肺患者と健常者の同意を得て、デジタル写真（CR, DR 両者）とHRCTを撮影を行い、データを保存した。

同時に他施設で撮影されたアナログ写真についても全例収集の対象とし、4種のモダリティの画像を各症例についてそろえた。

## 2. 実施事項等における倫理的配慮

今回滋賀医科大学へのデータの供出についても福井大学倫理審査委員会にて本年1月に承認を得ている。

### (1) 研究等の対象となる個人の権利擁護

今回福井大学より滋賀医大への画像供出の時点で個人情報情報は削除され、匿名化がされる。また、滋賀医科大学においても研究の成果が公表されるときには、被験者のプライバシーは厳重に守られ、個人が特定できない方法でのみ行われる。

### (2) 研究等の対象となる者に理解を求め同意を得る方法

撮影時に福井大学倫理委員会承認の下で、被験者に対してのレントゲン撮影による被曝量とそのリスクと利益について説明用紙を用い十分に説明を行い、本人から直接書面での同意を得ている。

### (3) 研究等によって生ずる個人への影響と医学上の貢献の予測

平成14年に検討を行い、被曝による障害がないとはいえないが、本研究によって与える被曝量と検査によって得られる肺がんやその他疾患が発見される利益とを鑑みて、撮影について許容されると考えられ、撮影が行われている。そのデータの供出については匿名化のもとに滋賀医大に供出することで個人への影響は特にないと考える。

じん肺健康診断において撮影されるエックス線写真は、じん肺法第3条により直接

撮影によるエックス線写真と定められており、じん肺管理区分の決定に際しての地方じん肺診査医によるエックス線写真の像の判定は、この写真と標準フィルムとの比較読影により行われている。また、現在の標準写真はアナログ写真だけが用いられており時代にそぐわない状況となってきた。

アナログ・デジタル・CTのそろった本症例集による比較読影研究を行うことにより、近年の医療技術の進歩に対応した適切なじん肺の健康管理に資することが期待される。

## C. 研究結果

2004年に症例群45例、対照群30例の総計75症例が登録されており、これらの画像データについて滋賀医大に供出を行う。現状75症例のうち、未受診であった1例、データの破損欠落により4種のモダリティが完全には揃わない3例を除く計71例が実際に供出される予定である。この供出については本年1月に福井大学の倫理審査委員会に提出し、承認を得ている。

## D. 考察

収集された症例について概説をする。収集された症例はほとんどが喫煙者で、レントゲン等撮影時点で喫煙中であったものが39例、喫煙歴はあるが禁煙しているものが32例、非喫煙者は3例であった。職歴については複数の職歴があるものもいるが、各人について主だった職歴と思われるものを取り出したところトンネル掘削が18例、トンネル運搬が8例、鉱山鉱物の掘削が17例であった。その他の職歴として石工1例、

陶磁器 1 例、セメント 1 例が認められた。

参考として当教室において以前これら症例の DR 写真を用いて 2000 年度版の ILO 2000 International Classification of Radiographs of Pneumoconioses に準じてこれら症例の評価を行った際の Profusion, Shape, Size について以下のようであった。

Profusion 0/0 症例が 30 例、0/1 症例が 13 例、1/0 症例が 9 例、1/1 もしくは 1/2 症例が 10 例であった。Profusion 2 が 8 例、Profusion 3 が 1 例認められている。

Shape と Size に関しては

p 優位 17 例

(p/p 11 例, p/q 1 例, p/r 6 例)

q 優位 12 例

(q/p 1 例, q/q 9 例, q/r 1 例, q/s 1 例)

r 優位 4 例

(r/q 1 例, r/r 2 例, r/s 1 例)

s (minor) 8 例

(p/s 6 例, q/s 1 例, r/s 1 例)

という分布であった。

胸膜斑に関しては胸部レントゲンでは胸膜斑を指摘できる症例はなかったが、HRCT では 1 例胸膜斑を認めている。

また同様にアナログフィルムを ILO 国際分類<sup>1)</sup>にて評価したものと HRCT による

じん肺所見の有無を調べた結果を表に表している<sup>2)</sup>。一部の境界例について対比を行ったところなお検討を要する。

## E. 結論

現在滋賀医大へのデータの供出準備中であり、これらの画像を使い、アナログ・CR・DR・HRCT の 4 種のモダリティ間の画像の比較検討を行い、デジタルエックス線写真のじん肺の評価についての検討を行うことが可能である。

## F. 参考文献

1. The ILO (2000) International Classification of Radiographs of Pneumoconioses, International Labor Office, Geneva
2. Takashima Y, Suganuma N, Sakurazawa H, Itoh H, Hirano H, Shida H and Kusaka Y. A flat-panel detector digital radiography and a storage phosphor computed radiography: screening for pneumoconiosis. J Occup Health 2007; 49(1): 39-45.

表. アナログ写真における密度 (ILO 分類) と HRCT によるじん肺の有無

アナログ写真の評価	0/0	0/1	1/0	1/1	1/2	2	3
HRCT にてじん肺なし	10	6	4	0			
HRCT にてじん肺あり			2	2	3	2	1

参考文献 2. より和訳・引用

## デジタルじん肺画像収集に向けた取り組み

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  
分担研究者：相澤好治 北里大学医学部 衛生学公衆衛生学

### 研究要旨：

本研究の目的は、じん肺健康診断において、デジタルX線写真での撮影や表示の条件を定め、かつ精度の高いデジタルX線写真によるじん肺画像を収集し、診断の参考とできる症例集を作成することである。本年度は、協力施設で粉塵作業員3人の方の承諾を頂いた。次年度は各施設で、最低100例以上を収集する予定である。特にじん肺で0/0から0/1の区分の方を集中的に収集する。

### A. 研究目的

じん肺の健康管理において、胸部エックス線写真は病変の有無や程度を判断する上で重要な役割をもつが、近年、エックス線撮影技術の進歩とともに新しいデジタル撮影技術が臨床の場に登場し、それらに対する対応が重要かつ緊急の課題となっている。

最初のデジタル画像は、イメージングプレートに蓄えられた撮影情報をレーザー光で光情報に変換したものをデジタル化したコンピュータド・ラジオグラフィ（CR）である。CRの臨床への普及に対応する形で、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。その後、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デジタル・ラジオグラフィ（DR）システムが登場し、臨床の場に急速に広まりつつある。今後、このDRシステムが胸部エックス線写真の撮影現場で広く用いられるようになることが予測され、早急にじん肺健康診断にDRを用いることの是非や用いた場合の条件等を検討しておくことが重要と考えられる。

そこで、本研究では、じん肺健康診断における胸部エックス線写真において、相澤班(H17,18)で提示したデジタル画像(DR)を利

用する場合の最適条件を検証するとともに、デジタル写真(DR, CR)が有効にじん肺健康診断に利用できるようなデジタルエックス線写真のじん肺症例集作成をめざす。

## B. 研究方法

本研究では、種々のメーカーのデジタル画像データの収集や保存、さらに表示等が必要になるために、各メーカーの協力が不可欠になる。そこで、メーカー各社のとりまとめを行っている日本機器工業会にも協力を依頼し、技術面での支援を得た。また、軽度じん肺症例を収集するために、全衛連を通して検診機関の協力を依頼した。特に粉じん作業従事者で0/0から0/1の区分の方の収集を重点的にすすめる。

### <症例の収集>

分担研究者ならびに研究協力者の施設において、倫理委員会承認後、じん肺健診受診者の同意を得て、デジタル胸部エックス線写真(CR, DR,あるいは両者)、可能ならCT画像(単純のみ)の撮影を行うとともに、データの保存を行う(診療に追加する分の検査についての説明は十分に)。得られた画像あるいは画像データは、各施設での保管とともに、個人情報保護に十分配慮して滋賀医科大学においても、同時にバックアップデータを置き、厳重に管理する。

健診受診者には、謝金を支払う。

症例収集施設として、下記を予定している。  
研究実施場所：

〒228-8555 神奈川県相模原市北里 1-15-1

北里大学病院

〒229-0006 神奈川県相模原市淵野辺 3-2-8

医療法人社団相和会 淵野辺総合病院

〒229-0006 神奈川県相模原市淵野辺 1-2-30

社会保険相模野病院

〒229-1103 神奈川県相模原市橋本 6-1-14

THE HASHIMOTO TOWER (3,4 階) JA 健康管理センターさがみはら

### <症例集候補例の抽出>

1. 集積された症例を分担研究者、研究協力者によって比較検討を行い、症例集候補の抽出を行う。この作業では、収集されたデジタル写真に加えてCT写真も複数の専門医師によって比較検討し、客観性に裏付けされた標準フィルム候補の判定を行う。

これらの検討においては、各メーカーに、各病院でのデータの借用、種々の条件でのフィルム出力、検討会場へのフィルムの運搬に関して協力を依頼する。

### 5. 実施事項等における倫理的配慮について

#### (1) 被験者の自由な選択の保障

説明文中に自由選択の保障を明記する。また、同意後も撤回できる。また、不参加の場合でも就労上不利益はないことを明記する。

#### (2) 被験者のプライバシー確保に関する対策

得られた画像あるいは画像データは、各施設での保管とともに、個人情報保護に十分配慮して、北里大学医学部衛生学公衆衛生学教室(責任者:工藤雄一郎、杉浦由美子)および滋賀医科大学放射線医学講座(村田喜代史

教授)においても、同時にバックアップデータを置き、厳重に管理する。

(3) 参加施設および対象者に理解を求め同意を得る方法

検診対象者の所属する事業所へ、当研究室のスタッフ(工藤 雄一郎、渡邊光康講師、三木猛雄助教、和田耕治助教)が別紙1から4を持参し、事業所長および従業員に対し、研究主旨を説明し、その場で配布し、同意を得る。本研究の意義、目的、方法、被験者が被りうる不利益および危険性について説明文書を作成し、文書および口頭で十分な説明を行い、同意書への記載を依頼する(別紙1から4参照)。不明な点がある場合は施設責任者に連絡できるよう文書内に説明を加える。

個人へのインフォームドコンセントは原則として担当医が実施する。やむを得ず対応できない場合には担当医の責任の元に内容を十分に説明できる産業保健スタッフ(医師、保健師、看護師)でも可とする。またインフォームドコンセントの際、本研究は実験的なものではないが、本人への恩恵より将来検診へのツールおよび症例集となる旨を被験者へ説明し、本研究の意義を理解して頂く。

(4) 研究結果の被験者への開示について

結果は産業保健スタッフにより各個人別に通知される。また、不明な点については産業保健スタッフに質問することができる。

(5) レントゲンとデジタルデータの取り扱いについて(保管・廃棄方法など)

レントゲンとデジタルデータおよび個人情報情報は各施設での保管とともに、個人情報保護に十分配慮して北里大学医学部衛生学公

衆衛生学教室(責任者:工藤雄一郎、杉浦由美子)においても、同時にバックアップデータを置き、厳重に管理する。当研究室において被検者は番号化(1,2,3・・・)し、デジタル写真もそれらの番号と連携し、匿名化(1S,2S,3S・・・)をはかる(連結可能匿名化)。符号と個人とを結びつける情報管理は、厳重に管理し、責任者のみ(工藤雄一郎、杉浦由美子)がその所在を特定できるようにする。連結可能匿名化後、滋賀医科大学放射線医学講座(村田喜代史教授)宛てに送る。研究終了後も同じく各施設の責任者および当研究室(責任者:工藤雄一郎、杉浦由美子)、滋賀医科大学放射線医学講座(村田喜代史教授)が、レントゲンとデジタルデータおよび個人情報の匿名化を確認の上、廃棄されたことを確認する。

(6) 被験者のレントゲンとデジタルデータの目的外利用について

対象者から得られたレントゲンとデジタルデータの目的外使用は行わない。

6. 考えられる被験者への危険性および不利益並びにそれらが生じた場合の措置方法

個人情報の漏洩によって生命保険の加入や結婚、就職などの際に社会的に不当な扱いを受ける危険性が考えられるため、各施設の責任者および滋賀医科大学で連結不能匿名化し、個人情報の徹底管理により漏洩を防止する。また研究成果の公表の際は個人が特定できないように措置をする。かかる時間負担による業務上損失は各事業所がこれを負う。レントゲン撮影の際に事故が発生した場合には、同医療機関および近隣医療機関におい



て速やかに処置を施す。レントゲン撮影により放射線障害を起こす恐れが起こりうる。レントゲン撮影が原因で健康障害を引き起こされたと疑われる場合には直ちに同医療機関および近隣医療機関の専門医を受診させることで対応する。なお、調査期間中に何らかの健康障害が認められた場合、これに対して速やかに対策を講じる。

#### C. 研究結果

現在、相模野病院で3名が承諾済み。来年度は、目標として100例以上の収集を目指す。

#### D. 考察

特になし。

#### E. 結論

本年度は、研究計画を本大学倫理委員会に提出し、研究の意義を評価して頂き、無事承認を得た。また、収集する施設を決めた。そこで、次年度から各施設にX線写真の収集をお願いし、最低100例以上を収集し、デジタルエックス線写真のじん肺症例集作成を進める。

#### F. 参考文献

特になし。

## 高精細モニター間のじん肺読影検討

研究協力者：菅沼成文（高知大学医学部環境医学）

研究協力者：濱田典彦（高知大学医学部放射線医学）

研究協力者：窪田哲也（高知大学医学部血液・呼吸器内科）

研究協力者：森田賢（近森病院画像診断センター）

### 研究要旨：

じん肺のDRでの診断が2007年末に厚生労働省から認められたが、DRの利点であるフィルムレス、モニター上での診断を可能にするため、解像度の異なる5MP、3MP、3MPカラー、2MP高精細モニターでの画質評価、陰影密度、大陰影、肺気腫などのスコアを比較し、モニター間での差を検出するかどうかを検討した。3名の医師（放射線科医、呼吸器内科医、産業医（B reader））により4つのモニターを用いて読影実験を行った。分析には21例分×3名の読影者×4種のモニター＝252例を対象とし、読影者内一致度、読影者間一致度を $\kappa$ を用いて検討した。また、モニター間の差を検討するため、症例差、読影者の差を考慮して、繰り返しのある二元配置分散分析で検討した。その結果、各読影者間の一致はある程度よく、重み付けをしないKappaが12段階尺度で0.38-0.73、4段階尺度で0.57-0.87であった。読影者間一致度は12段階では、症例数と尺度の不釣り合いが主な原因と思われる一致の低さを示したが、4段階尺度では $\kappa=0.43-0.74$ と良好な一致を示していた。モニター間の差の読影結果（画質評価、陰影密度（PR）、大陰影、融合像、気腫）に対する影響を、読影者の差、症例間の差などを考慮して繰り返しのある二元配置分散分析で行ったところ、画質について読影者間の差が、大陰影についてモニター間の差が検出された以外は有意な差を認めなかった。したがって、これらのモニターでは今回用いた症例数、症例のパリエーション、読影者数ではモニター間の差を検出することはできなかった。

### A. 研究目的

じん肺の医学的スクリーニングは世界中で胸部エックス線写真を用いて、陰影の密度を分類するじん肺エックス線分類が用いられており、わが国でもじん肺健診として胸部

単純エックス線直接撮影が用いられてきた。

近年のコンピュータ技術の恩恵により、胸部単純エックス線写真もイメージングプレートを用いたComputed Radiography (CR)や大型のフラットパネル検出器を用いた

Digital Radiography (DR)などのコンピュータ技術を用いたデジタルエックス線検査が可能となり、わが国では2000年にCRが、2007年末にDRがじん肺診断用の推奨パラメータの提示とともに厚生労働省から認められた。ところが、現時点での運用はフィルムイメージャーにより出力することが前提であり、じん肺分類においてはDRの利点であるフィルムレス、モニター上での診断は殆ど利用されていない。

ILO じん肺分類の最大の利用者である米国では、専門施設における胸部エックス線のデジタル化が進み、じん肺分類についてもデジタル撮影の利用許可が求められており、これを管轄する米国産業安全衛生研究所(NIOSH)においてDRのじん肺健診導入のためのワーキングが立ち上げられ、検討が行われている。米国においてはDR等の出力フィルム(hard copy)を使うという発想はあまりなく、少ない検討結果からもモニター上で表示されたsoft copyの方がhard copyよりも画質がよいとされている(Franzblau 2008)。

これらのデジタルエックス線画像の利点をじん肺分類に応用するため、解像度の異なる高精細モニターでの画質評価、陰影密度、大陰影、肺気腫などのスコアを比較し、モニター間での差を検出しようかを検討した。

## B. 研究方法

### 1. 対象

高知県の勤労クリニックにおいて追跡している100名のじん肺患者について、書面による承諾を得て、近森病院画像センターにお

いてデジタル胸部エックス線撮影、64列多検出器(MD)CT検査をおこなった。デジタル胸部エックス線撮影はフラットパネル型検出器(CXDI, Canon, Inc.)を用い高圧撮影でおこない、表示条件はDR検討会報告書に示された厚生労働省推奨のじん肺表示条件を用いDICOM3.0にて保存した。MDCTは、25mAs、120kV、collimation 1.25mmで撮影し、ボリュームデータとして保存し、10mmおきにBone Algorithmで再構成したものを読影用に準備した。この中から、じん肺分類の重症度を考慮して21例の胸部画像を選択し、今回の実験の対象とした。

### C. 読影者

読影を行なったのは、画像診断を専門とする放射線科専門医、呼吸器内科専門医、産業衛生学会専門医で米国NIOSH B reader (Wagner 1992)を保持する者の計3名の医師である。3名とも卒後15年以上の臨床経験を有し、わが国のじん肺エックス線分類に精通している。また、MDCTの読影を行なったのは20年以上の経験を持つ放射線科専門医とB readerである。じん肺陰影の有無の判定には職業・環境性呼吸器病のための国際HRCT分類(ICOERD)を用いた。

### 3. 方法

5MP, 3MP, 3MPカラー、2MP高精細モニター(すべてナナオ製)の4つのモニターを用いて読影実験を行った。ワークステーションはHP社製の高性能モデルを用い、表示ビューアーはイメージワン社製POP-Netを用いた。すべてのワークステーションで同一性

能のモニターを2面ずつならべ、2面間では表示濃度が同一となるよう調整した。

症例は読影に用いた22画像うち一画像は同一症例の繰り返しを行ったため、最終的な分析には21例分×3名の読影者×4種のモニター=252例を対象とした。読影実験は同一日に4種のモニターを検討するため、症例をあらかじめランダムに並べたものをそれぞれのモニターに表示しておき、各読影者がワークステーション間を移動して読影した。ワークステーションに設置されたモニターは筐体がほぼおなじで、品番などの表示がないため、区別がつかない状態で実験をおこなった。

じん肺分類に際しては、わが国の厚生労働省によるじん肺エックス線分類を用いて分類し、じん肺標準エックス線フィルム増補版(1982年)のすべてをデジタイザーを用いて160 $\mu$ でスキャンして得た画像を、2面のうちの片面に表示して分類を行った。

#### 4. 統計学的分析

分析は、陰影密度の12段階尺度ならびにそれをまとめて4段階尺度にしたものを用いて、読影者内一致度、読影者間一致度を重み付けのないCohenの $\kappa$ を用いて検討した。また、症例差、読影者の差を考慮してのモニター間の差を繰り返しのある二元配置分散分析で検討した。 $\kappa$ における一致の目安は、0.20未満をPoor=不良、0.20-0.40未満をFair=可、0.40-0.60をModerate=中等度、0.60-0.80をGood=良、0.80-1.00をVery good=優とした(Altman 1991)。有意水準は $P=0.05$ とした。

#### D. 研究結果

5MP, 3MP, 3MPカラー、2MP高精細モニターについて放射線医学専門医、呼吸器内科専門医、産業衛生学会専門医(NIOSH B reader)による読影実験をおこなった読影結果を表1から5までに、それぞれ画質評価、陰影密度、大陰影、融合像、肺気腫に分けて整理した。各読影者間の一致はある程度よく、重み付けをしない $\kappa$ が12段階尺度で0.38-0.73(表6)、4段階尺度で0.57-0.87(表8)であった。読影者間一致度は12段階では、症例数と尺度の不釣合いが主な原因と思われる一致の低さ(表7)を示したが、4段階尺度では $\kappa=0.43-0.74$ と良好な一致(表9)を示していた。

モニター間の差の読影結果(画質評価、陰影密度(PR)、大陰影、融合像、気腫)に対する影響を、読影者の差、症例間の差などを考慮して繰り返しのある2元配置分散分析で行ったところ、画質について読影者間の差が、大陰影についてモニター間の差が検出された以外は有意な差を認めなかった。したがって、これらのモニターでは今回用いた症例数、症例のバリエーション、読影者数ではモニター間の差を検出することはできなかった。

#### E. 考察

今回の検討は、症例数、読影者数ともに限られており、4つのモニターの性能を比較し尽くしたとはいえないが、少なくとも中等度の陰影密度のある症例群を用いた今回の検

討では、モニター間に差を見出すことはできなかつた。モニターの見かけ上での好みの画像についても特定のモニターに固まることはなかつた。

読影結果については、それぞれの読影者内一致度がほぼすべてで良であることから、熟練した読影者であることが分かる。一方、読影者の間の一致度は、表2に示されるとおり、それほどの違いはないが、12段階尺度の結果から $\kappa$ を計算するとその結果はかなり過小評価される。実情としての一貫度は4段階尺度を用いた $\kappa$ の値が反映していると考えられる。

現在の病院環境では、様々なモダリティが使われており、MRIなどによるMRアンジオやCTでもMPRを用いた立体的な画像表示などの際に、カラー表示が好まれることから、カラーのモニターの検討が望まれていた。また、胸部エックス線の臨床診療における重要度が低下し、胸部エックス線検査のみのために、高価な高精細モニターを準備できる施設は少ない。

米国放射線学会(ACR)では、びまん性肺疾患で見られる幅3mmの不整形陰影を描出するためにはピクセルサイズが $210\mu\text{m}$ 以下であることが必要であるとのガイドラインを持っており(Flynn 2008)、これに合致する高精細モニターは3MP以上となる。3MPのモノクロとカラーとではピクセルサイズの違いはなく、条件がピクセルサイズのみであれば3MPを不適とする理由はない。今回の読影実験でもこの違いは読影結果に影響を与えなかつた。

画像とモニターのピクセルを1:1に対応さ

せるならば5MPのモニターが必要となるが、今回の検討で見る限り、5MPが3MPに勝ることを検出することは出来なかつた。また、ピクセルサイズが僅かに大きい2MPモニターについても、読影に影響する違いはなかつた。この点から、一次スクリーニングとしては2MPのモニターでもよいのかもしれない。

今回の結果は必ずしも4種のモニターが同等の性能を持つことを証明したものではない。しかし、今回用いた症例数、症例のパリエーション、読影者数ではモニター間の差を検出することはできなかつた。より鋭敏な研究を計画するとすれば症例を0/1、1/0の境界症例を主とし、サンプルサイズを増やし、読影者数を増やすことが必要である。

また、じん肺エックス線分類の際に必要な標準画像については、スケールの連続性を考えると、今回の実験で行なったように現行の標準フィルムをデジタル化したものを標準画像として用いる方法が当面は取られるだろう。しかし、撮影した時代が30年以上も前であるため撮影条件が現在とかなり異なり、比較読影を行なうスタンダードとしては望ましい画像ではない。HRCT等の裏づけのある症例集を大規模に蓄積し、世界をリードする形でのデジタル標準画像の選定を進める必要がある。

## F. 結論

今回の21例の検討では2MP-5MPまでの検討したモニターでは読影結果に影響を与えなかつた。しかし、読影経験などの異なる様々な医師が読影する可能性を考えると、従来から呼吸器放射線科医が推奨する3MP以上

が望ましい。また、地方あるいは中央じん肺  
診査医が診査行う際に用いるものとしては、  
当然、十分な物理的性能を持つものを選択す  
べきで、3MP 以上を推奨すべきである。なお、  
3MP についてはモノクロ、カラーともピクセル  
サイズは等しく、輝度もほぼ同様であるこ  
とから、どちらも推奨できる。

#### G. 参考文献

Altman DG. Practical Statistics for  
Medical Research. Chapman & Hall/CRC, 1991,  
P404.

Wagner GR, Attfield MD, Kennedy RD, Parker  
JE. The NIOSH B reader certification  
program. An update report. J Occup Med.  
1992 Sep;34(9):879-84.

Flynn 2008, NIOSH Digital Radiography  
Symposium.

Franzblau A, Kazerooni EA, Sen A,  
Goodsitt MM, Lee SY, Rosenman KD, Lockey  
JE, Meyer CA, Gillespie BW, Petsonk EL,  
Wang ML. Comparison of digital  
radiographs with film-screen  
radiographs for classification of  
pneumoconiosis. 2008 (only abstract  
available) in 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 年度総括分担研究報告書

International Labour Organisation. ILO  
2000 International Classification of  
Radiographs of Pneumoconioses. 2002.

労働省労働基準局安全衛生部労働衛生課編。  
じん肺標準エックス線フィルム。中央労働災  
害防止協会。1982。

表1. 画質評価に関わる読影実験解析結果

id	B-reader				reader and 4 monitors pulmonologist				radiologist			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
408	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1
410	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
414	1	1	2	1	2	2	2	3	1	1	1	1
419	1	1	2	1	2	2	2	2	1	1	1	1
422	1	1	2	1	3	2	2	2	1	1	1	2
424	1	1	1	1	2	1	2	2	1	2	2	1
425	1	1	2	1	2	2	2	2	1	1	2	1
426	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1
427	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1
428	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1
429	1	1	1	1	3	2	2	2	1	1	1	1
430	1	1	1	1	3	2	3	3	2	1	2	1
432	1	1	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1
434	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1
436	1	1	2	1	2	2	2	2	1	1	1	1
437	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2
442	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1
443	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1
445	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2
446	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
460	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1

画質評価 (1=優、2=良、3=可、4=不可の主観的 4段階評価を数値にして検討、モニタの種類は 1=2MP, 2=3MP, 3=5MP, 4=3MC)。Pulmonologist はじん肺表示条件の縦隔部分の椎体が見えない点を厳しく評価した。他の二名はじん肺条件の特徴と考え、肺野のみで評価したとのこと。

表2. 陰影密度に関わる読影実験解析結果

id	reader and 4 monitors											
	B-reader				pulmonologist				radiologist			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
408	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
410	7	5	6	5	8	8	8	8	8	7	8	7
414	4	5	4	3	5	4	3	3	6	3	3	4
419	7	7	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9
422	9	9	9	10	10	10	11	11	10	10	10	11
424	4	4	4	4	7	5	4	3	4	4	3	3
425	9	10	10	10	10	9	10	10	10	10	10	10
426	10	9	10	10	10	8	10	10	10	10	10	11
427	6	5	6	6	5	5	5	5	6	6	7	6
428	7	7	7	7	8	8	8	9	9	10	9	8
429	7	7	7	6	8	8	8	8	9	9	8	7
430	3	3	3	3	4	5	6	6	4	6	7	6
432	7	6	7	6	7	7	7	7	6	7	6	6
434	6	6	5	4	6	5	3	5	6	6	6	7
436	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3
437	3	3	3	3	4	4	4	5	4	6	4	4
442	4	4	4	4	3	4	5	4	4	6	4	6
443	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
445	6	5	7	6	8	8	8	9	9	8	6	9
446	10	11	10	10	12	12	12	12	12	12	12	12
460	9	9	9	9	8	8	8	8	10	10	10	10

陰影密度は1 2段階尺度の 0/-, 0/0, 0/1, 1/0...3/3, 3/+を12段階の数値にして検討した。



表 3. 大陰影に関わる読影実験解析結果

id	B reader				reader and 4 monitors pulmonologist				radiologist			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
408	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
410	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
414	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
419	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
422	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
424	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
425	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1
426	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
427	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
428	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
429	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
430	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
432	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
434	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
436	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
437	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
442	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
443	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
445	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
446	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
460	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1

表 4. 融合像に関わる読影実験解析結果

id	reader and 4 monitors											
	B-reader				pulmonologist				radiologist			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
408	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
410	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
414	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
419	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1
422	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
424	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
425	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
426	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
427	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0
428	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
429	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
430	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
432	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
434	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
436	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
437	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
442	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
443	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
445	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
446	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
460	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

表 5. 肺気腫に関わる読影実験解析結果

id	reader and 4 monitors											
	B-reader				pulmonologist				radiologist			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
408	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
410	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1
414	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
419	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
422	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
424	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
425	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
426	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
427	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
428	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
429	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
430	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
432	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
434	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
436	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
437	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
442	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
443	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
445	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
446	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
460	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1

表 6. 12 段階での読影者内、および読影者間一致度 (重み付けのない kappa)

	Agreement	Expected Agreement	Kappa	Std. Err.	Z	Prob>Z
NH1-2	59.09%	14.46%	0.5217	0.0839	6.22	0.0000
NH1-3	63.64%	13.02%	0.5819	0.0790	7.37	0.0000
NH1-4	45.45%	11.57%	0.3832	0.0732	5.24	0.0000
NH2-3	50.00%	15.29%	0.4098	0.0873	4.69	0.0000
NH2-4	50.00%	13.64%	0.4211	0.0813	5.18	0.0000
NH3-4	50.00%	13.84%	0.4197	0.0812	5.17	0.0000
TK1-2	68.18%	16.53%	0.6188	0.0872	7.10	0.0000
TK1-3	72.73%	14.88%	0.6796	0.0834	8.15	0.0000
TK1-4	59.09%	11.98%	0.5352	0.0747	7.16	0.0000
TK2-3	63.64%	16.12%	0.5665	0.0851	6.66	0.0000
TK2-4	59.09%	13.43%	0.5274	0.0784	6.73	0.0000
TK3-4	72.73%	11.98%	0.6901	0.0749	9.21	0.0000
NS1-2	63.64%	11.98%	0.5869	0.0759	7.73	0.0000
NS1-3	77.27%	13.84%	0.7362	0.0834	8.83	0.0000
NS1-4	63.64%	12.60%	0.5839	0.0779	7.49	0.0000
NS2-3	59.09%	11.36%	0.5385	0.0741	7.26	0.0000
NS2-4	59.09%	10.74%	0.5417	0.0706	7.68	0.0000
NS3-4	68.18%	12.60%	0.6359	0.0784	8.11	0.0000

読影者内一致度は、十分に高い (kappa=0.38-0.73)。

表 7. 12 段階での読影者間一致度 (重み付けのない kappa)

NS1-NH1	22.73%	11.98%	0.1221	0.0743	1.64	0.0503
NS2-NH2	18.18%	9.71%	0.0938	0.0659	1.42	0.0774
NS3-NH3	22.73%	12.81%	0.1137	0.0780	1.46	0.0725
NS4-NH4	22.73%	12.60%	0.1158	0.0761	1.52	0.0639

同一のモニターを使った際の NS と NH の読影結果の一致度。読影者間一致度は kappa=0.09-0.12 と非常に低い (2 名の間のみの検討)。読影者間の一致度の低さは 12 段階であることと、症例数が少ないことによる影響が大きい。