





#### 4. じん肺診断におけるデジタル画像活用に関する国際的状況の調査研究

研究担当者： 日下幸則、田村太朗、菅沼成文、志田寿夫、坂谷光則、審良正則、荒川浩明、  
周華仕

##### 総括

・日本を含めた先進国では、デジタル画像（DR や CR）の導入が進んでおり、臨床現場ではアナログ画像、フィルムシステムからデジタル画像、モニターシステムに置き換わってきているが、一方で、デジタル画像の普及が遅れている国々も存在する。デジタル画像の普及は、じん肺行政施策としてのスクリーニング・サーベイランス、教育研究などにおいてもシステム変更が喫緊の課題となっていて、国際的に様々な取り組みが進行している。

・ILO では、アメリカ NIOSH、アメリカ放射線学会(ACR)と合同ワークショップを通じて、じん肺におけるデジタル画像活用を含めた 2008 年版ガイドライン作りに着手した。デジタル画像の読影実験等の準備検討のために発刊が遅れたが、2010 年中に決着する予定である。基本的な内容として、1) 現在の 2000 年度版 ILO 標準写真のデジタル画像を使用し、モニター読影可能なように DICOM ビューアーとセットにして CD にて提供する、2) テキストとしてはデジタル画像の使用のためのガイドラインが現ガイドラインの第 6 章として追加される、3) その中でモニターの基準（3M 以上）、2 面のモニターを使用する、標準写真に加工は加えない、などが記載される予定である。ただデータの処理・保存については各国の法規に任せられることになっている。

・国際労働衛生学会(ICOH)の総会の中で呼吸器疾患科学委員会(SC-RD)により「デジタルじん肺画像のスクリーニングならびに教育における標準化」と題してのワークショップが ILO, NIOSH 合同参加で開かれ、各国の取り組みが報告された。さらに各国研究者がデジタル画像を持ち寄り、カンファレンス形式で検討したり、CD でコピーを共有したり、ホームページでダウンロードすることが検討課題とされた。

・アジアじん肺読影訓練コースが 2008 年 12 月タイにて、2009 年 8 月にブラジルにて行われた。本訓練コースは ILO 国際じん肺分類に準拠するじん肺の読影訓練コースとして開発され、試験により読影スキルを評価しているが、アナログ画像とデジタル画像(フィルム)が混在している。国際的な標準化のためには、デジタル画像の普及が遅れている地域への対応も必要と考えられる。

## A. 研究目的

日本を含めた先進国では、フラットパネル検出器を用いた Digital Radiography (DR) やイメージングプレートを用いた Computed Radiography (CR) の導入が進んでおり、臨床現場ではアナログ画像、フィルムシステムからデジタル画像、モニターシステムに置き換わってきている。とくに、日本では診療報酬改定を介してデジタル化が急速に促されている。このデジタル画像の活用は臨床診断にとどまらず、じん肺行政施策としてのスクリーニング・サーベイランス、教育研究目的など種々に広がっている。

じん肺に関しては ILO2000 年版国際じん肺レントゲン写真分類（以下、ILO 分類）が国際的標準として多くの国で用いられると同時に、国家的法規制に使われてきた。これまでアナログ写真ないしそのデジタル・スキャン・コピーが標準写真として用いられている。しかしデジタル写真の普及を受けて、ILO は 2008 年末を目標に標準デジタル画像ならびにそのガイドライン（ブックレットの第六章に挿入予定）を公刊予定（仮称 2008 年版）した。その標準画像は ILO1970 年版標準写真以来の「ものさし」（小陰影の密度、カテゴリー）を重視して、1980 年版、2000 年版標準写真の多くをそのまま用いている。

アメリカ合衆国厚生省労働安全衛生研究所 National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) は、これまでアナログ写真しか“Black Lung”（同国が法的に炭鉱作業者に提供している炭鉱夫肺のためのレントゲン写真スクリーニング）適用していなかった。しかし ILO2008 年版の公刊予定を受けて、デジタル画像の活用に向けた NIOSH-ILO-ACR 合同ワークショップ（2008 年 3 月）を皮切りに、その応

用の調査研究を始めた。その結果待ちで ILO2008 年版は公刊延期されている。

一方、他の国では法的スクリーニング・サーベイランスのみならず、臨床診断、医師の教育・研究において、じん肺デジタル画像の活用は様々である。国際労働衛生学会 International Commission on Occupational Health (ICOH) ・および呼吸器疾患科学委員会 Scientific Committee on Respiratory Disorder (SC-RD) は ILO/WHO との連携、協力を掲げて、その実態調査を行いつつ、その活用も研究の対象とし、かつ画像を共通財産として学会員に提供しつつある。

以上の動向をさらに具体的に調査したので、各国の専門家に対して行ったデジタル画像に関するアンケートの調査も含めて結果を報告する。

また国際的なじん肺読影訓練コースであるアジアじん肺読影訓練コース、Asian Intensive Reader for Pneumoconiosis (AIR Pneumo) におけるデジタル画像の取り扱いについても報告する。

## B. 研究方法

以下の項目について調査研究を行い、学術的文献の調査も追加した。

1. 国際労働衛生学会 (ICOH) と呼吸器疾患科学委員会 (SC-RD) が各国のメンバーを通じて行ったアンケート調査および両団体の活動
2. 米 NIOSH のこの分野での活動
3. ILO 専門委員会がデジタル画像について行ったワークショップ、ならびに ILO パネル (ILO 本部労働衛生部に対する国際的専門家の諮問的グループ) の意見 (ILO2008 年版 (仮称) 案に関する情報を含む)
4. ドイツ B リーダーグループ (日本における

中央塵肺審査医に相応する顧問的専門家  
集団、十数名から構成されている)の意見

#### 5. AIR Pneumo Committee からの意見

### C. 研究結果

#### 1-1. ICOH と SC-RD のアンケート結果 (2008 年)

この調査で使用したアンケート用紙を資料 1  
に示すと共に、各国のじん肺におけるデジタル画  
像(CR および DR)の利用状況のまとめを以下に  
示す。

- ・ アメリカ合衆国  
政府による使用認可はない。
- ・ ドイツ共和国  
推奨条件を満たす CR および DR は使用認可  
されている。また、縮小サイズも承認され、  
モニター診断も認可されている。
- ・ デンマーク  
政府によるじん肺スクリーニング制度はない。  
モニター診断による法的報告は認可されてい  
る。
- ・ 日本  
推奨条件を満たす CR および DR は使用認可  
されている。しかし、縮小サイズは認可され  
ていない。また、モニター診断も認可されて  
いない。
- ・ 中国  
まだ認可されていない。
- ・ インドネシア  
認可されていない。
- ・ タイ  
推奨条件なしに認可されている。

#### 1-2. 国際的なデジタル画像の普及に関する

アンケート調査の結果(2009 年)<sup>(1)</sup>

#### <方法>

ICOH の SC-RD の構成員(アメリカ、中国、イ  
ンドネシア、ドイツ、日本、イタリア、シンガポ  
ール、ブラジル、タイ、デンマークの 10 カ国の  
専門家)を対象にアンケートを行い、世界各国の  
デジタル画像の取り扱いについて調査を行った。  
調査項目の概要は以下の通りである。

- 1) デジタル胸部画像が粉じん曝露労働者の  
スクリーニング方法として、またその読  
影結果が法的なレポートとして政府に認  
められているかどうか。
- 2) デジタル画像を表示する推奨パラメータがあ  
るか。
- 3) 年 1 回の CT スキャンのコストを政府ないし補  
償基金がカバーするか。
- 4) 粉じんによる肺疾患の評価のために HRCT  
や thin-section CT の使用頻度は高いか。
- 5) 胸部レントゲン上異常が認められないが、  
CT にて線維化を認めた場合に補償対象の  
じん肺と認められるか。

また各国の専門家にじん肺診断のためにデジ  
タル画像を用いることに関する意見も自由記入  
式に求めた。

アンケート項目の詳細は資料 2 に記載されて  
いる。

#### <結果>

- 1) スクリーニング検査が認められているか。  
・ 認められていない国(アナログ or フィル  
ムスクリーンシステムのみ):  
アメリカ、中国、インドネシア

- ・認められている国：  
ドイツ、日本、イタリア、シンガポール（読影のための画像パラメーターなどの諸条件は存在しない）
- ・政府より指示がない国：ブラジル、タイ
- ・法的なスクリーニングが存在しない国：  
デンマーク

2) モニター読影が認められているか。

- ・認められている国：  
ドイツ（じん肺専門家によるCDが提供）、  
イタリア、シンガポール
- ・認められていない国：  
日本、米国、中国、インドネシア
- ・政府より指示がない国：ブラジル、タイ
- ・法的なスクリーニングが存在しない国：  
デンマーク

3)および4) CTの取り扱いについて

- ・評価に使用されている国：  
米国、ドイツ、デンマーク、イタリア、  
日本、シンガポール
- ・年1回のCTが補助されている国：  
日本、タイ（ただし限定的な場合）

5) 胸部画像正常でCT上の線維化病変がじん肺として補償の対象となる国：

- ・イタリア、デンマーク、ブラジル、日本

各国の専門家にじん肺スクリーニングに関してのデジタル化について意見を募ったところ、ドイツ、イタリア、シンガポールよりは引き伸ばしての画像表示処理や保管の容易さについての同等性や優位性などからデジタル化が望まれている

という意見が寄せられた。しかし一方でタイではデジタル技術の質のコントロールが必要であることや、ブラジルではよりよい評価のための新たな技術として導入しようとしているが、経済的技術的要因についても十分に考慮されねばならないといった意見も出ていた。同様にインドネシアでも、もし経済的要因が解決されるならば、胸部 X 線の撮影と読影の標準化と改善の目的のために必要であるとの意見があった。

1-3 ICOH および SC-RD の活動、研究成果

2009年3月南アフリカ共和国ケープタウンにてICOHの総会が開かれ、中でもSC-RDにより「デジタルじん肺画像のスクリーニングならびに教育における標準化」と題してのワークショップがILO,NIOSH 合同参加で開かれた。

1) 南アとアメリカ合衆国の共同研究でDRがフィルムでもモニターでもその妥当性が示唆されていること

2) 南アではダイヤモンド鉱山のスクリーニングにおいて年二回モニター診断が用いられていること

3) ドイツではデジタル画像が国家的スクリーニングで用いられているが、アスベスト肺について偽陰性が少ないこと（HRCTを黄金律として）

4) ブラジルでは確立されたアナログ写真でも研修の効果を上げるには画質が問題になっていること

5) タイではAIR Pneumo が学会と厚生省の共催で開始され、そこでの講習や試験にDR,CRアナログが混在しているが、同時におのおのにつき正常コントロール写真を適切に挿入・配置するなど工夫していること

6) ILO パネル（諮問的な専門家集団）が将来の

本格的なデジタル標準画像の確立に向けた提案を行う予定であることなどが報告された。

さらに各国研究者がデジタル画像を持ち寄り、カンファランス形式で検討したり、CD でコピーを共有したり、ホームページでダウンロードすることが検討課題とされた。

## 2. アメリカ NIOSH ワークショップ(2008 年)

この会議において、日本におけるデジタル画像の撮影表示条件の現状を報告した(資料3)。

### 1) ホームページから収録<sup>(2)</sup>

ILO, ACR との合同開催であったので、各組織がそれぞれの見解を表明した。次いで、招聘された国際的エキスパートも加わって三つのグループに分かれてワーキングを行い、それぞれがワーキング成果を NIOSH への勧告として成文化した(資料4)。

それは要約すると、撮像(画像取り込み)、画像モニター表示、ファイル処理と保持につき検討した結果に基づき、NIOSH に対してデジタル画像に踏み出せと促しており、ILO じん肺デジタル画像分類(2008 年予定であったもの)のみならず将来の本格的デジタル画像収集についても勧告している。

### 2) アメリカ NIOSH のその後の動向

同・じん肺パネル(日本の中央じん肺審査医に相当)が Black Lung スクリーニングからじん肺デジタル画像(生データと呼ばずに、"For Processing" data と呼称)を収集して、画像処理や表示、保存の検討中である。同時に同パネルが ILO2000 年版デジタル標準画像を検討しつつ、収集症例との比較読影を実行中である。例えば、PACS は患者のデータを収集し、各ワークステー

ションに分配するシステムで、ILO 分類は PACS に盛り込むことは難しい点があることが議論されている。症例画像用には PACS とは別の専用ソフトウェアにより for processing data を処理して、分類に適した画像を用いて分類するなどである。

## 3-1 ILO 専門委員会(関連組織を含む)との情報交換、意見交換

ILO が公刊しようとしているデジタル標準画像ガイドラインでは、デジタル画像が従来のアナログ画像と同等に塵肺を表出できることを基本的に認知している。このガイドラインは、ILO2000 年版の標準写真をモニター表示するためのものなので、専ら、デジタル・データの DICOM 書式やモニター性能のスペックを特記したものであると想像された。従って、フィルム焼き付けは考慮されていない。

日本で塵肺画像専用パラメーターが勧告されていることは ILO 側にも認識され、ILO デジタル標準が 1950 年代のアナログ写真と類似の画質を担保しているので、塵肺カテゴリーに関しては似たようなスタンスにあると推察された。ILO 委員会は最初からデジタル画像で新たな標準画像を作成することを提案しているので、今後、日本の国際貢献が生きて来ると思われる。

アジア塵肺レントゲン読影研修コース(タイ・日本産業医学関連学会の合同事業。ILO 分類に準拠)がその意義として ILO 認知のものになりつつある。そこでは、試験フィルムや教材フィルムはアジア各国の状況を反映して、デジタル、アナログ混在の状態である。兎も角、日本の塵肺写真は採用される限りは、日本の勧告に沿ったものである。

### 3-2. ILO2008年版(案)の概要(2008年 3月時点)

#### 1) 概要

既存のガイドライン(ILO2000年分類)は第五章まで有るが、専用のガイドライン部分を第六章として追加する予定である。肝心のデジタル標準画像は1980年標準写真をデジタル・スキャンしたもので、これにビューワーソフトを付けてCD収録し、モニター読影に供する。

#### 2) ガイドライン第六章(案)の概要

デジタル撮影システムとしてはCR,DRがほぼ等価のものと位置づけされている。AMFPIも追加された。この根拠としてアナログ、FCR、キャノンDR、HRCTの四つの異なるModalityによる像を比較解析した高嶋論文<sup>(9)</sup>が脚注に示されている。

ILO標準デジタル画像は一切いじってはならないとされ、これが一般臨床デジタル画像における場合とは異なる。ILO分類用には少なくとも2面の高精細モニターをそろえて片面に標準画像を表示し、もう片面に症例画像を表示できるようにする。

デジタル画像の取り込み、表示並びに保存への言及もされている。DICOM形式に対応したPACSによる肺アルゴリズム、間質性肺疾患対応ソフトウェアとされる。画像モニター表示における原則として、ACR, EURに準拠したモニター3メガ以上である。データ記録と保管への言及があるが、データ処理、保存は各国の法規に任せるとされている。

なお本章の巻末には語彙集も備えられている。

### 3-3. ILO標準写真のデジタル化の状況(現時点)

現在の2000年度版ILO標準写真のデジタイズ

画像を使用し、モニター読影可能なようにDICOMビューアーとセットにしてCDにて提供する計画が立てられている。テキストとしてはデジタル画像の使用のためのガイドラインが現ガイドラインの第6章として追加される。その中でモニターの基準(3M以上)、2面のモニターを使用する、標準写真に加工は加えないことなどが記載される予定である。ただデータの処理・保存については各国の法規に任せられている。

こういった方針が現在立てられているが、実際の標準画像、ガイドライン文章内容についてはアメリカNIOSHがデジタル化を行い、読影実験を行うなど、現在も未だに準備検討中であるが、今年(平成22年)中には決着する予定である。

#### 4. デジタル画像先進国ドイツの状況<sup>(4)</sup>

ドイツにおいては旧東ドイツ地域では100%のデジタル化が進んでおり、旧西ドイツでもデジタル化は進んでいる。そういった状況下で、ドイツの国家的じん肺専門家集団であるドイツBリーダーグループが主導で、ドイツ国内におけるデジタルじん肺画像の推進のための活動が行われている。

その中でデジタル画像とアナログ画像の評価として50名のウラン鉱員を対象として、じん肺写真読影の専門家4名によるDRとFSRの比較独立読影が行われている。その結果画像の質についてはデジタル画像の方が良好であり、肺実質所見については同一カテゴリーとしての一致は72~82%であり、1カテゴリーの差まで含めると98%の一致を得ている。また過大評価過小評価は認められないという結果が得られており、じん肺の読影に際してDRはFilm Screen Radiography(FSR)に劣るものでないと実証されている<sup>2)</sup>。



ただし、ドイツにおいても、デジタル画像への移行が進んでいるが、デジタル画像での読影ができないことや、そのために遠隔医療技術を用いたオンライン読影などできないことが問題として挙げられている。また現在のデジタル画像と以前のアナログ画像に互換性があるのかについても疑問が呈されている。

またドイツ B リーダーグループはデジタル画像のプリントサイズは 2/3 以上で印刷すること<sup>3)</sup>、CD-Viewer を同梱した DICOM3.0 フォーマットの未圧縮ないし可逆圧縮の画像を使用すること、モニターのピクセルサイズを 200 $\mu$ m 未満とし、幅 0.3mm の線状陰影の分解能があるものを 2 台並べて標準写真と比較しながら読影することなどを提言している。

こういった活動により、ドイツ国内でのデジタル化が進められているが、アスベスト曝露コホートにおけるデジタル CXR とアナログ画像を比較した系統的研究がドイツにおいてまだなされておらず、デジタル胸部画像の読影と分類について高い技術的な要件が必要なことから、専門特化した医師の間で脱落者を誘導することも懸念されている。また経年的に一人の塵肺作業場で撮られた胸部 X 線を読影者が再現性を持って信頼できる読影結果を出せるかどうか、依然として課題である。

#### 5. AIR Pneumo におけるじん肺デジタル画像について<sup>5)6)</sup>

アジアじん肺読影訓練コースが 2008 年 12 月タイにて、2009 年 8 月にブラジルにて行われた。本訓練コースは ILO 国際じん肺分類に準拠するじん肺の読影訓練コースとして開発され、試験により読影スキルを評価して、証書の発行も行って

いる。現在まで 2 回の試験においてタイ、日本、中国、ブラジル、コンゴ、ベトナム、ブラジルの医師総計 47 名が合格している。本訓練コースは日下を主導者とした日泰両国産業衛生学会からのプロジェクトチームが中心になって、日本とタイを中心に訓練用フィルム、試験フィルムを収集しているが、その中にはアナログ、デジタルを含めた画像が収録されており、正常例や塵肺症例の双方についてバラエティに富むフィルムを含めることで、デジタル化に対処している。ただ、現在までのところ読影方法としてはフィルム方式をとっており、モニター読影は行われていない。また 2010 年 12 月にタイにおいて次回の訓練コースが企画されているが、その次回コースにおいてもフィルム方式を使用する予定である。  
(<http://airp.umin.jp/>)

#### 6. 学術的文献の調査

塵肺に特化した文献は少なく<sup>(3,7,8)</sup>、いずれも読影結果（塵肺結節の密度）はアナログと変わりないというものであった。また、アメリカ合衆国厚生省の委託研究結果ではデジタルモニター診断とフィルム診断がじん肺診断において推奨されるという結論であった<sup>(9)</sup>（資料 5）。

#### D. 考察

じん肺読影のデジタル化について、世界各国の国際的動向について集約した。国際的にはドイツなどの先進国を中心にデジタル画像・モニター診断への移行が着実に進んでいるが、アジアや南アメリカ各国のように未だにフィルムスクリーン式が主体の国々も多数ある。したがって国際的な取り組みや多国間での共同研究や研修では、フィルムスクリーン式にも対応する必要がある。

わが国ではじん肺法の枠内でデジタル胸部画像の標準化、モニター表示の検討が粛々と進んでいる。これが世界に発信されて引いては米国 NIOSH、ILO にも示唆を与えることになっており、かつ国際標準の中でも矛盾しないものになっているのは喜ばしいことと言えよう。同時に国際的動向に今後も注目して、グローバル化に対応する必要がますます出てくるものと思われる。

さらにデジタル画像を中心とした標準写真候補の作成という事業も本研究班により進められている。今後デジタル画像による標準写真が国際的にも注目されることは必定であり、その意味で本研究の役割と成果は国際的にも重要となってくるものと考えられる。

#### E. 結論

世界各国におけるじん肺スクリーニングにおけるデジタル画像活用の現状や国際組織の動き等を概観した。

#### F. 参考文献

1. SC-RD. A study from questionnaire for digital chest radiography and chest CT for medical screening, surveillance and clinical evaluation of dust-exposed workers., Mar., 2009 (manuscript drafted by Yuki. Secretary)  
[http://www.icohweb.org/site\\_new/ico\\_scientific\\_committee\\_detail.asp?sc=26](http://www.icohweb.org/site_new/ico_scientific_committee_detail.asp?sc=26)
2. NIOSH Application of the ILO International Classification of Radiographs of Pneumoconioses to Digital Chest Radiographic Images. A NIOSH Scientific Workshop、Publication No. 2008-139, July 2008.

<http://www.cdc.gov/niosh/docs/2008-139/>

3. 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 Pneumoconioses. *J. Occup. Health* 49, 39-45. 2007.
4. T. Kraus, et al, S78-6: Digital Chest X-Ray in The Surveillance of Asbestos-Exposed Workers in Germany, ICOH, Special Session, Cape Town, South Africa, P724, 2009
5. Zhou HS, et al, T60-7: "AIR Pneumo" Certify the Proficiency of Reading Pneumoconiosis Radiographs According to 5 Criteria, ICOH, Topic Session, Cape Town, South Africa, P466, 2009
6. S. Siriruttanapruk, et al, S78-2: The Capacity Building of Physicians in Reading of Chest X-ray for Pneumoconiosis in Thailand, ICOH Special Session, Cape town, South Africa, P722, 2009
7. Flat-Panel Detector Digital Radiography and a Storage Phosphor Computed Radiography: Screening for Pneumoconioses. *JOH* 2007; 49(1): 39-45.
8. Zähringer et al., Comparison of digital selenium radiography with an analog screen-film system in the diagnostic process

of pneumoconiosis according to ILO classification, R6Fo 2001; 173; 942-948

9. Franzblau A, Kazerooni EA, Sen A, et al. Comparison of digital radiographs with film radiographs for the classification of pneumoconiosis. Acad Radiol 2009; 16: 669-677.

## 資料 1

### Questionnaire for digital chest radiography and chest CT for medical screening, surveillance and clinical evaluation of dust exposed workers

Y Kusaka, SC of Respiratory Disorders

Please answer the following questions.

1. Which country are you working in? ( )
2. What is your primary specialty? ( )
3. Does your government accept digital chest radiography (either imaging plate type CR or flat panel type DR) for medical screening of current and past dust-exposed workers?  
a. yes(CR,DR,both)                      b. no                      c. don't know
4. Does your government accept monitor reading results of digital chest radiography as legal report on pneumoconiosis screening among current and past dust-exposed workers?  
a. yes                      b. no                      c. don't know
5. Are their recommended parameter for visualization of digital chest radiography in your country?  
a. yes                      b. no                      c. don't know
6. Is either type of digital chest radiography used in clinical evaluation of dust-exposed and other patient with chest diseases?  
a. yes                      b. no                      c. don't know
7. Does your government or compensation foundation cover the cost of annual CT scan of current and past dust-exposed workers?  
a. yes (if with profusion 1/0 or more, with plaque, any dust exposed)  
b. no  
c. don't know
8. Is HRCT or thin-section CT used often for evaluation of dust-induced lung diseases in your country?  
a. yes                      b. no                      c. don't know
9. Does your government accept fibrotic findings detected by CT among radiographic normal current and past dust-exposed workers as pneumoconiosis for compensation?  
a. yes                      b. no                      c. don't know
10. Please give us your opinion about implementing digital diagnostic measures into pneumoconiosis screening and surveillance.

A study from questionnaire for digital chest radiography and chest CT for medical screening, surveillance and clinical evaluation of dust-exposed workers

*Drafted by Yuki, Secretary, SC-RD, ICOH, January, 2009*

The self-administered questionnaire was developed by Department of Environmental Health, School of Medicine, University of Fukui, and approved by SC-RD, ICOH, in June 2006 in Milan. Questionnaire was distributed to all SC-RD members (list of members attached) and to their colleagues, and collected during from June 2006 to November 2007. Members of SC-RD were from 19 countries including USA, Germany, Japan, China, Finland, Canada, Norway, Saudi Arabia, Singapore, Israel, Tanzania, Portugal, Denmark, Thailand, Sweden, Turkey, United Arab Emirates, Italy, and Korea. Response were obtained from colleagues and members in 10 countries, i.e. USA, Germany, Japan, Indonesia, Thailand, Denmark, China, Singapore, Brazil, Italy. The result from the questionnaire was summarized in the following. It may represent different status o usage of digital chest images for pneumoconioses in clinical evaluation, legal screening and surveillance, and for compensation purposes in various countries. The digital standard images prepared by ILO will contribute to quality control of digital chest imaging and reading in nations. It is also expected that digital chest images for pneumoconioses make exchange of knowledge and experience easier and much deeper.

#### Summary

1. Governmental acceptance of digital chest radiography (imaging plate type CR or flat panel type DR) for legal screening of currently and past dust-exposed workers
  - (1) No governmental acceptance (only analogue or Film-Screen system approved): USA, China, Indonesia
  - (2) Governmental acceptance: Germany, Japan (with specified post-processing parameters and /or in reduced size); Italy, Singapore (without specifications)
  - (3) No governmental directive existing: Brazil, Thailand
  - (4) No legal screening: Denmark
2. Governmental acceptance of monitor reading of digital chest radiography for legal screening
  - (1) Governmental acceptance of monitor reading: Germany (prepared at the time of the survey and now approved), Italy, Singapore
  - (2) No governmental acceptance: Japan, USA, China, Indonesia
  - (3) No governmental directive existing: Brazil, Thailand

- (4) No legal screening: Denmark
- 3. CT Scan used for clinical evaluation, compensation purpose, or annual legal screening of currently and past dust-exposed workers
  - (1) HRCT or thin-section CT often used for evaluation of dust-induced lung diseases (Yes): USA, Germany, Denmark, Italy, Japan, Singapore, (No for other countries)
  - (2) Annual CT scan financially covered by government or compensation foundation (Yes): Japan, Thailand only for confirmation of diagnosis under limited conditions (No for other countries)
  - (3) CT fibrotic findings accepted by government for compensation as pneumoconiosis among normal radiographic workers with currently and past dust-exposure (Yes): Italy, Denmark, Brazil, Japan, Germany (No for other countries)
- 4. Opinions about implementing digital diagnostic measures into pneumoconiosis screening and surveillance.

To be hoped/needed because of its similarity or superiority to analogue, easiness in storing, post-processing for enlargement (Italy, Germany, and Singapore). To be accepted soon by government (USA). Necessity of quality control for digital technique in terms of machine, monitor and users' knowledge (Thailand). To be adopted as new technology for better evaluation but not to be compulsory considering economical and technical factors (Brazil). To be needed for a purpose of standardization and improvement of chest x-ray taking and reading, if economic expense issue is solved (Indonesia).

**Acknowledgement**

We are grateful to SC-RD members and their colleagues for to this questionnaire survey, especially to 10 country colleagues. This summary was presented at the workshop on digital chest radiographs for pneumoconiosis co-organized by ILO Panel and a research group headed by Professor K. Murata, Shiga Medical College, Japan, in December, 2007, in Japan.

Appendix: Questionnaire

Questionnaire for digital chest radiography and chest CT for medical screening, surveillance and clinical evaluation of dust exposed workers

Y Kusaka, SC of Respiratory Disorders

Please answer the following questions.

- 1. Which country are you working in? ( )
- 2. What is your primary specialty? ( )

3. Does your government accept digital chest radiography (either imaging plate type CR or flat panel type DR) for medical screening of current and past dust-exposed workers?
  - a. yes (CR, DR, both)
  - b. no
  - c. don't know
4. Does your government accept monitor reading results of digital chest radiography as legal report on pneumoconiosis screening among current and past dust-exposed workers?
  - a. yes
  - b. no
  - c. don't know
5. Is their recommended parameter for visualization of digital chest radiography in your country?
  - a. yes
  - b. no
  - c. don't know
6. Is either type of digital chest radiography used in clinical evaluation of dust-exposed and other patient with chest diseases?
  - a. yes
  - b. no
  - c. don't know
7. Does your government or compensation foundation cover the cost of annual CT scan of current and past dust-exposed workers?
  - a. yes (if with profusion 1/0 or more, with plaque, any dust exposed)
  - b. no
  - c. don't know
8. Is HRCT or thin-section CT used often for evaluation of dust-induced lung diseases in your country?
  - a. yes
  - b. no
  - c. don't know
9. Does your government accept fibrotic findings detected by CT among radiographic normal current and past dust-exposed workers as pneumoconiosis for compensation?
  - a. yes

- b. no
- c. don't know

10. Please give us your opinion about implementing digital diagnostic measures into pneumoconiosis screening and surveillance.



## CR and DR chest radiographic image parameters for the pneumoconioses: the Japanese approach and experience

Narufumi Suganuma MD PhD<sup>1</sup>, Kiyoshi Murata MD PhD<sup>2</sup>, Yukinori Kusaka MD PhD<sup>3</sup>

1 Department of Environmental Medicine, Kochi Medical School, 783-8505 JAPAN, 2 Department of Radiology, Shiga Medical School, 3 Department of Environmental Health, University of Fukui School of Medicine

Email: nsuganuma@kochi-u.ac.jp

### Summary

Recently the Ministry of Health, Welfare and Labour, Japan (MHWL-J) has approved the flat-panel detector (FPD) Digital Radiography (DR) for its use in the legal medical judgment of pneumoconiosis. The computed radiography that needs the imaging plate has been already approved for the purpose since 2001. We described the approach that the Pneumoconiosis Taskforce for the MHWL-J has taken to decide the appropriate imaging parameters of DR for the medical judgment of presence of pneumoconiotic opacities as demanded by the Pneumoconiosis Law in Japan. The pre-storage parameters for gray scale processing and spatial frequency processing are critical to the visualization of the image more than the post-storage parameters like window level and width. In order to obtain comparable images, pre-storage processing considerably affects image, and storage using P-value stated in DICOM part 14 is strongly recommended.

### Introduction

Digital alternatives of radiography, both the computed radiography (CR) and the digital radiography (DR), have been accepted well for the clinical use. Their strong points include easy handling, less chemical waste, less space for storage, and better latitude compared to the conventional film-screen (FS) radiography and they have almost substituted the FS radiography in the most of the big hospitals in Japan. The increasing use of the Picture Archiving and Communication System (PACS) in such hospitals prompted the trend of digitalization of the radiography.

Such trend has influenced to the medical screening of pneumoconioses and their legal judgment, which directly affect compensation of the patient. The Pneumoconiosis Law (1) in Japan demands the workers exposed to dust to take the medical examination including chest radiograph. The radiograph is reviewed by a physician according to the Japan Classification of Radiograph of Pneumoconiosis (2), which is almost parallel to the ILO International Classification of Radiograph of Pneumoconioses (ILO/ICRP) (3, 4).

Recently the Ministry of Health, Welfare and Labour, Japan (MHWL-J) has approved the flat-panel detector (FPD) DR for its use in the legal medical judgment of pneumoconiosis (5). The other type of digital radiographic techniques, the CR that needs the storage phosphor, *i.e.* the imaging plate (IP), has been already approved since 2001 (6). For the image of CR was not quite similar to the FS radiograph, the MHWL-J had selected typical case sets that supplement the Japan Pneumoconiosis Standard Radiographs. However, it is not an easy task as to merely introduce new substitutable technology to conventional film-screen (FS) radiograph. As the Pneumoconiosis Law uses the radiographic judgment as scale to decide the class of dust exposed workers that decides whether or not he is applicable to the compensation, revision of this law has been a socially sensitive issue. The taskforce was demanded to assure that the new modality is same in scaling the pneumoconiotic opacities.

This article aimed to describe the approach that the DR Taskforce has taken to decide the appropriate imaging parameters of DR for the medical judgment of presence of pneumoconiotic opacities as demanded by the Pneumoconiosis Law in Japan. Our approach has been, firstly, to decide the appropriate DR parameters for the judgment of pneumoconiosis, and secondly to assess the appropriateness of the parameter through reading trial using the proposed parameters. For the former purpose we took Canon CXDI as example and made thorough investigation on its imaging parameters. After we have decided the appropriate imaging parameters, we performed reading trial comparing radiograph and the hard copy of DR. Similar approach had been taken to decide the parameter for CR before its approval for the pneumoconiosis judgment in 2001. As there are some other vendors those

producing the FPD DR systems, the taskforce demanded the vendors to submit typical pneumoconiosis images taken by their systems. Specific parameters that correspond to the taskforce recommendation were sought out. The taskforce also decided the process to approve the new apparatus for the legal medical judgment of pneumoconioses.

### I. Evaluation of appropriate DR parameters for judging the grade of pneumoconiosis using Canon DR system

As the full technical support from engineers was available from Canon, Inc. as well as Canon has top share concerning the FPD DR systems in Japan, the CXDI (Canon, Inc., Tokyo) was chosen as the one to fully assess its imaging parameters. All the FPD DR images and FS radiograph were obtained after taking written informed consent from the subjects in the hospitals which had collaborated to this study. As the new cases of pneumoconioses are not abundant in Japan, most of the cases were from the two major institutes that had installed the FPD DR system for years.

In order to decide the appropriate parameters, four typical cases of silicosis were selected from the DR case archives, each representing the mid-category of profusion 0, 1, 2, and 3. Imaging parameters concerning the gray scale processing and the spatial frequency processing were changed one by one to assess the difference caused by the parameter modification. The taskforce for CR approval took the similar approach to assess the comparability of chest radiograph and CR hard copy. The middle column of the **Table 1** shows appropriate ranges for the gray-scale and spatial frequency processing that was recommended by the MHWL-J taskforce for CR approval to the legal medical judgment of pneumoconiosis in 2001 (6). The comparable imaging parameters for each vendor of the CR and CXDI (Canon, Inc., Tokyo) are listed in **Table 2**. The DR Taskforce performed the group-review by the five experienced physicians changing the parameters one by one for all the four cases. The **Table 3** compared the two parameters sets: the one was recommended by the vendor that keeps the image within the CR Taskforce guideline and the other was approved by the DR Taskforce after group-reviewing the images using various parameters.

Five experienced physicians, who are either radiologists or pulmonologists and serving as regional or central Pneumoconiosis Examination Physicians appointed by the MHWL-J, reviewed differently processed hard copies of DR and gave consensus decision whether it was appropriate for pneumoconiosis judgment or not. After the group reading, the taskforce decided not to recommend the use of the Enhancement, a parameter for the spatial frequency processing, more than 2 for the CXDI.

**Table 1 Appropriate imaging parameter of the gray-scale and spatial frequency processing recommended by the CR Taskforce in 2001 and the DR Taskforce in 2007**

	CR-TF Recommendation	DR-TF Recommendation
<b>Gray-scale (gradation) processing</b>		
Lung field	1.6 - 2.0	1.6 - 2.0
Mediastinum, heart	0.15 - 0.25	not defined
<b>Spatial frequency processing</b>		
High frequency (> 0.2 cycle/mm)	1.0 - 1.2	OFF*
Low frequency (0 cycle/mm)		

**Note:** CR-TF is the CR Taskforce, while DR-TF is the DR Taskforce. \*Spatial frequency processing was recommended to be basically OFF for the any FPD, except CXDI (Canon, Inc.). The range recommended by the CR Taskforce is equivalent to Enhancement 0-4 for CXDI as in the Vendor's recommendation in Table 3. The DR Taskforce accepted the Enhancement 0 and 1 for CXDI after the group review (See **Table 3**).

**Table 2 Corresponding parameters of image processing: CR and CXDI**

	CR			DR
	Fuji	Konica	Kodak	Canon (CXDI)
<b>Gray-scale processing</b>	GA	G value	Contrast Factor	Contrast
	GC		Upper Contrast Lower Contrast	
	GS	Lung density	Density Shift Shoulder Shift Toe Shift	Brightness
	GT	LUT		Curve shape
<b>Spatial frequency processing</b>	RN	Mask size	Matrix size	Frequency
	RE	Emphasized degree	High Density Boost Low Density Boost	Enhancement

**Note:** The parameters for the multi-frequency processing are not included in this table.

**Table 3 Appropriate imaging parameter for legal medical judgment of pneumoconiosis for CXDI**

<b>Recommendation</b>	<b>Vender's</b>	<b>CXDI (Canon, Inc., Tokyo)</b>	
		<b>Recommendation</b>	<b>DR-TF</b>
Contrast		14 - 17	14 - 17
Brightness	17 - 20		17 - 20
Curve shape		Chest	Chest
Frequency		7	7
Enhancement		0 - 4	0 - 1

**Note:** See also the Note for **Table 1**.

## **II. Comparison of judgment of the grade of pneumoconiosis between film-screen system and Canon DR system in the same patient**

Using the parameters recommended by the DR Taskforce, we have performed reading trial by the same five physicians participated in the previous parameter study. In this study, we aimed to assess the consistency of classification of profusion compared to that of film-screen radiograph.

### **Methods**

The DR Taskforce has compared the hard copy of the DR against the radiograph of the same patient and chosen the parameters that could produce the most similar image as the radiograph. We have extracted 35 cases with pair of the DR hard copy and the FS radiograph from the Occupational Safety and Health Compensation Hospitals (Rosai Hospitals) and other academic group on the pneumoconioses (Fukui University Hospital and NHO-Kinki Chuo Chest Medical Center). Five readers who serve as the regional or central Pneumoconiosis Examination Physicians independently reviewed 35 pairs of the DR hard copy and the FS radiograph. For the classification the 4 point-scale profusion (0, 1, 2, and 3) was used according to the Japan Classification, which is almost parallel to the ILO/ICRP.

Crude agreement and Cohen's  $\kappa$  statistics was used to assess the consistency between the classification results within the reader (intra-reader agreement), or between the readers (inter-reader agreement). Altman's criteria for the  $\kappa$  statistics interpretation was used to decide the agreement: poor <0.2, fair 0.21-0.40, moderate 0.41-0.60, good 0.61-0.80, and very good >0.81 (7).

### Results

The median reading results of five readers' trial on the 35 pairs of the FPD DR hard copy and the FS radiograph were summarized in **Table 4** and **5**. Accumulation of 5 readers' individual reading results of 35 pairs showed crude agreement of 78.9% (138/175 readings) as well as 15.4% (27/175) DR's over-reading and 5.7% (10/175) DR's under-reading compared to FS radiograph (**Table 4**). Crude agreement between median profusion of FPD DR and FS radiograph as shown in **Table 5** was 82.86% and its  $\kappa$  statistics was 0.74 (Std. Error 0.1078). The intra-reader agreement was good ( $\kappa= 0.6975$ ; range: 0.4909-0.7886). The inter-reader agreement was also good as the average  $\kappa$  value between FS radiograph and FPD DR was 0.6072 and 0.6968, respectively. From the results of this study, the FPD DR showed the same capability in judging the profusion category of pneumoconiosis as the FS chest radiography has.

**Table 4 Comparison of the profusion between FS and DR chest radiography in 175 accumulated cases (5 readers, 35 patients)**

FS – DR	Number of cases	Difference of the Profusion		
		FS>DR	FS<DR	FS=DR
0 - 0	45			45
0 - 1	11			11
1 - 0	3	3		
1 - 1	63			63
1 - 2	8			8
2 - 1	3	3		
2 - 2	22			22
2 - 3	8			8
3 - 2	4	4		
3 - 3	8			8
Total (%)	175 (100)	10 (5.7)		27 (15.4)
				138 (78.9)

**Table 5 Summary of the median profusion of five readers: FS vs DR**

FS	DR				Total
	0	1	2	3	
0	9	3	0	0	12
1	0	14	1	0	15
2	0	0	4	1	5
3	0	0	1	2	3
Total	9	17	6	3	35