

平成25年度

胸部エックス線検査精度管理調査結果報告書

公益社団法人全国労働衛生団体連合会
総合精度管理委員会
胸部エックス線検査専門委員会

はじめに

胸部エックス線検査は、結核、肺がんをはじめとする様々な呼吸器疾患の早期発見、さらには肺野に描出される肺・心臓・大動脈・縦隔・横隔膜・胸壁・脊椎などにおける様々な疾患の早期発見・診断のための重要な手法のひとつであり、その意義は大きい。

胸部エックス線検査について診療放射線技師は、読影しやすい写真を提供することが求められていることから、全衛連は、胸部エックス線検査の精度管理事業を実施することによって、各施設の撮影技術の向上に取り組んできた。

本年度の胸部エックス線検査精度管理調査には、前年度とほぼ同数の323施設の参加をいただいた。

本報告書は、総合精度管理事業実施要綱に基づき実施した平成25年度「胸部エックス線検査精度管理調査」の実施結果をまとめたものである。

なお、本年度から、従来実施してきたフィルム審査に代えてデジタル画像をモニター上で審査を行う方式に切り換えた（一部を除く）が、平成21年度からその準備をしてきたことにより円滑に移行できたことを報告する。

(公社) 全国労働衛生団体連合会
総合精度管理委員会
胸部エックス線検査専門委員会
委員長 伊 藤 春 海

総合精度管理委員会・胸部エックス線検査専門委員会名簿

(敬称略・五十音順)

総合精度管理委員会

委員長	清水	英佑	中央労働災害防止協会 労働衛生調査分析センター所長
副委員長	森	晃爾	産業医科大学 産業医実務研修センター所長
委員	伊藤	春海	福井大学 特命教授・名誉教授
委員	圓藤	吟史	大阪市立大学大学院研究科 教授
委員	小野	良樹	(公財)東京都予防医学協会 理事
委員	櫻井	治彦	(公財)産業医学振興財団 理事長
委員	高木	康	昭和大学医学部 教授
委員	福田	崇典	(社福)聖隷福祉事業団 常務理事
委員	道永	麻里	(社)日本医師会 常任理事

胸部エックス線検査専門委員会

委員長	伊藤	春海	福井大学 特命教授・名誉教授
委員	安達	登志樹	福井大学医学部附属病院 放射線部 診療放射線技師長
委員	安藤	富士夫	東海大学医学部付属病院 診療技術部放射線技術科科长
委員	伊知	地宏志	ケアストリームヘルス㈱マーケティング本部
委員	大島	裕二	富士フイルムメディカル㈱ MS部販売促進グループ
委員	小林	満	元 東京労災病院 放射線科技師長
委員	佐藤	功	香川県立保健医療大学 副学長
委員	菅沼	成文	国立大学法人高知大学医学部 教授
委員	菅野	修二	㈱日立メディコ XRシステム本部システム設計部
委員	竹内	浩美	コニカミノルタ株式会社 HC 品質保証統括 CS 部
委員	竹内	規之	国立病院機構刀根山病院放射線科医長
委員	萩原	明	(公財)神奈川県予防医学協会 専門委員
委員	東村	享治	京都大学医学部附属病院 放射線部 診療放射線技師長
委員	平野	浩志	信州大学医学部附属病院 放射線部 診療放射線技師長
委員	村田	喜代史	滋賀医科大学 教授
委員	山寄	智史	キヤノンライフケアソリューションズ株式会社 医画像機器サービス推進部
委員	山田	耕三	神奈川県立がんセンター 呼吸器科内科 部長
委員	渡辺	文彦	(財)健康医学協会 東都クリニック

目 次

1. 平成25年度胸部エックス線検査精度管理調査の概要	1
1-1 精度管理調査の目的	1
1-2 調査の実施方法、参加施設数、提出された画像の数	1
1-3 審査	1
1-4 審査基準	2
1-5 審査結果	11
1-6 評価CおよびDの画像を改善するための指導	15
2. 平成25年度の審査を終えて	16
3. 診断に適した胸部エックス線画像の諸条件	18
4. デジタル胸部画像の調査表（様式1）の記入に係る問題点	21
5. CD/DVD提出状況と課題	31
6. ガラスバッチによる照射線量測定結果	32
7. 正規化画素値の測定結果	37

【付 属 資 料】

資料1 平成25年度胸部エックス線検査精度管理実施要領	47
資料2 評価の留意点	50
資料3 評価基準	
3-1-① モニター画像審査基準（解剖学的指標）	51
3-1-② モニター画像審査基準（物理的指標）	52
3-2-① 直接撮影フィルム審査基準（解剖学的指標）	53
3-2-② 直接撮影フィルム審査基準（物理的指標）	54
資料4 デジタル画像コメント様式	55
資料5 付帯調査の集計結果	56
資料6 胸部X線画像の正規化画素値の測定法	61
資料7 胸部エックス線検査精度管理調査参加施設一覧表	72

1. 平成 25 年度 胸部エックス線検査精度管理調査の概要

1-1 精度管理調査の目的

本精度管理調査は、健康診断の精度の維持・向上を図るために、胸部エックス線検査の撮影技術（単なる撮影技術だけではなく、画像処理条件や、モニター精度管理、画像管理も含めた総合技術）及び読影技術を評価し、どのような部分に問題があるのかを分析し、問題点を指摘するとともに、改善に必要な助言を与えることを目的とする。

1-2 調査の実施方法、参加施設数、提出画像枚数

主として労働安全衛生法に基づく健康診断を実施する健診施設に精度管理の案内状を送付し、胸部エックス線画像（CD/DVD、3 枚）の提出を依頼した。

胸部エックス線画像データ（または直接フィルム）を提出した健診施設数と、提出された画像（またはフィルム）の枚数は以下のとおりである。

表 1 精度管理参加施設のデジタルフィルムの比率

区 分	施設数	画像/フィルム枚数	比率 [%]
デジタル (CR/DR) 画像	288	864	89.2
アナログフィルム	35	105	10.8
合 計	323	969	100.0

1-3 審 査

1) 審査員

胸部エックス線検査専門委員会委員

2) 審査日

・予備審査

提出された調査表等の内容確認

平成 25 年 8 月 31 日（土）

・本 審 査

物理的指標に基づく審査

平成 25 年 8 月 31 日（土）～ 9 月 1 日（日）

解剖学的指標に基づく審査

平成 25 年 9 月 7 日（土）～ 9 月 8 日（日）

指導コメント作成、審査のまとめ

平成 25 年 9 月 28 日（土）

1-4 審査基準

1-4-1 フィルム審査からモニター審査への移行

平成 25 年度精度管理調査から、従来実施してきたシャウカステンを用いてフィルムを審査する方式（フィルム審査）に代えて、デジタル画像をモニター上に表示して審査を行う方式（モニター審査）に移行した。

なお、モニター審査を実施するにあたり、適切な評価を行うため平成 21 年より準備を行ってきたが、その経緯は以下のとおりである。

平成 21 年 8 月 於：第 2 回委員会

- ① 平成 21 年度胸部エックス線検査精度管理において、デジタル装置で撮影した画像をフィルムに出力して提出した施設は以下とおり、全体の 53.8 % にまで増加していた。この間の推移から平成 25 年頃には、精度管理参加施設のデジタルフィルムの提出比率が 9 割近くに達すると予測し、平成 25 年度を目途にモニター審査に移行する方針を定めた。

表 2 胸部フィルム審査におけるデジタルフィルムの提出比率

	17 年度	18 年度	19 年度	20 年度	21 年度
① デジタルフィルム 提出施設数	67	86	118	147	170
② 参加施設数	305	300	308	327	316
デジタルフィルム 提出施設の比率 (%)	22.0	28.7	38.3	45.0	53.8

- ② 平成 21 年度の精度管理においてデジタルフィルムで参加した 170 施設にフィルムの提出に加えて CD/DVD による胸部画像の提出を依頼、91 施設の協力を得ることができた。これらの資料により、シャウカステン上でのフィルムと、モニター上での画像の見え方の相違、および CD/DVD の提出上の問題点について検討した。

平成 22 年 9 月 於：第 2 回委員会

- ① モニター審査に変更した場合に必要なフィルム濃度に代わる定量的な測定値として「画素値」を検討することとした。
- ② モニターの性能による評価の違いを把握するために、5M,3M,2M 白黒モニター、2M カラーモニターを用いて、評価の高い画像と低い画像の画像を比較審査した。その結果、モニター審査においても、シャウカステンを用いて行うフィルム審査と同様の審査制度を保って画像の良否を審査できることを確認できた。また、白黒モニターについては 3M,2M での画像評価に差は無く、5M を用いた場合の評価がやや優れていた。また、2M カラーを用いた場合の評価がやや低いことが分かった。

この際、差異がでたのは、解剖学的評価では「肺末梢血管」、物理的評価では「コントラスト」

であった。この結果、審査には 3M 白黒モニターを使用することとした。

平成 22 年 10 月 於 :審査のまとめ

胸部画像の定量的測定値として「画素値の測定」に加えて、「モニター輝度の測定」についても検討することとした。

測定方法は次の通り

<画素値の測定方法>

- ① 提出された CD/DVD 付属の簡易ビューワで画像を表示し画面をキャプチャする。
- ② キャプチャした bmp 画像 (256 階調) を Image J を用いて表示する。
- ③ 1 枚の胸部画像 (bmp) における肺野、肺野スポット高濃度、右末梢肺野、心陰影、胸椎、右横隔膜、直接線領域、気管分岐下にマウスをポイントし測定する。

<モニター輝度の測定方法>

- ① サンプル LCD モノクロモニターの輝度を密着形輝度計で測定した。測定結果は、最小輝度 0.87 cd/m^2 、最大輝度 439 cd/m^2 であった。
- ② GSDF の階調特性により、各部位の輝度 GSDF の P 値 (正規化画素値) と輝度の関係式を用いて推奨輝度を計算する。(計算例: 中肺野の輝度は約 8.2 cd/m^2 、側胸壁近くの末梢肺野の輝度は約 22 cd/m^2 、心臓に重なる部分の輝度は約 60 cd/m^2)

上記の様に bmp 画像を用いた測定を検討したが、「胸部画像の画素値は bmp ファイルで測定するのではなく、DICOM ファイルで測定すべき」という方向性により DICOM 画像を用いて画素値を解析する方針が決まった。

なお、胸部画像の各部位における推奨輝度を提示する件については、測定の難易度や精度の問題から採用しない方向性とした。

平成 23 年 4 月 於 :第 1 回委員会

- ① 「様式 1 デジタル胸部画像の調査表」を新規に作成し、撮影条件、読影の実際、モニターの特性等の実態について平成 23 年度胸部エックス線検査精度管理調査において付帯的に調査することにした。
- ② DICOM ファイルの階調処理とヒストグラム解析結果について検討した。
- ③ DICOM ファイルの正規化と画素値測定結果について検討した。

平成 23 年 9 月 於 :第 2 回委員会

フィルム審査と併せて試行的にモノクロ 3M モニターを用いてモニター審査を併行して実施した。

	解剖学的評価	物理的評価	コメント
A ランク平均	+ 1.3	+ 0.2	
B ランク平均	- 1.4	+ 1.0	

・対象は全衛連評価で A ランクとなった画像 20 枚と B ランクになった画像 20 枚。

- ・評価点の差異は、「フィルムの評価の平均点」－「モニターの評価の平均点」である。
- ・差異が「+」の場合は、フィルムが優れていることを示す。
- ・フィルム評価がわずかに優れていたが、両者に優位の差は無かった。

平成23年9月3日～4日於：物理学的審査

良いと評価された DICOM 画像を ImageJ で測定し、肺野画素値を表示する事を検討した。

問題点として、「機種によって画像が 10 bit、12 bit になってしまうため装置の種類により画素値がばらばらになり比較できなくなる。」ことが挙げられた。

このため、「bmp ファイルを用いることで、ウインドウ処理 (WL/WW) も加味した機種によらない画素値を測定する方法」についても再度試みることにした。

平成23年9月10日～11日 於：解剖学的審査

サンプルの提出方法についていくつかの案を討議した。

- ① 各健診施設のビューワから bmp ファイルを出力して頂き、その bmp ファイルを DICOM 画像と一緒に全衛連に提出していただき、ImageJ を用いて bmp 画像を開き画素値を測定する。
- ② 全衛連で用意したビューワを用いて、全衛連に提出された全ての画像を BMP 画像に変換した後、画素値を測定する。
- ③ 胸部画像のヒストグラムを表示し、解析をする。
- ④ 各健診機関に QA ファントムを購入して頂き、そのファントムをデジタル装置で撮影し、その撮影画像を全衛連に提出して頂き、画素値を測定する。

それぞれの項目に対する問題点は次の通り

- ① 各健診施設で bmp ファイルを出力すると特性がばらばらになり、画素値を比較できないのではないかと？
- ② ビューワの bmp 出力画像と、ビューワの見え方は同じなのか？つまり、bmp 画像の階調数が 8bit であり、DICOM 画像のもつ階調数 (10 ～ 14 bit) と異なる。
- ③ 胸部画像のヒストグラム解析については、解析領域が広い場合、何を見ているか分からない。マウス操作により、胸部画像の画素値が濃度計のようにリアルタイムに測定できた方がよい
- ④ 正確性を求めると、ファントムが大型化し、価格も高くなる。適切なファントムは現在市販されていない。

このため、DICOM 画像をウインドウ処理 (WL/WW) により正規化する方法の検討することとした。

ImageJ でウインドウ処理 (WL/WW) を行い、画素値を正規化することで、WL = 2048, WW = 4096 の表示条件で 10bit, 12bit が同じ表示になることを 1 枚の胸部画像を用いて比較した報告があった。このときには、DICOM 画像の画素値をウインドウ処理した画像を「処理済画像」と仮称した。

ImageJ を用いて、処理済画像を表示し、右肺野、第 1 ～ 12 胸椎、心陰影部、右横隔膜下の領

域を多角形の領域を設定し、ヒストグラム解析した結果の報告があったが、前述のように「ヒストグラムは情報が多すぎて分かりにくい」ため、ヒストグラム解析は対象外とした。

平成 23 年 10 月 於 :審査のまとめ

正規化画素値の測定の試案についての検討。

DICOM 画像を正規化するソフト (dicomQC.exe) を作成し、胸部画像画素値を正規化するものである。DICOM 画像の付帯情報の WL, WW, 光度測定解釈を用いて、画素値を 4096 階調、画素値 0 が黒になるように正規化するとともに、画像を平滑化 (平均値フィルタ、カーネルサイズ 2 mm) も行うものである。この方法は、正規化 DICOM 画像をビューワ (ApolloView Lite) で表示し、マウスでポインタを動かすだけで、リアルタイムに局所領域 (2×2 mm 矩形領域) の正規化画素値を測定できるというものである。

平成 23 年 12 月 於 :胸部画像審査基準検討会

前述の方法を用いた画素値測定についての報告をした。全衛連審査で良いと評価された胸部画像を DICOM 正規化ソフト (dicomQC.exe, V1.2) を用いて正規化した後、ビューワ (ApolloView Lite) で正規化画素値を測定した。

表 X 良い胸部画像 1 枚の正規化画素値の測定結果

測定部位	正規化画素値
肺野	937
肺野スポット	894
右末梢肺野	1636
胸椎	2831
心陰影	2320
右横隔膜部	2526
直接線領域	1
気管分岐部	2657

なお、このときの DICOM 画像正規化ソフト (dicomQC.exe) には、まだ、一部の装置で使用している DICOM 付帯情報のリスケール傾斜、リスケール切片については考慮されていなかった。

平成 24 年 9 月 於 :第 2 回委員会

モノクロ 3M モニターを用いて、写真審査と併せてモニター試行審査を実施した。写真とモニターでの評価の違いについて検討し、審査の配点について検討した。

対象は全衛連評価で A ランクとなった画像 20 枚と B ランクになった画像 20 枚、C ランクとなった画像 10 枚。

	解剖学的評価	物理的評価	コメント
A ランク平均	— 0.5	+ 1.8	フィルムの濃度の評価が高い
B ランク平均	+ 0.5	+ 1.5	
C ランク平均	+ 1.0	— 3.5	モニターの濃度・コントラスト・粒状の評価が高い

・評価点の差異は、「フィルムの評価の平均点」－「モニターの評価の平均点」である。

・差異が「+」の場合は、フィルムが優れていることを示す。

今回は、評価の前にモニター審査の目合わせを行い、評価基準の平均化を図った。

比較は異なる評価(フィルムによる評価)の画像について行った。

解剖学的評価に於いては、評価の分類に関わらず、フィルムとモニター評価に有意の差は無かった。

物理学的評価に於いては、高い評価ではフィルムの評価がやや優れ、低い評価ではモニターの評価が優れていた。

平成 24 年 9 月 8 日 於 :審査会

フィルム審査の評価の考え方について検討した。

フィルム審査の評価の問題点として肺実質の末端描出についての評価が不十分であることが挙げられた。

- ① 評価は肺下縁のみで、外側縁、内側縁について触れていない。
- ② 側胸壁についての評価は、肺実質外側縁の描出の優劣と直接結びついていない。
- ③ 椎骨についての評価は、肺実質内側縁描出の優劣と直接結びついていない。

フィルム審査の評価が有効と考えられる点として

- ① 中枢気道の評価は肺実質内側縁描出の優劣に関連している。
- ② 骨陰影自体の評価はそれなりに意義があるとされた。

以上を踏まえ、評価の方向性は「肺実質の末端描出についての評価項目の追加が必要で、それ相応の比重で高い配点を与える」こととした。

さらに、DICOM 画像正規化ソフト (dicomQC.exe) を用いて、良いと評価された 12 枚の胸部画像の正規化画素値の測定結果についての報告があった。

測定箇所は、肺野、肺野スポット、右末梢肺野、胸椎、心陰影、右横隔膜部、直接線、気管分岐部であった。この結果、肺野画素値と「肺野濃度の評価点」との間に、明確な相関関係がなかった。胸椎画素値と縦隔濃度の評価点については、正規化画素値が 3100～3350 であれば縦隔濃度の評価点が高いというものであった。

右横隔膜部の正規化画素値と審査点との関係において、良い画像と審査点の低い画像とで分布が異なる傾向があることが分かった。

それ以外の測定部位の正規化画素値に関しては、審査点との関係が明確ではなかった。

平成 24 年 9 月 29 日～30 日 於 :間接写真審査

モニター審査の評価方法について検討した。

- ◆ 画像の拡大表示
- ◆ ウィンドウ (WL/WW) の調整
- ◆ ネガポジ反転して、物理学的評価 (粒状性) や、解剖学的評価 (肺血管) を行う。

これは、全体表示による画像審査では、粒状性の評価が難しく、画像を拡大表示して評価する必要があるというものであった。

しかしながら、審査のなかで手法が複雑になる事と、「できるだけ実際に読影される環境で審査する」原則から、上記の追加手順は行わないこととした。

平成 24 年 10 月 於 :審査のまとめ

解剖学的評価と物理学的評価の従来の評価ポイントと、モニター審査の基準、評価点の範囲の案について報告があった。

- ① モニターとフィルムにおける解剖学的評価の傾向に大きな差異はなかった。
- ② モニターとフィルムにおける物理学的評価において、モニター評価はコントラスト、鮮鋭性、粒状性の評価差が小さく差がつきにくくなった。
- ③ 従来の評価表における 1 ランクの得点差が大きく、評価と評価点の関係が適切でなかった。

平成 24 年 11 月 於 :第 3 回委員会

- ① 前述の報告を基にモニター審査基準（解剖学的及び物理的評価）の内容をまとめた。
- ② メーカーの撮影条件・画像処理条件の調査項目を統一した（様式 2）。

1-4-2 モニター審査の策定

胸部エックス線検査専門委員会は、これまで使用してきたフィルム審査基準（米国 BRH (Bureau of Radiological Health, Food and Drug Administration) の提唱による解剖学的指標と物理学的指標を加味した評価表（Symposium on the optimization of chest radiography, held in Madison 1979）を改編）に代わるモニター審査基準を作成することにした。

当委員会では、前述したように「フィルムとモニター表示画像の違い」、「各々の特徴」を踏まえ、従来からのフィルム審査と内容、品質において連続性のあるモニター審査基準とするため、様々な観点から検討した。

その検討を経て作成したものが資料 3-1-①、3-1-②のモニター審査基準（解剖学的指標、物理学的指標）である。参考までにこれまで使用してきたフィルム審査基準（解剖学的指標、物理学的指標）を資料 3-2-①、3-2-②に示した。

胸部画像審査の改正点の概要は以下のとおりである。

表 7 胸部画像審査の改正点の概要

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">① 各々の評価を 4 段階から 3 段階にした。② 解剖学的評価においてフィルム審査基準では末梢血管の描出に重点を置かれていたが胸部全体の描出が均等に評価されるようにした。③ 物理学的評価において粒状性、鮮鋭度に対する配点を下げ、新たに照射線量、モニターの定期点検について評価対象とした。 |
|--|

このように胸部画像の審査基準を改正した理由は、従来のアナログフィルムでは肺野末梢血管の描出が精細であれば肺野全体の描出も良好なものとなっているとの事実を踏まえ、肺野末梢血管の描出に重きを置いてきたが、デジタル撮影装置においては周波数処理、階調処理を適切に行うことにより、胸部の各部位の精細な描出が可能となっていることから、審査の対象となる各部位を等質に評価することとしたためである。

なお、非公表ではあるが、専門委員会ではデジタル画像の特徴を踏まえ、それぞれの評価項目について、見え方と評価の統一的な解釈を作成し、評価者の判断基準の標準化を図っている。

また、平成 24 年度精度管理調査においてフィルムとデジタル画像（CD/DVD）の両方を提出した 248 枚のフィルムの中から、フィルム審査において A 評価、B 評価、C 評価であった各々 30 枚のフィルムについて、モニタ審査基準を用いて評価したところ、ほぼ同様の結果となったことから、フィルム審査基準とモニタ画像審査基準とで、内容、品質において連続性があることを確認した。

1.5 審査基準

モニター審査は、資料 3-1-①、3-1-②に示す審査基準を用いて実施した。

なお、モニター審査においては、審査の前に、審査員は「目合わせ」のために、サンプル画像を評価し、採点の標準化を行ったほか、4M2 面一体型(8M)モニターを使用し、一面に標準画像を表示し、提出画像と比較できる形で行った。

4M2 面一体型モニターの使用に際し、3M 白黒モニターと比較審査を行った。

	解剖学的評価	物理的評価	コメント
A ランク平均	－ 0.5	－ 1.5	8M のコントラスト、鮮鋭度の評価が高い
B ランク平均	－ 1.4	－ 2.5	8M のコントラスト、鮮鋭度の評価が高い

- ・評価点の差異は、「3M 白黒」－「8M カラー」である。
- ・結果が「＋」の場合、3M 白黒の評価が高いことを示す。
- ・解剖学評価の差異は小さく、優位さは無いと思われるが、物理学評価においては、モニターの特性として、「粒状性」の問題が抑制され、評価が向上する事、8M カラーモニターを使用することで、コントラストと鮮鋭度の評価が向上する傾向となった。

25 年度を最終として実施したフィルム審査は、従来通りのフィルム審査基準（資料 3-2-①、3-2-②）に基づいて実施した。

1.6 審査条件

モニター審査の条件は以下のとおりである。

表8 モニタ審査条件

分 類	項 目	仕 様
モニター	パネル種類	カラーTFT 液晶パネル (IPS 方式)
	解像度	8M (800 万画素) (4M (400 万画素) モニター 2 台分)
	画素ピッチ	0.1995 × 0.1995 mm
	解像度	4096 × 2160
	階調特性	GSDF (DICOM Part 14 準拠)
	最小輝度	0.7 cd/m ²
	最大輝度	400 cd/m ²
ビューワ	名称	ApolloView Lite (フリーソフト)
		CD/DVD 付属のビューワ (ApolloView Lite で表示できない場合)
	ウィンドウ条件 WL/WW	DICOM 画像の付帯情報に記録してある WL, WW の値。
審査室	環境照度	30 ～ 50 lx (ルクス)

1.7 成績判定方法

審査は画像 1 枚ごとに行い、「解剖学的指標による評価」は 70 点、「物理学的要素による評価」は 30 点とし、その合計を各 100 点とした。

画像 3 枚の総てに上記の方法による得点の平均点を算出し、その値が 85 点以上は総合評価 A(優)、70 点以上 85 点未満は総合評価 B (良)、50 点以上 70 点未満は総合評価 C (可)、50 点未満は総合評価 D (不可) とした。

1.8 総合評価

厳正な審査の結果、以下に示すランクにより評価し、採点結果を「全衛連胸部エックス線検査精度管理調査評価結果」として各施設へ報告した。

表9 総合評価の内容

総合評価	審査点	内 容
A (優)	85 点以上	画像全体が鮮明で病変を容易に視認しやすい水準である。
B (良)	70 点以上 84 点以下	A 評価水準には達しないものの、画像は鮮明で病変を容易に視認しやすい水準である。
C (可)	50 点以上 69 点以下	日常エックス線診断は可能と考えられるが、画像が鮮明とまでは評価できない。
D (不可)	49 点以下	画像全体が不鮮明で、日常エックス線診断には適さない。

全衛連の精度管理の主目標は、ボトムアップに置かれている。総合評価 D とされた施設および画質が現在の撮影技術・画像処理水準からみて不十分であり、重大な問題があると思われる施設については個別指導の対象としている。

1-5. 審査結果

審査した結果は、第1表、第2表のとおりである。

表1 審査結果

区分	評 価 結 果				合計
	A (優)	B (良)	C (可)	D (不可)	
	100～85	84～70	69～50	49点以下	
デジタル	394	461	9	0	864
	45.6%	53.4%	1.0%		100%
直接撮影 フィルム	42	63	0	0	105
	31.7%	66.1%	2.3%		100%
参加施設 総合評価	142	178	3	0	323
	44.0%	55.1%	0.9%		100%

表2 項目別審査の詳細

2-① デジタル画像 (864枚)

解剖学的評価

		評 価 結 果			
		A (優)	B (良)	C (可)	D (不可)
骨格系	鎖骨	64	668	132	0
		7.4%	77.3%	15.3%	
	胸椎	107	577	180	0
		12.4%	66.8%	20.8%	
縦隔	心陰影部	115	573	176	0
		13.3%	66.3%	20.4%	
気道系	気管	99	648	117	0
		11.5%	75.0%	13.5%	
肺実質	右横隔膜	91	558	215	0
		10.5%	64.6%	24.9%	
	肺血管	19	669	176	0
		2.2%	77.4%	20.4%	

物理学的評価

		評 価 結 果			
		A (優)	B (良)	C (可)	D (不可)
コントラスト	心血管	37	548	279	0
		4.3%	63.4%	32.3%	
肺野輝度	肺全体	84	594	186	0
		9.7%	68.8%	21.5%	
縦隔輝度	心臓	437	374	53	0
		50.6%	43.3%	6.1%	
粒状性	肺野	800	0	64	0
		92.6%		7.4%	
	心臓下縁	665	0	199	0
		77.0%		23.0%	
鮮鋭度	右下肺血管	722	0	142	0
		83.6%		16.4%	
照射線量	計算値	277	0	11	0
		96.2%		3.8%	
モニター等	精度管理	219	0	69	0
		76.0%		24.0%	

2-② 直接撮影 アナログ (105枚)

解剖学的評価

		A	B	C	D
骨格系	肋骨縁	0	103	2	0
			98.1%	1.9%	
	鎖骨	16	89	0	0
		15.2%	84.8%		
縦隔心陰影	心陰影部	36	69	0	0
		34.3%	65.7%		
	胸椎	0	91	13	1
		0.0%	86.7%	12.4%	1.0%
気道系	気管	17	81	7	0
		16.2%	77.1%	6.7%	
血管系	右横隔膜	14	79	12	0
		13.3%	75.2%	11.4%	
	肺血管	2	103	0	0
		1.9%	98.1%		

物理学的評価

		A	B	C	D
肺野濃度	肺全体	9	90	6	0
		8.6%	85.7%	5.7%	
縦隔濃度	心臓	35	62	8	0
		33.3%	59.0%	7.6%	
コントラスト	心血管	1	97	7	0
		1.0%	92.4%	6.7%	
鮮鋭度	圧着の程度	29	64	12	0
		27.6%	61.0%	11.4%	
粒状度	腋窩部	66	35	4	0
		62.9%	33.3%	3.8%	

表3 全体

		平成25年度 枚数	平成24年度 フィルム枚数	平成23年度 フィルム枚数	平成22年度 フィルム枚数	平成21年度 フィルム枚数
評価 区分	評価 A (優) (100~85)	436	308	305	193	201
		45.0%	28.4%	31.1%	19.7%	21.2%
	評価 B (良) (84~70)	524	642	641	721	710
		54.1%	66.0%	65.3%	73.5%	74.9%
	評価 C (可) (69~50)	9	22	32	67	37
		0.9%	2.3%	3.3%	6.8%	3.9%
	評価 D (不可) (49以下)	0	0	3	0	0
			0.0%	0.3%	0.0%	0.0%
	合 計	969	972	981	981	948
		100%	100%	100%	100%	100%

表4 デジタル画像

		平成25年度 枚数	平成24年度 フィルム枚数	平成23年度 フィルム枚数	平成22年度 フィルム枚数	平成21年度 フィルム枚数
評価 区分	評価 A (優) (100~85)	394	279	272	164	142
		45.6%	28.7%	27.7%	16.7	15%
	評価 B (良) (84~70)	461	459	390	371	283
		53.4%	47.2%	39.8%	37.8%	29.9%
	評価 C (可) (69~50)	9	16	27	28	2
		1.0%	1.7%	2.8%	2.9%	0.2%
	評価 D (不可) (49以下)	0	0	3	0	0
			0.0%	0.3%	0.0%	0.0%
	デジタル計	864	754	692	563	427
		100%	77.6%	70.5%	57.4%	45.0%

表5 直接撮影写真（アナログ）

		平成25年度 フィルム枚数	平成24年度 フィルム枚数	平成23年度 フィルム枚数	平成22年度 フィルム枚数	平成21年度 フィルム枚数
評価 区分	評価 A (優) (100~85)	42	29	33	29	59
		40.0%	3.0%	3.4%	3.0%	6.2%
	評価 B (良) (84~70)	63	183	251	350	427
		60.0%	18.8%	25.6%	35.7%	45.0%
	評価 C (可) (69~50)	0	6	5	39	35
			0.6%	0.5%	4%	3.70%
	評価 D (不可) (49以下)	0	0	0	0	0
			0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	アナログ計	105	218	289	418	521
		100%	22.4%	29.5%	42.6%	55.0%

表6 参加施設数

区分 \ 年度		平成25年度 施設数	平成24年度 施設数	平成23年度 施設数	平成22年度 施設数	平成21年度 施設数
評価区分	評価 A (優) (100～85)	142 (44.0 %)	92 (28.4 %)	92 (28.1 %)	52 (15.9 %)	60 (19.0 %)
	評価 B (良) (84～70)	178 (55.1 %)	229 (70.7 %)	224 (68.5 %)	257 (78.6 %)	250 (79.1 %)
	評価 C (可) (69～50)	3 (0.9 %)	3 (0.9 %)	10 (3.1 %)	18 (5.5 %)	6 (1.9 %)
	評価 D (不可) (49以下)	0	0 %	1 (0.3 %)	0 (0.0 %)	0 (0.0 %)
	合 計	323 (100 %)	324 (100 %)	327 (100 %)	327 (100 %)	316 (100 %)

1-6 評価Cとされた画像を改善するための指導

審査結果が 69 点以下の画像（C 評価 9、D 評価 0）について、画質改善を図るため、提出された調査表等の撮影条件をもとに問題点、留意事項及び改善方法を推定し、評価コメントとして具体的に示した。

表 7 改善を指摘された項目

主な問題点	留 意 事 項		コメント数
輝度	肺 野	高い： 画像処理条件が不適切	1
		低い： 画像処理条件が不適切	2
		肺野に左右の輝度差がある	1
	縦 隔	輝度が高い（黒化度不足）： 画像処理条件が不適切	6
コントラスト	コントラスト不良（低い）		2
鮮鋭度			0
粒状性			0
画像処理、撮影条件アーチファクト	モアレ状アーチファクト		1
被写体の撮影位置	左右の調整		2
	肩甲骨の排除		2
撮影線量			0
DICOM ファイル			0
精度管理面での不足事項			0

2. 平成 25 年度の審査を終えて

デジタル (CR/DR) 画像、またはアナログ写真を提出した施設数と、提出された画像枚数は次のとおりである。

デジタル画像	288 施設	864 枚	89.2 %
アナログ写真	35 施設	105 枚	10.8 %

今年度デジタル画像による精度管理調査への参加は昨年度の CR/DR 装置の胸部写真の 754 枚より 110 枚増加した。

胸部エックス線画像を提出された施設の審査結果は、評価 A (優) 127、評価 B (良) 158、評価 C (可) 3、評価 D (不可) 0 であった。また、提出された 864 枚の胸部エックス線画像の審査結果は、評価 A (優) 394 枚 (45.6 %)、評価 B (良) 461 枚 (53.4 %)、評価 C (可) 9 枚 (1.0 %)、評価 D (不可) 0 枚 (0 %) であった。

今年度提出されたデジタル画像の傾向は、デジタルシステムの特徴である画像処理を活かして、胸郭全体が鮮明に描出されている画像が増加したことにある。しかしながら、画像処理が適切に行われていない画像、CR/DR 装置への入射線量が不足していることで末梢肺野部や縦隔部の描出が不十分な画像、粒状性が極端に劣化している画像もあった。

評価 A (優) を取得した施設が、昨年度の 28.4 % に対して 45.0% に大幅に増えたことは、デジタルシステムの画像表示装置としてモニター特性が適していることが考えられるが、デジタルシステムの使用に対して習熟度が上がり、よりそれぞれの撮影環境に適した撮影条件および画像処理条件が用いられたと考えられる。

また、290 施設中 259 施設で表示階調特性が GSDF のモニターを使用しており、表示階調特性の標準化が図られていることも一助と思われる。

過度の画像処理をしている画像は 864 枚中 24 枚 (11 施設) で認められた。表 8 は不適切処理の例である。粒状を改善するために、ノイズ抑制処理を過度に適用すると、低周波 (胸椎や血管の辺縁) の描出が不明瞭になり、低線量域 (縦隔・横隔膜下) の粒状が極端に劣化するなどの弊害が発生する可能性がある。

胸部エックス線画像の画質を改善するためには、CR/DR 装置への入射線量や撮影時間の適正化を含め、システム全体を把握した総合的な判断のうえ、適切な画像処理を適用する必要がある。画像処理の目安として全衛連で頒布した「平成 22 年度 胸部エックス線推奨写真」などを参考に、所有する CR/DR 装置の特性に適した画像処理パラメータを使用することが必要である。

なお、デジタル画像 864 枚のうち、表 9 の事項が指導された場合は各減点 1 とした。
減点対象となった画像のそれぞれの指摘事項は表 9 のとおりである。

表 8 不適切処理の問題点

1. 周波数強調処理が強すぎる
・ 高周波数領域の強調が強すぎると、量子ノイズが強調され、粒状性が低下する。
・ 中間周波数から高周波数領域の強調が強すぎると、肺血管影が部分的に描出されない。
2. ダイナミックレンジ圧縮処理が強すぎる
・ 縦隔部の輝度が必要以上に低くなり、見かけ上の肺野コントラストが低下する。 (肺野全体の輝度が低下する。)
・ 輝度の低下により粒状性の粗が目立ってくる。
3. ノイズ抑制処理が強すぎる
・ 細い肺血管の同定が難しくなる。
・ 鮮鋭性が低下し、血管影や骨陰影の辺縁がぼけたり、骨梁等の描出が難しくなる。

表 9 減点とされた指摘項目

項 目	枚 数	比率 [%]
第 7 頸椎の欠如	59	6.8
肩甲骨の排除不足	49	5.7
肺底部の欠如	17	2.0
中心線からのズレ	5	0.6
不適切処理	24	2.8
計	151	17.5

3. 診断に適した胸部エックス線画像の諸条件 (デジタル画像/モニター診断)

3-1 病変の検出やその性状判定への適性

胸部エックス線画像においては、その鮮鋭度やコントラストおよび粒状性などによって、病変の検出能や性状の認め易さなどが決まる。

さらに、肺野の微細な病変や、淡い陰影、骨と重なる肺血管が読影し易いものでなければならない。そのために正常肺では、肺野の血管影が明瞭に描出されていることはもちろんであるが、肺野に重なる解剖構造を理解して、肺野全体を描出しなければ良いエックス線画像とはいえない。

胸部エックス線画像の画質を肺血管の見え方から判断する場合には、肺門部の肺血管の辺縁が鮮明に見えること、下肺野中層部の肺血管の辺縁が血管の太さを測れるほどに鮮明に見えること、末梢肺野の血管影については比較的太い主軸枝のみならず側方に分枝される細い側枝も明瞭に見えることなどが望ましい。この三つの要素の達成は後者ほど困難であるが、最後の末梢肺野についての要求まで満たされていれば優れた胸部エックス線画像といえる。また、横隔膜と重なる肺下縁や、心陰影と重なる血管の辺縁が明瞭に描出できれば更によい。

縦隔部については、前縦隔線や後縦隔線がよく見え、かつ左主気管支下壁が多少とも見え、胸椎の椎弓根が見え、できれば棘突起が多少とも見えることが望ましい。これらは胸部エックス線画像で全体的にコントラストがあり、中～高輝度領域の輝度比(コントラスト)が良く、粒状性などに問題がない時に可能となる。

3-2 画像の輝度／輝度比(コントラスト)について

胸部エックス線画像は、一枚の画像中にエックス線吸収の大きく異なる肺組織と骨が、制限された輝度(最小輝度(黒)～最大輝度(白))の範囲内でコントラスト良く忠実に描出されるのが望ましい。

第1に、中肺野肋間部分の輝度を適正に保つことが重要であり、胸部画像全体のバランスを保つ基準となる。アナログ写真では、フィルム濃度として1.8前後が最も良いとしていた。第2に、肋間部分及び肋骨に重なった部分のコントラストがあり、適度に保たれる輝度で、輝度が低過ぎたり、高過ぎるのは良くない。同様に側胸壁近くの末梢肺野の輝度も高過ぎるのは良くない。末梢肺野のコントラストについては、側胸壁の肋骨沿いに肺の外側縁が明瞭に認識でき、肺野全体を描出することが望ましい。

第3に、横隔膜や心臓、あるいは縦隔大血管に重なる肺野の輝度も適度に保たれる必要がある。具体的なチェックポイントとして、心臓に重なる左下肺野内側域の肺血管影が見えると共に、右横隔膜に重なる右肺底部の血管影が認識でき、右肺の下縁が描出されていれば申し分ない。

第4に、縦隔のコントラストについては右主気管支の下壁が良く見え、さらに左主気管

支の下壁も認識できる程度は必要である。

【参考】

全衛連では、フィルム濃度に代わって、正規化画素値の測定を検討している。正規化画素値とは、モニターの最小輝度、最大輝度が分かれば、正規化画素値からGSDFの表示階調特性のモニター表示輝度を計算で求めることができる値である。良好な胸部エックス線画像の場合、正規化画素値は下表のような値であり、参考にされたい。もちろん、全体的に画質が良好な胸部エックス線画像においても、被写体に依存する部分もあり、この範囲でないことも許される。平成25年度の評価の高い胸部画像の正規化画素値の測定結果は下記のとおりであった。

評価の高い胸部画像の正規化画素値の測定結果 (H25年)

- | | |
|--------------------------------------|---------------|
| ① 中肺野 (右肺野 第六、七肋骨間) の正規化画素値 | : 810 ~ 1200 |
| ② 末梢肺野の正規化画素値 (肩甲骨の内側で肋骨を含まない右末梢肺野部) | : 2200 ~ 2600 |
| ③ 第八、九胸椎の棘突起の右側の正規化画素値 | : 3100 ~ 3400 |

※ 測定方法

ビューワ (ApolloView Lite) で付帯情報 (リスケール傾斜、リスケール切片、ウィンドウレベル、ウィンドウ幅、光度測定解釈) を調査した後、画像解析ソフト (ImageJ) を用いて各領域の画素値を測定し、エクセルを用いて12 bit (4096 階調)、骨白に画像値を変換する (正規化画素値への変換)。

3-3 具体的留意点

1) 鮮鋭度

画像処理のエッジ強調により、見た目の鮮鋭性を適正に改善することはデジタル画像の強みである。ただし、過剰な強調は粒状性を劣化させることがあるので注意が必要である。

撮影時間は、30ms (0.030 s) 以下が望ましい。撮影時間が長い場合、心臓の動きなどにより像がぶれる。特に左下肺野の血管影が不鮮鋭化しやすい。エックス線管装置の焦点サイズは1mm 以下であることが望ましい。

2) コントラスト

エックス線画像のコントラストが低い場合、肺野の微細病変を不鮮明にしてその発見を妨げ、病巣の辺縁が明瞭か、不明瞭なのかの判断を困難にする。

デジタル画像処理では、コントラストの変更が可能である。肺野のコントラストは適度に高く、縦隔部の高輝度部のコントラストは分解能を考慮して調整する必要がある。

3) 粒状性

被検者の被ばく線量の低減は必要である。しかし、胸部エックス線画像で量子モ

トルがあまり目立つものは不適當である。また、デジタル画像処理では、エッジ強調やダイナミックレンジ圧縮処理の強調度により粒状性が目立ちやすくなることにも注意が必要である。

4) 散乱線

適正な散乱線除去により基本画像を良好に維持することは良い画像を得るうえで重要である。

散乱線除去のためのグリッドを選択する場合には格子比に留意してほしい（例：管電圧100 kV、120 kV、140 kVに対し、高密度グリッド（固定式）はそれぞれ12:1、14:1、16:1が適當。移動式グリッドでは、それぞれ10:1、12:1、14:1が適當）。撮影時に照射野を限定するために、絞りを活用すべきであることはいうまでもない。

5) 画像処理

デジタルの持ち味を生かした診断価値の高い画像を作成することは必要である。しかし、過剰な画像処理により、解剖構造が見えにくくなることもあることを認識し、適切な画像処理パラメータの設定が必要である。

6) フィルタ

被ばくの観点から、総ろ過（管球の固有ろ過＋絞りの固有ろ過＋付加フィルタ）が2.5 mm Al 当量による軟X線の除去は重要である。しかし、総ろ過2.5 mm Al 当量を大幅に超える付加フィルタのアルミ板の追加や銅フィルタの使用はX線管装置への負担の増加や、撮影時間の増加や、心臓周辺の肺血管の動きボケの増加になるため、十分な検討が必要である。

7) 読影モニター

表示階調特性がGSDFで、解像度（2～5メガピクセル）、最大輝度（ L_{max} ：300 cd/m²）以上を推奨する。また、モニタの定期的な品質管理を実施することはいうまでもない。

なお、読影室内の環境照度は、30～50 lx（ルクス）が望ましい。

デジタル画像システムにおける良い胸部エックス線画像

1. 適正な画像輝度
 - ・肺野から縦隔までバランスの良い画像輝度
 - ・肺野部の輝度不足、縦隔部の輝度過多に注意
2. 低輝度部から高輝度部まで肺野全域でコントラストが良好
3. 粒状性の目立たない良好な画像
4. 適正な画像処理パラメータの使用
 - ・メーカー推奨範囲を基準に調整
 - ・縦隔部の描出向上のためのダイナミックレンジ圧縮処理の活用
 - ・過度な強調に注意
5. 撮影管電圧は120～130 kV／高密度グリッド比14：1使用
 - ・撮影時間 30 ms以下
 - ・標準体型の被検者の皮膚表面位置における照射線量は0.3 mGy以下
6. 表示階調特性がGSDFに補正された高解像度のモニターを使用
 - ・解像度： 2～5メガピクセル
 - ・最大輝度 (Lmax)： 300 cd/m² 以上
7. 適正な読影環境 : 環境照度 30 ～50 lx (ルクス)

4. 様式1 胸部エックス線画像の調査表の記入に係る問題点

(1) 撮影条件の未記入と誤記

自動露出制御により撮影時間や mAs 値を自動で設定している場合、撮影時間や mAs 値が固定ではないために、調査表に撮影時間や mAs 値を記載していない施設が散見された。

撮影時間、あるいは mAs 値が不明な場合、NDD 法[1]を用いて被検者の背中の皮膚表面の位置における入射線量を計算できず、入射線量が公益社団法人 日本診療放射線技師会の医療被ばくガイドラインの 0.3 mGy 以下であることを確認できない。

胸部エックス線画像の付帯情報に撮影条件を記録できない装置を使用している場合には、撮影室や検診車毎に、標準体型の被検者の平均的な撮影時間、あるいは平均的な mAs 値を調査した後、調査表に撮影時間、あるいは mAs 値を記載していただきたい。

撮影時間ではなく mAs 値を表示する X 線撮影装置を使用している施設で、管電流と撮影時間の未記入が多かった。X 線撮影装置の取扱説明書の中に記載している管電圧に対応した管電流を確認し、 $\text{mAs 値} \div \text{管電流 (mA)}$ から撮影時間 (s) を計算していただきたい。そして、撮影時間の単位を s (秒) から ms (ミリ秒) に変換し調査表に記載していただきたい。なお、撮影時間は 30 ms (0.030 s) 以下が推奨である。また、撮影時間が長い場合、心臓付近の肺血管影がぼけるため、撮影時間は長い場合でも 50 ms (0.050 s) 以下である必要がある。

なお、mAs 値を表示する X 線撮影装置で、管電圧に対応した管電流が不明な場合には、X 線撮影装置のメーカーまで問い合わせていただきたい。

撮影時間の単位が ms (ミリ秒) にも係わらず s (秒) と混同して撮影時間を記載した施設が散見された。撮影時間の単位に注意して記載していただきたい。例えば、調査表には 0.030 ms ではなく、30 ms と記載していただきたい。

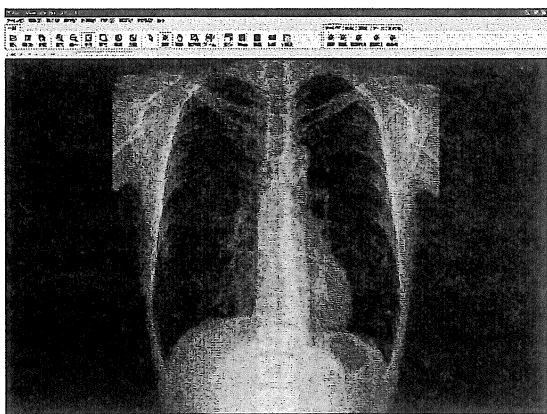
(2) 焦点皮膚間距離の誤記

撮影距離と焦点皮膚間距離とを混同して記載していた施設があった。焦点皮膚間距離の誤記は、NDD 法の計算による被検者の背中の皮膚面における入射線量の誤差につながる。焦点皮膚間距離は、撮影距離ではなく、X 線管装置の焦点から被検者の背中の皮膚までの距離である

(図 1)。標準体型の胸部の厚さは 18 cm であり、CR/DR 装置の受像部のカバーから受像面 (IP 入射面、FPD 入射面) までの距離は凡そ 2cm である。このため、撮影距離が 200 cm の場合、焦点皮膚間距離は $200 - 20 = 180 \text{ cm}$ になる。焦点皮膚間距離を正しく調査表に記載していただきたい。

(3) WL、WW の記載値とビューワ表示値の不一致

調査表に記載した WL, WW と、ビューワ (ApolloView Lite) に表示した WL, WW が異なる施設が 288 施設中 49 施設あった。全衛連の胸部エックス線画像の審査では、調査表やメモ用紙に記載された WL, WW の値は使用していない。全衛連では、WL, WW を調整せずに、DICOM 画像の付帯情報に記録されている WL, WW を用いて画像を表示し審査している。ビューワ (ApolloView Lite) を用いて、DICOM 画像の付帯情報の WL, WW の値を確認した上で、調査表に WL, WW の値を記載していただきたい。



(1) CD/DVD 内の胸部エックス線画像の表示



(2) ビューワでの WL、WW の確認
(手動で WL, WW は調整しない)

画像1	WL= 2047	WW= 4096
画像2	WL= 2047	WW= 4096
画像3	WL= 2047	WW= 4096

(3) WL、WW の調査表への記載

図 2 ビューワ (ApolloView Lite) を用いた WL、WW の確認と調査表への記載

(4) 画像データの階調数

調査表において、画像データの階調数の誤記が散見された。画像データの階調数は、胸部エックス線画像をビューワ（ApolloView Lite）で表示した後、付帯情報を表示し、格納ビットの値を確認する。そして、表 1 を用いて格納ビットに対応した画像データの階調数を確認する。来年度から、画像データの階調数を正しく記載していただきたい。

表 1 胸部エックス線画像の格納ビットと画像データの階調数の関係

格納ビット	画像データの階調数
10	1024
12	4096
14	16384

(5) モニターの階調特性

モニターの階調特性が GSDF ではないと回答した施設が 291 施設中 14 施設あった。じん肺画像をモニターで診断する場合、モニターの階調特性を GSDF にキャリブレーション（校正）することが要求されている[2, 3]。

モニターの階調特性（ガンマ 2.2、GSDF）の比較図を図 3 に示す。階調特性がガンマ 2.2 のモニターを使用している施設で適正と判断した胸部エックス線画像を全衛連で審査に使用している GSDF の階調特性のモニターで表示すると、肺野の輝度が低く、肺の血管影のコントラストが低く表示されてしまう。つまり、GSDF とは異なる階調特性のモニターを使用していると、全衛連では施設と同じ見え方で審査することができない。今後、モニターを更新する際には、階調特性が GSDF であることを確認していただきたい。

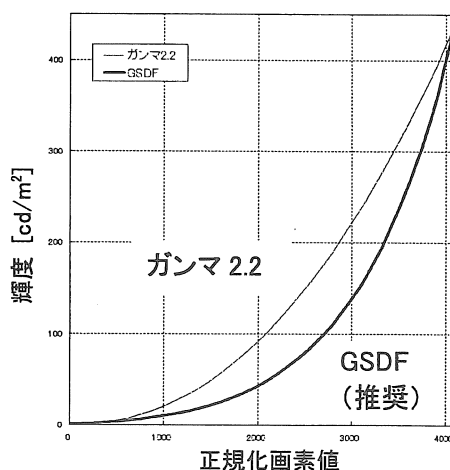


図 3 モニターの階調特性の例

(6) モニターの階調特性の校正

モニターの階調特性を GSDF に校正していない施設が 290 施設中 53 施設あった。じん肺画像の読影には、階調特性を GSDF に校正しているモニターの使用が推奨されている[3]。そして、管理グレード 1（読影用）のモニターの場合、コントラスト応答の誤差が $\pm 15\%$ 以内であるかどうか、年 1 回確認することが推奨されている[4, 5]。このため、使用しているビューワメーカーにモニターの階調特性を GSDF に校正する機能（例：モニター品質管理ソフトウェア＋密着形輝度計）について問い合わせ対応していただきたい。

モニター品質管理ソフトウェアを所有していない施設が 290 施設中 135 施設あった。モニターの階調特性が GSDF であるものの、階調特性を年 1 回 GSDF に校正していない場合には、使用しているビューワメーカーに、モニターの階調特性を GSDF に校正するモニター品質管理ソフトウェアについて問い合わせ対応していただきたい。

なお、密着形輝度計を用いたモニターの階調特性の確認方法について以下に示す。階調特性を自動的に GSDF に補正する機能がないモニターを使用している場合や、モニター品質管理ソフトウェアがない場合には、以下の手順によりモニターの階調特性が GSDF であるか確認できる。

① JIRA のホームページを開く

http://www.jira-net.or.jp/commission/system/04_information/information.html

モニターの解像度、縦/横に対応したテストパターンをダウンロードし解凍する。BN8 フォルダの中に、18 種類のビットマップファイルが入っている（図 4）。

② JIRA のホームページから、試験結果報告書をダウンロードし、解凍する。

③ モニターの電源を投入してからモニターの輝度が安定するまで待つ（例：30 分）。

④ テストパターンを表示し、モニターの中央に密着形輝度計を手で密着させ、輝度を測定する（図 5）。

⑤ 同様に、テストパターンを切り替えて、輝度を測定する。

⑥ 試験結果報告書の中にある Accept_Report_v1.2.xls ファイルを開き、コントラスト応答のシートを表示する（図 6）。

⑦ 測定輝度の欄に測定した 18 種類の輝度を手入力する（図 6）。

- ⑧ 図 6 の表の右下にコントラスト応答の最大偏差が表示される。最大偏差が $\pm 15\%$ 以内であれば、管理グレード 1 に適合しており、モニターの階調特性は GSDF である。
- ⑨ コントラスト応答のグラフがエクセルファイル上に表示される (図 7)。どの JND インデックス (輝度) でどの程度 GSDF の階調特性に近いかを確認する。

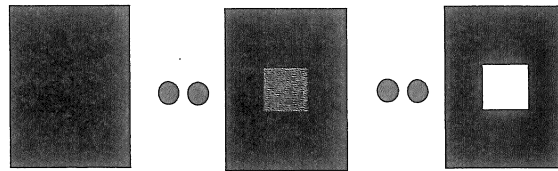


図4 テストパターン（18種類、画素値が0～255まで等間隔に変化したもの）

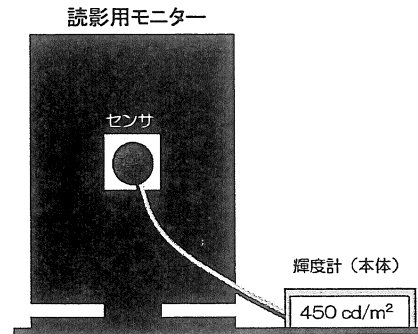


図5 モニターの輝度測定装置の配置図

黒
↑

cd/m ²		JND Index	%	
LNBパターン	測定輝度	J(L)	ΔL/L for a JND	偏差
LNB-01	0.49	46.1	0.0243	-0.82
LNB-02	1.28	82.3	0.0185	-0.14
LNB-03	2.60	118.6	0.0150	-0.76
LNB-04	4.56	154.8	0.0133	2.89
LNB-05	7.49	192.4	0.0114	-0.56
LNB-06	11.42	228.7	0.0101	-2.10
LNB-07	16.60	264.5	0.0086	1.06
LNB-08	23.69	301.3	0.0086	-3.19
LNB-09	32.57	336.6	0.0084	-0.64
LNB-10	44.32	372.8	0.0080	-0.32
LNB-11	59.55	409.1	0.0078	0.81
LNB-12	79.38	445.9	0.0075	0.54
LNB-13	104.74	482.6	0.0074	2.17
LNB-14	137.75	519.9	0.0072	1.74
LNB-15	179.83	557.1	0.0071	1.39
LNB-16	233.33	594.2	0.0069	0.27
LNB-17	300.59	630.8	0.0069	1.12
LNB-18	386.68	667.8		
			最大偏差	-3.19

↓
白

図6 コントラスト応答の例

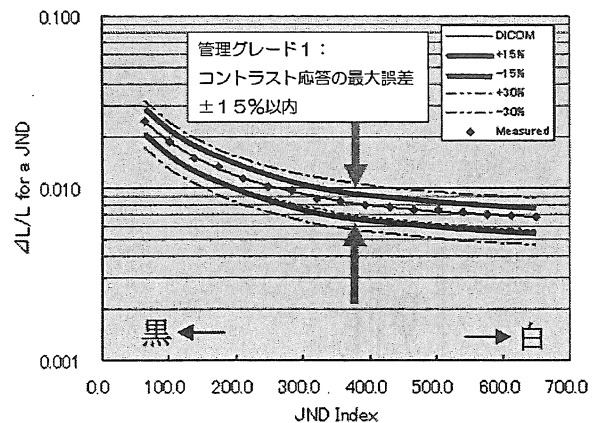


図7 コントラスト応答の例

（17点の測定点が太い2本の曲線の範囲内であれば、階調特性はGSDFである。）

(7) モニターの最大輝度

モニターの最大輝度を記載していない施設が290施設中82施設あった。また、モニターの最大輝度が300 cd/m²未満の施設が290施設中15施設あった。

また、調査表の最大輝度の欄に、モニターの最大輝度の仕様（例：1000 cd/m²）を記載した施設が散見された。全衛連の調査表における「モニターの最大輝度」には、モニターの最大輝度の仕様ではなく、実際に測定した輝度を記載されたい。

モニターの最大輝度の測定には、①モニター内蔵の輝度計、②密着形輝度計、③望遠形輝度計を使用する（図8）。使用しているビューワメーカーにモニターの輝度測定について相談願

たい。

じん肺画像の読影には、最大輝度が 300 cd/m^2 以上のモニターの使用が要求されている[3]。また、設置時のモニターの最高輝度が 500 cd/m^2 の場合、その最高輝度が 67 %以下に低下すると胸部写真として使用する上で臨床的に読影結果の精度に影響を与えたことが報告されている[6]。

モニターの最大輝度を年 1 回測定し、 300 cd/m^2 以上であることを確認されたい。また、モニターの最大輝度が 300 cd/m^2 未満の場合には、モニターの更新を検討されたい。

モニターの最大輝度の経年変化の模式図を図 9 に示す。モニターの推奨輝度（キャリブレーション推奨輝度）は、一般的に、モニターの最大輝度の仕様（例： 1000 cd/m^2 ）の約 45%（例： 450 cd/m^2 ）に設定されている。推奨輝度をモニターの最大輝度の仕様と同じ値に設定した場合、モニターの使用時間とともに最大輝度が大きく低下し、輝度に変化してしまう。しかし、輝度安定化回路を搭載しているモニターで、推奨輝度をモニターの最大輝度の仕様の約 45%に設定すると、モニターの使用時間によらずモニターの最大輝度を推奨輝度に保つことができる。

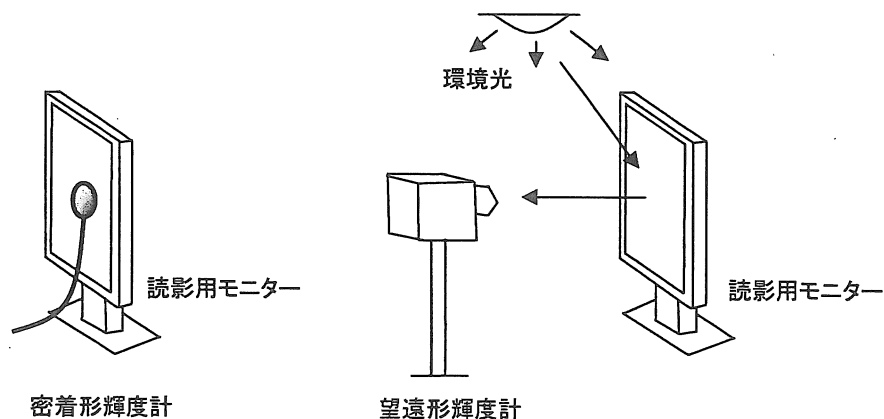


図 8 密着形輝度計と望遠形輝度計

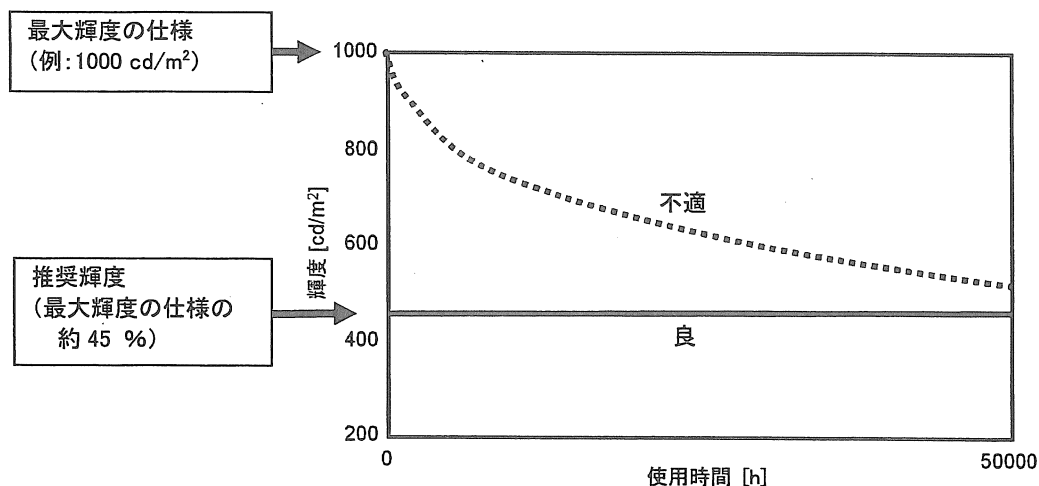


図 9 モニターの最大輝度の経年変化の模式図

(8) 読影用モニターの年1回の点検の未実施

読影用モニターを年1回点検していない施設が291施設中95施設あった。モニターの最大輝度の低下や、階調特性のGSDFからのずれは徐々に進むため、変化に気づきにくい。このため、モニターの最大輝度の年1回の測定、モニターの階調特性のGSDFからの誤差の調査、階調特性の校正は重要である。また社団法人日本画像医療システム工業会（JIRA）の医用画像システム部会のホームページにテストツールが掲載されている。

<http://www.jira-net.or.jp/commission/system/index.html>

テストツールの中にある、基準臨床画像や、DICOMのテストパターンをダウンロードし、年1回、モニターに表示し、目視確認を行って頂きたい。また、医用画像表示用モニターの品質管理に関するガイドライン（JESRA X-0093*A-2010）やJIS規格書を参照願いたい[4, 5]。

(9) 読影室の環境照度

読影室の環境照度は290施設中36施設で200 lx（ルクス）以上であった。環境照度が増加すると、外光がモニターの表示画面でランダムな方向に反射する光（環境輝度と呼ばれる）が増加する（図10）。読影室の照度が200 lxと高く、さらに環境輝度を含まずに階調特性を校正している場合、低輝度部である肺野の血管影のコントラストが低下し、見えにくくなる。全衛連の胸部画像審査での環境照度は30～50 lxである。読影室の環境照度が30～50 lxになるように検討していただきたい。読影室の環境照度が200 lx以上のような明るい環境の場合には、モニターのキャリブレーション設定画像において環境輝度の値を入力した上で（例：環境照度が200 lxの場合、環境輝度は4.0 cd/m²）、校正を実行することを検討していただきたい。ビュ

一ワのメーカーに階調特性の校正について問い合わせ確認されたい。

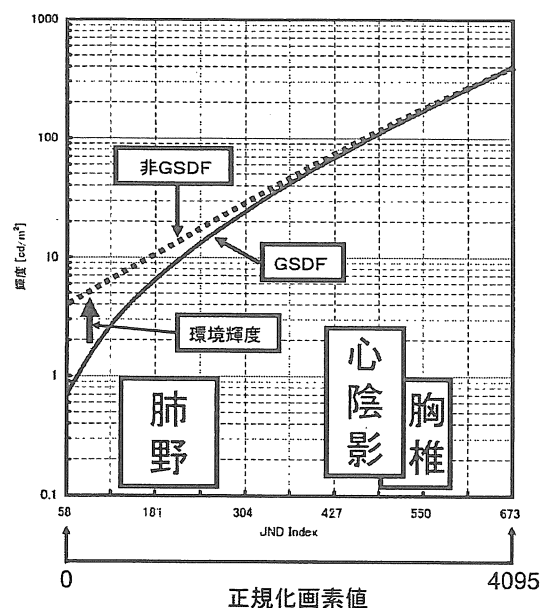


図 10 環境輝度とモニターの輝度の模式図
(環境輝度が高いほど階調特性は GSDF から外れる)

(10) 匿名化

胸部エックス線画像の付帯情報（受診者の氏名、生年月日）を匿名化していない施設が 290 施設中 23 施設あった。CD/DVD 作成装置（例：ビューワ、PDI クリエータシステム、モダリティ等）に匿名化の機能がないか、メーカーに問い合わせ、確認されたい。

(11) CD/DVD 出力装置

CD/DVD 出力装置が無い施設が 290 施設中 6 施設あった。全衛連では、平成 26 年度よりフィルム審査からモニター審査に完全に切り替わる。ビューワメーカーか PDI クリエータシステムのメーカーに CD/DVD の出力について問い合わせ、CR/DR 装置で撮影した胸部エックス線画像（DICOM 画像）を CD/DVD に記録して提出していただきたい。

(12) PACS における画像圧縮率

PACS における画像圧縮率が 1/10 以上であるかという質問に対して誤回答していた施設が多かった。画像圧縮率が 1/10 以上とは、画像圧縮を行っていないか、あるいは画像を圧縮していて、圧縮率が 1/2～1/10 のような低圧縮を指す。なお、画像圧縮率は 1/2 ～ 1/10 までは非圧縮画像と臨床上同等とされている[7]。画像圧縮率が 1/11～1/20 の場合、非圧縮画像と比較し

てシャープな部分の辺縁がにじみ、肺野の末梢血管影や、病変の描出が悪くなる可能性がある。
画像圧縮率を 1/2 ～ 1/10 に変更できないか PACS メーカーに相談ください。

参考文献

- [1] NDD ソフト, 公益社団法人 茨城県診療放射線技師会,
<http://www.iart-web.org/public/ndd.html>
- [2] PS3.14-2001 翻訳 医療におけるデジタル画像と通信 (DICOM) 巻 14: グレースケール
標準表示関数,
http://www.jira-net.or.jp/commission/system/04_information/files/dicom/P14j0129.pdf
- [3] 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,
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000010tq4-att/2r98520000010tsr.pdf>
- [4] 医用画像表示用モニタの品質管理に関するガイドライン, (社)日本画像医療システム工業
会,
http://www.jira-net.or.jp/commission/system/04_information/files/JESRAX-0093-2010.pdf
- [5] JIS T 62563-1:2013 (IEC 62563-1:2009), 医用電気機器—医用画像表示システム—第 1
部: 評価方法, 日本規格協会
- [6] 厚生科学研究費補助金医療技術評価総合研究 画像観察 CRT モニタの医学的安全基準設定
に関する研究, 平成 13 年 3 月
- [7] デジタル画像の取り扱いに関するガイドライン 2.0 版, 日本医学放射線学会電子情報委員
会, <http://www.radiology.jp/uploads/photos/99.pdf>

5 CD/DVD提出状況と課題について

今年度、CD/DVD を提出された 288 施設の内容を確認した結果は表 4 のとおりであった。胸部以外の画像情報が混在していた場合や、データが空か、開けなかった場合等、4 施設の画像を取り込むことができなかった。問題があるとされた施設には、CD/DVD を返却し原因の究明をお願いした。

また、DICOM 画像の付帯情報の匿名化がされていない件数が昨年(22 件)より増加した。次年度以降の提出の際には送付される案内を確認の上、DICOM 画像の匿名化の実施、DICOM ビューワ(ApolloView Lite)を用いて提出する胸部エックス線画像の表示を確認した上で、CD/DVD の提出ください。

表 4 平成 25 年度 胸部エックス線検査精度管理調査 CD/DVD 取り込み状況

精度管理参加施設数	323		
デジタル画像提出施設数	288	89.2%	

内 容	数	取込み可否	対応
DICOMファイルの付帯情報を匿名化していない	69	○	—
CDの中に胸部正面像以外の画像有	2	○	CD返却 個別に注意
CD 1枚に3 画像を記録	2	○	CD返却 個別に注意
CDのレーベル面が白紙 (機関コード、画像番号を記入していない。)	10	○	個別に注意
DICOMファイルの検査日を入力していない。 (匿名化で消去した?)	14	○	個別に注意
「デジタル胸部画像の調査表」に記載したWL, WWの値と、審査会で使用するビューワ (ApolloView Lite) 上のWL, WWの表示値とが異なる	49	○	個別に調査表の WL,WW 再確認依頼
DICOMファイルの検査日と、様式2の撮影日が異なる。	15	△	個別に注意
ビューワ (ApolloViewLite) で画像を表示できず、CD附属ビューワでしか表示できない。	1	×	CDにて審査 個別に注意
CD3枚のうち2枚が同じ画像	2	×	再提出
人体でない画像1枚 (ファントム) 有り	1	×	再提出
CDに画像が入っていない	1	×	再提出
再提出を求めた施設数	4		

6 照射線量

(1) ガラスバッジによる照射線量測定結果

全衛連はモニター審査移行を前提に、平成 21 年度～25 年度にかけて、提出される胸部エックス線写真を撮影するデジタル装置についてガラスバッジによる照射線量の実測を行い、精度管理調査の結果(画像の評価点)と照射線量の関係について検討を行ってきた。胸部エックス線写真は、被写体、装置の性能、照射線量、照射時間等の要因が関係するため、胸部エックス線写真の審査点と照射線量の明確な相関関係は認められなかったが、日本診療放射線技師会が被ばく量の安全管理の立場から提案する 0.30mGy を大きく下回る 0.20mGy～0.12mGy 程度で良好な画質が得られることを確認した。

なお、本調査は平成 21 年度から実施しており、今年度調査により延べ 775 施設のデータが集まった。測定結果の解析は、全衛連「胸部エックス線検査研修会」等で報告する予定である。

(2) 照射線量の評価

アナログ撮影装置からデジタル撮影装置への変更に伴い、一般的には照射線量を 1/2 から 1/3 程度に低減することができるとされている。一方で、アナログ撮影において照射線量が多すぎると黒い画像となるが、デジタル撮影においては階調処理により明暗をコントロールできることから、多めの照射線量とする傾向にあるのではないかという指摘もある。

全衛連胸部エックス線検査専門委員会は、健康診断による被ばく量を可能な限り低く抑える方がよいとの立場から、平成 25 年度から開始したデジタル画像のモニター画像審査に当たり、過剰な照射線量であると認められるケースについては、減点するという方針で臨むこととした。照射線量の評価は、ガラスバッジによる実測値を用いることも検討したが、最終的には NDD 法(表面線量簡易換算式)による推計値で行うこととした。(詳細は(3)に述べる)

(3) ガラスバッジによる実測値とNDD法による推計値の比較

平成 25 年度精度管理調査に当たっては、デジタルで参加した施設のうち 139 施設を対象にガラスバッジによる照射線量測定を実施し、様式 1 デジタル画像の調査表から得られた情報から NDD 法による計算値と比較を試みた。

ガラスバッジにより測定した照射線量の平均線量は、0.143mGy（最小値 0.033mGy、最大値 0.339mGy）であった。平均値は過去 4 年間の値とほぼ同等の値であった(21 年度 0.142 mGy、22 年度 0.165 mGy、23 年度 0.138 mGy、24 年度 0.147mGy)。

なお、4 施設が測定手順等に何らかの不具合がありデータを得ることができなかったため、結果 135 施設からのデータが得られた。

ガラスバッジの実測値と NDD 法による計算値を比較した。

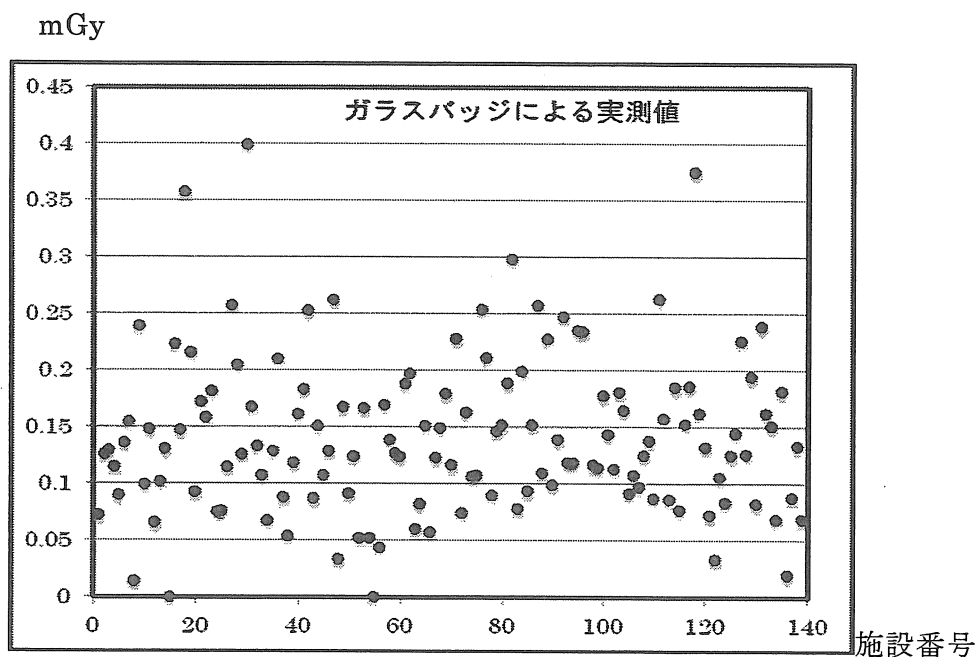


図 1 ガラスバッジによる実測値

mGy

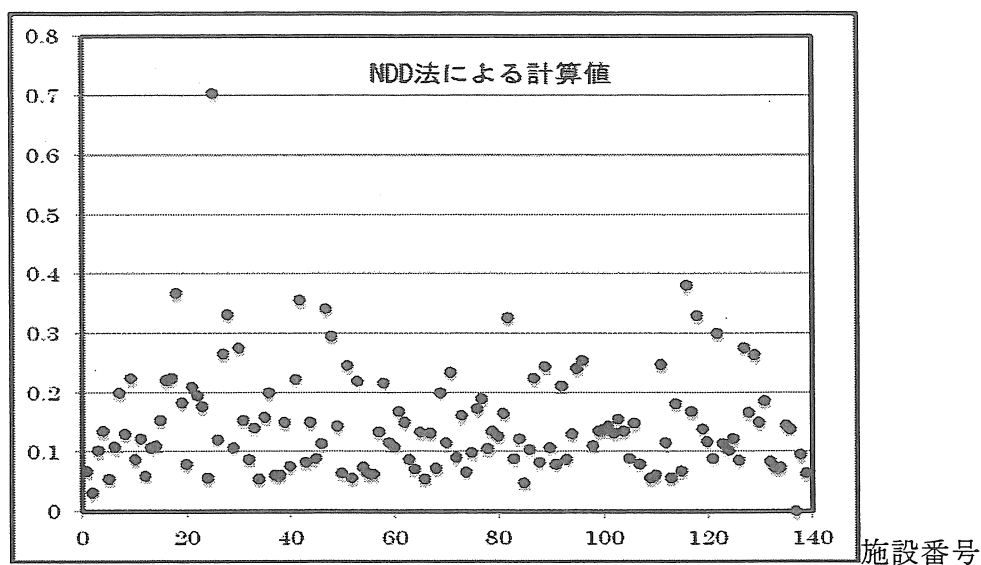


図2 NDD法による計算値

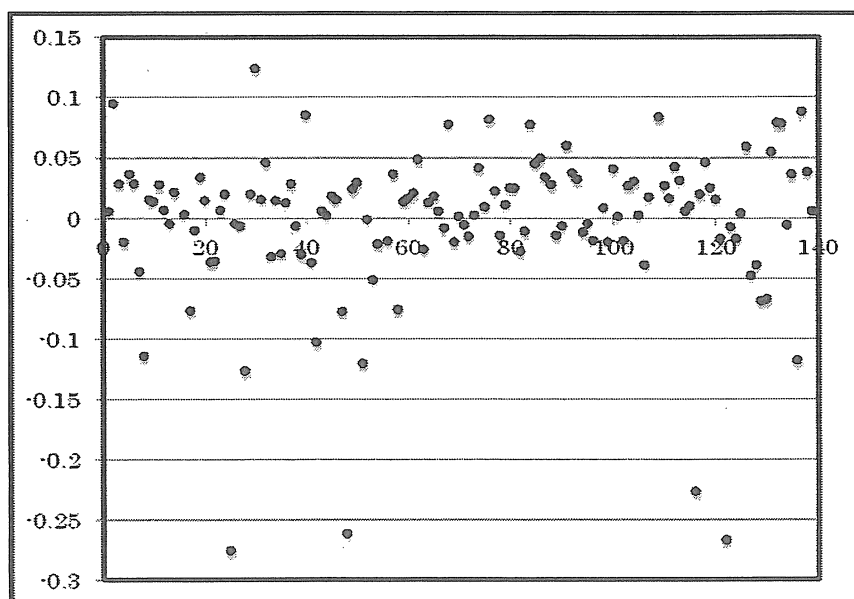


図3 施設ごとの実測値と計算値の差

図1および図2から施設ごとの乖離をみたのが図3である。135施設中109施設は、 $\pm 0.05\text{mGy}$ の範囲内であった。実測値との差は大きい、照射線量が過剰であるかどうかの判断には使用できると考えた。なお、 $\pm 0.1\text{mGy}$ の範囲に収まらなかったのは10施設あった。これは、デジタル画像の調査表(様式1)の記載が単位間違い等により異常値

となったと考えられるもの、または焦点距離の記載が間違っていることにより実測値との乖離が生じたと思われるが、調査表に記載された値で計算した。

なお、様式 1 デジタル画像の調査表の撮影条件欄に未記載があまりにも多い（288 施設のうち 96 施設）ことから、各施設における照射線量に関する十分な理解と適切な照射線量管理は次年度以降の課題としたい。

装置の相違と線量の多寡について特徴的に言えることは、DQE の高い CsI 蛍光体を用いた検出器を使用している施設については、線量が半分以下となっており、評価点についても問題ないと思われ、画質を維持しながら線量を抑えるのに CsI 蛍光体を用いた検出器が非常に有効であることが示唆されている。

デジタル写真においては、X 線量と画像処理パラメータの 2 つの要素が画質に寄与するキーポイントとなる。適正線量と適正な処理が施されれば、より少ない線量で、より診断能の高い画像を提供することが可能となる。適正線量については、まだ結論が出せていないが、もう少し時間を追ってメーカー毎、検出器毎の特性を探っていけば、推察することが可能と思われる。我々が行っている精度管理事業の新たな取り組みが、全体のボトムアップにつながり、国民の医療被曝の低減に少しでも寄与できることをめざして精度管理調査を行っている。

(4) 各施設における照射線量管理

デジタル撮影装置への移行期を迎え、撮影者が線量と画質の関係を理解することが重要であり、自施設で使用している検出器の特性も理解しながら照射線量を把握し、最適な線量で撮影されているかを検証していく必要がある。

前述のとおり今年度から、調査表に、照射線量の計算（NDD 法）に必要な項目を設けた。計算上の照射線量の計算値が公益法人 日本診療放射線技師会の医療被ばくガイドラインの 0.3mGy を大幅に上回る場合や、全衛連での実測値の平均である 0.15mGy を大幅に下回る場合は、付加フィルタの見直しや、管電圧、管電流、撮影時間（30ms 以内）を適正な範囲に調整する必要がある。

今回の審査においても総ろ過（管球の固有ろ過＋絞りの固有ろ過＋付加フィルタ）が 2.5 mm Al を超えていた機関が散見された。被ばくの観点から、総ろ過 2.5 mm Al 当量に

よる軟 X 線の除去は重要である。しかし、それを超えるアルミや銅の付加フィルタの使用は X 線管への負担の増加や、撮影時間を増加させ、心臓周辺の肺血管の動きボケが生じるようになるため十分な検討が必要である。

なお、下記のソフトウェアを用いることで、照射線量の概算値を把握できる。各施設で公益社団法人 茨城県診療放射線技師会のホームページから、ダウンロードして照射線量の検討に役立てていただきたい。

<http://www.iart-web.org/public/ndd.html>

7. 正規化画素値測定結果

7-1 正規化画素値測定の背景

当委員会ではモニター審査への移行に際し、フィルムの物理的特性を表わす「濃度」から、デジタル画像の画像特性を表わす指標について、平成 22 年度から継続的に検討してきた。

従来、デジタル画像の評価には「画素値」が用いられてきた。しかし、異なる型式の CR/DR 装置や、CR 装置固有の条件（リスケール傾斜、リスケール切片）、ウィンドウ設定（ウィンドウレベル（WL）、ウィンドウ幅（WW））、白黒反転に対応した汎用的な評価法ではなかった。

そこで、当委員会では、種々の環境下で汎用的に測定できる指標として「正規化画素値」を考案し、今年度はフィルム濃度測定に代わり、胸部エックス線画像の正規化画素値を測定した。

「正規化画素値」とは、胸部エックス線画像の画像データ（画素値）を付帯情報を用いて 12 bit（0～4095）、画素値 0 がモニター上で黒で表示されるように換算し、標準化した値である（図 1）。

正規化画素値は、モニターに胸部エックス線画像を表示したときの輝度に関する指標である。

DICOM 規格書の第 14 章では、標準表示システム（ビューワのソフトウェア、ビデオカード、モニターからなる）への入力値は P 値と定義されている[1]。しかし、P 値の値の範囲については詳細には定義されていなかった。そこで、全衛連では P 値を 0～4095 の 12 bit、P 値 0 は黒とし、「正規化画素値」と呼ぶことにした。

本報告書に記載した正規化画素値の測定方法や、正規化画素値の測定結果は研究的な内容である。来年度も継続して検討する内容であり、測定方法や測定結果が変わる場合があるため、ご注意願いたい。

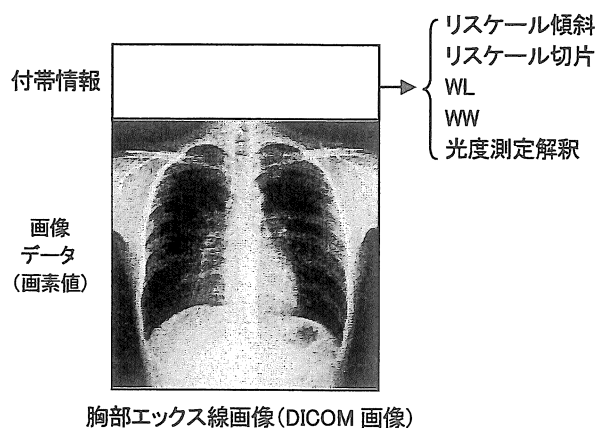


図 1 胸部エックス線画像 (DICOM 画像) のデータ構造

7-2 正規化画素値の測定方法

試料： 胸部エックス線画像 (DICOM 画像)

審査点の高い画像 上位 30 枚

審査点の低い画像 下位 30 枚

使用機器： ・ノートパソコン

(OS : Windows 7、64 bit、DVD/CD-ROM ドライブ内蔵)

・ビューワ (AplloView Lite, V1.3.8.2, フリーソフト)

DICOM 画像の付帯情報 (リスケール傾斜、リスケール切片、WL、WW、
光度測定解釈) の確認

・画像解析ソフト (ImageJ, V1.44p, フリーソフト)

DICOM 画像の画素値の測定 (ROI : 円形、直径約 2 mm)

・表計算ソフト (Excel 2003, Microsoft 社)

画素値の正規化

胸部エックス線画像の正規化画素値の測定部位

1. 肺野 : 中肺野 (右肺野第 6—7 肋間近傍) における肺野の中央
2. 肺野スポット : 肺野における最も輝度が低い部分
3. 右末梢肺野 : 肩甲骨の内側で肋骨と重ならない末梢肺野部分
(右肺野第 3—4 肋間外側)
4. 心陰影部 : 下肺野で心臓に重なり、かつ肋骨・血管影と重ならない部分
(左肺野第 10—11 肋間)
5. 胸椎 : 第 9 胸椎の棘突起の右側
6. 右横隔膜部 : 右横隔膜に重なる肺野部分の中央 (横隔膜から約 2 cm 下)
7. 直接線領域 : 直接 X 線が照射される体外の空気部分
8. 気管分岐部 : 気管分岐下の直下

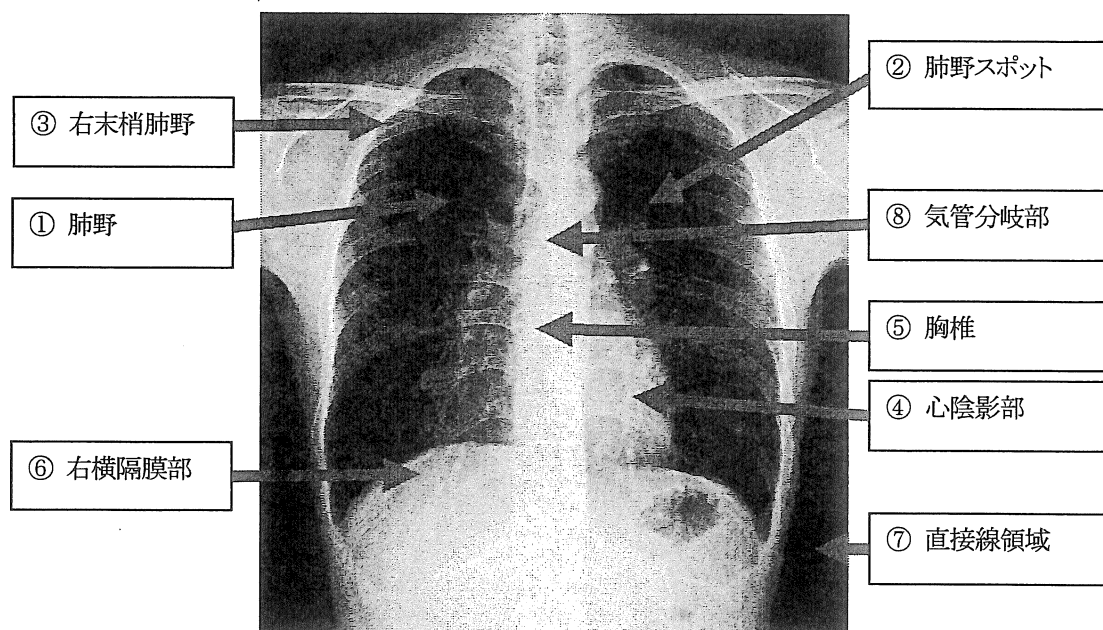


図 2 胸部エックス線画像の正規化画素値の測定部位

7-3 結果

表1 良い胸部エックス線画像の正規化画素値（審査点ベスト30）

測定部位	平均値	最小値	最大値	標準偏差	平均値 －標準偏差	平均値 ＋標準偏差
肺野	977	497	1352	173	938	1149
肺野スポット	837	393	1049	163	798	1001
右末梢肺野	2312	1869	2781	244	2273	2556
心陰影部	2870	2370	3128	160	2831	3030
胸椎	3248	2902	3523	172	3209	3420
右横隔膜部	3024	2631	3390	159	2985	3184
直接線領域	40	1	108	37	1	77
気管分岐部	3274	2892	3624	150	3235	3424

(1) 肺野 中肺野（右肺野第6－7肋間近傍で肋骨・血管影と重ならない部分）

良いと評価された胸部エックス線画像は殆どにおいて正規化画素値は940から1,100であった。

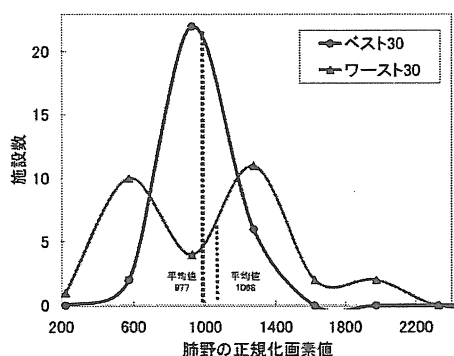


図3 肺野の正規化画素値の分布

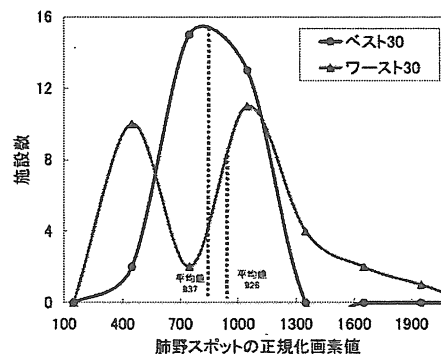


図4 肺野スポットの正規化画素値の分布

(2) 右末梢肺野 肩甲骨の内側で肋骨と重ならない末梢肺野部（右肺野第3・4肋間外側）

肺野の正規化画素値は、肺の全域を診断するのに適切な範囲にある事が望まれるため、末梢肺野の正規化画素値も適切な範囲にある必要がある。良い胸部エックス線画像では、末梢肺野、すなわち肋骨の外縁に近い肺部分の正規化画素値は2,300程度であった。

末梢肺野が適切な正規化画素値やコントラストを示す事は、良い胸部画像として必要条件であるが、このためには、CR/DR 装置に適した入射線量、適切な管電圧の使用と対応したグリッド比の利用とともに、ダイナミックレンジ圧縮処理の適用が必要である。

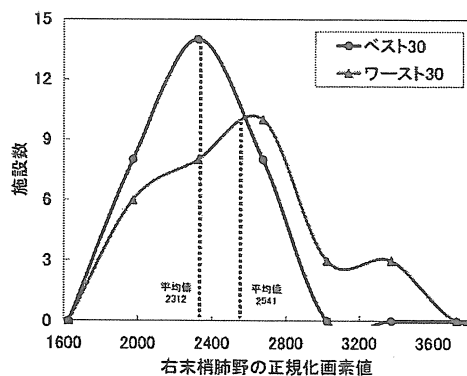


図5 右末梢肺野の正規化画素値の分布

(3) 心陰影部 心臓中央部で肋骨・血管と重ならない部分（左肺野第10-11肋間）

良いと評価された胸部エックス線画像の心陰影部の正規化画素値は2,900程度であった。適切な心陰影部の正規化画素値を得るためには、ダイナミックレンジ圧縮処理の適用が必要である。

心陰影に重なる肺の血管影や大動脈の辺縁が明瞭に見えること、すなわち心陰影や肺血管影が重複している解剖学的諸構造が鮮明に描出されていることが重要であり、CR/DR装置に対して入射線量不足にならない事と、そのような低線量域においても血管影のコントラストがよく保たれることが重要である。

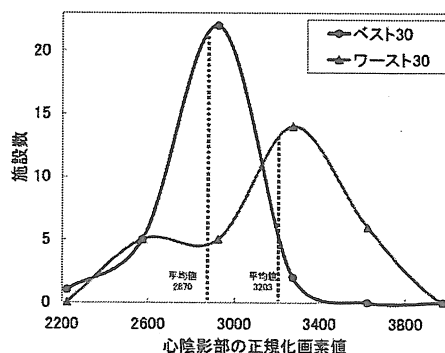


図6 心陰影部の正規化画素値の分布

(4) 胸椎 第9胸椎の棘突起右側

良いと評価された胸部エックス線画像の胸椎の正規化画素値は3,200程度であった。

胸部エックス線画像で椎体の見え方をチェックする目的は、このような観察困難な領域における骨組織の診断を可能にすることのみならず、上述のように、この領域における血管影、肺の辺縁、気管支のコントラストを確認するためでもある。胸椎の椎間板が見えるかどうかは最低限の

要求事項であるが、さらに、椎弓根、できれば棘突起までその輪郭が見えることが望ましい。見え方が不適である場合やコントラストが低い画像は、CR/DR 装置への入射線量の不足や、付加フィルタに過度の Cu が使用されている、或いはダイナミックレンジ圧縮処理の条件が不適切といえる。また散乱線除去などに問題がある場合も同様であり、高い評価を得ることは難しい。

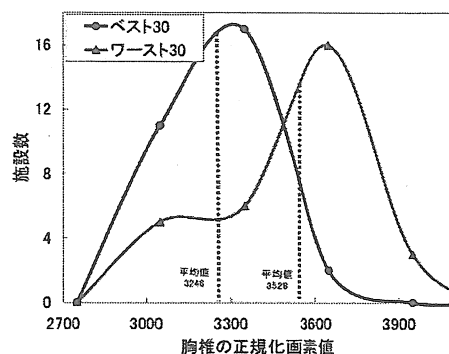


図7 胸椎の正規化画素値の分布

(5) 右横隔膜中央部 右横隔膜の中央部（横隔膜から約 2cm 下）

良いと評価された画像の右横隔膜の正規化画素値は 3,000 程度であった。

横隔膜の適切な正規化画素値を得る為には、CR/DR 装置に適した入射線量と、撮影時間、管電圧、付加フィルタに配慮する必要がある。特に、横隔膜部においては、輝度が適正であると同時に、肺の下縁および末梢血管影までコントラストが高く明瞭に描出されていることが重要である。血管影が見えない、すなわち血管影のコントラストが低い画像は高い評価を得ることができない。

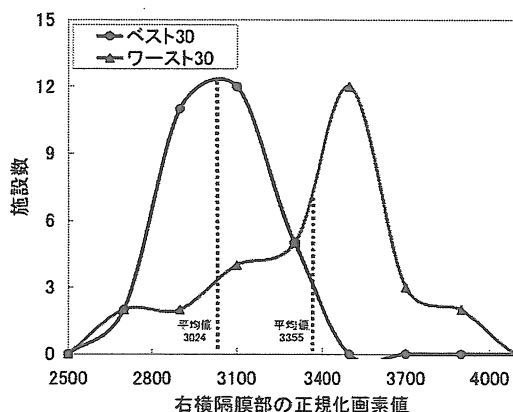


図8 右横隔膜部の正規化画素値の分布

(6) 直接線領域の正規化画素値

良いと評価された直接線領域の正規化画素値は 40 程度であった。

評価が高いグループと、評価が低いグループとでは大きな差は見られなかった。直接線領域は診断対象外のために、正規化画素値の調整基準が明確なためと思われる。

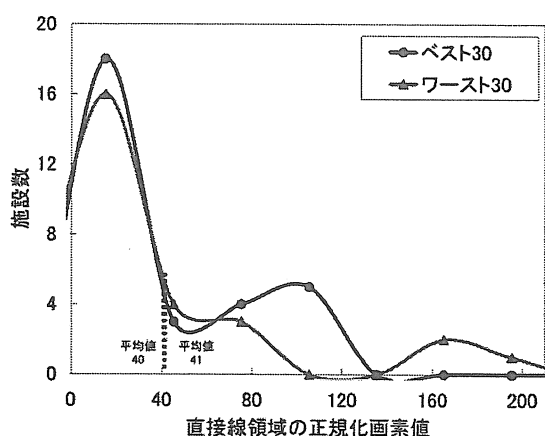


図 9 直接線領域の正規化画素値の分布

7-4 まとめ

主観的に画質良好と評価された胸部エックス線画像の正規化画素値は、ある一定の範囲に分布していた。しかし、正規化画素値が適正であっても良好な胸部エックス線画像とされなかった例もある。正規化画素値は良い胸部エックス線画像の一つの重要な条件ではあるが、総合的に良い胸部エックス線画像を提供するためには、撮影条件、画像処理条件、ポジショニング等に留意する必要がある。

本報告書に記載した胸部エックス線撮影画像の正規化画素値の測定方法や評価結果が胸部エックス線画像の精度管理に有効であるか、来年度も引き続き検討していく予定である。

参考文献

[1] DICOM 規格書, 2001 年, 第 14 章,

http://www.jira-net.or.jp/commission/system/04_information/files/dicom/P14j0129.pdf

【 付 属 資 料 】

資料 1 総合精度管理事業実施要領

資料 2 評価の留意点

資料 3 評価基準

3-1-①デジタル画像（解剖学的指標による評価）

3-1-②デジタル画像（物理的指標による評価）

3-2-①アナログ直接撮影写真（解剖学的指標による評価）

3-2-②アナログ直接撮影写真（物理的指標による評価）

資料 4 コメント様式

4-① デジタル画像

資料 5 様式1「デジタル胸部画像の調査表」の集計結果

資料 6 胸部エックス線写真精度管理調査参加施設一覧表

平成25年度 胸部エックス線検査精度管理調査実施要領

1 目 的

本調査は、各施設が実施する胸部エックス線検査の撮影技術（現像、画像処理技術を含めた総合技術）及び読影技術について評価するとともに、必要な指導を行うことにより、信頼性の高い優良な健診施設を育成することを目的としています。

2 対象施設

健診施設。

3 調査の対象画像

健康診断として4月から6月の間に撮影した異常所見のない健常者（男性）の画像3例。

4 画像の提出方法

(1) デジタル装置による場合

PACS、あるいはビューワのメーカーによっては、画像データを圧縮してDICOM ファイルをCD-R に記録するか、あるいは、圧縮しないでDICOM ファイルをCD-R に記録する方式を選択できる場合があります。このため、できる限り、画像データを圧縮しないでDICOM ファイルをCD-R 3枚かDVD3枚に記録して全衛連に提出してください。1枚のCD-R、あるいはDVDに3人分の胸部エックス線画像を記録しないでください。

- ① 胸部正面のDICOM ファイルのタグ（被検者ID）を機関コード（5桁の数字）-画像No（例：01001-1, 01001-2, 01001-3）に編集した後、CD-R（3枚）かDVD（3枚）に記録して送付してください。被検者IDを編集できない場合、CD-R 又はDVDのレーベル面に、機関コード、画像Noを印刷するか、マジックで記入してください。
- ② 画像Noが同じ被検者になるように、DICOM ファイルのタグ（被検者ID）を編集してください。
- ③ 読影に使用しているビューワ（画像を観察するソフト）の簡易版（簡易ビューワ）をDICOM 画像と一緒にCD-R かDVDに記録して送付してください。
- ④ DICOM ファイルのタグ（被検者名、生年月日）を匿名化してください。

読影用ではない汎用のPCにフリーソフトのDICOMビューワ（ApolloView Lite）をインストールし、CD-R、DVD内の胸部エックス線画像を表示し、調査表に記載したL, Wの値にマウスで調整した後、画像が凡そ適正に表示できることを確認してください。

- ⑤ アナログ写真との混在はできません。

(2) 直接撮影写真による場合

① 写真送付について

提出フィルムは、必ず「フィルムの空箱」に入れて 送付してください。

② 写真番号と施設番号の記入について

写真一枚毎に、正面下端の縁中央に2.5 cm四方の白紙をセロテープで止め、その白紙に写真

番号と施設番号を次の要領で記入してください。

写真番号：No.1・No.2・No.3 と記入してください。

施設コード番号：写真番号の下部に施設コード番号を記入してください。

③デジタル画像（CD-R、DVD）との混在はできません。

5 書類の提出

次の書類を提出してください。記入漏れのないようお願いします。記入漏れ、または不適切な場合は減点とする場合があります。

- ① 様式第1「デジタル胸部画像の調査表」
- ② 様式第2「撮影条件・画像処理条件調査表」
- ③ 様式第3「胸部エックス線直接撮影調査表」
- ④ 様式第4「付帯調査表」 定置式・移動式
- ⑤ 様式第5「撮影状況・読影状況等調査表」
- ⑥ 提出画像（写真）ごとに貴施設において評価した「画質評価表」

※デジタル装置による場合は、上記①.②.④.⑥

※アナログ写真を提出する施設は、上記③.④.⑤.⑥

※写真に人名等が表示されている場合は、判読できないよう工夫してください。

6. CD-R/DVDまたはフィルム及び関係書類の提出先

〒114-0004 東京都北区堀船 2-30-3 京北倉庫株式会社 トランクルーム事業部 気付 電話：03-3912-3401 公益社団法人 全国労働衛生団体連合会

- ① フィルム等の送付費用は、参加施設がご負担ください。
- ② 精度管理調査に関する問合せは、全衛連事務局宛にお願いします。

7. CD-R / DVDまたはフィルムの提出期限 平成25年7月31日(水)【期限厳守】

8. 評価

評価は、胸部エックス線検査専門委員会委員が「評価基準」により評価する。

- ① 直接撮影写真、DICOM画像の評価は、1枚ごとに評価する。
全衛連の審査で使用するモニターは、3メガのモノクロです。DICOMビューワは、フリーソフトApolloView Lite_を採用します。
- ② 参加施設毎の評価結果は、「画像3枚の平均点」とする。

9. 審査結果の通知等

- (1) 審査終了後、「評価結果通知書」を年内に提出写真とともに送付する。
- (2) 評価結果の公表
- ③ 参加施設の評価結果については、「全衛連総合精度管理調査結果の概要」及び

直接撮影写真、DICOM画像の評価は、1枚ごとに評価する。

全衛連ホームページにおいて公表します。

評価Aは「優」、評価Bは「良」、評価Cは「可」、評価Dは「不可」と表示します。なお、成績の悪かった施設（C・D評価）については、次年度の改善を期待することとし、直ちに公表しません。ただし、評価Dが2年連続した場合は2年目の結果を、評価Cが3年連続した場合（途中にD評価がある場合も含む）は3年目の結果を公表します。

10. 評価結果通知後の遵守事項

- (1) 評価Cまたは評価Dとされた施設は、その改善策および対応結果を「評価結果の活用状況調査票」を全衛連事務局に提出すること。
- (2) 「要実地指導」の対象と通知された施設は、当年度内において専門委員会委員による「実地指導」を受け入れること。（実地指導費用は、別途実費を負担すること。）

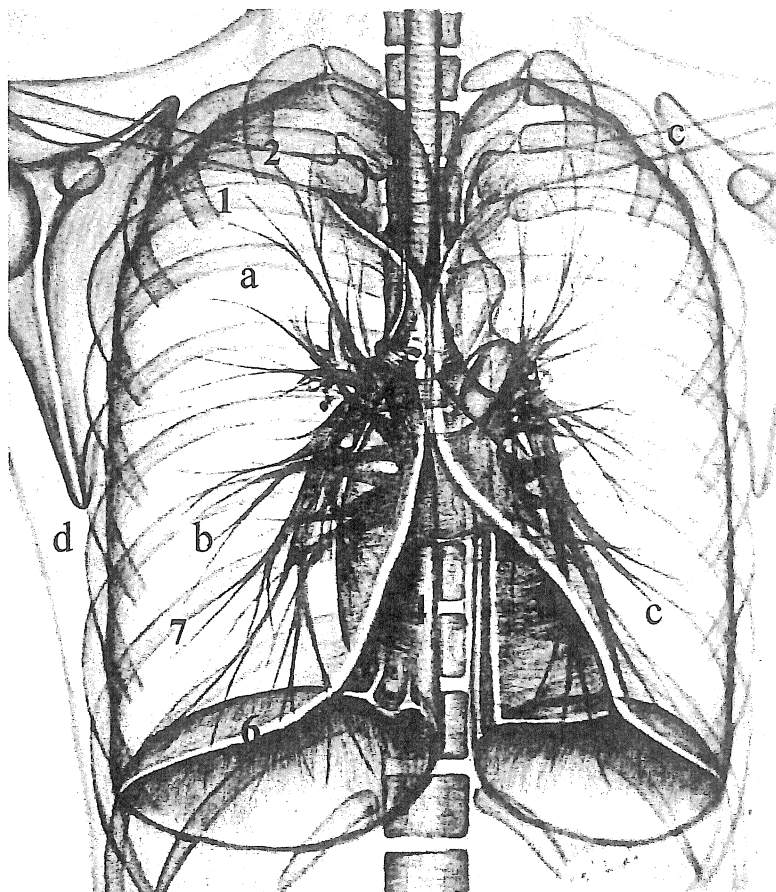
11. 精度管理実施体制の充実

より精度の高い胸部エックス線画像を読影に供するため、医師、診療放射線技師を対象とした研修を実施する。

なお、エックス線撮影技術の評価が一定のレベルに達していない施設に対しては、研修参加を要請する。

評価の留意点

平成 25 年特に留意した観察点(チェックポイント)を示します。
(下図と下記事項を参照してください。)



A. 解剖学的指標による評価

- 1 〔肋骨縁の見える方〕
- 2 〔鎖骨の骨梁の見える方〕
- 3 〔心陰影部肺血管の見える方〕
- 4 〔胸椎の見える方〕
- 5 〔気管・主気管支の見える方〕
- 6 〔右横隔膜下の血管の見える方〕
- 7 〔肺野血管の見える方〕

B. 物理学的指標による評価

- a 〔輝度〕
 - 1) 肺野から縦隔までバランスの良い画像輝度
 - 2) 中肺野部輝度に対して末梢肺野や肺門部の輝度がバランスが良く、高すぎないこと
- b 〔コントラスト〕

〔中肺野部の血管を鮮明に描出できるようなコントラストであること〕
- c 〔鮮鋭度〕

肋骨の辺縁、心臓の辺縁、血管の辺縁がシャープである。
- d 〔粒状性〕

右側胸壁軟部組織(肩甲骨下部)における肺野の粒状性が目立たない。心臓下縁の粒状性が目立たない。

評価者：

評価者：				施設コード					
評価項目		評価摘要区分		画像 1		画像 2		画像 3	
骨格系 20点	鎖骨 肋骨 胸郭	a	良く見える	10	(9)	10	(9)	10	(9)
		b	見える	8	(7)	8	(7)	8	(7)
		c	見えにくい	6		6		6	
	胸椎	a	よく見える	10	(9)	10	(9)	10	(9)
		b	見える	8	(7)	8	(7)	8	(7)
		c	見えにくい	6		6		6	
縦隔 10点	心陰影部 ・ 左肺動脈 下行枝	a	全体がよく見える	10	(9)	10	(9)	10	(9)
		b	全体が見える	8	(7)	8	(7)	8	(7)
		c	部分的に見える	6		6		6	
気道系 10点	気管 ・ 主気管支	a	左主気管支下縁まで見える	10	(9)	10	(9)	10	(9)
		b	分岐部・右主気管支下縁まで見える	8	(7)	8	(7)	8	(7)
		c	上縦隔部の気管が見える	6		6		6	
肺実質 30点	右横隔膜の描出	a	右肺下縁が見える	10	(9)	10	(9)	10	(9)
		b	肺血管が見える	8	(7)	8	(7)	8	(7)
		c	肺血管が見えにくい	6		6		6	
	肺血管	a	右下肺外側末梢血管が側枝まで見える	20	(19)	20	(19)	20	(19)
		b	右肺野中層部血管影の太さが分かる	18	(17)	18	(17)	18	(17)
		c	右下行肺動脈の辺縁が明瞭に見える	16		16		16	
総合評価		A (優)		(1・1) (1・2)		(1・1) (1・2)		(1・1) (1・2)	
		B (良)		(2・1) (2・2) (2・3)		(2・1) (2・2) (2・3)		(2・1) (2・2) (2・3)	
		C (可)		(3・2) (3・3) (3・4)		(3・2) (3・3) (3・4)		(3・2) (3・3) (3・4)	
		D (不可)		(4・3) (4・4)		(4・3) (4・4)		(4・3) (4・4)	

平成25年度 モニター画像審査基準(物理的指標)

資料 3-1-②

評価者：

評価者：				施設コード						
評価項目		評価摘要区分		画像 1		画像 2		画像 3		
コントラスト 10点	心血管 及び肩甲骨 と肋骨外縁	a	コントラストが明瞭	10	(9)	10	(9)	10	(9)	
		b	コントラストが適切	8	(7)	8	(7)	8	(7)	
		c	コントラストがやや不適切	6		6		6		
肺野輝度 8点	肺全体 及び第6-7 後肋間	a	全体が適切	8	(7)	8	(7)	8	(7)	
		b	中肺野は適切	6	(5)	6	(5)	6	(5)	
		c	中肺野がやや不適切	4		4		4		
縦隔輝度 3点	心臓・ 胸椎	a	心臓・胸椎の輝度が適正	3		3		3		
		b	心臓・胸椎の輝度がやや足りない	2		2		2		
		c	心臓・胸椎の輝度が不適切	1		1		1		
粒状性 4点	肺野の 粒状性	a	概ね適正	2		2		2		
		c	荒い	1		1		1		
	心臓下縁 の粒状性	a	概ね適正	2		2		2		
		c	荒い	1		1		1		
鮮鋭度 3点	右下肺血管 のボケ	a	概ね良好	3		3		3		
		c	ボケている	1		1		1		
照射線量 1点	(計算値)	a	概ね適正	1		1		1		
		c	不適正	0		0		0		
モニター等 1点	明るさ・ メンテナ ンス	a	概ね適正	1		1		1		
		c	不適正	0		0		0		
減点		頸椎第7欠如		-1		-1		-1		
		肩甲骨排除不足		-1		-1		-1		
		肺底部欠如		-1		-1		-1		
		中心線からのズレ		-1		-1		-1		
		過処理		-1		-1		-1		
計										

平成24年度・直接撮影フィルム審査基準(解剖学的指標)

資料3-2-①

評価グループ	A・B・C・D・E・F・G			施設関コード								
評価項目		評価摘要区分		フィルム 1		2		3				
骨格系 8点	肋骨縁・ 上部胸郭の 肋骨縁	A	良く見える	4		4		4				
		B	見える	3		3		3				
		C	見えにくい	2		2		2				
		D	見えない	1		1		1				
	鎖骨の骨梁 鮮鋭度	A	良く見える	4		4		4				
		B	見える	3		3		3				
		C	見えにくい	2		2		2				
		D	見えない	1		1		1				
縦隔心陰影に 重なる諸構造 14点	心陰影部 左肺動脈 下行枝	A	全体が良く見える	4		4		4				
		B	全体が見える	3		3		3				
		C	部分的に見える	2		2		2				
		D	見えない	1		1		1				
	胸 椎	A	棘突起まで良く見える	10		10		10				
		B	右椎弓根が見える	8		8		8				
		C	見難い/過ぎ・椎間板は見える	6		6		6				
		D	見えない	3		3		3				
気道系 4点	気 管 主気管支	A	左主気管支下縁まで見える	4		4		4				
		B	分岐部・右主気管支下縁まで	3		3		3				
		C	上縦隔部の気管が見える	2		2		2				
		D	気管が見えない	1		1		1				
血管系 (1) 4点	右横隔膜に 重なる血管	A	右肺下縁が見える	4		4		4				
		B	肺血管が見える	3		3		3				
		C	肺血管が見えにくい	2		2		2				
		D	肺血管が見えない	1		1		1				
血管系 (2) 40点	肺 血 管	A	右下肺外側末梢血管が側枝まで見える	40	39	40	39	40	39			
		B	右肺野中層部血管影の太さがわかる	38	36	34	38	36	34	38	36	34
		C	右下行肺動脈の辺縁が明瞭に見える	30	28	26	30	28	26	30	28	26
		D	右下行肺動脈の辺縁が不明瞭	15			15			15		
総合評価 ○を付けて下さい			A (優)		(1・1)	(1・2)	(1・1)	(1・2)	(1・1)	(1・2)		
			B (良)		(2・1)	(2・2) (2・3)	(2・1) (2・2) (2・3)	(2・1) (2・2) (2・3)	(2・1) (2・2) (2・3)			
			C (可)		(3・2) (3・3) (3・4)	(3・2) (3・3) (3・4)	(3・2) (3・3) (3・4)	(3・2) (3・3) (3・4)				
			D (不可)		(4・3) (4・4)	(4・3) (4・4)	(4・3) (4・4)	(4・3) (4・4)				
留意点	総合評価が、2(良)・3(可)・4(不可)の場合は、 最重要点には◎印、 気をつけてほしい点には、○印を付けてください。			1. 肺野濃度 2. 心縦隔部 3. 末梢血管陰影 4. 鮮明さ 5. 粒状性 6. 過処理		1. 肺野濃度 2. 心縦隔部 3. 末梢血管陰影 4. 鮮明さ 5. 粒状性 6. 過処理		1. 肺野濃度 2. 心縦隔部 3. 末梢血管陰影 4. 鮮明さ 5. 粒状性 6. 過処理				

平成24年度・直接撮影フィルム審査基準（物理的指標）

資料3-2-②

評 価 技師名		a. b. c. d. e. f. g.						施設コード							
評 価 項 目		評 価 摘 要 区 分						フイルム 1		フイルム 2		フイルム 3			
肺野濃度 7点	肺全体 および 第6-7 後肋間	A	全 体 が 適 切						7		7		7		
		B	中肺野は適切						6	5	4	6	5	4	
		C	中肺野がやや不適切						3	2	1	3	2	1	
		D	全体的に不適切						0		0		0		
			Dmax=						=		=		=		
縦隔濃度 3点	心臓・ 胸椎	A	心臓・胸椎の濃度が最適						3		3		3		
		B	心臓・胸椎の濃度が適切						2		2		2		
		C	濃度がやや不適切						1		1		1		
		D	全体的に不適切						0		0		0		
コントラスト 10点	心血管 及び 肩甲骨と 肋骨外縁	A	コントラストが明瞭						10		10		10		
		B	コントラストが適切						8	7	6	8	7	6	
		C	コントラストがやや不適切						5	4	3	5	4	3	
		D	コントラストなし						0		0		0		
鮮鋭度 5点	圧着の 程度 及び 右下 肺血管の ボケ	A	全域に亘って良好						5		5		5		
		B	概 ね 良 好						4		4		4		
		C	ほとんどボケている						3		3		3		
		D	全域がボケている						0		0		0		
粒状度 5点	腋窩部の 粒状性	A	目 立 た ない						5		5		5		
		B	少 し 目 立 つ						4		4		4		
		C	目 立 つ						3		3		3		
		D	荒 い						0		0		0		
その他	マイナス点数		-2						- 2		- 2		- 2		
	指 摘 個 所	1. 撮影体位(肋横角欠如) " (肺底部欠如)						1		1		1			
		2. 左右肺野の濃度差						2		2		2			
		3. 肩甲骨排除不足						3		3		3			
		4. シミ 5. キズ						4	5	4	5	4	5		
		6. ホコリ 7. 現像ムラ						6	7	6	7	6	7		
計															

平成25年度 デジタル胸部画像のコメント

資料 4

施設コード

--	--	--	--	--	--

画像番号 1 2 3

本シートは評価点が60点以下の画像について、その画質改善を検討する際に参考にして頂くために用意したものです。

容室環境: BMカラーモニター(4M、2面一体型)を使用。モニターの表示階調特性はGSDF。モニターの表示輝度は最小輝度 0.7 cd/m²、最大輝度 400 cd/m²。モニターの表示階調特性をGSDFに校正。
読像室の照度は30~50 ルクス。ビューワはApolloView Liteを使用。ただし、表示画像が異常な場合には、CD/DVD付録のビューワを使用。
ビューワの表示条件(ウィンドウレベル(ウィンドウ中心) WL、ウィンドウ幅 WW)は、DICOM画像の付帯情報であるWL、WWを使用(調査表に記載したWL、WWの値は使用していない)。

主な問題点

1. 歪 度

肺野	☐ 高い	☐ 画像処理条件が不適	☐ 1-1. 階調処理パラメータを調整し、中肺野(右肺野第6、7肋骨間)の肺野温度が適正になるように、温度を下げてください。
	☐ 低い (画素値:)	☐ 画像処理条件が不適	☐ 1-2. 階調処理パラメータを調整し、中肺野(右肺野第6、7肋骨間)の肺野温度が適正になるように、温度を上げてください。
	☐ 側胸壁付近の肺野 温度が低い (画素値:)	☐ モニターが暗い	☐ 1-3. モニターの最大輝度が低い。最大輝度が300 cd/m ² 以上で階調特性がGSDFのモニターへの更新を検討してください。
		☐ X線エネルギーが低い	☐ 1-4. 撮影管電圧を kV 程度に上げられませんか？
縦隔		☐ 画像処理条件が不適	☐ 1-5. 撮影管電圧が表示通りに発生しているか確認してください。
		☐ 画像処理条件が不適	☐ 1-6. 末梢肺野(肩甲骨の内側で肋骨が透けない右末梢肺野部)の温度が適正になるように階調処理パラメータ(LUT、他)を調整して下さい。
		☐ グリッドが不適	☐ 1-7. グリッドの格子比を :1に変更できませんか？
		☐ 撮影システムのアライメント不良	☐ 1-8. グリッドのアライメントを確認してください。(カットオフ)
	☐ 肺野に左右の温度差がある	☐ X線束の斜入	☐ 1-9. X線束が垂直に入射しているか確認してください。
			☐ 1-10. グリッドのアライメントを確認してください。
	☐ 温度が高い 心陰影 (画素値:) 胸椎 (画素値:)	☐ X線エネルギーが高い	☐ 1-11. 撮影管電圧を kV 程度に下げられませんか？
		☐ 画像処理条件が不適	☐ 1-12. 肺野温度とのバランスをとりながら階調処理パラメータを調整してください。(LUT、設定信号、他…)
	☐ 温度が低い(黒化度不足)	☐ X線エネルギーが低い	☐ 1-13. ダイナミックレンジ圧縮処理の圧縮処理が強すぎませんか？第8、9胸椎の棘突起の右側の温度が適正になるように、画像処理パラメータを調整してください。
			☐ 1-14. 撮影管電圧を kV 程度に上げられませんか？
			☐ 1-15. 肺野温度とのバランスをとりながら階調処理パラメータを調整してください。(LUT、設定信号、他…)
	☐ 心陰影 (画素値:) 胸椎 (画素値:)	☐ 画像処理条件が不適	☐ 1-16. ダイナミックレンジ圧縮処理を使用し、パラメータを調整してください。第8、9胸椎の棘突起の右側の温度が適正になるように画像処理パラメータを調整してください。
			☐ 1-17. 縦隔領域が良く描出されていない画像です。じん肺用処理条件ではなく、標準的な胸部条件を使用し、低温度領域がよく描出されるように画像処理パラメータを調整してください。

2. コントラスト

コントラスト不良(低い)	☐ X線エネルギーが高い	☐ 2-1. 撮影管電圧を kV 程度に下げられませんか？
	☐ 付加フィルタの選択が不適切	☐ 2-2. 付加フィルタをCu mm + Al mm程度に変更してください。
	☐ 散乱線が多い	☐ 2-3. グリッドの格子比が撮影管電圧に対して低いため、:1 程度に変更できませんか？
	☐ 画像処理条件が不適	☐ 2-4. 画像処理をほとんどかかていない条件になっています。アナログ写真と比較しても良い画像とはいえません。階調処理パラメータを調整してください。
コントラスト不良(高い)	☐ X線エネルギーが高い	☐ 2-5. 階調処理が弱いようです。コントラストを上げる処理条件を検討してください。
	☐ 付加フィルタの選択が不適切	☐ 2-6. 撮影管電圧を kV 程度に上げられませんか？
	☐ 画像処理条件が不適	☐ 2-7. 付加フィルタをCu mm + Al mm程度に変更してください。
		☐ 2-8. 階調処理でコントラストが高くなりすぎている。階調処理処理の条件を見直してください。
肺血管の描出が不自然		☐ 2-8. エッジが強く強調されており、肺血管などが不自然に描出されています。局波散処理の条件を見直してください。
		☐ 2-9. 縦隔領域の情報が不自然に見え過ぎます。低温度領域の局波散処理、ダイナミックレンジ圧縮処理を見直してください。

3. 鮮明度

全体的に鮮明度が悪い 骨梁等の鮮明度が悪い 細い血管影が見えない	☐ X線管装置の焦点サイズが不適	☐ 3-1. X線管装置の焦点サイズを1mm以下に変更することを検討してください。
	☐ 体動	☐ 3-2. 体動があったようです。撮影時間が 30 ms 前後になるように自動露出の調整を検討してください。
	☐ 画像処理条件が不適	☐ 3-3. 局波散処理の条件を調整してください。
		☐ 3-4. ノイズ抑制処理の掛けすぎで、鮮明度が劣化し細かな血管の同定や、骨梁の描出が難しくなっています。画像処理条件を見直してください。
部分的に鮮明度が悪い	☐ 心臓の動きによる画像のブレ	☐ 3-5. ピクセルサイズが 200 μm以下のCR装置、あるいはDR装置に変更することを検討してください。
		☐ 3-6. 撮影時間をできれば 30 ms 前後になるように、付加フィルタの見直しや、自動露出の調整を検討してください。

4. 粒状性

粒状性不良	量子不足	☐ 4-1. 自動露出制御の調整か、デンスティの調整を実施してください。
		☐ 4-2. 撮影管電圧を kV 程度に上げられませんか？
		☐ 4-3. 撮影管電流を mAに上げてください。
		☐ 4-4. 付加フィルタをCu mm + Al mm程度に変更してください。
全体的に粒状性が悪い(粒状が目立つ)	画像処理条件が不適	☐ 4-5. グリッドの格子比を :1に変更してください。
		☐ 4-6. 高周波散領域に強調が掛かりすぎて、粒状性が悪化しています。局波散処理パラメータを見直してください。
		☐ 4-7. ダイナミックレンジ圧縮処理の圧縮が強過ぎるようです。画像処理パラメータを見直してください。
		☐ 4-8. ノイズ抑制処理を検討してください。

5. 画像処理、撮影条件アーチファクト

縞状、モアレアーチファクト	グリッド除去処理不良	☐ 5-2. CR/FPDのグリッド線除去処理に適合した格子密度のグリッドを使用しているか確認してください。
		☐ 5-3. グリッドが曲がっていないか確認してください。
		☐ 5-4. X線束がセンサ面に垂直に入射しているか確認してください。
		☐ 5-5. 過剰な画像処理となっていると思われます。画像処理パラメータを見直してください。
温度サテュレーション(温度飽和)	画像処理条件が不適	
モザイク模様、ムラ状のアーチファクト	画像処理条件が不適	☐ 5-6. ノイズ抑制処理が、過剰、適正でない場合があります。確認し、調整してください。

6. 被写体の撮影位置

体位不良	上下の調整	☐ 6-1. 第一肋骨が欠けないように上の位置決めを行ってください。
		☐ 6-2. 肺底部が欠けないように下の位置決めを行ってください。
		☐ 6-3. 左右の鎖骨の高さが合うように、左右の肩の高さに注意して位置決めしてください。
		☐ 6-4. 肺野内に肩甲骨が入らないように、ポジショニングに注意してください。
左右の調整	肩甲骨の排除	☐ 6-5. 半切サイズになるように、トリミング処理を行ってください。43 × 43 cmを縦型モニタに表示すると、画像が縮小されて表示されます。
その他		

7. 撮影線量

線量過多		☐ 7-1. 画像に問題はありますが、撮影線量がかかり高くなっていると思われます。自動露出制御の調整か、デンスティの設定を見直してください。
------	--	---

8. DICOMファイル

DICOMタグの不正		☐ 8-1. DICOMファイルの中にウィンドウレベル(ウィンドウ中心) WLやウィンドウ幅WWのタグがありません。あるいは、これらのタグの値が不正です。DICOMファイルにこれらのタグがあるか、また値が正しいことを確認してください。
------------	--	--

9. 読像管理面での不足事項

施設での読像管理面で不足が認められる事項	☐ 画素値	☐ 9-1. DICOM画像正規化ソフト(dicomQC.exe)を用いて、胸部DICOM画像を正規化した後、ビューワ(ApolloView Lite)を用いて、画素値を測定してください。
	☐ 撮影管電圧・撮影管電流	☐ 9-2. 撮影管電圧・撮影管電流を実測して、誤差を確認してください。
	☐ 線量	☐ 9-3. 線量を測定してください。
	☐ モニターの最大輝度	☐ 9-4. 読像モニターの最大輝度を測定してください。
	☐ 調査表の必須項目の未記入	☐ 9-5. 調査表の必須項目を記載してください。

付 帯 調 査 の 集 計 結 果

1. 本調査の目的

本調査は、平成 25 年度胸部エックス線検査精度管理調査の一環として、デジタルシステムで撮影した画像データを提出した健康診断機関の撮影条件、読影の状況、モニターの精度管理状況等を把握することを目的として実施したものである。

2. 調査の実施時期

平成 25 年 4 月～7 月

3. 調査参加施設 290

1 読影方法

1-1 読影方法

自施設で全て読影	176
一部を外部に委託	96
全て外部に委託	17
回答なし	1
合計	290

1-2 読影ダブルチェック（複数の医師による読影）の実施状況

している	285
全部	217
一部	60
していない	5
合計	290

4 画像サーバー(PACS)

4-1 画像サーバー（PACS）を保有していますか

はい	267
いいえ	20
その他	2
回答なし	1
合計	290

4-2 画像を圧縮して保存していますか（複数回答あり）

はい	188
いいえ	99
その他	3
回答なし	2
合計	292

4-3 画像を圧縮して保存している場合、圧縮率は1/10以上ですか（複数回答あり）

はい	100
いいえ	78
その他	20
回答なし	94
合計	292

5 読影モニター

5-1 読影もモニターを保有していますか（複数回答あり）

はい	283
いいえ	5
その他	1
回答なし	2
合計	291

5-2 読影モニターの種類（複数回答あり）

モノクロ	3 M	168
	2 M	59
	5 M	17
	1 M	5
	その他(?)	9
カラー	3 M	8
	2 M	24
	1 M	6
	2.4 M	1
	その他(?)	2
未記入		4

5-3 読影モニターの階調特性はGSDFですか（複数回答あり）

はい	259
いいえ	14
その他	7
回答なし	11
合計	291

5-4 モニターの最大輝度（白）は300cd/m²以上ですか

はい	223
いいえ	18
その他	31
回答なし	18
合計	290

5-5 モニターの最大輝度（白）は何を用いて測定しましたか（複数回答あり）

接触型輝度計	154
モニター内臓の輝度計	35
その他	61
回答なし	43
合計	293

5-6 モニターの最大輝度（白）、最小輝度（黒）、輝度比（＝最大輝度÷最小輝度）

99以下	0
100～199	10
200～239	1
240～299	4
300～399	7
400以上	186
回答なし	82
合計	290

最小輝度

0.49以下	11
0.50～0.99	160
1.00～1.99	5
2.00～2.99	0
3.00～3.99	0
4.00～9.99	1
10.00以上	9
回答なし	104
合計	290

輝度比

99以下	7
100～249	2
250～399	6
400～549	69
550以上	102
回答なし	104
合計	290

5-7 読影モニターを年に1回点検していますか（複数回答あり）

はい	176
いいえ	95
その他	12
回答なし	8
合計	291

5-8 読影モニターの定期点検項目は何ですか（複数回答あり）

モニター最大輝度	130
モニター階調特性	138
その他	61
回答なし	71
合計	400

5-9 輝度計は所有していますか（複数回答あり）

はい	106
いいえ	168
その他	9
回答なし	9
合計	292

5-10 モニターの階調特性がGSDFになるように校正していますか（複数回答あり）

はい	196
自動校正	133
手動校正	54
いいえ	81
校正していない	53
GSDFではない	5
未記入	23
回答なし	13
合計	290

5-11 モニターの品質管理ソフトウェアを保有していますか

はい	144
いいえ	135
自動校正	22
その他	13
回答なし	11
合計	290

5-12 読影環境の照度は何ルクスですか

0～49	12
50～99	52
100～199	66
200～299	9
300以上	27
回答なし	124
合計	290

6 CD/DVD出力装置

6-1 CD/DVD出力装置がありますか

はい	283
いいえ	6
その他	0
回答なし	1
合計	290

6-2 CD/DVDをどの装置で出力しましたか（複数回答あり）

ビューワ	198
PDIクリエータシステム	63
モダリティ	12
その他	16
回答なし	2
合計	291

6-3 CD/DVDの中に、DICOMファイル以外に、ビューワのソフトを付帯できますか

はい	259
いいえ	26
その他	1
回答なし	4
合計	290

6-4 DICOMファイルの付帯情報を匿名化できますか

はい	254
いいえ	23
その他	13
合計	290

1. はじめに

モニターに表示される胸部X線撮影画像の輝度は、DICOM 画像の付帯情報に記録されている①リスケール傾斜、②リスケール切片、③ウィンドウレベル（ウィンドウ中心）、④ウィンドウ幅、⑤光度測定解釈により変化する。

このため、これらの5種類のパラメータが異なる DICOM 画像の画素値を比較する場合には、これらのパラメータを用いて、胸部画像の画素値を正規化する必要がある。

以下に、胸部画像の画素値の正規化の概要と、正規化画素値とモニターの表示輝度の関係の例を示す(図 1-2)。

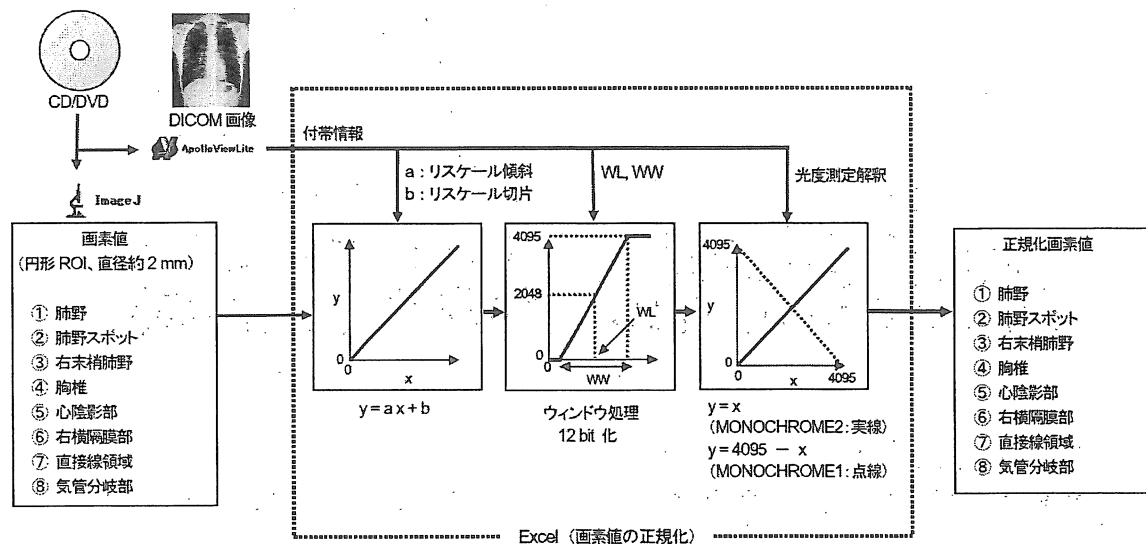


図 1 胸部画像の正規化画素値の測定法

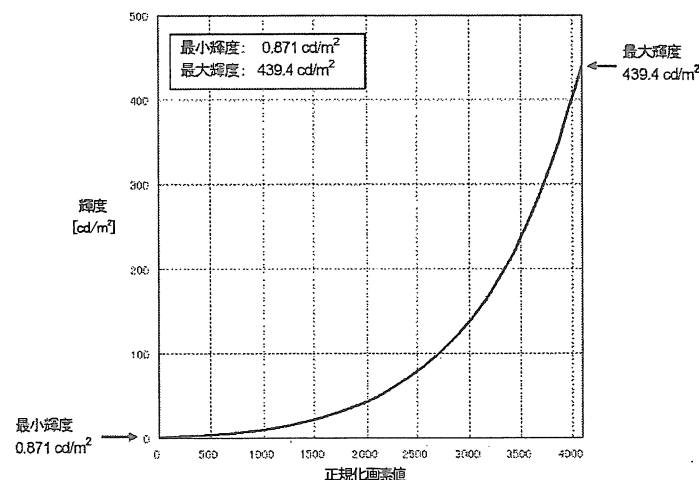


図 2 正規化画素値とモニターの表示輝度の関係の例

2. DICOM 画像の付帯情報の確認

以下に、ビューワ（ApolloView Lite，フリーソフト）を用いた、DICOM 画像の付帯情報の確認方法を示す。

① ビューワを起動する。「開く」をクリックする。

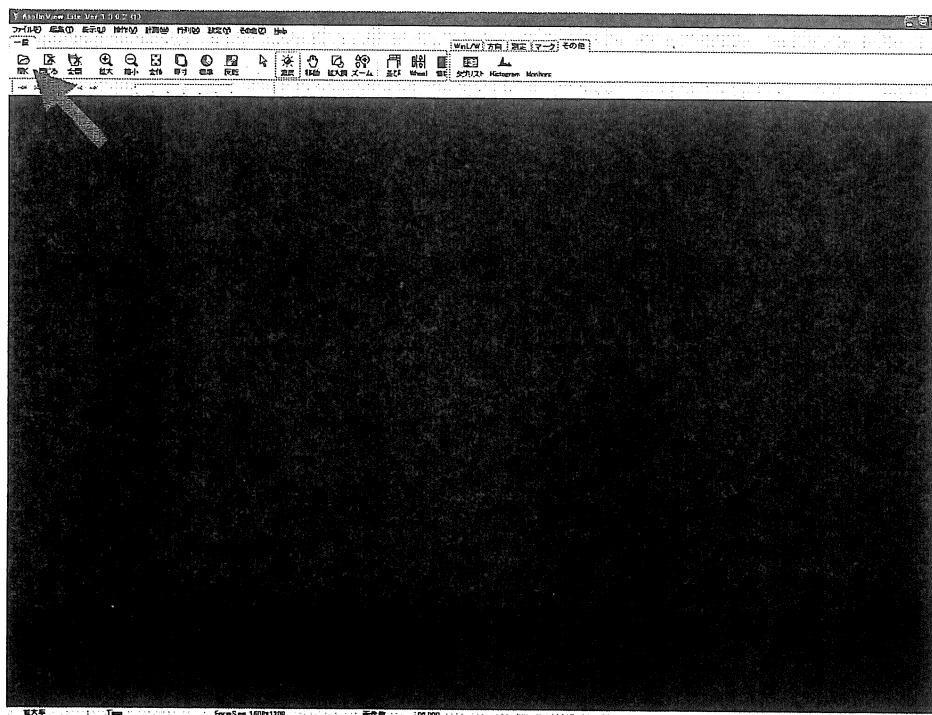


図3 ApolloView Lite の起動画面

② DICOM 画像を選択し、「開く」をクリックする。

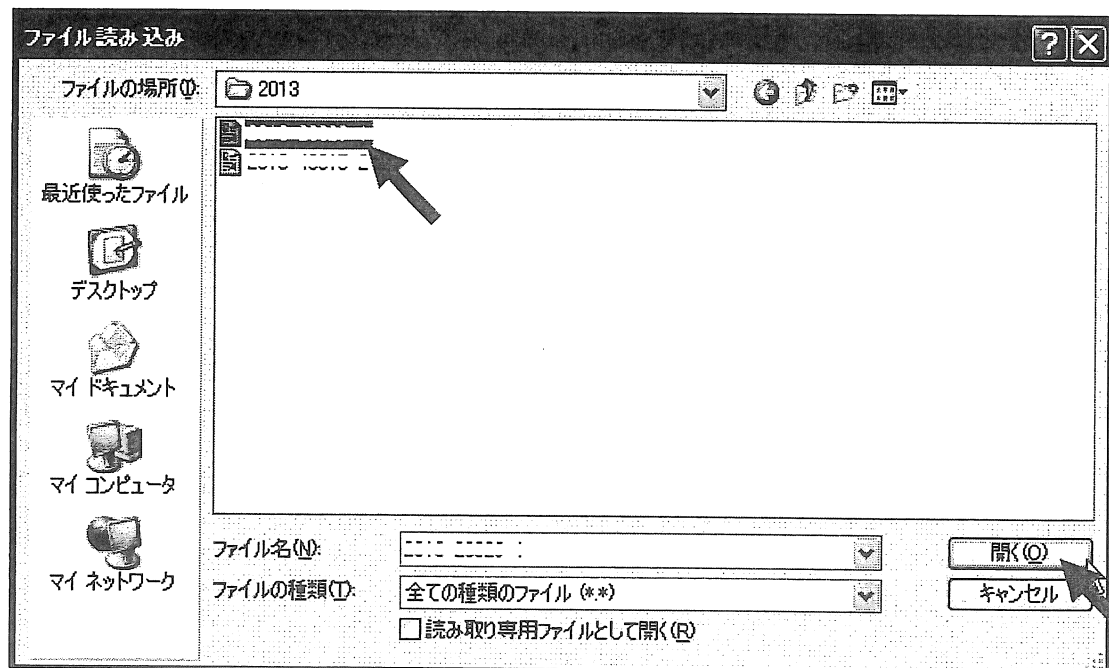


図4 ファイル読み込み画面

- ③ 画像が表示される。「その他」のタブをクリックし、「タグリスト」をクリックする。

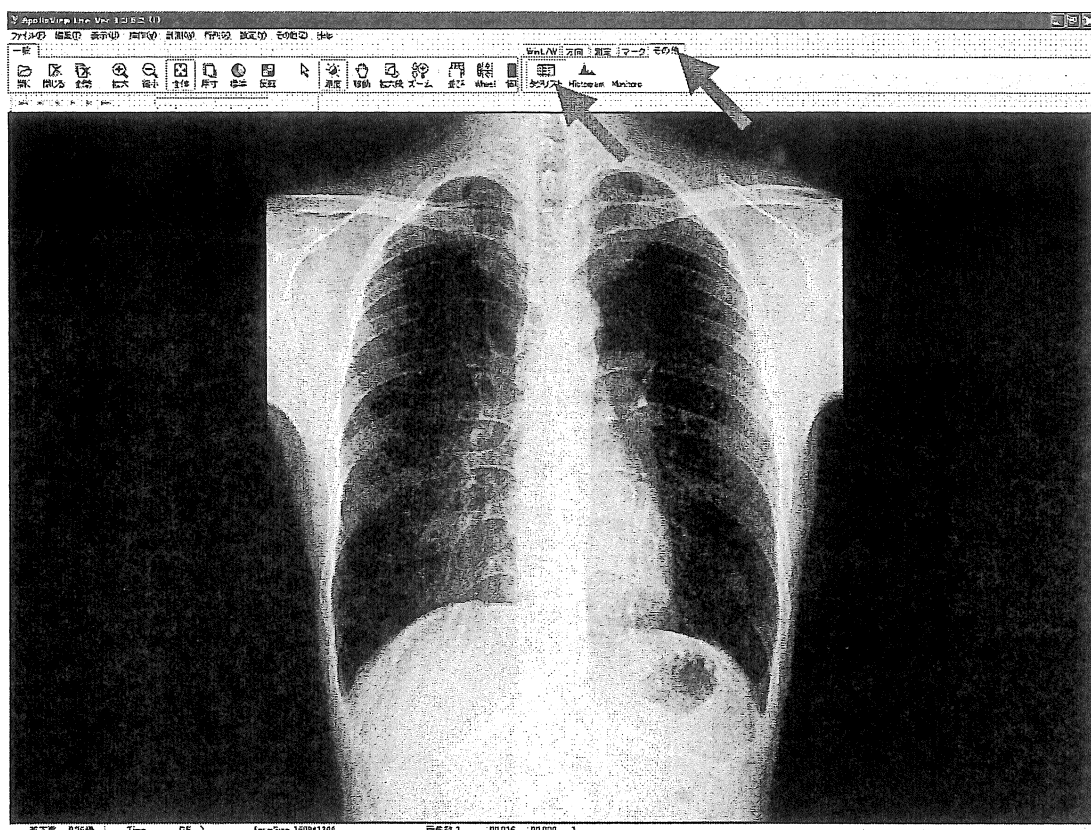


図5 胸部画像の表示

- ④ DICOM 画像の付帯情報が表示される。「その他」で「All」を選択する。

Y TagList

Group表示: ☐ 0002 ☐ 0008 ☐ 0010 ☐ 0018 ☐ 0020 ☒ 0028 その他

Group	Element	JName	Name	Unit	Value	Comment
0028	0002	画素あたりサンプル	Samples per Pixel		2	
0028	0004	光度測定解釈	Photometric Interpretation		1	
0028	0010	行数(Y方向pixel数)	Rows		2880	
0028	0011	列数(X方向pixel数)	Columns		2378	
0028	0030	画素間隔	Pixel Spacing	DS	10	
0028	0100	割り当てビット	Bits Allocated	US	16	
0028	0101	格納ビット	Bits Stored	US	12	
0028	0102	高位ビット	High Bit	US	11	
0028	0103	画素表現(符号 0: 符号無, 1: 符号有)	Pixel Representation	US	0	
0028	1050	ウィンドウ中心	Window Center	DS	2047	2047
0028	1051	ウィンドウ幅	Window Width	DS	4095	4095
0028	1052	リスケール切片	Rescale Intercept	DS	0	-0
0028	1053	リスケール傾斜	Rescale Slope	DS	1	1
0028	1054	リスケールタイプ	Rescale Type	LO	US	
0028	2110	非可逆画像圧縮	Lossy Image Compression	CS	00	

図6 TagList 表示画面

- ⑤ 付帯情報の表示画面を下にスクロールする。光度測定解釈、ウィンドウ中心、ウィンドウ幅、リスケール切片、リスケール傾斜の値を確認する（図7）。

0028	0004	光度測定解釈	Photometric Interpretation	CS	CS	12	MONOCHROME1	
0028	0010	行数(Y方向pixel数)	Rows	US	US	2	2880	
0028	0011	列数(X方向pixel数)	Columns	US	US	2	2373	
0028	0030	画素間隔	Pixel Spacing	DS	DS	10		
0028	0100	割り当てビット	Bits Allocated	US	US	2	16	
0028	0101	格納ビット	Bits Stored	US	US	2	12	
0028	0102	高位ビット	High Bit	US	US	2	11	
0028	0103	画素表現(符号 0: 符号無、1: 符号有)	Pixel Representation	US	US	2	0	
0028	1050	ウィンドウ中心	Window Center	DS	DS	4	2047	2047
0028	1051	ウィンドウ幅	Window Width	DS	DS	4	4095	4095
0028	1052	リスケール切片	Rescale Intercept	DS	DS	2	0	-0
0028	1053	リスケール傾斜	Rescale Slope	DS	DS	2	1	1
0028	1054	リスケールタイプ	Rescale Type	LO	LO	2	US	

図7 TagList 表示画面

3. ImageJ を用いた画素値測定

以下に、画像解析ソフト（ImageJ）を用いて、DICOM 画像の画素値を測定する。

- ① ImageJ を起動する。

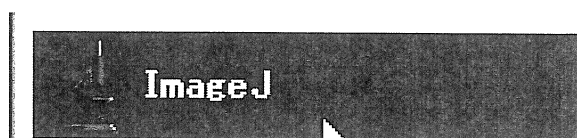


図8 ImageJ のボタン

- ② 以下の画面が表示される。

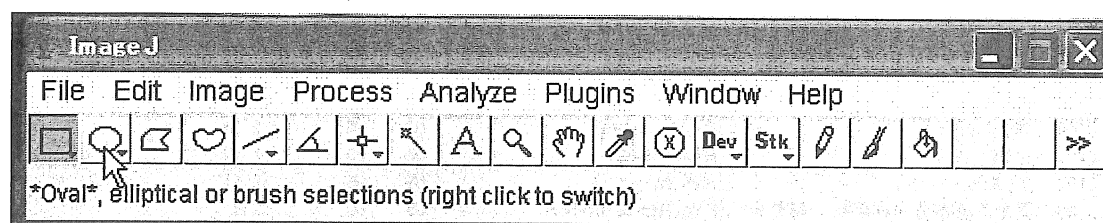


図9 ImageJ の操作画面

③ 「File」をクリックし、「Open」を選択する。

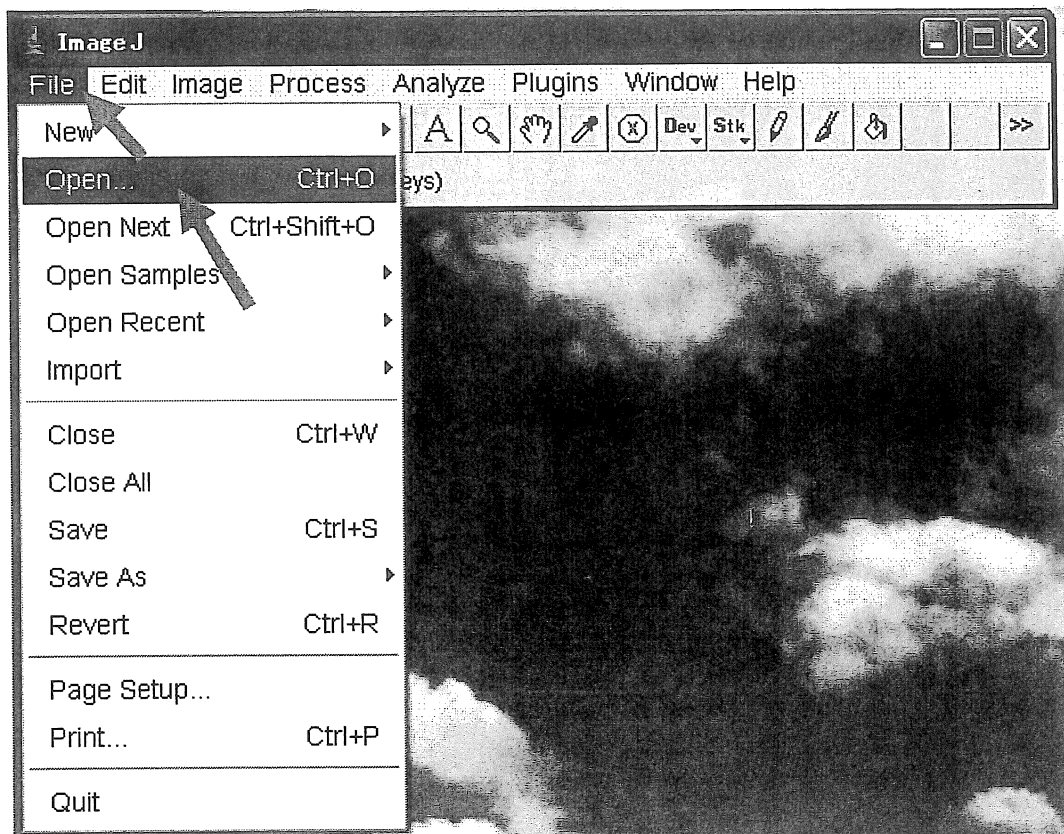


図10 Fileメニュー画面

④ フォルダを変更し、DICOM 画像のファイルを選択し、「開く」をクリックする。

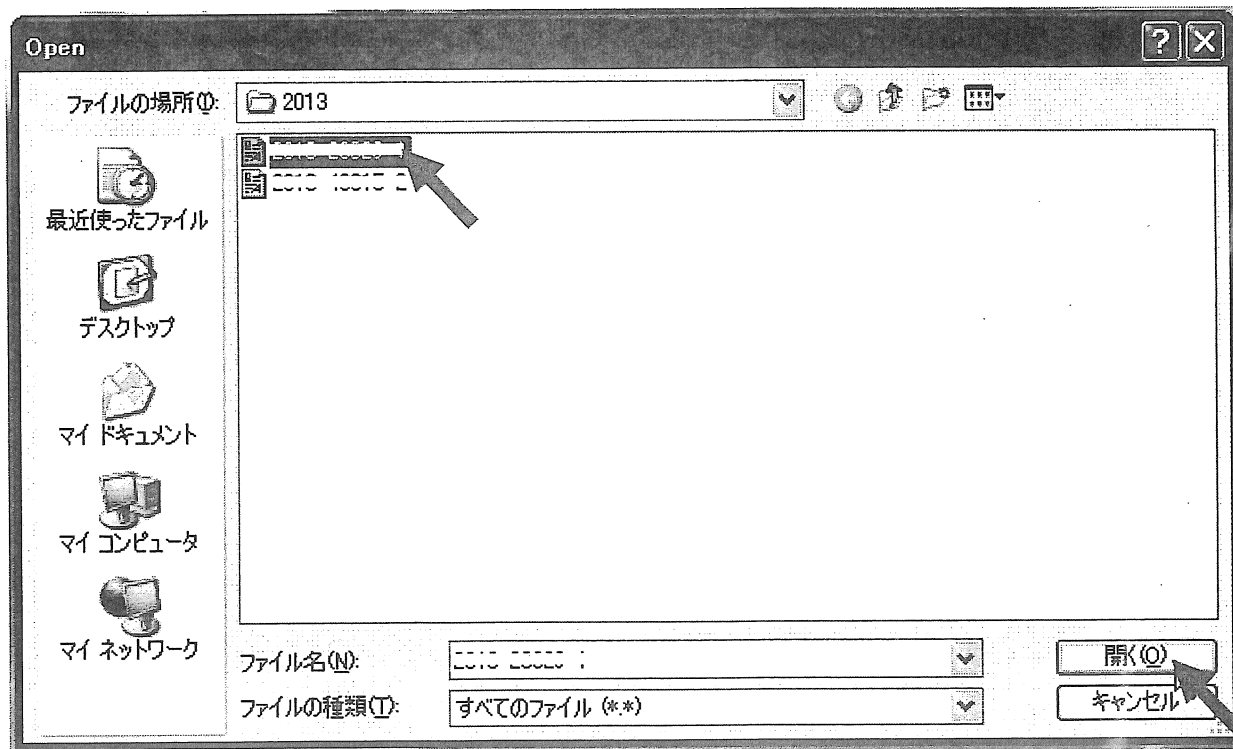


図11 ファイル選択画面

⑤ DICOM 画像が表示される。ImageJ の操作画面内の丸ボタンをクリックし、ROI の形状を円形にする。

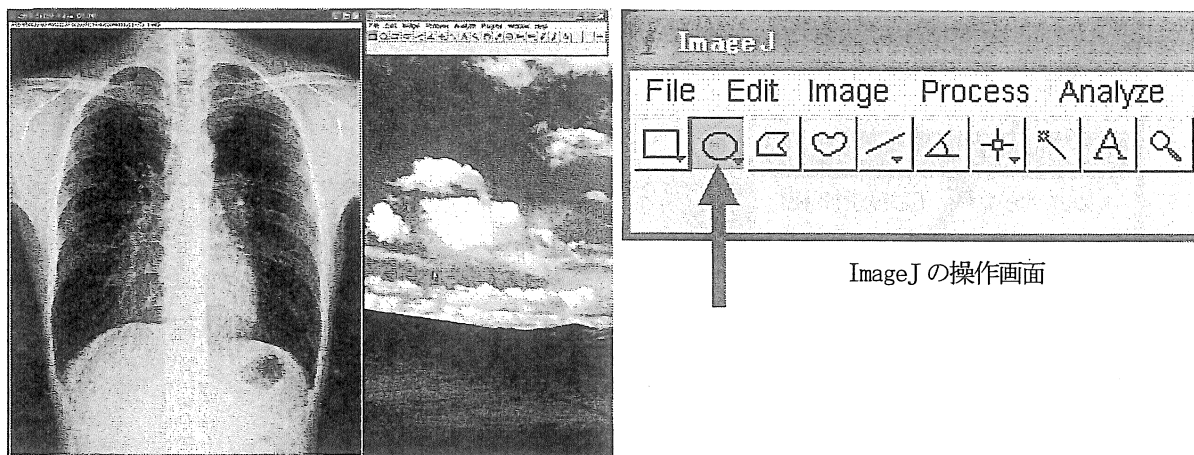


図 12 胸部画像の表示

⑥ 以下の手順で肺野の画素値を測定する。「Analyze」タブをクリックし、「Histogram」を選択する。

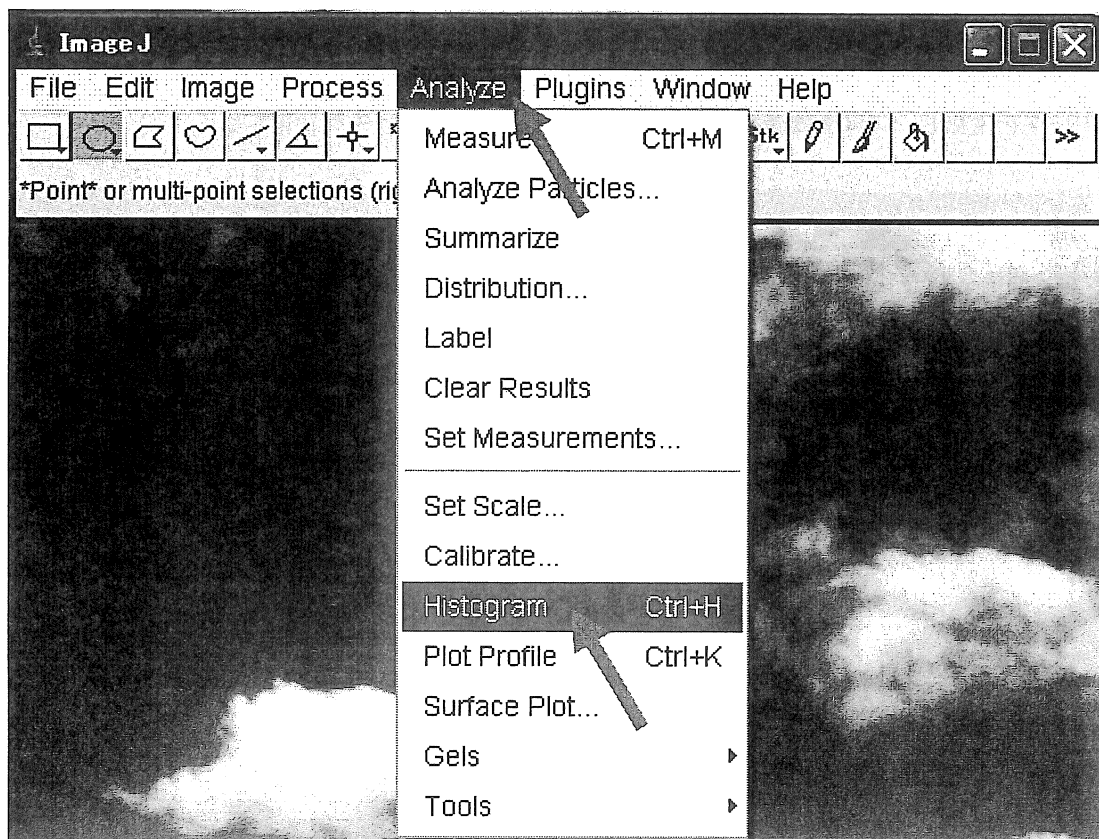


図 13 Analyze メニュー画面

⑦ 肺野の画素値を測定する。(肺野の画素値：3240)

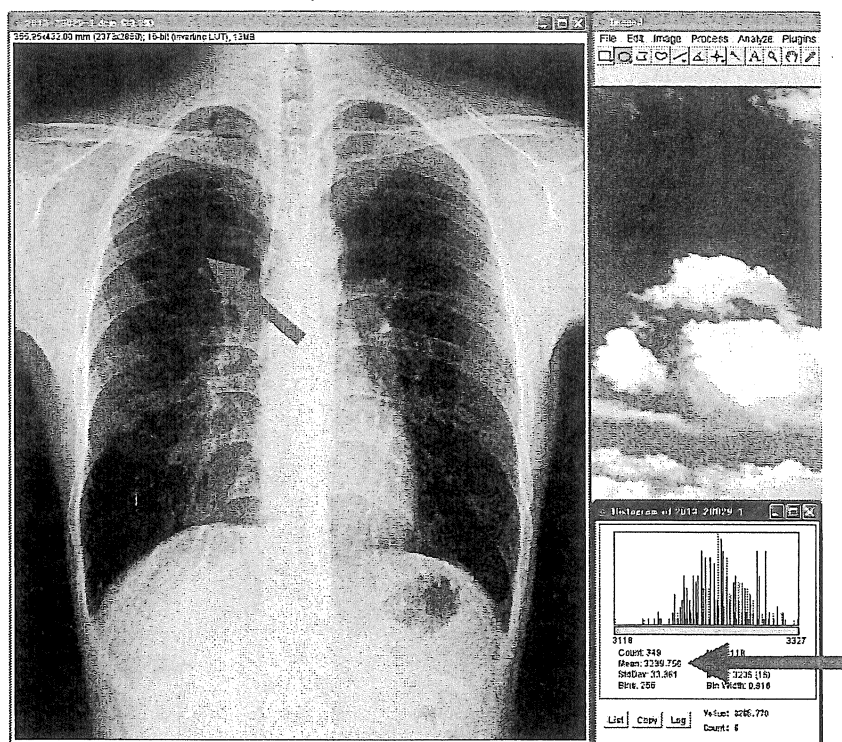


図 14 肺野の画素値の測定

⑧ 同様に、肺野スポットの画素値を測定する。(肺野スポットの画素値：3264)

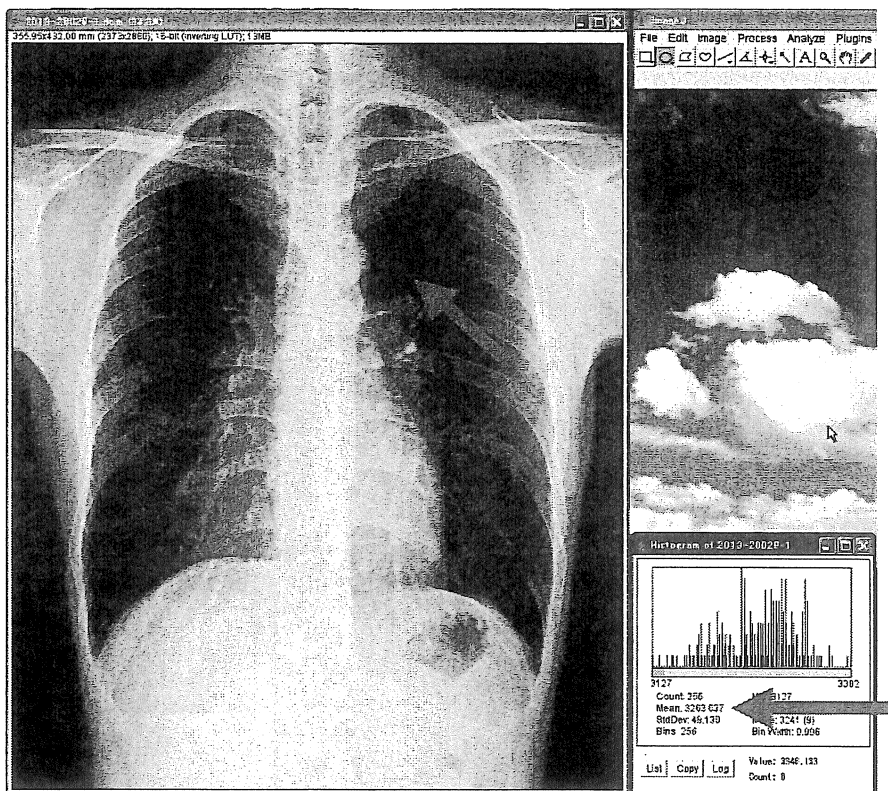


図 15 肺野スポットの画素値の測定

⑨ 右末梢肺野の画素値を測定する。(右末梢肺野の画素値：1452)

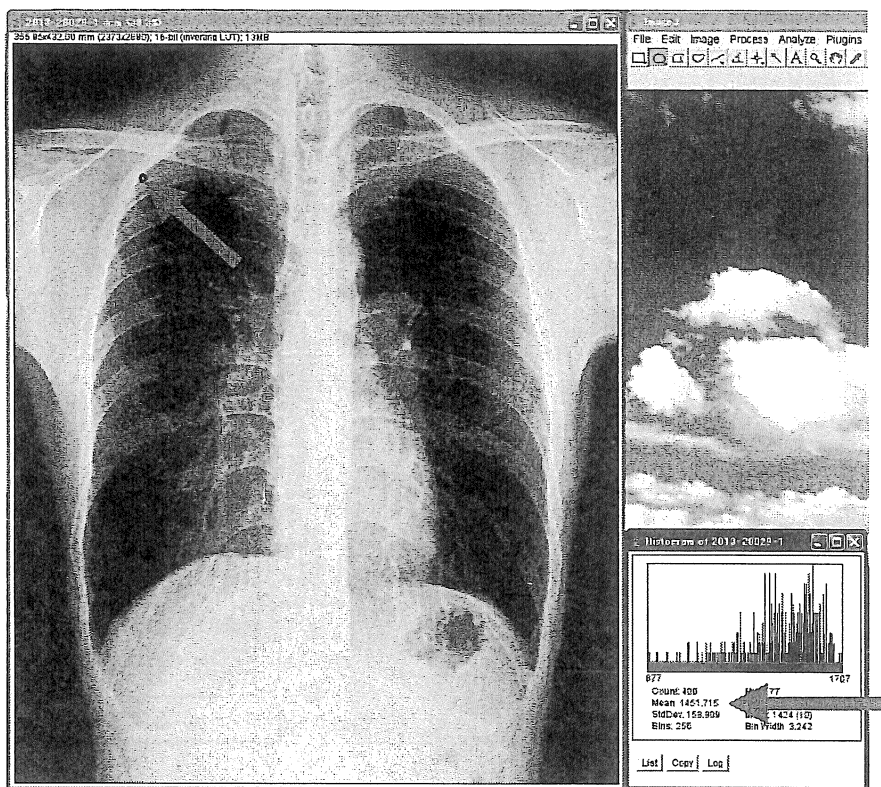


図 16 右末梢肺野の画素値の測定

⑩ 心陰影部の画素値を測定する。(心陰影部の画素値：1102)

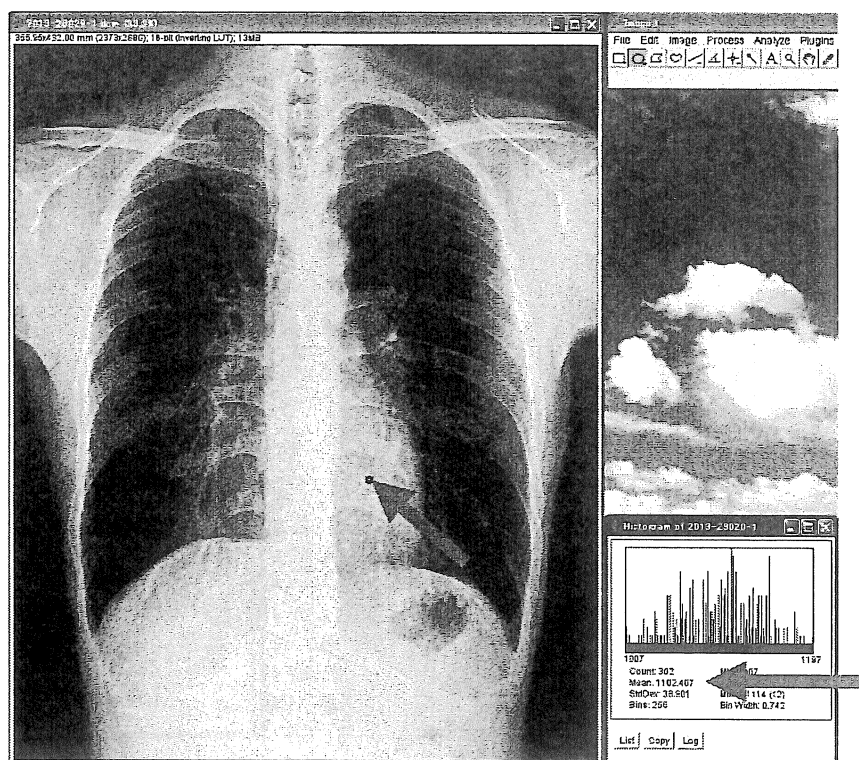


図 17 心陰影部の画素値の測定

⑪ 胸椎の画素値を測定する。(胸椎の画素値：843)

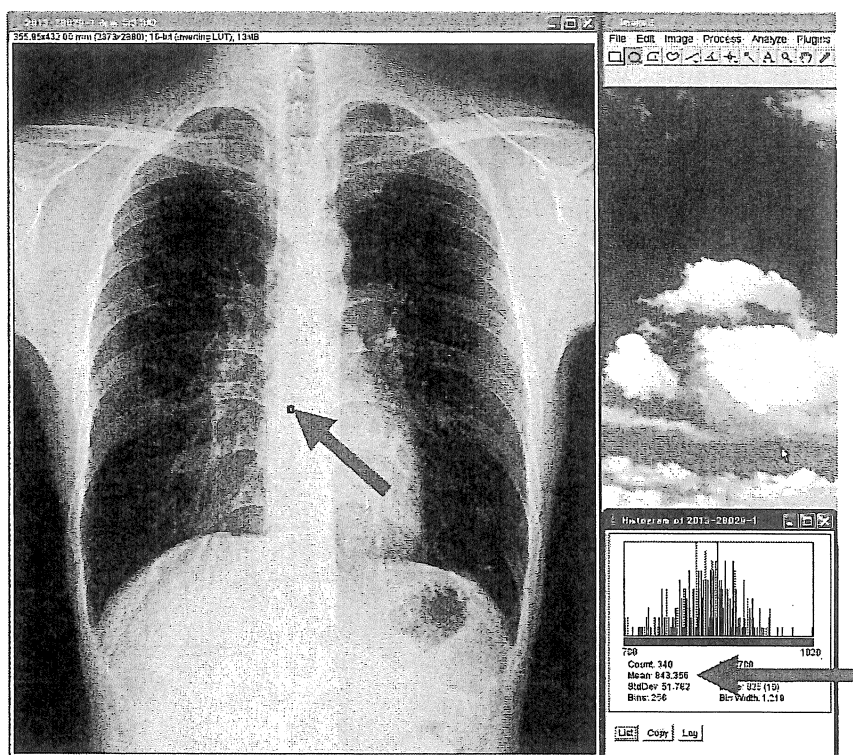


図 18 胸椎の画素値の測定

⑫ 右横隔膜部の画素値を測定する。(右横隔膜部の画素値：1179)

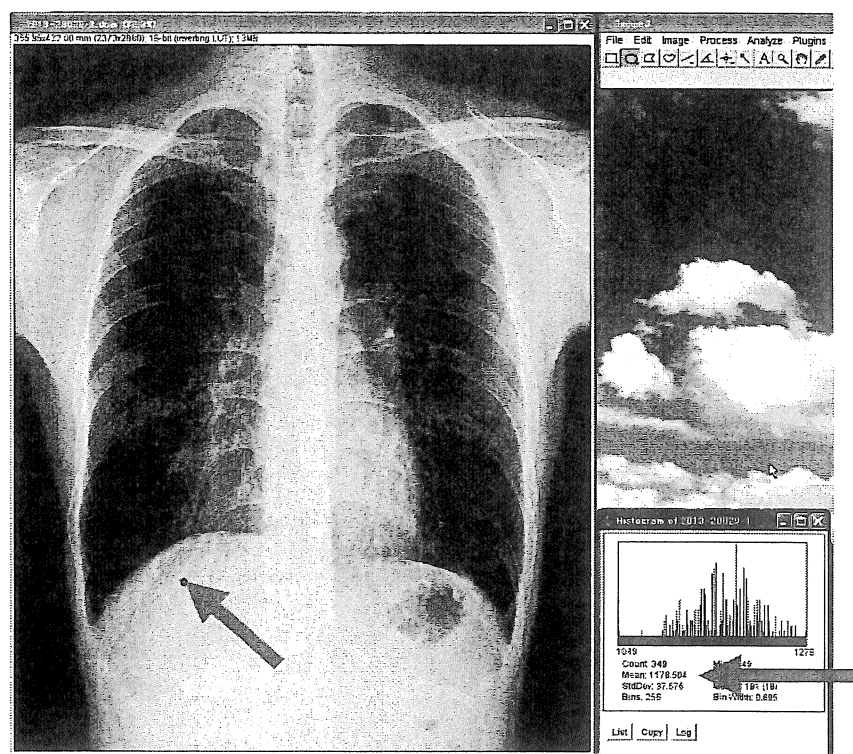


図 19 右横隔膜部の画素値の測定

- ⑬ 直接線領域の画素値を測定する。(直接線領域の画素値：4036)

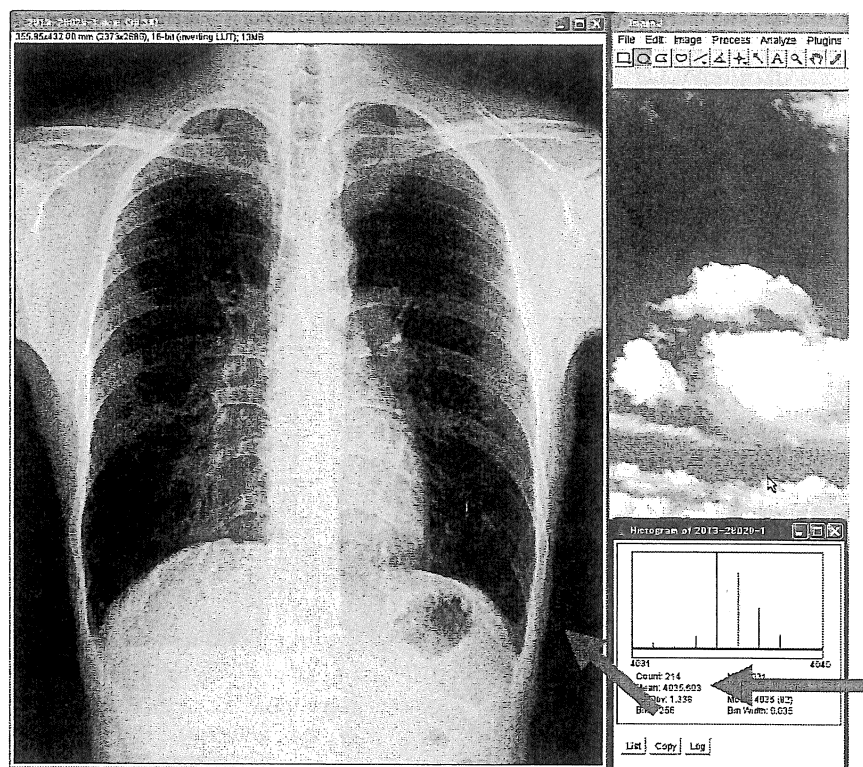


図 20 直接線領域の画素値の測定

- ⑭ 気管分岐部の画素値を測定する。(気管分岐部の画素値：720)

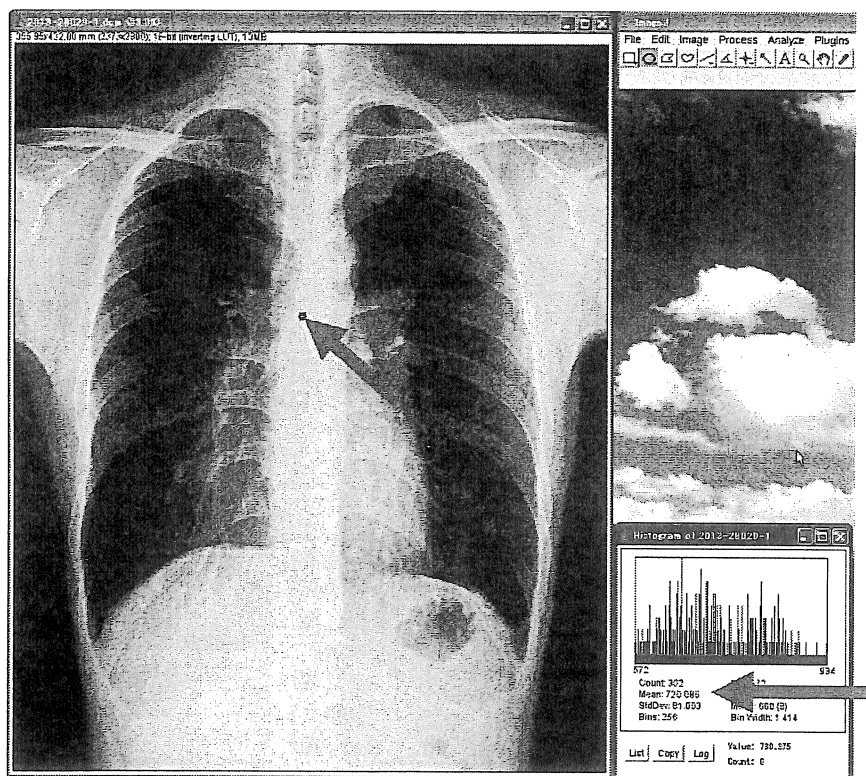


図 21 気管分岐部の画素値の測定

4. 画素値の正規化

Excel (Microsoft 社製) を用いて、画素値を正規化する計算式をセルに入力する (図 22)。図 22 は光度測定解釈が MONOCHROME1 の場合の画素値の正規化の例である。ImageJ を用いて、胸部画像の各測定部位の画素値を測定した後、画素値を Excel に入力する (図 22, F 列)。Excel 上に自動計算された正規化画素値が表示される (図 22, G 列)。なお、計算式には、ウィンドウ処理 (WL/WW 処理) におけるクリップ処理 (画素値の 0~4095 の制限) が含まれていない。このため、Excel で計算した正規化画素値が負の場合には、正規化画素値を 0 に読み変え、正規化画素値が 4095 を超える場合には 4095 に読み替える必要がある。正規化画素値の計算式を以下に示す。

正規化画素値 G_i の計算式 (MONOCHROME1)

$$G_i = 4095 - (4095 * (B_i * F_i + C_i) / E_i + (2048 - 4095 * D_i / E_i)) \quad \text{式1}$$

B_i : リスケール傾斜、 C_i : リスケール切片、 D_i : WL、 E_i : WW、 F_i : 画素値、 $i=2 \sim 9$

G2		=4095-(4095*(B2*F2+C2)/E2 + (2048 - 4095*D2/E2))					
	A	B	C	D	E	F	G
1	測定部位	リスケール傾斜	リスケール切片	WL	WW	画素値	正規化画素値
2	肺野	1	0	2047	4095	3240	854
3	肺野スポット	1	0	2047	4095	3264	830
4	右末梢肺野	1	0	2047	4095	1452	2642
5	心陰影部	1	0	2047	4095	1102	2992
6	胸椎	1	0	2047	4095	843	3251
7	右横隔膜部	1	0	2047	4095	1179	2915
8	直接線領域	1	0	2047	4095	4036	58
9	気管分岐部	1	0	2047	4095	720	3374

図 22 Excel を用いた画素値の正規化

以下に、良い胸部画像 (胸部画像審査ベスト 1) の正規化画素値の例を示す。

	A	B	C	D	E	F	G
1	測定部位	リスケール傾斜	リスケール切片	WL	WW	画素値	正規化画素値
2	肺野	1	0	2047	4095	3240	854
3	肺野スポット	1	0	2047	4095	3264	830
4	右末梢肺野	1	0	2047	4095	1452	2642
5	心陰影部	1	0	2047	4095	1102	2992
6	胸椎	1	0	2047	4095	843	3251
7	右横隔膜部	1	0	2047	4095	1179	2915
8	直接線領域	1	0	2047	4095	4036	58
9	気管分岐部	1	0	2047	4095	720	3374

図 23 良い胸部画像の正規化画素値の例

なお、光度測定解釈が MONOCHROME2 の場合の正規化画素値 G_i の計算式を示す。

$$G_i = 4095 * (B_i * F_i + C_i) / E_i + (2048 - 4095 * D_i / E_i) \quad \text{式2}$$