

## 第69回総会学術大会シンポジウム 2

開催日：2013年4月13日(土) 13:40～15:40

会場：パシフィコ横浜会議センター 502 会議室

## デジタルマンモグラフィの課題と将来展望

座長

新井敏子

社会保険群馬中央総合病院

## 1. 画像処理と上手に付き合うためには～診療放射線技師の役割と課題～

篠原範充

岐阜医療科学大学保健科学部放射線技術学科

## 2. デジタルマンモグラフィ品質管理のポイント

斎 政博

東北大学病院診療技術部放射線部門

## 3. 医療情報・画像表示の課題

星野修平

群馬県立県民健康科学大学大学院診療放射線学研究科

## 4. 線量と画質～まずは測って、知っておこう線量評価～

黒蔵邦夫

北海道対がん協会札幌がん検診センター放射線科

## デジタルマンモグラフィの課題と将来展望

Symposium

新井敏子

社会保険群馬中央総合病院

医用 X 線画像の中で、マンモグラフィはその微細な解像度、わずかな濃度差の描出力、画像の奥深さなど繊細な画像を要求されるため、他のモダリティにくらべ、デジタル化が遅れていた分野であった。しかし、デジタル化の利便性、機器の進歩や画像処理の改善などによって、computed radiography(CR)や flat panel detector(FPD)によるデジタルマンモグラフィ使用施設は急激に増え、いまや 8 割をこえている。更に、出力画像もハードコピーからソフトコピーへと移行している。

そのような状況の中で、はたして標準化がなされているのであろうか？学会の乳房撮影ガイドライン普及班や、マンモグラフィ検診精度管理中央委員会の講習会などで、アナログのマンモグラフィではある程度、画質や線量、精度管理がそろってきた感があったが、デジタルになり、そのばらつきが再び広がってきているような気がする。本シンポジウムでは標題のように、デジタルになったからこそその問題点や課題を、画像処理・品質管理・表示系・線量などの方面から掘り下げ、今後の対応についても検討を行った。

講演のテーマと演者

・「画像処理と上手に付き合うためには～診療放射線技師の役割と課題～」

岐阜医療科学大学保健科学部放射線技術学科

篠原範充

・「デジタルマンモグラフィ品質管理のポイント」

東北大学病院診療技術部放射線部門 斎 政博

・「医療情報・画像表示の課題」

群馬県立県民健康科学大学大学院診療放射線学研究科

星野修平

・「線量と画質～まずは測って、知っておこう線量評価～」

北海道対がん協会札幌がん検診センター放射線科

黒蔵邦夫

なお、各演者の発表のあと、トモシンセシス、造影マンモグラフィ、フォトンカウンティング、3D マンモグラフィなど新しい技術の話題提供をいただき、現状のデジタルマンモグラフィの問題点だけでなく、今後のさらなる可能性まで含めた内容のシンポジウムを企画した。

# 1. 画像処理と上手に付き合うためには ～診療放射線技師の役割と課題～

## はじめに

マンモグラフィは、①微小石灰化、②腫瘍、③局所的非対称陰影などの density、④構築の乱れなどの構造の連続性認識などを診断できることが求められてきた<sup>1)</sup>。そのため、受光系は、高感度、高濃度分解能、高空間分解能を有するシステムによって運用されてきた。マンモグラフィは、画像診断においてデジタル化が最も遅れている領域であったが、現在、「デジタルマンモグラフィを用いたハードコピー診断」から「デジタルマンモグラフィを用いたソフトコピー診断」へ急速に移行しつつある。このような状況の中で、マンモグラフィを担当する診療放射線技師は、知識と経験を充実させてマンモグラフィの画質と診断精度を担保していかななくてはならない。

そこで、本講演では、画像処理に関して、その専門性を追求する機会ではなく、マンモグラフィの画像形成に欠かせない画像処理とどのように向き合い、どのように知識を整理するべきかを概説した。

## 1. 基礎知識の習得

現在、国内で主に使用されているデジタルマンモグラフィ装置は、画素サイズが 25  $\mu\text{m}$  から 100  $\mu\text{m}$  程度である。ソフトコピー診断では、5 MP モニタを用いた場合であっても、解像特性は 2560×2048 となり、それより大きなマトリックスを有する検出器を使用する場合、縮小して表示する(空間分解能の劣化を伴う)必要がある(Fig. 1)。更に、縮小する濃度補間法には nearest neighbor, bilinear interpolation, bicubic interpolation などの種類があり、それぞれ画像の特徴が異なることが知られている。

また、濃度分解能においては、10 bit から 14 bit 程度の性能を有している。ハードコピー診断では、高コントラストを実現するために最高濃度 4.0 によってハードコピー化してきた。それに対してソフトコピー診断におけるモニタの輝度特性は、コントラスト比が 1000 : 1 程度となる。これは、フィルム濃度差にして約 3.0 程度となり、ハードコピーと比較して十分なコントラストが得られない。

つまり、マンモグラフィのソフトコピー診断には、病変や装置による特有の制約があり、高性能な装置の性能を引き出すためには、効率的、標準的な読影法の確立が必要となる。また、ソフトコピー診断になった場合

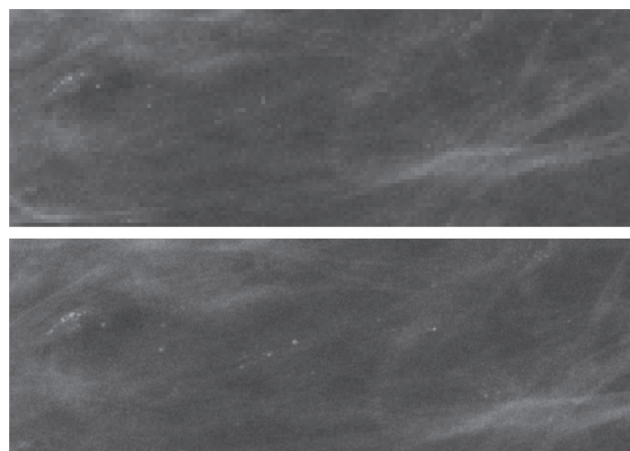


Fig. 1 The example of the mammogram from which spatial resolution is different.  
(a) Compressed the original mammogram into a 100  $\mu\text{m}$  mammogram  
(b) Original mammogram

でも基礎知識を基にしたロジックによってハードコピー診断の診断精度をできる限り維持し、逆にデジタルのメリットを付加していけるとよい。例えば、解像特性に起因したピクセル対応表示(ピクセル等倍)の必要性やモニタの輝度特性起因した階調変化の必要性が挙げられる。臨床現場において、診療放射線技師は、基本原理と読影の両者を知り得る立場にあり、基礎知識を基に乳腺診療フローにおける重要な役割を担うことになる。

## 2. 画像処理の目的をある程度把握する

画像処理の目的は、「検出器から取得した画像」を「診断に適した画像」に変換することである。つまり、画像処理で検出器の能力を補う、検出器の能力を引き出すことが重要である。検出器の方式が多様化し、これまでの知識(ターゲット、フィルタ、スペクトル、撮影条件)と異なる点も多くみられるようになった。そのため、同様の原理によって構築された画像処理技術であっても役割が同様であるとは限らないかもしれない。まず最初に画像処理のメリットとデメリットを正しく把握しておくが必要になる。

まず、ハードコピー診断における画像処理の役割は、病変の特徴を示す 1 枚の画像に情報をそぎ落とすことにあった。それに対して、ソフトコピー診断では、膨大な情報を操作でき、診断の可能性を広げるツール

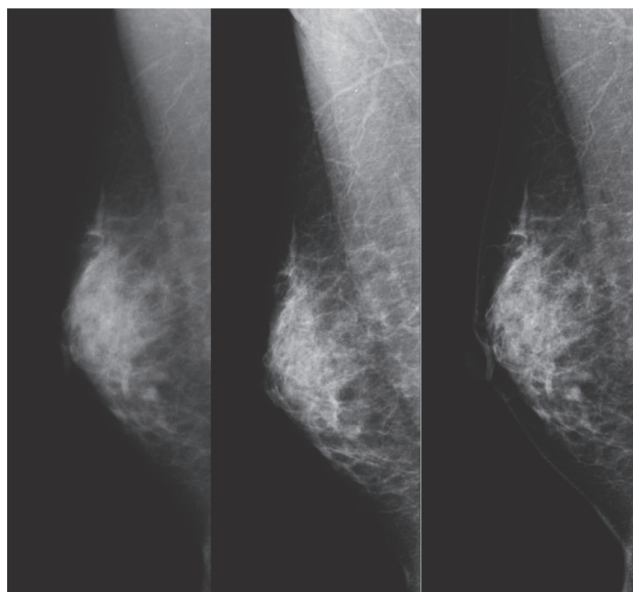


Fig. 2 The example of the mammogram from which frequency processing is different.

としての役割がある。しかし、画像処理は、その画像情報を操作するあまり、虚像を作成する危険性があるため、単純な X 線透過情報と常に対比して考える必要がある<sup>2)</sup>。

また、読影の観点から考えるとハードコピー診断は、情報をそぎ落として最適化が図られた 1 枚周波数処理の画像として出力された。一方、ソフトコピー診断では、自由度が広がったために各施設、各読影ごとに最適化を図る必要がある。同一画像に異なる周波数処理の例を Fig. 2 に示す。Fig. 2 のようにパラメータ設定が臨床画像に及ぼす影響が大きいいため、最適なパラメータ設定は安定した臨床画像提供の重要なポイントとなる。

各システムには、メーカーから推奨される画像処理技術が搭載されている。Fig. 3 に画像処理条件の異なる画像を示す。Fig. 3(a)はデフォルトの画像処理、Fig. 3(b)は微小石灰化強調処理画像である。矢印で示す領域に distortion が確認された。Fig. 3(a)では乳腺の走行とは異なる線成分が視認できるが、Fig. 3(b)では他の乳腺構造と区別することが困難となる。Fig. 3(b)の画像処理は、ソフトコピー診断において、微小石灰化の診断能を向上するための画像処理技術であり、すべての条件において万能ではない。そのため、画素処理は、特定の症例において有益な画像処理であっても、他の症例にとってはよい影響を及ぼさない可能性があることを把握し、適用症例とパラメータの設定を判断する必要がある。

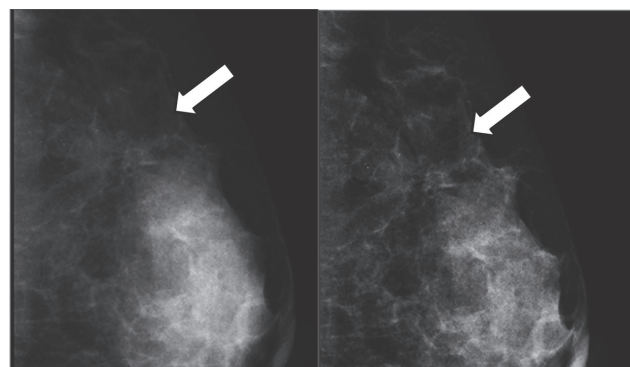


Fig. 3 The example of the mammogram from which image-processing is different.  
(a) Default image processing  
(b) Microcalcification emphasis processing

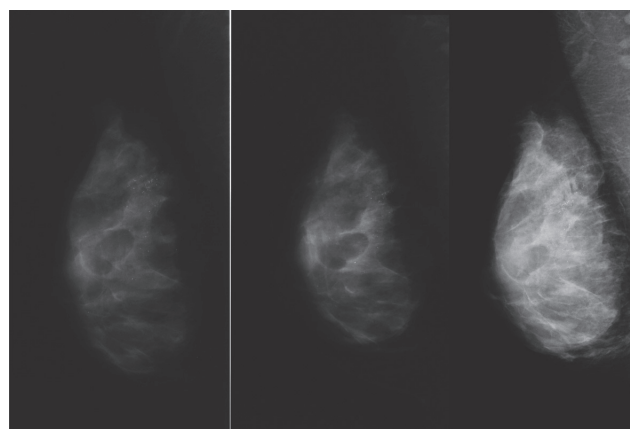


Fig. 4 Three kinds of different systems in the same institution.

画像処理は、無限の画像パターンを用意することが可能であり、読影医、診療放射線技師は、この無限のパターンから有益な情報をいかに抽出するかを求められる。

本学会は、ROC 解析や 2 肢強制選択法など observer test に関してのセミナーも定期的で開催されており、evidence を持ったパラメータ設定を可能にする知識の提供を行っている。この点においても診療放射線技師は、画像処理の目的を“ある程度”理解し、各種パラメータの設定による画像安定、読影医とメーカーとのコミュニケーションの伝達者としても重要な役割が求められている。

### 3. 現在の問題点

現在、画像処理に起因するいくつかの問題点が存在するが、本講演では継時的な変化に関する問題点を紹介した。マンモグラフィ読影において経時的変化は重要な診断基準である。Fig. 4 は同じ被検者に対して 3 種類の異なるシステムで撮影した画像である。各装置に

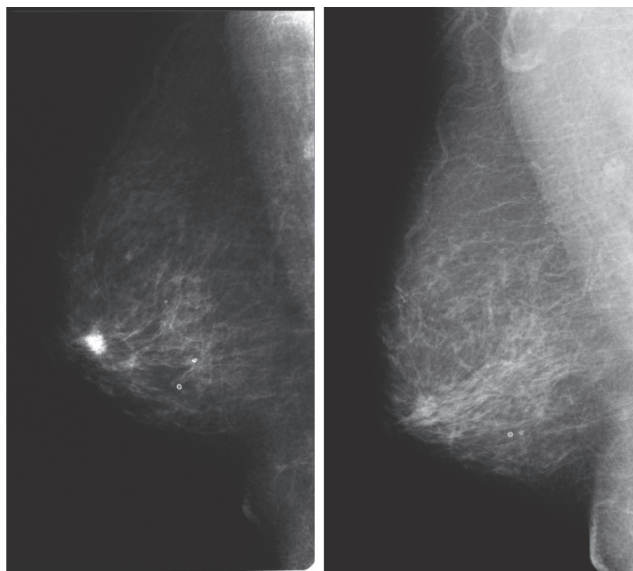


Fig. 5 Mammography in a different institution to the same patient.  
 (a) Mammography of the screening institution  
 (b) Mammography of detailed examination institution

よって大きくデフォルト画像が異なることがわかる。

Fig. 5 は、同じ被検者に対して検診施設と精査施設の画像である。このように検出器と画像処理技術によって、経時的变化と平行して診断画像の特徴も変化してしまう危険性がある。更に、アナログマンモグラフィの比較読影も少なくないため、これらの整合性を保ちながら、安定した診断基準を担保して行っていくことは重要な命題であると言える。

## まとめ

本講演では、画像処理とどのように向き合い、どのように知識を整理するべきか報告した。自動化、システム化が乳腺診療にもたらした作業効率への成果は大きい。しかし、画像処理技術など、ユーザの関与できる範囲は狭くなり、ブラックボックスになってしまう部分もある。また、多くのメーカーや機種があり、マンモグラムの画質の標準化を行うことは困難である。そのため、読影医と診療放射線技師がコミュニケーションを取り、基準の設定、最適化を模索していただき、安定したマンモグラムの提供に努めていただきたい。

今後、画像処理技術は、ますます進歩し続けると予想できる。画像処理技術は、画像生成にとどまらず、画質を維持した場合の被ばく量の低下、圧縮などの医療情報、各種コストなどにも寄与できる可能性がある。また、トモシンセシスや造影マンモグラフィなど新たな技術が導入され、乳腺診療における画像処理技術への機運がますます高まっている。

最後に、診療放射線技師が、画像処理と上手に付き合うためには、「You will become the translator for good mammograms: 診療におけるよいマンモグラムのための通訳者になる」ことを目指していただければと考える。つまり、診療放射線技師は、複合学問である放射線技術学(画像情報学、画像工学、放射線計測学、診断学、画像検査学、機器工学など)を習得しており、多くの分野の知識と精通している。これら診療放射線技師の特性を駆使して、施設における乳腺診療のキーマンになっていただきたい。

## 2. デジタルマンモグラフィ品質管理のポイント

Symposium

斎 政博

東北大学病院診療技術部放射線部門

### はじめに

マンモグラフィにおける乳癌画像診断において、乳癌の早期発見には高品質なマンモグラムの提供は不可欠であり、その品質のレベルを維持するには精度管理の遂行が重要である。フィルムで管理されていたアナログシステムとは異なり、システムの機能が分離されたデジタルシステムの管理は機能ごとの管理が必要となる。そのため、マンモグラフィに要求される性能を備えた撮影機器を使用すること、およびそれらの性能を維持するために品質管理を計画的に実行することが重要である。わが国におけるデジタルマンモグラフィの品質管理の現況を踏まえながら品質管理とはどうあるべきか、そして今後どのような方向に向かうべきかを提言する。

### 1. デジタルマンモグラフィ品質管理の概要

医用画像診断装置にかかわる技術の国際的な標準化(国際規格)は、国際電気標準会議(International Electrotechnical Commission: IEC)および国際標準化機構(International Organization for Standardization: ISO)で作成している。したがって、わが国における機器の品質管理に関する方法も、国際的な水準を取り込み、日本に適したマンモグラフィシステムの精度管理を構築しなければならない。乳房 X 線撮影装置の受入試験に関する項目は、国際規格 IEC61223-3-2/Ed.2:2007(医用画像部門における品質維持の評価及び日常試験方法、第 3-2 部: 受入試験-乳房用 X 線撮影装置の画像性能)、画像表示システムは医用画像表示用モニタの品質管理に

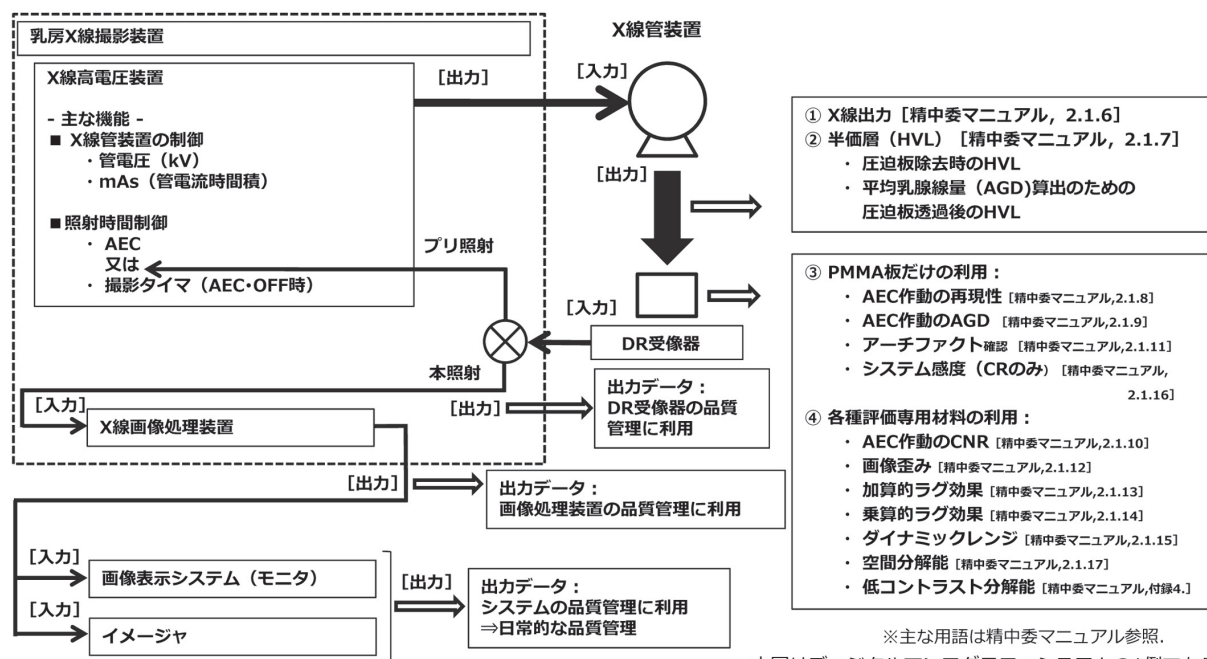


Fig. 6 デジタルマンモグラフィ装置と精度管理

関するガイドライン(JESRA X-0093<sup>A\*</sup>: 2010)を基礎に、必要に応じて欧米の最新情報で補足している。受入試験とは、設置した機器が仕様に適合し、性能が許容値を満足していることを確認するために設置施設側が行う試験である。日常管理は、機器の性能の不変性を確認するためや、毎日の検査を安全に遂行する目的で検査開始前に行い、機器の清掃や撮影から画像表示までのシステム全体の作動確認を行う。定期的な管理とは、機器の設置後もその機器の性能が設定基準を満たしているかの確認と性能の継続的な変動を管理する目的で行われる。各施設においては、これらの管理を遂行することで受診者に対し検査の安全と精度を保証することになるが、現状としては十分に行われているとは言い難い。

## 2. 品質管理における影響因子

Fig. 6 にデジタルマンモグラフィシステム(例)における品質管理の実際を示す。デジタルマンモグラフィシステムはX線管装置、受像器、画像処理装置、画像表示システム、イメージャなどから構成されるが、機能はそれぞれに分離されており、管理も分離された装置ごとに行わなければならない。ここでは品質管理における影響因子について述べる。

### 1) Contrast to noise ratio(CNR)

デジタルマンモグラフィシステムにおける auto exposure control(AEC)の役割はさまざまな乳腺(厚さ、

乳腺密度)に対して診断関心領域の情報を適切に描出するため線量を最適化することである。受像器におけるAECの管理においてはCNRという指標を用いて行う。この指標はコントラスト対雑音比でコントラストが高いほど、またはノイズが小さいほど大きな値を示すことになる。測定方法および計算式をFig. 7に示す。CNRは受像器への入射線量の変化をよく反映するので線量が大きくなるとCNRの値も大きくなる。また、Fig. 8に示すように撮影条件(管電圧、フィルタ)によってもCNRの値は変化する。AECの管理においては、画質と線量のバランスを保つ必要があるため線質などの撮影条件も含めた管理を行うことが重要である。

### 2)低コントラスト分解能評価

マンモグラフィの診断では乳房の微細な情報(微細病変などの検出)の描出が不可欠である。European guidelines for quality assurance in breast cancer screening and diagnosis, fourth edition(European Reference Organisation for Quality Assured Breast Screening and Diagnostic Services: EUREF)においては、その低コントラスト分解能の評価にCDMAM3.4(IEC規格が推奨する標準ファントム)を用いた検出能評価を行うことになっている。検出試料として金製のディスク(厚さ0.03~2.00 mm, 直径0.08~2.00 mm)が内蔵されており、試料の厚さ、直径に対してcontrast-detail curvesを作成し、許容値の範囲内であることを確認する(Fig. 9)。

このファントムの検出能は、撮影条件、特に撮影線

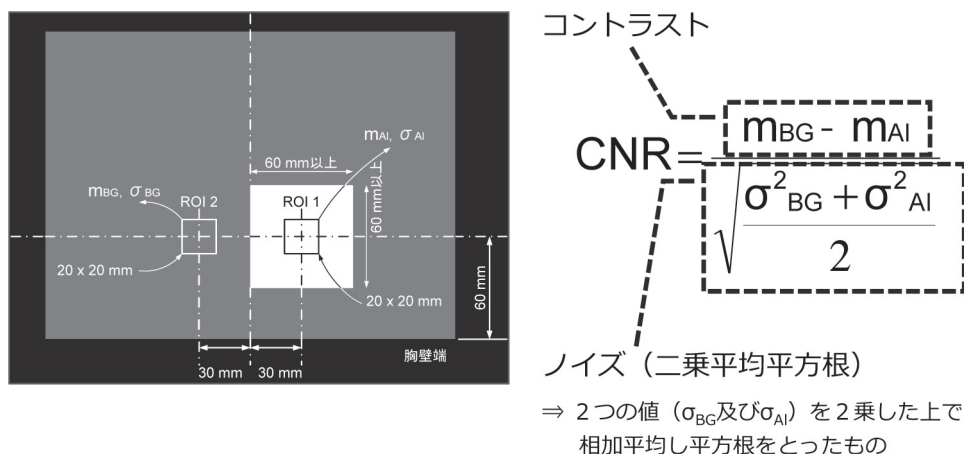


Fig. 7 CNR の定義と測定方法

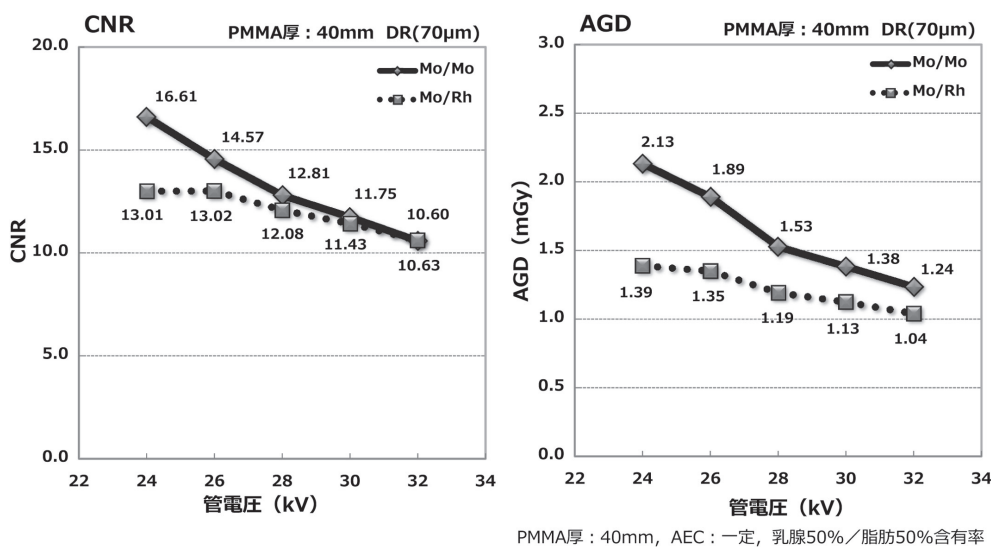


Fig. 8 CNR と AGD(線質変化)

量の影響を受ける。品質管理においては、基準となる被写体厚での AEC の性能評価に用い、許容値を満たした上で線量を可能な限り低減することが求められる。

### 3) System contrast transfer function(SCTF)

不変性試験の簡易的な鮮鋭度測定法として IEC 規格では SCTF を求めるために SD 法が採用されている。これはチャート画像において目的とする周波数領域、X 線の透過領域および不透過領域に region of interest(ROI)を設定し、ピクセル値の平均値および標準偏差を測定することによって求められる。SCTF の計算式を Fig. 10 に示す。この指標は、焦点の性能や画像処理など鮮鋭度に起因するファクタの影響を受ける。

## 3. 今後の展望

デジタルマンモグラフィの品質管理においては管理基準値の設定がまだ不十分な状況下であり、それらの

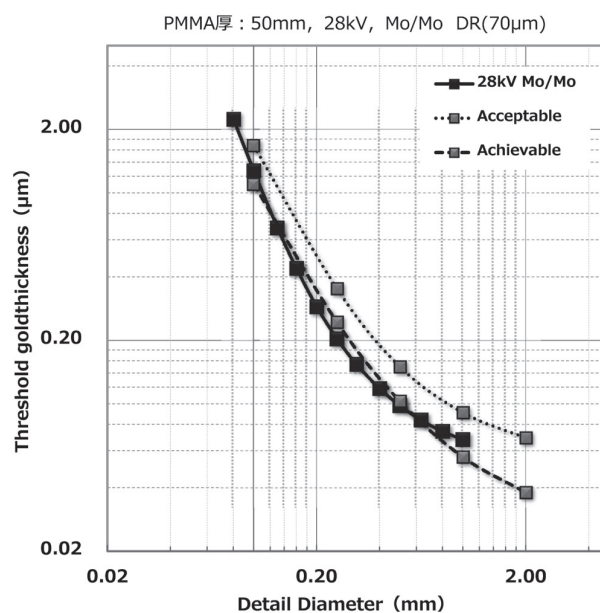


Fig. 9 Contrast-detail curves.

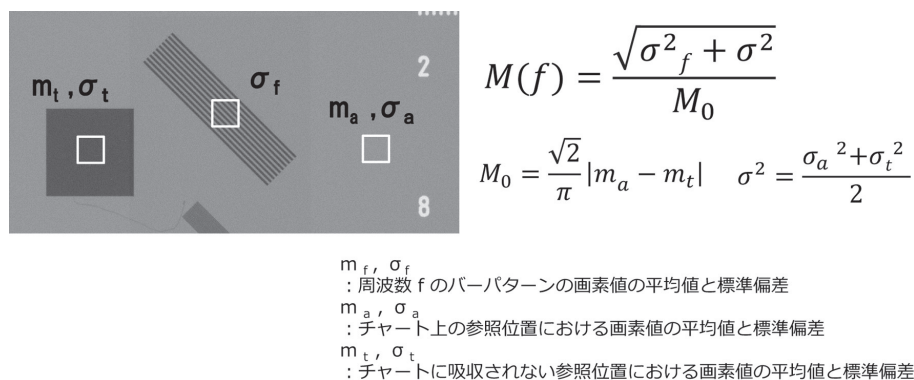


Fig. 10 SCTF の定義と測定方法

課題を解決していくことが望まれる。国際的には、現在、IEC では digital breast tomosynthesis (DBT) の技術的要求事項を乳房 X 線撮影装置の性能規格 (IEC 60601-2-45) および受入試験規格 (IEC 61223-3-2) に追加する作業をしている。今後 EUREF から DBT システムの EUREF ガイドライン案がマンモグラフィ IEC 規格立案会議において提案されると思われる。また欧州においては、Council Directive 97/43/EURATOM (欧州原子力共同体) で、“EU 加盟国の所轄官庁は機器の受入判定基準を導入し、施設に対する適切な改善措置 (必要ならば、機器の使用不可の提示を含む) を実行すること”を定めている。

この基準として、“RP 91 (放射線防護 91) : 放射線 (放射線治療を含む) 及び核医学に用いる機器の受入判定基準” (欧州委員会発行) を採用している。最近 RP91 はデジタル機器の受入判定基準を追加するために改訂

されている (RADIATION PROTECTION No 162)。この規則によって、受け入れ基準に適合していない医療放射線機器は EU 加盟国内で製品として販売できなくなるという規制が生じることになる。

### まとめ

わが国におけるデジタルマンモグラフィの品質管理は十分に普及しているとは考えられず、臨床現場においては画質と線量の保証がなされているのか疑問である。診断に適した画質や受診者における安全性を保証するためには、機器導入時における受入試験を実施し、それをもとに不変性試験を継続的に行うことが重要である。今後展開が予想される新しいデバイスの品質管理は、国際的な動向を踏まえながら、わが国に適した管理法を作成すべきであると思われる。

## 3. 医療情報・画像表示の課題

Symposium

星野修平

群馬県立県民健康科学大学大学院診療放射線学研究所

### はじめに

医療における IT 活用は、医療情報の電子化を急速に推進し、医療画像情報分野においても、画像情報のデジタル化を推進した。画像情報のデジタル化は、画像処理や画像解析といった新たな情報活用を生み出したことは言うまでもないが、画像の保管、管理面においても新たなパラダイムシフトを生み出し、現在では picture archiving and communication system (PACS) による医用画像管理が一般化している。法的に医療情報や画像情報の電子保管が可能となった背景も大きな影響をもつ。

アナログ時代では、医用画像情報を可視化する手段としてフィルムが用いられ、さらに画像情報を保管する

機能、伝達する手段としての機能も兼ね備えていた。すなわち、マンモグラフィとは、画像の入れ物であったフィルムそのものを意味し、読影ではフィルムそのものを観察し、保管ではフィルムそのものの保管・管理し、必要に応じて、フィルムそのものが移動することによってさまざまな場面で利用されていた。したがって、伝達されたフィルムは、(適切な管理がされたシャーカステンがあれば) どの場面においても、同一の適切な画像表示がなされた。しかしながら、デジタル情報で流通する画像情報は、そのもの自体は目で見るができない。またデジタル画像によるフィルムレス運用は、画像情報のみならず、医療情報連携において画像情報、医療情報の共通利用といった新たな仕組みでも利用されて

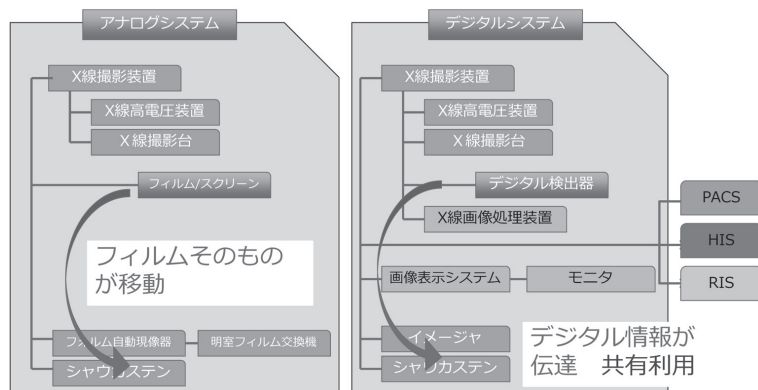


Fig. 11 マンモグラフィシステムの構成

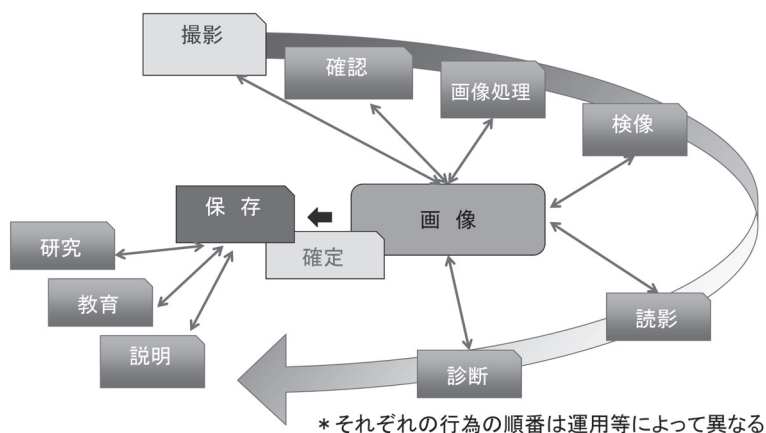


Fig. 12 画像表示が行われるタイミング

いる。そこで情報伝達、運用管理の立場から医療情報・画像表示の課題について解説する。

## 1. デジタルマンモグラフィの画像表示

マンモグラフィは、微細な疾病情報を可視化するために、アナログ画像では高精細な画像生成、表示が求められるが、デジタル時代においても同様である。しかしながら、デジタル画像表示で、アナログフィルム時代とは異なり、画像の可視化においても留意すべき課題が存在する。マンモグラフィを生成するマンモグラフィシステムのアナログシステムとデジタルシステムの一般的なシステム構成を Fig. 11 に示す。この図において、デジタル画像情報を生成する部分で、フィルム/スクリーン系がCRやFPDなどのデジタル検出器に代わった。更にX線画像処理装置が追加され、新たに画像処理、画像解析が可能となった。画像表示に関しては、フィルム自動現像器、シャウカステンなどのアナログ系が、画像表示システムと医用画像表示用モニターに置き換わり、生成される情報は、メディアとしてのフィルムからデジタル画像情報に置換された。このシ

ステム構成の移行から見た場合、一見、検出器と表示系が置き換わるだけに見えるが、実際の運用では、画像表示・画像確認の場面は多岐にわたり、またHIS-RIS-PACSによる情報連携など、画像情報システム全体としての情報連携が必須となる<sup>3~5)</sup>。

## 2. 画像表示の必要と必然

近年、チーム医療連携推進のための診療放射線技師の診療読影、電子画像情報の安全かつ適正利用のための情報の真正性の確保と画像の確定、インフォームドコンセントや患者の自己決定権のための説明など、画像表示を行う場面が多様化している<sup>6)</sup>。デジタルマンモグラフィの生成から画像利用、保管・管理の過程と画像表示が行われるタイミングを Fig. 12 に示す。

一般的なワークフローでは、撮影後の画像の「確認」「画像処理」「検像」「読影」「診断」「説明」の場面において可視化画像の表示が必要となる。

撮影後の画像表示の順番は、検像システムの有無、検像のタイミング、画像処理の有無、画像確定のタイミングなど、またこれらの行為を単独で実施する場合、あ

るいは同時に実施する場合など、施設の都合によって多様な運用が考えられる。従来のフィルム運用では、フィルムそのものがこれらの過程において、移動することによって観察され、フィルムそのものに必要な可視化情報が網羅されることが重要であった。それに対して、デジタル画像情報は、画像情報を可視化したい場面において、その都度、医用画像表示モニタによって可視化するため、表示モニタとそのシステムに依存している。したがって、画像情報とそれ以外の医療情報を異なった表示系へ、システムのどのようにより情報伝達し可視化するかが課題となる<sup>7,8)</sup>。

### 1) 画像表示の基本事項

医用画像表示に求められる基本事項としては、画質確保のための解像度、輝度、輝度比、階調特性、均一性などの物理基本特性がある。一般的なコンピュータで用いられる汎用モニタとは異なり、医用画像表示に用いられるモニタは、医用画像表示用モニタと呼ばれ区別される。高輝度・高輝度比、高コントラスト、階調特性などの一定基準を満たし、輝度安定化装置などで一定期間内の安定稼動を行える表示用モニタを用い、受入試験や不変性試験、キャリブレーションなどの品質管理が必須となる。特に異なる環境、場面で表示特性の異なる表示用モニタであっても、同じ画像の見え方となるように DICOM Part14 のグレースケール標準表示関数 (grayscale standard display function: GSDF) に標準化されている。またモニタ管理に関しては、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 JESRA X-0093\*A-2010 (日本画像医療システム工業会) で、モニタ管理業務、管理体制、導入時の受入試験、定期的に行う不変性試験、試験項目の基準値などについて言及している<sup>9)</sup>。デジタルマンモグラフィ個別では、デジタルマンモグラフィ品質管理マニュアル (NPO 法人マンモグラフィ検診精度管理中央委員会) で、画像表示システムに対する受入試験、定期的な管理、日常的な管理を規定している<sup>10)</sup>。

### 2) 読影・画像診断の必要事項

読影・画像診断の場面では、迅速かつ的確な読影・診断を行ううえで、医用画像表示システム (ワークステーション) の画像表示アプリケーション (画像ビューア) には、上記画像表示の基本事項に加え、高解像度画像を等倍表示するための大画面 (多画面) 表示機能や高速表示機能、読影・画像診断を能率的に行うためのページング、ローミング、ズーム機能、画像の表示位置、表示の順番を的確に行うハンギング機能、過去画像との比較のための画像管理機能などが追加される。デジタル画像の取り扱いに関するガイドライン 2.0 (日

本医学放射線学会電子情報委員会) では、JESRA X-0093\*A-2005 の管理グレード 1 を満たし、5 M モニタ (2048×2560 画素) 以上の液晶モニタを用い、拡大や階調処理などの適切な画像処理を加えた場合では、デジタル乳房 X 線画像診断において液晶モニタはデジタルハードコピーに代替可能であると示している<sup>11)</sup>。

### 3) 画像の共有利用の必要要件

デジタルマンモグラフィは、さまざまな環境、多様な表示用モニタで表示され、また施設内で PACS に保存され、画像診断以外にもさまざまな共有利用なされる。そのため、表示画像が異なる環境でも同様の見え方となるような仕組みが重要となる。Digital imaging and communication in medicine (DICOM) や Integrating the Healthcare Enterprise (IHE) の標準化規格で、特性曲線やルックアップテーブルの継承、画像表示の一貫性確保などをシステム導入時に採用するなど、画像表示システム全体としてのシステム設計・運用が求められる。また、従来は明確にされていなかった暗黙知の明示や、撮影条件、被ばく情報の共有利用なども画像情報の共有利用と併せて模索されている<sup>12)</sup>。

## まとめ

デジタルマンモグラフィの画像表示は、画像の確認、検像、確定、読影、診断、共有利用、地域連携とそれぞれの場面に応じて、共通あるいは特有の要件を有する。そして画像表示の要件は、デジタルマンモグラフィ単体では実現できず、画像表示システムと PACS、モダリティ連携などの複雑な仕組みが導入時に必要となる。

デジタルマンモグラフィ画像を表示することは、単純に 1 枚の画像データを表示することにとどまらず、デジタル画像を安全かつ有益に管理し、地域連携など、画像の共有、連携においても的確な診断情報や医療情報の伝達、連携が求められ、医用画像表示用モニタの日常点検などの精度管理も必要である。

したがって、デジタル画像の表示・管理・保管の一連のプロセスを適切に運用管理するためには、システム設計・導入、ネットワーク管理、運用管理など、専門的要件の理解に加え、モダリティ担当部署との調整、システム構築とそのプロジェクトマネジメントなどの知識と技術が要求される。今後、医用画像情報専門技師認定 (一般社団法人日本医用画像情報専門技師共同認定育成機構) などの専門的知識・技術を有する人材が、デジタルマンモグラフィの画像情報管理において活用されることを期待する<sup>13)</sup>。

## 4. 線量と画質～まずは測って、知っておこう線量評価～

### はじめに

マンモグラフィには、乳房内の微細な変化を検出できる高い分解能とX線吸収差の少ない正常乳腺と乳腺腫瘍とを描出する高いコントラストが要求される。これらの要求を満たすため、アナログシステムでは高コントラストのシステムとなっており、ラチチュードが狭く、僅かな線量の変化によって写真濃度が大きく変化する。これに対しデジタルシステムでは、ダイナミックレンジが広く、画像処理によって写真濃度を安定して出力することが可能であるが、線量の変化については見過ごされてしまう可能性がある。安全で診断に適した画像を提供するには線量評価と画質管理を含めた精度管理が重要となる。本稿ではデジタルマンモグラフィにおける画質評価と線量の適正化、また、線量評価における線量計の校正の現状について報告する。

### 1. デジタルマンモグラフィにおける画質評価と線量の適正化

線量と出力濃度とが相関関係にあるアナログマンモグラフィにおいては、適切な乳腺濃度を得るためにAECを設定してきた。しかし、デジタルマンモグラフィにおいては線量と濃度の相関関係がないために、適切な線量で撮影がされていて、診断に適した画質であるかを把握しなければならない。

Fig. 13はNPO法人マンモグラフィ検診精度管理中央委員会堀田事務局長から提供をいただいた、日本の検診施設において、2004年7月～2006年7月までアナログシステム(379施設)、デジタルシステム(265施設)の計644施設のAmerican College of Radiology (ACR)推奨ファントムの平均乳腺線量を調査した結果である。アナログシステムでは平均乳腺線量の平均が1.52 mGy、デジタルシステムでは1.63 mGyと、デジタルシステムのほうが高いという報告がなされている。

従来、わが国におけるマンモグラフィの画質と線量の管理は、主にACR推奨ファントム(乳腺50%：脂肪50%、乳房厚45 mm相当)とJRS推奨ファントムによって行われてきた。指定された写真濃度において、ファントムに埋め込まれる模擬線維、模擬石灰化、模擬腫瘍のスコアによる画質評価と平均乳腺線量による線量の基準値が規定されている。

線量評価における線量限度は、国際原子力機関(International Atomic Energy Agency: IAEA)の「電離放

射線の防護および放射線源の安全の国際安全基準」(通称BBS)では放射線診断における放射線量を最適化するためのガイダンスレベル(指針レベル)が示されている。マンモグラフィでは50%乳腺50%脂肪、4.5 cm厚乳房に対し、Moターゲット/Moフィルタでの撮影時の平均乳腺線量限度は3 mGy(グリッドあり)との値が示されている。この基準はわが国におけるマンモグラフィ精度管理の基準となっている。

ヨーロッパ連合ではEU標準化機構(EUREF)がガイドラインを制定し、マンモグラフィの品質管理を行っている。デジタルマンモグラフィの画質と線量最適化の管理指標としては、ファントムの厚さごとに対する平均乳腺線量(average glandular dose: AGD)、コントラストノイズ比(CNR)、画質の管理指標としてコントラストディティールマンモグラフィックファントム(contrast detail mammographic phantom: CDMAM)を用いたコントラスト視認性限界テスト(contrast detail test: CDT)(Table)の目標値が示されている<sup>14)</sup>。

画質と線量の最適化には撮影条件の最適化が必要であり、撮影条件の最適化にはCNRや低コントラストにおける分解能を評価し、最適な線量で撮影し、常に適正な乳房X線画像を提供できるように心掛けなくてはならない。わが国においてもEUREFの基準を参考にデジタルマンモグラフィにおける画質と線量の最適化の報告がなされているが、今後はわが国における基準となる指標が必要ではないかと考えられる。

### 2. 乳房X線撮影実施施設における線量計の校正と線量測定

産業技術総合研究所(以下、産総研)ではマンモグラフィのX線の線質に基づいた線量標準の整備、供給を始めた<sup>15)</sup>。

これをうけ、「乳房X線撮影用線量計と濃度計の精度管理に関する調査研究」(平成22年度学術調査研究班)では、乳房X線撮影実施施設の品質管理が正確に行えるよう、施設所有の線量計と濃度計の精度管理に関するアンケート調査と校正を行った。その結果から、線量計に関する部分を抜粋し、施設が線量計の校正を行ううえでの問題点を明らかにし、解決策を検討した。

#### 2-1 研究対象

当学会が主催する「乳房撮影ガイドライン・精度管理

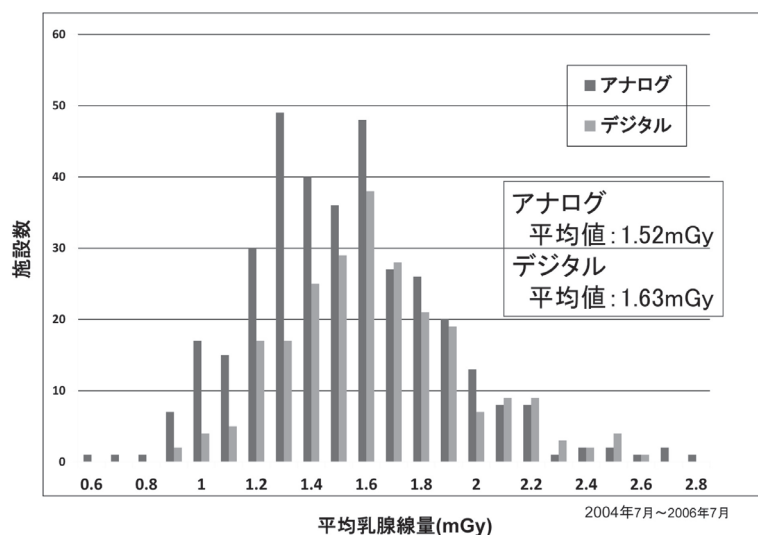


Fig. 13 日本の検診施設における平均乳腺線量調査結果：NPO 法人マンモグラフィ検診精度管理中央委員会

Table EUREF におけるデジタルマンモグラフィの画質と線量最適化の管理指標

CNR の下限値		AGD の上限値		低コントラスト分解能の下限値				
PMMA 厚 (cm)	CNR (%)	PMMA 厚 (cm)	50%乳房 50%脂肪 相当の乳房厚 (cm)	最大平均乳腺線量		ディスクの 直径 (mm)	許容 レベル	目標 レベル
				許容レベル (mGy)	目標レベル (mGy)		ディスク厚 ( $\mu$ m)	ディスク厚 ( $\mu$ m)
2.0	>115	2.0	2.1	<1.0	<0.6	5	0.056	0.032
3.0	>110	3.0	3.2	<1.5	<1.0	2	0.069	0.038
4.0	>105	4.0	4.5	<2.0	<1.6	1	0.091	0.056
4.5	>103	4.5	5.3	<2.5	<2.0	0.5	0.150	0.103
5.0	>100	5.0	6.0	<3.0	<2.4	0.25	0.352	0.244
6.0	>95	6.0	7.5	<4.5	<3.6	0.1	1.680	1.100
7.0	>90	7.0	9.0	<6.5	<5.1			

研修会」(平成 22, 23 年度)の受講者施設と研究協力施設の線量計である。

- ・ 線量計の精度管理に関するアンケート調査  
アンケートを計 75 施設に送付した。
- ・ 線量計の校正  
使用機器  
基準線量計：9015 型モニタ /10×5-6M 型検出器  
(Radcal 社)  
乳房 X 線撮影装置：Mammomat 3000 NOVA  
(Siemens 社)  
LORAD M-IV Selenia (HOLOGIC 社)  
温度計：SWP II-02M 型(佐藤計量器製作所)  
気圧計：R-30 型(株式会社三王)  
被校正線量計：9015 型モニタ /10×5-6M 型検出器 7 台  
Solidose 308M3 台

## 2-2 方 法

産総研での基準線量計校正定数の半価層依存性は、校正の範囲では約  $\pm 0.2$  (%)であった。各乳房 X 線撮影装置の管電圧 25, 28, 30 kV の半価層は、標準線源の管電圧 24 kV と 35 kV の半価層の範囲にあるので、この半価層の範囲内の線質での線量測定の際には、校正定数は平均値である 1.005 を使う。校正方法は置換法とし、乳房 X 線撮影装置における校正基準点は、乳房支持台胸壁端左右中心から乳頭側 6 cm、支持台から高さ 4 cm の位置。X 線照射条件は、Mo ターゲット /Mo フィルタの組み合わせで、管電圧は 25, 28, 30 kV、管電流時間積は 50 mAs、圧迫板は使用しない。

## 2-3 結果

### 2-3-1 濃度計と線量計の精度管理に関するアンケート調査

回答数：19 施設，回収率：25.3(%)

①施設で乳房 X 線撮影用線量計をお持ちですか？

はい：9 施設，いいえ：10 施設

・線量計の種類(9 施設)電離箱：4 施設，半導体：5 施設

②校正を定期的に行っていますか？

はい：4 施設，いいえ：5 施設

・校正頻度(4 施設)

3 年ごと：2 施設，毎年：1 施設，不定期：1 施設

・校正しない理由(5 施設)

校正費用が高い：4 施設，回答なし：1 施設

③あなたの施設では，乳房 X 線撮影装置における線量評価(平均乳腺線量測定)を行っていますか？

メーカーに依頼：14 施設，自施設で測定：4 施設，していない：1 施設

④あなたの施設の ACR ファントムまたは PMMA ファントム厚 40 mm における平均乳腺線量を把握していますか？

把握している：16 施設，把握していない：3 施設

(平均：1.82 mGy，最大：2.33 mGy，最小：1.2 mGy)

### 2-3-2 線量計の校正

乳房 X 線撮影装置の線量測定基準位置における線量の不確かさを基準線量計で求めた。X 線照射条件が 30 kV，50 mAs，Mo/Mo の時，拡張不確かさが最大であった。拡張不確かさ( $k=2$ )は 2.6(%)であった。

電離箱線量計と半導体線量計の校正結果では，電離箱線量計の校正定数は半価層依存性が小さく，半導体線量計は半価層が厚くなるに従って感度が低下した。

また，被校正線量計指示値の拡張不確かさ( $k=2$ )は 3.2(%)であった。線量測定基準位置における線量の不確かさと被校正線量計指示値の拡張不確かさから求められる被校正線量計の校正定数の拡張不確かさ( $k=2$ )は 4.2(%)であり，信頼性のある校正方法と考える。

研究班の調査から，線量計の校正を行っていない施設の割合が多く，線量計の精度管理を啓発する必要がある。また，乳房 X 線撮影装置による校正方法は信頼性があり，その有用性が示唆された。ただし，線量計の調査母数は少なく今後，更なる調査が必要と考えられる。

## 3. マンモグラフィにおける線量測定の信頼性向上のための考察

北海道内の 79 施設に行った 2009 年の調査では線量測定を含めた定期的な品質管理は 6 割程度であり，多

くの施設で行われていないのが現状である<sup>16)</sup>。アメリカでは 1986 年に ACR がマンモグラフィの精度基準を作成し，1992 年にはマンモグラフィ品質標準法(Mammography Quality Standard Act: MQSA)が成立し法制化されている。この法律では線量計の校正は 2 年に一度行うことを義務付けている<sup>17)</sup>。欧州では EUREF が中心となってガイドラインが作成されており，6 カ月に一度の線量測定を行うこととしている<sup>14)</sup>。わが国の「乳房撮影精度管理マニュアル」では AEC の性能評価の中で 1 年に一度の線量測定が求められている<sup>18)</sup>。

マンモグラフィにおける線量測定の信頼性の向上には，国家標準へのトレーサビリティを担保することが重要である。今回の研究班の検討結果では，乳房 X 線撮影装置による校正方法には信頼性があり，その有用性が示唆されたことから，当学会の各部会に設けられている，診断領域線量計標準センターに配備されている校正された低エネルギー用線量計を有効に活用し，各施設の線量計の校正を行うとともに，比較的安価で精度管理において必要な線量と線質を簡便に評価ができるマンモグラフィ用ガラス線量計などの活用方法を検討する必要がある。

## まとめ

デジタルマンモグラフィにおける画質と線量の適正化のためには，線量評価を含めた精度管理が必要であり，線量評価の信頼性の向上には，国家標準へのトレーサビリティを担保することが重要である。また，施設における撮影線量を評価し画質を考慮したうえで，いかに線量の軽減を図れるかを検討し，高度化するデジタルマンモグラフィの精度管理と安全性を高めるように努める必要があると考える。

## 謝 辞

最後の本研究に関し，ご協力いただきました東北大学病院の千葉陽子氏，斎 政博氏の両氏に感謝の意を表します。また，本研究の一部は(平成 22 年度学術調査研究班)「乳房 X 線撮影用線量計と濃度計の精度管理に関する調査研究」(主任：鈴木隆二)の一環として行われた。

## はじめに

本シンポジウムではまず、デジタルマンモグラフィの現状と課題について、画像処理・品質管理・表示系・線量などをテーマに各演者に講演をいただいた。

篠原範充氏は「画像処理と上手に付き合うためには～診療放射線技師の役割と課題～」と題し、デジタルマンモグラフィで重要となる画像処理について、画像処理の技術がマンモグラフィの診断の作業効率を上げた成果は大きいですが、ユーザが関与できなくなったり、でもその範囲が狭くなったり、ブラックボックスになってしまう部分が多く標準化は困難と述べた。画像処理によっては虚像を作る危険性もはらんでおり、情報が欠落してしまうような画像処理はすべきではないし、画像処理の目的と原理を正しく理解して上手に付き合っていくことが大切で、そのためには『You will become the translator for good mammograms: 診療におけるよいマンモグラムのための通訳者になってください』とまとめた。デジタルになり、画像処理や画質の標準化が行われていないということと、画像を出すにあたって注意すべき点などを述べている。

斎 政博氏は「デジタルマンモグラフィ品質管理のポイント」と題し、品質管理にはシステムの構成品の仕様、性能の確認のための受入試験と、その性能を維持するための日常的管理・定期的な管理があり、管理方法は国際的な基準ののっとって行われるよう日本の精度管理が整備され、マニュアルや叢書が出されている。日本の品質管理方法は、国際規格(IEC)を基に必要に応じて欧米の最新情報で補足されているが、臨床現場においては、定期的な管理などにおいてデジタルの適切な品質管理がなされていないのが現状で、検査における安全性の保証・画質と線量の保証がなされているとは言い難いと述べ、診断に適した画質や受診者における安全性を保証するためには、受入試験を実施し、それをもとに不変性試験を継続的に行うことが重要である。更に、今後展開が予想される新しいデバイスの品質管理は、国際的な基準や動向を踏まえたうえで、日本でのガイドラインや基準値を作成し、わが国に適した管理法を作成すべきであるとまとめている。

星野修平氏は「医療情報・画像表示の課題」として、デジタルマンモグラフィの画像を表示することは、単純に1枚の画像データを表示することにとどまらず、画像を安全かつ有益に管理すること、また地域連携な

ど、画像の共有、連携においても重要な要素が含まれる。画像の表示・管理・保管の一連のプロセスを適切に運用管理するためには、システム設計・導入、ネットワーク管理、運用管理等、専門的要件の理解が重要となる。デジタルマンモグラフィの画像の可視化や確定の部分で、何が見たいのか?何を見せたいのか?画質の最適化と付帯情報を確認して画像を送ることが大事であり、読影も含めた教育が重要であると述べた。

黒蔵邦夫氏は「線量と画質～まずは測って、知っておこう線量評価～」と題して、データを示してマンモグラフィの線量はデジタルになって増える傾向となっている。マンモグラフィ用の線量計を持っていない施設も多く、あっても校正を行っていないものも多く、マンモグラフィにおける線量管理は必ずしも適切に行われているとはいえない。国家標準場の設置や各部会への標準線量計の配備、また、被ばく線量測定機関から、比較的安価で精度の高い管理方法などが提供されており、トレーサビリティに基づいた線量管理を行う環境が整いつつある。学会が中心となり、各地域における線量管理の状況を把握し、地域の実情に合った線量管理の方法を具体的に提案し、構築していく必要があると述べた。線量評価の基準として使用しているものがEU標準化機構(EUREF)やIECの値であったりして、日本人の乳房に適したものではないので、日本人の乳房に合わせた評価や基準値の設定も必要ではないか、またそれを技術学会がガイドラインやドラフトとして提唱してほしいと投げかけた。

その後工業会の立場からマンモグラフィ装置の販売企画やアプリケーションなどを行っている4名の方に、指定発言として、トモシンセシスについて田上祥子氏、3Dマンモグラフィについて嵯峨綾子氏、フォトンカウンティングマンモグラフィ装置について中澤雅美氏、造影マンモグラフィについて山下清美氏から新しい技術の話題提供をいただいた。

## 1. トモシンセシス

田上祥子

(株)日立メディコ

XR マーケティング本部 製品企画グループ

トモシンセシスは断層と合成を意味する言葉の造語で、新しいマンモグラフィの技術である。従来のマンモ

グラフィ(以下 2D)では組織の重なりによって、病変が隠れたり、正常組織が病変のように見えることがあり、トモシンセシス(Tomo)を使用することで、乳腺の重なりを減らし、関心部位的確な診断をサポートできることが期待される。

Tomo の画像を得るためには、まず管球の角度を変えて、複数の角度で短いパルスで X 線を照射し、その投影データを基に、撮影台面に平行なスライス像を構成する。Tomo を実用化するにあたり、撮影角度や撮影時間、被ばく線量のほか、2D と比較読影がカギとなる。Tomo の撮影ができる装置として、弊社が扱う Selenia Dimensions では撮影角度 15 度を 1 度ピッチで撮影し、15 枚の投影像をもとに filtered back-projection(FBP)法によってスライス像を構成する。撮影時間については撮影中の受診者の動きによる画像のボケのリスク低減のため、本装置では Tomo の撮影は 4 秒という短時間撮影を実現した。また、2D に Tomo を加えることで気になる被ばくは、線管の材質をタングステンにすることによって、低被ばくを実現した。2D のみの撮影に加え、Tomo のみの撮影モードと、2D と Tomo を一回の圧迫で撮影する Combo モードを備えており、同じポジショニングによる 2D との比較が可能となっている。

臨床成績としてはすでに海外はもちろん、国内においても乳がん検診での Tomo 導入によって乳がん発見率が上昇したとの報告がある。診断領域で Tomo を用いることももちろんであるが、短時間での撮影が検診の分野でも使用でき、2D で見落とされる症例も発見できる可能性が示唆された。

Tomo の技術を更に活用した開発中の技術には、Tomo 用の CAD や Tomo から 2D を再構成する C-View、Tomo 画像を用いたバイオプシーの位置決め機能などがあり、一部の機能はすでに海外で使用されている。トモシンセシスには検診や診療の現場において、今後も新しい運用方法を提案できるものであると言える。

## 2. 3D-Mammography

嵯峨綾子

富士フイルムメディカル株式会社  
販売統括本部モダリティソリューション部

3D マンモグラフィシステムは、ステレオ撮影によって撮影した 2 枚の画像を専用のモニタに表示し、立体画像を観察するシステムである。

一つの撮影に対して、X 線の入射を 0 度と 4 度の 2 方向から撮影を行う。0 度画像は通常の 2D 画像として

も使用するため従来のマンモグラフィ画像(以下 2D)と同等の線量で撮影を行う。4 度画像は、0 度画像の 30% の水準まで線量を落としても臨床上影響がないことがわかっているが、画質のバランスを考え 50% 水準の線量で撮影することが望ましい。この場合、ステレオ撮影でのトータルの線量は 2D 撮影の 1.5 倍となり、これは国内のガイドライン以下の水準である。

読影には、マンモグラフィ専用ワークステーション、AMULET Bellus 3D を使用する。専用のモニタはハーフミラーを 2 面の 5 メガピクセルの高精細モニタで挟み込む構成となっている。0 度と 4 度画像はそれぞれ 2 面の高精細モニタに表示され、観察者は偏光メガネを掛け、ハーフミラー越しに観察する。ハーフミラーと偏光メガネで光の偏光状態をコントロールすることによって、観察者の左右の眼には 0 度と 4 度の画像がそれぞれ独立に呈示される。これが立体的な物体を観察している時と同じ、いわゆる両眼視差状態<sup>注1)</sup>を擬似的に作り出し、脳は表示された 2 枚の画像を一つの立体像として認識する。

2D 画像では、空間的な構造は濃淡でしか把握できないが、3D 画像では奥行方向に連続的な情報として把握することができる。したがって、2D 画像では乳腺の重なりと腫瘍の判別が困難な場合でも、重なり合った乳腺と腫瘍を空間的に分離して観察することができる。また石灰化クラスタの分布も、三次元的に把握でき病態を正確に認識できる。特に皮膚の石灰化などは一目で判別することが可能である。こうしたことから、3D マンモグラフィは、読影時の確信度を上げ、偽陽性(FP)が下がる<sup>注2)</sup>との報告もある<sup>19)</sup>。

3D マンモグラフィは、2D に追加することで見極めが難しかった重なり病変の区別や、奥行方向の構造把握など、更に一歩踏み込んだ新たな検出・診断法として、今後更なる発展が期待される。

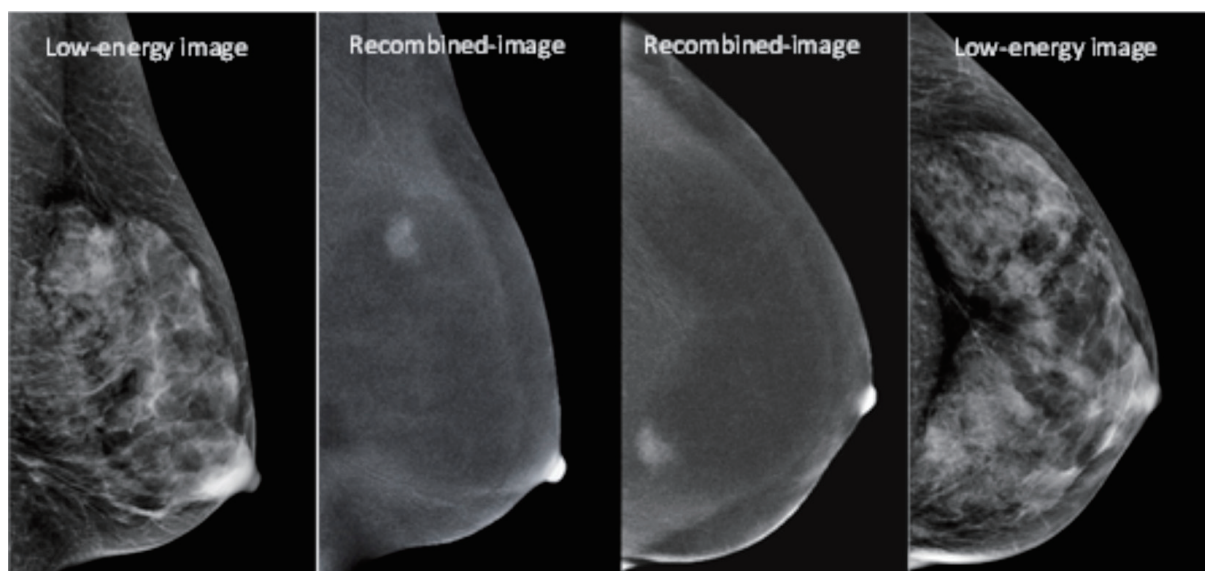
注 1) 右目と左目で目(網膜)にうつる像に差異があること。その画像。

## 3. フォトンカウンティング技術を用いたマンモグラフィ

中澤雅美

キヤノンライフケアソリューションズ株式会社

MicroDose Mammography は“低線量でマンモグラフィ検査が可能な装置”をコンセプトに、検診受診率の高いヨーロッパでスクリーニングやフォローアップ検査に有用な装置として開発された。低線量を実現するための三つの技術、フォトンカウンティング、マルチスットスキャンニング、Smart AECTM を紹介する。



画像提供：三河乳がんクリニック院長 水谷三浩先生

Fig. 14 Contrast-enhanced spectral mammography.

フォトンカウンティングとは光子の数をカウントし濃度変換する方式である。50  $\mu\text{m}$  のシリコン検出器で入射した光子が発生するパルス数をカウントし、デジタル信号とする。一定のエネルギーに閾値を設けてカウントすることで、ノイズの少ないデジタル信号を効率よく検出できる。マルチスリットスキニングとは1回ばく射ではなくコリメータとディテクタが直線を保ちスキニングする方式である。被写体上下の二つのコリメータによって散乱線を97%除去できるため高い被写体コントラストが得られる。Smart AECTMとはスキニング速度を変化させて照射線量を調整する機構である。乳房のほぼ全域で局所的な線量調整が可能となり、どんな乳腺背景にも適切な線量を確保しつつ、透過性の高い部位には余分な照射がない。

MicroDose mammographyの将来技術については、光子をカウントする際に、従来のノイズを排除するための閾値に加え、閾値を複数設けることでエネルギー分別が可能となる。低線量の1回スキニングでさまざまな情報を得られる可能性をもつ。2012年 Radiological Society of North America(RSNA)にて spectral breast density measurementsが発表された。これは非造影の1回スキニングでエネルギー分別をし、乳腺の割合など客観的な定量データを算出する。今後 spectral imagingの有効な活用が期待される。

以上、MicroDose mammographyはフォトンカウンティング技術によって、大幅な線量低減かつ高画質な画像を実現し、今後もさまざまな可能性を秘めた装置である。

#### 4. 造影マンモグラフィ

山下清美

GE ヘルスケア・ジャパン株式会社

GE ヘルスケア・ジャパンからは、contrast-enhanced spectral mammography(CESM)について紹介する。

現在多くのデジタルマンモグラフィが販売されているが、まだいくつかの課題が残されている。その一つが乳腺密度が高くなるにつれ、検出率が下がるという問題である。そこで、従来のマンモグラフィの概念を超える、造影剤を用いたCESMという検査を実現させた。

使用するヨード造影剤のK吸収端33 keVを挟むように、2種類のX線エネルギーを使用し、最も高いコントラストが出る状況下で画像を取得する。高速スイッチング機構によって、高低2種類のばく射を短時間に行うことが可能である。

CESMでは臨床データとして、低エネルギー画像と低エネルギー画像と高エネルギー画像をサブトラクションしバックグラウンドを適切に外す新たな画像処理技術を施したrecombined画像の2種類を提供する(Fig. 14)。Recombined画像にて乳腺に隠れて判断しにくかったものが濃染像として描出される。

CESMを用いることによって検査時間の短縮や費用の削減、ハイリスク患者に対する検査効率向上、課題であった高濃度乳腺の診断に寄与する情報が、今までと大きくは変わらない運用の中で提供できると考えている。

## まとめ

各メーカーの新技术の紹介の後、現状のデジタルマンモグラフィの問題点について、会場との討論を行った。マンモグラフィの標準化はデジタル画像ではできにくい部分が多く、必要ないとする意見もあるが、受診者側に立てば、同じマンモグラフィの撮影において、施設や、装置、撮影者が変わるとに画質や線量が大きく異なるのは問題であり、当然、標準化がなされるべきものである。医療情報については標準化がなされてきてはいるが、画像処理や装置の精度管理や線量の管理、表示系など現場での変更ができないものもある。このような中で、学会としてガイドラインや基準値を積極的に提示し、標準化や最適化を進めること、教育に関しても読影を含め、何がよい画像かを認識できるような教育を広く、継続的に行っていくことが必要であろう。

シンポジウムのまとめにあたり各演者が学会に対して取り組んでいただきたいことを挙げていただいた。篠原氏は「画像処理にかかわらず、上手に付き合うコツは、ブレイクスルーされた全く新しい技術でない限り、基礎的な知識、規格に基づく。また、先人の先生方が論文文化したり、研究されていることがベースとなる。更に望まれることは、標準的かつ共通の管理項目の確立である。この点においては、まだ遅れているように思われ、今後、学会員が本学会や関連の学会・研究会などを通して継続的な学習と情報収集によって基礎的な知識の習得と標準化に寄与して頂けることを期待している」。

斎氏は「品質管理については、管理方法が提供されたにもかかわらず、未だ十分に普及しているとは考えにくい。理由としては、デジタルの基礎知識やそれらを使いこなす技術が欠けていること、更には、意識の問題もあるように思われる。品質管理において重要なことは、管理項目が『どの機能を管理しているのか』、『管理値が変動した時には何の影響が考えられるか』ということを理解したうえで遂行されることである。学会シンポジウムやセミナーを通してマンモグラフィに携わる方々の意識を高め、更には国際的な動向を踏まえながら品質管理における標準化を進めていただけることを望む」。

星野氏は「画像表示に関しては、デジタルに変わって(フィルムレス運用の場合)画像表示する場面、場所、タイミングによって、表示環境(読影システム、医用画像表示用モニタの有無)が異なり、それぞれの場面で、見え方が異なることが課題で、それぞれの場面で、そのことを十分に意識する必要がある。また、機器導入時に関わる問題が大きく、機器導入の際に、施設内全体の画像表示システムとして捉え、情報連携を留意することが重要になる。具体的には、導入時の仕様

書の中で、医用画像表示モニタのスペックを具体的に記載することに加え、PACSや画像ビューアとの連携を考慮して、IHEなど標準規格を具体的に追加して、画像の一貫性表示や表示順、配置などを規定していくことが求められる。そのためには、機器導入の際に、関連する担当部署との連携が、今後ますます重要になる。また、今後、画像情報以外のDICOM-tagのもつ付帯情報(被ばく情報など)が積極的に活用されることが予想され、ますますシステム連携が重要になるかと思う。医療情報の基礎的な知識を学会として教育して広めていただきたい」。

黒蔵氏は「画質と線量の適正化に関して、わが国では、EUREFのような異なる被写体厚に対するCNR、低コントラスト分解能および平均乳腺線量などの管理目標値の設定が無いため、異なる乳房厚の最適化の判断が難しいと考える。当学会が中心となり関連学会および他団体と協力し、日本人の乳房形態に合わせた基準を設定することが望ましいと考える。また、線量管理に関しては、国家標準へのトレーサビリティを担保した形での線量管理、システムの構築と管理の義務化にむけた積極的な活動を学会に期待する」と挙げている。

50  $\mu\text{m}$  のCRやFPDの装置などによってマンモグラフィのデジタル化が始まったのが2000年くらいからであり、一般撮影の領域より遅れてスタートしているが、画像処理技術の改良や、利便性などからここ数年でマンモグラフィの領域でも急速にデジタル化が進んでいる。そのような状況の中で、CR、FPDが混在し、画素サイズも異なり、撮影装置も焦点がモリブデン・ロジウム・タングステン、フィルタはモリブデン・ロジウム・アルミニウムとさまざまな線質の使用がみられ、線量に関しても従来のアナログシステムのとときよりもずっとばらつきが大きい。画像処理の面でも使用者や装置や機種やメーカーによってまちまちである。表示系もハードコピーからソフトコピーへと移行している時期であり、いろいろな面でデジタルマンモグラフィの抱える課題は多い。

私は、1994年第50回総会学術大会シンポジウム(I)「マンモグラフィの問題点と今後の方向 乳癌検診における技術的課題」の中で、演者として乳がん症例のマンモグラフィの画像の検討や、群馬県内の精度管理の状況などについて述べさせていただいたが、当時はACRのquality control(QC)マニュアルをお手本に日本の精度管理を始めようとしているところで、撮影技術も内外斜位(medio-lateral oblique: MLO)の角度は45度とか60度とか、欧米人に合わせたものであり、日本人の乳房や体形にはそぐわないものであった。精度管理にして

も、日常の管理のためのファントムやチャートをもつ施設も数少ない状況であった。技術学会の乳房撮影ガイドライン精度管理普及班はマンモグラフィの精度管理の普及と撮影技術、線量の標準化を目的に活動し、講習会の開催や叢書の発行などを通して成果をあげ、マンモグラフィの標準化に果たしてきた役割は非常に大きいものがあった。今回、第69回のシンポジウムで座長をさせていただき、その約20年のあいだで、マンモグラフィはアナログのシステムからデジタルに大きく移行し、アナログである程度そろってきた画像や線量が、いま、デジタルでばらつきの幅が大きくなっているのを感じる。デジタルマンモグラフィの標準化は、未だなされていない部分も多いが、これらについても技術学会が関与してよい方向へ進んでいってほしいと願う。

診断面において、デジタルでは従来アナログのマンモグラフィでは不得手とされていた高濃度乳腺に対する感度や診断能が上がるであろうと期待されている。撮

影された画像をいじれる、変えられるということはデジタルの一番の利点であるが、誤った使い方や処理をすると“見えるはずのものが見えなくなる”という怖さを理解したうえで、デジタルマンモグラフィのこれからについて、“受診者の利益につながる画像”を求めている。標準化や最適化はおのずと方向が定まっていくことと思われる。さらに、新しい技術や表現として提示された、トモシンセシスやエネルギーサブトラクション、フォトンカウンティング、3Dはデジタルだからこそその画像である。デジタルマンモグラフィが更に診断能をあげるためにはどうあるべきか、またデジタルの画像処理や新しい技術が、乳腺の診断のさらなる可能性を広げてくれることを示してくれたシンポジウムであり、本シンポジウムのテーマをいただいたこと、ならびに演者・指定発言のみなさま、会場にお集まりいただいたみなさま、関係各氏に誌面をお借りして御礼申しあげたい。

## 参考文献

- 1) 遠藤登喜子. DMG の読影を究める—モニタ診断のための空間分解能の理解. *Innervision* 2009; 24(8): 36-38.
- 2) 市川勝弘. 画像処理技術が鍵となるデジタルマンモグラフィの推進. *新医療* 2010; 37(12): 101-104.
- 3) デジタルマンモグラフィ実践テキスト. オーム社, 2010.4.
- 4) デジタルマンモグラフィ. オーム社, 2004.
- 5) マンモグラフィガイドライン第3版. (社)日本医学放射線学会/(社)日本放射線技術学会, 2012.
- 6) チーム医療の推進について(チーム医療の推進に関する検討会 報告書). 厚生労働省, 2010.3
- 7) 医療情報システムの安全管理に関するガイドライン 第4.1版. 厚生労働省, 2010.3.
- 8) 画像情報の確定に関するガイドライン 2.0 版. 公益社団法人日本放射線技術学会, 2013.3
- 9) 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 JESRA X-0093\*A-2010. (社)日本画像医療システム工業会, 2010.6 改訂.
- 10) デジタルマンモグラフィ品質管理マニュアル. NPO 法人 マンモグラフィ検診精度管理中央委員会, 医学書院, 2013.
- 11) デジタル画像の取り扱いガイドライン v2.0. 日本医学放射線学会電子情報委員会, 2006.6
- 12) 放射線システム情報学—医用画像情報の基礎と応用—. オーム社, 2013.
- 13) 医用画像情報専門技師が最低限習得すべき技術・知識. 一般社団法人 日本医用画像情報専門技師共同認定育成機構公式 Web サイト, [http://www.jami.jp/miis/seido\\_4/item1\\_1.php](http://www.jami.jp/miis/seido_4/item1_1.php), 2013.8 現在.
- 14) European Commission: European guidelines for quality assurance in breast cancer screening and diagnosis, Fourth Edition. European Communities, Luxembourg 2006.
- 15) 田中隆宏, 黒澤忠弘, 齊藤則生. マンモグラフィの安全を支える線量計測—マンモグラフィ用 X 線の線量標準の確立と標準供給体制の構築—. *Synthesiology* 2012; 5(4): 222-233.
- 16) 黒蔵邦夫, 阿部裕子, 堀田 浩, 他. 北海道におけるデジタルマンモグラフィの現状と品質管理および画質・線量の調査. *日放技学誌* 2011; 67(4): 374-380.
- 17) Mammography Quality Standard Act.
- 18) 日本放射線技術学会放射線撮影分科会. 乳房撮影ガイドライン・精度管理普及班放射線医療技術学叢書(14-4)乳房撮影精度管理マニュアル. 日本放射線技術学会, 2012.
- 19) Lohre A, Stoesser D, Hasegawa A, et al. Initial result of a prospective study: comparison between a low dose 3D stereo mammography and FFDM. *Proceedings of the International Workshop on Digital Mammography*, 2012; 583-588.