

・撮像法とピットフォール

A. マンモグラフィ

わが国における乳がんは、罹患数（率）および死亡数が年々増加傾向にある。『国民衛生の動向2004』によれば、2002年の乳がん死亡数は9,604人で、女性のがんによる全死亡の8.0%を占めた¹⁾。厚生労働省は乳がんによる死亡率減少を目指して、乳がん検診のさらなる見直しを行い、それまでの視触診単独の検診から、40歳以上の全女性を対象として、マンモグラフィ（40歳以上50歳未満はMLOとCCの2方向撮影、50歳以上はMLOの1方向撮影）を主体とした視触診との併用方式で2年に1回実施することに変更となった（2004.4.27 厚生労働省老人保健課長通達 老老発第0427001号）。

マンモグラフィは乳がんの検診および精査の画像診断において、最も標準的で診断能に優れた有効な検査法である。日本（宮城1995～）におけるマンモグラフィ単独検診による乳がんの感度は、40歳代で82%、50歳代で92%、60歳以上で100%となっている。その一方で、マンモグラフィによる乳がんの診断には、10%～15%に見逃しがあるといわれている。米医学研究所（National Academy Institute of Medicine: IOM）の報告にも“mammography is not perfect”とあるように、マンモグラフィで描出不能な乳がんは、「がんが非常に小さい」、「標準撮影法では容易に描出できない部位にある」、「高密度の乳腺組織内に覆い隠されている」場合であり、これらが見逃しの要因となっている²⁾。しかし、「本来、

写るべきものが描出できていない」とか、あるいは「本来、ないはずの陰影がある」、すなわち撮影から現像処理の過程で発生する技術的な問題やアーチファクトなどのピットフォールによる診断精度の低下を招いてはならない。乳がんの早期発見・早期治療には高品質で診断に有用な画像が不可欠であり、ポジショニング・撮影技術の向上、および臨床画像評価に必要とされる基礎知識を習得するなど、診療放射線技師として精度向上を図ることが重要である。

1. ピットフォールの要因と対策

マンモグラフィによる乳がんの画像診断の難しさは、病変と周囲組織のX線吸収差が少なく、この傾向は高濃度乳腺においてさらに顕著となる、微小な病変の診断が要求される、乳がんの組織型は多種多様である、ということにあり、したがって高品質の画像が要求される。マンモグラフィの診断精度は表1の因子が関与している。特にポジショニング・圧迫の不良、乳腺濃度・画像コントラストの不足、不適切な現像処理による画質の低下は、深部病変や淡い微小な病変を見逃す要因となる。これらピットフォールとなりうる問題点を改善し、“false-negative”、“interval breast cancer”¹⁾を減少させるためには、撮影機器および撮影技術の精度向上を図ることが重要である。

2. 撮影機器

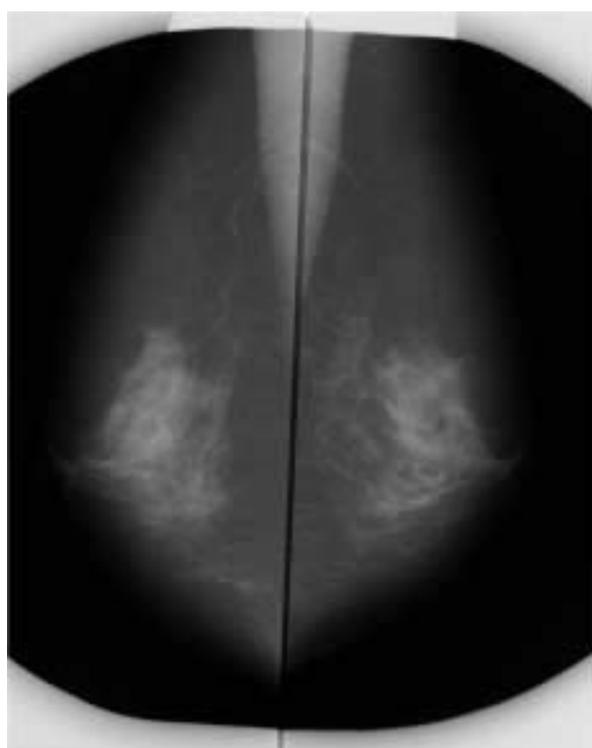
安定した適正な乳腺濃度でアーチファクトのない

1 interval breast cancer（中間期乳がん）

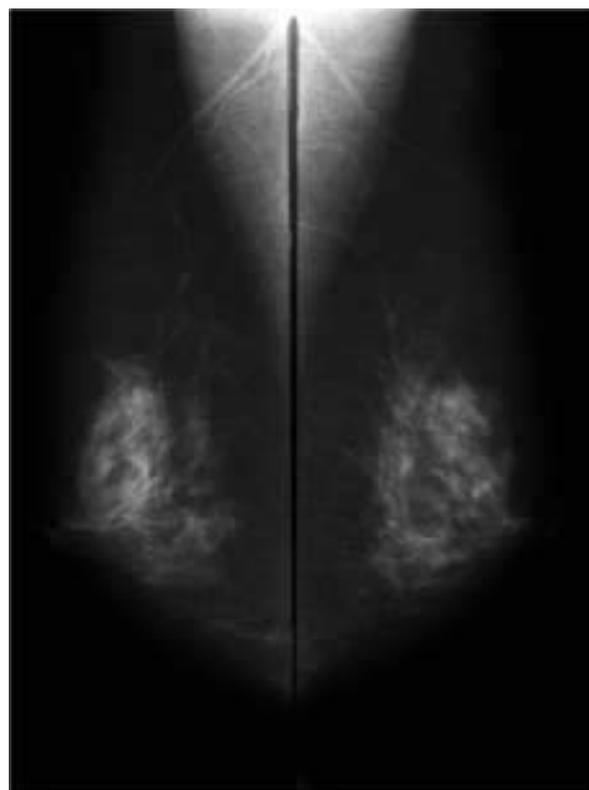
計画された検診で「悪性所見なし」と診断され、次回検診までの期間に発見された乳がん。逐年検診では検診後1年以内、隔年検診では検診後2年以内に検診以外の手段で発見された乳がん。

表1 マンモグラフィの診断精度に関与する因子

撮影・現像機器	撮影装置，自動露出機構，圧迫器，現像処理，感光材料など
撮影技術	ポジショニング，圧迫，撮影条件，撮影枚数など
患者による因子	乳房の構成・サイズ・形状，乳がんの形態とダブルリングタイムなど
読影者による因子	認知エラー，読影環境など
アーチファクト	撮影・現像機器，撮影技術，受診者



平成15年



平成16年

図1 基準に満たない装置使用施設の画質改善例（同一撮影者による同一受診者の画像）

装置更新まで当面の対策として，装置のツープスを撤去し，感光材料や撮影条件などの見直しを実施．乳腺濃度不足のためコントラスト不良で読影困難であったが，画質が大幅に改善されている．また，ポジショニングと圧迫技術も向上している．

低線量で高画質な画像を得るために，撮影機器の特性を十分に理解して使用することが重要である³⁾．また，安全で精度の高い検査を保証するためには，撮影機器の品質管理を行い性能・機能を維持することが必要である．本項目においては，撮影装置，自動露出機構および圧迫器について述べる．

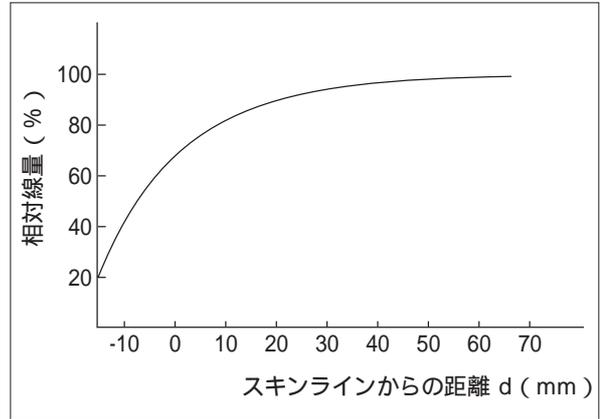
a．撮影装置

マンモグラフィ撮影実施機関は学会の定める仕様

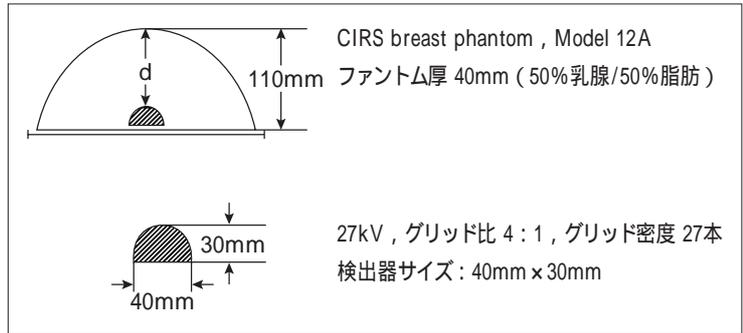
基準を満たした乳房X線撮影装置を使用することが原則である⁴⁾．しかし，平成16年9月に愛知県で実施した乳房X線撮影装置のアンケート調査によると，県内81施設の12%（10台/81台）で基準に適合しない装置が稼動している．手動による圧迫やグリッドなしでの乳房撮影は，画質・線量の両面で大きな問題があり，受診者に不利益をもたらす結果となる．早急に装置を更新することが必要である（図1）．



図2 AECの形状と設定位置



a 検出器の位置と線量



b 検出器のサイズと乳房ファントムの位置

図3 検出器の位置がAECに及ぼす特性

b. 自動露出機構 (automatic exposure control: AEC) の精度におよぼす因子と対策

1) AEC検出器の実寸と圧迫板上の表示サイズ

検出器受光部には半円形、楕円形および台形の形状があり、サイズも直径数cm～8cmまで装置により異なる。検出器は胸壁と乳頭方向のみでなく、上下左右の最適な位置に移動が可能な装置など、より安定した乳腺濃度が得られるよう各社独自の特徴を有している(図2)。ただし、使用基準を満たしている乳房X線撮影装置のなかには、検出器の実寸が圧迫板上の表示サイズより大きい機種(面積比で約150%)があり、確認が必要である。特に、検出器をスキンラインに近接して撮影する場合には、検出器に直接線が入射する可能性が高く、乳腺濃度が不足し画質低下の原因となるため、適正な大きさに変更することが必要である。

2) 検出器の位置とAEC精度

安定した適正な乳腺濃度を得るためには、受診者ごとにAEC検出器の位置を脂肪組織から乳腺組織の高密度領域に移動させ、設定することが重要である。また、設定位置がスキンライン近辺では散乱線の影響を大きく受けるので注意が必要である。図3にCIRSのbreast phantom(40mm厚)を用いたときの検出器の位置がAECの精度に及ぼす特性を示す。胸壁側の線量を100%とした場合、スキンラインに近づくほど散乱線の影響を大きく受けるために、スキンラインから20mmで約90%、10mmで約80%、接しているときは約70%と減少するので注意が必要である(図3a)。ただし、ファントム厚、検出器の形状やサイズにより散乱線の影響の程度は変化するため(図3b)、装置ごとに実測が必要である。検出器をスキンラインに近接して撮影する場合は、AECの写真濃度の設定値を上げて撮影しないと乳

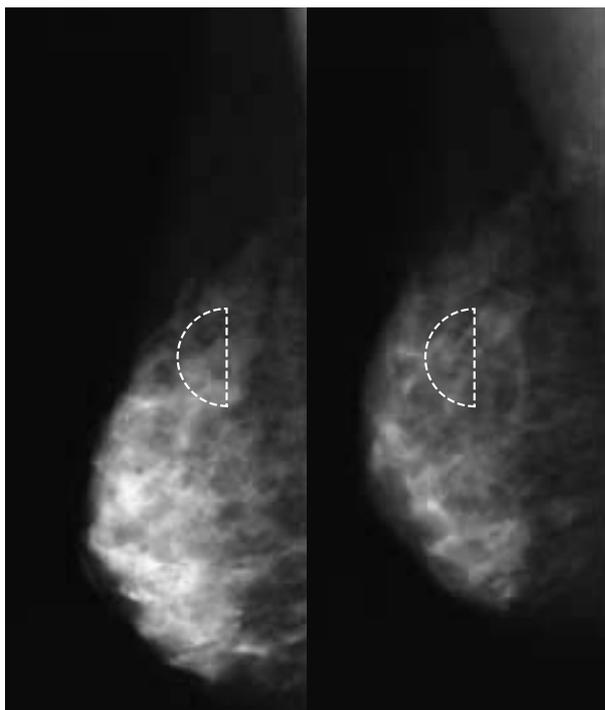


図4a ポジショニングの不良による乳腺濃度，コントラストの低下（同一撮影者による同一受診者）
左画像：2003年．ポジショニング不良のため，乳腺と検出器の位置が一致していない．
右画像：2004年．乳腺と検出器の位置が適正で，画質が改善されている．

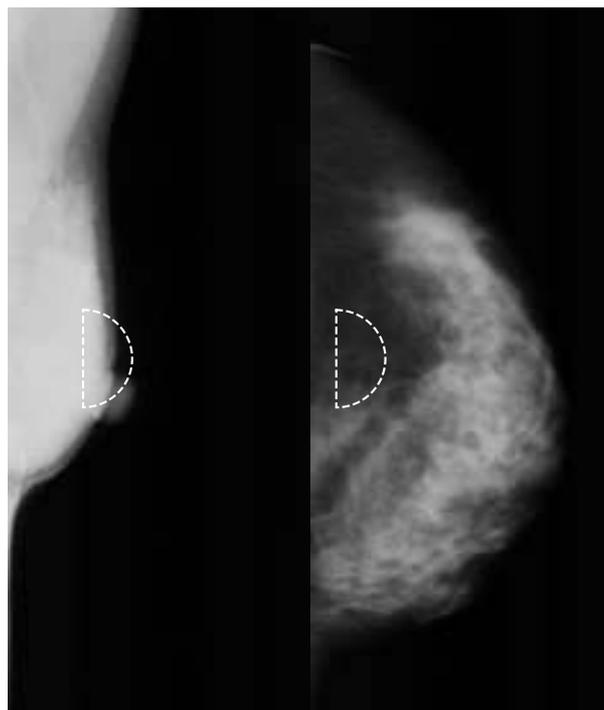


図4b 検出器の位置の設定不良
直前の受診者の設定位置で撮影，検出器の位置が乳房からはみ出している．
図4c 検出器の位置の設定不良
検出器を脂肪組織から乳腺組織に移動していない．

腺濃度の低下やばらつきの原因となる（図4）。

3) 乳腺濃度を適正にするためのファントム濃度設定値

マンモグラフィの乳腺濃度を設定するうえで重要なことは，がんが発生する乳腺組織がフィルム上で最も低い濃度になることである．フィルム濃度は画像コントラストに大きく影響を及ぼす．スクリーン/フィルムマンモグラフィはフィルム濃度が低すぎても高すぎても画像コントラストが低下し，乳がんの検出能が低下する．国内の施設画像評価基準の乳腺濃度は1.20から1.59であり，乳がんの腫瘍を描出するための適正乳腺濃度にするには，156ファントム（PMMAファントム）またはBR12ファントム（乳房と等価な材質）のファントム濃度の目安として，1.70から1.90に設定する必要がある（精度管理マニュアルによる日常的な管理の項目である156ファントム画像の中心濃度： 1.5 ± 0.1 の設定値は均一のファントムでの値であり，臨床写真では乳腺濃度が不

足してしまう）（図5）。

c. 圧迫器

1) 表示される圧迫厚の補正

MQSA（mammography quality standards act，マンモグラフィ品質規準法）のもとでは，意図した設計がされていないかぎり，圧迫板は乳房支持台の平面に対して平行であること，および乳房圧迫時に圧迫面のいずれの場所においても1.0cm以上に歪んではならないと規定している．また，圧迫厚の表示精度は $\pm 5\text{mm}$ 以内としている．撮影時，圧迫圧の増加に伴い圧迫板に歪みが生じることにより，圧迫厚を表示する数値が実際の乳房厚に対して見かけ上，小さくなってしまふ⁶⁾（図6）．マニュアル撮影が必要な状況下では，乳房厚の補正をして撮影条件を決定しないと乳腺濃度が不足する原因となる．これは，乳房厚1cm増で線量が約2倍必要なことを考慮すると，再撮影防止のために乳房厚の補正は重要である．通常，この歪みの大きさは装置により異なる