

# Photon-counting 技術を用いたデジタルマンモグラフィ装置の画質評価

## 要旨

Photon-counting技術を搭載したデジタルマンモグラフィ装置 (Sectra, Micro Dose Mammography L30, 以下, MDM) の画質を評価するため, 平均乳腺線量を基準にして二層構造を有する直接変換型FPD装置 (富士フィルムメディカル, AMULET) および直接変換型FPD装置 (SIEMENS, MAMMOMAT Novation DR, 以下, DR) と比較評価した. 各装置において, 平均乳腺線量が 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2 mGyとなるような各々の撮影条件 (管電圧/ターゲット/フィルタは, MDMが 32kV/W/A1, AMULETとDRは 28kV/Mo/Mo と 35kV/W/Rh) でRMI156 ファントムを撮影した. 精度管理マニュアルの評価方法にしたがってファントム画像を検診マンモグラフィ撮影認定診療放射線技師6名にて視覚評価した. また, 画像解析により模擬腫瘍, 模擬線維におけるCNR (Contrast Noise Ratio) を測定した. 模擬石灰化では顕著な差は見られなかったが, 模擬線維, 模擬腫瘍において, MDMは他の2機種に比べ低線量 (0.8 mGy) にもかかわらずガイドラインを満たした. また, MDMが最も高いCNRを示した. したがって, MDMは, 従来型である他の2機種に比べ低線量で良好な画質を得られることが示唆された. これは, マルチスリットスキヤニング方式による散乱線除去効果と, Photon-counting技術によるノイズ低減効果によるものと考えられる.

## I. 緒言

Photon-counting 技術を搭載したデジタルマンモグラフィ装置である Sectra 社製 Micro Dose Mammography L30 (以下, MDM) は, 従来の均一照射と異なり, 被写体の前後に2つのコリメータを備え, スリット状に被写体を照射するマルチスリットスキヤニング方式である (図 1). また, photon-counting 技術を用いて, ディテクタ面に入射してくる光子をカウントし, 1pixel あたりの光子の数の差を画像の濃淡として表す (図 2). 本研究では, 平均乳腺線量 (AGD) が同等となる撮影条件下において RMI156 ファントムを撮影し, MDM と, 従来装置である二層構造を有するピクセルサイズ 50  $\mu\text{m}$  の直接変換型 FPD 装置 (富士フィルムメディカル, AMULET) およびピクセルサイズ 70  $\mu\text{m}$  の直接変換型 FPD 装置 (SIEMENS, MAMMOMATNovation DR, 以下, DR) との画質を比較評価した.

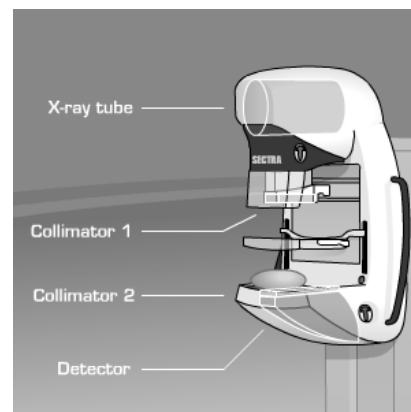


図 1. マルチスリットスキヤニング方式 (Sectra ホームページより引用)

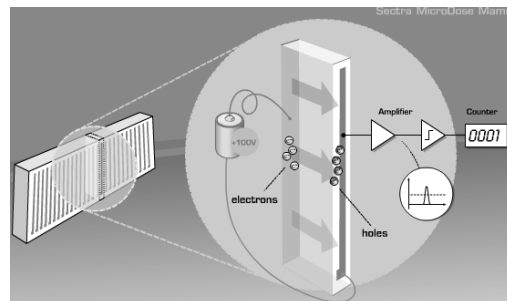


図 2. Photon-counting 技術 (Sectra ホームページより引用)

## II. 方法

線量計として、ターゲット/フィルタが W/A1 のみである MDM は unfors 社 8201011-C Xi Base unit Platinum を、Mo/Mo, W/Rh である AMULET および DR は Radcal 社 model 19015 を用いた。また、解析ソフトとして、フリー画像解析ソフトである Image J と Microsoft 社 Excel を使用した。

### 1) RMI156 ファントムの撮影

MDM において、臨床で最もよく使用される管電圧/ターゲット/フィルタは 32kV/W/A1 である。そこで、半価層を測定し、DR および AMULET において MDM と同程度の線質が得られる 35kV/W/Rh の撮影条件で RMI156 ファントムを撮影した。また、臨床でよく使われる AMULET の 28kV/Mo/Mo と DR の 27kV/Mo/Mo でも撮影した。平均乳腺線量 (AGD) は 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2 mGy とした。

### 2) 模擬繊維, 模擬石灰化, 模擬腫瘍の視覚評価

撮影したファントム画像を 15 メガサブピクセルモニターで表示し、画像の拡大と Window は任意として、各模擬繊維, 模擬石灰化, 模擬腫瘍を採点した。採点方法は乳房撮影精度管理マニュアルに基づき、採点は検診マンモグラフィ撮影認定診療放射線技師 6 名で行った。

### 3) 模擬腫瘍, 模擬繊維における CNR 測定

まず、各装置における画像の鮮鋭度をほぼ同一にするため、Image J で RAW データに対して画像処理を行った。模擬石灰化の辺縁の鮮鋭度を基準に、RAW データに対して Gaussian フィルタを施し、フィルタの  $\sigma$  値は、MDM は 1.0, DR は 0.75, AMULET は 0.6 とした。画像処理を行った画像を用いて、図 3 のように、模擬腫瘍, 模擬繊維で試料とバックグラウンドの ROI1, ROI2 を各々とり、以下の式を用いて CNR (Contrast Noise Ratio) を算出した。SD は ROI 内の標準偏差である。

$$CNR = \frac{ROI1 - ROI2}{SD_{ROI2}} K \quad (1)$$

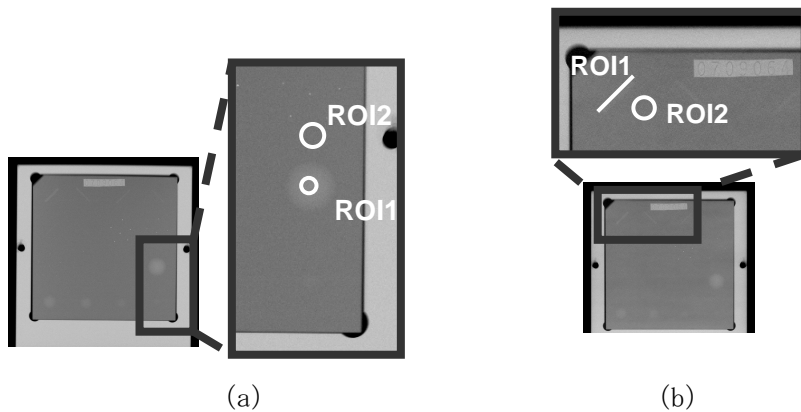


図 3. CNR 測定における ROI 設定 (a) 模擬腫瘍, (b) 模擬線維

## III. 結果

### 1) 視覚評価

図 4 に RMI156 ファントムの視覚評価の結果を示す。デジタルマンモグラフィにおけるファントム内臓試料描出の合格点は、模擬線維 : 5 点, 模擬石灰化 4 点, 模擬腫瘍 : 4 点以上である。ほぼすべての視覚評価で MDM が勝ったが、DR と AMULET はすべての AGD でガイドラインを満たさなかった。図 5 に臨床的に MDM でよく使われる AGD 0.8mGy のときの結果のみを示す。模擬石灰化では顕著な差が見られなかったが、模擬線維, 模擬腫瘍では、MDM のみが 0.8mGy でガイドラインを満たした。

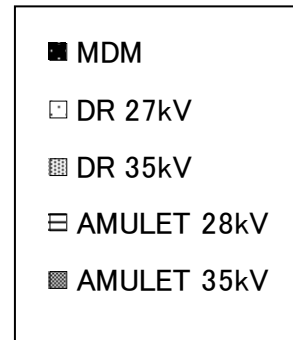
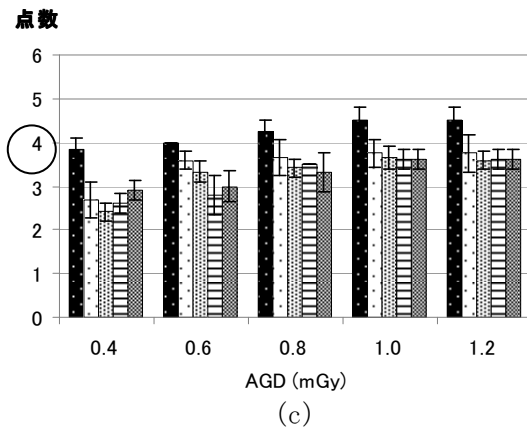
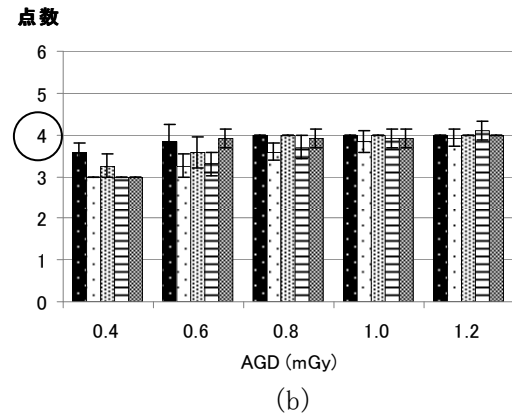
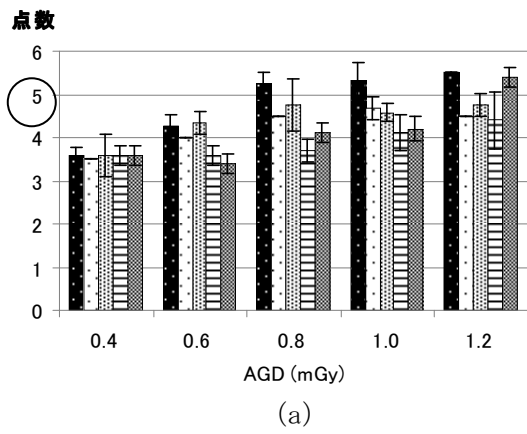


図4. 視覚評価の結果 (a) 模擬線維, (b) 模擬石灰化, (c) 模擬腫瘍  
(点数に示した○は, ガイドラインの合格点)

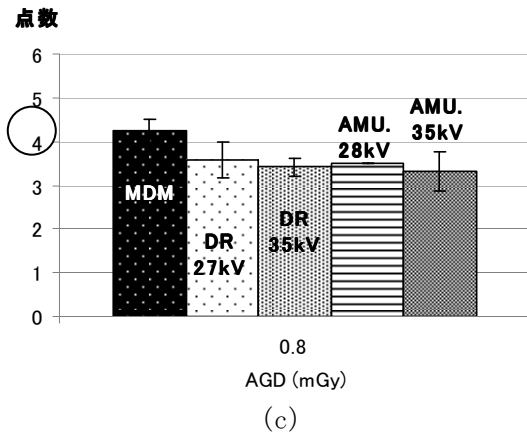
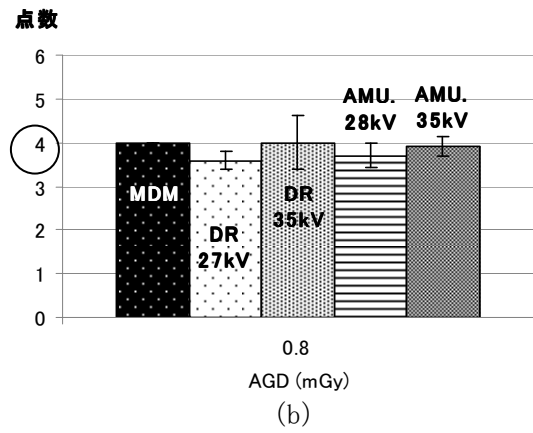
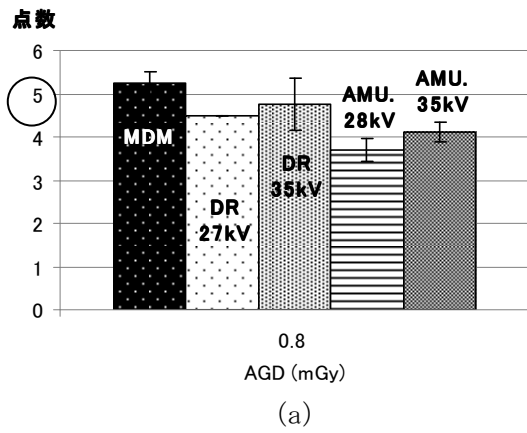


図5. 視覚評価の結果 (図4から AGD 0.8 mGy のみを抽出)  
(a) 模擬線維, (b) 模擬石灰化, (c) 模擬腫瘍

## 2) 模擬腫瘍、模擬線維における CNR 測定

図 6 に模擬腫瘍、模擬線維における CNR 測定の結果を示す。両者とも MDM が最も高い CNR を示した。模擬腫瘍において、AGD 0.8 mGy のときの MDM と同じ CNR を得るためには、DR 35 kV で 1.2 mGy の AGD が必要であり、模擬線維において、AGD 0.8 mGy のときの MDM と同じ CNR を得るためには、DR 35 kV、AMULET 35 kV で、1.2 mGy の AGD が必要であった。

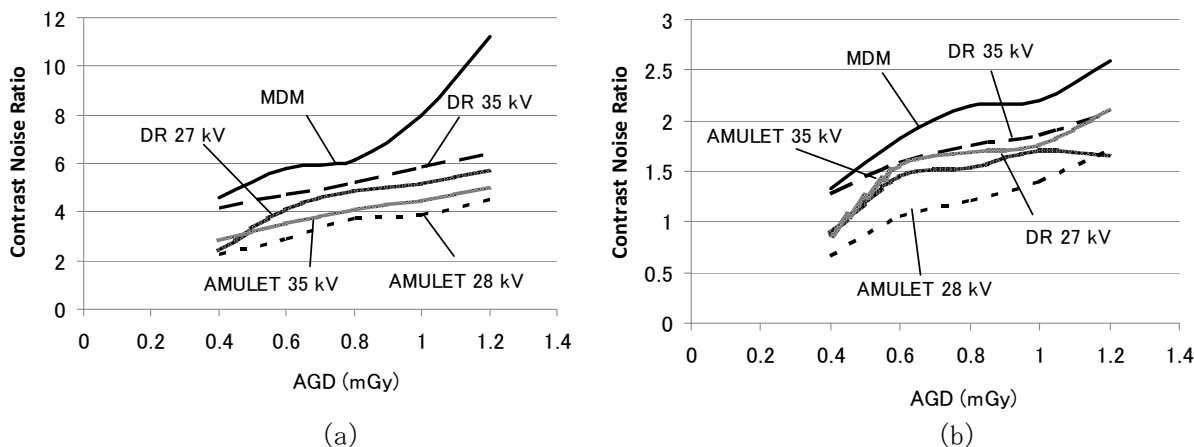


図 6. 模擬腫瘍、模擬線維の CNR 測定結果 (a) 模擬腫瘍, (b) 模擬線維

## IV. 考察

視覚評価の結果から、模擬石灰化では顕著な差は見られなかったが、模擬線維、模擬腫瘍において、MDM は他の 2 機種に比べ低線量 (0.8 mGy) にもかかわらずガイドラインを満たした。対して、DR、AMULET は 1.2mGy であってもガイドラインを満たさなかった。したがって、仮に、DR、AMULET が 1.3 mGy でガイドラインを満たすとすると、MDM は  $0.8 \text{ mGy} / 1.3 \text{ mGy} \approx 61.5$  (%) 以下の低線量でガイドラインを満たすことができる。また、CNR の比較においても、MDM が最も高い CNR を示した。以上のことから、MDM は従来型である他の 2 機種に比べ低線量で良好な画質を得られることが示唆された。これは、MDM の特徴であるマルチスリットスキヤニング方式で、細い線束をコリメータに通すことによって散乱線が除去されたためと、photon-counting 技術によりノイズが減少したためと考えられる。

## V. 結語

MDM は、マルチスリットスキヤニング方式、photon-counting 技術を用いることにより、0.8mGy の低線量でファントム評価においてガイドラインの合格ラインを満たした。よって従来の直接変換型 FPD 装置に対して約 60%以下の低線量で、良好な画質を提供できることが示唆された。