

デジタルマンモグラフィにおける解析ソフトウェアによるMTF測定値の比較

小国町立病院 医療技術部 放射線科

○今野 祐治(Konno Yuji)

伊藤 真理

福島県立医科大学 保健科学部 診療放射線科学科

山品 博子

東北大学病院 診療技術部 放射線部門

齋 政博 鈴木 隆二

【はじめに】

現在、国際電気標準会議（以下、IEC：International Electrotechnical Commission）62220-1-2では、デジタルマンモグラフィの空間分解能評価法として、エッジ法によるMTF（Modulation Transfer Function）測定が用いられている¹⁾。しかし、我が国では、Droegéらが求めた方法により算出されるシステムコントラスト伝達関数（以下、SCTF：System Contrast Transfer Function）が用いられている（Fig.1）。MTF測定はSCTF測定に比べ手順が煩雑であるが、IEC62220-1-2に準拠し簡便に解析できるソフトウェアが開発されており、European Reference Organisation for Quality Assured Breast Screening and Diagnostic Services（以下、EUREF）では、解析ソフトウェアを使用することを推奨している²⁾。しかし、解析ソフトウェアを使用する際にはそのソフトウェアの特性を理解して使用する必要があると考える。

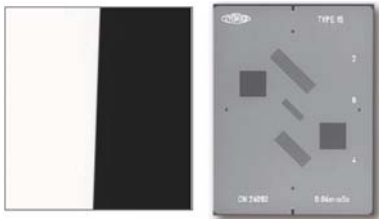


Fig.1 エッジ像とSCTFチャート

【目的】

MTF解析ソフトウェアの特性を把握するため、比較検討を行った。

【使用機器等】

- ・乳房X線撮影装置：AMULET Innovality（富士フイルム社製）
- ・エッジデバイス：ステンレススチール板（120 mm × 60 mm × 0.8 mm）
- ・付加フィルタ：アルミニウム板（2 mm、純度99%）
- ・解析ソフトウェア
- ・MAMMO_QC³⁾
- ・RAD_IQ⁴⁾
- ・COQ⁵⁾
- ・Saunders MTF⁶⁾

【方法】

1. エッジデバイスの配置

National Health Service（以下、NHS）により示されているNHS Breast Screening Programme Equipment Report 1601⁷⁾（以下、Report 1601）を参考にエッジデバイスを配置した。デバイスは厚さ0.8 mmの120 mm × 60 mmの矩形のステンレススチール板を使用し、デバイスのエッジの中心が胸壁端から60 mmの位置になるように乳房支持台の上に直接配置した。この際、デバイスが検出器に対し3度以内に傾くように配置する必要がある²⁾、本研究では、再現性良くデバイスを2度程度傾けて配置できる補助具を使用した⁸⁾（Fig.2）。また、X線管の管軸に対し垂直方向と水平方向のMTFを測定するため、90度ずつデバイスを回転させて配置した（Fig.3、4）。

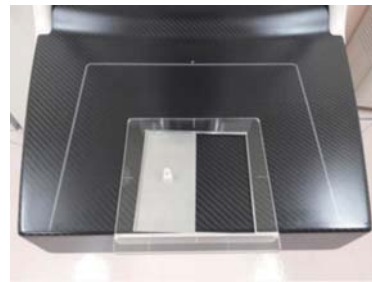


Fig.2 エッジデバイスの配置



Fig.3 X線管の管軸に垂直方向のエッジ像



Fig.4 X線管の管軸に水平方向のエッジ像

2. 画像の収集

管電圧29 kV、管電流時間積40 mAs、ターゲット/フィルタはW/Rhを使用し、圧迫板とグリッドを取り外し、放射窓に純度99%のアルミニウム板2 mmを

取り付けて画像を収集した (Fig.5)。「Max 4.0乳房、S値=121、L値=4.00」で、linear形式で装置から画像を出力した。



Fig.5 画像収集時の撮影装置

3.MTFの測定

出力した画像から各ソフトウェアにて、管軸に対し垂直方向と水平方向のMTF曲線を作成した。次にMTF曲線が50%、10%になる空間周波数 (mm⁻¹) を求めた。Report 1601に示されている

MTFの値からも同様にMTF曲線が50%、10%になる空間周波数を内挿により算出した。以下の式 (1) を用いてReport 1601から求めた空間周波数を基準値として、各ソフトウェアの測定値の偏差 (%) を算出した。

$$\text{偏差(\%)} = \frac{\text{各空間周波数} - \text{基準空間周波数}}{\text{基準空間周波数}} \times 100 \quad \dots(1)$$

【結果】

算出したMTF曲線をFig.6に示す。また、それぞれのMTF曲線が50%、10%となった空間周波数 (mm⁻¹) と偏差をTable 1に示す。MAMMO_QC、RAD_IQ、COQのMTF曲線はReport 1601と同様の曲線を示し、偏差の絶対値は小さかったが、Saunders MTFの曲線はMTFが50%を下回ってからReport 1601よりも大きな値を示し、他のソフトに比べ偏差の絶対値は大きくなった。しかし、今回用いた4種のソフトウェアではReport 1601との偏差は全て±5%以内であった。

【考察】

EUREFではsystem projection MTFの受入試験と不変性試験において、MTF曲線が50%、10%になる空間周波数を記録し、基準値から10%以内であ

ることを求めている²⁾。本研究で用いた装置はメーカーからの基準値が示されていないためReport 1601を基準値として用いたが、それぞれのソフトウェアにより求めたMTF曲線が50%、10%になる空間周波数は同程度であり、また、MTF曲線は概ね一致していた。Report 1601を基準値とした偏差は全て10%以内であった。よって、本研究で用いた4種のソフトウェアはMTF測定に使用できることが示唆された。

【まとめ】

本研究で用いた4種のソフトウェアでReport 1601と同等のMTFを測定できた。解析に使用すべきソフトウェアを公開しているガイドラインあり、それらのソフトウェアの特性を理解して使用する必要があると考えられる。

【参考文献】

- 1) IEC. Medical electrical equipment - Characteristics of digital X-ray imaging devices - Part 1-2: Determination of the detective quantum efficiency - Detectors used in mammography, IEC62220-1-2: 2007.
- 2) EUREF. Protocol for the Quality Control of the Physical and Technical Aspects of Digital Breast Tomosynthesis Systems, ver. 1. 03. March 2018: 32-34.
- 3) M Porzio, A C Konstantinidis, MAMMO_QC: Free software for quality control (QC) analysis in digital mammography and digital breast tomosynthesis compliant with the European guidelines and EUREF/EFOMP protocols. Biomed Phys Eng Express. 2021 Oct 20;7(6).
- 4) Donini et al., Free software for performing physical analysis of systems for digital radiography and mammography. Medical Physics, Vol. 41, No. 5, May 2014.

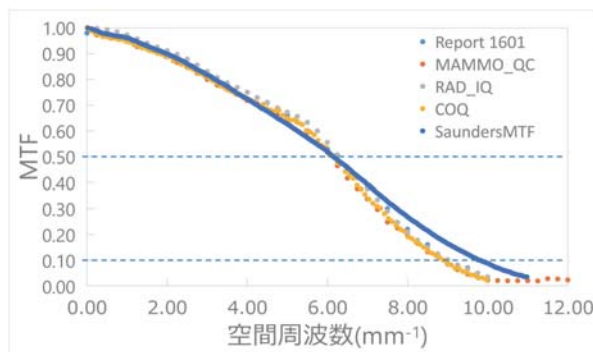


Fig.6 各ソフトウェアによるMTF曲線

Table 1 MTF が50%、10%になる空間周波数と偏差

	MTFが50% になる空間 周波数(mm ⁻¹)	偏差(%)	MTFが10% になる空間 周波数(mm ⁻¹)	偏差(%)
Report 1601	6.21	-	9.00	-
MAMMO_QC	6.08	-2.13	8.88	-1.31
RAD_IQ	6.30	1.41	9.01	0.14
COQ	6.12	-1.49	8.89	-1.19
SaundersMTF	5.94	-4.39	9.43	4.75

- 5) A. Konstantinidis, N. Martini, V. Koukou, et al. RAD_IQ: A free software for characterization of digital X-ray imaging devices based on the novel IEC 62220-1-1:2015 International Standard. J. Phys. : Conf. Ser. 2090 012107. 2021.
- 6) R. S. Saunders and E. Samei, Resolution and noise measurements of five CRT and LCD medical displays. Med. Phys. 33, 308-319, 2006.
- 7) NHS. NHS Breast Screening Programme Equipment Report 1601 Technical evaluation of Fujifilm AMULET Innovality digital mammography system. England, 2017.
- 8) R. Suzuki, H. Yamashina, M. Sai, et al. Evaluation of edge plates for Modulation Transfer Function measurements using in Digital Mammography Quality Control. <https://dx.doi.org/10.26044/ecr2023/C-13174>. ECR 2023.