

○令和元年度奨励研究

「デジタル・ブレスト・トモシンセシスにおける品質管理法の検討」

-第2報: 深さ分解能(Z-resolution)の検討-

放射線技術科学科 助教 田子谷 佳加

1. 研究目的

現在、マンモグラフィに断層撮影技術を融合させることで、乳がん診断の妨げとなっていた乳腺像と患部病変像の重なりを画像上で除去し、がん患部の検出能力を向上させることができる新しいマンモグラフィ技術 Digital Breast Tomosynthesis (DBT) が注目されている。DBTは、撮影角度、撮影回数、画像再構成法などがメーカーにより異なるため、統一した品質管理方法と装置ごとの基準を確立する必要がある。

本研究では、DBTの性能評価方法の一つである深さ分解能 (半値全幅: Full Width at Half Maximum, FWHM) に関して、American College of Radiology (ACR), European Reference Organization for Quality Assured Breast Screening and Diagnostic Services (EUREF) から出された方法を比較し、日本の臨床現場において正確かつ簡便に行える品質管理手法となり得るかを検討した。

2. 研究方法

使用機器

- ・乳房用X線診断装置 Senographe Pristina (GE)
本システムのDBT撮影は、一度の圧迫において25°(±12.5°)の振り角で9回のX線曝射を行い、各照射のタイミングでX線管を静止させ、照射タイミングとシンクロさせて撮影するStep & Shoot法を用いている。画像再構成法は、逐次近似法(ASiR^{DBT})で行い、任意の複数断層画像を一度に得る。本研究では、DBTの0.5mm, 1.0mm間隔のスライス画像を用いて解析を行った。

ファントム

- ・ACRデジタルマンモグラフィファントム (GAMMEX 145)
- ・Al球入りPMMAファントム 5mm厚
- ・PMMAファントム 5,10,20mm厚

画像解析ソフト

- ・ImageJ (NIH)
- ・Tomosynthesis QC Tool ver.1.15.3 (NCCPM)

(1) ACRプロトコルに基づく深さ分解能測定

ACRデジタルマンモグラフィファントムを4daNで圧迫し、フルオートモード(陽極/フィルタ, 管電圧, 管電流を自動設定するモード)を用いてDBT撮影を行った。得られたDBT画像の最も試料が観察できるFocus Planeを決定し、その前後のスライスにおいて石灰化模擬試料のピクセル値を測定しFWHMを算出した(Fig.3)。

(2) EUREFプロトコルに基づく深さ分解能測定

PMMA厚65mm一定とし、Al球入りファントムの位置を乳房支持台から変化させて配置し、DBT撮影を行った。ファントムは4daNで圧迫し、撮影条件は、65mm厚PMMAをフルオートモードで撮影した条件とした。得られたDBT画像をImageJのプラグインTomosynthesis QC Tool ver.1.15.3を用いてFWHMを算出した。

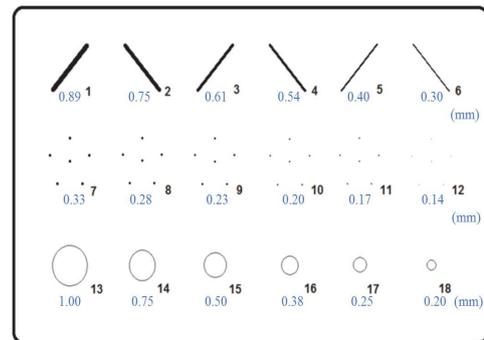


Fig.1 ACR Digital Mammography Phantom
1~6: Fibers, 7~12: Specs, 13~18: Masses

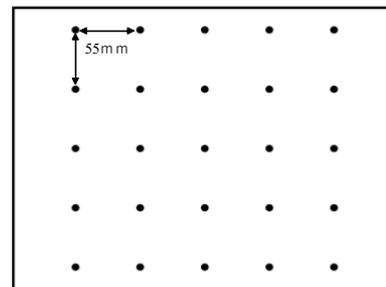


Fig.2 Al PMMA Phantom
5 mm thick PMMA with a rectangular array of 1mm diameter Al spheres embedded in the middle. The spheres are spaced at 55mm interval.

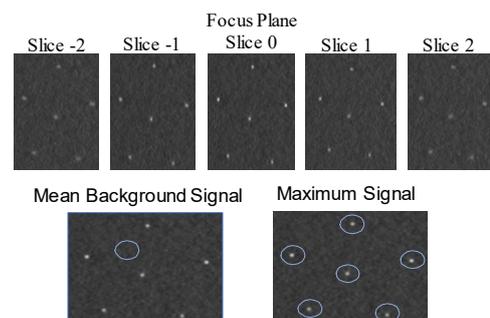


Fig.3 ACR Z resolution measurement using ACR Digital Mammography Phantom

3. 研究結果

(1) ACRプロトコルに基づく深さ分解能測定

ACRデジタルマンモグラフィファントムから求められたFWHMをTable.1に示す。ACRのプロトコルである $\phi 0.33\text{mm}$ SpecksにおけるFWHMは0.5mm間隔のスライス画像で2.3mm, 1.0mm間隔のスライス画像で2.43 mmとなり, スライス間隔による違いはみられない。

また, サイズの異なるSpecksのFWHMは, 直径0.23mmまで測定可能であり, Specksの直径が小さくなるにつれFWHMは大きな値を示した。

(2) EUREFプロトコルに基づく深さ分解能測定

Fig.4にEUREFプロトコルを用いて, Al球入りPMMAファントムの位置(乳房支持台からの高さ)を変化させて算出したFWHMを示す。試料の位置やスライス間隔には依存せず, 一定の値となった。

4. 考察(結論)

ACRのプロトコルでは, FWHMはSpecks $\phi 0.33\text{mm}$ で評価するよう定められている。通常悪性を示す石灰化の多くは0.5mm以下であるが, あまり小さなSpecksではバックグラウンドのピクセル値に埋もれてしまい, 正確にFWHMが算出できないためと考えられる。

EUREFのプロトコルにおいて, DBTはそれぞれのスライスに焦点を合わせた再構成を行っているためファントムをいずれの高さに配置してもFWHMに大きな変化がみられなかった。

DBTの性能評価方法の一つである深さ分解能を求める手法を比較すると, EUREFではAl球入りPMMAファントムを手または作成し, 画像解析にはImageJなどの画像解析ソフトを使用する必要であるのに対し, ACRの手法は, 日常の画像評価にも用いることが可能なACRデジタルマンモグラフィファントムを使用し, ピクセル値を測定するだけで算出が可能である。また, 石灰化の模擬試料を用いるため, より臨床に近い品質管理法となるため, 臨床現場で簡便に行うには良いと考えられる。

今後, 複数台の同システムにおいてFWHM測定を行い, 装置ごとの基準を検討していく必要がある。

5. 成果の発表(学会・論文等, 予定を含む)

第38回茨城県診療放射線技師学術大会にて発表予定

6. 参考文献

- 1) 2018 Digital Mammography Quality Control Manual. American College of Radiology. 2018.
- 2) R.E. van Engen. et al. Protocol for the Quality Control of the Physical and Technical Aspects of Digital Breast Tomosynthesis Systems. EUREF. 2018.
- 3) 画像通信2015年3月. 公益社団法人日本放射線技術学会 画像部会. 2015, vol.38, no.1 (74).
- 4) 石栗一男編著. マンモグラフィ技術編改訂増補版. 医療科学社. 2017.

Table.1 FWHM based on ACR

Slice interval	Specks (mm)		
	$\phi 0.33$	$\phi 0.28$	$\phi 0.23$
0.5mm	2.34	3.07	4.19
1.0mm	2.43	2.96	4.39

Rh/Ag, 34kV, 29mAs. Analysis using slice images at 0.5 and 1.0mm intervals. FWHM was calculated for Specks of diameter 0.33, 0.28, 0.23mm.

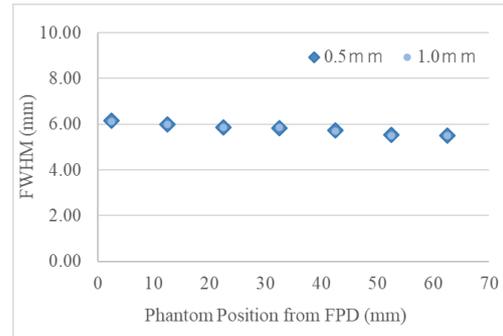


Fig.4 FWHM based on EUREF

Rh/Ag, 34kV, 80mAs. PMMA thickness 65mm. The FWHM was calculated from DBT images (slice images at 0.5 and 1.0mm intervals) obtained by changing the position of the phantom containing the Al sphere (1mm) from the breast support.