

○前原 日向子¹⁾、石井 美枝²⁾、永見 晶子¹⁾、西村 真世¹⁾、氏平 武樹¹⁾、山本 泰司¹⁾

1) 島根大学医学部附属病院

2) 岐阜医療科学大学 放射線技術学科

【目的】 マンモグラフィは AEC を利用して撮影を行っている。アナログの時代は AEC によって被写体厚に関係なくコントラストと粒状性は一定に保たれていた。一方、ディジタルシステムでの AEC は画質に関係なく検出器への入射線量を一定に保っている。

今回、ディジタルマンモグラフィシステムで AEC の動作について検討評価した。

【使用機器】 乳房撮影装置：INSTRUMENTARIUM 社製 alphaRT、画像処理装置：FUJIFILM 社製 FCR PROTECT CS、IP：FUJIFILM 社製 HR-BD、線量計：Radcal Accu-Dose 2186 検出器 10×5-6M、被写体：アクリルファントム (250mm×300mm)、コントラスト物質：アルミニウム (純度 99%)

【方法】

- (1) セミオートの mAs 値を求めた。
- (2) セミオートの状態を再現するため、それぞれの mAs 値の前後の mAs 値で線量測定を行い (n = 5) 2点間の内挿によって、セミオートでの mAs 値の被写体への入射線量を求めた。検出器への入射線量はディジタル特性曲線を作成し算出。
- (3) CNR 測定用試料は (2) と同様に試料を作製し (n = 3) その試料から前後の CNR を計算、その2点間の内挿によってセミオートの mAs 値での CNR を算出。
- (4) 以上から求めた条件をもとに被写体への入射線量、検出器への入射線量、算出した CNR から、AEC の動作を調査した。撮影条件を以下に示す。

Target/Filter：Mo/Mo、Mo/Rh

管電圧：25kV、30kV、35kV

被写体厚：20mm、45mm、70mm

管電流時間積：セミオートの mAs 値

【結果】 Mo/Mo の線量と CNR の測定結果を Fig.1～3に示す。Mo/Rh も Mo/Mo と同様の結果であった。

検出器への入射線量は、Target/Filter、被写体厚、管電圧の変化に関与せず、ほぼ一定の 60 μ Gy であった。

被写体への入射線量は被写体厚が厚いと多くなり、管電圧が高いと低くなった。管電圧 30kV、70mm 厚の Mo/Mo での被写体への入射線量は、検出器への入射線量の約 800 倍、Mo/Rh では 567 倍であった。

CNR は Target/Filter に関係なく、管電圧が高くなると低下し、また被写体厚が厚くなると低下した。

【考察】 AEC は検出器への入射線量を一定に保っていた。照射した X 線のうち、画像に寄与した X 線は

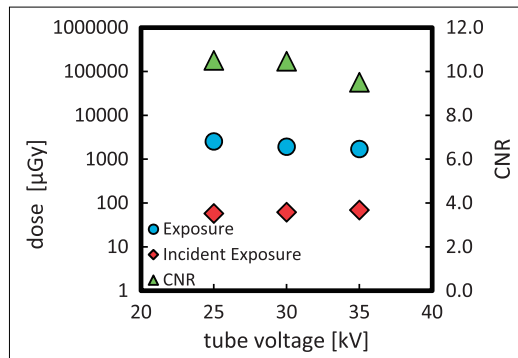


Fig.1 Mo/Mo 20mm厚の線量と CNR

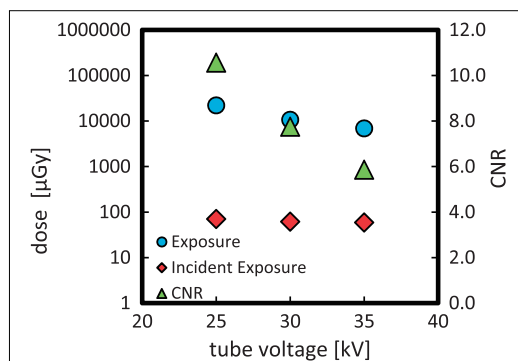


Fig.2 Mo/Mo 45mm厚の線量と CNR

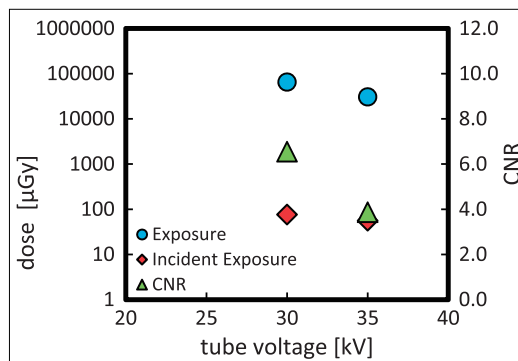


Fig.3 Mo/Mo 70mm厚の線量と CNR

Mo/Mo で 0.1%～3%、Mo/Rh で 0.2%～5% であった。Mo/Rh は Mo/Mo に比べて、照射した X 線が効率よく使用されていた。以上から、検出器に到達する X 線と被曝線量を考慮して撮影条件 (使用する Target/Filter) を選択すべきである。今回の実験からは 45mm の厚さでの CNR で差が小さく、Mo/Rh を使用する方が被曝低減に繋がると推測する。

【結語】 被写体厚が厚くなると CNR は低下する。画質を一定に保つために、AGD の許容の範囲内で照射線量を増加させるために、撮影条件 (AEC の条件) を変える必要があると考えられる。

○石井 美枝¹⁾、吉田 彰²⁾、石井 里枝³⁾、眞田 泰三⁴⁾、永見 晶子⁵⁾

1) 岐阜医療科学大学 保健科学部 放射線技術学科、2) 県立広島大学 大学院 総合学術研究科、
3) 徳島文理大学保健福祉学部 診療放射線学科、4) 岡山済生会総合病院 画像診断科、
5) 島根大学医学部附属病院 放射線部

【背景・目的】近年、デジタルマンモグラフィの画質指標として、CNRがよく使用されている。CRシステムを用いたCR-MMGでは、照射野内にX線強度の不均一性(トレンド)があり、CNR値への影響が懸念されている。トレンドの低減には、ROI sizeの縮小も有効と考えられる。今回、IECガイドラインによるCNR法において、ROI sizeの縮小によるCNR値への影響を検討したので報告する。

【使用機器】乳房撮影装置: alpha RT (INSTRUMENTARIUM)、CR system: FUJI PROTECT CS、IP: FUJI HR-BD、IEC phantom、Contrast 物質: Al: 99.9%

【方法】IECのCNR測定法に準拠した方法で得た linearized pixel value (各3枚)の160,000(400×400)点のデータを使用した。このデータを1/1、1/4、1/16、1/64、1/256にしたとき(ROI sizeの縮小)のCNRを算出した。ROI size縮小時には、1、4、16、64、256個のROIのmean、SDを平均し、全データを使用した。ROIのピクセル値の分布をFig.1に、1/4分割例をFig.2に示す。

【結果】ROI sizeとCNRの関係をFig.3に、Contrast、Noiseの関係をFig.4に示す。ROI sizeの縮小に伴い、Noiseは減少し、CNRは増加した。AGDが約2mGyとなる線量(63 mAs)では、ガイドラインのROI sizeによるCNRに対し、ROI sizeを1/256にしたときには約8%増加した。

【考察】ROI内の低周波のトレンドをFig.2に示す。ROI sizeが大きいたときには、ROI内のSDに低周波のトレンドが含まれる。しかし、Fig.2のようにROIを分割すると、ROI内のトレンド成分が減少する。ROI sizeを縮小することにより、SDが小さくなるフィルタ効果が認められた。

【結語】ROI sizeの縮小により、ROI内の低周波のトレンド成分が除去され、SDの減少により、CNRは増加した。

【参考文献】

Alsager A. Young K.C. Oduko J.M. Impact of heel effect and ROI size on the determination of contrast-to-noise ratio for digital mammography systems. Proc. of SPIE Vol. 6913, 9134I, 2008

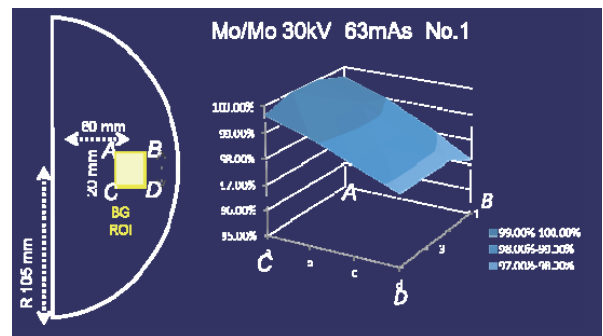


Fig.1 ROIとピクセル値の分布

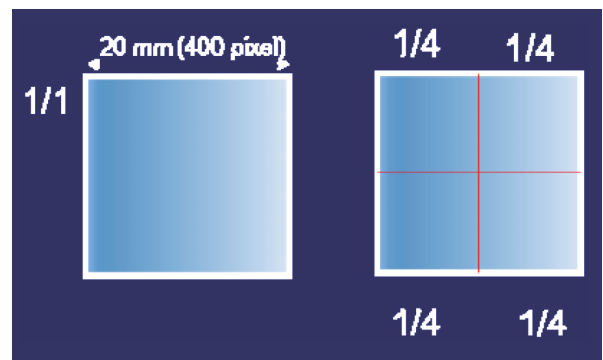


Fig.2 ROI内の分布とROI分割

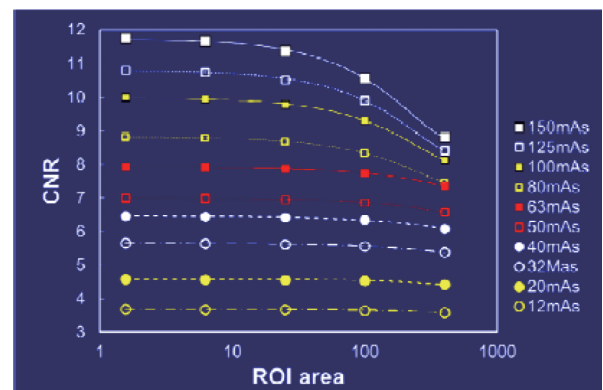


Fig.3 CNRとROIサイズ

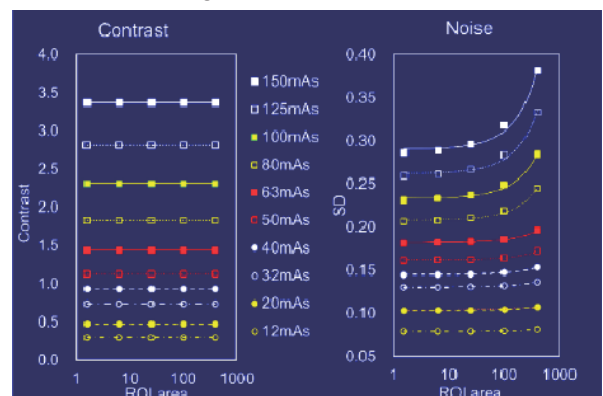


Fig.4 Contrast and Noise

○櫻川 加奈子、山田 健二、天野 雅史、多田 章久
徳島大学病院 診療支援部 診療放射線技術部門

【目的】 当院で提供できる最も高品質で低線量なマンモグラフィ画像を得るための手法を検討する。

【方法】 乳房撮影装置はシーメンス社製 MAMMO-MAT Novation^{DR} を使用した。実験に使用したファントムは日本乳がん検診精度管理中央機構製 DMQC ファントムで、内部には CNR (Contrast Noise Ratio) 評価用試料として厚さ 0.2mm、純度 99.5% の Al 板が含まれている。ファントムの撮影条件はターゲット/フィルタの組み合わせ (Mo/Mo、Mo/Rh)、管電圧 (26、28、30、32、34kV)、mAs 値 (16、32、63、125、250、400 (34kV のときのみ)、450 (32kV のときのみ)、500 (26、28、30kV のときのみ)) とし、各組み合わせの撮影条件において CNR を求める。CNR は DMQC ファントムの使用方法に準じて撮影・解析し求めた。

【結果】 管電圧ごとに CNR と mAs の関係を求めた。一例として Mo/Mo での結果をグラフに示す (Fig)。

グラフより mAs 値が大きくなるにしたがって CNR は高くなることがわかった。Mo/Rh の場合も同様の傾向を示した。また各条件で最も高い CNR を得ることのできる mAs 値とその時の CNR をまとめる (Table.1)。

【考察】 結果より、当院の撮影装置で出力可能な CNR を求めた。CNR は線量が増加するにつれて大きな値を示し続けた。しかし、臨床での使用を考慮した場合線量に制限をかける必要がある。IAEA の診断参考レベル「AGD が 3mGy を超えないこと」を参考とした場合の撮影条件で得られる CNR を最適条件として考察した。以下に AGD が 3mGy となる場合の撮影条件と、その際の表面入射線量、CNR を示す (Table.2)。

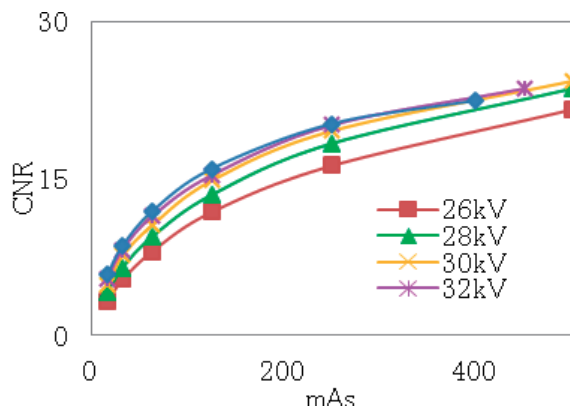


Fig Mo/Mo を使用した際の mAs と CNR の関係

Table.1 出力可能な最大線量と CNR

	管電圧 [kV]	mAs 値	CNR
Mo/Mo	26	500	22.9
	28	500	25
	30	500	25.8
	32	450	24.6
	34	400	22.7
Mo/Rh	26	500	21.6
	28	500	23.5
	30	500	24.4
	32	450	23.6
	34	400	22.4

Table.2 AGD3mGy の撮影条件と表面入射線量と CNR との関係

	管電圧 [kV]	mAs 値	表面入射線量 [mGy]	CNR
Mo/Mo	26	164.8	17.6	12.9
	28	123	16.6	12.5
	30	94	15.6	11.9
	32	75.8	15.1	11.3
	34	61.9	14.5	10.5
Mo/Rh	26	185.3	14.3	13.4
	28	135.7	13.5	13.3
	30	103.8	13	12.8
	32	83.1	12.6	12.3
	34	69.6	12.5	11.8

どの管電圧であっても Mo/Rh の方が CNR は高く、表面入射線量が少ないため、Mo/Rh の方が撮影に適していると考察した。結果、最も表面入射線量が少ない Mo/Rh の 34kV が本検討に使用した PMMA 厚 40mm の撮影に最も適していると考えた。

【まとめ】 今回提案した手法より PMMA 厚 40mm、AGD3mGy での適正撮影条件は Mo/Rh、34kV、69.6mAs であるとわかった。

○山田 健二、櫻川 加奈子、天野 雅史、多田 章久
徳島大学病院 診療支援部 診療放射線技術部門

【目的】平均乳腺線量 (AGD) を 3mGy とした場合の CNR (contrast noise ratio) と表面入射線量の関係より PMMA (polymethyl methacrylate) 厚 50、30 mm におけるマンモグラフィの適正撮影条件の検討を行う。

【使用機器】乳房撮影装置は、シーメンス旭メディテック株式会社製 MAMMOMAT Novation^{DR}、電位計・イオンチェンバは、Radcal 社製 Radiation Monitor model 9015・10X5-6M、CNR 測定用ファントムとして乳がん検診精度中央管理機構製 DMQC ファントム (CNR 評価試料 (厚さ 0.2 mm、Al 純度 99.5%))、解析ソフトは、DMQC ファントム付属画像データ解析ソフトと Microsoft 製 Excel2010 を使用した。

【方法】ファントムの撮影条件はターゲット/フィルタの組み合わせ (Mo/Mo、Mo/Rh)、管電圧 (26、28、30、32、34kV)、mAs は AGD が 3mGy となる線量を用いるために装置で設定可能な 3mGy を越える値と 3mGy を越えない値を使用した。CNR は DMQC ファントムの使用方法に準じて撮影・解析し求めた。PMMA 厚 50、30 mm は、ファントムの厚さ調整用 PMMA 板の枚数を調節し作成した。これらの結果より、AGD が 3mGy 時の CNR を近似式より算出した。またこの際の表面入射線量も同様に求めた。最適撮影条件は、CNR と表面入射線量より検討した。

【結果】各撮影条件において AGD3mGy、PMMA 厚 50、30 mm の結果を Table.1 と Table.2 にまとめる。

【考察】結果より AGD3mGy 一定とした場合、管電圧が低い撮影条件のほうが高い CNR を得ることができた。しかし表面入射線量は高い値を示した。今回の検討では、AGD が同じ 3mGy でも表面入射線量が高い撮影条件を用いる事は、入射面 (皮膚面) への部分的な被ばく増大に繋がっていると考え、表面入射線量が最も少ない撮影条件が適していると考えた。よって、PMMA 厚 50 mm では Mo/Rh、34kV、90.0 mAs また PMMA 厚 30 mm では Mo/Rh、34kV、52.2 mAs が AGD3mGy の最適撮影条件であると考えた。また AGD を一定とした場合、Mo/Rh の組み合わせを選択し、なるべく高い管電圧の撮影条件を用いることで、表面入射線量が少なく CNR の良い画像を得る事ができると示唆された。

【まとめ】今回提案した手法により AGD が 3mGy の場合、表面入射線量が最小で CNR が大きい撮影条件は、PMMA 厚 50 mm では、Mo/Rh、34kV、90.0 mAs であり、PMMA 厚 30 mm では、Mo/Rh、34kV、52.2 mAs であると決定することができた。

Table.1 AGD3mGy、PMMA 厚 50 mm での mAs、表面入射線量、CNR

	管電圧 (kV)	mAs	表面入射線量 (mGy)	CNR
Mo/Mo	26	219.7	23.4	9.7
	28	162.2	21.9	9.4
	30	123.5	20.5	8.8
	32	99.1	19.7	8.4
	34	80.5	18.9	7.9
Mo/Rh	26	240.9	18.6	10.5
	28	176.3	17.6	10.4
	30	134.9	16.9	10.2
	32	107.8	16.3	9.7
	34	90.0	16.1	9.1

Table.2 AGD3mGy、PMMA 厚 30 mm での mAs、表面入射線量、CNR

	管電圧 (kV)	mAs	表面入射線量 (mGy)	CNR
Mo/Mo	26	118.9	11.9	16.9
	28	88.2	11.1	16.5
	30	68.7	10.7	15.9
	32	55.6	10.3	15.0
	34	45.8	10.0	14.1
Mo/Rh	26	136.6	9.8	16.8
	28	101.0	9.4	16.7
	30	77.5	9.0	16.3
	32	62.3	8.8	15.7
	34	52.2	8.7	15.1