

—原 著—

核医学イメージングにおけるエネルギー 分解能を考慮した適正エネルギー ウィンドウ設定についての検討

—第2報：プランナーイメージングによる評価—

古嶋 昭博¹⁾ 渡邊 裕之²⁾ 荒尾 裕一²⁾
川崎 雅明²⁾ 高木 昭浩³⁾ 松本 政典⁴⁾

¹⁾熊本大学生命資源研究・支援センター²⁾熊本市民病院³⁾富士フイルム RI ファーマ株式会社⁴⁾熊本大学医学部保健学科

Optimal Energy Window Setting Depending on the Energy Resolution for Radionuclides Used in Gamma Camera Imaging : Planar Imaging Evaluation

Akihiro KOJIMA¹⁾, Hiroyuki WATANABE²⁾, Yuichi ARAO²⁾,
Masaaki KAWASAKI²⁾, Akihiro TAKAKI³⁾ and Masanori MATSUMOTO⁴⁾

¹⁾Institute of Resource Development and Analysis, Kumamoto University²⁾Kumamoto City Hospital³⁾Fujifilm RI Pharma Co.⁴⁾Course of Radiological Sciences, Kumamoto University School of Health Sciences

(article received : Jan 25, 2007 ; revision accepted : Jun 16, 2007)

Summary

In this study, we examined whether the optimal energy window (EW) setting depending on an energy resolution of a gamma camera, which we previously proposed, is valid on planar scintigraphic imaging using Tl-201, Ga-67, Tc-99m, and I-123. Image acquisitions for line sources and paper sheet phantoms containing each radionuclide were performed in air and with scattering materials. For the six photopeaks excluding the Hg-201 characteristic x-rays' one, the conventional 20%-width energy window (EW20%) setting and the optimal energy window (optimal EW) setting (15%-width below 100 keV and 13%-width above 100 keV) were compared. For the Hg-201 characteristic x-rays' photopeak, the conventional on-peak EW20% setting was compared with the off-peak EW setting (73 keV-25%) and the wider off-peak EW setting (77 keV-29%). Image-count ratio (defined as the ratio of the image counts obtained with an EW and the total image counts obtained with the EW covered the whole photopeak for a line source in air), image quality, spatial resolutions (FWHM and FWTM values), count-profile curves, and defect-contrast values were compared between the conventional EW setting and the optimal EW setting. Except for the Hg-201 characteristic x-rays, the image-count ratios were 94-99% for the EW20% setting, but 78-89% for the optimal EW setting. However, the optimal EW setting reduced scatter fraction (defined as the scattered-to-primary counts ratio) effectively, as compared with the EW20% setting. Consequently, all the images with the optimal EW setting gave better image quality than ones with the EW20% setting. For the Hg-201 characteristic x-rays, the off-

peak EW setting showed great improvement in image quality in comparison with the EW20% setting and the wider off-peak EW setting gave the best results. In conclusion, from our planar imaging study it was shown that although the optimal EW setting proposed by us gives less image-count ratio by 9–16% than the conventional EW20% setting, it can produce better image quality with decreased scatter fraction.

Key words : Gamma camera, Energy resolution, Energy window setting, Planar imaging

要 旨

本研究では、われわれが第1報で報告した、ガンマカメラのエネルギー分解能を考慮した適正なエネルギーウィンドウ (EW) 設定 (以下、適正 EW 設定) の効果について、ファントムを用いたプラナーイメージ評価により検証を行った。

Tl-201, Ga-67, Tc-99m, I-123 の4核種について、ガンマカメラ E. CAM (SIEMENS) を用いて、空中と吸収・散乱体中でラインソースおよび hot と cold 領域を持った紙面線源ファントムのプラナーイメージングを行った。Tl-201 の Hg-201 特性X線光電ピークを除く6つの光電ピークについて、一律 EW 20% 設定と適正 EW 設定 (100 keV 以下のとき15%, 100 keV 以上のとき13%) を比較した。また、Tl-201 の Hg-201 特性X線光電ピークについては、ウィンドウ中心をピーク位置 (71 keV) にした EW 20% 設定とウィンドウ中心を光電ピーク形状の重心 (73 keV) に置いた幅25%の適正 EW 設定および 77 keV に置いた幅29%の off-peak EW 設定を比較した。それぞれの EW 設定で得られたプラナーイメージより、空中において一つの光電ピーク全体を十分に含む幅の EW 設定 (Tl-201 に対しては $73 \text{ keV} \pm 23.5\%$, その他の6つの光電ピークに対してはピーク中心エネルギー $\pm 12.5\%$) で得られたイメージ計数に対するある幅の EW 設定で得られたイメージ計数の割合 (以下、イメージ計数割合), FWHM 値と FWTM 値, カウントプロファイルカーブおよび欠損コントラスト値を算出して比較するとともに視覚的評価も行った。

Tl-201 の Hg-201 特性X線光電ピークを除く6つの光電ピークにおいて、イメージ計数割合は、EW 20% 設定で約94–99%, 適正 EW 設定で約78–89% であった。しかし、視覚的評価, FWHM 値と FWTM 値, カウントプロファイル

カーブおよび欠損コントラスト値については、EW 20% 設定よりも適正 EW 設定の方が明らかに散乱線含有割合は減少し、画質も向上した。また、Tl-201 の Hg-201 特性X線光電ピークについては、ウィンドウの中心が光電ピーク形状の重心にある方がイメージ計数割合の増加とともにそれらの改善効果は大きくなり、off-peak EW 設定にすることによりさらに良くなった。

われわれが提案する、エネルギー分解能を考慮した適正 EW 設定にすることにより、イメージ計数割合を EW 20% 設定より約9–16% 程度低下させることになるが、散乱線含有割合を効果的に減少できることが今回のファントムイメージ評価により検証できた。

1. 緒 言

ガンマカメラによる核医学イメージングは、使用する核種に応じた特性X線や γ 線の光電ピークエネルギー領域に、ある幅を持ったエネルギーウィンドウ (energy window, 以下 EW) を設定して行われる。現在、我が国の核医学検査で一般に使用されているシングルフォトン核種の光子エネルギーは、Tl-201 が軌道電子捕獲により崩壊してできる Hg-201 より放出される特性X線エネルギー 69–83 keV から I-131 の γ 線エネルギー 364 keV までの約 300 keV の広い範囲に渡っている。しかし、従来、光電ピークエネルギーの大小およびガンマカメラのエネルギー分解能の優劣に関わらず、一律に EW 20% 幅の設定が推奨されてきた¹⁾。

われわれはこれまで、計算機シミュレーションや最新のガンマカメラから出力される実際のエネルギースペクトルを解析することにより、直接線を約90% 計測しながら効果的に散乱線含有割合 (直接線計数に対する散乱線計数の比, scatter fraction, SF) を減らすような、エネルギー分解

能を考慮した適正な EW 設定の必要性について報告してきた^{2~4)}。

この研究では、文献4で提案した7核種11光子エネルギー毎の適正 EW 設定の効果について、その内の4つの代表的な核種である Tl-201, Ga-67, Tc-99m, I-123 を用いたラインソースと面線源ファントムのプラナーイメージングにより検証したので報告する。

2. 方 法

2-1. 核 種

現在、ガンマカメラによる核医学イメージング検査用核種として大きな使用割合を占めている次の4核種を用いた⁵⁾。

の4核種を用いた⁵⁾。

Tl-201 : Hg-201 特性X線エネルギー 69~83 keV, γ 線エネルギー 167 keV

Ga-67 : γ 線エネルギー 93, 185, 300 keV

Tc-99m : γ 線エネルギー 140 keV

I-123 : γ 線エネルギー 159 keV

2-2. 使用装置

ガンマカメラ : 対向2検出器型ガンマカメラ (E. CAM, SIEMENS 社製) (Tc-99m の γ 線エネルギー 140 keV に対するエネルギー分解能 : 約 9.35%)

コリメータ : 低エネルギー用高分解能型 (LEHR) 平行多孔コリメータ (Tc-99m), 低中エ

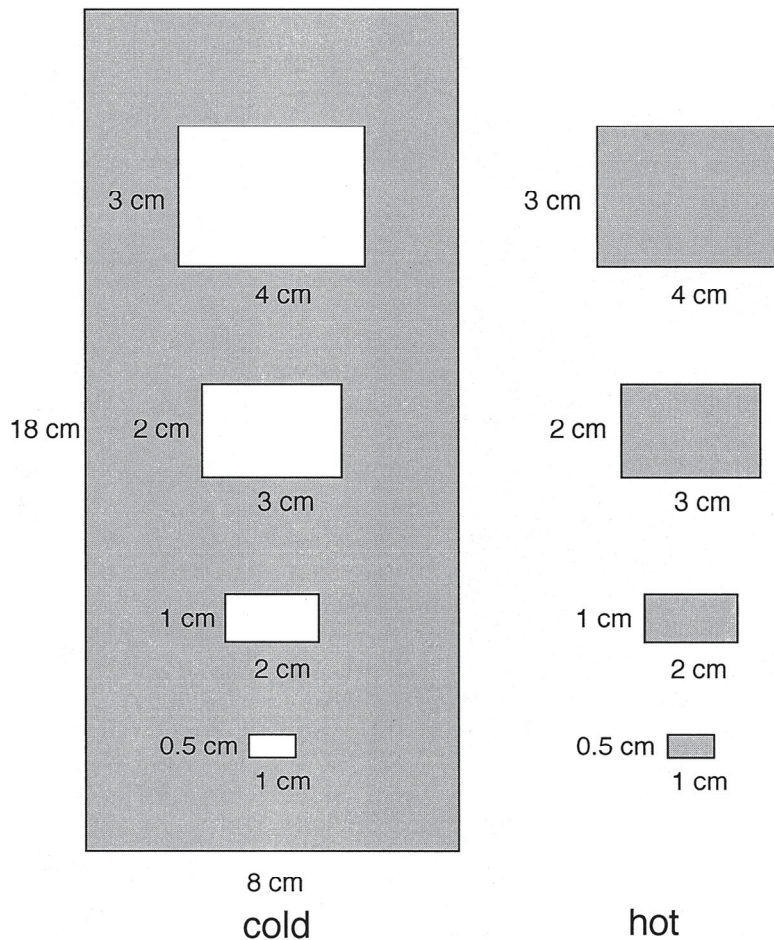


Fig. 1 Paper sheet phantom with cold and hot lesions. Four phantoms were soaked in water solutions with Tl-201, Ga-67, Tc-99m and I-123, respectively. After dried out well, they were laminated with pouch films.

エネルギー用汎用型 (LMEGP) 平行多孔コリメータ (Tl-201 および I-123), 中エネルギー用低隔壁透過型 (MELP) 平行多孔コリメータ (Ga-67)

2-3. 線源およびファントム

(a) ラインソース

長さ 5 cm, 直径 1 mm のポリエチレンチューブに Tl-201 を 5.7 MBq, Ga-67 を 7.4 MBq, Tc-99m を 13.1 MBq, I-123 を 6.7 MBq, それぞれ別々に封入して 4 つのラインソースを作製した。

(b) 紙面線源ファントム

プラナーイメージング専用のファントムとして, cold と hot 領域を有する面線源を設計した (Fig. 1). 特別なインクジェット印刷用紙 (紙厚 0.38 mm) に Tl-201 を 26.0 MBq, Ga-67 を 15.4 MBq, Tc-99m を 28.0 MBq, I-123 を 17.6 MBq, それぞれ別々に均一に浸透させ, 十分乾燥させた後, さらにラミネート加工を行った⁶⁾.

(c) 吸収・散乱体ファントム

水と等価な吸収・散乱体としてタフウォーターファントム (30×30 cm, 京都科学製) を使用した。

2-4. データ収集

2-4-1. エネルギースペクトル測定

4 つの核種を含んだそれぞれのラインソースが空中にある場合と水と等価な吸収・散乱体中にある場合について, 文献 4 と同様にガンマカメラよりエネルギースペクトルを直接デジタル値で得た。ラインソースとコリメータ間の距離は 12 cm とし, エネルギースペクトルの最高値が約 10,000 カウントになるようにデータ収集した。また, 吸収・散乱体の条件としては, 後方散乱体厚 (BS) を 5 cm に固定して前方散乱体厚 (FS) のみ 5 cm と 10 cm に変化させた。

2-4-2. プラナーイメージング

エネルギースペクトル測定と同様に, 4 種類のラインソースおよび 4 種類の紙面線源ファントムとコリメータ表面との距離をそれぞれ 12 cm とし, 空中にある場合と吸収・散乱体中にある場合でプラナーイメージングを行った。

ラインソースの収集条件は, マトリックスサイズ 256×256, 拡大率 2.29 倍, ピクセルサイズ 1.05 mm, 収集時間 10 分とした。また, 紙面線源

ファントムの収集条件は, マトリックスサイズ 256×256, 拡大率 2 倍, ピクセルサイズ 1.2 mm, 収集時間 10 分とした。

文献 4 の結果に従って, ラインソースおよび紙面線源ファントムに対するエネルギーウィンドウの設定条件を次のように決めた。

(a) Tl-201 に対して, Hg-201 特性 X 線光電ピーク (ピークエネルギー位置 71 keV) において, (i) 中心が 71 keV で従来の EW 20% 幅と, (ii) 中心が光電ピーク形状の重心 72.54 keV (実際の設定値は 73 keV) で適性 EW 25% 幅とした。さらに, 中心が 77 keV で 29% 幅の off-peak EW も設定条件に加えた⁷⁾。また, γ 線光電ピーク (167 keV) においては適性 EW 13% 幅と従来の EW 20% 幅とした。

(b) Ga-67 に対して, γ 線光電ピーク (93 keV) において適性 EW 15% 幅と従来の EW 20% 幅, γ 線光電ピーク (185 keV と 300 keV) において適性 EW 13% 幅と従来の EW 20% 幅とした。

(c) Tc-99m に対して, γ 線光電ピーク (140 keV) において適性 EW 13% 幅と従来の EW 20% 幅とした。

(d) I-123 に対して, γ 線光電ピーク (159 keV) において適性 EW 13% 幅と従来の EW 20% 幅とした。

EW の中心は, Tl-201 の Hg-201 特性 X 線以外の γ 線については, 全て光電ピーク中心とした。

なお, ラインソースの空中での撮像の際に, 各光電ピークを十分含むような EW 幅 (Tl-201 に対して中心が 73 keV で幅 47%, 残り 6 つの γ 線エネルギー光電ピークに対して幅 25%) を追加した (文献 4)。

2-5. イメージデータ処理および評価

4 つの核種のラインソースに対するプラナーイメージより, 空中において一つの光電ピーク全体を十分に含む幅の EW 設定で得られたイメージ計数に対するある幅の EW 設定で得られたイメージ計数の割合 (以下, イメージ計数割合) を, また, 空中の場合と吸収・散乱体がある場合における FWHM 値と FWTM 値を算出した。

4 つの核種の cold と hot 領域を有する紙面線源に対するプラナーイメージより, 各 EW 設定条件における画像の視覚的評価を行い, さらにカ

ウントプロファイルカーブおよび最大 cold 領域 (欠損サイズ 3×4 cm) における欠損コントラスト値を求めた。なお、コントラスト値は、バックグラウンド部における ROI 中の 1 ピクセル当たりの平均カウント (B) と、欠損部における ROI 中の 1 ピクセル当たりの平均カウント (D) から、 $[(B-D)/B]$ として求めた。ここで、欠損部には小さな矩形 ROI (10×14 , 140 ピクセル) を、線源イメージの中心部で散乱線が多く含まれるバックグラウンド部に比較的大きな矩形 ROI (20×50 , 1,000 ピクセル) を設定した。

3. 結 果

3-1. エネルギースペクトル

Fig. 2 に 4 つの核種のラインソースより得られたエネルギースペクトルを示す。ラインソースが空中にある場合でも、7 つの光子エネルギーに対する光電ピークの形状は完全なガウス関数ではなく、特に 1 核種につき複数の光子エネルギーを放出する場合、低いエネルギー側の光電ピークは、

高い光子エネルギーより影響を受けることがわかる。この影響は、吸収・散乱体がある場合にさらに大きくなった。

3-2. 空中におけるイメージ計数割合

ラインソースに対していろいろな EW 設定により空中で得られたイメージ計数割合を Table 1 に示す。Tl-201 の Hg-201 特性 X 線光電ピークを除く全ての光電ピークに対して、一律 EW 20% 幅では約 94~99% のイメージ計数割合になった。一方、文献 4 で報告した適正 EW 設定幅では Ga-67 の 185 keV (約 78%) を除けば、約 85~89% のイメージ計数割合になった。これらの結果は、一律 EW 20% 幅よりも Ga-67 の 185 keV で約 16%、他は約 9~11% 低下する結果になり、特に Ga-67 185 keV では著しい低下が見られた。また、Tl-201 の Hg-201 特性 X 線光電ピークにおけるイメージ計数割合は、幅 20% の EW 中心がピーク上 (71 keV) にあるとき約 78%、EW 中心が光電ピーク形状の重心 (73 keV) で幅 25% の適正 EW 設定のとき約 88%、EW 中心が 77 keV で

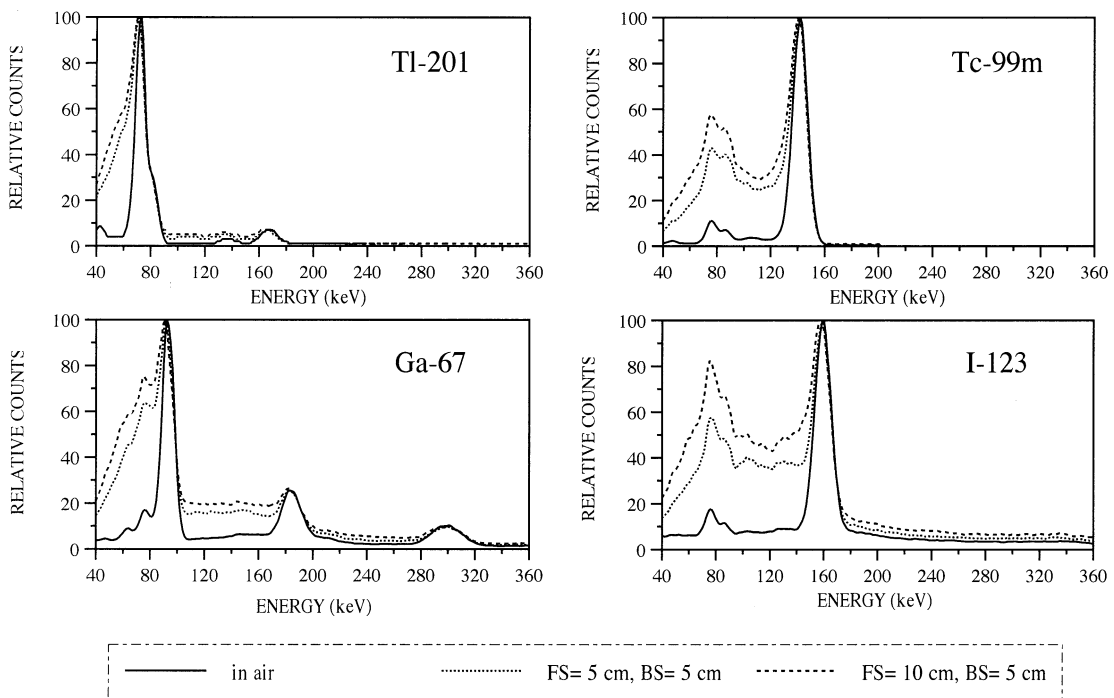


Fig. 2 Comparison between energy spectra measured for four line sources (each having Tl-201, Ga-67, Tc-99m and I-123). They were obtained as digital numerical values from the gamma camera in air or within scattering materials (forward scatter thickness: FS and backward scatter thickness: BS). The shape of the energy spectrum was greatly affected by the existence of scattering materials.

Table 1 The ratios of the image counts obtained with an energy window (EW) and the total image counts obtained with an EW covered the whole photopeak for line sources in air (image-count ratio). Strictly speaking, the image counts obtained even in air are not equal to the primary counts because of various factors in photon detection with gamma camera.

		Image-count ratio			
		Energy of window center			
Window width		71 (keV)	73 (keV)	77 (keV)	167 (keV)
Tl-201	13 (%)				0.872
	20 (%)	0.778			0.973
	25 (%)		0.879		
	29 (%)			0.903	
	25 (%)* (for 167 keV)				1
	47 (%)*	1	1	1	
		Energy of window center			
Window width		93 (keV)	185 (keV)	300 (keV)	
Ga-67	13 (%)		0.783	0.854	
	15 (%)	0.845			
	20 (%)	0.952	0.936	0.958	
	25 (%)*	1	1	1	
		Energy of window center			
Window width		140 (keV)			
Tc-99m	13 (%)		0.894		
	20 (%)		0.987		
	25 (%)*		1		
		Energy of window center			
Window width		159 (keV)			
I-123	13 (%)		0.870		
	20 (%)		0.955		
	25 (%)*		1		

* Energy window widths covered the whole photopeak energy range (from Reference 4).

幅29%の off-peak EW 設定のとき約90%であった。

3-3. FWHM 値および FWTM 値

Fig. 3 に、各 EW 設定で空中と吸収・散乱体中で撮像されたラインソースイメージより求められた FWHM 値および FWTM 値の比較を示す。全ての光電ピークにおいて、適正 EW 設定による FWTM 値は一律 EW 20%設定よりも小さくなり、明らかに散乱線の影響が減少していることがわかった。しかし、FWHM については、両者に有意な差異が認められなかった。また、Tl-201 の Hg-201 特性X線光電ピークにおいては、off-peak EW 設定の値が最も小さかった。

3-4. 紙面線源ファントムのプラナーイメージおよびカウントプロファイルカーブ

Fig. 4 に4つの核種のイメージングでそれぞれ主として用いられる光電ピークエネルギーでの吸収・散乱体中 (FS=10 cm, BS=5 cm) における紙面線源ファントムのプラナーイメージを、また、**Fig. 5** にそれらの cold 領域 (Tl-201, Tc-99m) および hot 領域 (Ga-67, I-123) でのカウントプロファイルカーブの比較を示す。両図から、hot 領域の描出についてはあまり差がみられなかったが、cold 領域においては適正 EW 設定によるイメージの方が、従来の EW 20%設定によるイメージよりも散乱線含有割合が減少し、より明瞭となった。Tl-201 については、off-peak EW 設定は他の2つの設定条件に比べてその効果がさらに高かった。

3-5. 紙面線源ファントムのプラナーイメージで

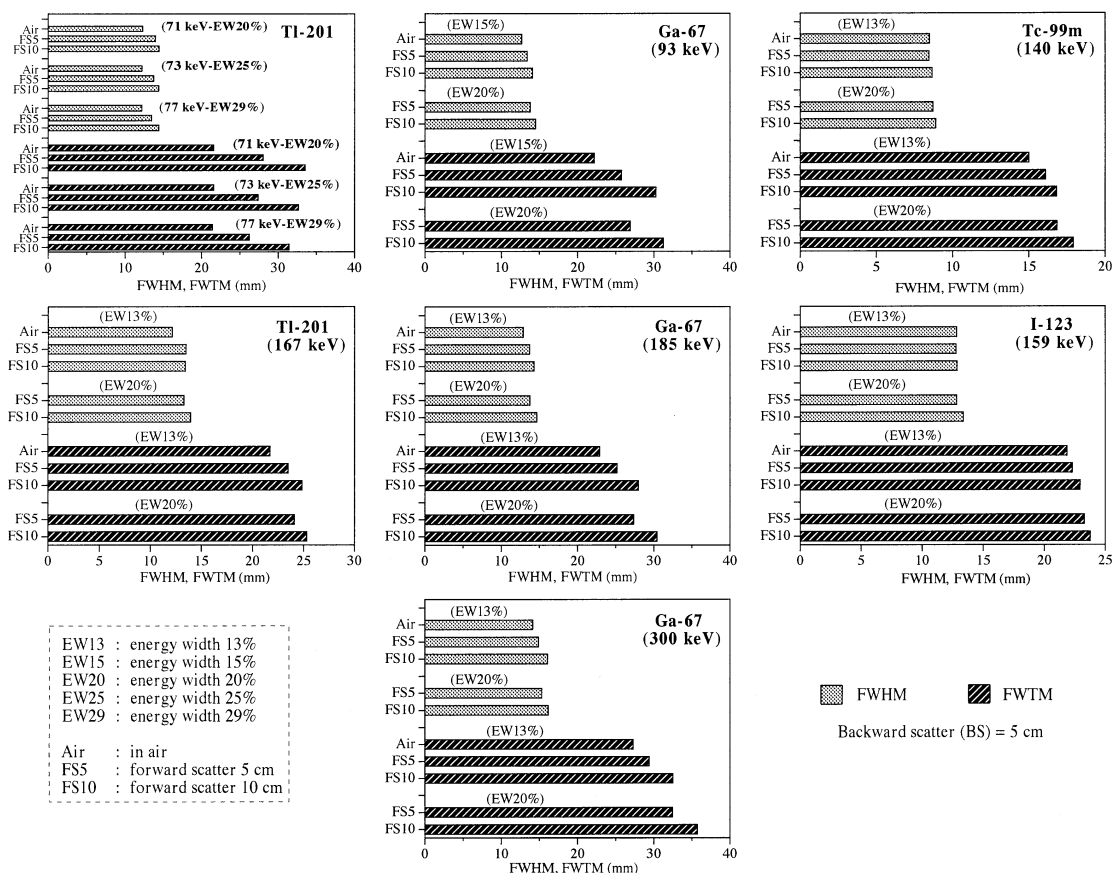


Fig. 3 Comparison of FWHM and FWTM values obtained from planar images of line sources in air or within scattering materials for various energy window (EW) setting. The optimal EW setting showed better spatial resolution on FWTM value than the conventional EW20% setting.

の cold 領域におけるコントラスト

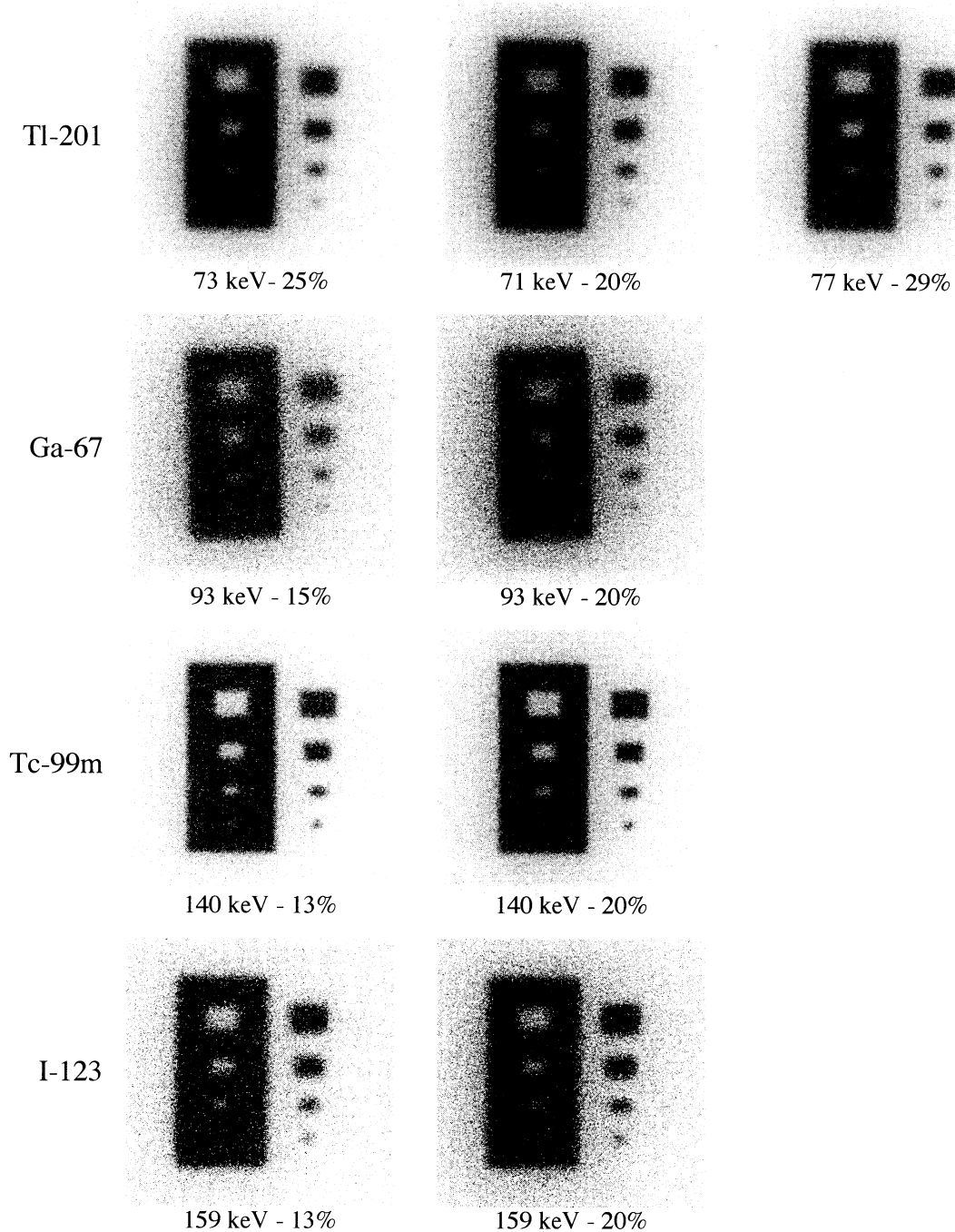
7つの光電ピークに設定されたそれぞれのEWで得られた紙面線源ファントムのプラナーイメージ中での cold 領域 (欠損サイズ 3×4 cm) におけるコントラスト値の比較を Fig. 6 に示す。空中に比べて散乱体が厚くなるに従ってコントラスト値は低下した。これらの場合においても、適正EW設定にすれば従来のEW設定よりもコントラストの改善効果がみられた。さらに Tl-201 の Hg-201 特性 X 線光電ピークについては、off-peak EW 設定のコントラストが最も良かった。

4. 考 察

現在、核医学イメージングで使用されているシングルフォトン核種の光子エネルギーは約 70～364 keV 程度であり、体内での相互作用としては主にコンプトン効果の割合が大きい。従って、直

接線と共に多くの散乱線が体外へ放出されることになり、また最新のガンマカメラでもそのエネルギー分解能は 9～10% と悪い。イメージングのための EW 内へその一部の散乱線が必然的に混入することになる。イメージに多くの散乱線が含まれると画質が低下し、また集積放射能の定量化も困難になる。このような散乱線の含有割合は、使用核種の光子エネルギーや体内分布状態、吸収体の状況、使用するコリメータのエネルギー特性、装置のエネルギー分解能、EW 設定条件などにより大きく影響を受ける。これらの因子の中でイメージングを行う側が任意に選択できるものが EW 設定条件である。

これまで Tl-201 の Hg-201 特性 X 線光電ピークを含めて殆どの核種のイメージング用エネルギーに対して、EW 幅は一律 20% が推奨されてきた¹⁾。この 20% 幅は、エネルギー分解能が現在よ



FS = 10cm, BS = 5 cm

Fig. 4 Comparison between planar images of paper sheet phantoms with the optimal EW and ones with the conventional EW20% set at the photopeaks used mainly in each imaging for Tl-201, Ga-67, Tc-99m and I-123. The FS and BS thickness were 10 cm and 5 cm, respectively. The optimal EW setting showed less scatter than the conventional EW20% setting qualitatively.

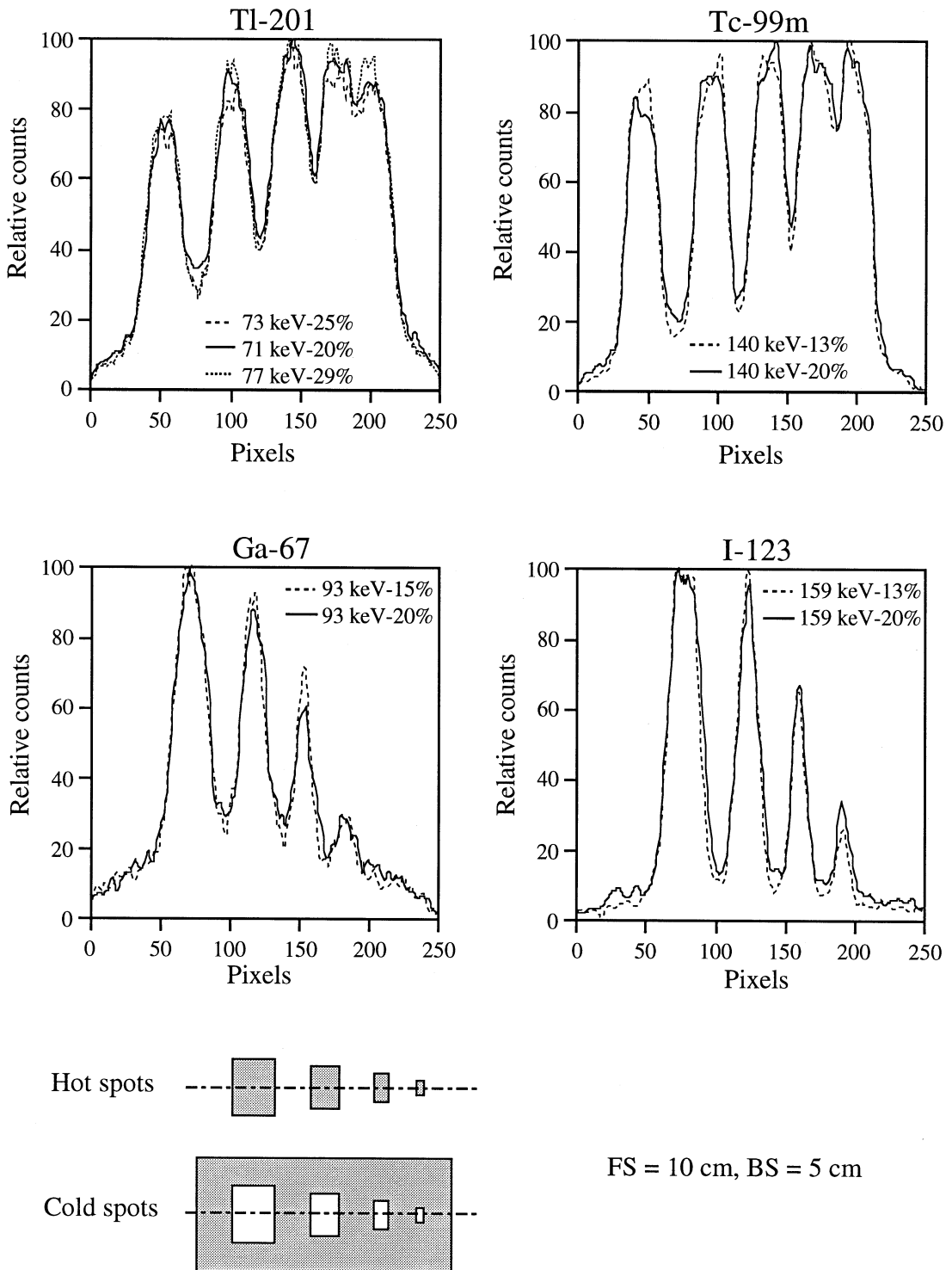


Fig. 5 Comparison of image-counts profile curves obtained from planar images shown in Fig. 4. The image-counts profile curves for Tl-201 and Tc-99m were drawn in cold lesions and ones for Ga-67 and I-123 in hot lesions. The optimal EW setting showed less scatter than the conventional EW20% setting numerically.

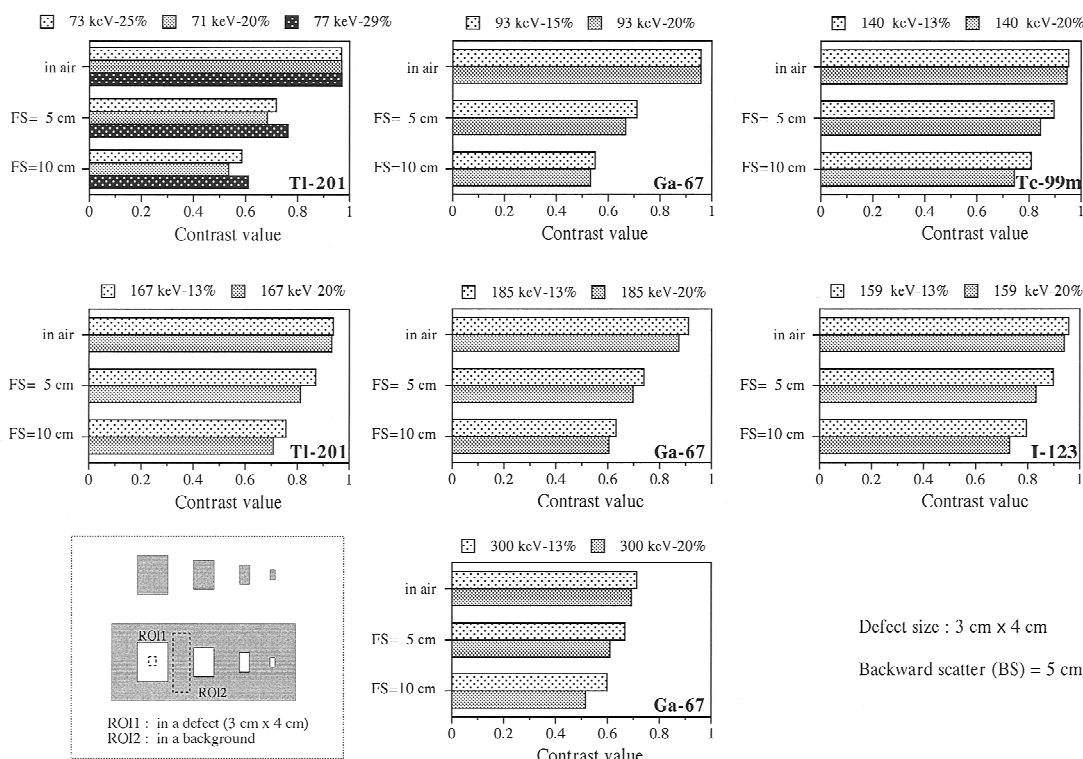


Fig. 6 Comparison of contrast values on the largest cold lesions (3×4 cm) in planar images of the paper sheet phantoms. The optimal EW and the conventional EW20% were set at the seven photopeaks in four radionuclides of Tl-201, Ga-67, Tc-99m and I-123. It is qualitatively found that the optimal EW setting showed better contrast values than the conventional EW20% setting.

りも劣っていた (12~14%程度) 頃のガンマカメラまたはシンチスキャナーに対して用いられていたものと思われる。最近、ガンマカメラメーカーも独自に自社製品について20%幅よりも狭いEWを推奨している場合もあるが、依然多くの現場では従来の20%幅が一般的に使用されている。

われわれは、Tc-99m イメージングについて、ガンマカメラのエネルギー分解能が散乱線含有割合 (SF) へ及ぼす影響を、モンテカルロシミュレーションを用いて研究し、異なったエネルギー分解能毎に 140 keV 光電ピークにおける全直接線の約90%を計数できる EW 幅が適切であることを報告した^{2,3)}。さらに、Tl-201 の Hg-201 特性X線光電ピークイメージングにおいて、off-peak EW 設定を用いた最適な EW 設定条件について提案した⁷⁾。また、最近、われわれは、最新のガンマカメラから出力されるエネルギースペクトルを解析することにより、7核種11光子エネルギー

の光電ピーク毎にエネルギー分解能を考慮した適正な EW 設定条件について報告した⁴⁾。

本研究では、文献4で対象とした核種の内の4核種7光子の光電ピークについて、プランナーイメージングによりこれらの適正と思われるEW設定条件について従来のEW20%設定と比較しながら検証を行った。4核種からの光子の空中でのエネルギースペクトル測定による光電ピークは、シンチレータ内のヨウ素による特性X線 (29 keV) のエスケープ (Tc-99m)、コリメータ鉛からの特性X線の発生 (Ga-67)、コリメータによるエネルギー特性の違いや検出器内での散乱線の発生 (Ga-67, I-123)、高エネルギーγ線の低エネルギー側光電ピークへの影響 (Tl-201, Ga-67, I-123)、複数の異なったエネルギーを持つ特性X線同士の複合 (Tl-201) などにより簡単なガウス形状とはならなかった。従って、たとえ空中でデータ収集されたとしてもこれらの原因により光

電ピークに拡がりやバックグラウンドがあるため、本論文では空中における光電ピーク計数を直接線計数としなかった。その結果、Tl-201 の Hg-201 特性X線光電ピークを除き、空中での各核種のイメージから求めたイメージ計数割合は、従来の EW 20% 幅では約94%以上であったが、推奨する適正 EW 幅では約78~89%となった (Table 1)。単独エネルギーの γ 線しか放出しない Tc-99m における適正 EW 幅に対するイメージ計数割合のみが、従来の EW 20% 幅および適正EW幅ともに、それぞれ理論的な全直接線計数割合の99%および90%に近似した値となった。この原因は、適正 EW 幅の計数値が低下しているのではなく、エネルギースペクトル (Fig. 2) から推定されるように、複数の γ 線を放出する核種では高エネルギー側の光子からの散乱線等の疑似計数の負荷が、EW 幅が広がるほど増加するためである。特に、Ga-67 の 185 keV では、顕著に認められた。これに反して Tl-201 の Hg-201 特性X線光電ピークでは、適正 EW 幅による光電ピーク計数効率が従来の EW 20% 幅より良くなったため、そのイメージ計数は EW 20% 幅より約13%増加し、さらに off-peak EW 設定では、約16%の増加となった。このように適正 EW 設定にすることにより光電ピーク内の直接線を含めた計数率はわずかに減少するが、従来の EW 20% 設定に比べて散乱線含有割合が減少し、空間分解能 (特に FWTM 値) や欠損部のコントラストが向上することが本研究より明らかとなった。なお、Tl-201 の Hg-201 特性X線光電ピークでの EW 設定においては、77 keV を中心とした時にエネルギー信号の変動による視野均一性が保証されるならば off-peak ウィンドウ法が最適である⁷⁾。

われわれが提案するエネルギー分解能を考慮した適正な EW 設定は、将来、より高いエネルギー分解能を持ったガンマカメラへの改良や半導体カメラ⁸⁻⁹⁾の市販化時における最適な EW 設定にも役立つと考えられる。今後さらにこのような適正 EW 設定の有用性について、SPECT ファントムや臨床検査におけるイメージ評価により検討していきたい。

5. 結 論

本研究に関連したエネルギースペクトル解析による第1報で報告した、エネルギー分解能を考慮した適正 EW 設定条件について、4つの核種を用いたプラナーイメージングにより評価および検証した。その結果、核種毎の光子放出現象の違いや使用コリメータのエネルギー特性などにより適正 EW 設定のイメージ計数割合は、従来の EW 20% 設定に比べて約9~16%低下するが、効果的に散乱線の影響を軽減できることがわかった。今後、さらに SPECT ファントムイメージングや臨床イメージングで評価していきたい。

引用文献

- 1) (社)日本アイソトープ協会医学・薬学部会、核医学イメージング規格化専門委員会：標準的核医学イメージングプロトコル (1994年第3次改訂)。Radioisotopes, **43**(9): 81-114, 1994
- 2) 藤田 透, 渡部洋一編：放射線医療技術学叢書 (9)「核医学検査技術学入門」: 63-65, 日本放射線技術学会, 1995
- 3) Kojima A, Matsumoto M, Takahashi M, et al: Effect of energy resolution on scatter fraction in scintigraphic imaging: Monte Carlo study. Med Phys, **20**(4), 1107-1113, 1993
- 4) 古嶋昭博, 渡辺裕之, 荒尾裕一, 他: 核医学イメージングにおけるエネルギー分解能を考慮した適正エネルギーウィンドウ設定についての検討—第1報: エネルギースペクトルによる解析—。核医学技術, **26**(3): 167-175, 2006
- 5) アイソトープ等流通統計2006。日本アイソトープ協会, 2006
- 6) 高木昭浩, 寺岡悟見, 相馬 努, 他: 核医学イメージング実験のための面線源ファントムの作製に関する研究—第1報: ラミネート加工した紙面線源作製法とその有効性に関する検討—。核医学, **44**(1): 9-15, 2007
- 7) Kojima A, Takaki A, Noguchi T, et al: Optimum energy window setting on Hg-201 x-rays photopeak for effective Tl-201 imaging. Ann Nucl Med, **19**(7): 541-547, 2005
- 8) 高山卓三, 樋渡 圭, 中村信之, 他: 小視野 CdTe 半導体検出器を用いた SPECT 定量性向上の検討。核医学, **37**(4): 333-338, 2000
- 9) Kubo N, Zhao S, Fujiki Y, et al: Evaluating performance of a pixel array semiconductor SPECT system for small animal imaging. Ann Nucl Med, **19**(7): 633-639, 2005