アンガー型シンチレーションカメラの分解時間†

飯 沼 武

放射線医学総合研究所臨床研究部

千葉市穴川4丁目9-1

1974年 8月13日 受理

1. はじめに

アンガー型シンチレーション・カメラを用いた動態計測が盛んに行なわれている。とくにカメラと電子計算機を結んだ定量的動態計測ではカメラと計算機システムの分解時間がデータ収集の精度に大きな影響を与える。カメラの分解時間については個々のカメラに関する測定結果がときどき報告されているが、まとまった測定値は発表されていない。

本報では最近アンガーが報告した文献¹⁾にある米国製カメラ5種についての性能比較から筆者が計算によって求めた分解時間を示す。

2. 方 法

文献(1)では米国4社製のカメラ5種類についての分解能、感度、不均一性ならびに計数率特性の実測値が報告されている。カメラの種類をTable 1に示す。順序は文献ののっていたものと同一である。

上述の諸性能のうち、計数率特性は^{99m}Tcの小線源をNaI結晶から1mの位置におき、放射能強度を変えて計数値を求めることによって得られた。測定はNaI結晶の前面に鉛板に各種の直径の孔をあけたコリメータを配置して行なわれたが、このことは計数率特性には直接関係がない。^{99m}Tcの放射能強度は線源をおおう鉛の薄板の枚数を変えることによって変化させた。カメラの感度は計数値が低く、カメラの分解時間が影響しない場合は^{99m}Tc 1mCi(等価)あたりで、計数値10,000 cpsとされている¹⁾。したがってのちの計算でこの値を利用した。

3. 結 果

Table 1に示した各種カメラの放射能強度に対する計数率測定値(observed count)および期待値(expected count)をTable 2に示す。期待値は放射能

Table 1 Various scintillation cameras tested for their performance in reference (1)

No.	Camera	Installed Date	Place
(1)	Ohio Nuclear Series 100 Radio-isotope Camera	Mar. 1973	Ohio State University
(2)	Picker Dynacamera 2C	Sept. 1972	Ohio State University
(3)	Nuclear-Chicago Pho/Gamma III HP	1968 upgraded Dec. 1972	Sacramento Medical Center
(4)	Nuclear-Chicago Pho/Gamma III	1968 upgraded Feb. 1972	Oakland Kaiser Hospital
(5)	Nuclear Data Radicamera	Apr. 1973	Berkeley Herrick Hospital
(6)	Nuclear-Chicago Pho/Gamma III	1966	Ohio State University

強度(mCi)に10,000 cpsを乗ずることによって計算した。いずれも放射能強度の増加とともに、測定値は初め増加するが、ある強度で最高値を示しその後減少するというパターンである。期待値と測定値のずれをつぎの式によりfitした。

$$R = N \exp(-N\tau) \quad (1)$$

ここでRは測定値、Nは期待(真)値、そして τ はカメラの分解時間を表す。

式(1)はカメラがparalyzableな計数装置(発生したeventが必ず有限な分解時間をもつ場合)と仮定

† Resolving Time of Anger Cameras, Takeshi A. IINUMA: The National Institute of Radiological Sciences, Division of Clinical Research, Anagawa, Chiba-shi, Japan.

Table 2 Experimental results of counting-rates against amount of ^{99m}Tc activity for various cameras listed in Table 1. Expected counting-rates are calculated by $10,000 \times \text{activity (mCi)}$

Camera No.	Activity (mCi Equiv.)	Expected count (cps)	Observed count (cps)
(1)	0.85	8,500	9,200
	2.1	21,000	20,400
	5.4	54,000	42,000
	14	140,000	62,000
	35	350,000	47,000
	88	880,000	16,400
(2)	1.1	11,000	7,700
	2.7	27,000	13,000
	6.9	69,000	17,000
	17	170,000	14,000
(3)	0.73	7,300	7,100
	1.8	18,000	16,600
	4.7	47,000	31,700
	11.8	118,000	60,400
	30	300,000	66,600
	76	760,000	32,500
(4)	0.76	7,600	6,700
	1.9	19,000	16,000
	4.9	49,000	34,000
	12.5	125,000	60,000
	32	320,000	50,000
	80	800,000	3,000
(5)	0.84	8,400	5,600
	2.1	21,000	13,300
	5.4	54,000	28,000
	13.6	136,000	43,500
	34	340,000	29,400
(6)	0.9	9,000	8,400
	2.3	23,000	19,100
	5.8	58,000	41,000
	15	150,000	65,000

したときの真の計数率（期待値）と測定計数率の関係を示す。この関係は真の計数率（ N ）がポアソン分布の入力である場合に成立する^{2), 3)}。

Fig. 1 には No. 3 のカメラの測定値と式(1)より計算した値との関係を τ をパラメータとして示した。測

定値の点の数が十分でないため、計算値の適合はあまり良好ではないが、分解時間の目安を得ることができる。また、Table 3 に各機種ごとの分解時間（ τ ）を示す。方法は Fig. 1 の場合と同様に測定値がはいる計算値の範囲（ τ を変化して）を求めたものである。

Fig. 1 Comparison of observed counting-rates and calculated ones against amount of radioactivity(mCi equivalent of ^{99m}Tc) for camera No. 3. Solid line shows experimental points of observed counting-rates and broken lines are calculated curves for several values of deadtime.

Table 3 Deadtime of various cameras which is calculated by fitting the exponential equation described in the text to the counting-rates experimentally obtained

Camera No.	Deadtime (μsec)
(1)	5 ~ 6
(2)	20 ~ 25
(3)	6 ~ 7
(4)	6 ~ 7
(5)	13 ~ 16
(6)	6 ~ 7

4. まとめ

カメラの計数率特性は paralyzable な計数装置としてあつた指数関数モデルによってよく表現される⁴⁾。このことはいままで non-paralyzable な装置としてあつかわれてきたことと相反する^{5), 6)}。また、その関係から求めた分解時間は機種によって大きく異なることが明らかとなった。Ohio Nuclear のカメラと Pho/Gamma III はほぼ同程度の分解時間をもつが、

Nuclear Data と Picker のカメラは明らかに大きな分解時間を示した。これらの分解時間はもっとも小さいものであっても高計数率の動態計測で無視し得ない誤差を生じうる。しかし、本報で計算した分解時間(τ)は精度が悪いため、各施設では自己のカメラのもつ分解時間の正確な測定を行なうことが是非必要である。定量的な動態画像研究の第一歩はそれから始まるからである。

ご討論をいただいた物理研究部田中栄一、野原功全両氏に感謝する。

文 献

- 1) H.O. Anger: Testing the performance of scintillation cameras, LBL-2027, Univ. of

California, Berkeley (1973)

- 2) E. Tanaka, N. Nohara, N. Kumano and M. Kakegawa: Medical Radioisotope Scintigraphy, vol. I, p.169, IAEA, Vienna (1973)
- 3) 福久健二郎, 飯沼武, 松本徹: 「ガンマ・カメラ——電子計算機システムにおける分解時間とその補正法 I」核医学 (1974) 掲載予定
- 4) J.E. Arnold, A.S. Johnston and S.M. Pinsky: *J. Nucl. Med.*, **15**, 412 (1974)
- 5) R. Adams and D. Zimmerman: *J. Nucl. Med.*, **14**, 496 (1973)
- 6) J.T. Payne, L.E. Williams, R.A. Ponto, M.E. Goldberg and M.K. Loken: *Radiology*, **109**, 381 (1973)