

ガンマカメラ 体内のガンマ線放出薬剤の 分布(シンチグラム)を 撮像する装置 用シンチグラフィ 正面像 背面像 Bone scintigraphy
リン酸にガンマ線放出RIを標識した薬剤の分布図。 骨転移に強く分布。

肺癌の骨転移症例。
右肩甲骨、胸椎、腰椎
Bone metastases

尿中への排泄が多いので
尿路、膀胱が描画されている。

4

6

#### 【問題 4-27】(平成 15)

ガンマカメラ検出部を構成しないのはどれか。

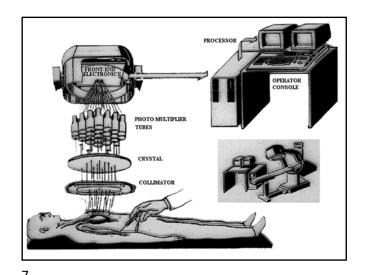
1. コリメータ

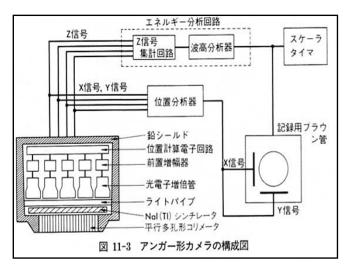
3

5

- 2. ライトガイド
- 3. CRT モニタ
- 4. 光電子增倍管
- 5. シンチレータ

〔**注解**〕 3. CRT モニタは画像表示装置の 構成機器である。他はすべてガンマカメラ検出 部の構成機器である。 シンチレーションカメラ (シンチカメラ, ガンマカメラ) とは, シンチレーション検出器を用いる RI カメラの総称で, 単結晶のアンガー形カメラと多結晶のベンダー形カメラ (オートフルオロスコープ) がある. 一般的にはよく普及している前者を指す.



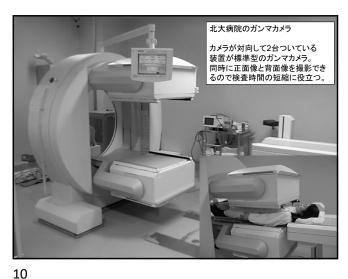


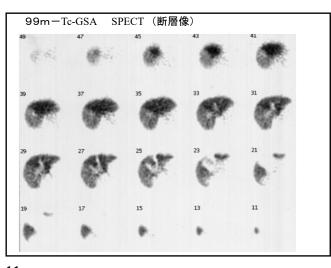
# 1. シンチカメラ (アンガー形カメラ)

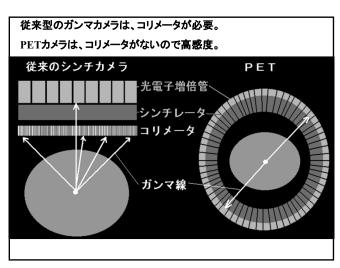
### A. シンチカメラの構成

9

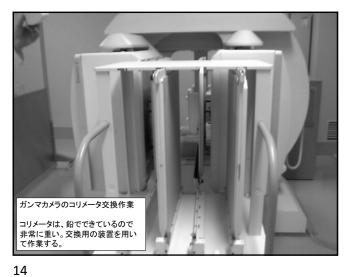
構成は、図11-3の通りであり、シンチレータは矩形または円で11~20インチ、厚さ1.0~0.25インチのNaI (TI)の単結晶に、直径3~2インチの光電子増倍管20~100本を配す。この間には、各光電子増倍管の間隔に入射する光を反射してシンチカメラの均一性・直線性を向上させるためのライトパイプ(ライトガイド)がある。コリメータは、検査の目的に適したものを選択して交換し、検出器は任意の角度で撮像できるように上下、回転移動できる。

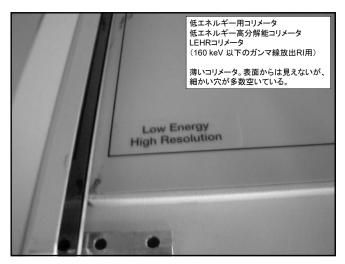




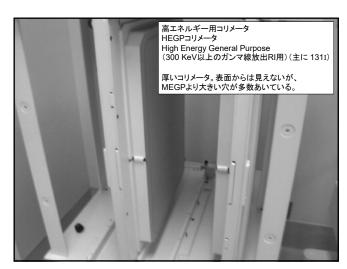




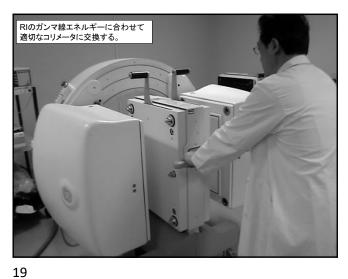


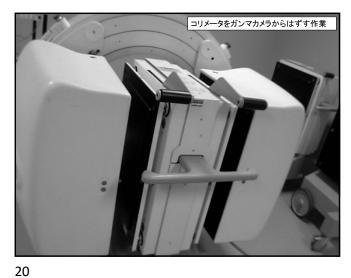


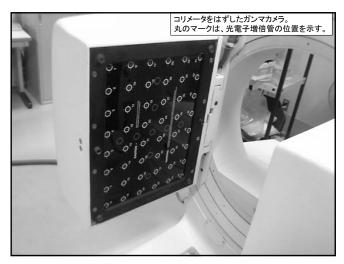




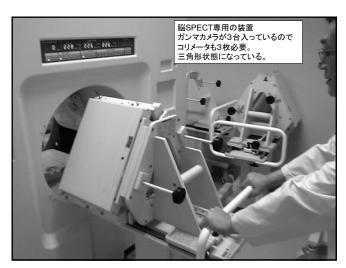














#### 【問題 4-28】(平成 11)

ガンマカメラについて正しいのはどれか。

- a. シンチレータは1時間に1℃の温度変化 があると破損の危険がある。
- b. 光電子増倍管の調整は均一性に影響する。
- c. 位置計算方式には遅延線方式と抵抗マト リックス方式とがある。
- d. コリメータは一般に焦点形が使用される。
- e. 時間分解能は 200 µ 秒程度である。
  - 1. a, b
- 2. a, e
- 3. b, c

- 4. c, d
- 5. d, e

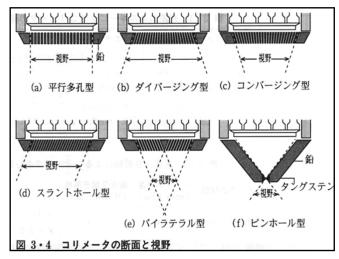
25

〔**注解**〕 b. ガンマカメラの光電子増倍管の 調整は均一性に影響する。

- c. シンチレーションの発光位置を検出する 位置計算方式には遅延線方式と抵抗マトリック ス方式がある。
- a. シンチレータの温度変化の制限は1時間に3.3℃以内とされている。
- d. コリメータは一般に平行多孔型が使用される。
  - e. 時間分解能は5µ 秒程度である。

3

26



27

### B. イメージングの原理

コリメータを通過した γ 線がシンチレータとの相互 作用により、その場所で閃光 (シンチレーション) を発 生する.この光は光電子増倍管に入射して、入射光に比 例したパルス信号を作る (発光点に近い光電子増倍管ほ ど大きいパルス信号を生じる).検出器からの信号は X, Y, Z の信号であり、複数の光電子増倍管からの信号を電 気的に判別した X-Y 信号 (位置信号) および Z 信号 (エ ネルギー信号) により記録用ブラウン管 (CRT) 上に光 のスポットとして再現し、これを CRT フィルムなどの 感光材料に露光して像を得る。位置信号を作る回路には、 抵抗マトリクス方式と遅延電線方式がある。

28

最近のカメラでは、検出器からの信号 (X, Y, Z) をディジタル化 (A/D コンバータ) して処理するディジタルカメラが一般的である。ディジタル化することにより感度補正・直線性補正・エネルギー補正が実時間で可能となり高性能化した。また、検出器数も SPECT, 全身撮像が短時間で行える大視野の2検出器形が主流で、3検出器形、4検出器形のものもある。

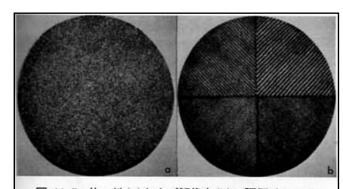


図 11-5 均一性(a) および解像力(b) の評価イメージ

シンチカメラには均一性・分解能・感度などの基本性 能がよいことが望まれ、またこれらを維持するために性 能管理が重要である。評価方法には NEMA 法などがあ

- ガンマカメラの性能管理は、国家試験に良く出る。
- 均一性:総合均一性はコリメータを装着した状態で 99mTc などで満たした平面 (フラッド) ファントムを用いて行い,固有均一性はコリメータを除いた状態で点線源を用いて行う.可視的または定量的に評価 (図 11-5 a) する.

31

- 4) **直線性(画像歪)**:鉛スリットとマルチチャンネル アナライザーによる定量的評価,鉛バーファントムによ る可視的評価(図 11-5 b)がある.
- 5) 計数率特性: コリメータを除いた状態で, 既知の 線源を増加させるか, 銅吸収板の数を変えた時の計数率 を測定し, 計数率の追随性および10%または20%の計 数損失を起こす計数率を評価する.
- 6) エネルギー分解能:エネルギーの異なる二核種によりマルチチャンネルアナライザーを校正して測定する。
- 7) その他:複数ウィンドウ位置表示、イメージ縮小率、有効視野などの評価項目がある。

33

〔注解〕 放射線計測装置システムに関係ないものは3のマイクロデンシトメータ(ミクロホトメータ)である。本装置は顕微鏡的光学系を使用し,平行光線をフィルムの微小面積に当て,透過光の濃度を光電子増倍管で測定し,資料フィルムの黒化度を測定する装置で放射線計測とは関係ない。

3

- 分解能:総合分解能の測定には線線源による LSF 測定,固有分解能の測定には点線源と鉛スリットに よる LSF 測定をする。また鉛バーファントムによる可 視評価(図 11-5 b) も一般的である。
- 感度:99mTc などの既知量の線源を用いて種々の コリメータ毎に評価する。

32

# 【問題 4-29】(平成 12)

放射線計測モジュールシステムに**関係ない** のはどれか。

- 1. リニアアンプ
- 2. プリアンプ
- 3. マイクロデンシトメータ
- 4. レートメータ
- 5. パルス波高分析器

34

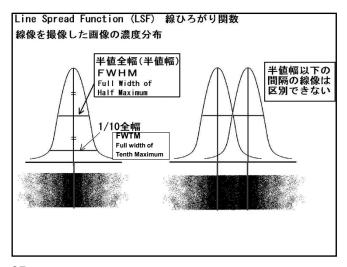
#### 【問題 4-30】(平成 11)

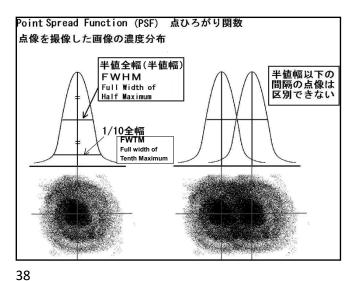
ガンマカメラについて**誤っている**のはどれ

- 1. 放射性医薬品から放出される  $\gamma$  線を計測 する。
- 2. シンチレータの材質に NaI (Tl) が用いられる。
- 3. 空間分解能を半値全幅と $\frac{1}{10}$ 全幅とで表す。
- 4. 固有分解能の値は総合分解能の値より小さい。
- デジタル方式からアナログ方式へ移行している。

〔**注解**〕 ガンマカメラはデジタル方式で処理 されている。

1, 2, 3, 4の記述はいずれも正しい。





#### 令和4年 国家試験 解答 5

ガンマカメラの空間分解能について正しいのはどれか。

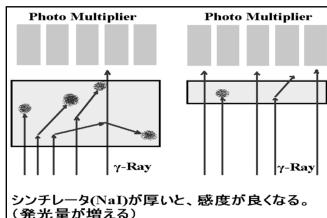
- 1. コリメータの厚さが厚いほど低い。
- 2. コリメータの穴径が小さいほど低い。
- 3. シンチレータの厚さが厚いほど高い。
- 4. 半値幅(FWHM)は百分率(%)で表す。
- 5. 被写体 コリメータ間距離が大きいほど低い。

ガンマカメラは、患者を接近させないと画像がぼける。 (空間分解能が低くなる)

半値幅FWHMの単位は、mm

コリメータ内の穴が長いほど、小さいほど、 一分解能は良くなる(画像が鮮明になる。)

39



(発光量が増える)

シンチレータ(NaI)が薄いと、分解能が良くなる。 (散乱後の発光が減るので、画像がほけない)

40

#### 【問題 4-31】(平成 12)

ガンマカメラの画像収集経路で正しいのは どれか。

- 1. コリメータ→光電子増倍管→シンチレー タ→位置計算回路
- 2. コリメータ→シンチレータ→光電子増倍 管→位置計算回路
- 3. シンチレータ→光電子増倍管→コリメー タ→位置計算回路
- 4. シンチレータ→コリメータ→光電子増倍 管→位置計算回路
- 5. 光電子増倍量→シンチレータ→コリメー タ→位置計算回路

ガンマカメラの画像収集経路で正し い構成は明らかに2である。

#### 【問題 4-32】(平成 14)

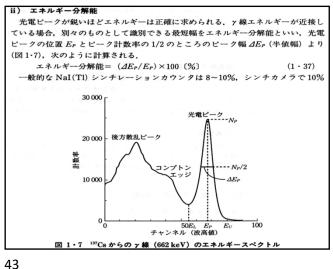
ガンマカメラの固有性能試験に含まれない のはどれか。

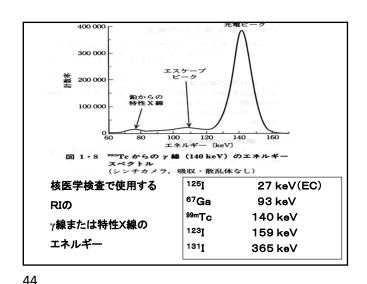
- 1. 均一性
- 2. 空間分解能
- 3. エネルギー分解能
- 4. 回転中心のずれ
- 5. 複数ウィンドウの像のずれ

〔注解〕 4. ガンマカメラの固有性能試験に 回転中心のずれは含まれない。

1. 均一性, 2. 空間分解能, 3. エネルギー 分解能, 5. 複数ウィンドウの像のずれは, い ずれも固有性能試験に含まれる。

42





#### 【問題 4-33】(平成 15)

ガンマカメラの性能試験に関係ないのはど れか。

- 1. 視野均一性
- 2. 空間分解能
- 3. エネルギー分解能
- 4. 方向依存性
- 5. 遮へいの能力

〔注解〕 4. ガンマカメラの性能試験に放射 線の入射方向による感度が異なる方向依存性は 関係ない。

1. 視野均一性, 2. 空間分解能, 3. エネ ルギー分解能, 5. 遮へい能力はいずれもガン マカメラの性能試験に関係する。

【問題 4-34】(平成 10)

ガンマカメラの性能評価に関係のないのは どれか。

- 1. 空間分解能
- 2. 均一性
- 3. エネルギーウィンドウのずれ
- 4. 直線性

46

5. 実効エネルギー特性 ← X線の光電効果

〔注解〕 5. エネルギー特性は放射線量測定 において, 各種の放射線検出器が測定する放射 線エネルギーの変化と共に感度の異なる現象で ある。

5

45

# 2007年国家試験

解答 4

PET 装置の性能で誤っているのはどれか。

- a. 検出器素子が小さいほど空間分解能が良くなる。
- b. 視野中心から遠ざかると空間分解能が悪くなる。
- c. リング径が大きくなると空間分解能が良くなる。
- d. 相対発光量は BGO より LSO のほうが少ない。
- e. 同時計数分解時間が短いほど計数率特性が良い。
- 1. a.b 3. b, c 4. c,d 5. d,e 2. a.e

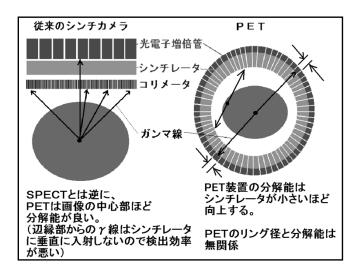


表 3・6 おもな PET 検出器用シンチレータ							
シンチレータ	NaI (NaI: Tl)	BGO (Bi <sub>4</sub> Ge <sub>3</sub> O <sub>12</sub> )		LSO (Lu <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub> : Ce)		GSO (Gd <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub> : Ce)	BaF <sub>2</sub>
実効原子番号	51	74	Ī	66		59	54
密度 (g/cm³)	3.7	7.1		7.4		6.7	4.9
減弱係数〔cm-1〕	0.34	0.92		0.87		0.66	0.48
発光量 (相対値)	100	10	Ī	75		18	8
光の減衰時間 (nsec)	230	300	-	40		30~60	0.8
エネルギー分解能 [%]	8	18		12		8	-

(注) 減弱係数は 511 keV の消滅放射線に対する値。

LSOは発光量が多い。 BGOは発光量が少ない。

光の減衰時間が短いLSO、GSOは数え落しが少ない。

( 同時計数分解時間が短い。 計数率直線性がよい。)

GSO, LSOはエネルギー分解能が良い。

(コンプトン散乱成分を除去しやすいので、分解能が向上する。)