

第8回日本核医学専門技師認定試験問題

【択一式（1）】（平成25年8月3日 11時05分～12時55分）

◎ 合図があるまで問題冊子を開かないこと。

注意事項

1. 試験問題の数は50問で解答時間は正味1時間50分である。
2. 解答方法は次のとおりである。
 - (1) 各問題には1から5までの五つの選択肢があるので、そのうち設問に適した選択肢を（例1）一つ、（例2）では二つを選び答案用紙にマークすること。

（例1）県庁所在地はどれか。 （例2）県庁所在地はどれか。2つ選べ。

1. 栃木市
2. 川崎市
3. 神戸市
4. 倉敷市
5. 別府市

1. 宇都宮市
2. 川崎市
3. 神戸市
4. 倉敷市
5. 別府市

正解は例1；「3」であり、例2；「1」「3」であるからそれぞれの欄に以下のごとくマークする。

問題	1	2	3	4	5
例1	①	②	●	④	⑤
例2	●	②	●	④	⑤

- (2) 答案用紙のマークには出来ればHBの鉛筆を使用する。
 - (3) 設問に要求した以外の個数を解答した場合は誤りとする。
 - (4) 「2つ選べ」の設問では2つとも正解しないと得点にはならない。
3. 試験室で配布された問題冊子は試験終了時に持ち帰ってよい。
 4. 試験開始の合図の後、直ちに中を確認、問題冊子および答案用紙等に印刷や枚数の不備があれば、監督者に申し出ること。

問題 1 光子と物質との相互作用で正しいのはどれか。

- 1 レイリー散乱は光子の非弾性散乱として扱われる。
- 2 光電効果の断面積は入射光子エネルギーの 3.5 乗に比例する。
- 3 光電効果は光子が自由電子に全エネルギーを与えて消滅する現象である。
- 4 コンプトン散乱において散乱光子の最大エネルギーをコンプトン端という。
- 5 電子対生成で生成される陽電子と陰電子のエネルギーは連続スペクトルを示す。

問題 2 放射平衡における娘核種の放射能の式はどれか。ただし、 A_0 が親核種の最初の放射能、 λ_1 が親核種の壊変定数、 λ_2 が娘核種の壊変定数とする。

1
$$\frac{A_0 \lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_2} (e^{-\lambda_1 t} - e^{-\lambda_2 t})$$

2
$$\frac{A_0 \lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} (e^{-\lambda_1 t} - e^{-\lambda_2 t})$$

3
$$\frac{A_0 \lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} (e^{-\lambda_1 t} - e^{-\lambda_2 t})$$

4
$$\frac{A_0 \lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} (e^{-\lambda_2 t} - e^{-\lambda_1 t})$$

5
$$\frac{A_0 \lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} (e^{-\lambda_2 t} - e^{-\lambda_1 t})$$

問題3 臓器と集積核種の組合せで正しいのはどれか。2つ選べ。

- 1 骨 ————— ^{137}Cs
- 2 肺 ————— ^{222}Rn
- 3 筋肉 ————— ^{32}P
- 4 骨髄 ————— ^{40}K
- 5 全身 ————— ^3H

問題4 生体細胞の放射線感受性で正しいのはどれか。

- 1 増殖系細胞は放射線感受性が高い。
- 2 神経細胞は放射線損傷を受けやすい。
- 3 非増殖系細胞は放射線損傷を受けやすい。
- 4 巨大細胞は放射線感受性がきわめて高い。
- 5 増殖系・非増殖系細胞も放射線感受性は変わらない。

問題5 正しいのはどれか。

- 1 LSO シンチレータは有機結晶の一種である。
- 2 液体シンチレータはガンマ線の測定に使用される。
- 3 CsI(Tl)シンチレータは中性子線の測定に使用される。
- 4 LiI(Eu)シンチレータはアルファ線の測定に使用される。
- 5 ZnS(Ag)シンチレータはアルファ線の測定に使用される。

問題6 気体検出器の動作領域の印可電圧の高い順で正しいのはどれか。

- 1 再結合領域 > 比例計数管領域 > 電離箱領域 > GM 計数管領域
- 2 再結合領域 > GM 計数管領域 > 比例計数管領域 > 電離箱領域
- 3 電離箱領域 > GM 計数管領域 > 比例計数管領域 > 再結合領域
- 4 GM 計数管領域 > 再結合領域 > 比例計数管領域 > 電離箱領域
- 5 GM 計数管領域 > 比例計数管領域 > 電離箱領域 > 再結合領域

問題7 統計雑音が含まれるデータで S/N が最も高くなるのはどれか。

- 1 統計誤差が 2%
- 2 統計誤差が 5%
- 3 信号の平均が 900
- 4 信号の分散が 400
- 5 信号の標準偏差が 40

問題8 正しいのはどれか。2つ選べ。

- 1 標準偏差は分散の正の平方根である。
- 2 カッパ計数はデータの一貫性の尺度を示す。
- 3 中央値は正規分布においてデータの中心を表す。
- 4 3群間の差を検定する場合は t 検定をくり返し実施する。
- 5 データが等分散性のときはノンパラメトリックな検定を用いる。

問題 9 DICOM 規格に関連するもので正しいのはどれか。2つ選べ。

- 1 GUI 設計
- 2 プログラミング言語
- 3 セキュリティと構成管理
- 4 オペレーティングシステム
- 5 ネットワーク上の通信規格

問題 10 放射性医薬品を投与された患者の退出基準で正しいのはどれか。2つ選べ。

- 1 ^{131}I の投与量または体内残留放射能は 500MBq 以下である。
- 2 ^{89}Sr の投与量または体内残留放射能は 144MBq 以下である。
- 3 ^{90}Y の投与量または体内残留放射能は 1,500MBq 以下である。
- 4 ^{131}I のアブレーション治療の投与量は 1,110MBq 以下である。
- 5 ^{131}I を投与した患者の体表面から 1メートルの点における 1センチメートル線量当量率は $50\mu\text{Sv/h}$ 以下である。

問題 1 1 スミア法によるろ紙に付着した放射性同位元素の放射能（計数率 N ）から表面密度 (As) を求める計算式はどれか。ただし、 Nb はバックグラウンド計数率 (s^{-1})、 ω は線源効率、 ε は機器効率、 F は拭き取り効率、 S は拭き取り面積 (cm^2) とする。

1
$$As = \frac{N - Nb}{\omega \times \varepsilon \times F \times S}$$

2
$$As = \frac{\omega \times \varepsilon \times F \times S}{N - Nb}$$

3
$$As = \frac{\omega \times (N - Nb)}{\varepsilon \times F \times S}$$

4
$$As = \frac{\varepsilon \times (N - Nb)}{\omega \times F \times S}$$

5
$$As = \frac{F \times (N - Nb)}{\omega \times \varepsilon \times S}$$

問題 1 2 患者誤認防止に対する方法で適切でないのはどれか。

- 1 バーコードリストバンドを用いる。
- 2 検査担当者がフルネームで確認する。
- 3 医師と技師の 2 人でダブルチェックする。
- 4 独自の検査カードなどを首から掲げてもらう。
- 5 放射性医薬品のシリンジに患者 ID、氏名記載シールを貼付ける。

問題 1 3 平成 16 年 3 月 25 日付事務連絡「PET 廃棄物の規制緩和に係る放射線障害防止法関係省令等の改正について」に関する記述で正しいのはどれか。

- 1 ^{18}F は 1 日最大使用数量が 1TBq 以下の施設であること。
- 2 ^{11}C は 1 日最大使用数量が 5TBq 以下の施設であること。
- 3 PET 廃棄物を 5 日間保管すれば放射性廃棄物として扱わないこととする。
- 4 密封および表示など、長半減期核種の混入、付着を防止する措置が講じられていること。
- 5 人体への影響が無視できる放射能濃度以下に達した時点で放射性廃棄物として扱わないこととする。

問題 1 4 放射性医薬品取り扱いガイドライン第 2 版の内容で正しいのはどれか。2 つ選べ。

- 1 調製の記録簿は 5 年以上保存する。
- 2 調製作業はクリーンベンチ内で行う。
- 3 放射性医薬品管理者は医師および薬剤師の中から指名する。
- 4 放射性医薬品管理者は放射性医薬品安全使用状況を病院長に報告する。
- 5 放射性医薬品調製担当者は適切な講習会を 5 年ごとに受講しなければならない。

問題 1 5 放射性廃棄物の管理として正しいのはどれか。

- 1 RI 廃棄物記録票に核種と数量を記載する。
- 2 材質別に容器に封入して貯蔵室で保管する。
- 3 ディスポシリングは可燃物容器に封入する。
- 4 空の容器が届いたら放射性廃棄物シールを貼る。
- 5 緑色の容器に研究用の放射性廃棄物を梱包する。

問題 1 6 診療用放射性同位元素又は陽電子断層撮影診療用放射性同位元素の入手、使用及び廃棄並びに放射性同位元素によって汚染された物の廃棄に関する記録で誤っているのはどれか。2つ選べ。

- 1 2年間保存する。
- 2 四半期ごとに閉鎖する。
- 3 入手、使用又は廃棄の年月日を記帳する。
- 4 使用した者の氏名又は廃棄に従事した者の氏名を記帳する。
- 5 入手、使用若しくは廃棄に係る医療用放射性汚染物の種類を記帳する。

問題 1 7 個人被曝に関する線量限度で正しいのはどれか。

- | | | |
|-------------------|-------|-------------|
| 1 実効線量限度 | ————— | 1年間に 50 mSv |
| 2 女性（妊娠可能者） | ————— | 3ヶ月間に 5 mSv |
| 3 等価線量限度（水晶体） | ————— | 1年間に 50 mSv |
| 4 放射線業務従事者の緊急作業 | ————— | 250 mSv |
| 5 妊娠した放射線業務従事者の胎児 | — | 1年間に 1 mSv |

問題 1 8 ガンマカメラの安全性の保守点検（JESRA X-0071*B²⁰¹⁰）で毎日行うべき点検項目はどれか。2つ選べ。

- 1 アース
- 2 表示ランプ
- 3 寝台の天板
- 4 電動ブレーキ
- 5 非常停止スイッチ

問題 1 9 シンチレータの発光特性変化で関係ないのはどれか。

- 1 亀裂
- 2 潮解性
- 3 温度変化
- 4 酸化黄変
- 5 接合剤剥離

問題 2 0 ガンマカメラの固有均一性の測定法 (JESRA X-0051*B²⁰⁰⁹) で誤っているのはどれか。

- 1 ^{99m}Tc の点線源を使用する。
- 2 線源の計数率は 50,000cps 以上とする。
- 3 1 ピクセル 10,000 カウント以上収集する。
- 4 コリメータを外した検出器上に鉛マスクをつける。
- 5 線源—検出器間距離は UFOV 最大径の 5 倍とする。

問題 2 1 ガンマカメラ校正に使用される表示付認証機器としての ⁵⁷Co 面線源に関して誤っているのはどれか。2つ選べ。

- 1 ^{99m}Tc より光子エネルギーが低い。
- 2 ^{99m}Tc より分解能は高く評価される。
- 3 ^{99m}Tc より PMT への光子の分布に統計誤差が加わる。
- 4 ^{99m}Tc よりシンチレータ内で発生する光子の量が多い。
- 5 ^{99m}Tc と比して点検用線源として再現性で有利である。

問題 2 2 放射型コンピュータ断層装置用ファントム (JIS Z 4922:1994) に関する記述で誤っているのはどれか

- 1 不均一性の測定ができる。
- 2 画像ひずみの測定ができる。
- 3 工場出荷時の精度管理を目的とされている。
- 4 濃度直線性測定用容器は 7 個の円筒容器を備えている。
- 5 陽性像測定用容器の円柱直径は 4, 6, 8, 10, 12, 15mm である。

問題 2 3 がん FDG-PET/CT 撮像法ガイドラインの第一試験で得られた PET 画像の視覚評価方法で誤っているのはどれか。

- 1 画像評価は PET 認定医が行う。
- 2 臨床で使用しているワークステーション端末で行う。
- 3 画像表示は短時間収集のシリーズ画像から順次行う。
- 4 画像表示ウィンドウレベルは SUV スケールとし可変とする。
- 5 表示カラーlookupテーブルは **invert gray scale** とする。

問題 2 4 クロスキャリブレーションについて正しいのはどれか。2つ選べ。

- 1 ポジトロン核種を封入した線状線源を用いる。
- 2 PET 装置の設置後は年 1 回の頻度で行うことが必要である。
- 3 PET 装置とドーズキャリブレーションとの放射能単位を合わせる。
- 4 PET 画像の解析を視覚評価法で行うのであれば実施する必要はない。
- 5 PET 装置の各検出器間の感度の違いを補正して定量性を向上させる。

問題 2 5 PET 装置の性能評価法 (JESRA X-0073-2008) で誤っているのはどれか。
2つ選べ。

- 1 部分容積効果
- 2 画像濃度の均一性
- 3 画質、減弱、および散乱補正の精度
- 4 PET/CT 装置の画像重ね合わせ精度
- 5 計数損失および偶発同時計数補正の精度

問題 2 6 心臓の解剖生理で正しいのはどれか。

- 1 心筋虚血時に拡張終期容積が増加する。
- 2 心筋虚血は心外膜側から内膜側に広がる。
- 3 空腹時のエネルギー源はグルコースである。
- 4 正常の左室駆出分画 (LVEF) は 40%以上とされる。
- 5 心筋血流量は ATP 負荷で安静時より 10 倍まで増加する。

問題 2 7 脳の解剖生理で正しいのはどれか。2つ選べ。

- 1 黒質は橋の延髄側にある。
- 2 レンズ核は淡蒼球と被殻からなる。
- 3 一次運動野は中心前回に存在する。
- 4 ブローカ言語野は後頭葉に存在する。
- 5 大脳の連合野は頭頂葉の狭い範囲にある。

問題 2 8 FDG-PET 検査単独で見逃す恐れのある癌と併用すべき検査法の組み合わせで誤っているのはどれか。

- 1 肺 癌 -----胸部 MRI
- 2 肝細胞癌 -----腹部超音波検査
- 3 胃 癌 -----上部内視鏡検査
- 4 前立腺癌 -----血中 PSA 測定
- 5 子宮頸癌 -----子宮頸部細胞診

問題 2 9 腫瘍と腫瘍マーカーの組み合わせで誤っているのはどれか。

- 1 肺癌（非小細胞癌） -----CYFRA
- 2 胆道癌-----CA19-9
- 3 甲状腺髄様癌-----サイログロブリン
- 4 食道癌-----SCC
- 5 肺癌（小細胞癌） -----ProGRP

問題 3 0 卵巣腫瘍の鑑別診断で最も重要な検査はどれか。

- 1 CT 検査
- 2 MRI 検査
- 3 超音波検査
- 4 FDG-PET/CT
- 5 ガリウムシンチグラフィ

問題 3 1 放射性医薬品に関する記述で誤っているのはどれか。2つ選べ。

- 1 注射用放射性医薬品では pH が規定されている。
- 2 放射性医薬品の有効期間は含有する放射性同位元素の物理的半減期とする。
- 3 キットを用いた ^{99m}Tc 標識放射性医薬品注射液の調製操作は無菌操作とする。
- 4 注射剤の調製を行う区域の作業環境は製剤のエンドトキシン試験により判定する。
- 5 放射性医薬品基準に記載されている品目は厚生労働省により放射性医薬品として製造を承認されたものである。

問題 3 2 放射性薬品の取扱いで誤っているのはどれか。

- 1 ^{99m}Tc 標識放射性医薬品を入れたバイアルを鉛の遮蔽容器に入れて貯蔵する。
- 2 ^{89}Sr 標識放射性医薬品の注射筒をアクリル製の放射線防護用具でカバーする。
- 3 ^{99m}Tc 標識放射性医薬品でキレート化合物である場合には、その調製において過テクネチウム酸ナトリウム(^{99m}Tc)を還元する操作が必要である。
- 4 ^{99m}Tc 標識放射性医薬品中の放射能が不足していたのでキット調製後、再度ミルキングした過テクネチウム酸ナトリウム(^{99m}Tc)溶液を追加する。
- 5 キット調製において過テクネチウム酸ナトリウム(^{99m}Tc)溶液の放射能が必要以上に高い場合、予め過テクネチウム酸ナトリウム(^{99m}Tc)溶液を生理食塩水で希釈して必要量を用いる。

問題 3 3 PET 用放射性医薬品(注射液)の調製、品質試験に関する次の記述で正しいのはどれか。

- 1 薬事法により承認された自動合成装置はない。
- 2 無菌試験は人に投与する前に行わなければならない。
- 3 放射線のエネルギースペクトルを測定する時、511keV にピークを示す。
- 4 放射性核種の純度(異核種の含有率)は高速液体クロマトグラフィー(HPLC)で測定する。
- 5 エンドトキシン試験法(リムラス試験法)は注射液中の微粒子数を測定する方法である。

問題 3 4 次の放射性医薬品と集積機序の組み合わせで誤っているのはどれか。

- | | | |
|---|---------------------------------|-----------|
| 1 | ^{99m}Tc -ECD | 加水分解 |
| 2 | ^{201}Tl イオン | 受動輸送 |
| 3 | ^{99m}Tc -HMPAO | 化学形変化 |
| 4 | ^{99m}Tc -MIBI | ミトコンドリア濃縮 |
| 5 | ^{90}Y -イブリツモマブ チウキセタン | 抗原との結合 |

問題 3 5 核医学診断に使用する目的でジェネレーターを用いて入手できる放射性同位元素はどれか。2つ選べ。

- 1 ^{111}In
- 2 ^{89}Sr
- 3 ^{68}Ga
- 4 ^{99m}Tc
- 5 ^{201}Tl

問題 3 6 SPECT/CT装置によるX線CT減弱補正で正しいのはどれか。2つ選べ。

- 1 X線CTによる減弱補正は管電流の影響を受ける。
- 2 X線CTによる減弱補正は管電圧の影響を受ける。
- 3 X線CT減弱補正法は均一吸収体として補正を行う。
- 4 X線CTの線減弱係数は ^{99m}Tc において水を $\mu=0$ として変換する。
- 5 X線CTの線減弱係数はSPECT光子エネルギーに応じて変換する。

問題 3 7 ウェル型シンチレーションカウンタで測定値に影響を与えないのはどれか。

- 1 計数率特性
- 2 試験管の材質
- 3 試験管の位置
- 4 サンプルの重量
- 5 サンプルの液量

問題 3 8 コリメータについて誤っているのはどれか。2つ選べ。

- 1 コリメータの作成方法にはホイル方式と鋳型方式がある。
- 2 ファンビーコリメータは円錐状に1点に収束する焦点をもつ。
- 3 ファンビームコリメータは拡大効果によって分解能が向上する。
- 4 平行多孔型コリメータでは孔の長さが長い方がコリメータ効率が高い。
- 5 ファンビームコリメータは立体角が広い方がコリメータ効率も上がる。

問題 3 9 コリメータの遮へい効率の計算に用いないパラメータはどれか。

- 1 孔径
- 2 壁の厚み
- 3 線源距離
- 4 材質の減弱係数
- 5 コリメータの厚み

問題 4 0 関連のない組み合わせはどれか。

- | | | |
|---|----------|----------------|
| 1 | 分解能補正 | 円弧補正法 |
| 2 | 偶発同時計数補正 | 遅延同時計数 |
| 3 | 減弱補正 | ブランクスキャン |
| 4 | 計数損失補正 | デコンボリューション法 |
| 5 | 分解時間 | 即発同時計数 (プロンプト) |

問題 4 1 サーベイメータについて誤っているのはどれか。 2つ選べ。

- 1 GM サーベイメータは側面方向からの放射線を検知する。
- 2 電離箱サーベイメータは電離電流を計測して計数率 [cpm, cps] で表示する。
- 3 GM サーベイメータは分解時間が短いため高計数率でも数え落としが少ない。
- 4 GM 管と比較して NaI(Tl)シンチレーション検出器で得られる電気信号(パルス)は大きい。
- 5 NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータはエネルギー補償を行ってレスポンスを均一にしている。

問題 4 2 PET 装置について誤っているのはどれか。

- 1 ^{15}O の水中での最大飛程は ^{18}F より大きい。
- 2 角度揺動の差異は検出器間の距離で近似できる。
- 3 陽電子の飛程はエネルギーが大きいほど長くなる。
- 4 PET 装置の空間分解能は角度揺動の影響を受ける。
- 5 角度揺動の影響は検出器の距離に比例して小さくなる。

問題 4 3 シンチレーションカメラについて誤っているのはどれか。

- 1 カメラの感度は単位放射能・単位時間当りの計数能力で表される。
- 2 光電子増倍管の出力のばらつきがエネルギー分解能を低下させる。
- 3 エネルギー分解能の向上は散乱線成分の取込みを低減する効果がある。
- 4 シンチレータ厚 10mm では ^{201}Tl と $^{99\text{m}}\text{Tc}$ は同じフォトピーク効率である。
- 5 ガンマ線のエネルギースペクトルがシャープになるほどエネルギー分解能は高くなる。

問題 4 4 雑音等価計数率 (NECR) を表す図 1 で正しいのはどれか。

- 1 A : 2D-PET、 B : 3D-PET (LSO)、 C : 3D-PET (BGO)
- 2 A : 2D-PET、 B : 3D-PET (BGO)、 C : 3D-PET (LSO)
- 3 A : 3D-PET (BGO)、 B : 2D-PET、 C : 3D-PET (LSO)
- 4 A : 3D-PET (BGO)、 B : 3D-PET (LSO)、 C : 2D-PET
- 5 A : 3D-PET (LSO)、 B : 3D-PET (BGO)、 C : 2D-PET

択一式 (1) 別冊

図 1

問題 4 5 正しいのはどれか。2 つ選べ。

- 1 TEW 法は統計ノイズの改善に有用である
- 2 部分容積効果により放射能濃度が過大評価される。
- 3 OS-EM 法では逐次近似回数を増加させると雑音が増加する。
- 4 Butterworth フィルタは低周波雑音を除去して画像を平滑化する。
- 5 短時間でかつ収集カウンターの少ない SPECT 時の収集ピクセルサイズはシステム分解能の 1/2 以上とすることができる。

問題 4 6 SPECT について誤っているはどれか。2 つ選べ。

- 1 FDR 概念はガンマ線減弱補正に利用される。
- 2 TDCS 法ではビルドアップ係数が利用される。
- 3 コリメータの隔壁厚は画像の統計変動に影響する。
- 4 コリメータの隔壁厚はエネルギー分解能に影響しない。
- 5 NMSE 法による画像評価では変調伝達関数が利用される。

問題 4 7 誤っているのはどれか。2 つ選べ。

- 1 シンチレータの発光波長は NaI(Tl) と比べて BGO の方が長い。
- 2 光電子増倍管の相対的パルス波高は NaI(Tl) と比べて LSO の方が低い。
- 3 抵抗マトリックス方式は光電子増倍管の出力と遅延電線による遅延時間を利用する。
- 4 シンチレータから出力される信号位置はガンマ線の入射位置に対して直線性の補正が必要である。
- 5 光電子増倍管に用いられる SB-Rb-Cs は地球磁場などの磁気の影響を遮断するために用いられている。

問題 4 8 半導体検出器で正しいのはどれか。2 つ選べ。

- 1 CdTe のガンマ線阻止能は NaI(Tl) に比較して低い。
- 2 CdTe は Si, Ge と比較してエネルギー分解能は劣っている。
- 3 CdTe は CdZnTe (CZT) に比較してエネルギー分解能は高い。
- 4 電子と正孔の対の数はシンチレーション光子数に比較して少ない。
- 5 位置分解能は素子サイズによるためコリメータの影響は受けない。

問題 4 9 サイクロトロンで誤っているのはどれか。2 つ選べ。

- 1 回転周期は荷電粒子の速度により変化する。
- 2 AVF 型における磁場の強弱の比は約 10 倍程度である。
- 3 静電型デフレクタ方式には磁気チャネルが必要である。
- 4 ターゲットの容積は気体用と比べて液体用の方が小さい。
- 5 荷電変換法は炭素でできた薄い膜に負イオンを通過させる。

問題 5 0 正しいのはどれか。2 つ選べ。

- 1 酸素摂取率を算出するには $C^{15}O$ -GAS 検査で得られる情報が必要である。
- 2 $C^{15}O$ -GAS 検査による血液量の算出には血液ガス分析データは不要である。
- 3 クロスキャリブレーションを行うことで各スライスの S/N は一定に保たれる。
- 4 PET の CCF 測定ではウェルカウンターが高感度のために 100 倍程度に希釈する必要がある。
- 5 PET 検査で動脈血 RI 持続測定に使用するプラスチックシンチレータは血中のベータ線を測定する。