

第 1 1 回日本核医学専門技師認定試験問題

【択一式（1）】（平成 28 年 8 月 6 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。

1. 栃木市
2. 川崎市
3. 神戸市
4. 倉敷市
5. 別府市

（例 2）県庁所在地はどれか。2 つ選べ

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	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
例 2	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- (2) 答案の作成には出来れば 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、直ちに中を確かめ、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 核子当たりの結合エネルギーが最も高いのはどれか。

- 1 ${}^3\text{H}$
- 2 ${}^{59}\text{Fe}$
- 3 ${}^{131}\text{I}$
- 4 ${}^{137}\text{Cs}$
- 5 ${}^{201}\text{Tl}$

問題 2 核種の生成核反応で無担体分離ができないのはどれか。

- 1 ${}^{13}\text{C}(\text{d}, \text{n}){}^{13}\text{N}$
- 2 ${}^{16}\text{O}(\text{p}, \alpha){}^{13}\text{N}$
- 3 ${}^{68}\text{Zn}(\text{p}, 2\text{n}){}^{67}\text{Ga}$
- 4 ${}^{59}\text{Co}(\text{n}, \gamma){}^{60}\text{Co}$
- 5 ${}^{124}\text{Te}(\text{p}, 2\text{n}){}^{123}\text{I}$

問題 3 ジェネレータの組み合わせで娘核種の壊変形式が陽電子壊変はどれか。2つ選べ。

- 1 ${}^{68}\text{Ge}-{}^{68}\text{Ga}$
- 2 ${}^{81}\text{Rb}-{}^{81\text{m}}\text{Kr}$
- 3 ${}^{82}\text{Sr}-{}^{82}\text{Rb}$
- 4 ${}^{99}\text{Mo}-{}^{99\text{m}}\text{Tc}$
- 5 ${}^{113}\text{Sn}-{}^{113\text{m}}\text{In}$

問題 4 ^{18}F の 100MBq 当たりのグラム数で正しいのはどれか。

- 1 2.84×10^{-13}
- 2 2.84×10^{-11}
- 3 9.50×10^6
- 4 9.50×10^9
- 5 3.52×10^{15}

問題 5 ^{18}F -FDG 放射性医薬品による成人の臓器・組織線量[mGy/MBq]で高い順の組み合わせで正しいのはどれか。

- 1 肝臓—肺—腎臓—大腸上部—乳房
- 2 乳房—肺—腎臓—大腸上部—肝臓
- 3 乳房—大腸上部—腎臓—肺—肝臓
- 4 肝臓—乳房—肺—腎臓—大腸上部
- 5 腎臓—肝臓—肺—大腸上部—乳房

問題 6 皮膚表面汚染密度 $1\text{Bq}/\text{cm}^2$ 当たりの皮膚吸収線量率[nGy/h]深さ $70\mu\text{m}$ で最も高い核種はどれか。

- 1 ^{18}F
- 2 $^{99\text{m}}\text{Tc}$
- 3 ^{111}In
- 4 ^{123}I
- 5 ^{201}Tl

問題 7 個体検出の電子正孔対を作るのに必要な平均エネルギー[ε]が最も低いのはどれか。

- 1 シリコン (Si)
- 2 ダイヤモンド (C)
- 3 ゲルマニウム (Ge)
- 4 ガリウムヒ素 (GaAs)
- 5 テルル化カドミウム (CdTe)

問題 8 放射線計測はポワソン分布にしたがった統計的変動を伴うが平均 100 カウントを計測した場合の変動の標準偏差[カウント]はどれか。

- 1 5
- 2 10
- 3 50
- 4 100
- 5 200

問題 9 数値シミュレーションにおける再構成画像を評価するのに最適な式はどれか。

ここで、画素数を N 、 i 番目の画素の真値を r_i 、計算値を x_i とする。

1 $\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |x_i - r_i|$

2 $\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |x_i - r_i|}$

3 $\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - r_i)^2$

4 $\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - r_i)^2}$

5 $\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - r_i)^2} / \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N r_i$

問題 10 平成 27 年 6 月 7 日、J-RIME が公開した診断参考レベル(DRL)で正しいのはどれか。

- 1 骨 $^{99m}\text{Tc-MDP}$: 740 MBq
- 2 骨 $^{99m}\text{Tc-HMDP}$: 555 MBq
- 3 心筋血流 $^{201}\text{TlCl}$: 180 MBq
- 4 腫瘍 院内製造された $^{18}\text{F-FDG}$: 300 MBq
- 5 腫瘍 デリバリリーされた $^{18}\text{F-FDG}$: 185 MBq

問題 1 1 核医学におけるインフォームドコンセントすべき事項として誤っているのはどれか。

- 1 検査の必要性
- 2 検査結果の説明
- 3 検査後の注意事項
- 4 検査前の前処置の必要性とその内容
- 5 放射性医薬品(放射性物質)を投与すること

問題 1 2 ^{223}Ra の退出基準で正しいのはどれか。

- 1 適用範囲は前立腺癌治療である。
- 2 体重 1kg 当たり 220kBq とする。
- 3 4 週間隔で最大 6 回投与とする。
- 4 1 治療当たりの最大投与量は 121MBq である。
- 5 1 投与当たりの最大投与量は 121MBq である。

問題 1 3 放射性医薬品取り扱いガイドライン第 2 版の調製記録簿に記録すべき事項で誤っているのはどれか。

- 1 患者名
- 2 使用日
- 3 使用量
- 4 廃棄日
- 5 調製担当者名

問題 1 4 放射性廃棄物の管理として正しいのはどれか。

- 1 容器内に鉛を貼って遮蔽する。
- 2 ガラス板は難燃物容器に収納する。
- 3 緑色の容器に研究用の放射性廃棄物を収納する。
- 4 容器に放射性廃棄物を収納したら放射性廃棄物シールを貼る。
- 5 RI 廃棄物（アイソトープ廃棄物）記録票に核種を記載し数量は不明とする。

問題 1 5 医薬品の安全管理体制の確保に係る従業者の研修科目として誤っているのはどれか。

- 1 見読性に関する情報
- 2 院内および院外への報告体制
- 3 安全使用のための業務に関する手順書
- 4 有効性・安全性に関する情報、使用方法
- 5 医薬品による副作用等が発生した場合の対応

問題 1 6 核医学における医療安全として誤っているのはどれか。

- 1 異常時に備えて緊急停止ボタンの位置を確認しておく。
- 2 撮像中は検査室から離れることなく絶えず患者の看視を続ける。
- 3 鎮静剤を使用して検査をする場合は緊張を緩和する声かけを行う。
- 4 幼児や乳児に睡眠導入剤を用いる場合は突然の覚醒による体動に注意する。
- 5 撮像を行う前の患者確認は患者の氏名と生年月日の自発呼称により照合を行う。

問題 1 7 平成 27 年 6 月 7 日、J-RIME が公開した診断参考レベル(DRL)で正しいのはどれか。

- 1 検定量である。
- 2 線量限度である。
- 3 線量拘束値である。
- 4 学会による推奨値である。
- 5 調査結果の 75%タイル値に基づいている。

問題 1 8 日本画像医療システム工業会規格であるガンマカメラの安全性保守点検基準(JESRA X-71*A1999)に規定されている毎日行うべき点検項目で誤っているのはどれか。

- 1 非常停止スイッチが正常に動作すること
- 2 手持ち操作器のケーブルの被覆の破損がないこと
- 3 コリメータの取り付けネジの摩耗・破損がないこと
- 4 水平方向や検出器回転の異常オーバーランのないこと
- 5 検出器・スタンド・寝台の動作時の異音・異常振動がないこと

問題 1 9 ガンマカメラの性能評価に関する用語の定義が誤っているのはどれか。2つ選べ。

- 1 応答関数には線応答関数と点応答関数がある。
- 2 UFOV、CFOV の中心は、それぞれの形状の面積重心とする。
- 3 指定ピクセル領域内での最大偏差で視野内で最大の値を積分均一性という。
- 4 視野内でピクセル値の最大値と最小値を測定し、その差をその和で除した百分率を微分均一性という。
- 5 均一性は検出器に均一なガンマ線束を入力したときの各単位面積あたりの計数密度の性質を表している。

問題 2 0 ガンマカメラの性能評価で誤っているのはどれか。2つ選べ。

- 1 固有均一性はシンチレータの厚さに依存する。
- 2 計数率特性は最高計数率と 10% 損失観測計数率を算出して評価する。
- 3 入射するガンマ線のエネルギーが高いほど固有空間分解能は高くなる。
- 4 入射するガンマ線のエネルギーが高いほどエネルギー分解能は高くなる。
- 5 エネルギー分解能はシンチレータのエネルギー分解能と光電子増倍管のエネルギー分解能の二乗和の平方根である。

問題 2 1 SPECT 像でリング状アーチファクトが生じるのはどれか。
2つ選べ。

- 1 視野内の高集積
- 2 回転中心軸のズレ
- 3 空間分解能の低下
- 4 180 度データ収集
- 5 検出器の感度不均一

問題 2 2 SPECT の空間分解能（散乱体あり）の性能評価で誤っている
のはどれか。2つ選べ。

- 1 収集は 360 度回転あたり 100 ステップ以上で行う。
- 2 線源には円柱状線源容器を用い線状線源を使用する。
- 3 中央部と周辺部の点状像による FWHM (mm) を求める。
- 4 収集カウントはそれぞれの線源から 100k カウント以上とする。
- 5 収集および再構成マトリクスは 1 ピクセルあたり 6.4mm 以下とする。

問題 2 3 SPECT 画像の均一性補正データに必要な収集カウント数で正しいのはどれか。

- 1 30k
- 2 300k
- 3 3M
- 4 30M
- 5 300M

問題 2 4 FDG-PET 検査における撮像技術に関するガイドラインで画像濃度均一性の評価方法について誤っているのはどれか。

- 1 FBP 法にて画像再構成を行う。
- 2 減弱補正、散乱線補正は行わない。
- 3 放射能濃度は計数損失が 5%以下に調整する。
- 4 スライス内不均一性とシステム内不均一性を算出する。
- 5 均一な放射能溶液を満たした内径 20cm のファントムを使用する。

問題 2 5 PET 装置の空間分解能測定に用いられる線源で陽電子エネルギーの影響が最も少ない核種はどれか。

- 1 ^{11}C
- 2 ^{13}N
- 3 ^{15}O
- 4 ^{18}F
- 5 ^{68}Ge

問題 2 6 心臓の血流について正しいのはどれか。

- 1 右冠動脈は左室側壁を灌流する。
- 2 心筋灌流は主に左室収縮期に生じる。
- 3 右冠動脈により洞房結節は灌流されている。
- 4 左冠動脈の支配する灌流領域は全左室心筋の約 50%である。
- 5 冠動脈の狭窄率が 75%を超えると安静時でも心筋血流が低下する。

問題 2 7 疾患と症状との組み合わせで正しいのはどれか。

- 1 骨粗鬆症 ————— 脊椎圧迫骨折
- 2 褐色細胞腫 ————— 低血圧
- 3 甲状腺機能亢進症 ——— 徐脈
- 4 副甲状腺機能亢進症 —— 低カルシウム血症
- 5 副腎皮質機能低下症 —— 肥満

問題 2 8 幻視をきたす疾患はどれか。

- 1 ピック病
- 2 パーキンソン病
- 3 脳血管性認知症
- 4 レビー小体型認知症
- 5 アルツハイマー型認知症

問題 2 9 血糖値をあげるのはどれか。2つ選べ。

- 1 絶食
- 2 運動
- 3 インスリン投与
- 4 精神的ストレス
- 5 ブドウ糖液の点滴

問題 3 0 疾患と核医学検査の組み合わせで適切でないのはどれか。

- 1 胆汁瘻 —— 肝胆道シンチグラフィ
- 2 低蛋白血症 —— 蛋白漏出シンチグラフィ
- 3 食道癌 —— 消化管出血シンチグラフィ
- 4 糖尿病 —— 胃排出シンチグラフィ (胃排出時間測定)
- 5 強皮症 —— 食道シンチグラフィ (食道通過時間測定)

問題 3 1 次の記述で正しいのはどれか。

- 1 ^{18}F の体内分布は PET で測定できる。
- 2 ^{123}I の体内分布は PET で測定できる。
- 3 ^{89}Sr の体内分布は PET で測定できる。
- 4 ^{12}C の体内分布は SPECT で測定できる。
- 5 ^{90}Y の体内分布は SPECT で測定できる。

問題 3 2 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 標識放射性医薬品に関する記述で誤っているのはどれか。

- 1 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBIの調製には加熱が必要である。
- 2 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 標識放射性医薬品のキット調製を安全キャビネット内で行う。
- 3 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 標識放射性医薬品の入ったバイアルを鉛容器に入れて貯蔵する。
- 4 キットから調製した $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 標識放射性医薬品の保存は特に指示がなければ冷暗所で行う。
- 5 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 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ム酸ナトリウム($^{99\text{m}}\text{Tc}$)溶液を追加する。

問題 3 3 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ジェネレータに関する記述で正しいのはどれか。

- 1 ^{99}Mo はアクリルアミドを充填したカラムに吸着している。
- 2 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ジェネレータから $^{99\text{m}}\text{Tc}$ を溶出後、次に $^{99\text{m}}\text{Tc}$ の生成が最大となるのは約 2 日後である。
- 3 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ジェネレータからの $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -過テクネチウム酸ナトリウムの溶出には注射用水を用いる。
- 4 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ の放射平衡が成立するのは ^{99}Mo の壊変定数(崩壊定数)が $^{99\text{m}}\text{Tc}$ のそれより大きいからである。
- 5 ジェネレータから $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -過テクネチウム酸ナトリウムをミルクングする時、前回の溶出時からの間隔が長くなるほど $^{99\text{m}}\text{Tc}$ の濃度は増加する。

問題 3 4 次の操作のうち無菌操作として行う必要のないのはどれか。

- 1 ^{18}F -FDGの分注
- 2 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAOの標識操作
- 3 ジェネレータからの $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 溶液の溶出
- 4 ^{18}F -FDG注射液からの品質試験用試料の採取
- 5 サイクロトンのターゲットへの ^{18}F 製造用 ^{18}O -水の送液

問題 3 5 放射性医薬品と集積メカニズムの組み合わせで誤っているのはどれか。

- | | | | |
|---|-------------------------------|---------|----------------|
| 1 | ^{18}F -FDG | ————— | 酵素によるリン酸化 |
| 2 | $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP | ————— | ヒドロキシアパタイトへの結合 |
| 3 | ^{201}Tl -塩化タリウム | ————— | 細胞内への能動輸送 |
| 4 | ^{123}I -イオマゼニール | ————— | ドーパミン受容体への結合 |
| 5 | ^{90}Y -イブリツモマブ | チウキセタン— | 抗原への結合 |

問題 3 6 サイクロトロンで誤っているのはどれか。

- 1 回転周期は荷電粒子の速度により変化する。
- 2 真空箱の金属の薄膜はヘリウムガスで冷却する。
- 3 正イオン加速式では静電デフレクタの放射化が大きい。
- 4 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。
- 5 ^{18}F 生産時に荷電粒子として水素イオンを用いた場合は ^{18}O をターゲットに用いる。

問題 3 7 PET あるいは SPECT の減弱補正に用いられない外部線源はどれか。

- 1 ^{68}Ga
- 2 ^{57}Co
- 3 ^{133}Ba
- 4 ^{134}Cs
- 5 ^{153}Gd

問題 3 8 PET 用シンチレータについて誤っているのはどれか。

- 1 LSO は放射性物質を含んでいる。
- 2 BGO の光減衰時間は 300 ns である。
- 3 LSO は time of flight PET に用いられる。
- 4 GSO は depth of interaction に用いられる。
- 5 GSO は添加する Tl の濃度によって蛍光減衰時間が変化する。

問題 3 9 PET の同時計数イベントについて誤っているのはどれか。

- 1 即発同時計数に散乱同時計数は含まれる。
- 2 真の同時計数率は放射能濃度に比例する。
- 3 偶発同時計数はデータ収集時に補正される。
- 4 シングルスは数え落とし補正に利用される。
- 5 偶発同時計数は放射能濃度の 3 乗に比例する。

問題 4 0 半導体検出器について正しいのはどれか。2 つ選べ。

- 1 CdZnTe は PMT が必要である。
- 2 CdZnTe や CdTe は冷却して使用する。
- 3 位置分解能はコリメータの影響を受ける。
- 4 CdTe は CdZnTe と比べてエネルギー分解能は高い。
- 5 CdTe は Si、Ge と比較してエネルギー分解能は高い。

問題 4 1 PET 装置について正しいのはどれか。2 つ選べ。

- 1 空間分解能はリング径の大きさに影響を受けない。
- 2 空間分解能は放射性核種の種類による影響を受ける。
- 3 空間分解能はリング内の幾何学的な位置に影響を受けない。
- 4 角度揺動により 1 対の光子は厳密には 180° に放射されない。
- 5 消滅光子を同時計数した検出器間を結ぶ線を MRD (maximum ring difference) と呼ぶ。

問題 4 2 直径が 200 mm の頭部を撮像する場合、拡大率 1.5 倍で SPECT 収集の条件設定をしたところ、ピクセルサイズが 2.7 mm となった。このときの最適サンプリング数に最も近いのは次のうちどれか。

- 1 50
- 2 60
- 3 80
- 4 90
- 5 120

問題 4 3 有効視野が 40 cm のシンチレーションカメラの最高周波数（ナイキスト）が 2.4 cycles/cm であるシステムの条件はどれか。

- 1 128 マトリックスで収集
- 2 64 マトリックスで 1.5 倍拡大収集
- 3 64 マトリックスで 2.0 倍拡大収集
- 4 128 マトリックスで 1.5 倍拡大収集
- 5 128 マトリックスで 2.0 倍拡大収集

問題 4 4 コリメータについて正しいのはどれか。2 つ選べ。

- 1 幾何学的分解能は穴の長さが短いほど優れている。
- 2 ファンビームの立体角が大きいと感度の向上が期待できない。
- 3 コリメータ効率 は四角形に比べ六角形のほうが高感度である。
- 4 劣化関数の傾きは低エネルギー用コリメータより中エネルギー用コリメータが低い。
- 5 ファンビームで分解能が上がるのは幾何学的分解能向上より感度向上の効果のほうが大きい。

問題 4 5 ダイノード 10 段の光電子増倍管の利得が 10^6 である場合、各ダイノードの平均の電子増倍率はいくらか。N 段の光電子増倍管の利得と各ダイノードの平均電子増倍率 δ は、利得 = δ^N である。

- 1 2.0
- 2 3.0
- 3 4.0
- 4 5.0
- 5 6.0

問題 4 6 シンチレーションカメラの検出器について誤っているのはどれか。

- 1 光電子増倍管の出力バランスから位置演算を行う。
- 2 ライトガイドが薄いと位置分解能は高いが均一性は低下する。
- 3 NaI の結晶に微量の Tl を添加するとシンチレーション現象は小さくなる。
- 4 光電子増倍管は電磁波の影響を遮断するため磁気シールドが施されている。
- 5 抵抗マトリックス方式は光電子増倍管の出力信号に対して重み係数を乗じて用いる。

問題 4 7 図 1 に円柱ファントムの再構成画像(FBP)を示す。SPECT のアーチファクトに関して誤っているのはどれか。

- 1 a はファントム上に遮蔽物があった。
- 2 b は検出器の中心部の破損があった。
- 3 d は検出器の中心を線源で汚染した。
- 4 e は検出器の中心を線源で汚染し 180 度収集を行った。
- 5 c は検出器の中心を線源で汚染しかつ検出器の中心付近の破損があった。

択一式 (1) 別冊

図 1

問題 4 8 TOF(time of flight) に関して、LOR 中心から消滅放射線の発生した位置 $d1$ を表す式はどれか。ただし LOR 中心から検出器までの距離を d 、各検出器へ入射するガンマ線の時間差を Δt 、ガンマ線の速度を c とする。

- 1 $d1 = c \times \Delta t$
- 2 $d1 = 2(c \times \Delta t)$
- 3 $d1 = \frac{2}{c \times \Delta t}$
- 4 $d1 = \frac{c \times \Delta t}{2}$
- 5 $d1 = \frac{\Delta t}{2 \times c}$

問題 4 9 減弱補正について誤っているのはどれか。

- 1 CT 画像の金属アーチファクトは SPECT の減弱補正に影響する。
- 2 外部線源を用いた減弱補正は画像にスムージングフィルタを用いる。
- 3 CT 線減弱係数変換はスケール法の場合において CT 値を双一次関数で変換する。
- 4 CT 線減弱係数変換において高原子番号の物質は線減弱係数が低く見積もられる。
- 5 脳血流 SPECT において Chang 法では CT 減弱補正法に比べ後頭葉部のカウントが低下する。

問題 5 0 図 2 に PET/CT の画像を示す。アーチファクトの原因として正しいのはどれか。

- 1 体動によるアーチファクト
- 2 高原子番号物質によるアーチファクト
- 3 ブロック検出器の破損によるアーチファクト
- 4 トランケーションエラーによるアーチファクト
- 5 CT 画像が存在しないことによるアーチファクト