

## 管理技術Ⅱ

放射性同位元素による放射線障害の防止に関する管理技術Ⅱ  
(法律別表第 1 に掲げる課目 (2) ~ (6) 及び (7) を含む)

試験が始まる前に、このページの記載事項をよく読んでください。裏面以降の試験問題は、指示があるまで見てはいけません。

1 試験時間：13:30～14:45 (1 時間 15 分)

2 問題数：30 題 (8 ページ)

3 注意事項：

- ① 机の上に出してよいものは、受験票、鉛筆又はシャープペンシル (HB 又は B)、鉛筆削り、消しゴム、時計 (計算機能・通信機能・辞書機能等の付いた時計は不可) に限ります。
- ② 計算機 (電卓)、定規及び下敷きの使用は認めません。
- ③ 不正行為等を防止するため、携帯電話等の通信機器は、必ず、電源を切ってカバン等の中に入れてください。
- ④ 問題用紙の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁又は解答用紙の汚れなどに気付いた場合は、手を挙げて試験監督員に知らせてください。なお、試験問題の内容に関する質問にはお答えできません。
- ⑤ 試験終了の合図があったら、ただちに筆記用具を置いてください。  
なお、試験監督員が解答用紙を集め終わるまで、席を離れてはいけません。
- ⑥ 問題用紙は持ち帰っていただいて結構です。
- ⑦ 不正行為を行った者は、受験を中止させ、退場を命じます。

4 解答用紙 (マークシート) の取扱いについて：

- ① 解答用紙を折り曲げたり汚したりしないでください。また、記入欄以外の余白には、何も記入しないでください。
- ② 筆記用具は、鉛筆又はシャープペンシル (HB 又は B) を使用してください。また、記入を訂正する場合は、消しゴムできれいに消してください。
- ③ 解答用紙の所定欄に氏名・受験地・受験番号を忘れずに記入してください。特に、受験番号は受験票と照合して間違えないよう記入してください。
- ④ 解答は、1 つの問いに対して、1 つだけ選択 (マーク) してください。2 つ以上選択している場合は、採点されません。

次の各問について、1 から 5 までの 5 つの選択肢のうち、適切な答えを 1 つだけ 選び、注意事項に従って解答用紙に記入せよ。

---

問 1 次の量と単位の関係として、正しいものの組合せはどれか。

- A 質量エネルギー吸収係数 —  $\text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$   
B 核反応断面積 —  $\text{m}^2$   
C 中性子束密度(中性子束) —  $\text{m}^{-2}$   
D 預託実効線量 —  $\text{Sv} \cdot \text{y}^{-1}$

- 1 AとB      2 AとC      3 AとD      4 BとD      5 CとD

問 2 次の核種のうち、主として $\alpha$ 壊変を行う核種の組合せはどれか。

- A  $^{226}\text{Ra}$   
B  $^{238}\text{U}$   
C  $^{241}\text{Am}$   
D  $^{252}\text{Cf}$

- 1 ABCのみ    2 ABDのみ    3 ACDのみ    4 BCDのみ    5 ABCDすべて

問 3 核種に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 中性子数が同一の核種を同中性子体と呼ぶ。  
B 陽子数が同一の核種を同位体と呼ぶ。  
C 中性子数と陽子数を足した値が同一の核種を同重体と呼ぶ。  
D 中性子数から陽子数を引いた値が同一の核種を核異性体と呼ぶ。

- 1 ABCのみ    2 ABDのみ    3 ACDのみ    4 BCDのみ    5 ABCDすべて

問 4 740 GBq の  $^{192}\text{Ir}$ (半減期:  $6.4 \times 10^6 \text{ s}$ ) の質量[g]に最も近い値は、次のうちどれか。

- 1 0.00022      2 0.0022      3 0.022      4 0.22      5 2.2

問5  $^{60}\text{Co}$  の  $\gamma$  線と鉄との相互作用について、原子断面積の大きい順に正しく並んでいるものは、次のうちどれか。

- 1 光電効果 > コンプトン効果 > 電子対生成
- 2 コンプトン効果 > 光電効果 > 電子対生成
- 3 電子対生成 > 光電効果 > コンプトン効果
- 4 光電効果 > 電子対生成 > コンプトン効果
- 5 コンプトン効果 > 電子対生成 > 光電効果

問6  $\beta$  壊変 (EC 壊変を含む) に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A  $\beta^-$  壊変は、中性子数の過剰な原子核で起こりやすい。
- B  $\beta^+$  壊変では、娘核種の原子番号は親核種の原子番号よりも 1 大きい。
- C  $\beta$  線が連続スペクトルを示すのは、ニュートリノが壊変エネルギーの一部を持ち去るためである。
- D EC 壊変 (電子捕獲) では、娘核種の原子番号は親核種の原子番号と同じである。

- 1 A と B
- 2 A と C
- 3 A と D
- 4 B と D
- 5 C と D

問7  $\beta$  線と物質との相互作用に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A エネルギー損失は、主に軌道電子との相互作用により起きる。
- B  $\beta$  線は物質中を直進する。
- C 制動放射は、原子核のクーロン場との相互作用により起きる。
- D  $\beta$  線には、空気中の飛程が 2 m を超えるものがある。

- 1 ACDのみ
- 2 ABのみ
- 3 BCのみ
- 4 Dのみ
- 5 ABCDすべて

問8 試料を測定したときの全計数率が  $400 \pm 20$  cpm、バックグラウンド計数率が  $36 \pm 6$  cpm であった。正味の計数率とその誤差の表示 [cpm] として正しいものは、次のうちどれか。

- 1  $364 \pm 14$
- 2  $364 \pm 19$
- 3  $364 \pm 21$
- 4  $364 \pm 23$
- 5  $364 \pm 26$

問9 個人被ばく線量の管理に関する次の記述のうち、適切なものの組合せはどれか。

- A 作業後に個人線量計の破損が判明したため、当該期間の被ばく線量を計算で算出した。
- B 妊娠の意思のない旨を許可使用者に書面にて申し出ていたため、個人線量計を胸部に装着した。
- C 鉛入り防護衣を着用して作業を行うことから、体幹部(防護衣着用部位)の評価に用いる個人線量計を防護衣の外側に装着した。
- D 背面からの被ばくが高いことが明らかだったため、背面にのみ個人線量計を装着した。

1 AとB            2 AとC            3 BとC            4 BとD            5 CとD

問10 液体シンチレーション計数法に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 低エネルギーの $\beta$ 線を検出することができる。
- B  $\alpha$ 線に対する計数効率が高い。
- C 試料液中の溶存酸素により蛍光強度が増大する。
- D 雑音対策のために複数の光電子増倍管を用いて同時計数を行う。

1 AとB            2 AとC            3 AとD            4 BとC            5 BとD

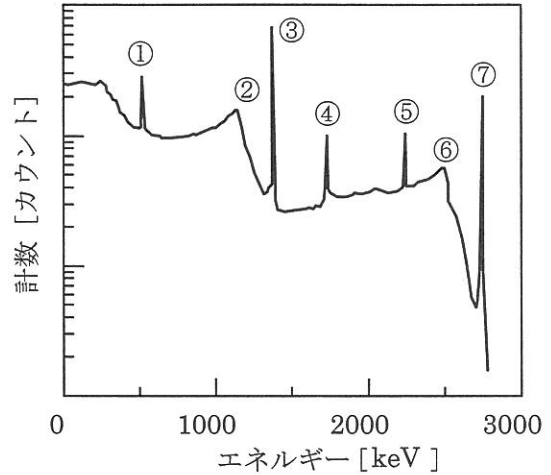
問11 NaI(Tl)シンチレータに関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A NaI(Tl)シンチレータが密封されているのは、酸素クエンチングを防ぐためである。
- B NaI(Tl)シンチレータと光電子増倍管の間に波長シフターが挿入されている。
- C NaI(Tl)シンチレータにドーブ(添加)されている Tl は、発光中心として機能する。
- D NaI(Tl)シンチレータの蛍光の減衰時間は 230 ns である。

1 AとB            2 AとC            3 BとC            4 BとD            5 CとD

問 12 Ge 検出器を用いて  $^{24}\text{Na}$  線源のエネルギースペクトルを測定したところ、下図のような結果が得られた。次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A ①は、消滅放射線の全吸収ピークである。
- B ②と⑥は、コンプトンエッジである。
- C ③と⑦は、 $\gamma$  線の全吸収ピークである。
- D ④は、シングルエスケープピークである。
- E ⑤は、ダブルエスケープピークである。



- 1 ABCのみ    2 ABEのみ    3 ADEのみ    4 BCDのみ    5 CDEのみ

問 13 GM 管式サーベイメータの指示が 36,000 cpm を示した。数え落としの値 [cpm] として最も近いものは、次のうちどれか。ただし、分解時間は 200  $\mu\text{s}$  とする。

- 1 980            2 2,500            3 3,700            4 4,900            5 9,800

問 14 ある試料を 5 分間測定したとき、計数率は毎分 500 カウントであった。計数率に対する相対標準偏差 [%] として最も近い値は、次のうちどれか。

- 1 1.0            2 1.5            3 2.0            4 2.5            5 3.0

問 15  $\gamma$  線の線量当量率が高い場所における作業管理に関する次の記述のうち、個人被ばく管理上、適切なものの組合せはどれか。

- A 複数の作業員で交替しながら作業を行わせた。
- B 作業員の交替時間を短縮させるため、次の作業員を作業場所に待機させた。
- C 作業員の被ばく管理において、蛍光ガラス線量計による定期的な管理のほかに、電子式個人線量計を用いた日管理を行わせた。
- D  $\gamma$  線のエネルギーが低かったため、鉛入り防護衣を着用させなかった。

- 1 AとB            2 AとC            3 BとC            4 BとD            5 CとD

問 16 放射線加重(荷重)係数に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 組織・臓器によって異なった値が定義されている。
- B 低線量における確率的影響の RBE を考慮して定義されている。
- C 国際放射線防護委員会(ICRP)2007年勧告では、1990年勧告と同じ値が定義されている。
- D 組織・臓器の平均吸収線量に放射線加重(荷重)係数を掛けることにより等価線量が算定される。

- 1 AとB            2 AとC            3 BとC            4 BとD            5 CとD

問 17 500 MBq の  $^{192}\text{Ir}$  線源から 2 m 離れた場所で 30 分間作業するとき、この作業者の実効線量 [ $\mu\text{Sv}$ ]として、最も近い値は次のうちどれか。

ただし、 $^{192}\text{Ir}$  の実効線量率定数を  $0.12 \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  とする。

- 1 1.9            2 3.8            3 7.5            4 15            5 30

問 18 線源に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A  $^{90}\text{Sr}$  線源は  $\beta$  線源及び  $\gamma$  線源として利用されている。
- B  $^{147}\text{Pm}$  線源は  $\beta$  線源及び  $\gamma$  線源として利用されている。
- C  $^{241}\text{Am}$  線源は  $\alpha$  線源及び  $\gamma$  線源として利用されている。
- D Ra-DEF 線源は  $\alpha$  線源及び  $\beta$  線源として利用されている。

- 1 ABCのみ    2 ABのみ    3 ADのみ    4 CDのみ    5 BCDのみ

問 19 イメージングプレート(IP)に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A X線フィルムよりも感度が高い。
- B リアルタイムイメージング(動画撮影)に利用されている。
- C 光輝尽発光体が利用されている。
- D 使用する前に光を当ててはならない。

- 1 AとB            2 AとC            3 AとD            4 BとD            5 CとD

問 20 放射性同位元素利用機器と密封線源に関する次の組合せのうち、正しいものはどれか。

- A レベル計 —  $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{252}\text{Cf}$   
B 密度計 —  $^{147}\text{Pm}$ 、 $^{241}\text{Am}$   
C 非破壊検査装置 —  $^{60}\text{Co}$ 、 $^{192}\text{Ir}$   
D 厚さ計 —  $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{147}\text{Pm}$
- 1 AとB      2 AとC      3 AとD      4 BとC      5 CとD

問 21 次の放射性核種のうち、放出されるβ線の最大エネルギーが最も小さいものはどれか。

- 1  $^{14}\text{C}$       2  $^{60}\text{Co}$       3  $^{63}\text{Ni}$       4  $^{90}\text{Sr}$       5  $^{192}\text{Ir}$

問 22 あるβ線源を厚さ 0.5 mm のアルミニウム板でしゃへいし、そのβ線強度を 1/10 に減弱させた。同じ強度に減弱させる鉄板の厚さ [mm] として、最も近い値は次のうちどれか。

ただし、アルミニウムの密度は  $2.7 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 、鉄の密度は  $7.9 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$  である。

- 1 0.05      2 0.12      3 0.17      4 0.25      5 0.34

問 23 個人被ばく線量計に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A TLD 素子を一定の速度で昇温させて得られる温度-蛍光強度曲線を、グローカーブという。  
B OSL 線量計において、素子を光照射したとき現れる発光を、ラジオフォトルミネセンスという。  
C 蛍光ガラス線量計の発光量が、放射線照射後しばらく経って安定する現象を、ビルドアップ現象という。  
D 固体飛跡検出器を強アルカリ水溶液などで処理することを、エッチングという。

- 1 ACDのみ      2 ABのみ      3 BCのみ      4 Dのみ      5 ABCDすべて

問 24 放射線で誘発される染色体異常のうち、安定型に分類されるものの組合せはどれか。

- A 環状染色体  
B 逆位  
C 二動原体染色体  
D 転座

- 1 AとB      2 AとC      3 AとD      4 BとC      5 BとD

問 25 放射線の胎内被ばくに関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 胎内での死亡は着床前期での被ばくが多い。
- B 精神遅滞は受精後 2～6 週の間での被ばくで最も発生しやすい。
- C 奇形の発生は妊娠後期での被ばくが多い。
- D がんは器官形成期以降のどの時期に被ばくしても発生する可能性がある。

1 AとB            2 AとC            3 AとD            4 BとC            5 BとD

問 26 細胞が放射線被ばくした後に見られる影響発生過程に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A バイスタンダー効果は、放射線に被ばくした細胞自体に特異的に見られる。
- B ゲノム不安定性によって、放射線被ばくの長期間経過後でも突然変異の誘発頻度が高くなる。
- C あらかじめ低線量の被ばくを受けると、後の高線量被ばくに対して、より高い放射線感受性を示す現象を適応応答という。
- D DNA のメチル化などによる遺伝子の発現制御(エピジェネティクス)を介した遺伝形質の変化は、塩基配列の変化を伴う遺伝的影響とは区別される。

1 AとB            2 AとC            3 AとD            4 BとC            5 BとD

問 27 次の放射線障害のうち、しきい線量があるとされているものの組合せはどれか。

- A 皮膚がん
- B 骨髄性白血病
- C 一時的不妊
- D 造血機能低下

1 AとB            2 AとC            3 BとC            4 BとD            5 CとD

問 28 組織・臓器について、放射線感受性の高い順に正しく並んでいるものは、次のうちどれか。

- 1 骨髄 > 筋肉 > 小腸上皮
- 2 生殖腺 > 食道上皮 > 脳神経
- 3 小腸上皮 > 骨髄 > 脂肪組織
- 4 脳神経 > 骨髄 > 食道上皮
- 5 生殖腺 > 脂肪組織 > 小腸上皮



問 29 1 Gy の  $\gamma$  線を全身均等被ばくしたとき、急性放射線障害として起こりうるものは、次のうちどれか。

- 1 頭部脱毛
- 2 永久不妊
- 3 腸出血
- 4 慢性リンパ性白血病
- 5 はきけ

問 30 LET と放射線生物作用に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A LET は、荷電粒子の飛跡に沿った単位長さ当たりのエネルギー付与を表す。
  - B 低 LET 放射線による照射では、細胞生存率曲線に肩が見られる確率が高い。
  - C 高 LET 放射線は低 LET 放射線に比べて、DNA クラスター損傷を起こす確率が高い。
  - D 高 LET 放射線は低 LET 放射線に比べて、酸素効果は大きい。
- 1 ABCのみ    2 ABのみ    3 ADのみ    4 CDのみ    5 BCDのみ