

## 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 (9 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、記入欄以外の余白及び裏面には、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のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 放射能                    —     $s^{-1}$
- B 壊変定数                 —     $s^{-1}$
- C 粒子フルエンス         —     $m^{-2}$
- D カーマ                    —     $J \cdot kg^{-1}$

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

**問2**  $\beta^-$ 壊変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 質量数が1だけ増加する。
- B 核内の中性子が陽子に変わる現象である。
- C 親核と娘核の質量差が電子の質量の2倍より大きくないと起こらない。
- D 壊変のエネルギーは、娘原子、電子、反ニュートリノの3体に分配される。

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

**問3**  $\beta^-$ 壊変をする核種の組合せは、次のうちどれか。

- A  $^{87}\text{Rb}$
- B  $^{99}\text{Tc}$
- C  $^{137}\text{Cs}$
- D  $^{210}\text{Pb}$

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

**問4** 0.5 MBq の  $^{40}\text{K}$  の質量[g]として最も近い値は、次のうちどれか。ただし、 $^{40}\text{K}$  の半減期は  $4.0 \times 10^{16}$  秒、アボガドロ定数は  $6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  とする。

- 1 0.38       2 0.76       3 1.9       4 3.8       5 7.6

問5 放射性核種の半減期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 半減期の短い核種ほど、壊変定数は小さい。
- B 体内に取り込まれた核種の有効半減期は、物理的半減期よりも短い。
- C 放射性核種の平均寿命は半減期よりも短い。
- D 親核種の半減期よりも娘核種の半減期の方が長いとき、放射平衡は成立しない。

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

問6 A～Dの荷電粒子によって生成されるスパーク（スプール）について、その間隔の大きい方から順に正しく並んでいるものは、次のうちどれか。

- A 0.1 MeV 電子      B 1 MeV 電子      C 10 MeV 陽子      D 10 MeV  $\alpha$ 粒子

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

問7  $\beta$ 線と物質との相互作用及びそれに伴って生じる制動放射線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 制動放射線は、原子核のクーロン場との相互作用により生じる。
- B  $\beta$ 線の飛程は、最大エネルギーのほぼ2乗に比例する。
- C  $\beta$ 線のエネルギーが高いほど比電離も大きい。
- D 制動放射線のエネルギー分布は、連続スペクトルを示す。

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

問8 コンプトン散乱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 コンプトン散乱は光子の粒子性を示す現象である。
- B 入射光子の波長は散乱光子の波長よりも長い。
- C 散乱光子が入射光子の飛来した方向へ戻る場合に、散乱光子のエネルギーは最小になる。
- D スペクトルに現れるコンプトンエッジの位置（エネルギー）は検出器の素材により異なる。

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

問 9 サーベイメータによる空間線量率の測定に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

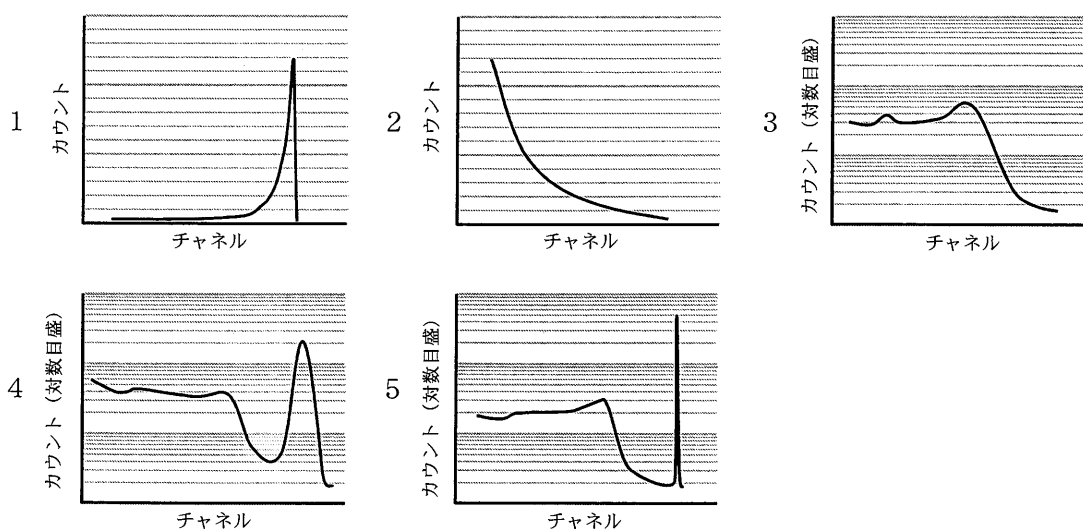
- A 通常の環境モニタリングでは、地上約 1 m の高さで測定する。
- B 線量率が不明な場合、測定レンジを小さい方から順に大きい方へ切り換えて測定する。
- C 時定数は、線量率が低いほど、より小さい値に設定する。
- D 時定数の設定値の 3 倍以上の時間が経過してから読み取る。

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

問 10 試料からの放射線を 100 秒間測定したところ、9,000 カウントが得られた。一方、バックグラウンドは 200 秒間の測定で 4,000 カウントであった。正味の計数率の誤差 [cps] として最も近い値は、次のうちどれか。

- 1 0.65      2 0.75      3 0.85      4 1.0      5 1.2

問 11  $^{241}\text{Am}$   $\alpha$  線源を表面障壁型半導体検出器で測定したときに得られるパルス波高スペクトルとして、最も近いものは次のうちどれか。



問 12 GM 管式サーベイメータの指示が  $40,000 \text{ min}^{-1}$  を示した。真の計数値 [ $\text{min}^{-1}$ ] 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 40,700      2 41,100      3 42,100      4 44,900      5 46,200

問 13 高純度 Ge 半導体検出器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  $\alpha$  線のスペクトル測定にも用いられる。  
 B 検出器が冷却されていない状態で高電圧をかけると、プリアンプ（前置増幅器）を損傷するおそれがある。  
 C 200 keV と 600 keV の  $\gamma$  線では、後者を測定した場合の方が相対エネルギー分解能(%)が良い。  
 D  $^{137}\text{Cs}$  線源を測定すると、151 keV 付近にシングルエスケープピークが観測される。

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

問 14 次の文章の  ～  に当てはまる適切な語句の組合せは、下記の選択肢のうちどれか。

GM 計数管では、入射した放射線によって  が起こると、 周辺に発生したイオンの鞘の影響により電界が弱まり、次の放射線が入射しても、 によって設定されたレベルを越す波高のパルスは発生しなくなる。この時間を分解時間とよび、分解時間のために計数されないことを  という。

- |   | <input type="text" value="A"/> | <input type="text" value="B"/> | <input type="text" value="C"/> | <input type="text" value="D"/> |
|---|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 電子なだれ                          | 陰電極                            | アンプ                            | 数え落とし                          |
| 2 | 電子増倍                           | 陽電極                            | ディスクリミネータ                      | 数え落とし                          |
| 3 | 電子なだれ                          | 陽電極                            | アンプ                            | 窒息現象                           |
| 4 | 電子増倍                           | 陰電極                            | アンプ                            | 窒息現象                           |
| 5 | 電子なだれ                          | 陽電極                            | ディスクリミネータ                      | 数え落とし                          |

問 15  $\gamma$ 線源が複数箇所が存在する作業環境において、線量当量率の測定に用いるサーベイメータとして適しているものの組合せは、次のうちどれか。

- A 電離箱式サーベイメータ
- B  $^3\text{He}$  比例計数管式サーベイメータ
- C 端窓型 GM 管式サーベイメータ
- D ZnS(Ag)シンチレーション式サーベイメータ
- E NaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータ

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

問 16 ある  $\gamma$ 線照射装置から放出される  $\gamma$ 線の半価層は、物質Aの板では 0.6 mm、物質Bの板では 6.0 mm であった。遮蔽体がないときに  $\gamma$ 線照射装置から 1 m 離れた地点での空気カーマ率が  $400 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$  であったとすると、物質Aの板 1.4 mm と物質Bの板 10.0 mm を重ね合わせて遮蔽した場合の、同じ地点における空気カーマ率 [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ] として最も近いものは、次のうちどれか。ただし、 $\gamma$ 線は細い線束状にコリメートされているものとする。

- 1 15      2 25      3 35      4 45      5 55

問 17 次の密封線源とその線源を使用する際に携帯すべきサーベイメータの検出器との関係のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A  $^{60}\text{Co}$       -      電離箱
- B  $^{63}\text{Ni}$       -      ZnS(Ag)シンチレーション検出器
- C  $^{85}\text{Kr}$       -      GM 計数管
- D  $^{252}\text{Cf}$       -       $\text{BF}_3$  比例計数管

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

問 18 次の用途のうち、 $^{60}\text{Co}$  線源が用いられているものの組合せはどれか。

- A ジャガイモの発芽防止
- B タンク内の液面レベルの測定
- C 石油中の硫黄含有量の測定
- D たばこの葉の充填率の測定
- E 骨塩量の測定

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

問 19 次の $\gamma$ 線源のうち、エネルギーが 1 MeV 以上の $\gamma$ 線を放出するものの組合せはどれか。ただし、放出割合が 0.1% 以下の $\gamma$ 線は無視する。

- A  $^{22}\text{Na}$       B  $^{60}\text{Co}$       C  $^{137}\text{Cs}$       D  $^{192}\text{Ir}$       E  $^{241}\text{Am}$

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

問 20 放射性同位元素装備機器と放射線源に関する次の組合せのうち、正しいものはどれか。

- A 厚さ計      —  $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{147}\text{Pm}$   
B 水分計      —  $^{241}\text{Am}$ -Be、 $^{252}\text{Cf}$   
C 密度計      —  $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{241}\text{Am}$   
D 蛍光 X 線分析装置      —  $^{85}\text{Kr}$ 、 $^{192}\text{Ir}$

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

問 21 個人被ばく線量計と検出素材の関係として、正しいものの組合せは、次のうちどれか。

- A OSL 線量計      — 酸化アルミニウム  
B 熱ルミネセンス線量計      — 硫化亜鉛  
C 蛍光ガラス線量計      — 銀活性リン酸塩ガラス  
D 固体飛跡検出器      — ポリ塩化ビニル  
E 電子式ポケット線量計      — ゲルマニウム

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

問 22 熱ルミネセンス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 素子の放射線照射によって励起電子が、捕獲中心に捕らえられる。
- B 素子を一定速度で昇温すると、発光強度はある温度でピークを示す。
- C 被ばく線量を一度読みとった後でも、その線量情報は素子に保存されている。
- D フェーディングの影響は、OSL 線量計の場合よりも小さい。

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

問 23  $\gamma$ 線急性被ばくによる確定的影響のしきい線量等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 末梢血リンパ球減少のしきい線量は、0.25 Gy 程度である。
- B 精巣では、0.15 Gy の被ばくで一過性の不妊が起きる。
- C 1 Gy の被ばくを受けると小腸粘膜の潰瘍が起きる。
- D 眼の水晶体に生じる白内障のしきい線量は、15 Gy 程度である。
- E 胎児被ばくによる小頭症のしきい線量は、0.1 Gy 程度である。

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

問 24 ICRP2007 年勧告で提示された臓器・組織の組織加重係数が大きい順に並んでいるものは、次のうちどれか。

- |   |         |   |     |   |     |   |     |
|---|---------|---|-----|---|-----|---|-----|
| 1 | 骨髓 (赤色) | > | 生殖腺 | > | 皮膚  | > | 甲状腺 |
| 2 | 食道      | > | 乳房  | > | 膀胱  | > | 骨表面 |
| 3 | 結腸      | > | 生殖腺 | > | 唾液腺 | > | 甲状腺 |
| 4 | 肺       | > | 生殖腺 | > | 骨表面 | > | 食道  |
| 5 | 骨髓 (赤色) | > | 生殖腺 | > | 肝臓  | > | 脳   |



問 25 体内被ばくに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 放射性物質は皮膚に創傷があると侵入しやすくなる。
- 2 造影剤トロトラストは、肝臓、脾臓<sup>ひ</sup>など食細胞や内皮細胞が豊富な組織に蓄積する。
- 3 プルトニウムの酸化物は吸入被ばくにより肺に長期間滞留する。
- 4 体内に取り込まれたトリチウムはホールボディカウンタで計測する。
- 5 バイオアッセイ法では、糞・尿など排泄物中の放射性物質を測定し、排泄率関数により体内沈着量を算定する。

問 26 放射線の人体への影響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 18 歳から 64 歳までの成人の集団における発がんのリスク係数は、すべての年齢からなる集団全体のリスク係数より高いと考えられている。
- B 各臓器・組織の確率的影響の誘発に対する感受性の違いを考慮して組織加重係数が定められている。
- C 原爆被爆者では遺伝性(的)影響はこれまでのところ確認されていない。
- D 急性被ばくと慢性被ばくとでは総線量が同じであれば影響は変わらない。
- 1 AとB      2 AとC      3 BとC      4 BとD      5 CとD

問 27 放射線被ばくによって、細胞レベルでの影響が種々の組織・個体レベルでの影響に繋がる可能性がある。次のうち、適切なものの組合せはどれか。

	細胞の種類	細胞レベルでの影響	主な組織・個体レベルでの影響
A	生殖細胞	細胞死	確定的影響
B	生殖細胞	突然変異	確率的影響
C	体細胞	細胞死	確率的影響
D	体細胞	突然変異	確定的影響

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

問 28 放射線による被ばく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 自然放射線被ばくには、宇宙からの放射線は寄与しない。
  - B 天然放射性核種の吸入による被ばくには、ラドンの子孫核種は寄与しない。
  - C 環境中に存在するセシウム 137 は、人工的に生成されたものがほとんどである。
  - D 日本における医療診断による年間の平均被ばく線量は、世界平均よりも高い。
- 1 AとB      2 AとC      3 BとC      4 BとD      5 CとD

問 29 放射線による DNA 損傷の生成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 放射線により生成される塩基損傷には、紫外線によるものと同種類のものが含まれる。
  - B 塩基損傷を修復する過程でも 1 本鎖切断が生じる。
  - C 低 LET 放射線の場合、2 本鎖切断は 1 本鎖切断よりも高い頻度で生成される。
  - D クラスタ損傷の生成頻度は LET の増加に伴って減少する。
- 1 AとB      2 AとC      3 AとD      4 BとC      5 BとD

問 30 次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A フリーラジカルは不対電子を有し反応性に富む。
  - B G 値は、吸収された放射線のエネルギー 1 eV 当たりに変化又は生成する分子・原子の個数を表す。
  - C 水和電子 ( $e_{aq}^-$ ) は還元剤として働く。
  - D フリッケ線量計はセリウムイオンの還元反応を利用している。
- 1 AとB      2 AとC      3 AとD      4 BとD      5 CとD

