

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 (10 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、所定の欄以外の余白には、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 解答用紙の所定の欄に氏名・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 放射線に関する量についての次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 吸収線量の単位は $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$ である。
 - B 光子や非荷電粒子により物質中の荷電粒子に与えられた単位質量当たりのエネルギーの総和がカーマである。
 - C 放射能の単位は $\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$ である。
 - D 放射線のエネルギーを表す単位はニュートンである。
- 1 ACDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 BDのみ 5 BCDのみ

問2 次の現象のうち、軌道電子と関係のあるものの組合せはどれか。

- A ラザフォード散乱
 - B 電子対生成
 - C オージェ効果
 - D 内部転換
- 1 ABCのみ 2 ABのみ 3 ADのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問3 物理的半減期が60日、生物学的半減期が80日の核種の有効半減期[日]として、最も近い値は次のうちどれか。

- 1 29 2 34 3 40 4 47 5 55

問4 放射性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 ${}^2\text{H}$ は β^- 壊変し、 ${}^2\text{He}$ が生じる。
- B ${}^{22}\text{Na}$ は β^+ 壊変し、 ${}^{22}\text{Ne}$ が生じる。
- C ${}^{32}\text{P}$ は β^- 壊変し、 ${}^{32\text{m}}\text{S}$ が生じる。
- D ${}^{137}\text{Cs}$ は β^- 壊変し、 ${}^{137\text{m}}\text{Ba}$ が生じる。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問5 現在、4 MBq の核種A（半減期：5年）と1 MBq の核種B（半減期：30年）の線源がある。

両方の線源の放射能は何年後に等しくなるか。最も近い値[年]は、次のうちどれか。

- 1 10 2 12 3 15 4 18 5 20

問6 コリメートされた γ 線に対するある物質の半価層が4.0 cm のとき、この物質に対する γ 線の線減弱係数[cm^{-1}]として最も近い値は、次のうちどれか。

- 1 0.17 2 0.25 3 0.87 4 1.9 5 2.8

問7 放射線の飛跡、飛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 α 線の飛跡はほぼ直線である。
- B α 線には水中の飛程が空気中の飛程よりも長くなるものがある。
- C β 線は物質中で電子あるいは原子核の電場で散乱される。
- D β 線には空気中の飛程が1 mを超えるものはない。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問8 中性子と物質との相互作用に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- 1 中性子は、原子核のクーロン場によって散乱される。
- 2 弾性散乱では、衝突した原子核は励起状態になる。
- 3 非弾性散乱では、入射した中性子と散乱された中性子のエネルギーはほぼ等しい。
- 4 中性子が原子核に捕獲されると、 γ 線が放出されることがある。
- 5 捕獲断面積は、物質の原子番号のみに依存する。

問9 統計誤差（相対標準偏差）4%以下で放射線を計数したい。最低限必要な計数値に最も近い値は、次のうちどれか。

- 1 410 2 630 3 820 4 1,100 5 1,600

問 10 A～Dの γ 線用検出器について、エネルギー分解能の高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 $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ (BGO) シンチレーション検出器
- B Ge 検出器
- C $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ シンチレーション検出器
- D $\text{NaI}(\text{Tl})$ シンチレーション検出器

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

問 11 放射性核種からの放射線の計測に係る統計学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 単位時間当たりに計測される放射線の数にはポアソン分布に従う。
- B ポアソン分布の平均値が λ のとき、その標準偏差は $\sqrt{\lambda}$ である。
- C ポアソン分布の平均値が十分に大きいとき、正規分布（ガウス分布）で近似できる。
- D 正規分布（ガウス分布）では、平均値からのずれが標準偏差の2倍以内に収まる事象の割合は全事象の95.5%である。

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

問 12 $\text{NaI}(\text{Tl})$ シンチレーション検出器による γ 線スペクトル計測に関する記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 複数の γ 線がほぼ同時に入射することで、サムピークが観測されることがある。
- B コンプトン散乱により、シングルエスケープピークが観測されることがある。
- C ヨウ素の特性X線のエスケープピークが観測されることがある。
- D 周囲を鉛で遮蔽すると、鉛の特性X線が観測されることがある。

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

問 13 線源とその線源を使用する際に携帯するサーベイメータの組合せとして、適切なものは次のうちどれか。

- A ^3H - BF_3 比例計数管式サーベイメータ
 - B ^{60}Co - GM管式サーベイメータ
 - C ^{137}Cs - $\text{ZnS}(\text{Ag})$ シンチレーション式サーベイメータ
 - D ^{192}Ir - 電離箱式サーベイメータ
- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問 14 Ge 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 Ge 結晶には潮解性がある。
 - B Ge の原子番号は、 $\text{NaI}(\text{Tl})$ 結晶の実効原子番号よりも小さい。
 - C 高純度 Ge 検出器は室温でも動作する。
 - D 電子-正孔対を 1 個生成するエネルギーは、気体の W 値の 1/10 程度である。
- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問 15 電離箱式サーベイメータを用い、 γ 線による 1 cm 線量当量を積算モードで測定したところ、フルスケール (10 μSv) まで指針が振れるのに 120 秒かかった。この空間の 1 cm 線量当量率 [$\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$]に最も近い値は、次のうちどれか。ただし、この γ 線に対するサーベイメータの校正定数は 0.90 である。

- 1 270 2 300 3 330 4 360 5 390

問 16 放射線の遮蔽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 α 線の遮蔽では、制動放射線を考慮する必要がある。
- B β^+ 線の遮蔽では、消滅放射線を考慮する必要がある。
- C γ 線に対する鉛の遮蔽能力は、同じ厚さの鉄よりも高い。
- D 中性子線の遮蔽では、捕獲 γ 線を考慮する必要がある。

1 ACDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 BDのみ 5 BCDのみ

問 17 ^{137}Cs 密封点線源から 2 m の距離で 1 cm 線量当量率を測定したところ、 $20 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ であった。

この線源の放射能[MBq]に最も近い値は、次のうちどれか。ただし、 ^{137}Cs の 1 cm 線量当量率定数を $0.093 \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ とする。

1 110 2 220 3 430 4 660 5 860

問 18 放射性同位元素を装備した機器で利用されている現象について、次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A ECD ガスクロマトグラフでは、軌道電子捕獲壊変核種から放出されるオージェ電子の、分析ガスによる吸収が利用されている。
- B 中性子水分計では、測定試料中の水素による速中性子の散乱が利用されている。
- C 静電気除去装置では、 α 線、あるいは β 線による電離で生じたイオンにより静電気を中和することが利用されている。
- D 厚さ計では、測定試料による放射線の吸収や散乱が利用されている。

1 ACDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 BDのみ 5 BCDのみ

問 19 同位体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 ^{11}C は木炭等の年代測定に用いられる。
- B ^{40}K は人体（体重 60 kg の成人男子）に平均 4,000 Bq 程度含まれる。
- C Tc には安定同位体が存在しない。
- D ^{233}U は岩石等の年代測定に用いられる。

- 1 AとC 2 AとD 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問 20 放射性同位元素を装備した機器と放射線源及び検出器に関する次の組合せのうち、正しいものはどれか。

- | | | | | | |
|---|--------|---|-------------------|---|---------------------|
| A | 透過形厚さ計 | — | ^{147}Pm | — | 電離箱 |
| B | 密度計 | — | ^{60}Co | — | シンチレーション検出器 |
| C | 水分計 | — | ^{204}Tl | — | ^3He 比例計数管 |
| D | 煙感知器 | — | ^{241}Am | — | GM 計数管 |

- 1 ACDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 BDのみ 5 BCDのみ

問 21 蛍光ガラ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 素材は、銀活性リン酸塩ガラスである。
- B 読み取りには、緑色のレーザーが用いられる。
- C 繰り返し読み取ることができる。
- D 加熱処理により蛍光中心を消滅させ、再生することができる。
- E フェーディングは、熱ルミネセンス線量計よりも大きい。

- 1 ABDのみ 2 ABEのみ 3 ACDのみ 4 BCEのみ 5 CDEのみ

問 22 個人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 固体飛跡検出器では、 γ 線が誘電体中を通過するときに生じる損傷（飛跡）の数を計数する。
- B 熱ルミネセンス線量計では、検出素子を加熱したときに生じる蛍光を観測する。
- C フィルム線量計では、 γ 線がフィルム中を通過するときに生じる飛跡の数を計数する。
- D OSL 線量計では、検出素子に光を当てたときに生じる輝尽発光を観測する。

- 1 AとC 2 AとD 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問 23 20 mGy の低線量 γ 線の全身急性被ばくによる早期影響に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- 1 リンパ球数の一時的減少が観察される。
- 2 一時的脱毛が観察される。
- 3 一時的不妊が観察される。
- 4 放射線宿酔が観察される。
- 5 臨床的な変化は観察されない。

問 24 放射線障害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 外部被ばくによる骨髄死は中枢神経死に比べて低い線量で起きる。
 - B 遺伝性（的）影響の一つである先天異常には、しきい線量がある。
 - C 胎内被ばくでは、胚（胎児）の発生と成長の時期によって障害が異なる。
 - D 放射線による発がんは、被ばく線量によって悪性度が異なる。
- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとC 5 BとD

問 25 放射線による人体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。

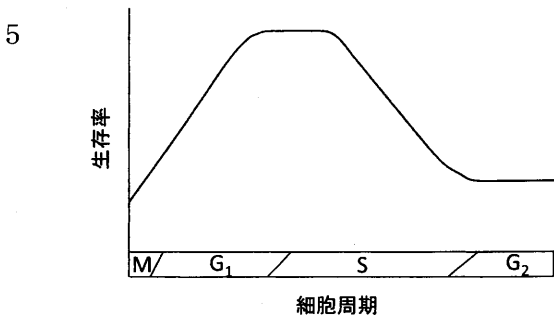
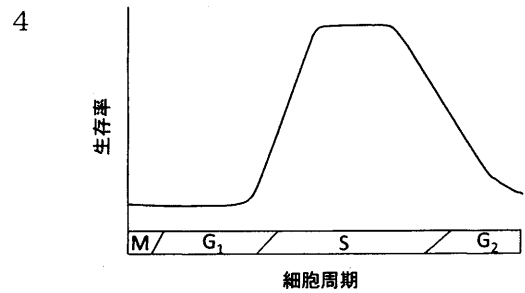
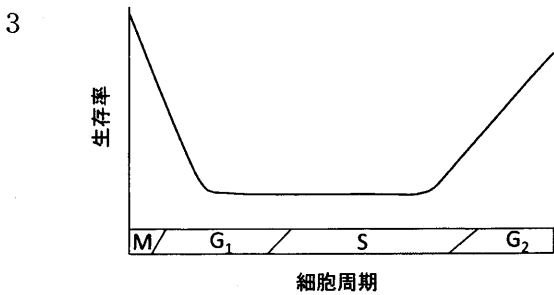
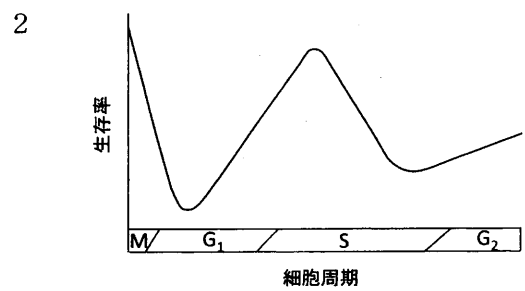
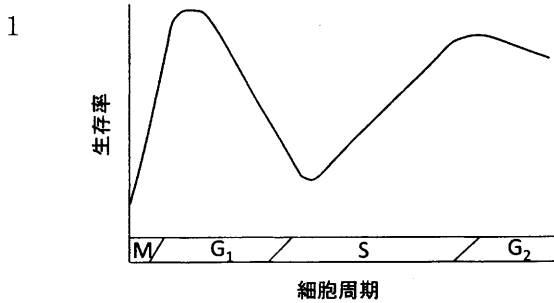
- A 白血病罹患率の線量反応関係は、直線-2次曲線モデルが適合している。
 - B 白内障の重篤度は、被ばく線量によらず変わらない。
 - C 胎内被ばくでは、確定的影響だけでなく確率的影響も起きる可能性がある。
 - D 遺伝性（的）影響のリスクの推定には、倍加線量法が用いられることがある。
- 1 ACDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 BDのみ 5 BCDのみ

問 26 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 塩基損傷として塩基の酸化が起こる。
- B 塩基損傷ではメチル化が主なものである。
- C 高 LET 放射線は飛跡に沿って密に DNA 損傷を起こす。
- D 1 本鎖切断が近接して生成されても 2 本鎖切断にはならない。

- 1 ACDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 BDのみ 5 BCDのみ

問 27 子宮頸がん由来の HeLa 細胞に対して 3 Gy の X 線を照射した後の生存率が細胞周期によって変化する様子を表しているものは、次のうちどれか。



問 28 放射線によって誘発される染色体異常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 数の異常を起こす頻度は、構造の異常を起こす頻度よりも高い。
- B 欠失は不安定型異常に分類される。
- C 二動原体染色体は細胞分裂の際にうまく両極に分かれることができない。
- D 外部被ばくによる線量の推定に用いられる。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問 29 がん抑制遺伝子 *p53*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 放射線によるアポトーシスの誘導には関与しない。
- B *p53* 遺伝子の機能喪失は発がんに繋がる可能性がある。
- C 放射線被ばく後に細胞周期の進行を一時停止するチェックポイント機構には関与しない。
- D ヒトのすべてのがんの約半数で、*p53* 遺伝子に欠失や突然変異が見ついている。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問 30 水の放射線分解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 水分子の励起によっても分解生成物が生じる。
- B 生成されるヒドロキシルラジカル ($\cdot\text{OH}$) は強い還元剤である。
- C 生成されるラジカルの収率は溶液の pH に依存する。
- D 水溶液中で生じた分解生成物が再結合して過酸化水素が生成する。

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

