

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

(規則別表第二に掲げる課目第二号から第六号及び第七号を含む)

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しまってください。
- 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結構です。
- ⑦ 不正行為を行った者は、受験資格を失ったものとみなし、試験室からの退出を命じます。また、試験終了後に不正行為を行ったことが発覚した場合、試験実施時にさかのぼり受験資格を失ったものとみなします。

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 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 照射線量 — $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$
 B 1 cm線量当量 — $\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$
 C 質量エネルギー吸収係数 — $\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-1}$
 D 預託実効線量 — $\text{Sv}\cdot\text{y}$
 E 粒子フルエンス — m^{-2}
- 1 AとB 2 AとC 3 BとD 4 CとE 5 DとE

問2 静止していた電子、陽子、He原子核を、電位差100 kVの電極間で加速したとする。電子の運動エネルギーを1としたとき、陽子およびHe原子核の運動エネルギーとして最も近い値は、次のうちどれか。

	電子	陽子	He原子核
1	1	$\frac{1}{\sqrt{1,836}}$	$\frac{2}{\sqrt{7,294}}$
2	1	$\frac{1}{1,836}$	$\frac{2}{7,294}$
3	1	1	2
4	1	$\sqrt{1,836}$	$2\times\sqrt{7,294}$
5	1	1,836	$2\times 7,294$

問3 次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A α 壊変により放出される α 線のエネルギーは、連続分布する。
- B β^- 壊変により、原子核から反ニュートリノが放出される。
- C 内部転換により、原子核から γ 線が放出される。
- D 自発核分裂により、原子核から γ 線が放出される。
- E α 線とベリリウムとの核反応により、中性子が放出される。

- 1 ABCのみ 2 ABDのみ 3 ACEのみ 4 BDEのみ 5 CDEのみ

問4 4種類の単体の放射性核種1g当たりの放射能が小さい順に並んでいるのは、次のうちどれか。

なお、()内は半減期である。

- A ^{60}Co (5.3年)
- B ^{137}Cs (30年)
- C ^{204}Tl (3.8年)
- D ^{241}Am (430年)

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

問5 壊変定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 壊変定数は原子核1個が単位時間当たりに壊変する確率である。
- B 壊変定数は高温高压条件下では小さくなる。
- C 壊変定数 λ は、半減期 T の逆数である。
- D 分岐壊変の部分壊変定数の和が全体の壊変定数である。

- 1 AとC 2 AとD 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問6 LET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 電子線に対しては、LETは定義されない。
- B LETの算定においては、物質を構成する原子・分子の電離が対象となり、励起は対象にならない。
- C 同一の物質に対しては、放射線のエネルギーが同じならばその種類が異なっても、LETは同じ値になる。
- D α 線は、物質中で運動エネルギーを失って停止する直前にLETが最大となり、続いて急激に低下する。

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

問7 ^{137}Cs 線源からの γ 線が生体に入射したときの相互作用の確率が大きい順に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 光電効果 > 電子対生成 > コンプトン効果
- 3 コンプトン効果 > 光電効果 > 電子対生成
- 4 コンプトン効果 > 電子対生成 > 光電効果
- 5 電子対生成 > コンプトン効果 > 光電効果

問8 ^{137}Cs 線源から放出された γ 線のコンプトン散乱において、反跳電子の最大エネルギー[keV]として、最も近い値は次のうちどれか。

- 1 184 2 331 3 478 4 511 5 662

問9 次の放射線検出器のうち、 α 線放出核種の核種同定に最も適しているものはどれか。

- 1 ZnS(Ag)シンチレーション検出器
- 2 表面障壁型Si半導体検出器
- 3 固体飛跡検出器
- 4 液体シンチレーション検出器
- 5 高純度Ge検出器

問10 γ 線照射施設において、サーベイメータにより作業環境モニタリングを行っていた。照射装置のシャッター解放後10秒で、ほぼ0であった指示値が、 $10 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ に上昇した。このサーベイメータの時定数が10秒であったとすると、十分長い時間経過後の指示値 $[\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}]$ として、最も近い値は次のうちどれか。ただし、 $e=2.7$ とする。

- 1 14 2 16 3 18 4 20 5 22

問11 次の放射線検出器のうち、熱中性子の測定に一般的に用いられている検出器の組合せはどれか。

- A メタンガスを充填した比例計数管
- B $^{10}\text{BF}_3$ ガスを充填した比例計数管
- C プラスチックシンチレータを搭載したシンチレーション検出器
- D $^6\text{LiI(Eu)}$ シンチレータを搭載したシンチレーション検出器

- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとC 5 BとD

問12 バックグラウンド計数率及び総計数率は、それぞれ50秒間測定したとき、 88 s^{-1} 、 200 s^{-1} であった。この時の正味計数率の標準偏差[s^{-1}]として、最も近い値は次のうちどれか。

- 1 1.5 2 2.4 3 11 4 17 5 120

問13 イメージングプレート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 BaFBr:Eu²⁺などの輝尽性蛍光体を利用した2次元検出器である。
- B 読み取りには紫外線を照射する必要がある。
- C 電子線にも感度がある。
- D 曝露から読み取りまでの時間が長いとフェーディングが起きる。

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

問14 個人被ばく管理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 内部被ばくに係わる実効線量として、1年間の摂取による、50年間の預託実効線量を算定する。
- B 外部被ばくとして、1 cm線量当量と70 μm 線量当量を測定する。
- C 実効線量として、外部被ばくに係わる線量と内部被ばくに係わる線量とを合算する。
- D 妊娠中の女性の腹部表面の等価線量として、1 cm線量当量を測定する。

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

問15 次の記述のうち、外部被ばくの防護に重要と考えられるものの組合せはどれか。

- A 線源と人体の間に遮蔽物をおく。
- B 線源と人体の間の距離をとる。
- C 作業時間をできるだけ長くする。
- D 個人被ばく線量をモニタリングする。

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

問16 ICRP2007年勧告における職業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 食物から体内に取り込まれる⁴⁰Kによる被ばくは、職業被ばくに含まれる。
- B 航空機乗務員の飛行中における宇宙放射線による被ばくは、職業被ばくに含まれる。
- C 診断に伴う医療従事者の被ばくは、職業被ばくに含まれない。
- D 線量限度の値は、職業被ばくと公衆被ばくとで異なる。

- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとC 5 BとD

問17 化学的性状が不明の汚染を除去するとき、最初に試みるべき除染剤として最も適切なものは次のうちどれか。

- 1 水
- 2 クエン酸
- 3 DMF (N,N-ジメチルホルムアミド)
- 4 希硫酸
- 5 熱濃硫酸

問18 陽電子放出核種ではないものは、次のうちどれか。

- 1 ¹¹C
- 2 ¹³N
- 3 ¹⁸F
- 4 ²⁴Na
- 5 ⁶⁸Ga

問19 一般消費財（コンシューマプロダクト）と核種の関係として、正しいものの組合せは、次のうちどれか。

- A 夜光塗料 — ³H
- B グロー球 — ⁸⁵Kr
- C 静電除去装置 — ²¹⁰Po
- D 煙感知器 — ²⁴¹Am

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

問20 放射線の医学利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 X線CTでは、対象内の物質のX線に対する線減弱係数の分布を反映した画像を表示できる。
- B 重粒子線によるがん治療では、ブラッグピークを利用して線量を患部に集中できる。
- C MRI装置では、 β 線源が用いられている。
- D PET診断では、陽電子による511 keVの消滅放射線を利用している。

1 ABDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問21 自然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 宇宙放射線の成分としては、 α 線が大部分を占める。
- B 土壌中のウラン系列の天然放射性核種は、放射線被ばくの原因となる。
- C 日本人の体内に含まれる放射性核種を放射能[Bq]で比べると、カリウム40が最も多い。
- D ポロニウム210から放出される α 線は、食べ物による内部被ばくの原因となる。

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

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 TLDの素子を放射線照射することによって、励起電子が捕獲中心に捕えられる。
- B 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。
- C 固体飛跡検出器のプラスチック表面に放射線照射によって生じる傷を、熱処理により拡大して検出する。
- D フェーディング現象は、蛍光ガラス線量計の方がTLDよりも大きい。

1 ACDのみ 2 ABのみ 3 BCのみ 4 Dのみ 5 ABCDすべて

問 23 放射線業務従事者の個人線量計の使用方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 管理区域に立ち入る際は、放射線作業の有無にかかわらず装着する。
- B 背面側のみが照射されることが明らかな場合は、背面にも 1 個装着する。
- C 体幹部を覆う含鉛防護衣を男子が着用するときは、襟部と防護衣内側の胸部とに装着する。
- D 紛失防止のため、管理区域内の作業現場に保管する。

1 ABCのみ 2 ABのみ 3 ADのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問 24 放射線影響の線量率効果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 LET 放射線では、線量率が低くなると一般に生存率が低下する。
- B 低 LET 放射線では、線量率が低くなると一般に突然変異誘発率が低下する。
- C 高 LET 放射線では、一般に生物効果の線量率依存性が大きい。
- D 低 LET 放射線では、一般に急照射と緩照射で確定的影響の発生率は異なる。

1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとD 5 CとD

問 25 放射線による DNA 損傷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 DNA 損傷が修復されずに残ると、突然変異を誘発する可能性がある。
- B 塩基損傷を修復する過程でも、DNA 1 本鎖切断が生じる。
- C γ 線では、DNA 2 本鎖切断は DNA 1 本鎖切断よりも高頻度で生じる。
- D 塩基損傷は、DNA 複製を阻害する可能性がある。

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

問 26 γ 線による 50 mGy の急性全身被ばくに関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- 1 食欲不振がみられる。
- 2 下痢がみられる。
- 3 嘔吐がみられる。
- 4 リンパ球数の減少がみられる。
- 5 臨床的变化は観察されない。

問27 放射線被ばく後に働く生体防御の仕組み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 細胞周期の進行を一時停止させることで、損傷を持つDNAの複製や分配を防ぐ。
- B がんなど有害な影響を及ぼす可能性の高い細胞をアポトーシスによって除去する。
- C p53を活性化させ様々な遺伝子の発現を誘導することは、発がんの促進に繋がる。
- D 形質転換あるいはがん化した細胞に対して免疫システムが働く。

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

問28 突然変異および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 放射線によって誘発される突然変異の中には、化学物質によって誘発されるものと同じタイプのものがある。
- B 突然変異には、塩基置換が含まれる。
- C 放射線によって誘発される染色体異常は、次世代の細胞に受け継がれることはない。
- D 染色体異常には、構造上の異常だけでなく数の異常もある。

1 ABDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問29 内部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 時計の文字盤にラジウムを含む夜光塗料を塗るダイヤルペインターに甲状腺がんが多発した。
- B トロトラスト（トリウムを含む血管造影剤）の投与を受けた患者では、のちに肝がんの発生が増加した。
- C ウラン鉱山の作業者に肺がんの増加が認められたのは、ラドンとその子孫核種の吸入が原因と考えられる。
- D チェルノブイリ原子力発電所の事故の後に、周辺住民に甲状腺がんの増加が認められた。

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

問30 放射線発がんリスクに関する次の記述のうち適切と考えられるものの組合せはどれか。

- A 過剰相対リスクの値は、相対リスクの値から1を引いた値である。
- B 低線量・低線量率被ばくのリスク評価に、DDREF（線量・線量率効果係数）が用いられる。
- C 広島・長崎原爆被爆生存者の固形がんの過剰発生は、被ばく直後から始まった。
- D 2 Gy以下の線量域では、広島・長崎原爆被爆生存者に見られた白血病の過剰絶対リスクは直線モデルに適合すると考えられている。

- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとD 5 CとD

