

## 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 (7 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 カーマ —  $\text{J}\cdot\text{m}^{-2}$

B LET —  $\mu\text{m}\cdot\text{keV}^{-1}$

C 吸収線量 —  $\text{J}\cdot\text{kg}$

D 粒子フルエンス —  $\text{m}^{-2}$

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

**問 2** 次の核種と壊変系列のうち、正しいものの組合せはどれか。

A  $^{234}\text{Th}$  — ウラン系列

B  $^{230}\text{Th}$  — ネプツニウム系列

C  $^{232}\text{Th}$  — トリウム系列

D  $^{231}\text{Th}$  — アクチニウム系列

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

**問 3** 壊変に伴い放出される放射線について、エネルギーが線スペクトルを示すものの組合せは、次のうちどれか。

A  $\alpha$ 線    B  $\beta$ 線    C  $\gamma$ 線    D 内部転換電子    E 核分裂中性子

1 ABCのみ    2 ABEのみ    3 ACDのみ    4 BDEのみ    5 CDEのみ

**問 4** 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。最も近い値は、次のうちどれか。

1 6年    2 10年    3 12年    4 20年    5 30年

問5 コンプトン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  $\gamma$ 線の波長は、散乱前より長くなる。
- B 原子断面積は、光子エネルギーの増加とともに増加する。
- C コンプトン散乱後の $\gamma$ 線が、さらにコンプトン散乱を起こすことがある。
- D 原子断面積は、物質の原子番号にほぼ比例する。

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

問6  $\beta$ 線によ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 制動放射は、原子核のクーロン場との相互作用により起きる。
- B 制動放射線は、 $\beta$ 線によって励起された原子核から発生した光子である。
- C 制動放射線のエネルギーは、連続スペクトルを示す。
- D 制動放射線は、エネルギーの高い $\beta$ 線の方が発生しやすい。

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

問7 電子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 電子線のエネルギー損失は、主に原子核との相互作用により起きる。
- B 同じエネルギーの電子でも、物質が異なれば、到達する深さは異なる。
- C 衝突阻止能は、電子線のエネルギーが高いほど大きい。
- D 制動放射線は、プラスチックよりも鉄の方が発生しやすい。

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

問8 GM管式サーベイメータで計数率を測定したところ、12000 cpmであった。このサーベイメータの分解時間を100  $\mu$ sとすると、真の計数率(cpm)として最も近いものは、次のうちどれか。

1 12100      2 12250      3 12500      4 12750      5 13000

問9 Ge検出器による測定において、 $^{60}\text{Co}$ の $\gamma$ 線(1.333 MeV)に対する多重波高分析器のピーク位置が5000チャンネル、その半値幅が8.0チャンネルであったとき、この測定系のエネルギー分解能(keV)として、最も近い値は次のうちどれか。

1 0.16      2 0.21      3 2.1      4 8.0      5 11

問 10 比例計数管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 ハロゲンガスが用いられる。
- B ガス増幅は、主にイオンとガス分子との衝突により引き起こされる。
- C 得られるパルスの波高は、パルス電離箱よりも大きい。
- D 中性子計測に  $\text{BF}_3$  比例計数管が用いられる。

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

問 11 次の検出器のうち、蛍光作用を利用しているものの正しい組合せはどれか。

- A GM 計数管
- B 比例計数管
- C 半導体検出器
- D シンチレーション検出器

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

問 12 計数値の統計誤差(相対標準偏差)を5%以下にするために必要な最小の計数値として最も近い値は、次のうちどれか。

- 1 100            2 200            3 400            4 1000            5 2500

問 13  $^{137}\text{Cs}$  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、 $^{137}\text{Cs}$  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 14 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  $^{60}\text{Co}$     —    NaI(Tl) シンチレーション検出器
- B  $^{63}\text{Ni}$     —    CsI(Tl) シンチレーション検出器
- C  $^{137}\text{Cs}$     —    GM 計数管
- D  $^{192}\text{Ir}$     —     $^3\text{He}$  比例計数管

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

問 15  $^{60}\text{Co}$  線源の放射能、遮へい材、及び線源から線量率測定点までの距離を下に示した。測定点の線量率が高い順に並んでいるものは、次のうちどれか。なお、鉛 5 cm と鉛 10 cm に対する実効線量透過率は、それぞれ 0.0825 と 0.0048 とする。

	<放射能 (MBq)>	<遮へい材>	<距離 (m)>
A	100	なし	4
B	200	鉛 5 cm	1
C	400	鉛 10 cm	0.5

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

問 16 鉄の質量減弱係数が  $0.060 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$  のとき、線減弱係数 ( $\text{cm}^{-1}$ ) として最も近い値は、次のうちどれか。なお、鉄の密度は  $7.9 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  とする。

- 1 0.0038      2 0.0076      3 0.060      4 0.47      5 0.95

問 17 透過型厚さ計に用いられている密封線源について、測定可能な検体の厚さが、厚い順に並んでいるものは、次のうちどれか。

- 1  $^{147}\text{Pm}$  >  $^{90}\text{Sr}$  >  $^{137}\text{Cs}$   
 2  $^{137}\text{Cs}$  >  $^{90}\text{Sr}$  >  $^{147}\text{Pm}$   
 3  $^{137}\text{Cs}$  >  $^{147}\text{Pm}$  >  $^{90}\text{Sr}$   
 4  $^{90}\text{Sr}$  >  $^{147}\text{Pm}$  >  $^{137}\text{Cs}$   
 5  $^{147}\text{Pm}$  >  $^{137}\text{Cs}$  >  $^{90}\text{Sr}$

問 18 放射線の医学的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線撮影で造影剤を用いるのは、X線が造影剤を透過しやすい性質を利用している。  
 B X線 CT では、標的組織・臓器の X線減弱係数値をコンピュータ処理し、画像化する。  
 C ガンマナイフによる治療は、 $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  線を病巣部に集中照射する方法である。  
 D PET 診断では、ポジトロンが電子と結合して消滅する際に発生する、一対の消滅放射線を利用している。

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

問 19 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大きいものはどれか。

- 1  ${}^3\text{H}$                       2  ${}^{14}\text{C}$                       3  ${}^{63}\text{Ni}$                       4  ${}^{147}\text{Pm}$                       5  ${}^{192}\text{Ir}$

問 20 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 熱ルミネセンス線量計は、読み取り後に記録が消失し、再読み取りができない。
- B 蛍光ガラス線量計では、β線の測定はできない。
- C OSL線量計は、温度、湿度の影響が小さい。
- D OSL線量計は、フィルムバッジに比べてフェーディング効果が小さい。

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

問 21 次の個人被ばく線量計のうち、作業中の被ばく線量の値を直読できるものの組合せはどれか。

- A OSL線量計
- B 熱ルミネセンス線量計
- C 蛍光ガラス線量計
- D 半導体式ポケット線量計

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

問 22 個人被ばく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 放射線作業を行わないときは、管理区域に立入る際も個人被ばく線量計を装着しなかった。
- B 背面側のみが照射されることが明らかなので、背面にも1個装着した。
- C 体幹部を覆う含鉛防護衣を着用したとき、襟部と防護衣内側の胸部とに装着した。
- D 管理区域の中に保管した。

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

問 23 細胞の放射線感受性の細胞周期依存性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 M期では、放射線感受性が低い。
- B  $G_1$ 期後期からS期初期にかけては、放射線感受性が高い。
- C S期では、細胞周期が進行するにつれて、放射線感受性が変化する。
- D S期後期から $G_2$ 期にかけては、放射線感受性が高い。

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

問 24 物理的半減期が 60 日、生物学的半減期が 120 日である核種の有効半減期は、次のうちどれか。

- 1 10 日                      2 20 日                      3 40 日                      4 60 日                      5 180 日

問 25 放射線の全身被ばくによる次の記述のうち、腸管死について誤っているものの組合せはどれか。

- A 腸管死は線量に比例して死亡までの時間が短くなる。
- B 腸管死はクリプト幹細胞の死が原因である。
- C 腸管死は早期障害である。
- D 腸管死は確定的影響である。
- E 腸管死の線量域では骨髄障害は軽微である。

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

問 26 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 受精後 8～25 週の時期の被ばくでは、精神遅滞の誘発が見られる。
- B 高線量率被ばくと比較して、低線量率被ばくでは奇形の発生が増加する。
- C 奇形の誘発には、しきい線量がある。
- D 受精後 26 週以後の被ばくでは、小頭症の誘発が見られる。
- E 着床前期の被ばくでは、奇形の誘発が見られる。

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

問 27  $\gamma$ 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 臨床的变化は観察されない。
- 2 脱毛が観察される。
- 3 放射線宿酔が観察される。
- 4 一時的不妊が観察される。
- 5 リンパ球数の一時的減少が観察される。

問 28 次の放射線障害のうち、確定的影響を A 欄に、確率的影響を B 欄に記載してあるものはどれか。

	<A>	<B>
1	皮膚がん	肺がん
2	再生不良性貧血	水晶体混濁
3	皮膚紅斑 <sup>はん</sup>	皮膚萎縮 <sup>い</sup>
4	骨肉腫 <sup>しゅ</sup>	永久不妊
5	造血機能不全	白血病

問 29 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 身体的影響はすべて被ばく直後の急性障害として現れる。
  - B 悪性腫瘍<sup>しゅよう</sup>の発生は身体的影響である。
  - C 放射線により誘発される悪性腫瘍<sup>しゅよう</sup>の悪性度は線量によらない。
  - D 被ばく線量に応じて重篤度の増す障害は確率的影響とみなされる。
- 1 AとB      2 AとC      3 BとC      4 BとD      5 CとD

問 30 自然放射線被ばくへの寄与の大きい順に並んでいるのは、次のうちどれか。

- A 宇宙放射線により生成される  $^{14}\text{C}$
  - B 食品から摂取される  $^{40}\text{K}$
  - C 空気中に存在する  $^{222}\text{Rn}$  とその娘核種
- 1  $A > B > C$       2  $A > C > B$       3  $B > A > C$       4  $C > A > B$       5  $C > B > A$