

第 59 回

原子炉主任技術者試験（筆記試験）

放射線測定及び放射線障害の防止

6問中5問を選択して解答すること。（各問20点：100点満点）

（注意）（イ）解答用紙には、問題番号のみを付して解答すること。

（問題を写し取る必要はない。）

（ロ）1問題ごとに1枚の解答用紙を使用すること。

平成 29 年 3 月 17 日

第1問 次の用語について簡潔に説明せよ。

- (1) 照射線量
- (2) 空気カーマ
- (3) 臓器・組織の等価線量
- (4) 1センチメートル線量当量
- (5) 個人線量当量

第2問 管理区域内の作業室床面に広範囲にわたる ^{137}Cs による遊離性汚染を発見した。以下の問いに答えよ。

- (1) GM 計数管式表面汚染検査用サーベイメータでスミヤろ紙($\phi 25\text{mm}$)を測定したところ、 $8,000\text{min}^{-1}$ であった。GM 計数管の有効窓面積を 20cm^2 、バックグラウンド計数率 100min^{-1} 、スミヤろ紙のふき取り効率 0.1、機器効率 0.4、線源効率 0.5、ふき取り面積 100cm^2 、としたときの床面の表面汚染密度(Bq/cm^2)を計算過程を示して答えよ。ただし、答えは有効数字 2 桁とし、3 桁目を四捨五入すること。なお、数え落としの補正は必要としない。
- (2) 管理区域の人が常時立ち入る場所において、法令に定める表面密度限度を超えるような予期しない汚染が広範囲にわたって発生した場合に直ちに講ずべき放射線防護上の措置を 3 つ挙げて簡潔に説明せよ。また、この汚染した室内を除染するとしたとき、除染作業者に着用させる必要な保護具を 3 つ挙げその理由を述べよ。

第3問 次の(1)～(5)の問いについて、①から⑤までの五つの選択肢のうち、適切な答えを一つだけ選べ。

(1) 放射線の測定に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- ① 高純度 Ge 半導体検出器は常温で使用できることから緊急時の測定に適している。
- ② NaI(Tl)、CsI(Tl)結晶によるシンチレーション検出器はβ線に対する感度がよい。
- ③ γ線の測定には、蛍光体として ZnS(Ag)を用いたシンチレーション検出器が使われる。
- ④ Ge 半導体検出器はエネルギー分解能が低いので、γ線を放出する核種の検出定量に使用される。
- ⑤ 液体シンチレーション計数装置により ^3H 、 ^{14}C の分別定量が容易に測定できる。

(2) コンプトン散乱の次の記述で正しいものはどれか。

- ① コンプトン散乱は光子と電子の弾性散乱である。
- ② コンプトン散乱の前後でエネルギーと運動量は保存されない。
- ③ 光子のエネルギーが高いと前方散乱が少ない。
- ④ 光電効果の寄与とコンプトン散乱の寄与が等価になるのはおよそ 4MeV である。
- ⑤ コンプトン散乱は光子が物質にあたって電子のみが飛び出す現象である。

(3) 次の核種の親和性臓器として誤っている組み合わせはどれか。

- A ^{131}I … 甲状腺
- B ^{60}Co … 全身
- C ^{239}Pu … 骨、肝臓
- D ^{137}Cs … 骨

- ① AとB ② AとC ③ BとC ④ BとD ⑤ AとD

(4) 次の検出器とその説明が正しいものの組み合わせはどれか。

- A パルス電離箱 … 電離箱内の電離をパルスとして測り荷電粒子のエネルギーを決められる。
- B 比例計数管 … 気体増幅により計数管内の電離の量に比例したパルス波高からエネルギー測定ができる。
- C GM 計数管 … 計数管内のパルスの大きさからエネルギー測定ができる。
- D シンチレーション計数管 … シンチレータ内で発生したパルスの大きさは一定なので放射線のエネルギーは決められない。

- ① AとB ② AとC ③ BとC ④ BとD ⑤ CとD

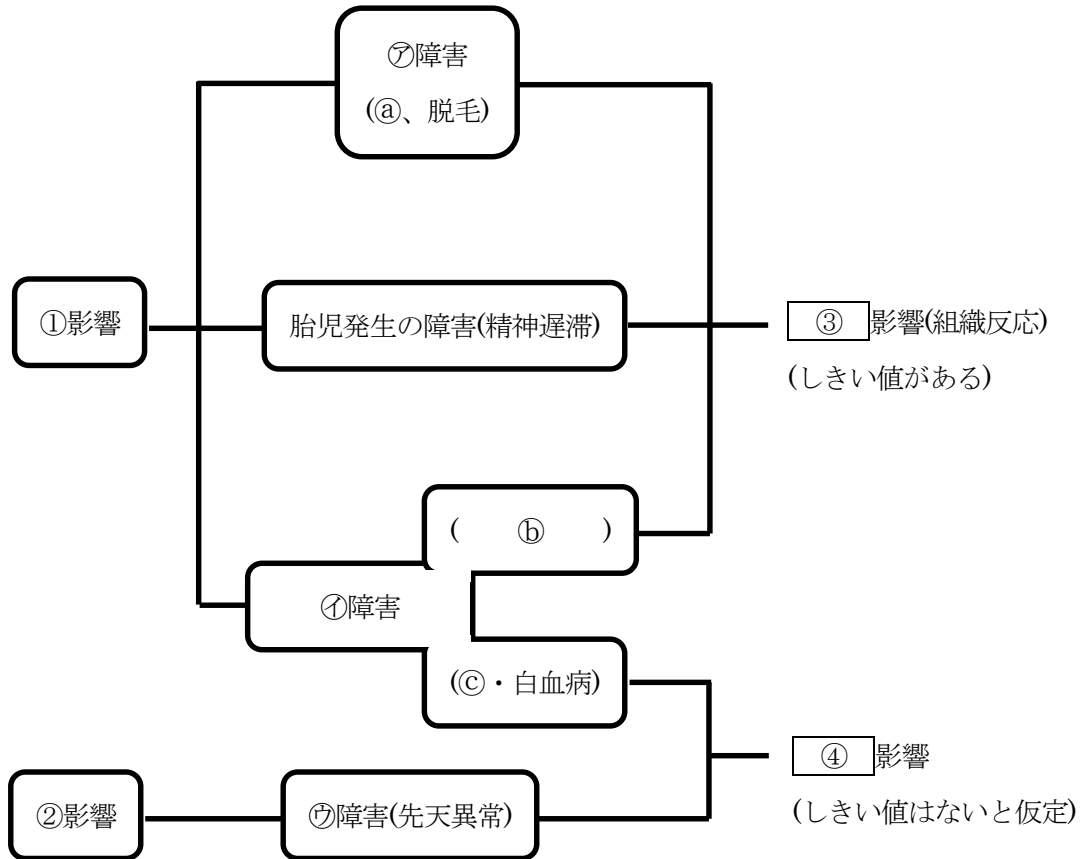
- (5) 0.37GBq の $^{99\text{m}}\text{Tc}$ (半減期 6 時間)を購入した。2.5 日後の放射能(Bq)の値に最も近いのは、次のうちどれか。
- ① 2.5×10^6 ② 7.2×10^7 ③ 3.7×10^5 ④ 9.4×10^7 ⑤ 3.7×10^{11}

第4問 $3.70\times 10^{10}\text{Bq}$ の ^{60}Co 点状密封線源について、次の(1)~(5)の値を計算の過程と共に記せ。
ただし、 ^{60}Co は一壊変において 1.17MeV と 1.33MeV のエネルギーの γ 線をそれぞれ 100%の割合で放出するものとし、どちらの γ 線も空気の質量エネルギー吸収係数は $0.00268\text{m}^2\text{kg}^{-1}$ とする。また、空気カーマから実効線量への換算係数は $0.74(\text{Sv}/\text{Gy})$ 、空気の W 値は 34.0eV 、 $1\text{MeV}=1.60\times 10^{-13}\text{J}$ 、鉛の半価層は 1.0cm とする。

- (1) 線源から 1m の位置における粒子フルエンス率 [$\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$]
- (2) 線源から 1m の位置におけるエネルギーフルエンス率 [$\text{J m}^{-2}\text{s}^{-1}$]
- (3) 線源から 1m の位置における空気カーマ率 [Gy s^{-1}]
- (4) 厚さ 1cm の鉛で覆った線源から 1m の位置における実効線量率 [Sv s^{-1}]
- (5) 厚さ 3cm の鉛で覆った線源から 3m 離れて 5 分間作業した時に受ける実効線量 [Sv]

第5問 放射線の人体への影響を示す下記の図中の①～④、㉞～㉟、㉠～㉡に入れるべき最も適切な語句を下欄の各回答群から選択し、対応する番号等と共に記せ。

〔解答例〕 ㉠－東京、㉡－京都、㉢－大阪



出典：原子力・エネルギー図面集 2016

【影響：①～④】

・確定的 ・遺伝性 ・確率的 ・身体的

【障害：㉞～㉟】

・遺伝性 ・急性 ・晩発

【発生する症状：㉠～㉡】

・白内障 ・がん ・紅斑

第6問 次の問いに答えよ。

- (1) 国際放射線防護委員会(ICRP)の基本勧告で示されている放射線防護の目的として、確率的影響と確定的影響とを制御するために取られている考え方を簡潔に説明せよ。
- (2) 国際放射線防護委員会(ICRP)は放射線防護の目的を達成するために、放射線防護体系に、正当化、最適化、線量限度という「三原則」を導入することを勧告している。この三原則のうち、正当化、最適化のそれぞれについて、簡潔に説明せよ。
- (3) 放射線業務従事者に対する線量限度については、実効線量の他に眼の水晶体、手先及び足先の等価線量に適用している。その理由を簡潔に説明せよ。