

(ガンマ線による透過写真の撮影の作業に関する知識)

問 1 ガンマ線透過写真撮影作業における外部被ばくの防護に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 夜間作業は、環境や人的状況からの注意不足をまねき、思わぬ被ばくにつながるおそれがあるのでできるだけ避けること。
- (2) ガンマ線は、線源からの距離の自乗に逆比例して弱くなるので、線源と人体の距離をできるだけ大きくすること。
- (3) 作業能率を優先するのではなく、作業を合理的に行い、不必要な放射線に被ばくすることをできるだけ避けること。
- (4) 被ばく線量は、被ばく時間の自乗に比例して増加するので、被ばく時間をできるだけ短くすること。
- (5) 線源と人体の間に遮へい物を置くと効果的であるが、遮へい物の効果は、遮へい物の材質と厚さによって異なることに留意すること。

問 2 放射線等の単位に関し、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) Gyは、エックス線とガンマ線のみ用いられる吸収線量の単位である。
- (2) 照射線量の単位にはC/kgが用いられ、1C/kgは、エックス線又はガンマ線の照射を受けた1kgの空气中に生じた正(又は負)のイオンの総電荷が1Cであるときの線量をいう。
- (3) Svは、放射線防護のために用いられる等価線量、実効線量などの単位である。
- (4) eVはエネルギーの単位で、1eVは真空中の電子が1Vの電位差で加速されて得るエネルギーをいう。
- (5) 放射能の単位にはBqが用いられ、1Bqは、1秒間に1個の割合で原子核が崩壊することを意味している。

問 3 シンチレーション式サーベイメーターの特徴として、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) GM管式サーベイメーターよりエネルギー特性は劣る。
- (2) 100keV以下のガンマ線の測定には不向きである。
- (3) 数え落しが多い。
- (4) 放射された蛍光を、光電子増倍管でパルス電流に変換している。
- (5) シンチレータの種類によって、ガンマ線のほか、アルファ線やベータ線も測定できる。

問 4 放射線検出器(線量計)の検出原理に関する次のAからDまでの記述について、正しいものの組合せは(1)~(5)のうちどれか。

- A 比例計数管の検出原理は気体の電離作用である。
- B 半導体検出器の検出原理は蛍光作用である。
- C フィルムバッジの検出原理は写真作用である。
- D 熱ルミネッセンス線量計の検出原理は化学反応である。

- (1) A, B
- (2) A, C
- (3) B, C
- (4) B, D
- (5) C, D

問 5 熱ルミネッセンス線量計の特徴として、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) 一度読み取りを行った場合、再度の読み取りは不可能である。
- (2) アニールングすれば、繰り返し使用することができる。
- (3) 線量読み取り装置を定期的に校正しておく必要がある。
- (4) 最低検出線量は、フィルムバッジより大きい。
- (5) 線量当量とルミネッセンス量との比例性がよい。

問 6 管理区域設定のための外部放射線の測定に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 測定箇所については、壁等の構造物によって区切られた境界の近辺の箇所を含むこと。
- (2) 測定結果は、バックグラウンド値を差し引いた値とすること。
- (3) 測定を行ったときは、測定日時、測定方法等について記録すること。
- (4) 測定器は、方向依存性が少ないものであること。
- (5) 測定点の高さは、作業床面上約30cmの位置とすること。

問 7 固定された位置に ^{192}Ir の点状線源を置いて、一定の方向に 1 回平均 3 分間の照射を 1 週間につき 80 回実施する場合、照射方向における線源から管理区域の境界までの距離として、最も短いものは次のうちどれか。

ただし、線源から照射方向に 5 m の距離に設けた遮へい物による減衰率を 0.6、線源から 1 m の距離における照射時の 1 cm 線量当量率は 2.6 mSv/h とし、線源容器等からの散乱線等の影響は無視するものとする。また、3 月は 13 週とする。

- (1) 20 m
- (2) 25 m
- (3) 30 m
- (4) 35 m
- (5) 40 m

問 9 370 GBq の ^{60}Co 線源から 5 m の距離での 1 cm 線量当量率の概算値は次のうちどれか。ただし、 ^{60}Co の 1 cm 線量当量率定数は、 $0.354 \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{MBq}\cdot\text{h})$ とし、散乱線は無いものとする。

- (1) 2.6 mSv/h
- (2) 5.2 mSv/h
- (3) 13 mSv/h
- (4) 26 mSv/h
- (5) 42 mSv/h

問 8 あるガンマ線照射装置のガンマ線の空気カーマ率が、ガンマ線源から 1 m 離れた点で、 $240 \mu\text{Gy}/\text{h}$ であった。このガンマ線照射装置を用い、照射条件を変えないで、厚さ 1 mm の鋼板と厚さ 16 mm のアルミニウム板にそれぞれ別々に照射したところ、これを透過したガンマ線の空気カーマ率は、同じ測定点で、いずれも $60 \mu\text{Gy}/\text{h}$ であった。

照射条件を変えないで、厚さ 1.5 mm の鋼板と厚さ 8 mm のアルミニウム板を重ね合わせ 9.5 mm とし、これを照射したとき、同じ測定点における透過後のガンマ線の空気カーマ率は次のうちどれか。

ただし、ガンマ線は細い線束とし、鋼板及びアルミニウム板を透過した後の実効エネルギーは、透過前と変わらないものとする。

- (1) $15 \mu\text{Gy}/\text{h}$
- (2) $30 \mu\text{Gy}/\text{h}$
- (3) $45 \mu\text{Gy}/\text{h}$
- (4) $60 \mu\text{Gy}/\text{h}$
- (5) $75 \mu\text{Gy}/\text{h}$

問 10 事故に対する処置等に関し、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) 事故処理の責任者には、多数の者を指名し、関係者が必ず連絡できる体制にしておく。
- (2) 放射線作業に伴う各種の事故を想定し、日ごろから訓練しておく。
- (3) 人命及び身体の安全を第一とし、物損は第二とする。
- (4) 事故が発生したときは、第一発見者は、付近にいる者、事故現場の責任者、放射線管理の責任者に速やかに通報する。
- (5) 事故発生時は、放射線被ばくを抑えるための応急の措置をとる。

(関係法令)

問 1 1 製造業の事業場における安全衛生管理体制に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 常時 300 人以上の労働者を使用する事業場では、総括安全衛生管理者を選任しなければならない。
- (2) 常時 50 人以上の労働者を使用する事業場では、安全管理者を選任しなければならない。
- (3) 常時 50 人以上の労働者を使用する事業場では、第二種衛生管理者免許を受けた者のうちから衛生管理者を選任しなければならない。
- (4) 常時 50 人以上の労働者を使用する事業場では、産業医を選任しなければならない。
- (5) 常時 10 人以上 50 人未満の労働者を使用する事業場では、安全衛生推進者を選任しなければならない。

問 1 3 緊急作業時における被ばく限度に関する次の文中の 内の A から C に入れる数値として、正しいものの組合せは (1) ~ (5) のうちどれか。

「緊急作業に従事する間に受ける男性の線量は、実効線量については A mSv、眼の水晶体に受ける等価線量については B mSv、皮膚に受ける等価線量については C Sv を超えないようにしなければならない。」

- | | A | B | C |
|-----|-----|------|---|
| (1) | 100 | 300 | 1 |
| (2) | 100 | 500 | 1 |
| (3) | 100 | 500 | 5 |
| (4) | 300 | 500 | 5 |
| (5) | 300 | 1000 | 5 |

問 1 2 次の文中の 内の A から C に入れる数値として、正しいものの組合せは (1) ~ (5) のうちどれか。

「放射線装置室については、労働者が常時立ち入る場所における外部放射線による実効線量と空気中の放射性物質による実効線量との合計を 1 週間につき A mSv 以下としなければならない。

また、ガンマ線照射装置を放射線装置室以外の場所で使用するとき、放射線源及び被照射体から B m 以内の場所は原則として立入禁止区域としなければならない。

なお、放射線源が線源容器から脱落する事故が発生したときは、その事故によって受ける実効線量が C mSv を超えるおそれのある区域から直ちに労働者を退避させなければならない。」

- | | A | B | C |
|-----|---|----|----|
| (1) | 1 | 5 | 10 |
| (2) | 1 | 5 | 15 |
| (3) | 1 | 10 | 15 |
| (4) | 3 | 5 | 10 |
| (5) | 3 | 10 | 10 |

問 1 4 線量の測定結果の確認、記録等に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 1 日における外部被ばくによる 1 cm 線量当量が 1 mSv を超えるおそれのある労働者については、線量の測定結果を毎日確認しなければならない。
- (2) 男性の放射線業務従事者の実効線量については、原則として 3 月ごと、1 年ごと及び 5 年ごとの合計を算定し、記録しなければならない。
- (3) 放射線業務従事者の人体の組織別の等価線量については、6 月ごと及び 1 年ごとの合計を算定し、記録しなければならない。
- (4) 放射線業務従事者についての線量の算定結果の記録は、原則として 30 年間保存しなければならない。
- (5) 放射線業務従事者について記録した線量は、遅滞なく、各人に知らせなければならない。

問 1 5 男性の放射線業務従事者が管理区域内で受ける外部被ばくによる線量を測定するための放射線測定器の装着部位として、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 最も多く放射線にさらされるおそれのある部位が胸・上腕部であり、次に多い部位が頭・頸部である場合
..... 胸部のみ
- (2) 最も多く放射線にさらされるおそれのある部位が腹・大腿部であり、次に多い部位が胸・上腕部である場合
..... 腹・大腿部及び胸部
- (3) 最も多く放射線にさらされるおそれのある部位が頭・頸部であり、次に多い部位が手指である場合
..... 頭・頸部及び胸部
- (4) 最も多く放射線にさらされるおそれのある部位が頭・頸部であり、次に多い部位が腹・大腿部である場合
..... 頭・頸部及び腹・大腿部
- (5) 最も多く放射線にさらされるおそれのある部位が手指であり、次に多い部位が胸・上腕部である場合
..... 手指及び胸部

問 1 6 放射線源送出し装置及び自動警報装置を有する透過写真撮影用ガンマ線照射装置について、放射線源を交換したときに実施が義務づけられている点検事項に該当しないものは次のうちどれか。

- (1) 線源容器のシャッター及びこれを開閉するための装置の異常の有無
- (2) 自動警報装置の異常の有無
- (3) 線源容器のしゃへい能力の異常の有無
- (4) 放射線源送出し装置の異常の有無
- (5) 放射線源のホルダーの固定装置の異常の有無

問 1 7 ガンマ線透過写真撮影作業主任者の職務として、電離放射線障害防止規則に規定されていないものは次のうちどれか。

- (1) 伝送管の移動及び放射線源の取出しが適切に行われているかどうかについて確認すること。
- (2) 放射線業務従事者の受ける線量ができるだけ少なくなるように照射条件等を調整すること。
- (3) 作業中、放射線測定器を用いて放射線源の位置、遮へいの状況等について点検すること。
- (4) 作業の開始前に、放射線源送出し装置又は放射線源の位置を調整する遠隔操作装置の機能を点検すること。
- (5) 1月以内ごとに1回、定期的に、放射線源のホルダーの固定装置の異常の有無について検査すること。

問 1 8 ガンマ線透過写真撮影を行う作業場における作業環境測定に関し、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) 測定は、外部放射線による線量当量率又は線量当量について行わなければならない。
- (2) 測定は、当該作業場のうち立入禁止区域として標識により明示された区域について行わなければならない。
- (3) 3.7 GBq以下のガンマ線源を装備しているガンマ線照射装置を使用するときは、6月以内ごとに1回、定期的に測定を実施しなければならない。
- (4) 放射線測定器を用いて測定することが著しく困難なときは、計算によって算出することができる。
- (5) 測定の結果の記録は、5年間保存しなければならない。

問 1 9 電離放射線健康診断に関し、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) 電離放射線健康診断の項目のうち、「被ばく歴の有無の調査及びその評価」については、いかなる場合も省略することができない。
- (2) 放射線業務に常時従事する労働者で、管理区域に立ち入らない者に対しては、電離放射線健康診断を行う必要はない。
- (3) 放射線業務に従事しない労働者で、管理区域に一時的に立ち入る者に対しては、電離放射線健康診断を行う必要はない。
- (4) 短期間雇用の労働者で、放射線業務に常時従事し、管理区域に立ち入る者に対しては、雇入れ時の電離放射線健康診断を省略することができる。
- (5) 電離放射線健康診断の結果に基づき、電離放射線健康診断個人票を作成し、原則として30年間保存しなければならない。

問 2 0 ガンマ線照射装置構造規格により、線源容器の見やすい箇所に表示すべき事項とされていないものは次のうちどれか。

- (1) 製造者名及び製造年月
- (2) 半径2.5 cm以上の放射能標識
- (3) 「放射性同位元素」の文字
- (4) 線源容器に収納してある放射性同位元素の名称及びその数量
- (5) 最大の数量の放射性同位元素を線源容器に収納した場合の放射線源から1 mの距離における最大の空気カーマ率

受験番号	
------	--

(ガンマ線照射装置に関する知識)

- 問 1 透過写真撮影用ガンマ線照射装置(携帯式)について、エックス線装置(携帯式)と比較した場合の特徴として、誤っているものは次のうちどれか。
- (1) 撮影時間は比較的短い。
 - (2) 照射範囲は、パノラマ撮影が可能なものもある。
 - (3) 狭い場所でも使用できる。
 - (4) 解像度は比較的劣る。
 - (5) 線源の種類に応じ、撮影可能な鋼板等の厚さに下限がある。
- 問 2 線源送り出し方式の透過写真撮影用ガンマ線照射装置に関し、次のうち正しいものはどれか。
- (1) 線源容器の中心部にガンマ線源が固定されている。
 - (2) 円錐状の限られた角度しか撮影できない。
 - (3) 線源容器から離れた高所やパイプの中では、撮影できない。
 - (4) ガンマ線が不必要な方向に照射されるおそれがない。
 - (5) 遠隔操作が行える。
- 問 3 ガンマ線照射装置の線源容器に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。
- (1) 線源容器は、線源を収納する容器で、ガンマ線を遮へいして漏れ線量率を少なくする。
 - (2) 線源容器は、一般に輸送容器も兼ねている。
 - (3) シャッターが設けられているガンマ線照射装置には、開閉の状態を安全に確認できる装置が備えられている。
 - (4) 線源容器には、迷路が設けられているものもある。
 - (5) 線源容器の材料は、主として、鉛とステンレス鋼が使用される。
- 問 4 透過写真撮影用ガンマ線源の核種 ^{192}Ir に関し、次のうち誤っているものはどれか。
- (1) 半減期は、約74日である。
 - (2) 放射されるガンマ線のエネルギーは ^{60}Co に比べて高い。
 - (3) 壊変を行う放射性核種である。
 - (4) 金属イリジウムを原子炉内で放射化して製造される。
 - (5) ステンレス鋼製のカプセルに溶接密封されている。
- 問 5 同位体(アイソトープ)に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。
- (1) 陽子数は異なる。
 - (2) 質量数は異なる。
 - (3) 原子の電子配置が同じである。
 - (4) 化学的性質はほぼ同じである。
 - (5) 安定な同位体と不安定な放射性同位体とがある。
- 問 6 ある核種の放射能が20年で1/1000に減衰した。この核種のおよその半減期は次のうちどれか。
- (1) 1年
 - (2) 2年
 - (3) 3年
 - (4) 4年
 - (5) 5年

問 7 ガンマ線と物質との相互作用及びガンマ線の減弱に関し、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) 光電効果は、物質の原子番号が大きいほど生じやすい。
- (2) コンプトン散乱の結果、ガンマ線のエネルギーは減少し、波長が長くなる。
- (3) ガンマ線が、1.02 MeV以上のエネルギーを持っていないと、電子対生成は生じない。
- (4) ガンマ線は、光電効果やコンプトン効果により、原子を直接的に電離するので、直接電離放射線とよばれる。
- (5) 細い線束のガンマ線の半価層の値は、ガンマ線のエネルギーや透過する物質の種類によって異なる。

問 9 太い線束のガンマ線の再生係数に関し、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) 線束の広がりに応じて異なる値をとる。
- (2) ガンマ線源の放射能の量に応じて異なる値をとる。
- (3) 吸収体の物質の種類に応じて異なる値をとる。
- (4) 吸収体の厚さに応じて異なる値をとる。
- (5) 再生係数は1より大きい。

問 8 線源送り出し方式の透過写真撮影用ガンマ線照射装置の取り扱いに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 出庫時には、シャッターや線源脱落防止装置などの異常の有無を点検するとともに、放射線測定器を用いて装置の漏れ線量率を測定する。
- (2) 照射装置の運搬時には、線源容器、伝送管、操作器などを輸送容器の所定の位置に収納し、輸送容器には鍵をかける。
- (3) 作業前に伝送管を設置するときは、途中の伝送管を小さな輪の状態に曲げて、引張力がかかってもよい状態にする。
- (4) 作業終了時には、伝送管や操作管などを取り外して運搬容器に格納する前に、線源の確実な収納等について点検を行う。
- (5) 保管に際しては、線源がガンマ線照射装置に格納されていることを確認するとともに、保管する施設の境界における漏れ線量率も測定して異常のないことを確認する。

問 10 線源送り出し方式の透過写真撮影用ガンマ線照射装置の付属装置等に関し、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) 警報装置は、照射装置のシャッターが開かれたときや線源が所定の位置から移動したときに、その状態を周知させるための装置である。
- (2) 操作器は、一般には線源容器と一緒に移動して使用するが、制御室に設置して操作するものもある。
- (3) 伝送管は、鋼やリン青銅の線を螺旋状に巻いたフレキシブルな管で、線源容器と操作器とを接続するものである。
- (4) コリメーターは、伝送管の先端に取り付けて利用線錐の大きさを制限するとともに、利用線錐以外のガンマ線を減弱させるものである。
- (5) 線源脱落防止装置は、線源ホルダーを線源容器に格納したときに線源ホルダーを固定するものである。

(この科目が免除されている方は、解答しないで下さい。)

(ガンマ線の生体に与える影響に関する知識)

問 1 1 直接作用と間接作用及び放射線効果の修飾要因に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 直接作用とは、放射線が生体の細胞内高分子に電離あるいは励起によって直接作用して障害を起こすことをいう。
- (2) 間接作用とは、放射線が生体中の水分子に作用して種々のフリーラジカルが生じ、このフリーラジカルが細胞内高分子に作用して障害を起こすことをいう。
- (3) 生体の DNA 分子は、直接作用によって損傷を受けるが、間接作用によっては損傷を受けない。
- (4) 生体中にシステインなどの S H 化合物が存在すると、放射線の影響が減じられる。
- (5) 生体中に存在する酸素の分圧が高くなると、放射線の影響が強くなる。

問 1 2 ベルゴニー・トリボンドーの法則に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) この法則によれば、形態及び機能において分化が進んだものほど、感受性が高い。
- (2) この法則によれば、細胞分裂の頻度の高いものほど、感受性が高い。
- (3) この法則によれば、将来行う細胞分裂の回数が多いものほど、感受性が高い。
- (4) 皮膚の基底細胞層は角質層より放射線感受性が高いことは、この法則により説明される。
- (5) 骨の放射線感受性は成人では低いが胎児や小児では比較的高いことは、この法則により説明される。

問 1 3 確定的影響に関する説明として、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 白内障、皮膚の紅斑、脱毛はこれに分類される。
- (2) しきい値がある。
- (3) 障害の重症度は、被ばく量に依存する。
- (4) 影響の評価は、実効線量により行う。
- (5) 線量 - 効果関係は、シグモイド曲線で示される。

問 1 4 体内被ばくに関し、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) 万一、ガンマ線源が破損しその中の放射性物質がこぼれ出た場合は、体内被ばくを受ける危険がある。
- (2) 放射性物質が体内に摂取される経路は、大別して経口、吸入、皮膚の3つである。
- (3) 物理学的半減期と生物学的半減期から求められる実効半減期が長い放射性物質は、危険性が高い。
- (4) 核種 ^{60}Co は、肝臓や脾臓に蓄積しやすい。
- (5) 骨に蓄積した放射性物質は、骨髄被ばくによって神経障害を引き起こす。

問 1 5 放射線による影響の修復と回復に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 被ばくにより DNA が多少損傷を受けても、その多くは酵素の働きにより修復が行われる。
- (2) DNA の修復が不完全で、計画的な細胞死の機能も働かない場合は、がん細胞になる可能性がある。
- (3) 一般に、同一の線量を 1 回で被ばくするのと、何回かに分けて間隔をおいて被ばくするのとでは、分割して被ばくする方が影響が大きい。
- (4) 一般に、同じ線量を被ばくするとき、高い線量率で短時間被ばくする方が、低い線量率で長時間被ばくするより、影響が大きい。
- (5) ごく低線量率で長時間被ばくの場合は、現れた放射線影響が被ばく時間中に回復することもある。

問 1 6 造血組織の放射線障害に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 造血組織は、生体中で放射線感受性が最も高いグループに分類される。
- (2) 血小板は、末梢血液の中で最も寿命が長く、被ばく後、数週間は減少しない。
- (3) リンパ球は、被ばく後、末梢血液の中で最も早く減少する。
- (4) 赤血球は、被ばく後、数日間は減少しない。
- (5) 白血病は、造血組織の細胞ががん化したものである。

問 1 7 放射線による身体的影響の潜伏期に関する次の A から D までの記述について、正しいものの組合せは(1)~(5)のうちどれか。

- A 眼の被ばくで起こる白内障は、潜伏期が平均約 2~3 月程度であり、急性影響に分類される。
- B 急性影響の潜伏期の長さには、被ばくした組織の幹細胞が成熟するまでの時間と成熟した細胞の寿命が関係する。
- C 晩発性影響である発がんのうち、白血病は、一般にその他のがんに比べ潜伏期が短い。
- D 放射線による皮膚障害のうち、脱毛は、潜伏期が約 1 年程度であり、晩発性影響に分類される。

- (1) A, B
- (2) A, C
- (3) B, C
- (4) B, D
- (5) C, D

問 1 8 放射線による遺伝的影響に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 遺伝的影響は、男女いずれの場合でも、その生殖器官が被ばくし、生殖細胞が突然変異を起こしたときに生じる可能性がある。
- (2) 放射線による突然変異には、遺伝子突然変異と染色体異常とがある。
- (3) 生殖年齢以前の者が被ばくしても、遺伝的影響が生じることはない。
- (4) 遺伝的影響は、確率的影響である。
- (5) 遺伝的影響は、次世代だけでなく、それ以降の世代にも現れる可能性がある。

問 1 9 放射線業務従事者である女性の被ばく限度は、男性より厳しいものとなっているが、その理由は、次のうちどれか。

- (1) 女性は男性よりがんにかかりやすい。
- (2) 卵子は精子にくらべて、放射線感受性は高い。
- (3) 女性が被ばくしたときの方が遺伝的影響が起こりやすい。
- (4) 女性は男性より体力的に弱い。
- (5) 胎児の放射線感受性は非常に高い。

問 2 0 組織荷重係数に関する次の A から D までの記述について、正しいものの組合せは(1)~(5)のうちどれか。

- A 組織荷重係数は、各臓器・組織の確定的影響のリスクに基づいて定められている。
- B 組織荷重係数は、どの組織・臓器においても 1 より小さい。
- C 組織荷重係数が最も大きい組織・臓器は、生殖腺である。
- D 被ばくした組織・臓器の平均吸収線量に組織荷重係数を乗ずることにより、等価線量を得ることができる。

- (1) A, B
- (2) A, C
- (3) B, C
- (4) B, D
- (5) C, D