

(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 ガンマ線源に対す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) 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。
- (2) 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。
- (3) 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。
- (4) 「線源と人体の距離を大きくする。」「線源と人体の間に遮へい物を置く。」「被ばく時間を短くする。」という3原則を適切に組合せて、効果的な措置を講じること。
- (5) 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さげること。

問 3 次の放射線検出器のうち、パルス計数を行わないものはどれか。

- (1) 比例計数管
- (2) GM計数管
- (3) シンチレーション検出器
- (4) 化学線量計
- (5) 半導体検出器

問 4 電離箱式サーベイメーターに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 微弱な放射線の測定に適している。
- (2) 放射線のエネルギーが変わっても、校正定数は広範囲にわたりほぼ一定である。
- (3) 入射方向が変わっても、指示値はあまり変わらない。
- (4) 散乱線、漏洩線など一般にエネルギー分布の不明な放射線の測定に適している。
- (5) 零点の移動が起こりやすい。

問 2 放射線等の単位に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) Bqは、放射能の量の単位で、放射性核種について、その原子核が1秒間あたりに壊変する原子数を示す。
- (2) C/kgは、等価線量と実効線量の単位として、確定的影響と確率的影響を評価するために用いられる。
- (3) 吸収線量の単位としては、放射線および物質の種類によらずGyが用いられる。
- (4) 放射線の種類やエネルギーにより人体組織に対する影響が異なることを考慮した放射線防護のための線量の単位としては、Svが用いられる。
- (5) eVは、エネルギーの単位で、1eVは、1個の電子が電位差1Vの真空中を通過する際に獲得するエネルギーに相当する。

問 5 熱ルミネッセンス線量計に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 読み取り操作にミスがあっても、再読み取りが可能である。
- (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小さい。
- (5) 測定可能な線量範囲が広い。

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

- (1) 作業者が立ち入る区域で線源に最も近い箇所等、1 cm線量当量等が最大になると予測される箇所を含むこと。
- (2) 作業者が常に作業している箇所を含むこと。
- (3) 壁等の構造物によって区切られた境界の近辺は、測定箇所から除外すること。
- (4) 1 cm線量当量等が位置によって変化が大きいと予測される場合は、測定点を密にとること。
- (5) 測定点の高さは、通常作業床面上約 1 mの位置とすること。

問 7 あるガンマ線源から 5 mの距離における 1 cm線量当量率が 2 mSv/hであった。500 μ Sv/hとなる距離は次のうちどれか。

ただし、散乱線の影響はないものとする。

- (1) 2 m
- (2) 5 m
- (3) 10 m
- (4) 20 m
- (5) 50 m

問 8 370 GBqの ^{60}Co の線源を 50 mmの鋼板で遮へいたとき、線源から 1 mの位置における 1 cm線量当量率に最も近い値は次のうちどれか。

ただし、 ^{60}Co の空気衝突カーマ率定数は 0.306 $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 、50 mm鋼板の減衰度は 0.3であり、 ^{60}Co の空気吸収線量が 1 Gyである場合の 1 cm線量当量は 1.135 Svとする。

また、散乱線の影響はないものとする。

- (1) 2.2 mSv/h
- (2) 2.6 mSv/h
- (3) 3.0 mSv/h
- (4) 3.4 mSv/h
- (5) 3.8 mSv/h

問 9 1 cm線量当量率が 50 μ Sv/hの場所で作業を行う放射線業務従事者が受ける実効線量を 1 週間につき 0.4 mSv以下になるようにしたい。

1 週間あたりの可能な作業時間として最大のものは次のうちどれか。

- (1) 2 時間
- (2) 4 時間
- (3) 6 時間
- (4) 8 時間
- (5) 10 時間

問 10 放射線源の事故に対する処置に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 物品財産の保全を第一とし、身体の安全を第二とする。
- (2) 付近にいる者、事故現場の責任者、放射線管理の責任者にすみやかに通報する。
- (3) 危険のない範囲内で、汚染の広がりを最小限に食い止める。
- (4) 事業場内で、放射性物質を紛失した場合は、放射線管理の責任者に直ちに通報して指示を受ける。
- (5) 放射線作業による各種の事故等を予想し、あらかじめ検討し、訓練を積んでおく。

(関係法令)

問 1 1 常時使用する労働者数が 700 人の製造業の事業場がある。ガンマ線照射装置を用いて行う透過写真の撮影の作業に従事する 30 人を含む 50 人の労働者が有害業務に従事している。

この事業場の安全衛生管理体制に関する次の記述のうち、法令に違反しているものはどれか。

- (1) 総括安全衛生管理者には、工場長を選任した。
- (2) 3 人の衛生管理者は、いずれも生産関係の業務を兼任している。
- (3) 衛生管理者のうち、1 人を衛生工学衛生管理者免許を受けた者のうちから選任した。
- (4) 産業医には、一定の要件を備えた嘱託の医師を選任した。
- (5) 衛生委員会の議長には、総括安全衛生管理者がなった。

問 1 2 電離放射線障害防止規則に定められた管理区域に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 外部放射線による実効線量と空気中の放射線物質による実効線量との合計が 3 月間につき 1.3 mSv を超えるおそれのある区域は、管理区域として標識により明示しなければならない。
- (2) 屋外でガンマ線照射装置を使用する場合には、管理区域は装置の移動のつど定めなければならない。
- (3) 管理区域の中には、必要のある者以外の者を立ち入らせてはならない。
- (4) 管理区域内の見やすい場所に、電離放射線健康診断の結果を掲示しなければならない。
- (5) 管理区域を設定する際の外部放射線による実効線量は、1 cm 線量当量によって評価する。

問 1 3 緊急作業に関する次の記述のうち、誤っているものは、次のうちどれか。

- (1) 緊急作業に、放射線業務従事者以外の者を従事させることはできない。
- (2) 女性（妊娠する可能性がないと診断された女性を除く。）の放射線業務従事者を緊急作業に従事させる場合、被ばく限度の特例は認められていない。
- (3) 緊急作業に従事する男性は、その間に受ける実効線量が 100 mSv を超えてはならない。
- (4) 緊急作業に従事する男性は、その間に皮膚に受ける等価線量が 1 Sv を超えてはならない。
- (5) 緊急作業に従事する男性は、その間に眼の水晶体に受ける等価線量が 300 mSv を超えてはならない。

問 1 4 放射線測定器の装着部位に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 体幹部均等被ばくの場合、妊娠する可能性がないと診断された女性は、胸部のみに装着すればよい。
- (2) 頭・頸部が最も多く被ばくする場合、男性は、頭・頸部と胸部の 2 か所に装着しなければならない。
- (3) 胸・上腕部が最も多く被ばくする場合、女性（妊娠する可能性がないと診断された女性を除く。）は、胸部と腹部の 2 か所に装着しなければならない。
- (4) 腹・大腿部が最も多く被ばくする場合、妊娠する可能性がないと診断された女性は、腹部と胸部の 2 か所に装着しなければならない。
- (5) 頭・頸部が最も多く被ばくし、次いで腹・大腿部が被ばくする場合、男性は、頭・頸部、腹部及び胸部の 3 か所に装着しなければならない。

問 1 5 透過写真撮影用ガンマ線照射装置を屋外で使用する場合の措置に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 照射中であることを関係者に周知させるための点灯、電鈴、ブザーなどの警報装置を設けなければならない。
- (2) 原則としてガンマ線源から 5 m 以内の場所には、労働者を立ち入らせてはならない。
- (3) 放射線源の位置を調整する作業については、立入禁止区域を設ける必要はない。
- (4) 立入禁止区域は標識で明示しなければならない。
- (5) 放射線を、労働者が立ち入らない方向に照射し、又は遮へいする措置を講じなければならない。

問 1 6 透過写真撮影用ガンマ線照射装置の定期自主検査や点検等に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 当該装置については、1 月以内ごとに 1 回、放射線源のホルダーの固定装置の異常の有無等について定期自主検査を行わなければならない。
- (2) 当該装置については、6 月以内ごとに 1 回、線源容器の遮へい能力の異常の有無について定期自主検査を行わなければならない。
- (3) 定期自主検査を行ったときは、その結果を記録し、1 年間保存しなければならない。
- (4) 当該装置を分解して修理を行ったとき、定期自主検査の項目と同一内容の項目について点検を行わなければならない。
- (5) 当該装置を移動して使用した後は、放射線測定器を用いて放射線源の紛失、漏れ等について点検しなければならない。

問 1 7 ガンマ線透過写真撮影作業主任者の職務に関する記述のうち、電離放射線障害防止規則には規定されていないものは次のうちどれか。

- (1) 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。
- (2) 放射線業務従事者の集積被ばく線量の管理及び電離放射線健康診断の結果に基づく措置等を行うこと。
- (3) 事故が発生した場合において、放射線源を線源容器等に収納する作業に労働者を従事させるときは、遮へい物を設ける等の措置を講じ、鉗子等を使用させることにより、作業に従事する労働者と放射線源との間に適当な距離を設けること。
- (4) 放射線源の線源容器からの脱落等の事故が発生した場合、所定の区域から労働者を退避させ、かつ、この旨を事業者に報告すること。
- (5) 放射線源送出し装置を有する透過写真撮影用ガンマ線照射装置を使用するときは、利用線錐の放射角が当該装置の使用の目的を達するために必要な角度を超えないようにし、利用線錐以外のガンマ線の空気カーマ率をできるだけ小さくするためのコリメータ等を用いるように措置すること。

問 1 8 ガンマ線透過写真撮影を行う作業場の管理区域について行う作業環境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) 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する。
- (2) 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う。
- (3) 測定は、70 μ m線量当量率が、1cm線量当量率の10倍を超えるおそれがある場所又は70 μ m線量当量が1cm線量当量の10倍を超えるおそれのある場所においては、70 μ m線量当量率又は70 μ m線量当量について行う。
- (4) 測定は、単位作業場所について行う。
- (5) 測定は、自社の作業環境測定士に行わせるか、作業環境測定機関に委託しなければならない。

問 1 9 一般健康診断と電離放射線健康診断に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 放射線業務歴のない労働者を、管理区域に立入らせて常時放射線業務に従事させるときは、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。
- (2) 放射線業務従事者に対しては、6月以内ごとに1回、一般健康診断を行わなければならない。
- (3) 管理区域に一時的に立ち入る労働者に対しては、電離放射線健康診断を行う必要はない。
- (4) 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。
- (5) 常時50人以上の労働者を使用する事業者は、一般の定期健康診断結果報告書を所轄労働基準監督署長に提出しなければならない。

問 2 0 下文中の□内のA～Cにあてはまる用語の正しいものの組合せは、(1)～(5)のうちどれか。

「透過写真撮影用ガンマ線照射装置を自己の事業場以外の場所で使用して作業を行う場合は、□A□、届書に□B□を示す図面及びその付近の見取図を添えて、□C□の所在地を管轄する労働基準監督署長に提出しなければならない。」

- | | A | B | C |
|-----|-------|--------|--------|
| (1) | 遅滞なく | 立入禁止区域 | 自己の事業場 |
| (2) | 遅滞なく | 管理区域 | 自己の事業場 |
| (3) | 遅滞なく | 管理区域 | 当該作業場 |
| (4) | あらかじめ | 管理区域 | 当該作業場 |
| (5) | あらかじめ | 立入禁止区域 | 当該作業場 |

(ガンマ線照射装置に関する知識)

問 1 ガンマ線照射装置とエックス線装置(いずれも携帯式のもの)の比較として、誤っているものは次のうちどれか。

	[ガンマ線照射装置]	[エックス線装置]
(1) 電源(発生装置)	不要	必要
(2) 移動運搬	容易	比較的困難
(3) 狭い場所での使用	まず不可能	可能
(4) 解像度	やや劣る	良
(5) 被ばくの危険性	大	比較的小

問 2 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、ガンマ線照射装置の線源を収納する本体部容器である。
- (2) 線源容器には、線源ホルダー又はコリメーターが設けられていなければならない。
- (3) シャッターが設けられているガンマ線照射装置では、開閉の状態を安全に確認できる機構を備えていなければならない。
- (4) 線源を線源容器に収納した状態で使用する構造のガンマ線照射装置では、線源を、ねじ、押さえ金具などによって確実に固定できる構造でなければならない。
- (5) 線源容器は、運搬、移動用の器具又は装置を備えていなければならない。

問 3 線源送出し方式のガンマ線照射装置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、操作管、伝送管、ワイヤリリースおよび操作器などで構成されている。
- (2) 照射時にガンマ線はあらゆる方向に広がるため、パノラマ(360°)撮影が可能である。
- (3) 線源容器から離れた高所やパイプの中などでも撮影ができる。
- (4) 不必要な方向にもガンマ線が広い範囲に照射される危険な面がある。
- (5) 遠隔操作が行えない。

問 4 透過写真撮影用ガンマ線照射装置の線源に用いられている¹³⁷Csに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 核分裂生成物から分離した¹³⁷Csを、セラミック成型し、ペレット状にしたものである。
- (2) 半減期は、74日と短い。
- (3) ステンレス鋼製カプセル内に封入してある。
- (4) ¹³⁷Csから放射されるガンマ線に対する鉛の半価層は、約0.56cmである。
- (5) ¹³⁷Csから放射されるガンマ線のエネルギーは、約0.662MeVである。

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) 原子番号は同じである。
- (2) 中性子数は異なる。
- (3) 質量数が異なる。
- (4) 原子の電子配置が同じである。
- (5) 化学的性質は全く異なる。

問 6 最初3.7MBqあった⁶⁰Coが、1Bqになるおよその年数は次のうちどれか。

ただし、⁶⁰Coの半減期は5.2年である。

- (1) 19年後
- (2) 38年後
- (3) 57年後
- (4) 114年後
- (5) 171年後

N	2	3.7	10
log _e N	0.69	1.30	2.30

問 7 ガンマ線と物質との相互作用に関する次の組合せのうち、関連のないものはどれか。

- (1) 光電効果 連続エックス線
- (2) コンプトン効果 反跳電子
- (3) 電子対生成 消滅放射
- (4) 光電効果 K 吸収端
- (5) コンプトン効果 散乱ガンマ線

問 9 ガンマ線照射装置の運搬に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 輸送容器に収納する直前に、シャッターが開き線源が開放されていることを確認すること。
- (2) 原則として、輸送容器の表面における 1 cm 線量当量率が 2 mSv/h 以下で、かつ、容器表面から 1 m の距離における 1 cm 線量当量率が 0.1 mSv/h 以下になるようにすること。
- (3) 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こと。
- (4) 輸送容器表面には、放射性物質の標識と放射性物質の種類と数量ならびに気体、液体または固体の区別を明示すること。
- (5) 運転席、助手席等通常乗車する場所における 1 cm 線量当量率が 0.02 mSv/h を超えないこと。

問 8 ガンマ線源から 1 m 離れた所で、被照射体を透過したガンマ線の 1 cm 線量当量率を細い線束として測定したところ 2.4 μ Sv/min であった。

被照射体との間に鋼板 5 mm とアルミニウム板 9 mm を重ねた遮へい体を置いた場合の、同位置における 1 cm 線量当量率は次のうちどれか。

ただし、このガンマ線に対する半価層は、鋼板では 2 mm、アルミニウム板では 1.8 mm とする。

- (1) 1 μ Sv/min
- (2) 3 μ Sv/min
- (3) 6 μ Sv/min
- (4) 9 μ Sv/min
- (5) 12 μ Sv/min

問 10 透過写真撮影用ガンマ線照射装置の点検に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- (1) 線源交換時の最も重要な事項は、装置が正常に作動しているかどうかの機械的な点検を行うことである。
- (2) 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同時に、放射線測定器を用いて装置の漏れ線量率も測定する。
- (3) 作業開始前には、線源の有無、部品や付属品の確認、シャッターや線源脱落防止装置など、運搬中に異常を生じなかったかどうかについて点検を行う。
- (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し、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かめておく。

(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 放射線の直接作用と間接作用に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 身体的障害は、直接作用と間接作用の両方で説明できる。
- (2) 直接作用とは、放射線が細胞内の生体高分子の原子の電離又は励起を直接行い、その生体高分子を破壊し、細胞に障害を与えることをいう。
- (3) 間接作用には、生体中の水分が大きく関与している。
- (4) 温度効果は、直接作用と関係が深く、間接作用では説明できない。
- (5) 間接作用で細胞内の生体高分子に作用を及ぼすものは、 $\text{OH}\cdot$ や $\text{H}\cdot$ などのフリーラジカル(遊離基)である。

問 1 2 ベルゴニー・トリポンドーの法則に従っていないものは、次のうちどれか。

- (1) 精子は、精原細胞より放射線感受性が低いこと。
- (2) 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。
- (3) 末梢血液中のリンパ球の放射線感受性は高いこと。
- (4) 一般に神経組織の放射線感受性は低いが、胎児期には高いこと。
- (5) 成人の骨の放射線感受性は低いが、成長期の子供では高いこと。

問 1 3 次のうち確率的影響でないものはどれか。

- (1) 白内障
- (2) 白血病
- (3) 甲状腺がん
- (4) 遺伝子突然変異
- (5) 染色体異常

問 1 4 体内被ばくに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 万が一ガンマ線源が破損したりすると、体内被ばくを受けるおそれがある。
- (2) ^{60}Co が体内に摂取されると、^{すい}膵臓や^{じん}腎臓にたまりやすい。
- (3) ^{137}Cs が体内に摂取されると、筋肉や血液中にまんべんなく分布する。
- (4) ^{131}I が体内に摂取されると、^{せん}甲状腺にたまる。
- (5) ^{192}Ir が体内に摂取され、組織にとりこまれるとなかなか排出されない。

問 1 5 放射線の生体効果に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 低線量率で長時間照射の場合には、照射時間中にも回復がある。
- (2) DNA が多少破壊されても、酵素の働きにより DNA の修復が行われる。
- (3) 照射総線量が同じであれば高線量率で短時間照射する方が、低線量率で長時間照射するより生体効果が大きい。
- (4) 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では、分割して被ばくする方が影響が少ない。
- (5) 分割照射においては、非照射時には回復はみられない。

問 1 6 放射線宿酔に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 症状の種類や現れ方は、線量や照射部位によって異なり、個人差もある。
- (2) 潜伏期間は被ばくの条件によって異なるが、2 ~ 3 時間後から現れる。
- (3) 症状の持続は 2 ~ 7 日にわたることもあるが、一定していない。
- (4) 放射線宿酔が生じるような線量を全身に被ばくしたときは、リンパ球の減少が認められる。
- (5) せき、たん、息切れ、胸痛などの症状がある。

問17 次の放射線障害のうち、晩発性影響と考えられるものはどれか。

- (1) 肺がん
- (2) 脱毛
- (3) 不妊症
- (4) 皮膚潰瘍かいよう
- (5) 放射線宿酔

問18 遺伝的影響の発生に深く関係する事項の組合せとして、正しいものの組合せは次のうちどれか。

- (1) 染色体異常、白血病
- (2) 白血病、結核
- (3) 染色体異常、遺伝子突然変異
- (4) 結核、乳がん
- (5) 乳がん、突然変異誘発

問19 生殖腺せんに受けた等価線量が1 Sv、骨髄に受けた等価線量が2 Svであるときの実効線量に最も近い値は、次のうちどれか。

ただし、生殖腺と骨髄の組織荷重係数はそれぞれ0.20と0.12であるものとし、他の組織・臓器の被ばくはないものとする。

- (1) 0.22 Sv
- (2) 0.44 Sv
- (3) 0.66 Sv
- (4) 0.88 Sv
- (5) 1.10 Sv

問20 現在行われている放射線業務従事者に対する特殊健康診断についての一般的考え方に関する次の記述のうち、適切でないものはどれか。

- (1) 血液と皮膚の障害は、放射線障害の歴史的な代表的な障害であったが、現在の進んだ予防技術のもとでは、その早期のチェックは無意味である。
- (2) 人体の造血組織と皮膚は、放射線感受性の高い組織であり、そのような代表的な組織への影響に関する検査を行うことは意味がある。
- (3) 皮膚や血液の検査は、不注意、事故などで過度の被ばくや亜急性の障害を受けた場合、有効な検査である。
- (4) 特殊健康診断は、その受診者に対し、自分が特殊な危険性をもつ職場で働いているという自覚を高め、また事業者に対しても、特殊健康診断を通して、その危険に関連する作業条件に対する特別な注意を喚起するのにも役立つ。
- (5) 放射線業務従事者の健康管理では、生活習慣病の増加やメンタルヘルスに関する対策などもあり、放射線障害のみに重点を置けばよいわけではない。