

(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 透過写真撮影作業計画に関し、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) 生産工程の遅れは、作業者に注意を喚起した上で、計画された撮影作業工程を短縮したり、安全確保のステップを省略することにより取り戻す。
- (2) 無駄と思われる作業手順や時間短縮の工夫のできる余地があっても、作業計画で定めた段取りや作業時間を勝手に変更しない。
- (3) 夜間作業はできるだけ避ける。
- (4) 必ず放射線測定器を備え、線源の位置の確認や線量の管理を怠らない。
- (5) ガンマ線源を取り扱う場合は、撮影作業中はもちろんのこと、作業前、作業後のガンマ線照射装置の点検、作動状況に対する監視を励行する。

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) 放射能の単位としてはBqが用いられ、1 Bq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。
- (2) 吸収線量の単位としてはGyが用いられ、1 Gyは、1 kgの物質が1 Jのエネルギーを吸収したときの線量である。
- (3) 照射線量の単位としてはC/kgが用いられ、1 C/kgは、エックス線又はガンマ線の照射を受けた1 kgの空气中に生じた正(又は負)のイオンの総電荷が1 Cであるときの線量をいう。
- (4) Svは、線量当量の単位で、照射線量に線質係数を掛けたものである。
- (5) eVはエネルギーの単位で、1 eVは真空中の電子が1 Vの電位差で加速されて得るエネルギーをいう。

問 3 放射線検出器について、ガス増幅作用を利用したものの組合せとして正しいものは次のうちどれか。

- (1) 電離箱 比例計数管
- (2) 電離箱 GM計数管
- (3) 比例計数管 GM計数管
- (4) 比例計数管 半導体検出器
- (5) GM計数管 半導体検出器

問 4 電離箱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) 零点のドリフトが起こりやすい。
- (2) ガンマ線の線量率測定において、エネルギー特性が良好である。
- (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) 0.1 $\mu\text{Sv/h}$ 以下の微弱な放射線の測定に適している。

問 5 個人被ばく線量測定のための放射線測定器に関し、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) 半導体式ポケット線量計は、放射線の固体内での電離作用を利用したもので、検出器としてPN接合型Si半導体が用いられている。
- (2) 熱ルミネッセンス線量計は、測定値の再読み取りをすることが可能であるが、最低検出線量が大きく、線量の測定範囲が狭い。
- (3) 光刺激ルミネッセンス線量計は、フィルムバッジよりエネルギー依存性が小さく、素子の再使用が可能である。
- (4) 蛍光ガラス線量計は、被ばく線量測定値を読み取っても蛍光中心は消滅しないので、繰り返し線量を読み取ることができる。
- (5) フィルムバッジは、軽量で、機械的強度が大きく、比較的長期間の積算線量の測定に適している。

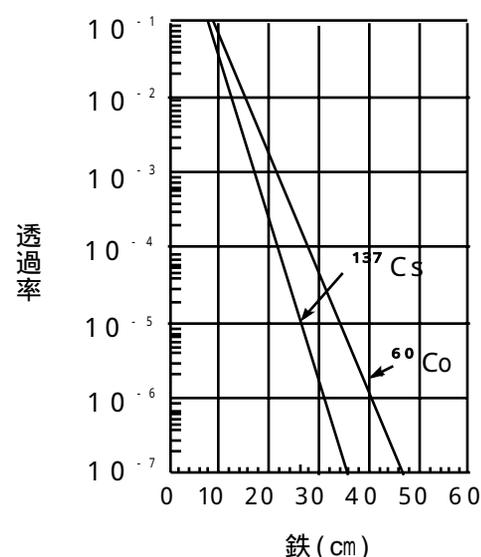
問 6 管理区域設定のためのサーベイメーターによる外部放射線の測定に関し、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) 測定器は、零点移動の少ないものを選定する。
- (2) 測定点の高さは、作業床面上約 1 m の位置とする。
- (3) 測定結果は、バックグラウンド値を差し引いた値とする。
- (4) 測定の順序は、あらかじめ計算により求めた線量当量率の高い箇所から逐次低い箇所へと測定していく。
- (5) 線量当量率が時間帯により変動する場合には、労働時間中に線量当量率が最大になると想定される時点を含めて複数回の測定を行い、その平均を求める。

問 8 次の図は、鉄によるガンマ線の 1 cm 線量当量率の減弱を示したものである。 ^{137}Cs の 1 TBq 線源から 1 m 離れたところの 1 cm 線量当量率を $6.92 \mu\text{Sv/h}$ に減らすために必要とする鉄板のおよその厚さは次のうちどれか。

ただし、1 MBq の ^{137}Cs 線源から 1 m における 1 cm 線量当量率は、 $0.091 \mu\text{Sv/h}$ とする。

- (1) 1.3 cm
- (2) 1.8 cm
- (3) 2.3 cm
- (4) 2.7 cm
- (5) 3.2 cm



問 7 あるガンマ線照射装置を用いて透過写真撮影を行うとき、ガンマ線源から 5 m 離れた位置における 1 cm 線量当量率が写真撮影中 0.2 mSv/h であった。写真 1 枚の撮影に要する照射時間を 4 分とし、1 週間当たり 30 枚の写真撮影を行う場合、管理区域の境界とガンマ線源との最小の距離は次のうちどれか。

ただし、漏えい線や散乱線の影響はないものとし、また、3 月は 13 週として計算すること。

- (1) 6 m
- (2) 10 m
- (3) 14 m
- (4) 19 m
- (5) 23 m

問 9 1 cm 線量当量率が $4.0 \mu\text{Sv/h}$ 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 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) 人命及び身体の安全を第一とし、物損は第二とする。
- (2) 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。
- (3) 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。
- (4) 事故の危険性は、過小に評価することがあっても、過大に評価することがあってはならない。
- (5) 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。

(関係法令)

問 1 1 常時使用する労働者が 1 0 0 0 人の製造業の事業場で、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 3 0 人の労働者が従事している。この事業場の安全衛生管理体制に関し、次のうち法令に違反するものはどれか。

- (1) 総括安全衛生管理者には、工場長を選任している。
- (2) 衛生管理者 3 人のうち 1 人を専任の衛生管理者として、第一種衛生管理者免許を受けた者から選任している。
- (3) 衛生管理者 3 人のうち 1 人を、衛生工学衛生管理者免許を受けた者から選任している。
- (4) 衛生管理者 3 人のうち 1 人を、外部の労働衛生コンサルタントから選任している。
- (5) 産業医には、事業場の近くにある医院の産業医の資格のある医師を選任している。

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し、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) 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線量当量によって算定する。
- (2) 管理区域とは、放射線業務を行う労働者の受ける実効線量が 3 月間につき 3 mSv を超えるおそれのある区域をいう。
- (3) 管理区域は、標識をもって明示しなければならない。
- (4) 管理区域の中には、必要ある者以外の者を立ち入らせてはならない。
- (5) 管理区域内の見やすい場所に、放射線測定器の装着や放射性物質の取扱い上の注意事項等を掲示しなければならない。

問 1 3 放射線業務従事者の被ばく限度についての次の組合せのうち、誤っているものはどれか。

- (1) 男性の実効線量限度..... 5 年間につき 2 0 0 mSv、かつ、1 年間につき 5 0 mSv
- (2) 女性(妊娠する可能性が..... 3 月間につき 5 mSv ないと診断された女性及び妊娠と診断された女性を除く。)の実効線量限度
- (3) 眼の水晶体に受ける等..... 1 年間につき 1 5 0 mSv 価線量限度
- (4) 皮膚に受ける等価線量..... 1 年間につき 5 0 0 mSv 限度
- (5) 妊娠と診断された女性..... 妊娠中につき 2 mSv の腹部表面に受ける等価線量限度

問 1 4 線量の測定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。

「放射線業務従事者の中性子線以外の放射線による外部被ばくによる線量の測定は、 A 線量当量及び B 線量当量について行う。ただし、最も多く放射線にさらされるおそれのある部位が手足であるときは、手足の線量の測定は、 C 線量当量について行う。」

- | | A | B | C |
|-------|------|--------|--------|
| (1) | 1 cm | 7 0 μm | 7 0 μm |
| (2) | 1 cm | 7 μm | 7 0 μm |
| (3) | 1 cm | 7 μm | 7 μm |
| (4) | 3 mm | 7 μm | 7 μm |
| (5) | 3 mm | 7 0 μm | 7 μm |

問 1 5 ガンマ線照射装置(以下「装置」という。)で照射中であることを、関係者に自動警報装置により周知をしなければならない場合は、次のうちどれか。

- (1) 放射線装置室において、3 5 0 GBq の装置を使用する場合
- (2) 屋外において、3 5 0 GBq の装置を使用する場合
- (3) 放射線装置室以外の室内において、3 5 0 GBq の装置を使用する場合
- (4) 放射線装置室において、7 5 0 GBq の装置を使用する場合
- (5) 放射線装置室以外の室内において、7 5 0 GBq の装置を使用する場合

問 1 6 緊急措置に関する次の文中の□内の A から C に入れる用語又は数値として、正しいものの組合せは (1) ~ (5) のうちどれか。

「放射線源が線源容器から脱落する事故が発生した場合は、事故によって受ける実効線量が□ A 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。この場合、緊急作業として脱落した線源を線源容器その他の容器に収納する作業に労働者を従事させるときは、□ B を設ける等の措置を講じ、かつ、□ C 等を使用させることにより当該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なければならない。」

- | | A | B | C |
|-------|---------|--------|--------|
| (1) | 5 mSv | 管理区域 | コリメーター |
| (2) | 5 mSv | 管理区域 | 線源ホルダー |
| (3) | 1 5 mSv | 遮へい物 | 鉗子 |
| (4) | 1 5 mSv | 遮へい物 | 線源ホルダー |
| (5) | 1 5 mSv | 立入禁止区域 | コリメーター |

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、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。
- (2) 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。
- (3) 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。
- (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) 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。
- (2) 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。
- (3) 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。
- (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) 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 3 0 年間保存しなければならない。

問 2 0 次の文中の□内の A から C に入れる用語として、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 、所定の様式の届書に□ 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 | 管理区域 | 自己の事業場 |
| (2) | 遅滞なく | 立入禁止区域 | 自己の事業場 |
| (3) | 遅滞なく | 立入禁止区域 | 当該作業場 |
| (4) | あらかじめ | 立入禁止区域 | 当該作業場 |
| (5) | あらかじめ | 管理区域 | 当該作業場 |

(午前終り)

(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) 放射線を発生する本体の形状は比較的小さい。
 - (2) 放射線の発生に電源を必要としない。
 - (3) 狭い場所でも使用できる。
 - (4) 解像度は比較的良い。
 - (5) 線源の種類により、10 mm以下の薄い鋼板には使えないものもある。
- 問 2 透過写真撮影用ガンマ線照射装置及びその線源容器に関し、次のうち誤っているものはどれか。
- (1) 照射装置には、P形、M形及びF形がある。
 - (2) 線源容器の遮へい材としては、一般にステンレス鋼が用いられている。
 - (3) 照射方式には、特定の方向のみに照射するものとあらゆる方向に照射することができるものがある。
 - (4) 照射装置の操作器には、線源の送り出しを電動で行うものと手動で行うものがある。
 - (5) 線源容器のガンマ線の遮へい方式には、シャッター方式と迷路方式がある。
- 問 3 線源送だし方式の透過写真撮影用ガンマ線照射装置に関し、次のうち誤っているものはどれか。
- (1) コリメーターは、操作器に取り付け、線源の位置を表示するものである。
 - (2) 線源脱落防止装置は、線源ホルダーを線源容器に格納すると同時に、線源ホルダーを固定するものである。
 - (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パイプで、線源容器に接続する。
 - (4) ガンマ線源カプセルは、線源ホルダー内に収められている。
 - (5) 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。
- 問 4 透過写真撮影用ガンマ線源の核種 ^{60}Co 、 ^{137}Cs 及び ^{192}Ir に関し、次のうち誤っているものはどれか。
- (1) 半減期の最も長いものは、 ^{137}Cs である。
 - (2) 最も大きなエネルギーを持つガンマ線を放出するものは、 ^{60}Co である。
 - (3) いずれの核種も同位体の金属を原子炉内で放射化して作られる。
 - (4) いずれの核種の線源もステンレス鋼製のカプセルに密封してある。
 - (5) いずれの核種も 壊変する。
- 問 5 ガンマ線の性質に関し、次のうち誤っているものはどれか。
- (1) 写真作用がある。
 - (2) 音と同じ速度で伝わっていく。
 - (3) 粒子としての性質をもっている。
 - (4) 物質を透過する性質があるが、その一部は物質によって吸収されたり、散乱されたりする。
 - (5) 電磁波である。
- 問 6 ある核種の放射能が3年で1/500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) 3月
 - (2) 4月
 - (3) 5月
 - (4) 6月
 - (5) 7月

- 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) 同じ材質の吸収体に対しては、ガンマ線のエネルギーが大きくなるほど、線減弱係数の値は大きくなる。
 - (4) 吸収体の厚さが同じ場合、線減弱係数の値が大きくなると、ガンマ線の透過率が小さくなる。
 - (5) 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。

- 問 8 あるガンマ線の細い線束に対する鉛の半価層が1.15 cmであるとき、この鉛の1/10 価層のおよその値は次のうちどれか。
- ただし、 $\log_e 2 = 0.69$ 、 $\log_e 10 = 2.30$ とする。
- (1) 2.72 cm
 - (2) 2.92 cm
 - (3) 3.23 cm
 - (4) 3.53 cm
 - (5) 3.83 cm

- 問 9 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設置及び撮影作業に関し、次のうち誤っているものはどれか。
- (1) 線源容器を被写体の近くの平らな場所に水平に設置し、照射管を取り付けた伝送管を線源容器の前部の所定の場所に取り付ける。
 - (2) 線源容器後部の線源ホルダーの接続金具に操作器からのリリースワイヤを確実に接続し、操作管を取り付ける。
 - (3) 伝送管や操作管はなるべく真っ直ぐに伸ばした状態で設置する。
 - (4) 立入禁止区域及び管理区域の設定を行ってから撮影作業を実施する。
 - (5) 撮影作業が終了したら、速やかに撮影済みのフィルムを被写体から取り出してから、線源を線源容器に収納する。

- 問 10 透過写真撮影用ガンマ線照射装置の点検に関し、次のうち不適切なものはどれか。
- (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) 作業開始前には、線源、部品や付属品、シャッターや線源脱落防止装置などについて、運搬中に異常を生じなかったかどうか点検を行う。
 - (3) 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。
 - (4) 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。
 - (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。

(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 ガンマ線の生物学的効果に関し、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) 一定の容器に種々の濃度の酵素溶液を入れて一定線量のガンマ線を照射した場合、間接作用により不活性化される分子数は濃度にかかわらずほぼ一定である。
- (2) 生体中に存在する酸素の分圧が高くなればガンマ線の生物学的効果は増大する。
- (3) 一般に温度が上昇するとガンマ線の生物学的効果は増大する。
- (4) シスチンやシステアミンなどのSH化合物が存在していると、ガンマ線の生物学的効果を軽減させる効果があると考えられている。
- (5) ガンマ線は高LET放射線であり、低LET放射線に比べ間接作用の割合が小さい。

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) 工業用エックス線装置の使用方法を誤っても、体内被ばくを受けることはない。
- (2) 放射性核種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) 骨に沈着した放射性物質は、骨髄被ばくによって神経障害を引き起こす。
- (4) 体内での半減期(実効半減期)が長い放射性物質は極めて危険性が高い。
- (5) アルファ線は、体外被ばくに関しては特に問題にならないが、体内被ばくに関しては最も危険な放射線である。

問 1 2 成人の正常な臓器・組織の放射線感受性に関し、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) 生殖腺は、肺より放射線感受性が高い。
- (2) 肝臓は、リンパ組織より放射線感受性が高い。
- (3) 骨髄は、甲状腺より放射線感受性が高い。
- (4) 皮膚は、神経組織より放射線感受性が高い。
- (5) 腸粘膜は、筋肉より放射線感受性が高い。

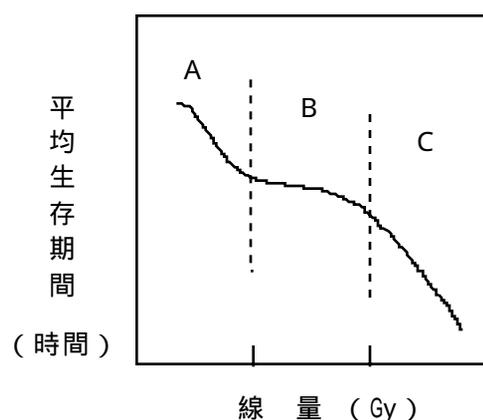
問 1 5 放射線の被ばくと回復効果に関し、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) 長時間被ばくの場合、ごく低線量率であっても、被ばく時間中に回復することはない。
- (2) 分割して被ばくを受ける場合は、被ばくの間回復がみられる。
- (3) 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。
- (4) 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) 被ばくによりDNAが多少破壊されても、その多くは酵素の働きにより修復が行われる。

問 1 3 放射線の確率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) 影響の重篤度(症状の重さ)は、被ばく線量に依存しない。
- (2) しきい線量が存在する。
- (3) がんと遺伝的影響は、確率的影響に分類される。
- (4) 影響の評価は、実効線量により行う。
- (5) 線量 - 発現頻度関係は、直線的に示される。

問 1 6 次の図は、全身が短時間に被ばくした場合の平均生存期間と線量との関係を示した図である。図の A から C の領域における死因として正しい組合せは (1) ~ (5) のうちどれか。



- | | A | B | C |
|-------|-------|-------|-------|
| (1) | 中枢神経死 | 骨髄死 | 腸死 |
| (2) | 中枢神経死 | 腸死 | 骨髄死 |
| (3) | 骨髄死 | 腸死 | 中枢神経死 |
| (4) | 腸死 | 骨髄死 | 中枢神経死 |
| (5) | 腸死 | 中枢神経死 | 骨髄死 |

問 1 7 次の放射線障害のうち、晩発性障害とされるものはどれか。

- (1) 白内障
- (2) 脱毛
- (3) 白血球減少
- (4) 皮膚潰瘍かいよう
- (5) 放射線宿酔

問 1 8 次のうち放射線被ばくによって生ずる生殖腺せんの障害でないものはどれか。

- (1) 精子数の減少
- (2) 精子生存日数の短縮
- (3) 卵子の受精能力の低下
- (4) 乳がん
- (5) 不妊

問 1 9 放射線による被ばくの線量限度に関し、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) 職業被ばくの法令上の線量限度は、ICRP 勧告に応じたものとなっている。
- (2) ICRP 勧告の放射線防護体系の基礎となる原則には、「行為の正当化」、「防護の最適化」とともに、「個人線量限度」がある。
- (3) 線量限度以下の線量であっても、人体にまったく影響がないとはいえない。
- (4) 遺伝的影響を考えると、自然放射能の被ばく以上に余分な被ばくは好ましくないが、放射線の利用は人類にとって有用であるので、容認できると思われるレベルにまで制限するものが線量限度である。
- (5) 線量限度は、確定的影響及び確率的影響を容認できるとと思われるレベルにまで制限することを目的として定められている。

問 2 0 造血組織の放射線障害に関し、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) 被ばくにより骨髄中の幹細胞が障害を受けると、末梢血液しょうけつ中の血球数は減少していく。
- (2) 末梢血液の有形成分のうち、被ばく後最も早く減少するものはリンパ球である。
- (3) 末梢血液中の白血球（リンパ球を除く。）は、被ばく直後増加し、その後急激に減少する。
- (4) 末梢血液中の赤血球は、被ばく後減少するが、時間的経過はゆるやかである。
- (5) 末梢血液の有形成分のうち、被ばく後最も遅く減少するものは血小板である。