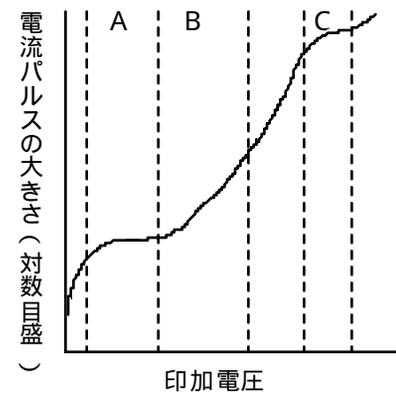


(ガンマ線による透過写真の撮影の作業に関する知識)

- 問 1 事故防止対策に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。
- (1) 撮影作業従事者のほか、一般の作業者にも、資料等の配付によりアイソトープに関する必要な知識を付与する。
 - (2) 撮影作業に従事する者に対する特別教育は、パートタイム労働者や臨時の労働者も含めて行う。
 - (3) 撮影作業手順のマニュアルとしては、簡潔な表現で、図やイラストを効果的に使ったものが望ましい。
 - (4) 使用するガンマ線照射装置の点検基準は、点検項目、点検方法、点検の頻度、判定基準等を明確に定めておく。
 - (5) 事故発生の可能性はないとみなすことができるような対策を講じるべきであり、緊急時の訓練を行う必要はない。

- 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) 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吸収線量である。
 - (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により、空気1 kgにつき放出された電子性粒子が、空気中において、それぞれ1 Cの電気量を有する正及び負のイオン群を生じさせる照射線量をいう。
 - (4) 実効線量及び等価線量は、放射線防護の観点から人の被ばくの程度を表す量であり、単位としてSvが用いられる。
 - (5) 電子の電荷を表す単位としてはeVが用いられ、 $1 eV = 1.6 \times 10^{-19} C$ である。

- 問 3 図は気体検出器における印加電圧と電流の関係を示したものである。AからCの領域にあてはまる用語として、正しいものの組合せは(1)~(5)のうちどれか。



- | | | |
|------------|--------|--------|
| A | B | C |
| (1) 電離箱域 | 比例計数域 | ガガ-放電域 |
| (2) 電離箱域 | ガガ-放電域 | 比例計数域 |
| (3) 比例計数域 | 電離箱域 | ガガ-放電域 |
| (4) 比例計数域 | ガガ-放電域 | 電離箱域 |
| (5) ガガ-放電域 | 電離箱域 | 比例計数域 |

- 問 4 サーベイメーターの特徴に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。
- (1) 電離箱式サーベイメーターは、エックス線やガンマ線の線量率測定において、最もエネルギー特性が良好である。
 - (2) GM管式サーベイメーターは、低線量率では、放射線の数え落としが多くなり、不正確となる。
 - (3) シンチレーション式サーベイメーターは、低エネルギー(約100 keV以下)のエックス線やガンマ線の測定には不向きである。
 - (4) 比例計数管式サーベイメーターには、中性子の測定に適したものがある。
 - (5) 半導体式ポケットサーベイメーターは、低エネルギー(約30 keV以下)のエックス線やガンマ線の測定には不向きである。

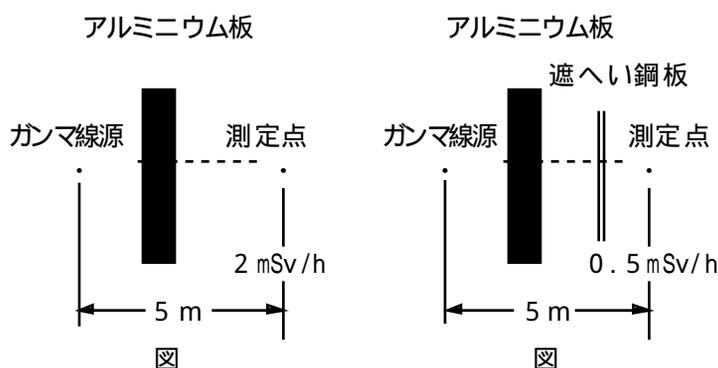
- 問 5 熱ルミネッセンス線量計に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。
- (1) いったん読取り操作を行うと、再読取りはできない。
 - (2) 小形で、身体各部位の測定に適している。
 - (3) アニールングにより、素子の再使用が可能である。
 - (4) 放射線測定器の中で感度が最も低く、測定可能最小線量は、約100 μSvである。
 - (5) 熱ルミネッセンス物質に放射線を照射後、これを熱すると蛍光を発する現象を利用したものである。

- 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) 測定器は、方向依存性が少ないものであること。
 - (2) 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。
 - (3) 測定結果は、バックグラウンド値を加算した値とすること。
 - (4) 測定者は、測定中に必ず放射線測定器を装着すること。
 - (5) 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。

- 問 7 あるガンマ線源から 4 m の距離の位置におけるガンマ線の 1 cm 線量当量率が 1 mSv/h であった。
- 160 μ Sv/h となる位置の線源からの距離は次のうちどれか。

- (1) 8 m
- (2) 9 m
- (3) 10 m
- (4) 11 m
- (5) 12 m

- 問 8 図のように、アルミニウム板に垂直に、細い線束のガンマ線を照射し、ガンマ線源から 5 m の位置で、アルミニウム板を透過したガンマ線の 1 cm 線量当量率を測定したところ 2 mSv/h であった。次に図のように、この線束を厚さ 5 mm の鋼板で遮へいし、同位置の 1 cm 線量当量率を測定したところ 0.5 mSv/h であった。
- この位置における 1 cm 線量当量率を 0.25 mSv/h 以下とすることができる遮へい鋼板の最小の厚さは次のうちどれか。ただし、散乱線の影響はないものとする。



- (1) 6.0 mm
- (2) 6.5 mm
- (3) 7.0 mm
- (4) 7.5 mm
- (5) 8.0 mm

- 問 9 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 A から 2 m の距離にある B 点における 1 cm 線量当量率が写真撮影中 0.15 mSv/h であった。
- 1 週間当たり 72 枚の写真撮影を行う場合、管理区域の境界は、A 点と B 点を結ぶ線上で A 点から 6 m の距離にあった。

このとき、写真 1 枚の撮影に要する平均照射時間は次のうちどれか。

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

- (1) 2 分
- (2) 3 分
- (3) 4 分
- (4) 5 分
- (5) 8 分

- 問 10 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) 人命及び身体の安全を第一とすること。
- (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こと。
- (3) 大きな危険性のない範囲内で、汚染の広がりを最小限に食い止めること。
- (4) 事故の危険性は、過大に評価することがあっても、過小に評価することがあってはならないこと。
- (5) 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こと。

(関係法令)

問 1 1 安全衛生委員会の委員の構成に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 総括安全衛生管理者が議長になった。
- (2) 総括安全衛生管理者以外の委員の半数については、労働者の過半数で組織する労働組合の推薦に基づき指名した。
- (3) 衛生管理者のうち 1 名を委員に指名した。
- (4) 嘱託の産業医を委員に指名した。
- (5) 構内下請事業場の労働者で、衛生に関し経験を有する者 1 名を委員に指名した。

問 1 2 下文中の 内の A から C にあてはまる数値として、正しいものの組合せは (1) ~ (5) のうちどれか。

「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が 3 月間につき A mSv を超えるおそれのある区域は管理区域としなければならない。

また、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 B mSv 以下としなければならない。

なお、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は、原則として放射線源及び被照射体から C m 以内の場所は立入禁止区域としなければならない。」

- | | A | B | C |
|-----|-----|---|----|
| (1) | 1.3 | 3 | 5 |
| (2) | 1.3 | 1 | 5 |
| (3) | 1.3 | 1 | 10 |
| (4) | 5 | 1 | 10 |
| (5) | 5 | 3 | 10 |

問 1 3 緊急作業時における被ばく限度に関する下文中の 内の A から C にあてはまる数値として、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) | 50 | 300 | 3 |
| (2) | 50 | 500 | 3 |
| (3) | 50 | 500 | 1 |
| (4) | 100 | 500 | 1 |
| (5) | 100 | 300 | 1 |

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、男性は、胸部のみに装着する。
- (2) 頭・頸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、頭・頸部と腹部の 2 か所に装着する。
- (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 か所に装着する。
- (4) 腹・大腿部が最も多く被ばくする場合、男性は、腹部と胸部の 2 か所に装着する。
- (5) 手指が最も多く被ばくし、次いで腹・大腿部が被ばくする場合、女性（妊娠する可能性がないと診断された女性を除く。）は、手指、腹部の 2 か所に装着する。

問 1 5 警報装置に関する下文中の□内の A から C にあてはまる用語として、正しいものの組合せは (1) ~ (5) のうちどれか。

「ガンマ線照射装置で照射を行う場合には、□ A □以外の場所で使用するとき、又は数量が □ B □以下のガンマ線源を装備したものを使用するときを除き、照射中である旨を □ C □により関係者に周知させなければならない。」

	A	B	C
(1)	放射線装置室	3 7 0 GBq	自動警報装置
(2)	放射線装置室	1 1 1 TBq	自動警報装置
(3)	放射線装置室	1 1 1 TBq	表示灯
(4)	管理区域	1 1 1 TBq	表示灯
(5)	管理区域	3 7 0 GBq	表示

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に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 1 月以内ごとに 1 回、線源容器のシャッターや線源ホルダーの固定装置等の異常の有無について自主検査を行わなければならない。
- (2) 1 月を超える期間使用しない装置は、再び使用を開始する際に自主検査を行わなければならない。
- (3) 6 月以内ごとに 1 回、線源容器のしゃへい能力の異常の有無について自主検査を行わなければならない。
- (4) 定期自主検査の結果は記録し、その保存期間は 1 年間としなければならない。
- (5) 定期自主検査において、異常を認めたときは、直ちに補修等の措置を講じなければならない。

問 1 7 緊急措置に関する下文中の□内の A から D にあてはまる用語として、正しいものの組合せは (1) ~ (5) のうちどれか。

「放射線源の線源容器からの脱落等の事故が発生したときは、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、その区域を □ B □で明示し、□ C □に従事させる労働者以外の労働者の立入りを禁止しなければならない。

なお、事故が発生した場合には、速やかに、所轄 □ D □にその旨報告しなければならない。」

	A	B	C	D
(1)	5 mSv	標識	緊急作業	労働局長
(2)	5 mSv	区画	緊急作業	労働局長
(3)	1 5 mSv	区画	放射線業務	労働局長
(4)	1 5 mSv	標識	放射線業務	労働基準監督署長
(5)	1 5 mSv	標識	緊急作業	労働基準監督署長

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する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 測定は、当該作業場のうち管理区域に該当する部分について行わなければならない。
- (2) 測定は、1 年以内ごとに 1 回、定期的に行わなければならない。
- (3) 測定は、原則として 1 cm 線量当量率又は 1 cm 線量当量について行うものとする。
- (4) 測定は、作業環境測定基準に従って行わなければならない。
- (5) 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。

問 1 9 電離放射線健康診断の健診項目とされていないものは、次のうちどれか。

- (1) 有害業務の経歴の調査
- (2) 白血球数及び白血球百分率の検査
- (3) 赤血球数の検査及び血色素量又はヘマトクリット値の検査
- (4) 白内障に関する眼の検査
- (5) 皮膚の検査

問 2 0 透過写真撮影用ガンマ線照射装置による作業の届出（以下「作業届」という。）に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 作業届は、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に提出しなければならない。
- (2) 作業届の提出先は、その作業場の所在地を管轄する労働基準監督署長である。
- (3) 作業届は、所定の届書に管理区域を示す図面及びその付近の見取図を添えて行わなければならない。
- (4) 作業届は、作業の開始の日の 3 0 日前までに提出しなければならない。
- (5) 届書には、「使用する透過写真撮影用ガンマ線照射装置の概要」、「透過写真の撮影の作業の概要」及び「放射線障害防止のための措置の概要」等を記入しなければならない。

(午前終り)

(ガンマ線照射装置に関する知識)

- 問 1 透過写真撮影用のガンマ線照射装置の日本工業規格に定められた性能試験に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。
- (1) 遮へい性能試験では、線源容器の全表面について漏れ線量率を測定する。
 - (2) P形及びM形の線源容器については、振動に対する機械的強度試験を行う。
 - (3) M形及びF形の線源容器については、試験棒を落下させて、貫通に対する機械的強度試験を行う。
 - (4) P形及びM形の線源容器については、落下時の衝撃に対する機械的強度試験を行う。
 - (5) 操作管、伝送管については、踏みつけ試験を行う。

- 問 2 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、一般に線源の遮へい容器とガンマ線照射装置を兼ねている。
 - (2) ガンマ線照射装置の線源容器には、シャッター又は迷路が設けられている。
 - (3) 線源容器の周囲は、アルミニウムまたはステンレスで遮へいされている。
 - (4) P形装置は、携帯式であるため、できるだけ軽量小形になるように設計されている。
 - (5) M形装置は、適当な手段で移動できるようにした移動式装置である。

- 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) コリメーターは、線源容器の前方に取り付けて照射線量率を減少させるため使用する器具である。
 - (2) 伝送管は、鋼、りん青銅の線を螺旋状に巻いたフレキシブルなパイプになっている。
 - (3) ガンマ線源は、レリーズワイヤ先端に取り付けた線源ホルダー内に収められている。
 - (4) 操作器は、線源容器との間を操作管で連結して、操作器の位置で遠隔操作が行えるようになっている。
 - (5) 線源格納時に線源が自動的に固定される線源脱着防止装置が設けられている。

- 問 4 放射性核種に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。
- (1) 放射性核種の多くは、アルファ壊変あるいはベータ壊変を行い、壊変に際してガンマ線の放出を伴う。
 - (2) 一般にベータ壊変を行い、ガンマ線を放出する放射性核種で、ガンマ線だけを利用する場合にはガンマ線源と呼ぶ。
 - (3) 一般にベータ線だけを利用する場合には、ベータ線のみを放出する放射性核種が用いられる。
 - (4) カプセルに密閉する等により、通常の使用状態において放射性物質による汚染を生じないような放射線源のことを、「密封線源」と呼ぶ。
 - (5) ガンマ線の透過力は、ベータ線より大きくアルファ線より小さい。

- 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) 原子番号は異なる。
 - (2) 陽子数は同じである。
 - (3) 質量数は異なる。
 - (4) 原子の電子配置が同じである。
 - (5) 安定な同位体と不安定な放射性同位体とがある。

- 問 6 最初 3.7 GBq あった ^{137}Cs が、1 Bq となるのは、およそ次のうちどれか。
ただし、 ^{137}Cs の半減期は 30 年である。

N	2	3.7	10
$\log_e N$	0.69	1.30	2.30

- (1) 50 年後
- (2) 100 年後
- (3) 250 年後
- (4) 500 年後
- (5) 1000 年後

問 7 ガンマ線と物質との光電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) 原子の軌道電子がガンマ線の全エネルギーを吸収し、原子から飛び出す現象を光電効果という。
- (2) 光電効果により放出される電子を、光電子という。
- (3) 光電効果の結果、ガンマ線は消滅し、特性エックス線が放出される。
- (4) 光電効果の確率は、ガンマ線のエネルギーが高いほど高い。
- (5) 光電効果の確率は、原子番号の大きい物質ほど高い。

問 9 ガンマ線源に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) ^{60}Co ガンマ線源は、金属状のコバルトを原子炉内で放射化して製造する。
- (2) ^{137}Cs ガンマ線源は、 ^{137}Cs をセラミック成型としたペレット状線源をステンレス鋼製カプセル内に密封したものである。
- (3) ^{192}Ir の半減期は、 ^{137}Cs の半減期より長い。
- (4) ^{137}Cs の半減期は、 ^{60}Co の半減期より長い。
- (5) ^{60}Co から放出されるガンマ線のエネルギーは、 ^{137}Cs から放出されるものより高い。

問 8 太い線束のガンマ線が物体を透過した後の強さ (I) と、透過する前の強さ (I_0) との関係を示した式は、次のうちどれか。

ただし、 μ (cm^{-1}) は減弱係数を、 B は再生係数を、 (cm) は物体の厚さを示すものとする。

- (1) $I = B I_0 e^{-\mu \cdot B}$
- (2) $I = -\mu B I_0 e$
- (3) $I = -\mu B I_0$
- (4) $I = B I_0 e^{-\mu}$
- (5) $I = \mu B I_0 e^{-}$

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) 線源容器については、出庫時に漏れ線量率の測定が行われているので、透過試験を実施するにあたり、この測定記録により線源の格納状態や装置の破損がないことが確認できれば、改めて測定を行う必要はない。
- (2) 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。
- (3) 線源容器に取り付ける附属装置の取り付け状態が确实であることを複数の作業員で確認し合う。
- (4) パノラマ照射となることに留意して、管理区域の設定を行う。
- (5) 撮影作業終了後は、線源の格納状態やシャッターの状態を点検する。

(この科目が免除されている方は、解答しないで下さい。)

(ガンマ線の生体を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) 直接作用は、放射線が細胞内の生体高分子の原子の電離や励起を直接行うことによって起こる。
- (2) 間接作用は、放射線が生体中の水などの分子に作用してできるラジカルが生体高分子に作用することによって起こる。
- (3) 直接作用でも間接作用でも DNA に損傷が生じる。
- (4) 生体が被ばくしたとき、直接作用と間接作用が同時に起こる。
- (5) 照射時に生体内に存在する酸素の分圧が高いと、直接作用は増強されるが、間接作用は抑制される。

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、細胞分裂の頻度の高いものほど、感受性が高い。
- (2) この法則によれば、将来行う細胞分裂の数の小さいものほど、感受性が高い。
- (3) この法則によれば、形態及び機能において未分化のものほど、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の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次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) しきい値がある。
- (2) 白内障、皮膚の紅斑、脱毛、不妊などがある。
- (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 放射性核種のうち、一般に内部被ばく(体内被ばく)を受けにくいと考えられるものは、次のうちどれか。

- (1) 半減期が数日ないし数 10 年の核種
- (2) 透過力の小さい放射線を放出する核種
- (3) 放射線のエネルギーが大きい核種
- (4) 体内にとりこまれにくく、排泄されやすい核種
- (5) 特定の臓器、組織に集まる性質をもっている核種

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) DNA が放射線の電離作用で、完全に破壊されてしまえば、その細胞は分裂能力を失うか、生存能力を失い、死滅してしまう。
- (2) DNA の修復が不完全で、細胞の生命の維持に決定的な損傷を残しておれば、その細胞は死滅してしまう。
- (3) DNA の修復が不完全でも、細胞の生存機能や分裂能力に影響を与えない程度であれば、その細胞は生き残る。
- (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) 長時間照射の場合、ごく低線量率であっても、照射時間中に影響が回復することはありえない。

問 1 6 組織荷重係数の大きさに関する次の記述について、誤っているものはどれか。

- (1) 甲状腺は、肺より大きい。
- (2) 乳房は、皮膚より大きい。
- (3) 肺は、皮膚より大きい。
- (4) 肺は、乳房より大きい。
- (5) 甲状腺は、皮膚より大きい。

問 17 造血器官の放射線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) 造血器官は、甲状腺に次いで放射線感受性が高い器官である。
- (2) 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。
- (3) 末梢血液成分の中で、リンパ球は、被ばく後最も早く減少する。
- (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) 末梢血液成分の変化は、およそ 0.25 Gy 以上の被ばくで認められる。

問 19 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) 胎児の放射線感受性は非常に高い。
- (3) 卵子は精子にくらべて、放射線感受性は高い。
- (4) 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。
- (5) 女性は男性より体力的に弱い。

問 18 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) ^{40}K が体内に摂取されると、全身に分布する。
- (2) ^{60}Co が体内に摂取されると、骨にたまりやすい。
- (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、甲状腺にたまる。
- (5) ^{192}Ir が体内に摂取され、組織にとりこまれないと、なかなか排出されない。

問 20 生殖腺に 0.2 Sv、骨髄に 0.5 Sv 被ばくしたとき、実効線量として最も近い値は、次のうちどれか。なお、生殖腺と骨髄のそれぞれの組織荷重係数は 0.20 と 0.12 とする。

- (1) 0.10 Sv
- (2) 0.20 Sv
- (3) 0.30 Sv
- (4) 0.40 Sv
- (5) 0.50 Sv