

〔エックス線の管理に関する知識〕

問 1 エックス線管及びエックス線の発生に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) エックス線管の内部は、効率的にエックス線を発生させるため、高度の真空になっている。
- (2) 陰極で発生する熱電子の数は、フィラメント電流を変えることで制御される。
- (3) 陽極のターゲットはエックス線管の軸に対して斜めになっており、加速された熱電子が衝突しエックス線が発生する領域である実焦点よりも、これをエックス線束の利用方向から見た実効焦点の方が大きくなる。
- (4) 連続エックス線の発生効率、ターゲット元素の原子番号と管電圧の積に比例する。
- (5) 管電圧がターゲット元素に固有の励起電圧を超える場合、発生するエックス線は、制動放射による連続エックス線と特性エックス線が混在したものになる。

問 2 エックス線に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) エックス線は、間接電離放射線である。
- (2) 制動エックス線は、軌道電子が、エネルギー準位の高い軌道から低い軌道へと転移するときに発生する。
- (3) 制動エックス線のエネルギー分布は、連続スペクトルを示す。
- (4) 特性エックス線は、ターゲットの元素に特有な波長をもつ。
- (5) K系列の特性エックス線は、管電圧を上げると強度が増大するが、その波長は変わらない。

問 3 エックス線と物質の相互作用に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) コンプトン効果により散乱するエックス線の波長は、入射エックス線の波長より短く、散乱角は、 $0 \sim 90^\circ$ の間に分布する。
- (2) レイリー散乱は、エックス線が原子と弾性的に衝突して運動の向きを変える現象であり、散乱エックス線の波長は入射エックス線の波長より長くなる。
- (3) 光電効果により原子から放出される電子を反跳電子という。
- (4) 光電効果により原子から放出される電子の運動エネルギーは、入射エックス線のエネルギーに等しい。
- (5) 電子対生成は、入射エックス線のエネルギーが、電子2個の静止質量に相当するエネルギー以上であるときに生じる。

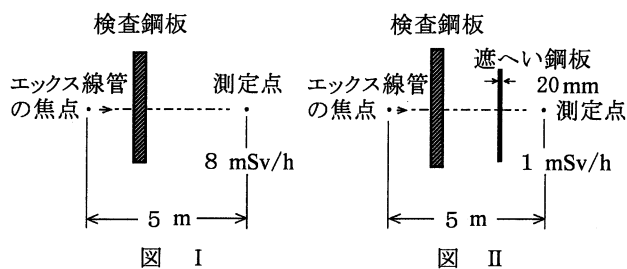
問 4 エックス線の利用に関する次のAからDまでの記述について、正しいもののすべての組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 被検査物体にエックス線を照射し、透過線の強度の違いから内部の構造を調べる手法をラジオグラフィ(透過撮影法)という。
- B 空港の手荷物検査装置は、被検査物体にエックス線を照射した結果発生する特性エックス線のエネルギーを分析することにより、手荷物の検査を行う装置である。
- C 後方散乱線を利用する検査方法では、エックス線フィルム(又はエックス線検出器)を、被検査物体の裏側ではなく、エックス線源と同じ側に配置して検査を行う。
- D 溶接による残留応力など金属にひずみがあると格子間隔が正常値からずれるので、エックス線の回折を利用して、ひずみの度合いを測定することができる。

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

問 5 図 I のように、検査鋼板に垂直に細い線束のエックス線を照射し、エックス線管の焦点から 5 m の位置で、透過したエックス線の 1 cm 線量当量率を測定したところ、8 mSv/h であった。次に図 II のように、この線束を厚さ 20 mm の鋼板で遮へいし、同じ位置で 1 cm 線量当量率を測定したところ 1 mSv/h となった。この遮へい鋼板を厚いものに替えて、同じ位置における 1 cm 線量当量率を 0.5 mSv/h 以下とするために必要な遮へい鋼板の最小の厚さは (1) ~ (5) のうちどれか。

ただし、エックス線の実効エネルギーは変わらないものとする。また、散乱線の影響は無いものとする。なお、 $\log_e 2 = 0.69$ とする。



- (1) 21 mm
- (2) 23 mm
- (3) 25 mm
- (4) 27 mm
- (5) 30 mm

問 6 単一エネルギーの細いエックス線束が物体を透過するときの減弱に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) エネルギーが 1 MeV 程度までのエックス線に対する鉄の半価層の値は、エックス線のエネルギーが高くなるほど大きくなる。
- (2) 半価層の値は、エックス線の線量率が高くなっても変化しない。
- (3) 半価層 h (cm) と減弱係数 μ (cm^{-1}) との間には、 $\mu h = \log_e 2$ の関係がある。
- (4) 軟エックス線の場合は、硬エックス線の場合より、半価層の値が小さい。
- (5) $1/10$ 価層 H (cm) と半価層 h (cm) との間には、 $H = \frac{\log_e 2}{\log_e 10} h$ の関係がある。

問 7 工業用の一体形エックス線装置に関する次の文中の [] 内に入れる A から C の語句の組合せとして、正しいものは (1) ~ (5) のうちどれか。

「工業用の一体形エックス線装置は、[A] とエックス線管を一体としたエックス線発生器と、[B] との間を [C] ケーブルで接続する構造の装置である。」

- | | A | B | C |
|-------|--------|--------|-----|
| ○ (1) | 高電圧発生器 | 制御器 | 低電圧 |
| (2) | 管電圧調整器 | 制御器 | 高電圧 |
| (3) | 高電圧発生器 | 管電圧調整器 | 高電圧 |
| (4) | 管電流調整器 | 管電圧調整器 | 低電圧 |
| (5) | 管電圧調整器 | 管電流調整器 | 高電圧 |

問 8 連続エックス線が物体を透過する場合の減弱に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 連続エックス線が物体を透過すると、実効エネルギーは物体の厚さの増加に伴い低くなる。
- (2) 連続エックス線が物体を透過すると、全強度は低下し、特に低エネルギー成分の減弱が大きい。
- (3) 連続エックス線が物体を透過すると、最高強度を示すエックス線エネルギーは、高い方へ移動する。
- (4) 連続エックス線の実効エネルギーが高くなると、平均減弱係数は小さくなる。
- (5) 連続エックス線が物体を透過するとき、透過エックス線の全強度が物体に入射する直前の全強度の $1/2$ になる物体の厚さを H_a とし、直前の全強度の $1/4$ になる物体の厚さを H_b とすれば、 H_b は H_a の 2 倍よりも大きい。

問 9 管理区域を設定するための外部放射線の測定に関する次の文中の□内に入れるAからCの語句又は数値の組合せとして、正しいものは(1)～(5)のうちどれか。

「測定点の高さは、作業床面上約□A□mの位置とし、あらかじめ計算により求めた□B□の低い箇所から逐次高い箇所へと測定していく。

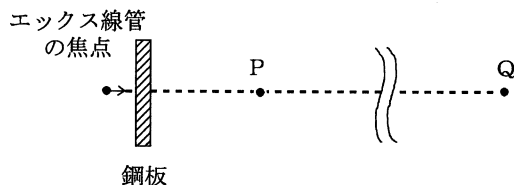
測定前に、バックグラウンド値を調査しておき、これを測定値□C□値を測定結果とする。」

- | | A | B | C |
|-------|-----|---------------------------|---------|
| (1) | 1 | 1 cm 線量当量 | に加算した |
| (2) | 1.5 | 1 cm 線量当量率 | から差し引いた |
| (3) | 1 | 1 cm 線量当量又は
70µm 線量当量 | から差し引いた |
| (4) | 1.5 | 1 cm 線量当量率又は
70µm 線量当量 | に加算した |
| ○ (5) | 1 | 1 cm 線量当量又は
1 cm 線量当量率 | から差し引いた |

問 10 下図のように、エックス線装置を用いて鋼板の透過写真撮影を行うとき、エックス線管の焦点から3 mの距離のP点における写真撮影中の1 cm 線量当量率は0.2 mSv/hである。

露出時間が1枚につき110秒の写真を週400枚撮影するとき、エックス線管の焦点とP点を通る直線上で焦点からP点の方向にあるQ点が管理区域の境界線の外側にあるようにしたい。焦点からQ点までの距離として、最も短いものは(1)～(5)のうちどれか。

ただし、3 か月は13週とする。



- (1) 10m
- (2) 12m
- (3) 15m
- (4) 20m
- (5) 25m

〔関係法令〕

問 11 エックス線装置を用いて放射線業務を行う場合の管理区域に関する次の記述のうち、法令上、誤っているものはどれか。

- (1) 外部放射線による実効線量が3か月間につき1.3 mSvを超えるおそれのある区域は、管理区域である。
- (2) 管理区域設定に当たっての外部放射線による実効線量の算定は、1 cm 線量当量及び70µm 線量当量によって行うものとする。
- (3) 管理区域は、標識によって明示しなければならない。
- (4) 管理区域には、必要のある者以外の者を立ち入らせてはならない。
- (5) 管理区域内の労働者の見やすい場所に、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に関する注意事項、事故が発生した場合の応急の措置等放射線による労働者の健康障害の防止に必要な事項を掲示しなければならない。

問 12 放射線業務従事者の被ばく限度に関する次の記述のうち、法令上、正しいものはどれか。

ただし、放射線業務従事者は、緊急作業には従事しないものとする。

- (1) 男性の放射線業務従事者が受ける実効線量の限度は、5年間に150 mSv、かつ、1年間に50 mSvである。
- (2) 女性の放射線業務従事者(妊娠する可能性がないと診断されたもの及び妊娠と診断されたものを除く。)が受ける実効線量の限度は、6か月間に15 mSvである。
- (3) 妊娠と診断された女性の放射線業務従事者が腹部表面に受ける等価線量の限度は、妊娠中に5 mSvである。
- (4) 男性の放射線業務従事者が皮膚に受ける等価線量の限度は、1年間に300 mSvである。
- (5) 男性の放射線業務従事者が眼の水晶体に受ける等価線量の限度は、1年間に150 mSvである。

問13 エックス線装置を取り扱う次のAからDまでの放射線業務従事者について、管理区域内で受ける外部被ばくによる線量を測定するとき、法令に基づく放射線測定器の装着部位が、胸部及び腹・大腿部の計2箇所であるものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 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、次に多い部位が腹・大腿部である男性
- B 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、次に多い部位が手指である男性
- C 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、次に多い部位が頭・頸部である男性
- D 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、次に多い部位が腹・大腿部である女性(妊娠する可能性がないと診断されたものを除く。)

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

問14 エックス線装置を使用する場合の外部放射線の防護に関する次の措置のうち、電離放射線障害防止規則に違反しているものはどれか。

- (1) 装置の外側における外部放射線による1 cm線量当量率が20 μ Sv/hを超えないように遮へいされた構造のエックス線装置を、放射線装置室以外の室に設置している。
- (2) 工業用のエックス線装置を設置した放射線装置室内で、磁気探傷法や超音波探傷法による非破壊検査も行っている。
- (3) 管電圧130 kVのエックス線装置を放射線装置室に設置して使用するとき、装置に電力が供給されている旨を関係者に周知させる措置として、手動の表示灯を用いている。
- (4) 分析用の特定エックス線装置を使用して作業を行うとき、作業の性質上軟線を利用しなければならないため、ろ過板を使用していない。
- (5) 工業用の特定エックス線装置について、エックス線管に流れる電流が定格管電流の2倍に達したとき、直ちに、エックス線管回路が開放位になるように自動装置を設定して、透視の作業を行っている。

問15 エックス線装置構造規格に基づき、特定エックス線装置の見やすい箇所に表示しなければならない事項に該当しないものは次のうちどれか。

- (1) 型式
- (2) 定格出力
- (3) 製造者名
- (4) 製造番号
- (5) 製造年月

問16 エックス線作業主任者に関する次の記述のうち、法令上、正しいものはどれか。

- (1) エックス線作業主任者は、エックス線装置を用いて放射線業務を行う事業場ごとに1人選任しなければならない。
- (2) 満20歳未満の者は、エックス線作業主任者免許を受けることができない。
- (3) エックス線作業主任者を選任したときは、所轄労働基準監督署長に、遅滞なく報告しなければならない。
- (4) エックス線作業主任者を選任したときは、作業主任者の氏名及びその者に行わせる事項について、作業場の見やすい箇所に掲示する等により、関係労働者に周知させなければならない。
- (5) エックス線作業主任者は、その職務の一つとして、作業場のうち管理区域に該当する部分について、作業環境測定を行わなければならない。

問17 エックス線装置に電力が供給されている場合、法令上、自動警報装置を用いて警報しなければならないものは次のうちどれか。

- (1) 管電圧150 kVの工業用のエックス線装置を放射線装置室以外の屋内で使用する場合
- (2) 管電圧150 kVの医療用のエックス線装置を放射線装置室に設置して使用する場合
- (3) 管電圧250 kVの医療用のエックス線装置を放射線装置室以外の屋内で使用する場合
- (4) 管電圧200 kVの工業用のエックス線装置を放射線装置室に設置して使用する場合
- (5) 管電圧250 kVの工業用のエックス線装置を屋外で使用する場合

問19 次の文中の□内に入れるAからCの語句又は数字の組合せとして、法令上、正しいものは(1)～(5)のうちどれか。

「事業者は、エックス線装置を設置し、若しくは移転し、又はその主要構造部分を変更しようとするときは、所定の届書に、エックス線装置を用いる業務の概要等を記載した書面、□A□を示す図面及び放射線装置摘要書を添えて、当該工事の開始の日の□B□日前までに、所轄□C□に提出しなければならない。」

- | | A | B | C |
|----------------|---|----|----------|
| (1) エックス線装置の構造 | | 14 | 都道府県労働局長 |
| (2) 管理区域 | | 14 | 労働基準監督署長 |
| (3) エックス線装置の構造 | | 14 | 労働基準監督署長 |
| ○ (4) 管理区域 | | 30 | 労働基準監督署長 |
| (5) エックス線装置の構造 | | 30 | 都道府県労働局長 |

問18 エックス線装置を用いて放射線業務を行う作業場の作業環境測定に関する次の記述のうち、法令上、正しいものはどれか。

- (1) 管理区域内でエックス線装置を固定して使用する場合において、被照射体の位置が一定しているときは、6か月以内ごとに1回、定期に、測定を行わなければならない。
- (2) 測定は、1 cm線量当量率又は1 cm線量当量について行うが、70µm線量当量率が1 cm線量当量率を超えるおそれのある場所又は70µm線量当量が1 cm線量当量を超えるおそれのある場所においては、それぞれ70µm線量当量率又は70µm線量当量について行わなければならない。
- (3) 測定の結果は、見やすい場所に掲示する等の方法により、管理区域に立ち入る労働者に周知させなければならない。
- (4) 測定を行ったときは、遅滞なく、その結果を所轄労働基準監督署長に提出しなければならない。
- (5) 測定を行ったときは、測定日時、測定方法、測定結果等法定の事項を記録し、30年間保存しなければならない。

問20 法令に基づきエックス線作業主任者免許が与えられる者に該当しないものは、次のうちどれか。

- (1) エックス線作業主任者免許試験に合格した満18歳の者
- (2) 第二種放射線取扱主任者免状の交付を受けた満25歳の者
- (3) 第一種放射線取扱主任者免状の交付を受けた満30歳の者
- (4) 診療放射線技師の免許を受けた満35歳の者
- (5) 原子炉主任技術者免状の交付を受けた満40歳の者

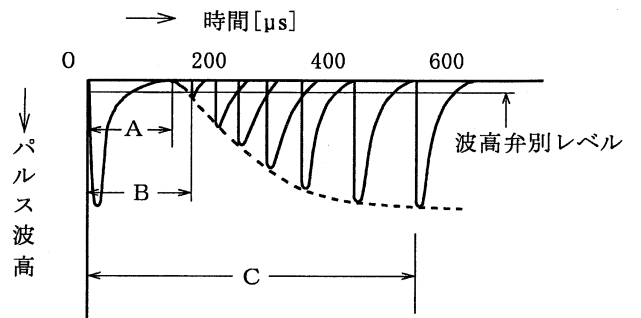
[エックス線の測定に関する知識]

- 問 1 放射線の量とそ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) 吸収線量は、電離放射線の照射により単位質量の物質に付与されたエネルギーであり、単位として Gy が用いられる。
 - (2) カーマは、電離放射線の照射により、単位質量の物質中に生成された荷電粒子の電荷の総和であり、単位として Gy が用いられる。
 - (3) 等価線量は、人体の特定の組織・臓器当たりの吸収線量に、放射線の種類とエネルギーに応じて定められた放射線加重係数を乗じたもので、単位は J/kg で、その特別な名称として Sv が用いられる。
 - (4) 実効線量は、人体の各組織・臓器が受けた等価線量に、各組織・臓器の相対的な放射線感受性を示す組織加重係数を乗じ、これらを合計したもので、単位として Sv が用いられる。
 - (5) 等価線量と実効線量は放射線管理上の防護量であるが、直接測定することが困難であるため、それらの評価には、実用量である 1 cm 線量当量や 70 μm 線量当量が用いられる。

- 問 2 放射線検出器とそれに関係の深い事項との組合せとして、誤っているものは次のうちどれか。
- (1) 電離箱 …………… 飽和領域
 - (2) 比例計数管 …………… 窒息現象
 - (3) 化学線量計 …………… G 値
 - (4) 半導体検出器 …………… 電子・正孔対
 - (5) シンチレーション検出器 …………… 電子増倍

- 問 3 サーベイメータ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は、エネルギー依存性及び方向依存性が小さいので、散乱線の多い区域の測定に適している。
 - (2) 電離箱式サーベイメータは、一般に、湿度の影響により零点の移動が起こりやすいので、測定に当たり留意する必要がある。
 - (3) NaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータは、感度が良く、自然放射線レベルの低線量率の放射線も検出することができるので、施設周辺の微弱な漏えい線の有無を調べるのに適している。
 - (4) シンチレーション式サーベイメータは、30 keV 程度のエネルギーのエックス線の測定に適している。
 - (5) 半導体式サーベイメータは、20 keV 程度のエネルギーのエックス線の測定には適していない。

- 問 4 次の図は、GM 計数管が入射放射線を検出し一度放電した後、次の入射放射線に対する出力パルスが時間経過に伴い変化する様子を示したものである。図中の A、B 及び C に相当する時間の組合せとして、正しいものは(1)～(5)のうちどれか。



- | | | | |
|-------|------|------|------|
| | A | B | C |
| ○ (1) | 不感時間 | 分解時間 | 回復時間 |
| (2) | 不感時間 | 回復時間 | 分解時間 |
| (3) | 分解時間 | 不感時間 | 回復時間 |
| (4) | 回復時間 | 分解時間 | 不感時間 |
| (5) | 回復時間 | 不感時間 | 分解時間 |

問 5 男性の放射線業務従事者が、エックス線装置を用い、肩から大腿部までを覆う防護衣を着用して放射線業務を行った。

法令に基づき、胸部(防護衣の下)及び頭・頸部の2か所に放射線測定器を装着して、被ばく線量を測定した結果は、次の表のとおりであった。

装着部位	測定値	
	1 cm 線量当量	70 μm 線量当量
胸部	0.4 mSv	0.3 mSv
頭・頸部	1.2 mSv	1.1 mSv

この業務に従事した間に受けた外部被ばくによる実効線量の算定値に最も近いものは、(1)～(5)のうちどれか。

ただし、防護衣の中は均等被ばくとみなし、外部被ばくによる実効線量は、その評価に用いる線量当量についての測定値から次の式により算出するものとする。

$$H_{EE} = 0.08H_a + 0.44H_b + 0.45H_c + 0.03H_m$$

H_{EE} : 外部被ばくによる実効線量

H_a : 頭・頸部における線量当量

H_b : 胸・上腕部における線量当量

H_c : 腹・大腿部における線量当量

H_m : 「頭・頸部」「胸・上腕部」「腹・大腿部」のうち被ばくが最大となる部位における線量当量

- (1) 0.25 mSv
- (2) 0.30 mSv
- (3) 0.40 mSv
- (4) 0.50 mSv
- (5) 0.60 mSv

問 6 次のAからDまでの放射線検出器について、その出力が放射線のエネルギーの情報を含むもののすべての組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 比例計数管
- B GM計数管
- C 半導体検出器
- D シンチレーション検出器

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

問 7 GM計数管式サーベイメータにより放射線を測定し、1,500cpsの計数率を得た。

GM計数管の分解時間が100μsであるとき、真の計数率(cps)に最も近い値は次のうちどれか。

- (1) 1,300
- (2) 1,450
- (3) 1,550
- (4) 1,650
- (5) 1,750

問 8 放射線の測定の用語に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 半導体検出器において、放射線が半導体中で1個の電子・正孔対を作るのに必要な平均エネルギーをε値といい、シリコン結晶の場合は、約3.6 eVである。
- (2) GM計数管の動作特性曲線において、印加電圧を上げても計数率がほとんど変わらない範囲をプラトーといい、プラトー領域の印加電圧では、入射エックス線による一次電離量に比例した大きさの出力パルスが得られる。
- (3) 気体に放射線を照射したとき、1個のイオン対を作るのに必要な平均エネルギーをW値といい、気体の種類にあまり依存せず、放射線のエネルギーに応じてほぼ一定の値をとる。
- (4) 線量率計の積分回路の時定数は、線量率計の指示の即応性に関係した定数で、時定数の値を小さくすると、指示値の相対標準偏差は小さくなるが、応答速度は遅くなる。
- (5) 放射線測定器の指針が安定せず、ゆらぐ現象をフューディングという。

問 9 ある放射線測定器を用いて t 秒間放射線を測定し、計数値 N を得たとき、計数率の標準偏差(cps)を表すものは、次のうちどれか。

- (1) \sqrt{N}
- (2) $\sqrt{N/t}$
- (3) $\sqrt{N/t}$
- (4) $\sqrt{N/t^2}$
- (5) N/t^2

この科目が免除されている方は、問 11～問 20 は解答しないでください。

[エックス線の生体に与える影響に関する知識]

問 11 細胞の放射線感受性に関する次の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 細胞分裂の周期の中で、M期(分裂期)は、S期(DNA合成期)後期より放射線感受性が高い。
- B 細胞分裂の周期の中で、G₁期(DNA合成準備期)後期は、G₂期(分裂準備期)初期より放射線感受性が高い。
- C 線量を横軸に、細胞の生存率を縦軸にとりグラフにすると、ほとんどの哺乳動物細胞では一次関数型となり、バクテリアではシグモイド型となる。
- D 細胞の放射線感受性の指標として用いられる平均致死線量は、細胞の生存率曲線においてその細胞集団のうち半数の細胞を死滅させる線量である。

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

問 10 蛍光ガラス線量計(RPLD)と光刺激ルミネセンス線量計(OSLD)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 素子として、RPLDでは銀活性リン酸塩ガラスが、OSLDでは炭素添加酸化アルミニウムなどが用いられている。
- B 線量読み取りのための発光は、RPLDでは紫外線照射により、OSLDでは緑色レーザー光の照射により行われる。
- C 線量の読み取りは、OSLDでは繰り返し行うことができるが、RPLDでは1回しか行うことができない。
- D RPLDの素子は、使用后、高温下でのアニーリングにより再度使用することができるが、OSLDの素子は1回しか使用することができない。

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

問 12 組織加重係数に関する次のAからDまでの記述のうち、正しいものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 組織加重係数は、各臓器・組織の確率的影響に対する相対的な放射線感受性を表す係数である。
- B 組織加重係数が最も大きい組織・臓器は、脳である。
- C 組織加重係数は、どの組織・臓器においても1より小さい。
- D 被ばくした組織・臓器の平均吸収線量に組織加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

問13 放射線による身体的影響に関する次のAからDまでの記述について、正しいものの組合わせは(1)～(5)のうちどれか。

- A 再生不良性貧血は、2 Gy 程度の被ばくにより、末梢血液中のすべての血球が著しく減少し回復不可能になった状態をいい、潜伏期は1週間以内で、早期影響に分類される。
- B 白内障は、眼の水晶体上皮の被ばくによる障害で、晩発影響に分類される。
- C 晩発影響の一つである白血病の潜伏期は、他のがんに比べて長い。
- D 晩発影響には、その重篤度が、被ばく線量に依存するものとしないものがある。

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

問15 ヒトが一時に全身にエックス線の照射を受けた場合の早期影響に関する次のAからDまでの記述について、正しいものの組合わせは(1)～(5)のうちどれか。

- A 1～2 Gy 程度の被ばくで、放射線宿酔の症状が現れることはない。
- B 3～5 Gy 程度の被ばくによる死亡は、主に造血器官の障害によるものである。
- C 被ばくした全員が60日以内に死亡する線量の最小値は、約4 Gy であると推定されている。
- D 被ばくから死亡までの期間は、一般に消化器官の障害による場合の方が、造血器官の障害による場合より短い。

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

問14 エックス線被ばくによる造血器官及び血液に対する影響に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 末梢血液中の血球は、リンパ球を除いて、造血器官中の未分化な細胞より放射線感受性が低い。
- (2) 造血器官である骨髄のうち、脊椎の中にあり、造血幹細胞の分裂頻度が極めて高いものは脊髄である。
- (3) 人の末梢血液中の血球数の変化は、被ばく量が1 Gy 程度までは認められない。
- (4) 末梢血液中の血球のうち、被ばく後減少が現れるのが最も遅いものは血小板である。
- (5) 末梢血液中の赤血球の減少は貧血を招き、血小板の減少は感染に対する抵抗力を弱める原因となる。

問16 放射線の被ばくによる確率的影響と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) 確率的影響では、被ばく線量が増加すると影響の発生確率も増加する。
- (2) 遺伝的影響は、確率的影響に分類される。
- (3) 確定的影響では、被ばく線量と影響の発生確率との関係が、シグモイド曲線で示される。
- (4) 確定的影響の発生確率は、実効線量により評価される。
- (5) 確定的影響では、障害の重篤度は、被ばく線量に依存する。

問17 生物学的効果比(RBE)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 RBEは、次の式で定義される。

$$RBE = \frac{\text{ある生物学的効果を引き起こすのに必要な基準放射線の吸収線量}}{\text{同一の効果を引き起こすのに必要な対象放射線の吸収線量}}$$

B RBEは、線質の異なる放射線を被ばくした集団の生存率の比により表すことができる。

C RBEは、線質と線量が同じ放射線であっても線量率の大小によって一般に異なった値となる。

D RBEは放射線のLETに依存する値で、100 keV/μm付近で極小値を示すが、これを超える範囲では、LETの増大とともに大きくなる。

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

問19 放射線による遺伝的影響に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 生殖腺が被ばくしたときに生じる障害は、すべて遺伝的影響である。
- (2) 親の体細胞に突然変異が生じると、子孫に遺伝的影響が生じる。
- (3) 胎内被ばくを受け、出生した子供にみられる発育遅延は、遺伝的影響である。
- (4) 小児が被ばくした場合には、遺伝的影響が生じるおそれはない。
- (5) 倍加線量は、放射線による遺伝的影響を推定する指標とされ、その値が大きいかほど遺伝的影響は起こりにくい。

問18 放射線の生体に対する作用に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 放射線によって水分子がフリーラジカルになり、これが生体高分子を破壊し、細胞に障害を与えることを直接作用という。
- (2) エックス線などの間接電離放射線により発生した二次電子が生体高分子を電離又は励起し、細胞に障害を与えることを間接作用という。
- (3) 生体中にシステインなどのSH基を有する化合物が存在すると放射線効果が軽減されることは、直接作用により説明される。
- (4) 生体中に存在する酸素の分圧が高くなると放射線効果が増大することは、間接作用では説明できない。
- (5) 溶液中の酵素の濃度を変えて同一線量の放射線を照射するとき、酵素の濃度が減少するに従って、酵素の全分子数のうち不活性化されたものの占める割合が増大することは、間接作用により説明される。

問20 胎内被ばくに関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 着床前期に被ばくして生き残った胎児には、発育不全がみられる。
- (2) 胎内被ばくを受けて出生した小児にみられる精神発達の遅滞は、確率的影響に分類される。
- (3) 胎内被ばくのうち、奇形の発生するおそれが最も大きいのは、胎児期の被ばくである。
- (4) 胎内被ばくにより胎児に生じる奇形は、確定的影響に分類される。
- (5) 胎内被ばくによる奇形の発生のしきい線量は、ヒトでは5 Gy程度である。