

受験番号	
------	--

(エックス線の管理に関する知識)

問 1 エックス線管の焦点から 1 m 離れた点での 1 cm 線量当量率が 120 mSv/h であるエックス線装置を用いて、鉄板とアルミニウム板を重ね合わせた板に細い線束のエックス線を照射したとき、エックス線管の焦点から 1 m 離れた点における透過後の 1 cm 線量当量率は 7.5 mSv/h であった。

このとき、鉄板とアルミニウム板の厚さの組合せとして正しいものは次のうちどれか。

ただし、このエックス線の鉄に対する減弱係数を 3.0 cm^{-1} 、アルミニウムに対する減弱係数を 0.5 cm^{-1} とし、鉄板及びアルミニウム板を透過した後のエックス線の実効エネルギーは、透過前と変わらないものとする。また、散乱線による影響は無いものとする。

なお、 $\log_e 2 = 0.69$ とすること。

鉄板	アルミニウム板
(1) 2.3 mm	13.8 mm
(2) 2.3 mm	20.7 mm
(3) 4.6 mm	13.8 mm
(4) 4.6 mm	20.7 mm
(5) 4.6 mm	27.6 mm

問 2 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 1 m の距離にある P 点における写真撮影中の 1 cm 線量当量率は 0.3 mSv/min である。

露出時間が 1 枚につき 110 秒の写真を週 130 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の外側にあるとき、焦点から Q 点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、エックス線管の焦点と P 点を通る直線上で焦点から P 点の方向にある地点における 1 cm 線量当量率は、焦点からの距離の 2 乗に反比例するものとする。

また、3 月は 13 週とする。

- (1) 4 m
- (2) 12 m
- (3) 15 m
- (4) 27 m
- (5) 35 m

問 3 エックス線と物質との相互作用による光電効果について、正しいものは次のうちどれか。

- (1) 光電効果により、エックス線の光子エネルギーが原子に吸収され、光子は消滅する。
- (2) 光電効果は、主に原子の最外殻電子と光子との相互作用により生じる。
- (3) 光電効果により原子の外に飛び出す電子の運動エネルギーは、入射エックス線の光子エネルギーと等しい。
- (4) 光電効果が発生する確率は、物質の原子番号が大きくなるほど減少する。
- (5) 光電効果が発生する確率は、入射エックス線の光子エネルギーが高くなるほど増大する。

問 4 単一エネルギーで細い平行線束のエックス線が物体を透過するときの減弱に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 半価層は、エックス線の線量率が高くなると厚くなる。
- (2) 半価層は、エックス線のエネルギーが変わっても変化しない。
- (3) 半価層 h (cm) と、減弱係数 μ (cm^{-1}) の間には、 $\mu h = \log_e 2$ の関係がある。
- (4) アルミニウム板の半価層は、鉛板の半価層より薄い。
- (5) 半価層の 5 倍の厚さが 1/10 半価層に相当する。

問 5 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) エックス線管は、陰極と陽極をガラス管球に封入した高真空の 2 極真空管である。
- (2) フィラメントの周囲には、電極間を流れる電子線を絞るための集束カップ(集束筒)が取り付けられている。
- (3) 陽極のターゲットはエックス線の軸に対して斜めになっており、エックス線が発生する領域(実焦点)をエックス線束の利用方向から見た実効焦点が大きくなるようにしてある。
- (4) 陽極のターゲットに衝突する直前の電子の運動エネルギーは、管電圧に比例する。
- (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線スペクトルを示す特性エックス線が混在したものになる。

問 6 単一エネルギーで太い線束のックス線が物体を透過して測定点に到達したときの減弱を表す式における再生係数（ビルドアップ係数） B を表す式として、正しいものは(1)～(5)のうちどれか。

ただし、 I_P 、 I_S は、次のックス線の強度を表すものとする。

I_P ：物体を直進して透過し、測定点に到達した透過線の強度

I_S ：物体により散乱されて、測定点に到達した散乱線の強度

(1) $B = 1 + \frac{I_S}{I_P}$

(2) $B = 1 + \frac{I_P}{I_S}$

(3) $B = \frac{I_S}{I_P}$

(4) $B = \frac{I_P}{I_P + I_S}$

(5) $B = \frac{I_S}{I_P + I_S}$

問 7 エックス線を利用した各種試験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) 蛍光エックス線分析装置は、蛍光体を塗布した板の上に、物質を透過したエックス線をあてたときでできる蛍光像を観察することによって、物質の欠陥の程度等を識別する装置である。

(2) エックス線マイクロアナライザーは、細く絞った電子線束を試料の微小部分に照射し、発生する特性エックス線を分光することによって、微小部分の元素を分析する装置である。

(3) エックス線回折装置は、結晶質の物質にエックス線を照射すると特有の回折像が得られることを利用して、物質の結晶構造を解析し、物質の性質を調べる装置である。

(4) エックス線応力測定装置は、応力による結晶の間隔の変化をエックス線の回折を利用して調べることにより、物質内の残留応力の大きさを測定する装置である。

(5) エックス線透過試験装置は、被検査物体を透過したエックス線による映像を観察する装置で、映像の検出には、フィルムの他、イメージングプレートなどが用いられる。

問 8 エックス線を鋼板に照射したときの散乱線に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

(1) 後方散乱線の空気カーマ率は、散乱角が大きくなるに従って減少する。

(2) 後方散乱線の空気カーマ率は、鋼板の板厚が増すと増加するが、ある厚さ以上になるとほぼ一定となる。

(3) 後方散乱線の空気カーマ率は、管電圧が増加するに従って増加する。

(4) 前方散乱線の空気カーマ率は、散乱角が大きくなるに従って減少する。

(5) 前方散乱線の空気カーマ率は、鋼板の板厚が増すと従って減少する。

問 9 エックス線管から発生する連続エックス線の最短波長 λ_{\min} (nm)と管電圧 V (kV)の関係を表す式は、次のうちどれか。

(1) $\lambda_{\min} = \frac{0.51}{V}$

(2) $\lambda_{\min} = 0.51 V$

(3) $\lambda_{\min} = \frac{1.24}{V}$

(4) $\lambda_{\min} = 1.24 V$

(5) $\lambda_{\min} = \frac{1.60}{V}$

問 10 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の語句の組合せとして、正しいものは(1)～(5)のうちどれか。

「測定箇所は、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ものとし、測定点の高さは、作業床面上約□A□の位置として、あらかじめ計算により求めた1cm線量当量率の□B□へ順に測定していく。あらかじめ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)	10 cm	低い箇所から高い箇所	から差し引いた
(2)	10 cm	高い箇所から低い箇所	に加えた
(3)	1 m	低い箇所から高い箇所	から差し引いた
(4)	1 m	高い箇所から低い箇所	に加えた
(5)	1.5 m	低い箇所から高い箇所	から差し引いた

(関係法令)

問 1 1 電離放射線障害防止規則に基づく特別の項目についての健康診断(以下「健康診断」という。)に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 放射線業務に常時従事する労働者ではないが、管理区域に一時的に立ち入る者についても、健康診断を行わなければならない。
- (2) 放射線業務歴のない者を雇い入れて放射線業務に就かせるときに行う健康診断において、医師が必要でないと認めるときは、「白血球数及び白血球百分率の検査」を除く他の検査項目の全部又は一部を省略することができる。
- (3) 定期の健康診断において、医師が必要でないと認めるときは、「被ばく歴の有無(被ばく歴を有する者については、作業の場所、内容及び期間、放射線障害の有無、自覚症状の有無その他放射線による被ばくに関する事項)の調査及びその評価」を除く他の検査項目の全部又は一部を省略することができる。
- (4) 健康診断の項目に異常の所見があると診断された労働者については、遅滞なく健康診断結果を通知するとともに、健康を保持するために必要な措置について、健康診断実施日から6月以内に、医師からの意見聴取を行わなければならない。
- (5) 健康診断を行ったときは、遅滞なく、電離放射線健康診断個人票を、所轄労働基準監督署長に提出しなければならない。

問 1 2 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、誤っているものはどれか。

- (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、使用の方法及び遮へい物の位置が一定しているときは、1年以内ごとに1回、定期に、測定を行わなければならない。
- (2) 測定は、原則として、1cm線量当量率又は1cm線量当量について行う。
- (3) 線量当量率又は線量当量は、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。
- (4) 測定を行ったときは、その都度、測定日時、測定方法、測定結果、測定結果に基づいて実施した措置の概要等所定の事項を記録し、5年間保存しなければならない。
- (5) 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。

問 1 3 放射線装置室に関する次の記述のうち、法令上、正しいものはどれか。

- (1) エックス線装置を設置した放射線装置室については、遮へい壁等の遮へい物を設け、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が1週間につき5mSvを超えないようにしなければならない。
- (2) 放射線装置室内に管電圧150kVを超えるエックス線装置を設置して使用するとき、装置に電力が供給されている場合に、その旨を自動警報装置を用いて関係者に周知させなければならない。
- (3) 装置の外側における外部放射線による1cm線量当量率が30µSv/hを超えないように遮へいされたエックス線装置については、放射線装置室内に設置しなくてもよい。
- (4) エックス線装置を放射線装置室内に設置して使用するとき、そのエックス線管の焦点から2m以内の場所を、必要のある者以外の者の立ち入りを禁止する区域としなければならない。
- (5) 放射線装置室内に設置したエックス線装置の主要構造部分を変更しようとする事業者は、当該工事開始の日の14日前までに、その計画を所轄労働基準監督署長に届け出なければならない。

問 1 4 次のAからEまでの場合について、所轄労働基準監督署長にその旨又はその結果を報告しなければならないもののすべての組合せは、(1) ~ (5) のうちどれか。

- A エックス線作業主任者を選任した場合
- B 雇入れ時の電離放射線健康診断を実施した場合
- C 管理区域について、法令に基づく定期の作業環境測定を行った場合
- D 放射線装置室内の遮へい物がエックス線の照射中に破損し、それによって受ける実効線量が15mSvを超えるおそれのある区域は生じていないが、照射を直ちに停止することが困難な事故が発生した場合
- E 男性の放射線業務従事者が緊急作業に従事した3日間に60mSvの実効線量を受けた場合

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

問 1 5 エックス線装置を取り扱う男性の放射線業務従事者の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、最も多く放射線にさらされるおそれのある部位(A)と、その次に多くさらされるおそれのある部位(B)が次のようになる場合、法令に基づく放射線測定器を装着すべき部位が胸部及び腹・大腿部の計2箇所となるものは(1)~(5)のうちどれか。

- | A | B |
|-----------|-------|
| (1) 胸・上腕部 | 腹・大腿部 |
| (2) 腹・大腿部 | 頭・頸部 |
| (3) 手指 | 腹・大腿部 |
| (4) 手指 | 胸・上腕部 |
| (5) 胸・上腕部 | 手指 |

問 1 6 放射線業務従事者の実効線量の算定及び記録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、法令上、正しいものは(1)~(5)のうちどれか。

「男性又は妊娠する可能性がないと診断された女性の実効線量については、原則として、□A□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。

女性(妊娠する可能性がないと診断されたものを除く。)の実効線量については、原則として、□B□ごと、□C□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。」

- | A | B | C |
|--------|----|----|
| (1) 3月 | 1月 | 3月 |
| (2) 3月 | 1月 | 6月 |
| (3) 3月 | 3月 | 6月 |
| (4) 6月 | 1月 | 3月 |
| (5) 6月 | 3月 | 6月 |

問 1 7 次のAからDまでの事項について、法令上、エックス線作業主任者の職務とされているもののすべての組合せは(1)~(5)のうちどれか。

- A 管理区域の標識が規定に適合して設けられるように措置すること。
- B 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。
- C 作業場のうち管理区域に該当する部分について、作業環境測定を行うこと。
- D 外部放射線を測定するための放射線測定器について、1年以内ごとに校正すること。

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

問 1 8 放射線業務従事者が受ける実効線量の被ばく限度に関する次の文中の□内に入れるAからCの数値の組合せとして、法令上、正しいものは(1)~(5)のうちどれか。

「男性及び妊娠する可能性がないと診断された女性の放射線業務従事者が受ける実効線量については、5年間につき100mSvを超えず、かつ、1年間につき□A□mSvを超えないようにしなければならない。

また、妊娠中でない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を除く。)が受ける実効線量については、□B□月間につき□C□mSvを超えないようにしなければならない。」

- | | A | B | C |
|-----|----|---|---|
| (1) | 30 | 1 | 2 |
| (2) | 30 | 6 | 3 |
| (3) | 30 | 3 | 5 |
| (4) | 50 | 6 | 2 |
| (5) | 50 | 3 | 5 |

問 1 9 エックス線装置構造規格に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 実効値による定格管電圧が10kV未満のエックス線装置には、この構造規格が適用されるものはない。
- (2) 試験研究の目的で使用するエックス線装置には、この構造規格が適用されるものはない。
- (3) この構造規格が適用されるエックス線装置は、医療用のものでも工業用のものでも、エックス線管について必要とされる遮へい能力は等しい。
- (4) この構造規格が適用されるエックス線装置は、照射筒、しばり及びろ過板を取り付けることができる構造のものでなければならない。
- (5) この構造規格が適用されるエックス線装置は、見やすい箇所に、定格出力、製造番号及び装置の漏れ線量率が表示されているものでなければならない。

問 2 0 エックス線装置による非破壊検査業務に従事する労働者10人を含めて350人の労働者を常時使用する製造業の事業場の安全衛生管理体制として、法令に違反するものは次のうちどれか。

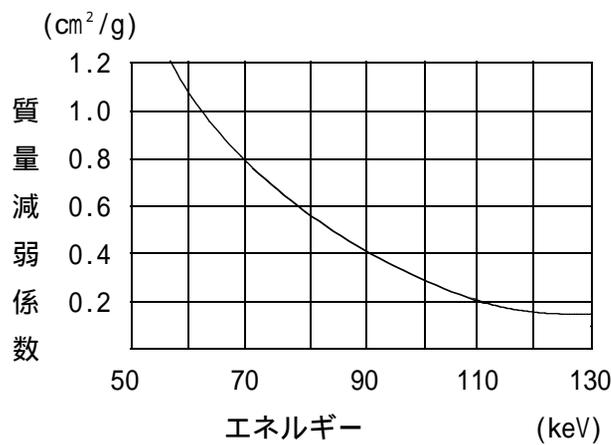
- (1) 総括安全衛生管理者を選任していない。
- (2) 安全衛生推進者を選任していない。
- (3) 選任している産業医は、事業場に専属の者ではない。
- (4) 衛生管理者は、第一種衛生管理者免許を有する者のうちから2人選任している。
- (5) 安全委員会と衛生委員会の設置に代えて、安全衛生委員会を設置している。

(午前終り)

(エックス線の測定に関する知識)

問 1 あるエックス線について、サーベイメータの前面に鉄板を置き、半価層を測定したところ 4.5 mm であった。このエックス線のおよその実効エネルギーは (1) ~ (5) のうちどれか。

ただし、エックス線のエネルギーと鉄の質量減弱係数との関係は下図のとおりとし、 $\log_e 2 = 0.693$ とする。また、この鉄板の密度は 7.8 g/cm^3 であるとする。



- (1) 60 keV
- (2) 70 keV
- (3) 80 keV
- (4) 90 keV
- (5) 110 keV

問 2 放射線の測定等の用語に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 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。
- (2) GM 計数管で放射線を計数するとき、分解時間内に入射した放射線は計数されないため、その分、計測値が減少することを数え落としという。
- (3) GM 計数管の動作特性曲線において、印加電圧を上げて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。
- (4) 熱ルミネッセンス線量計で放射線を測定するとき、熱蛍光強度を横軸にとり、対応する線量を縦軸に示した曲線をグロー曲線といい、これを用いて線量を読み取る。
- (5) 放射線の線量率が変化するとき、測定器の指示値が最終の値を示すまでの時間を時定数といい、時定数が長ければ指針のゆらぎは大きい。

問 3 ^{60}Co の標準線源を用い線源から 1 m 離れた場所で積算モードで校正された電離箱式サーベイメータは、その指針がフルスケールまで振れるのに 6 分を要した。

このサーベイメータを用い、ある場所において、実効エネルギーが 180 keV のエックス線の線量を測定したところ、フルスケールになるのに 110 秒かった。

この場所における 1 cm 線量当量率に最も近い値は次のうちどれか。

ただし、校正に使用された ^{60}Co の標準線源から 1 m 離れた場所での 1 cm 線量当量率は $30 \mu\text{Sv/h}$ とする。

また、このサーベイメータの校正定数は、エックス線のエネルギーが 120 keV のときには 0.85、250 keV のときには 0.98 であり、このエネルギー範囲では、直線的に変化するものとする。

- (1) 70 $\mu\text{Sv/h}$
- (2) 90 $\mu\text{Sv/h}$
- (3) 100 $\mu\text{Sv/h}$
- (4) 110 $\mu\text{Sv/h}$
- (5) 120 $\mu\text{Sv/h}$

問 4 放射線に関連した量とその単位の組合せとして、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 吸収線量 $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$
- (2) 照射線量 $\text{C} \cdot \text{kg}^{-1}$
- (3) エネルギーフルエンス $\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$
- (4) カーマ $\text{J} \cdot \text{m}^{-1}$
- (5) 線減弱係数 m^{-1}

問 5 放射線防護のための線量の算定に関する次の 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 外部被ばくによる実効線量は、1 cm 線量当量及び 70 μm 線量当量を用いて算定する。
- B 皮膚の等価線量は、エックス線については 70 μm 線量当量により算定する。
- C 眼の水晶体の等価線量は、放射線の種類及びエネルギーに応じて、1 cm 線量当量又は 70 μm 線量当量のうちいずれか適切なものにより算定する。
- D 妊娠中の女性の腹部表面の等価線量は、腹・大腿部たいにおける 1 cm 線量当量により算定する。

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

問 6 気体の電離を利用する検出器の印加電圧に対応した次のAからDまでの領域について、気体増幅が起こるもののすべての組合せは(1)~(5)のうちどれか。

- A 再結合領域
- B 電離箱領域
- C 比例計数管領域
- D GM計数管領域

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

問 7 X線の測定に用いるシンチレーション検出器に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) シンチレータには、微量のタリウムを含有させて活性化したヨウ化ナトリウム結晶などが用いられる。
- (2) シンチレータに放射線が入射すると、紫外領域の減衰時間の長い蛍光が放出される。
- (3) シンチレータに密着して取り付けられた光電子増倍管により、光は光電子に変換され、増倍された後、電流パルスとして出力される。
- (4) 光電子増倍管から得られる出力パルス波高値には、入射放射線のエネルギーの情報が含まれている。
- (5) 光電子増倍管の増倍率は印加電圧に依存するので、光電子増倍管に印加する高圧電源は安定化する必要がある。

問 8 次のX線とその測定に用いるサーベイメータとの組合せのうち、不適切なものはどれか。

- (1) 散乱線を多く含むX線
..... 電離箱式サーベイメータ
- (2) 10 keV程度のエネルギーで、1 mSv/h程度の線量率のX線
..... NaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータ
- (3) 100 keV程度のエネルギーで、10 μSv/h程度の線量率のX線
..... 半導体式サーベイメータ
- (4) 200 keV程度のエネルギーで、10 mSv/h程度の線量率のX線
..... 電離箱式サーベイメータ
- (5) 300 keV程度のエネルギーで、100 μSv/h程度の線量率のX線
..... GM計数管式サーベイメータ

問 9 X線の測定に用いる放射線測定器に関する次の文中の□内に入れるA及びBの語句の組合せとして、正しいものは(1)~(5)のうちどれか。

「フィルムバッジ、半導体式ポケット線量計及び光刺激ルミネッセンス線量計のうち、機械的に最も堅牢なものは□A□である。

また、測定可能な最小線量が最も小さく、かつ、フェーディングが最も少ないものは□B□である。」

- | A | B |
|------------------------------|--------------------------|
| (1) 半導体式 ^ポ ケット線量計 | 光刺激ルミネッセンス線量計 |
| (2) フィルムバッジ | 光刺激ルミネッセンス線量計 |
| (3) フィルムバッジ | 半導体式 ^ポ ケット線量計 |
| (4) 半導体式 ^ポ ケット線量計 | フィルムバッジ |
| (5) 光刺激ルミネッセンス線量計 | 半導体式 ^ポ ケット線量計 |

問 10 熱ルミネッセンス線量計(TLD)と蛍光ガラス線量計(RPLD)に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 素子として、TLDではフッ化リチウム、硫酸カルシウムなどが、RPLDでは銀活性リン酸塩ガラスが用いられる。
- (2) RPLDの方が、TLDより素子間の感度のばらつきが少ない。
- (3) 線量読み取りのための発光は、TLDでは加熱により、RPLDでは紫外線照射により行われる。
- (4) 線量の読み取りは、RPLDでは繰り返し行うことができるが、TLDでは線量を読み取ると素子から情報が消失してしまうため、1回しか行うことができない。
- (5) TLDの素子は使用後400~500℃に加熱処理を行うことにより再利用することができるが、RPLDの素子は加熱処理によって再利用することはできない。

(次の科目が免除されている方は、問 1 1 ~ 問 2 0 は解答しないで下さい。)

(エックス線の生体に与える影響に関する知識)

問 1 1 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 M 期(分裂期)の細胞は、S 期 (DNA 合成期)後期の細胞より放射線感受性が高い。
- B 小腸の腺窩細胞(クリプト細胞)は、絨毛先端部の細胞より放射線感受性が高い。
- C 細胞に放射線を照射したとき、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、バクテリアではシグモイド型となり、哺乳動物細胞では指数関数型となる。
- D 平均致死線量は、細胞の放射線感受性を表すのに用いられ、その値が大きければ細胞の感受性は高い。

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

問 1 2 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、正しいものの組合せは (1) ~ (5) のうちどれか。

- A 眼の水晶体上皮細胞が損傷を受けて発生する白内障は、早期影響に分類される。
- B 白内障の潜伏期は、被ばく線量が多いほど短い傾向にある。
- C 晩発影響である白血病の潜伏期は、その他のがん比べて一般に短い。
- D 放射線による皮膚障害のうち、脱毛は、潜伏期が 1 ~ 3 月程度で、晩発影響に分類される。

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

問 1 3 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、誤っているものはどれか。

- (1) 赤色骨髄は、造血機能をもち、放射線感受性がきわめて高い。
- (2) 末梢血液中の血球数の変化は約 0 . 2 5 Gy の被ばくから認められる。
- (3) 末梢血液中の血球は、一般に造血器官中の未分化な段階のものより放射線感受性が低いが、リンパ球は末梢血液中でも放射線感受性が高く、被ばく直後から減少が現れる。
- (4) 末梢血液中のリンパ球以外の白血球は、被ばく直後一時的に増加することがある。
- (5) 末梢血液の成分のうち、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。

問 1 4 放射線が生体に与える影響と被ばく線量との関係に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 確定的影響では、被ばくした集団中の影響の発生率と被ばく線量が比例関係にある。
- (2) 確率的影響では、被ばく線量と影響の発生率との関係がシグモイド曲線で示される。
- (3) 確定的影響では、障害の重篤度は被ばく線量に依存する。
- (4) しきい線量は、確率的影響には存在するが、確定的影響には存在しない。
- (5) 確定的影響の程度は、実効線量により評価される。

問 1 5 人が一時に全身にエックス線の照射を受けた場合の急性影響に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 2 Gy 以下の被ばくでは、放射線宿酔の症状が現れることはない。
- (2) 半致死線量 (LD_{50/60}) に相当する線量の被ばくでは、被ばくした人のうち約半数の人が、60 日以内に、主に造血器障害により死亡する。
- (3) 被ばくしたすべての人が 60 日以内に死亡する線量の最小値は、約 20 Gy であると推定されている。
- (4) 3 ~ 5 Gy 程度の被ばくによる死亡は、主に消化器官の障害によるものである。
- (5) 5 ~ 10 Gy 程度の被ばくによる死亡は、主に中枢神経系の障害によるものである。

問 16 放射線による DNA の損傷と修復に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 放射線による DNA 損傷には、塩基損傷と DNA 鎖切断があるが、エックス線のような間接電離放射線では、塩基損傷は生じない。
- (2) DNA 鎖切断のうち、二重らせんの両方が切れる 2 本鎖切断の発生頻度は、片方だけが切れる 1 本鎖切断の発生頻度より高い。
- (3) 細胞には、DNA 鎖切断を修復する機能があり、修復が誤りなく行われれば、細胞は回復し、正常に増殖を続けるが、塩基損傷を修復する機能はない。
- (4) DNA 鎖切断のうち、1 本鎖切断は、2 本鎖切断に比べて修復されやすい。
- (5) DNA 鎖切断の修復方式のうち、非相同末端結合は、DNA 切断端同士を直接再結合する修復であるため誤りなく行われる。

問 17 胎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) 着床前期の被ばくでは胚の死亡が起こることがあるが、被ばくしても生き残り発育を続けて出生した子供には、被ばくによる影響はみられない。
- (2) 器官形成期の被ばくでは、奇形が発生することがある。
- (3) 胎児期の被ばくでは、出生後、精神発達の遅滞がみられることがある。
- (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) 胎内被ばくを受け出生した子供にみられる精神発達の遅滞は、確率的影響に分類される。

問 18 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) 遺伝的影響の原因は、生殖細胞の突然変異であり、これは遺伝子突然変異と染色体異常に大別される。
- (2) 生殖腺が被ばくしたときに生じるおそれのある障害には、遺伝的影響の他、身体的影響に分類されるものもある。
- (3) 小児が被ばくした場合にも、遺伝的影響が生じるおそれがある。
- (4) 倍加線量は、放射線による遺伝的影響を推定する指標で、その値が大きいほど遺伝的影響は起こりやすい。
- (5) 遺伝的影響は、次世代だけでなく、それ以後の世代に現れる可能性がある。

問 19 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) 放射線が生体中の水分子を電離又は励起して生じたフリーラジカルが DNA に損傷を与えることを直接作用という。
- (2) エックス線などの光子と生体高分子との相互作用により発生した二次電子が DNA に損傷を与えることを間接作用という。
- (3) 低温下では、直接作用による放射線効果は減少するが、間接作用による放射線効果は影響を受けない。
- (4) 生体中にシステインなどの SH 化合物が存在すると放射線効果が軽減されることは、主に間接作用により説明される。
- (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したとき、酵素の濃度が増すに従って、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減少することは、直接作用により説明される。

問 20 生体に対する放射線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) 線量率効果とは、同一線量を照射する場合に、線量率を低くすると一般に生物学的効果が小さくなることをいう。
- (2) 組織荷重係数は、その組織の相対的な放射線感受性を示す値であり、これを組織の吸収線量に乗ずることにより、等価線量が得られる。
- (3) LET (線エネルギー付与) は、物質中を放射線が通過するとき、荷電粒子の飛跡に沿って単位長さ当たりに物質に与えられる平均エネルギーで、放射線の線質を表す指標とされる。
- (4) RBE (生物学的効果比) は、基準となる放射線と問題にしている放射線とが、同じ生物学的効果を与えるときの各々の吸収線量の比で、線質の異なる放射線の生物学的効果を比較するときに用いられる。
- (5) OER (酸素増感比) は、生体内に酸素が存在しない状態と存在する状態とを比較し、同じ生物学的効果を与える線量の比で、酸素効果の大きさを表すものである。