

受験番号	
------	--

# エックス線作業主任者免許試験 A

指示があるまで、試験問題を開かないでください。

## [注意事項]

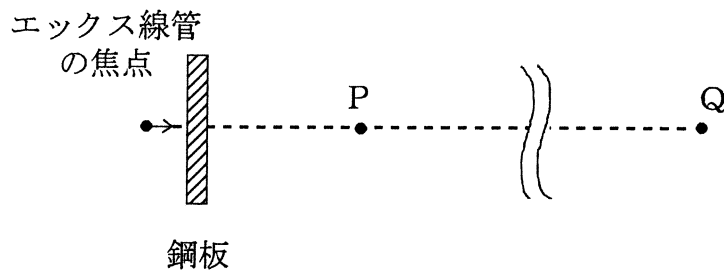
- 1 本紙左上の「受験番号」欄に受験番号を記入してください。
- 2 解答方法
  - (1) 解答は、別の解答用紙に記入(マーク)してください。
  - (2) 使用できる鉛筆(シャープペンシル可)は、「HB」又は「B」です。  
ボールペン、サインペンなどは使用できません。
  - (3) 解答用紙は、機械で採点しますので、折ったり、曲げたり、汚したりしないでください。
  - (4) 解答を訂正するときは、消しゴムできれいに消してから書き直してください。
  - (5) 問題は、五肢択一式で、正答は一問につき一つだけです。二つ以上に記入(マーク)したもの、判読が困難なものは、得点としません。
  - (6) 計算、メモなどは、解答用紙に書かずに試験問題の余白を利用してください。
- 3 受験票には、何も記入しないでください。
- 4 試験時間は2時間で、試験問題は問1～問20です。
- 5 試験開始後、1時間以内は退室できません(午後の試験では、開始後30分以内は退室できません。)  
試験時間終了前に退室するときは、着席のまま無言で手を上げてください。  
試験監督員が席まで伺います。  
なお、退室した後は、再び試験室に入ることはできません。
- 6 試験問題は、持ち帰ることはできません。  
受験票は、持って退室して、午後の試験にお持ちください。  
なお、午後の試験が全部免除されている者は、受験票をお持ち帰りください。

[エックス線の管理に関する知識]

問 1 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4 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0.3 mSv/hである。

露出時間が1枚につき120秒の写真を週300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) 12 m
- (2) 17 m
- (3) 22 m
- (4) 27 m
- (5) 32 m

問 2 あるエックス線装置のエックス線管の焦点から 1 m 離れた点における 1 cm 線量当量率は 12 mSv/min であった。

このエックス線装置を用い、厚さ 8 mm の鋼板及び厚さ 40 mm のアルミニウム板にそれぞれ別々に照射したところ、透過したエックス線の 1 cm 線量当量率はいずれも 3 mSv/min であった。

厚さ 10 mm の鋼板と厚さ 30 mm のアルミニウム板を重ね合わせ 40 mm とした板に照射した場合、透過後の 1 cm 線量当量率の値として、最も近いものは (1)～(5)のうちどれか。

ただし、エックス線は細い線束とし、測定点はいずれもエックス線管の焦点から 1 m 離れた点とする。

また、鋼板及びアルミニウム板を透過した後の実効エネルギーは、透過前と変わらないものとし、散乱線による影響は無いものとする。

- (1) 0.1 mSv/min
- (2) 0.4 mSv/min
- (3) 0.8 mSv/min
- (4) 1.2 mSv/min
- (5) 1.6 mSv/min

問 3 エックス線に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) エックス線は、荷電粒子の流れである。
- (2) エックス線は、直接電離放射線である。
- (3) エックス線は、波長が可視光線より短い電磁波である。
- (4) エックス線の光子は、電子と同じ質量をもつ。
- (5) エックス線は、磁場の影響を受ける。

問 4 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されるエックス線の中には、入射エックス線より波長の短いものがある。
- (2) コンプトン効果は、必ず特性エックス線の発生を伴う。
- (3) 光電効果が生じる確率は、入射エックス線のエネルギーが増大すると、コンプトン効果に比べて急激に低下する。
- (4) 光電効果により光子エネルギーが原子に吸収されて光子は消滅し、このとき入射エックス線に等しい運動エネルギーを持つ光電子が放出される。
- (5) 電子対生成は、入射エックス線のエネルギーが、電子1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 5 工業用エックス線装置の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、正しいものはどれか。

- (1) エックス線管の内部には、効率的にエックス線を発生させるためにアルゴンなどの不活性ガスが封入されている。
- (2) 陽極のターゲットにタングステンが多く用いられる主な理由は、熱伝導率が高く、加工しやすいことである。
- (3) 陰極のフィラメント端子間の電圧は、フィラメント加熱用の降圧変圧器を用いて10～20V程度にされている。
- (4) 陽極のターゲット上のエックス線が発生する部分を実効焦点といい、これをエックス線束の利用方向から見たものを実焦点という。
- (5) 陽極のターゲットに衝突する電子の運動エネルギーがエックス線に変換する効率は、管電圧に比例し、ターゲット元素の原子番号に反比例する。

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、正しいものはどれか。

- (1) 半価層の値は、エックス線の線量率が高くなるほど大きくなる。
- (2) エネルギー範囲が 10 keV から 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小さくなる。
- (3) 半価層  $h$  (cm) は、減弱係数  $\mu$  ( $\text{cm}^{-1}$ ) に比例する。
- (4) 硬エックス線の場合は、軟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、

$$H = \frac{\log_e 10}{\log_e 2} h \text{ の関係がある。}$$

問 7 特性エックス線に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 特性エックス線の波長は、ターゲット元素の原子番号が大きくなると長くなる。
- (2) 特性エックス線は、連続スペクトルを示す。
- (3) 管電圧が、K系列の特性エックス線を発生させるのに必要な最小値である K 励起電圧を下回るときは、他の系列の特性エックス線も発生することはない。
- (4) K 殻電子が電離されたことにより特性エックス線が発生することをオージェ効果という。

○ (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 8 透過試験に用いる工業用の分離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、適切なものは(1)～(5)のうちどれか。

「工業用の分離形エックス線装置は、エックス線管、エックス線管冷却器、□A□、□B□、□C□及び低電圧ケーブルで構成される装置である。」

- |              | A | B        | C       |
|--------------|---|----------|---------|
| (1) エックス線制御器 |   | 管電流調整器   | 高電圧ケーブル |
| (2) エックス線制御器 |   | 管電圧調整器   | 管電流調整器  |
| (3) 管電圧調整器   |   | 管電流調整器   | 高電圧ケーブル |
| (4) 高電圧発生器   |   | 管電圧調整器   | 管電流調整器  |
| ○ (5) 高電圧発生器 |   | エックス線制御器 | 高電圧ケーブル |

問 9 単一エネルギーで太い線束のエックス線が物体を透過するときの減弱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、次のエ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)  $B = 1 - \frac{I_S}{I_P}$
- (4)  $B = \frac{I_P}{I_S} - 1$
- (5)  $B = \frac{I_P}{I_S}$

問10 ろ過板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。

「ろ過板は、照射口に取り付けて、透過試験に役立たない□Aエックス線(波長の□Bエックス線)を取り除き、無用な散乱線を減少させるために使用する。

しかし、□Cなどで□Aエックス線そのものを利用する場合には、ろ過板は使用しない。」

- |       | A | B  | C           |
|-------|---|----|-------------|
| (1)   | 硬 | 長い | エックス線回折装置   |
| (2)   | 硬 | 短い | 蛍光エックス線分析装置 |
| ○ (3) | 軟 | 長い | 蛍光エックス線分析装置 |
| (4)   | 軟 | 長い | エックス線CT装置   |
| (5)   | 軟 | 短い | エックス線回折装置   |

〔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、労働安全衛生関係法令上、正しいものはどれか。

- (1) 管理区域は、外部放射線による実効線量が3か月間につき3 mSvを超えるおそれのある区域である。
- (2) 管理区域には、放射線業務従事者以外の者が立ち入ることを禁止し、その旨を明示しなければならない。
- (3) 放射線装置室内で放射線業務を行う場合、その室の入口に放射線装置室である旨の標識を掲げたときは、管理区域を標識により明示する必要はない。
- (4) 管理区域内の労働者の見やすい場所に、放射線業務従事者が受けた外部被ばくによる線量の測定結果の一定期間ごとの記録を掲示しなければならない。
- (5) 管理区域に一時的に立ち入る労働者についても、管理区域内において受ける外部被ばくによる線量を測定しなければならない。

問12 エックス線装置を用いて放射線業務を行う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ないものはどれか。

- (1) エックス線装置は、その外側における外部放射線による1 cm線量当量率が30  $\mu\text{Sv/h}$ を超えないように遮へいされた構造のものを除き、放射線装置室に設置している。
- (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) 放射線装置室には、放射線業務従事者以外の者が立ち入ることを禁止し、その旨を明示している。
- (4) 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、エックス線装置に電力が供給されている旨を関係者に周知させる方法として、管電圧が150 kV以下である場合を除き、自動警報装置によるものとしている。
- (5) 照射中に労働者の身体の一部がその内部に入るおそれのある工業用の特定エックス線装置を用いて透視を行うときは、エックス線管に流れる電流が定格管電流の2.5倍に達したときに、直ちに、エックス線回路を開放位にする自動装置を設けている。

問13 次のAからDまでの事項について、労働安全衛生関係法令上、エックス線作業主任者の職務とされているものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 管理区域の標識が法令の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 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, C
- (3) B, C
- (4) B, D
- (5) C, D



問 1 4 エックス線装置を用いて放射線業務を行う作業場の管理区域に該当する部分の作業環境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、労働安全衛生関係法令上、正しいものは(1)～(5)のうちどれか。

「作業場のうち管理区域に該当する部分について、[ A ] 以内(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、[ B ] 以内)ごとに1回、定期的に、作業環境測定を行い、その都度、測定日時、測定箇所、測定結果、[ C ] 等一定の事項を記録し、5年間保存しなければならない。」

- |       | A    | B    | C                 |
|-------|------|------|-------------------|
| ○ (1) | 1 か月 | 6 か月 | 放射線測定器の種類、型式及び性能  |
| (2)   | 1 か月 | 6 か月 | エックス線装置の種類及び型式    |
| (3)   | 6 か月 | 1 年  | 放射線測定器の種類、型式及び性能  |
| (4)   | 6 か月 | 1 か月 | エックス線装置の種類及び型式    |
| (5)   | 6 か月 | 1 年  | 測定結果に基づき実施した措置の概要 |

問 1 5 放射線業務従事者の被ばく限度として、労働安全衛生関係法令上、誤っているものは次のうちどれか。ただし、いずれの場合においても、放射線業務従事者は、緊急作業に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  
 ..... 5年間に 100 mSv、かつ、1年間に 50 mSv
- (2) 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  
 ..... 1年間に 300 mSv
- (3) 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  
 ..... 1年間に 500 mSv
- (4) 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  
 ..... 3か月間に 5 mSv
- (5) 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 ..... 妊娠中に 2 mSv

問16 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、労働安全衛生関係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17 労働安全衛生関係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

問18 次のAからE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とき。
- B 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とき。
- C 放射線業務に常時従事する労働者で管理区域に立ち入るものに対して、電離放射線障害防止規則に基づく定期の電離放射線健康診断を行ったとき。
- 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15 mSvを超えるおそれのある区域が生じていないが、照射を直ちに停止することが困難な事故が発生したとき。
- E 放射線装置室の使用を廃止したとき。

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

問19 エックス線装置構造規格において、工業用等のエックス線装置のエックス線管について、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。

「工業用等のエックス線装置のエックス線管は、その焦点から□A□の距離における利用線<sup>すい</sup>錐以外の部分のエックス線の空気カーマ率が、波高値による定格管電圧が200 kV未満のエックス線装置では、□B□ mGy/h以下、波高値による定格管電圧が200 kV以上のエックス線装置では、□C□ mGy/h以下になるように遮へいされているものでなければならない。」

- |       | A    | B   | C   |
|-------|------|-----|-----|
| (1)   | 5 cm | 77  | 115 |
| (2)   | 5 cm | 155 | 232 |
| (3)   | 1 m  | 1.3 | 2.1 |
| ○ (4) | 1 m  | 2.6 | 4.3 |
| (5)   | 1 m  | 6.5 | 10  |

問20 エックス線照射装置を用いて行う透過写真撮影の業務に従事する労働者30人を含めて600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について、労働安全衛生関係法令に違反しているものはどれか。ただし、衛生管理者及び産業医の選任の特例はないものとする。

- (1) 衛生管理者は、3人選任している。
- (2) 産業医は、事業場に専属の者ではないが、産業医としての法定の要件を満たしている医師を選任している。
- (3) 選任している衛生管理者のうち、1人は、この事業場に専属でない労働衛生コンサルタントである。
- (4) この事業場に専属の衛生管理者は、衛生管理者としての業務以外の業務を兼任している。
- (5) この事業場に専属の衛生管理者のうち、1人は、衛生工学衛生管理者の免許を有している。

(午前終了)

受験番号	
------	--

## エックス線作業主任者免許試験 B

指示があるまで、試験問題を開かないでください。

### 〔注意事項〕

- 1 本紙左上の「受験番号」欄に受験番号を記入してください。
- 2 解答方法
  - (1) 解答は、別の解答用紙に記入(マーク)してください。
  - (2) 使用できる鉛筆(シャープペンシル可)は、「HB」又は「B」です。  
ボールペン、サインペンなどは使用できません。
  - (3) 解答用紙は、機械で採点しますので、折ったり、曲げたり、汚したりしないでください。
  - (4) 解答を訂正するときは、消しゴムできれいに消してから書き直してください。
  - (5) 問題は、五肢択一式で、正答は一問につき一つだけです。二つ以上に記入(マーク)したもの、判読が困難なものは、得点としません。
  - (6) 計算、メモなどは、解答用紙に書かずに試験問題の余白を利用してください。
- 3 受験票には、何も記入しないでください。
- 4 試験時間は2時間で、試験問題は問1～問20です。  
「エックス線の生体に与える影響に関する知識」が免除されている者の試験時間は1時間で、試験問題は問1～問10です。
- 5 試験開始後、30分以内は退室できません。  
試験時間終了前に退室するときは、着席のまま無言で手を上げてください。  
試験監督員が席まで伺います。  
なお、退室した後は、再び試験室に入ることはできません。
- 6 試験問題は、持ち帰ることはできません。受験票は、お持ち帰りください。

[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、単位は Gy が用いられる。
  - (2) コーマは、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、単位は 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 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、単位は Sv が用いられる。
  - (5) eV(電子ボルト)は、放射線のエネルギーの単位として用いられ、1 eV は約 $1.6 \times 10^{-19}$  J に相当する。

- 問 2 放射線防護のための被ばく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、法令に基づき放射線測定器を装着した各部位の1 cm 線量当量及び70  $\mu$ m 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1 cm 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  $\mu$ m 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<sup>たい</sup>における1 cm 線量当量により算定する。
- (1) A, B, C
  - (2) A, B, D
  - (3) A, C
  - (4) B, D
  - (5) C, D

問 3 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) フリッケ線量計 …………… G 値
- (3) GM計数管 …………… 消滅ガス
- (4) 半導体検出器 …………… 電子・正孔対
- (5) シンチレーション検出器 …………… グロー曲線

問 4 放射線の測定等の用語に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 放射線が気体中で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、気体の種類には依存せず、放射線のエネルギーに応じてほぼ一定の値をとる。
- (2) 半導体検出器において、荷電粒子が半導体中で1個の電子・正孔対を作るのに必要な平均エネルギーを  $\epsilon$  値といい、シリコンの場合は約 3.6 eV 程度である。
- (3) 入射放射線によって気体中に作られたイオン対のうち、電子が電界によって強く加速され、更に多くのイオン対を発生させることを気体(ガス)増幅といい、比例計数管やGM計数管による測定に利用される。
- (4) 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しという。
- (5) GM計数管の特性曲線において、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、プラトーが長く、傾斜が小さいほど、計数管としての性能は良い。

問 5 次のAからEまでの放射線検出器について、放射線のエネルギー分析が可能なもののすべての組合せは(1)～(5)のうちどれか。

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

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

問 6 GM計数管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。

「GM計数管が入射放射線を検出し一度放電した後、次の放射線が入射してもパルス信号が検出できない時間を□A□といい、パルス信号が弁別レベルまで回復するまでの時間を□B□という。GM計数管の□A□は、□C□程度である。」

- |                           | A    | B    | C                 |
|---------------------------|------|------|-------------------|
| (1)                       | 分解時間 | 不感時間 | 10 ~ 20 $\mu$ s   |
| (2)                       | 分解時間 | 回復時間 | 100 ~ 200 $\mu$ s |
| <input type="radio"/> (3) | 不感時間 | 分解時間 | 100 ~ 200 $\mu$ s |
| (4)                       | 不感時間 | 回復時間 | 100 ~ 200 ms      |
| (5)                       | 回復時間 | 不感時間 | 100 ~ 200 ms      |



問 7 エックス線の測定に用いるNaI(Tl)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) シンチレータに混入される微量のタリウムは、発光波長の調整や発光量増加の役割を果たす活性剤である。
- (2) シンチレータにエックス線が入射すると、紫外領域の減衰時間の長い光が放射される。
- (3) シンチレータから放射された光は、光電子増倍管の光電面で光電子に変換され、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には、入射エックス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、高圧電源は安定化する必要がある。

問 8 熱ルミネセンス線量計(TLD)と蛍光ガラス線量計(RPLD)とを比較した次のAからD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 TLDの方が、RPLDより素子間の感度のばらつきが少なく、フェーディングも小さい。
  - B 線量を読み取るための発光は、TLDでは加熱により、RPLDでは紫外線照射により行われる。
  - C 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ことによって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。
  - D TLDの素子は1回しか使用することができないが、RPLDの素子は、使用後加熱処理を行うことにより、再度使用することができる。
- (1) A, B
  - (2) A, C
  - (3) B, C
  - (4) B, D
  - (5) C, D

問 9 ある放射線測定器を用いて  $t$  秒間放射線を測定し、計数值  $N$  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)  $N/t^2$

問 10 次のエックス線とその測定に用いるサーベイメータの組合せのうち、不適切なものはどれか。

- (1) 散乱線を多く含むエックス線 ..... 電離箱式サーベイメータ
- (2)  $0.1 \mu\text{Sv/h}$  程度の低線量率のエックス線  
..... シンチレーション式サーベイメータ
- (3)  $200 \text{ mSv/h}$  程度の高線量率のエックス線 ..... 電離箱式サーベイメータ
- (4) 湿度の高い場所における  $100 \mu\text{Sv/h}$  程度のエックス線  
..... GM計数管式サーベイメータ
- (5)  $10 \text{ keV}$  程度の低エネルギーのエックス線 ..... 半導体式サーベイメータ

次の科目が免除されている者は、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 放射線の細胞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) 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。
- (2) 細胞分裂の周期のG<sub>1</sub>期(DNA合成準備期)後期の細胞は、G<sub>2</sub>期(分裂準備期)初期の細胞より放射線感受性が高い。
- (3) 皮膚の基底細胞は、角質層の細胞より放射線感受性が高い。
- (4) 小腸の絨毛先端部の細胞は、腺細胞(クリプト細胞)より放射線感受性が高い。
- (5) 将来行う細胞分裂の回数の多い細胞ほど放射線感受性は一般に高い。

問12 放射線の直接作用と間接作用に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 放射線により水分子がフリーラジカルになり、これが生体の細胞に損傷を与える作用が直接作用である。
- (2) 間接電離放射線により生じた二次電子が、生体の細胞に損傷を与える作用が間接作用である。
- (3) 低LET放射線が生体に与える影響は、間接作用によるものより直接作用によるものの方が大きい。
- (4) 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。
- (5) 溶液中の酵素の濃度を変えて一定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、酵素の全分子のうち不活性化されるものの占める割合が増加することは、間接作用により説明される。

問13 放射線の被ばくによる確率的影響及び確定的影響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、被ばく線量と障害の発生率との関係は指数関数で示される。
- (2) 確率的影響では、被ばく線量の増加とともに、単位線量当たりの障害の発生率が増加する。
- (3) 確定的影響では、被ばく線量が増加すると、障害の重篤度が大きくなる。
- (4) 確定的影響の程度は、実効線量により評価される。
- (5) 遺伝的影響は、確定的影響に分類される。

問14 放射線被ばくによる白内障に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 放射線により眼の水晶体上皮細胞に障害を受けると、白内障が発生する。
- (2) 白内障は、早期影響に分類される。
- (3) 白内障の重篤度は、被ばく線量には依存しない。
- (4) 白内障の潜伏期間の長さは、被ばく線量とは無関係である。
- (5) 放射線被ばくによる白内障は、その症状により、老人性白内障と容易に識別することができる。

問15 ヒトが一時に全身にエックス線被ばくを受けた場合の早期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) 3～4 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。
- (3) 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。
- (4) 半致死線量(LD<sub>50/60</sub>)に相当する線量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) 10～15 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 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<sup>しょう</sup>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17 生体に対する放射線効果に関する次の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 組織加重係数は、各組織・臓器の確率的影響に対する相対的なリスクを表す係数である。

B 倍加線量は、放射線照射により、突然変異率を自然における値の2倍にする線量であり、その値が大きいほど遺伝的影響は起こりやすい。

C 酸素増感比(OER)は、生体内に酸素が存在しない状態と存在する状態とで同じ生物学的効果を与える線量の比であり、酸素効果の大きさを表すときに用いられる。

D 生物学的効果比(RBE)は、線質の異なる放射線を被ばくした各々の生物集団の生存率の比であり、線質の異なる放射線による生物学的効果を比較するとき用いられる。

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

問18 次のAからCまでの人体の組織・器官について、放射線感受性の高いものから順に並べたものは(1)～(5)のうちどれか。

A 毛のう

B 小腸粘膜

C 甲状腺

(1) A, B, C

(2) A, C, B

○ (3) B, A, C

(4) B, C, A

(5) C, A, B

問19 エックス線被ばくによる放射線皮膚炎の症状に関する次の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 0.2 Gy の被ばくでは、皮膚の充血や腫脹<sup>ちよう</sup>がみられる。

B 3 Gy の被ばくでは、一過性の紅斑や一時的な脱毛がみられる。

C 5 Gy の被ばくでは、水疱<sup>ほう</sup>や永久脱毛がみられる。

D 20 Gy 以上の被ばくでは、進行性びらんや難治性の潰瘍がみられる。

(1) A, B

(2) A, C

(3) B, C

○ (4) B, D

(5) C, D

問20 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<sup>はい</sup>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。

(4) 胎児期の被ばくでは、出生後、精神発達遅滞がみられることがある。

○ (5) 胎児期の被ばくによる奇形や発育不全は、遺伝的影響に分類される。

(終り)