

(エックス線の管理に関する知識)

- 問 1 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、誤っているものはどれか。
- (1) 陰極のフィラメントには、融点が高く抵抗の小さいタングステンが用いられ、陽極のターゲットには、熱伝導性の良い銅が用いられる。
  - (2) 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。
  - (3) 陰極のフィラメントが白熱状態に加熱されることによりフィラメント金属中の自由電子がエネルギーを得て、金属表面から飛び出したものを熱電子という。
  - (4) 陰極には、発生した熱電子のひろがりをおさえるための集束カップ(集束筒)が設けられている。
  - (5) 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小さくなる。
- 問 2 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 3 エックス線装置の管電圧を一定にして、管電流を増加させた場合に、発生する連続エックス線に認められる変化として、正しいものは次のうちどれか。
- (1) 最短波長は短くなる。
  - (2) 最高強度を示す波長は短くなる。
  - (3) 全強度は、管電流に比例して増加する。
  - (4) 最大エネルギーは、管電流に比例して増加する。
  - (5) 線質は、硬くなる。
- 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も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。

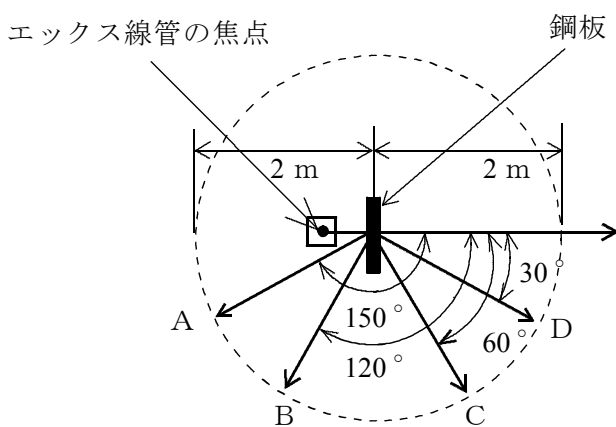
- 問 5 次のAからDまでの事項について、単一エネルギーの細かいエックス線束がある厚さの物体を透過するときの減弱係数の値に影響を与えるものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。
- A 入射エックス線の強度
  - B 入射エックス線のエネルギー
  - C 物体の厚さ
  - D 物体を構成する元素の種類
- (1) A, B
  - (2) A, C
  - (3) B, C
  - (4) B, D
  - (5) C, D

問 6 エックス線を利用する装置とその原理との組合せとして、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) エックス線応力測定装置 …………… 透過
- (2) 蛍光エックス線分析装置 …………… 分光
- (3) エックス線CT装置 …………… 透過
- (4) エックス線マイクロアナライザー …………… 分光
- (5) エックス線単結晶方位測定装置 …………… 回折

問 7 エックス線装置を用い、厚さ 20 mm の鋼板に管電圧 100 kV でエックス線を垂直に照射したとき、照射野の中心から 2 m の距離にある図の A 点から D 点における散乱線の空気カーマ率の大きさに関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

ただし、鋼板からの散乱線以外の影響は考えないものとし、また、照射条件は一定とする。



- (1) A点における空気カーマ率は、鋼板の厚さを 30 mm に替えると減少する。
- (2) D点における空気カーマ率は、鋼板の厚さを 30 mm に替えても、ほとんど変化しない。
- (3) A点における空気カーマ率は、B点における空気カーマ率より小さい。
- (4) B点における空気カーマ率は、鋼板を同じ厚さのアルミニウム板に替えると減少する。
- (5) C点における空気カーマ率は、D点における空気カーマ率より小さい。

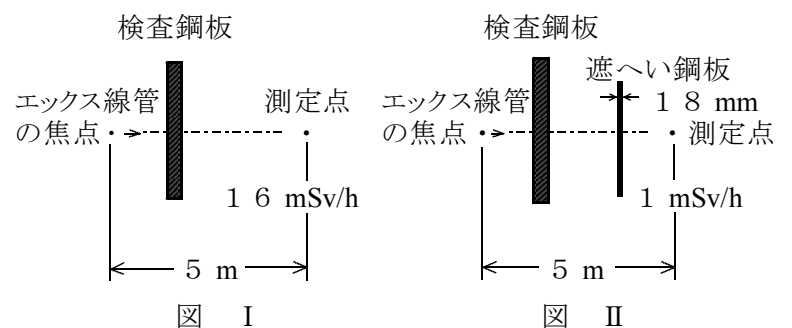
問 8 エックス線装置を使用する事業場において管理区域を設定するための外部放射線の測定に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 位置により線量率の変化が大きいと予測される場合には、測定点を密にとる。
- (2) 測定器は、原則として、シンチレーション式サーベイメータを用いることとし、フィルムバッジ等の積算型放射線測定器は用いてはならない。
- (3) あらかじめバックグラウンド値を調査しておき、これを測定値から差し引いた値を測定結果とする。
- (4) 測定は、あらかじめ計算により求めた 1 cm 線量当量又は 1 cm 線量当量率の低い箇所から逐次高い箇所へと行っていく。
- (5) 測定中は、必ず放射線測定器を装着し、保護衣等必要な保護具を使用する。

問 9 下図 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、1.6 mSv/h であった。次に下図 II のように、この線束を厚さ 1.8 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。

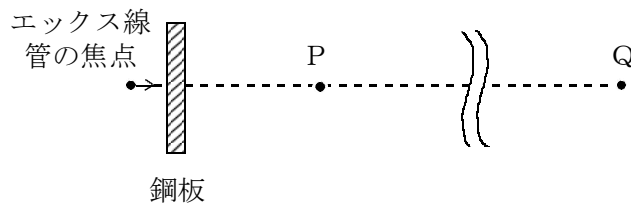


- (1) 2.0 mm
- (2) 2.3 mm
- (3) 2.5 mm
- (4) 2.7 mm
- (5) 3.0 mm

問 1 0 下図のように、엑스線装置を用いて鋼板の透過  
写真撮影を行うとき、엑스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 1 1 0 秒の写真を週 4 0 0 枚  
撮影するとき、엑스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 点を管理区域の境界  
線の外側になるようにする。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 1 3 週とする。



- (1) 1 0 m
- (2) 1 2 m
- (3) 1 5 m
- (4) 2 0 m
- (5) 2 5 m

(關係法令)

問 1 1 엑스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) 管理区域は、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である。
- (2) 管理区域設定にあ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 7 0 μm 線量当量  
により行う。
- (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 1 2 放射線業務従事者の被ばく限度として、法令上、正  
しい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  
…………… 5 年間に 1 0 0 mSv、かつ、1 年間に 3 0 mSv
- (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 …… 1 か月間に 2 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 3 0 0 mSv
- (4) 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 1 5 0 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 1 mSv

問 1 3 エックス線装置を取り扱う放射線業務従事者が管理区域内で受ける外部被ばくによる線量の測定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、法令上、正しいものは (1) ~ (5) のうちどれか。

「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、次に多い部位が頭・頸部である作業を行う場合、男性又は妊娠する可能性がないと診断された女性については  A  に、その他の女性については  B  に、放射線測定器を装着させて線量の測定を行わなければならない。」

A

B

- |                 |             |
|-----------------|-------------|
| (1) 胸部          | 胸部及び腹部      |
| (2) 胸部及び頭・頸部    | 腹部及び頭・頸部    |
| (3) 手指、胸部及び頭・頸部 | 手指及び腹部      |
| (4) 胸部及び頭・頸部    | 胸部、腹部及び頭・頸部 |
| (5) 手指、胸部及び頭・頸部 | 手指、腹部及び頭・頸部 |

問 1 4 管理区域内におけるエックス線の外部被ばくによる線量の測定結果の確認、記録等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) 1 日における外部被ばくによる線量が 1 cm 線量当量について 1 mSv を超えるおそれのある労働者については、外部被ばくによる線量の測定の結果を毎日確認しなければならない。
- (2) 5 年間において、実効線量が 1 年間につき 20 mSv を超えたことのある男性の放射線業務従事者の実効線量については、3 か月ごと、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。
- (3) 1 か月間に受ける実効線量が 1.7 mSv を超えるおそれのある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。)の実効線量については、1 か月ごと、6 か月ごと及び 1 年ごとの合計を算定し、記録しなければならない。
- (4) 放射線業務従事者の人体の組織別の等価線量については、3 か月ごと及び 1 年ごとの合計を算定し、記録しなければならない。
- (5) 妊娠中の女性の放射線業務従事者の腹部表面に受ける等価線量については、1 か月ごと及び妊娠中の合計を算定し、記録しなければならない。

問 1 5 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 μSv/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なければならない。
- (2) 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を、1 週間につき 1.3 mSv 以下になるように管理しなければならない。
- (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、その旨を明示しなければならない。
- (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は、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なければならない。
- (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 3 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なければならない。

問 1 6 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) 診療放射線技師免許を受けた者又は原子炉主任技術者免状若しくは第一種放射線取扱主任者免状の交付を受けた者は、エックス線作業主任者免許を受けていなくても、エックス線作業主任者として選任することができる。
- (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 1 7 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) 測定は、1 cm 線量当量率若しくは 1 cm 線量当量、及び 70 μm 線量当量率若しくは 70 μm 線量当量について、行わなければならない。
- (2) 線量当量率又は線量当量は、いかなる場合も、放射線測定器を用いて測定することが必要であり、計算によって算出することはできない。
- (3) 測定を行ったときは、測定日時、測定方法及び測定結果のほか、測定を実施した者の氏名及びその有する資格について、記録しなければならない。
- (4) 測定結果等の記録は、5年間保存しなければならない。
- (5) 測定を行ったときは、その結果を所轄労働基準監督署長に報告しなければならない。

問 1 8 電離放射線障害防止規則に基づきエックス線装置を用いる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行う健康診断(以下「健康診断」という。)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) 健康診断は、雇入れ又は放射線業務に配置替えの際及びその後 6 か月以内ごとに 1 回、定期に、実施しなければならない。
- (2) 雇入れ時の健康診断において、被ばく歴のない労働者に対し、医師が必要と認めないときは、「皮膚の検査」を省略することができる。
- (3) 定期の健康診断において、健康診断実施日の属する年の前年 1 年間に受けた実効線量が 5 mSv を超えず、かつ、健康診断実施日の属する 1 年間に受ける実効線量が 5 mSv を超えるおそれのない労働者に対し、医師が必要と認めないときは、「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」を除く他の項目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、その結果に基づき、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 3 か月以内に、医師の意見を聴かなければならない。
- (5) 定期の健康診断を行ったときは、遅滞なく、電離放射線健康診断結果報告書を所轄労働基準監督署長に提出しなければならないが、雇入れ時又は配置替え時の健康診断を行ったときは提出する必要がない。

問 1 9 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) 製造年月
- (5) 製造番号

問 2 0 エックス線による非破壊検査業務に従事する労働者 10 人を含めて 250 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、法令に違反しているものはどれか。

- (1) 衛生管理者は、第二種衛生管理者免許を有する者のうちから 1 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) 安全衛生推進者は、選任していない。
- (4) 総括安全衛生管理者は、選任していない。
- (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。

(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(荷重)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(荷重)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 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<sup>たい</sup>までを覆う防護衣を着用して放射線業務を行った。

放射線測定器は、法令に基づき、胸部(防護衣の下)及び頭・頸部<sup>けい</sup>の計 2 箇所<sup>けい</sup>に装着した。

被ばく線量の測定結果は、1 cm 線量当量について、胸部で 0.3 mSv、頭・頸部で 1.2 mSv であった。

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、次式により算出するものとする。

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

$H_{EE}$  : 外部被ばくによる実効線量

$H_a$  : 頭・頸部における 1 cm 線量当量

$H_b$  : 胸・上腕部における 1 cm 線量当量

$H_c$  : 腹・大腿部における 1 cm 線量当量

$H_m$  : 「頭・頸部」「胸・上腕部」「腹・大腿部」

のうち外部被ばくによる実効線量が最大となるおそれのある部位における 1 cm 線量当量

- (1) 0.3 mSv
- (2) 0.4 mSv
- (3) 0.8 mSv
- (4) 1.2 mSv
- (5) 1.5 mSv

問 3 気体の電離作用を利用した放射線検出器の電極間の印加電圧と発生するイオン対の数との関係を表す曲線は、特徴あるいくつかの領域に分かれる。

これらの領域と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) 再結合領域 …………… 窒息
- (2) 電離箱領域 …………… 飽和電流
- (3) 比例計数管領域 …………… ガス増幅
- (4) GM計数管領域 …………… 電子なだれ
- (5) 連続放電領域 …………… コロナ放電

- 問 4 エックス線の測定に用いる電離箱に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。
- (1) 電離箱の電極の形には、平行平板型、円筒型、球形型などがあり、平行平板型は、基準線量を測定するための標準電離箱に利用される。
  - (2) 電離箱の電離気体としては、空気、アルゴンなどが用いられる。
  - (3) 電離箱は、構造が簡単で、機械的衝撃や、温・湿度の変化の影響を受けにくい。
  - (4) 電離箱による測定では、ガス増幅は利用されていない。
  - (5) 線量率型の電離箱は、電離箱内で発生する単位時間当たりの電離量を電流として測定するものである。

- 問 6 次のAからDまでの放射線測定器について、作業中に随時、線量の確認ができるものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。
- A 蛍光ガラス線量計
  - B 電離箱式PD型ポケット線量計
  - C 光刺激ルミネセンス(OSL)線量計
  - D 半導体式ポケット線量計
- (1) A, B
  - (2) A, C
  - (3) B, C
  - (4) B, D
  - (5) C, D

- 問 5 エックス線の測定に用いるサーベイメータに関する次の記述のうち、正しいものはどれか。
- (1) 電離箱式サーベイメータは、取扱いが容易で、測定可能な線量の範囲が広いが、他のサーベイメータに比べ方向依存性が大きく、また、バックグラウンド値が大きい。
  - (2) 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。
  - (3) GM計数管式サーベイメータは、他のサーベイメータに比べ方向依存性が小さく、線量率は500 mSv/h程度まで効率良く測定できる。
  - (4) GM計数管式サーベイメータは、他のサーベイメータに比べエネルギー依存性は小さいが、湿度の影響を受けやすく、機械的な安定性が十分でない。
  - (5) 半導体式サーベイメータは、他のサーベイメータに比べエネルギー依存性が小さく、30 keV以下の低エネルギーのエックス線の測定に適している。

- 問 7 蛍光ガラ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) 線量計の素子には銀活性リン酸塩ガラスが用いられる。
  - (2) 放射線により生成された蛍光中心に紫外線を当てて、発生するオレンジ色の蛍光の強さから線量を求める。
  - (3) 読み取り装置で線量を読み取ることによって蛍光中心が消えてしまうため、再度読み取ることはできない。
  - (4) 線量計の素子は、使用后、高温下でのアニーリングにより、繰り返し使用することができる。
  - (5) 線量計の素子間の感度のばらつきが少なく、また、フェーディングはきわめて小さい。

問 8 放射線の測定に関する用語について、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 積分型の測定器において、放射線が入射して作用した時点からの時間経過とともに線量の読み取り値が減少していく現象をフェーディングという。
- (2) 放射線測定において、測定しようとする放射線以外の、自然又は人工線源からの放射線を、バックグラウンド放射線という。
- (3) GM計数管の特性曲線において、印加電圧の変動が計数率にほとんど影響を与え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。
- (4) 物質が100 eVの放射線エネルギーを吸収したときに変化する原子数又は分子数をW値といい、放射線の種類が変わってもほぼ一定の値をとるため測定に利用される。
- (5) 測定器又は線源がより高位の標準器又は基準器によって次々と校正され、国家標準につながる経路が確立されていることをトレーサビリティといい、放射線測定器の校正は、トレーサビリティが明確な基準測定器又は基準線源を用いて行う必要がある。

問 10 電離箱式サーベイメータを用い、積算1 cm線量当量のレンジ(フルスケールは3 μSv)を使用して、ある場所で、実効エネルギーが180 keVのエックス線を測定したところ、フルスケールまで指針が振れるのに90秒かかった。

このときの1 cm線量当量率に最も近い値は、次のうちどれか。

ただし、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100 keVのときには0.85、250 keVのときには0.97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) 100 μSv/h
- (2) 110 μSv/h
- (3) 130 μSv/h
- (4) 140 μSv/h
- (5) 150 μSv/h

(次の科目が免除されている方は、問11～問20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 9 GM計数管式サーベイメータによる測定に関する次の文中の□内に入れるAの語句及びBの数字の組合せとして、適切なものは(1)～(5)のうちどれか。

「GM計数管式サーベイメータにより放射線を測定し、800 cpsの計数率を得た。GM計数管の□A□時間が100 μSであるとき、真の計数率は、約□B□ cpsである。」

- |        | A | B   |
|--------|---|-----|
| (1) 不感 |   | 740 |
| (2) 不感 |   | 960 |
| (3) 回復 |   | 870 |
| (4) 分解 |   | 870 |
| (5) 分解 |   | 960 |

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、腺窩細胞(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 1 2 エックス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) エックス線光子と生体内の水分子を構成する原子との相互作用の結果生成されたラジカルが、直接、生体高分子に損傷を与える作用が直接作用である。
- (2) エックス線光子によって生じた二次電子が、生体高分子の電離又は励起を行い、生体高分子に損傷を与える作用が間接作用である。
- (3) エックス線のような低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、システアミンなどの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、主に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エックス線を照射するとき、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分子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 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) 骨髄のうち赤色骨髄中の幹細胞が障害を受けると、末梢血液<sup>しょうけつ</sup>中の血球数は減少していく。
- (2) 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。
- (3) 人の末梢血液中の有形成分の変化は、0.25 Gy 程度の被ばくから認められる。
- (4) 末梢血液中の有形成分のうち、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。
- (5) 末梢血液中の有形成分のうち、赤血球は、白血球や血小板より放射線感受性が低い。

問 1 4 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 小腸粘膜
- B 汗腺
- C 神経線維

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

問 1 5 放射線の線量とその生体に与える影響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) 確率的影響では、被ばく線量が増加すると、障害の重篤度が大きくなる。
- (2) 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、指数関数で示される。
- (3) 確率的影響の発生確率は、実効線量により評価される。
- (4) 遺伝的影響は、確定的影響に分類される。
- (5) 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。

問 1 6 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) 3～5 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。
- (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 17 放射線の生物学的効果に関する次の 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(荷重)係数は、各組織・臓器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り、どの組織・臓器においても1より小さい。
- B 半致死線量は、被ばくした集団中の全個体が一定期間内に死亡する最小線量の50%に相当する線量である。
- C OER(酸素増感比)とは、細胞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。
- D 放射線による染色体異常は、細胞周期に応じて、フレームシフト、置換などに分けられる。

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

問 18 放射線による遺伝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 遺伝的影響の原因は、生殖細胞の突然変異であり、突然変異には遺伝子突然変異と染色体異常がある。
- B 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、遺伝的影響のほか、身体的影響に分類されるものもある。
- C 胎内被ばくによる胎児の奇形の発生は、遺伝的影響に分類される。
- D 倍加線量は、自然突然変異率を2倍にするのに必要な線量であり、その値が大きいほど遺伝的影響は起こりやすい。

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

問 19 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) 着床前期の被ばくは、胚死亡を引き起こすが、生き残った出生児は正常である。
- (2) 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。
- (3) 胎内被ばくにより胎児に生じる奇形は、確率的影響に分類される。
- (4) 器官形成期の被ばくは、奇形を起こすおそれはないが、出生後、身体的な発育不全が生じるおそれがある。
- (5) 胎内被ばくを受け出生した子供にみられる発育不全は、遺伝的影響である。

問 20 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を求めるときの基準放射線としては、通常、アルファ線が用いられる。
- C RBEの値は、同じ線質の放射線であっても、着目する生物学的効果、線量率などの条件によって異なる。
- D RBEは放射線の線エネルギー付与(LET)の増加とともに増大し、1 MeV/μm 付近で最大値を示すが、更にLETが大きくなるとRBEは減少していく。

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