

生 物 学

生物学のうち放射線に関する課目

試験が始まる前に、このページの記載事項をよく読んでください。裏面以降の試験問題は、指示があるまで見てはいけません。

1 試験時間：13:30～14:45（1時間15分）

2 問題数：30題（8ページ）

3 注意事項：

- ① 机の上に出してよいものは、受験票、鉛筆又はシャープペンシル（HB又はB）、鉛筆削り、消しゴム、時計（計算機能・通信機能・辞書機能等の付いた時計は不可）に限ります。
- ② 計算機（電卓）、定規及び下敷きの使用は認めません。
- ③ 不正行為等を防止するため、携帯電話等の通信機器は、必ず、電源を切ってカバン等の中に入れてください。
- ④ 問題用紙の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁又は解答用紙の汚れなどに気付いた場合は、手を挙げて試験監督員に知らせてください。なお、試験問題の内容に関する質問にはお答えできません。
- ⑤ 試験終了の合図があったら、ただちに筆記用具を置いてください。
なお、試験監督員が解答用紙を集め終わるまで、席を離れてはいけません。
- ⑥ 問題用紙は持ち帰っていただいて結構です。
- ⑦ 不正行為を行った者は、受験を中止させ、退場を命じます。

4 解答用紙（マークシート）の取扱いについて：

- ① 解答用紙を折り曲げたり汚したりしないでください。また、記入欄以外の余白には、何も記入しないでください。
- ② 筆記用具は、鉛筆又はシャープペンシル（HB又はB）を使用してください。また、記入を訂正する場合は、消しゴムできれいに消してください。
- ③ 解答用紙の所定欄に氏名・受験地・受験番号を忘れずに記入してください。特に、受験番号は受験票と照合して間違えないよう記入してください。
- ④ 解答は、1つの問いに対して、1つだけ選択（マーク）してください。2つ以上選択している場合は、採点されません。

次の各問について、1から5までの5つの選択肢のうち、適切な答えを1つだけ選び、注意事項に従って解答用紙に記入せよ。

問1 次の標識化合物のうち、PET(陽電子放射断層撮影)診断に用いられる正しいものの組合せはどれか。

- A $[^{14}\text{C}]$ メチオニン
- B $[^{15}\text{O}]$ 水
- C $[^{18}\text{F}]$ フルオロデオキシグルコース(FDG)
- D $[^{67}\text{Ga}]$ クエン酸ガリウム

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問2 放射線治療でブラッグピークを利用するものとして正しいものの組合せは、次のうちどれか。

- A 陽子線
- B 電子線
- C γ 線
- D 炭素イオン線
- E 中性子線

- 1 AとD 2 AとE 3 BとC 4 BとE 5 CとD

問3 放射線の間接作用に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 化学物質により修飾されることはほとんどない。
- B 主に水分子から生じたフリーラジカルによる。
- C 線量が一定であれば、酵素活性の不活性化率は酵素濃度に関係なく一定である。
- D 酸素濃度の影響を受ける。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問4 水への放射線照射により生成するスーパーオキシド($O_2^{\cdot-}$)に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 生体に存在するカタラーゼにより分解される。
- B ヒドロキシルラジカルに比べて生体成分への反応性が高い。
- C 酵素反応により過酸化水素を生じる。
- D 水和電子と酸素との反応で生じる。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問5 放射線によるDNA損傷の修復に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 2本鎖切断は、1本鎖切断に比べて修復されにくい。
- B 2本鎖切断の修復に、相同組換えは関与しない。
- C ヌクレオチド除去修復は、塩基損傷を修復する。
- D 1本鎖切断は、非相同末端結合により修復される。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問6 X線によるDNA損傷に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 単位吸収線量当たりの2本鎖切断の数は1本鎖切断の数の約2倍である。
- B DNA損傷は細胞周期の進行に影響する。
- C 低酸素条件下ではDNA損傷は起こりにくい。
- D γ 線では起こらない種類のDNA損傷が生じる。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問7 遺伝子突然変異に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A α 線は γ 線に比べて単位吸収線量当たりの突然変異頻度が高い。
- B β 線は中性子線に比べて単位吸収線量当たりの突然変異頻度が高い。
- C 点突然変異は発がんの原因となる。
- D 塩基損傷は点突然変異の原因となる。

1 ABCのみ 2 ABDのみ 3 ACDのみ 4 BCDのみ 5 ABCDすべて

問8 染色体異常に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 転座は安定型異常に分類される。
- B 環状染色体は不安定型異常に分類される。
- C G_1 期のDNA 2本鎖切断によりM期で染色分体型異常が生じる。
- D G_2 期のDNA 2本鎖切断によりM期で染色体型異常が生じる。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問9 細胞周期に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A p53は放射線照射後の細胞周期停止に関与する。
- B 最も放射線感受性が低いのはM期後半である。
- C G_0 期には G_2 期から移行する。
- D 毛細血管拡張性運動失調症患者由来の細胞では細胞周期チェックポイントに異常がある。

1 AとB 2 AとD 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問10 毛細血管拡張性運動失調症に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 紫外線に高感受性を示す。
- B 高発がん性を示す。
- C 免疫異常を示す。
- D 遺伝形式は常染色体優性遺伝である。

1 AとB 2 AとD 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問11 酸素効果に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 酸素の有無で生物学的効果が等しい場合のOERは0である。
- B 低酸素細胞は放射線抵抗性を示す。
- C 高LET放射線に比べて低LET放射線では酸素効果が大きい。
- D X線による細胞致死におけるOERは2.0~3.0である。

1 ABDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問 12 低 LET 放射線の線量率効果に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 一般に線量率が低くなると細胞生存率曲線の肩が顕著となる。
- B 一般に線量率が低くなると細胞生存率曲線の傾きが大きくなる。
- C 線量率が低くなることによる細胞生存率曲線の傾きの変化は、高 LET 放射線の場合より大きい。
- D 線量率を下げると細胞生存率が低くなる現象が認められることがある。

- 1 AとB 2 AとD 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問 13 5 Gy の γ 線急性全身被ばくによる放射線影響に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- 1 顆粒球は被ばく直後に一過性に増加することがある。
- 2 B 細胞は T 細胞よりも致死感受性が低い。
- 3 血小板の減少は顆粒球の減少よりも早期に起こる。
- 4 顆粒球の減少は主にリンパ節が被ばくすることによって起こる。
- 5 赤血球の減少は観察されない。

問 14 次の細胞のうち、放射線致死感受性の最も低いものはどれか。

- 1 心筋細胞
- 2 水晶体上皮細胞
- 3 腸クリプト(腺窩)細胞
- 4 皮膚基底細胞
- 5 リンパ球

問 15 組織加重(荷重)係数の大小関係について正しいものの組合せはどれか。

- A 皮膚 > 肝臓
- B 骨髄(赤色) > 結腸
- C 結腸 > 食道
- D 肺 > 膀胱

- 1 ABCのみ 2 ABのみ 3 ADのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問 16 ヒトの γ 線急性全身被ばくに関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 臓器により細胞致死感受性が異なる。
- B 前駆症状として体温低下をきたす。
- C 線量率が低い方が致死線量は高い。
- D ヒトの 50%致死線量はマウスの 50%致死線量よりも高い。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問 17 放射線による細胞の適応応答に関する記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 2 Gy 以上の事前照射により認められる。
- B 事前照射後 1~2 ヶ月で認められる。
- C リンパ球の染色体異常に関して認められる。
- D 化学物質でも同様な適応応答が認められる。

1 ABCのみ 2 ABのみ 3 ADのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問 18 10 Gy の γ 線急性全身被ばくの数時間後に生じる急性障害に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- 1 皮膚に痛みを感じる。
- 2 皮膚に水疱^{ほう}が形成される。
- 3 消化管から下血が起こる。
- 4 毛細血管の透過性亢進^{こうしん}が起こる。
- 5 肝機能障害が起こる。

問 19 急性放射線外部被ばくによる発がんに関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 白血病の潜伏期間は被ばく線量が高いほど短い。
- B 被ばく線量と悪性度には相関関係が認められない。
- C 乳がんの放射線による過剰発生リスクと線量との関係は LQ(直線-2次曲線)モデルがよくあてはまる。
- D 組織加重(荷重)係数とは、各組織における単位線量当たりのがん発生率のことである。

1 ACDのみ 2 ABのみ 3 BCのみ 4 Dのみ 5 ABCDすべて

問 20 1 Gy の X 線急性全身被ばくによって引き起こされる可能性のある影響として、正しいものの組合せは、次のうちどれか。

- A 脱毛
- B 男性の一時的不妊
- C 皮膚の紅斑はん
- D 放射線宿酔

1 A と B 2 A と C 3 A と D 4 B と C 5 B と D

問 21 確率的影響と確定的影響に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 遺伝的影響は確率的影響である。
- B 早期反応には確率的影響はない。
- C 組織加重(荷重)係数は確率的影響を考慮した係数である。
- D 晩発影響には確定的影響はない。
- E 内部被ばくでは確定的影響は起こらない。

1 A B C のみ 2 A B E のみ 3 A D E のみ 4 B C D のみ 5 C D E のみ

問 22 ^{125}I の物理的半減期を 60 日、生物学的半減期を 140 日としたとき、有効半減期[日]として最も近い値は、次のうちどれか。

1 20 2 40 3 80 4 120 5 140

問 23 器官形成期にある胎児が γ 線に急性被ばくした場合、奇形の発生に関するしきい線量[Gy]に最も近い値は、次のうちどれか。

1 0.005 2 0.02 3 0.1 4 0.5 5 2

問 24 外部放射線による胎内被ばくに関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 重度精神発達遅滞は受精後 26 週以降の被ばくで多い。
- B 生じる影響は確定的影響のみである。
- C 着床前に被ばくすると奇形の発生頻度が高い。
- D 被ばく線量推定には母親の子宮線量が用いられる。

1 A C D のみ 2 A B のみ 3 B C のみ 4 D のみ 5 A B C D すべて

問 25 γ 線急性全身被ばくによる身体的影響に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 高線量率で被ばくした場合に生じる生殖細胞の減少は身体的影響である。
- B 低線量率で被ばくした場合に生じる体細胞のがん化は身体的影響である。
- C 高線量による影響は急性障害のみで、晩発影響はない。
- D 晩発影響には、しきい線量があるものとないものがある。

1 ABCのみ 2 ABDのみ 3 ACDのみ 4 BCDのみ 5 ABCDすべて

問 26 放射線による遺伝的影響に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 遺伝的影響には、しきい線量があるものとないものがある。
- B 胎内被ばくによる奇形は遺伝的影響である。
- C 生殖年齢又は生殖年齢以前に被ばくした場合のみに生じる可能性がある。
- D 生殖器官が被ばくしなければ生じることはない。

1 AとB 2 AとD 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問 27 放射線による遺伝的影響に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 放射線誘発突然変異の発生率は、線量率に依存しない。
- B 遺伝的影響リスクの推定に用いられる間接法では倍加線量の概念を用いる。
- C 遺伝有意線量は、ある集団の妊娠可能女性の平均生殖腺線量である。
- D 放射線誘発突然変異は自然突然変異と区別ができない。

1 ACDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 BDのみ 5 BCDのみ

問 28 LETと細胞致死作用に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 高LET放射線は低LET放射線よりも細胞致死作用が小さい。
- B 高LET放射線は低LET放射線よりも間接作用の寄与が小さい。
- C RBEはLETが $100\sim 200\text{ keV}\cdot\mu\text{m}^{-1}$ の範囲で最低となる。
- D 高LET放射線は低LET放射線よりも細胞周期依存性が小さい。

1 ACDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 BDのみ 5 BCDのみ

問 29 RBE に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 放射線の種類による生物効果の量的違いを表す値である。
- B 低線量域における確定的影響の RBE を参考に放射線加重(荷重)係数が定められている。
- C 基準放射線としては、一般に 200~250 kV の X 線が用いられる。
- D 生物効果の指標によって RBE の値は異なる。

1 ACDのみ 2 ABのみ 3 BCのみ 4 Dのみ 5 ABCDすべて

問 30 粒子線の生物作用に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 陽子線の RBE は、X 線と比べて小さい。
- B ヘリウム線の生物作用は、ブラッグピーク付近で最大となる。
- C 中性子線は、エネルギーが異なると生物作用の程度も異なる。
- D 鉄イオン線の RBE は、炭素イオン線と比べて小さい。

1 ACDのみ 2 ABのみ 3 BCのみ 4 Dのみ 5 ABCDすべて