

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（9 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しまってください。
- 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、所定の欄以外の余白には、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 解答用紙の所定の欄に氏名・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 DNA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 DNAの2本の鎖の向かい合う塩基は、配位結合により結合している。
- B DNAを構成する塩基はアデニン、チミン、グアニン、シチジンの4種類である。
- C DNA複製においては、半保存的複製が行われる。
- D 8-オキソグアニンはアデニンと対合することにより突然変異の原因となる。
- E 照射されたDNAから塩基の遊離が生じた時、その原因は塩基の損傷である。

- 1 AとB 2 AとE 3 BとD 4 CとD 5 CとE

問2 次の標識化合物とそれを利用して標識される生体高分子として、正しいものの組合せはどれか。

- A [³H]チミジン — DNA
- B [¹²⁵I]5-ヨード-2'-デオキシウリジン — RNA
- C [³⁵S]メチオニン — タンパク質
- D [α -³²P]デオキシシチジン三リン酸 — DNA

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

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 溶液を照射した場合、全溶質分子に対する損傷を受けた溶質分子の割合は濃度によらず一定である。
- B 照射後に酸素分圧を高めると、細胞致死作用が増強される。
- C 低LET放射線の酸素増感比は正常線維芽細胞では2.5~3程度の値を示す。
- D グルタチオンにより間接作用は低減する。
- E 温度が低下すると、間接作用は低減する。

- 1 ABDのみ 2 ABEのみ 3 ACDのみ 4 BCEのみ 5 CDEのみ

問4 ヒト体細胞のDNA損傷とそ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 塩基遊離はプリン塩基に生じやすい。
- B 相同組換え修復は非相同末端結合より不正確である。
- C 相同組換え修復は細胞周期のG₁期には行われない。
- D 塩基除去修復には相同な2本鎖DNAを必要とする。

1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとC 5 BとD

問5 ヒドロキシルラジカル ($\cdot\text{OH}$) 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分子が結合して過酸化水素を生成する。
- B 求電子反応により酸化を受ける。
- C グルタチオンペルオキシダーゼにより特異的に不活性化される。
- D 有機分子からの水素引き抜き反応を起こす。

1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとC 5 BとD

問6 細胞生存率曲線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 1標的1ヒットモデルでは片対数グラフ上で直線となる。
- B D_0 とは生存率が0.1になる線量である。
- C D_0 が大きいほど、放射線致死感受性が低い。
- D α/β 比(値)が大きいほど、亜致死損傷回復の程度が小さい。

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

問7 染色体DNA上のタンパク質をコードする領域で次の変異が起こった場合、フレームシフトが起こるものの組合せはどれか。

- A 1個のアデニンがチミンによって置換された場合
- B 1個のアデニンがグアニンによって置換された場合
- C 1個のアデニンが挿入された場合
- D 連続する2個のアデニンが欠失した場合
- E 連続して3個のアデニンが挿入された場合

1 AとB 2 AとE 3 BとD 4 CとD 5 CとE

問8 放射線による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 二動原体染色体は不安定型異常である。
- B 二動原体染色体の出現頻度から被ばく線量を推定することができる。
- C 安定型異常は発がんの原因になる。
- D 染色分体型異常は細胞がG₁期に被ばくした場合に生じる。

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

問9 輸血用血液の放射線照射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 血液成分のうち最も放射線の影響を受けるのは血小板である。
- B 放射線照射により移植片対宿主病 (GVHD) を防ぐことが目的である。
- C 吸収線量は15~50 Gyである。
- D 新鮮凍結血漿^{しょう}を行う。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問10 放射線照射によって誘発されるアポトーシス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 染色体DNAの断片化が起こる。
- B ミトコンドリアの膜電位が低下する。
- C ホスファチジルセリンが細胞膜の外側に露出する。
- D 正常p53タンパク質によって抑制される。

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

問11 γ 線による急性全身被ばくの放射線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 好中球は被ばく直後に一過性に増加することがある。
- B ヒトの半致死線量はマウスの半致死線量より大きい。
- C 治療しない場合、ヒトの半致死線量は3.5~4.5 Gy程度である。
- D 好中球はリンパ球よりも放射線致死感受性が高い。
- E 末梢血リンパ球は放射線被ばく後に主として増殖死を起す。

1 AとB 2 AとC 3 BとD 4 CとE 5 DとE

問12 γ 線急性被ばくによる次の障害のうち、しきい値が最も大きいものはどれか。

- 1 湿性落屑
- 2 白内障による視力障害
- 3 造血機能低下
- 4 一時的脱毛
- 5 女性の永久不妊

問13 自然放射線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 宇宙線は高度が同じなら緯度にかかわらずほぼ均一に降り注ぐ。
- B 日本人の食品による内部被ばくの実効線量に最も大きく寄与する放射性核種は ^{14}C である。
- C 日本人の体内に存在する放射性核種のうち、最も放射能が高いものは ^{40}K である。
- D 世界全体の年平均の実効線量で、大地からの放射線による外部被ばくの実効線量は、ラドン及びその子孫核種の吸入による内部被ばくの実効線量より大きい。
- E 自然放射線による1年当たりの被ばくの実効線量の世界平均は約2.4 mSvである。

1 AとB 2 AとC 3 BとD 4 CとE 5 DとE

問14 γ 線による皮膚障害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 同程度の障害を起こすのに必要なエネルギーは熱傷の場合よりも大きい。
- B 4 Gy急性被ばくすると、2~3週間程度後に一時的脱毛が生じる。
- C 総線量が同一であれば1回で被ばくした場合の方が分割して被ばくした場合よりも障害が小さい。
- D 3 Gy急性被ばくすると、数時間から24時間後に紅斑が生じる。
- E 4 Gy急性被ばくすると、6ヶ月以内に皮膚の萎縮が生じる。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとD 4 CとE 5 DとE

問15 γ 線2 Gyの急性全身被ばくの数時間後に生じる可能性のある症状として、正しいものの組合せはどれか。

- A 下痢
- B 意識障害
- C 嘔吐おう
- D 下血
- E 軽い頭痛

- 1 AとB 2 AとC 3 BとD 4 CとE 5 DとE

問16 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 常染色体優性遺伝様式を示す。
- B 免疫不全を呈することが多い。
- C 患者由来の線維芽細胞は放射線致死高感受性を示す。
- D 患者由来の線維芽細胞は細胞周期チェックポイントに異常を示す。

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

問 17 原爆被爆者の疫学調査において、次の部位のうち最も発がんの過剰相対リスクが高いものはどれか。

- 1 胆嚢^{のう}
- 2 女性乳房
- 3 胃
- 4 直腸
- 5 子宮

問 18 放射線発がんの交絡因子として、正しいものの組合せは次のうちどれか。

- A 年齢
B 喫煙
C 性別
D 飲酒
- 1 ABCのみ 2 ABDのみ 3 ACDのみ 4 BCDのみ 5 ABCDすべて

問 19 臓器・組織と放射線による晩期障害の組合せとして、誤っているものはどれか。

- | | | |
|----------------------|---|---------------------|
| 1 膀胱 ^{ぼうこう} | — | 頻尿 |
| 2 脳 | — | 脳動脈瘤 ^{りゅう} |
| 3 心臓 | — | 心筋症 |
| 4 大腸 | — | 穿孔 ^{せん} |
| 5 脊髄神経 | — | 脊髄神経麻痺 |

問 20 次の放射性核種と内部被ばくの影響の組合せとして、誤っているものはどれか。

- | | | |
|--------------|---|-----|
| 1 プルトニウム 239 | — | 肝がん |
| 2 コバルト 60 | — | 肝がん |
| 3 ラジウム 226 | — | 肝がん |
| 4 鉄 59 | — | 白血病 |
| 5 ラドン 222 | — | 肺がん |

問 21 核実験により大気中に放出された放射性核種のフォールアウト放射能で集団実効線量預託に最も大きく寄与する核種は次のうちどれか。

- 1 ^3H
- 2 ^{14}C
- 3 ^{90}Sr
- 4 ^{137}Cs
- 5 ^{239}Pu

問 22 胎内被ばくによる精神遅滞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 受精後 0~7 週の被ばくで精神遅滞が観察される。
- B 受精後 8~15 週の被ばくで精神遅滞が観察される。
- C 受精後 16~25 週の被ばくで精神遅滞が最も顕著に観察される。
- D 受精後 26 週以降の被ばくでは精神遅滞が観察されない。

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

問 23 次のうち放射線による身体的影響に分類されるものの組合せはどれか。

- A 白内障
- B 白血病
- C 小頭症
- D 再生不良性貧血

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

問 24 放射線による遺伝性（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 重篤度は吸収線量が高いほど大きくなる。
- B 原爆被爆者の疫学調査では、有意な増加は認められていない。
- C 倍加線量が大いほど遺伝性（的）影響が起こりやすい。
- D 生殖細胞以外への被ばくは考慮する必要がない。

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

問25 低LET放射線と比較した場合の高LET放射線の細胞致死作用の特徴として、正しいものの組合せはどれか。

- A 線量率効果が小さい。
- B 生存率曲線の傾きが小さい。
- C ラジカルスカベンジャーによる防護効果が小さい。
- D 間接作用の寄与が大きい。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問26 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 放射線の質の違いによる生物効果の違いを表すものである。
- B 細胞致死効果や突然変異などの効果の指標によって値が異なる。
- C 線量率を変化させても値は変わらない。
- D 基準の放射線として一般にβ線が用いられる。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問27 放射線治療でブラッグピークを利用するものの組合せはどれか。

- A 電子線
- B 陽子線
- C 速中性子線
- D 炭素イオン線

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問28 放射線加重係数 (ICRP2007年勧告) 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 確定的影響をもとにして定められている。
- B 電子とミュオン粒子で値は同じである。
- C 中性子ではエネルギーが大きくなると値が大きくなる。
- D 放射線の線量率にかかわらず同一の値が与えられている。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問29 4 Gyの γ 線照射を行った正常ヒト線維芽細胞の生存率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 10 mGy/minの線量率で照射した場合、1 Gy/minの線量率で照射した場合に比べて生存率が高い。
- B 1回で4 Gy急性照射した場合、2時間の間隔を開けて2 Gyずつ急性照射した場合に比べて生存率が高い。
- C S期の細胞に照射した場合、M期の細胞に照射した場合に比べて生存率が高い。
- D 通常酸素濃度下で照射した場合、無酸素下で照射した場合に比べて生存率が高い。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問30 陽電子放射断層撮影 (PET) 診断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 陽電子の対消滅で生じる662 keVの放射線を検出する。
- B [^{14}C]メチオニンは脳腫瘍の診断に用いられる。
- C [^{18}F]フッ化ナトリウムは脳機能の診断に用いられる。
- D [^{13}N]アンモニアは虚血性心疾患の診断に用いられる。
- E [^{15}O]標識ガスは脳血管障害の診断に用いられる。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとD 4 CとE 5 DとE

