

生 物 学

試験が始まる前にこのページに書いてあることをよく読んでください。裏面以降は試験問題になっているので、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（7ページ）

3 注意事項：

- ① 机の上に出してよい物は、受験票、鉛筆（HB又はB）又はシャープペンシル、鉛筆削り、プラスチック消しゴム、時計に限ります。電卓機能・通信機能・辞書機能等の付いた時計を机の上に出すことはできません。
- ② 電卓（電子式卓上計算機）の使用はできません。
- ③ 試験中に携帯電話等の通信機器は使用できません。（電源を切ってください。）
- ④ 問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び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。ただし、試験問題の内容に関する質問にはお答えできません。
- ⑤ 試験中に気分の悪くなった場合などは、手を挙げ試験監督員の指示に従ってください。
- ⑥ 試験終了の合図があったら、すぐ筆記用具を置いて、解答をやめてください。
試験監督員が解答用紙を集め終わるまでは、席を離れることはできません。
なお、問題用紙は持ち帰っていただいて結構です。
- ⑦ 不正行為をした場合は、受験資格を失います。

4 解答用紙の扱いについて

- ① 解答用紙は機械で読み取りを行いますので、解答用紙の注意事項に従い丁寧に記入してください。また折り曲げたり汚したりしないでください。
- ② 筆記用具は、鉛筆（HB又はB）又はシャープペンシルを使用し、記入を訂正する場合にはプラスチック消しゴムできれいに消してください。また、消しきずは残さないようにしてください。
- ③ 解答用紙の所定の欄に受験番号・氏名・試験地を必ず記入してください。特に受験番号は受験票と照合して正しくマークしてください。
- ④ 試験は択一方式で、解答は1つの問につき1つだけ選択してください。2つ以上選択（マーク）した場合は、零点になります。
- ⑤ 記入欄以外の余白及び裏面には、何も記入しないでください。
- ⑥ 以上の記入方法の指示に従わない場合、必要とされる記入事項が正しく記入されていない場合には採点されません。

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 放射性同位元素を用いた生物実験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 超マイクロオートラジオグラフィには、 ^3H 標識化合物以外も利用できる。
- B ミクロオートラジオグラフィには、 β 線を放出する核種が適切である。
- C マクロオートラジオグラフィには、 γ 線を放出する核種が適切である。
- D 細胞再生系組織の細胞動態の解析は、 ^3H 標識化合物のみが用いられる。

- 1 ACDのみ 2 ABのみ 3 BCのみ 4 Dのみ 5 ABCDすべて

問 2 次の標識化合物のうち、細胞内の DNA 合成の定量に最も適切なものはどれか。

- 1 [^3H]チミジン
- 2 [^{14}C]ウリジン
- 3 [^{14}C]グルコース
- 4 [^{32}P]リン酸
- 5 [^{35}S]メチオニン

問 3 放射線の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 10~100keV/ μm の LET 領域では、RBE と OER、いずれも LET の増加に伴い上昇する。
- B 高 LET 領域では、低 LET 領域と比較して酸素効果は低下する。
- C 低酸素細胞増感剤は、照射後に与えたときに有効である。
- D 低酸素細胞増感剤は、電子親和性を有する。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問 4 X線照射による酵素の不活化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 直接作用は、ラジカルスカベンジャーの作用を受ける。
- B 間接作用では、平均不活化線量は溶質の濃度に比例して増加する。
- C 間接作用では、ラジカルは溶質分子と確率的に反応して不活化する。
- D 直接作用では、一定線量当たりの水溶液中の不活化数は溶質の濃度に比例して増加する。

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

問5 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 放射線照射後に細胞分裂遅延がみられない。
- B 皮膚がんが多発する。
- C 原因遺伝子は *ATM* である。
- D DNA 塩基損傷の修復能に欠損がある。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問6 放射線防護剤グルタチオンは、グルタミン酸を含むトリペプチドである。次のうち、その他の構成アミノ酸として、正しいものの組合せはどれか。

- A グリシン
- B システイン
- C メチオニン
- D チロシン

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問7 放射線による細胞死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 線維芽細胞の細胞死は、主に増殖死による。
- B 末梢リンパ球の細胞死は、主に増殖死による。
- C 固形がん細胞の細胞死は、主に間期死による。
- D 神経細胞の細胞死は、主に間期死による。

1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとC 5 BとD

問8 X線による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 低線量率では高線量率に比べ突然変異誘発頻度が低い。
- B 自然突然変異で認められない特別な変異はない。
- C 自然突然変異に比べ、欠失型が多い。
- D 同じ線量の中性子線に比べ、突然変異誘発頻度が高い。

1 ABCのみ 2 ABのみ 3 ADのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問9 放射線により生じる染色体異常のうち、安定型異常に分類されるものの組合せは、次のうちどれか。

- A 転座 B 逆位 C 端部欠失 D 環状染色体 E 二動原体染色体

1 ABCのみ 2 ABEのみ 3 ADEのみ 4 BCDのみ 5 CDEのみ

問 10 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 染色体異常発生の放射線感受性は分裂期に高い。
- B G_1 期の被ばくにより二動原体染色体が発生する。
- C G_2 期の被ばくにより染色分体異常が発生する。
- D 不安定型異常は発がんの原因となる。

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

問 11 放射線の細胞致死効果に及ぼすシステイン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 致死効果を低減させる。
- B ラジカルによる生体分子への作用を阻止する。
- C ラジカルによる DNA 損傷を修復する。
- D 間接作用に比べ直接作用に対する防護効果が大きい。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問 12 培養細胞に X 線を照射する場合、条件を変える前と比べて、最も大きな細胞致死効果の増強を観察できるものは、次のうちどれか。ただし、 $1\text{mmHg}=133\text{Pa}$ とする。

- 1 照射 5 分後に培養液の酸素分圧を、 5mmHg から 50mmHg に上昇させた。
- 2 照射 5 分後に培養液の酸素分圧を、 100mmHg から 300mmHg に上昇させた。
- 3 照射 5 分後に培養液の酸素分圧を、 300mmHg から 500mmHg に上昇させた。
- 4 照射前に培養液の酸素分圧を、 5mmHg から 50mmHg に上昇させて照射した。
- 5 照射前に培養液の酸素分圧を、 100mmHg から 300mmHg に上昇させて照射した。

問 13 細胞周期と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 放射線感受性は、S 期で最も高い。
- B 各細胞周期で酸素効果比に大きな変化はない。
- C 高 LET 放射線では、X 線に比べて放射線感受性の細胞周期依存性が小さい。
- D 照射後、細胞周期の進行は S 期と G_2 期の 2 ヶ所で停止する。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問 14 哺乳動物の腸管死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 半致死線量程度の被ばくの場合にみられる。
- B 高 LET 放射線でも、低 LET 放射線でも同程度の吸収線量で見られる。
- C 線量率効果がみられる。
- D 被ばく後 3 週間以内に死にいたる。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問 15 確定的影響を指標とした放射線感受性の高い順に並んでいるものは、次のうちどれか。

- 1 小腸 > 食道 > 大腸
- 2 胃 > 大腸 > 十二指腸
- 3 食道 > 十二指腸 > 胃
- 4 大腸 > 小腸 > 食道
- 5 十二指腸 > 大腸 > 胃

問 16 放射線がヒトの免疫細胞に及ぼす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 マクロファージと T リンパ球の放射線感受性はほぼ等しい。
- B 末梢血中の顆粒球数は、全身被ばく後 24 時間以内に一過性に上昇する。
- C T リンパ球は、アポトーシスを起こす。
- D T リンパ球は、B リンパ球より放射線感受性が高い。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問 17 ヒトの放射線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 10 Gy の γ 線全身被ばくは治療により延命できる。
- B 放射線宿酔は 1~2Gy の全身被ばくでも出現する。
- C 急性障害の発症までの期間は線量によらず一定である。
- D 晩発障害の発症は治療により容易に抑制できる。

- 1 ACDのみ 2 ABのみ 3 BCのみ 4 Dのみ 5 ABCDすべて

問18 原爆被ばく者のデータから明らかになっている放射線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 白血病の線量と発生率は、直線二次(LQ)モデルに良くあてはまる。
- B 固形がんの線量と発生率は、直線(L)モデルに良くあてはまる。
- C 放射線発がんでも最も潜伏期の短いのは、白血病である。
- D 低い線量域(1Sv以下)での発がん率をLモデルに従い推定した場合には、LQモデルでの推定値より高くなる。

1 ACDのみ 2 ABのみ 3 BCのみ 4 Dのみ 5 ABCDすべて

問19 次の組織荷重係数(ICRP1990年勧告)の比較のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 皮膚 > 肝臓
- B 赤色骨髄 > 甲状腺
- C 甲状腺 > 食道
- D 肺 > 食道
- E 胃 > 甲状腺

1 ABCのみ 2 ABDのみ 3 ACEのみ 4 BDEのみ 5 CDEのみ

問20 γ線による肺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 全肺被ばく後の放射線肺線維症では、呼吸機能が低下する。
- B 全肺被ばくでは、部分肺被ばくに比べ同一線量でも放射性肺炎の発症頻度が高い。
- C 2Gy全肺被ばくすると、1ヵ月以内に放射性肺線維症が発症する。
- D 2Gy全肺被ばくすると、12時間以内に放射線肺炎が発症する。

1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとC 5 BとD

問21 リスク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 リスク予測モデルは、発がんによる生涯リスクの推定に用いられる。
- B 絶対リスク予測モデルでは、放射線による過剰リスクは年齢と共に増加する。
- C 原爆被ばく者における固形がんの発生リスクは、相対リスクがより適合する。
- D 発がんの原因として自然放射線の寄与は、喫煙より小さい。

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

問 22 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 被ばく後の血小板減少は 30 日後が最大である。
- B 男性は女性より低い線量で一時的不妊になる。
- C 消化器系では膵臓が最も感受性が高い。
- D 精母細胞より精原細胞の方が致死感受性が高い。

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

問 23 自然放射線源による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 内部被ばくの最大の原因は Rn 及びその娘核種である。
- B 宇宙線は電離性成分より中性子成分による線量の方が多い。
- C 日本では自然放射線による被ばくは年間 5mSv 程度である。
- D ^{238}U 系列による被ばくの場合、外部被ばくより内部被ばくの線量が大きい。

1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとC 5 BとD

問 24 胎児被ばくの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 器官形成期の被ばくで奇形が生ずるしきい線量は、10mSv 程度と推定されている。
- B 遺伝的影響に分類される。
- C 精神発達遅滞のしきい線量は、20mSv 程度と推定されている。
- D 胎児期の被ばくによる発がんのリスクは、新生児期と同程度と推定されている。

1 ACDのみ 2 ABのみ 3 BCのみ 4 Dのみ 5 ABCDすべて

問 25 放射線の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 急性被ばくの場合、倍加線量は 4Gy 程度と推定されている。
- B 原爆被ばく者の疫学調査では、有意な増加は認められていない。
- C 生殖腺以外の被ばくによって生じることはない。
- D 閉経後も考慮する必要がある。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問 26 次のうち、身体的影響に分類されるものの組合せはどれか。

- A 小頭症
- B 白内障
- C 不妊
- D 白血病

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

問 27 低 LET 放射線と比較した高 LET 放射線の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 生存率曲線の肩が小さい。
- B 防護剤の効果が大きい。
- C 被ばく後の回復の程度が小さい。
- D 線量率効果が大きい。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問 28 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 組織による放射線感受性の違いを表す指標である。
- B 細胞致死効果、突然変異、発がんなど効果の指標によって値が異なる。
- C 防護剤や増感剤が存在するとその値は変化する。
- D 線量率が異なる場合でも、その値は変わらない。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問 29 放射線荷重係数(ICRP1990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 2MeV以上の陽子線の場合にはエネルギーによって値が異なる。
- B 確定的影響を評価するための係数である。
- C 線量率にかかわらず、放射線の種類とエネルギーによって同一の値が定められている。
- D 被ばくする組織にかかわらず、放射線の種類とエネルギーによって同一の値が定められている。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問 30 次の放射性核種のうち、物理的半減期と有効半減期が、ほぼ等しいものの組合せはどれか。

- A ^3H B ^{32}P C ^{131}I D ^{137}Cs

1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとC 5 BとD