

## 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、記入欄以外の余白及び裏面には、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、陽電子放射断層撮影（PET）検査に用いられるものの正しい組合せはどれか。

- A  $[^{13}\text{N}]$ アンモニア
- B  $[^{18}\text{F}]$ フルオロデオキシグルコース
- C  $[^{67}\text{Ga}]$ クエン酸ガリウム
- D  $[^{99\text{m}}\text{Tc}]$ 過テクネチウム酸ナトリウム

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

**問2** 次の核種のうち、マイクロオートラジオグラフィーに最も適しているものはどれか。

- 1  $^3\text{H}$       2  $^{32}\text{P}$       3  $^{35}\text{S}$       4  $^{45}\text{Ca}$       5  $^{90}\text{Sr}$

**問3** 放射線照射によって生じる活性種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 水和電子はDNAに対して強い酸化剤として作用する。
- B 水素ラジカルは生体分子からの水素引き抜き反応を起こす。
- C 間接作用によるDNA損傷には、ヒドロキシルラジカルの寄与が最も大きい。
- D スーパーオキシドラジカルの寿命はヒドロキシルラジカルの寿命より短い。

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

**問4** 放射線による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 X線によるDNA損傷は紫外線によるDNA損傷と変わらない。
- B  $\gamma$ 線による2本鎖切断の収率は1本鎖切断の収率の約2倍である。
- C 放射線に特異的なDNA損傷はない。
- D 塩基損傷は発がんの原因となる。

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

問5 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 酸素効果は主に直接作用を修飾する。
- B 酸素効果の機序の一つに酸素による損傷の固定化がある。
- C 照射後の酸素濃度上昇により大きな酸素効果が得られる。
- D グルタチオンは酸素効果に影響を与える。

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、正しいものの組合せはどれか。

- A 低LET放射線によるDNA損傷は主に直接作用による。
- B 試料を凍結すると間接作用の比率が小さくなる。
- C 直接作用の一つに、DNAの共有結合の解離によるラジカルの発生がある。
- D 低LET放射線によって生じた二次電子が標的分子に与える影響は間接作用である。

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

問7  $\gamma$ 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 細胞周期の $G_1$ -S移行期の方がS期後半よりも感受性が高い。
- B 一般に同一の生存率を与える吸収線量は、低線量率の方が高線量率よりも大きい。
- C リンパ球は好中球に比べて放射線感受性が高い。
- D コロニー形成法では間期死を定量できる。

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

問8  $\gamma$ 線による生殖細胞の致死と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 精原細胞は精子より致死感受性が高い。
- B 精原細胞は間質細胞より致死感受性が高い。
- C 男性の場合、一時的不妊からの回復には被ばく線量が高いほど時間がかかる。
- D 突然変異のなかには、受精卵からの発生過程で淘汰されるものがある。

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

**問 9** 培養細胞における放射線による HPRT 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 突然変異の検出には、突然変異を誘発した細胞のみが選択培地で増殖できるようになることを利用する。
- B 高 LET 放射線の場合、 $\gamma$  線に比べて吸収線量当たりの突然変異誘発率が高い。
- C X 線による突然変異頻度と吸収線量の関係は、直線-2 次曲線モデルに当てはまる。
- D 一般に、 $\gamma$  線では高線量率に比べ低線量率の方が突然変異誘発率が高い。

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

**問 10** 放射線によって誘発され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 血液中のリンパ球を培養して検査することができる。
- B 構造の異常を分子生物学的手法で検出することができる。
- C 小核形成細胞の出現頻度からは被ばく線量の推定はできない。
- D 培養細胞では直接被ばくしていない細胞に観察されることがある。

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

**問 11** X 線による 4 Gy の急性全身被ばく後の末梢血液しょうけつ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 リンパ球数は、被ばく後 1 日以内に一過性に増加する。
- B 血小板数は、被ばく後 20 日以降に最低値を示す。
- C 赤血球数は、被ばく後 25 日以降に最低値を示す。
- D 好中球数は、被ばく後 1 日以内に最低値を示す。

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

問 12  $\gamma$ 線による急性全身被ばく後の骨髄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 被ばく後 3 日以内に起きる。
- B 血小板減少は、骨髄死の原因の一つである。
- C  $LD_{50/60}$  の放射線量を被ばくしたときの主な死因である。
- D 5 Gy 以下の被ばくではサイトカイン治療は必要ない。

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

問 13 次の放射線障害のうち、幹細胞の障害が関与するものとして正しいものの組合せはどれか。

- A 中枢神経死
- B 腸死
- C 骨髄死
- D 男性不妊

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

問 14  $\gamma$ 線による急性被ばく後の障害と、障害を受けた臓器・組織におけるしきい線量の関係として、正しいものの組合せは、次のうちどれか。

- A 白内障 (視力低下)      -    15~20 Gy (眼)
- B 女性の永久不妊      -    2.5~6.0 Gy (卵巣)
- C 男性の一時的不妊      -    1.0~1.5 Gy (精巣)
- D 男性の永久不妊      -    3.5~6.0 Gy (精巣)

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

問 15 臓器全体が X 線に急性被ばくした場合に最も低い線量で起こるものは、次のうちどれか。

- 1 病的骨折 (肋骨)
- 2 放射線肺炎 (肺)
- 3 脳壊死 (大脳)
- 4 失明 (網膜)
- 5 直腸穿孔 (直腸)

**問 16** 職業被ばく及び医療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 ウラン鉱夫において、肺がんの増加が見られた。
- B 胸部 X 線透視を行った結核患者において、乳がんの増加が見られた。
- C トロトラストを用いた血管造影を行った患者において、白血病の増加が見られた。
- D ラジウム時計文字盤工において、骨腫瘍の増加が見られた。

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で、統計的に有意なリスクの上昇が認められている疾患の組合せは、次のうちどれか。

- A 急性骨髄性白血病
- B 急性リンパ性白血病
- C 慢性骨髄性白血病
- D 成人 T 細胞白血病

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

**問 18** 原爆被爆者におけるがんの相対リスクと絶対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 相対リスクと過剰相対リスクの差は常に一定である。
- B 過剰絶対リスクと過剰相対リスクの大小は常に一致する。
- C 白血病の過剰絶対リスクは胃がんの過剰絶対リスクより大きい。
- D 白血病の過剰相対リスクは全固形がんの過剰相対リスクより大きい。
- E 全固形がんの相対リスクは 1 Gy において約 0.5 である。

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

問 19 確率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 早期反応に確率的影響はない。
- B 晩発影響はすべて確率的影響である。
- C 胎内被ばくでは確率的影響は生じない。
- D 確率的影響の重篤度は線量には依存しない。

1 ACDのみ    2 ABのみ    3 ADのみ    4 BCのみ    5 BCDのみ

問 20 ICRP2007年勧告における確率的影響の名目リスク係数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 がんの名目リスク係数は、遺伝性(的)影響の名目リスク係数より大きい。
- B 遺伝性(的)影響の名目リスク係数は、1990年勧告より大きい。
- C 全年齢集団の名目リスク係数は、就労年齢集団(18-64歳)の名目リスク係数より大きい。
- D 線量・線量率効果係数(DDREF)として1/2を採用している。

1 ABDのみ    2 ACのみ    3 BCのみ    4 BDのみ    5 ACDのみ

問 21 日本における自然放射線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 経口摂取による内部被ばくに対する寄与はカリウム 40 が最も大きい。
- B ラドン、トロン及びその子孫核種による被ばく線量は日本平均より世界平均が高い。
- C 吸入摂取による内部被ばくに対する寄与はトロン及びその子孫核種が最も大きい。
- D 年間被ばく線量は約 2.1 mSv である。

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

問 22 日本における人工放射線による一般公衆の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 原子力発電所による寄与が最も大きい。
- B 核実験における集団実効線量預託への寄与では炭素 14 が最も大きい。
- C CT検査1回当たりの平均実効線量は約 2~13 mSv である。
- D 医療被ばく線量は約 0.4 mSv/年である。

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

**問 23** 原爆被爆者の疫学調査で有意な増加が観察された胎内被ばく影響として、正しいものの組合せは次のうちどれか。

- A 精神遅滞
- B 低身長
- C 小頭症
- D 四肢の奇形

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

**問 24** 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 自然発生突然変異率を2倍にするのに要する線量を倍加線量とよぶ。
- B 遺伝的リスクの推定に用いられる倍加線量法は直接法とも呼ばれる。
- C 2001年 UNSCEAR 報告では倍加線量を1 Gyとしている。
- D 原爆被爆者では被ばくによる遺伝性(的)影響が有意に増加した。

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次のうちどれか。

- A ラジカルスカベンジャーによる防護効果が小さい。
- B 酸素効果が小さい。
- C 線量率効果が小さい。
- D 同じ程度の致死作用を得るのに必要な吸収線量が小さい。

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

**問 26** 放射線加重係数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 放射線の種類によっては、そのエネルギーにより値が異なる場合がある。
- B 確定的影響を評価するための係数である。
- C 線量率が高くなるとその値は大きくなる。
- D 外部被ばく及び内部被ばくいずれの評価にも考慮されている。

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



問 27 ICRP2007 年勧告における放射線加重係数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 すべてのエネルギーの光子に対して 1 が与えられている。
- B すべてのエネルギーの電子に対して 2 が与えられている。
- C すべてのエネルギーの陽子に対して 2 が与えられている。
- D すべてのエネルギーの中性子に対して 10 が与えられている。
- E すべてのエネルギーの  $\alpha$  粒子に対して 20 が与えられている。

1 ABCのみ    2 ACEのみ    3 ADEのみ    4 BCDのみ    5 BDEのみ

問 28 細胞致死作用を指標とした 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 照射時の酸素分圧の違いによらず一定である。
- B 中性子線ではエネルギーの違いによらず一定である。
- C LET の違いによって異なる。
- D 線量率の違いによって異なる。

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

問 29 悪性腫瘍の放射線治療において、治療成績に影響を与える要因として正しいものの組合せはどれか。

- A 腫瘍細胞の放射線感受性
- B 腫瘍周囲の正常細胞の放射線感受性
- C 腫瘍細胞の増殖速度
- D 腫瘍細胞の酸素分圧

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

問 30 組織加重係数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 確率的影響を評価するための係数である。
- B 臓器・組織の等価線量にこの係数を乗じ、全身にわたって積算することによって実効線量が与えられる。
- C 線量率の高低によらず、臓器・組織ごとに一定の値が与えられている。
- D 年齢によらず、臓器・組織ごとに一定の値が与えられている。

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





