

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、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 標識化合物の利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 $[^3\text{H}]$ ウリジンを用いて、DNAの合成量を調べる。
- B $[^{14}\text{C}]$ ヒスチジンを用いて、タンパク質の合成量を調べる。
- C $[^{35}\text{S}]$ メチオニンを用いて、タンパク質の寿命を調べる。
- D $[^{51}\text{Cr}]$ クロム酸ナトリウムを用いて、赤血球の寿命を調べる。

- 1 ABDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問2 次の標識化合物のうち、陽電子放射断層撮影 (PET) 診断に用いられるものの組合せはどれか。

- A $[^{14}\text{C}]$ L-メチオニン
- B $[^{13}\text{N}]$ アンモニア
- C $[^{15}\text{O}]$ 水
- D $[^{18}\text{F}]$ 2-フルオロ-2-デオキシグルコース

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

問3 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 X線の細胞致死作用においては、直接作用に比べて間接作用の寄与が大きい。
- B 低酸素濃度では、通常の酸素濃度に比べて、細胞致死作用における直接作用の寄与が大きい。
- C 直接作用は間接作用に比べて温度の影響を受けやすい。
- D 直接作用は間接作用に比べてジメチルスルホキシドの影響を受けやすい。

- 1 ABDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問4 ラジカルと活性酸素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 基底状態の酸素分子（三重項酸素）はラジカルである。
- B 一重項酸素は活性酸素である。
- C 過酸化水素（ H_2O_2 ）はラジカルである。
- D ヒドロキシルラジカルはDNAに対して還元剤として作用する。

1 ABCのみ 2 ABのみ 3 ADのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問5 ヒト体細胞における放射線によるDNA2本鎖切断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 相同組換えによる修復は、一般に姉妹染色分体を必要とする。
- B 非相同末端結合による修復は、相同染色体、姉妹染色分体のいずれも必要としない。
- C 相同組換えによる修復は、S期後半から G_2 期にのみ機能する。
- D 非相同末端結合による修復は、 G_1 期からS期前半にのみ機能する。
- E 非相同末端結合による修復に関わる遺伝子を欠損する細胞は、S期後半から G_2 期にかけて最も高い放射線致死感受性を示す。

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

問6 ヒト体細胞における放射線による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 γ 線を1 Gy照射した場合に生じるDNA2本鎖切断の数は、チミングリコールの数より少ない。
- B γ 線を1 Gy照射した場合に生じるDNA2本鎖切断の数は、DNA1本鎖切断の数より多い。
- C γ 線を1 Gy照射した場合に生じるDNA-タンパク質間架橋の数は、塩基損傷の数より少ない。
- D 炭素イオン線を1 Gy照射した場合、 γ 線を1 Gy照射した場合に比べ、24時間後に残存するDNA2本鎖切断の数が多い。

1 ACDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 BDのみ 5 BCDのみ

問7 γ 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 G_2 期の細胞はM期の細胞よりも放射線に抵抗性である。
- B 心筋細胞は1 Gyの照射でアポトーシスを高頻度に起こす。
- C 線維芽細胞では非相同末端結合修復を欠損すると、生存率曲線の肩は小さくなる。
- D 正常線維芽細胞は5 Gyの照射で主に増殖死で死ぬ。

- 1 ACDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 BDのみ 5 BCDのみ

問8 次の遺伝病のうち、患者由来の細胞が ^{60}Co γ 線に対して致死感受性が高いものの組合せはどれか。

- A 毛細血管拡張性運動失調症
- B ナイミーヘン染色体不安定性症候群
- C 血友病
- D 色素性乾皮症

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

問9 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 同一吸収線量のX線では、一般に低線量率照射のほうが高線量率照射よりも1細胞あたりの染色体異常の数が少ない。
- B 同一吸収線量では、一般に速中性子線のほうがX線よりも1細胞あたりの染色体異常の数が多
い。
- C 末梢血リンパ球1細胞あたりの二動原体染色体の数で個人の被ばく線量を推定できる。
- D X線照射により、染色体異常を指標としたゲノム不安定性が誘導されることがある。

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

問10 放射線照射によるヒト細胞の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 X線による単位吸収線量あたりの突然変異誘発頻度は線量率とは無関係である。
- B 自然突然変異に比べてX線で誘発される突然変異では欠失突然変異の割合が高い。
- C 低LET放射線に比べて高LET放射線では単位吸収線量あたりの突然変異誘発が少ない。
- D 照射した細胞を非照射細胞と混合培養すると非照射細胞に突然変異が生じることがある。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問11 X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 ヒト線維芽細胞を2 Gy照射直後に44℃で30分加温すると、照射単独に比べて生存率が低下する。
- B 神経細胞は3 Gy照射により主に間期死で死ぬ。
- C 細胞周期のS期前半ではS期後半よりも放射線致死感受性が低い。
- D グルタチオンにはX線に対する防護効果がある。

- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとD 5 CとD

問12 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 ヒトの半致死線量 (LD_{50}) を決めるための観察期間は60日である。
- B LD_{50} に近い線量を被ばくした場合には生存率を改善する治療法はない。
- C 前駆症状の始まる時期は1~10 Gyの線量域で違いはない。
- D 8 Gy以上の被ばくにより意識を喪失することがある。

- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとC 5 BとD

問13 甲状腺の γ 線急性外部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 被ばく前の安定ヨウ素剤の内服により影響は軽減する。
- B 10 Gyの被ばくで甲状腺機能低下が生じる。
- C 3 Gyの被ばくで甲状腺良性結節が増加する。
- D 1 Gyの被ばくで急性甲状腺炎が生じる。

- 1 AとC 2 AとD 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問14 生殖腺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 精原細胞は精子形成過程で最も放射線致死感受性が高い。
- B 精原細胞は精子形成過程で最も突然変異誘発率が高い。
- C 卵原細胞は卵子形成過程で最も突然変異誘発率が高い。
- D 遺伝的リスクは女性より男性で高いと推定されている。

- 1 AとC 2 AとD 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問15 生体内に入った場合に主要な集積部位が骨ではない核種は次のうちどれか。

- 1 ^{32}P
- 2 ^{90}Sr
- 3 ^{210}Po
- 4 ^{226}Ra
- 5 ^{241}Am

問16 眼とその付属器のγ線急性被ばくが直接的原因とならないものは次のうちどれか。

- 1 白内障
- 2 緑内障
- 3 角膜炎
- 4 眼乾燥症候群（ドライアイ）
- 5 眼球突出

問17 X線を急照射した場合に半数の個体が死ぬ線量が最も小さいものは次のうちどれか。

- 1 大腸菌
- 2 酵母
- 3 ヒト
- 4 マウス
- 5 クマムシ

問18 次の放射線被ばくと発がんの関係のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A ウラン鉱夫 - 肺がん
B ラジウム時計文字盤工 - 胃がん
C 頭部白癬^{せん}X線治療患者 - 甲状腺がん
D トロトラスト被注入患者 - 大腸がん
- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問19 原爆被爆者の疫学調査において、統計的に有意ながん死亡リスクの増加がみられたがんの組合せはどれか。

- A 胃がん
B 肺がん
C 膵臓^{すい}がん
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20 預託実効線量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 単位はSv・年である。
B 特に指定しない場合、子供に対しては摂取時から50年間の実効線量を積算する。
C 長期にわたる内部被ばくを評価するために使用する。
D すべての臓器・組織の確率的影響のリスクを評価するために使用する。
- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問21 我が国における自然放射線およびそれ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 外部被ばく線量は内部被ばく線量よりも大きい。
B 内部被ばくでは、¹⁴Cの摂取によるものが最も寄与が大きい。
C 一次宇宙線としては銀河からの陽子が大部分を占める。
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 BとC 4 BとD 5 CとD

問22 世界人口における医療被ばくの年間集団実効線量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 医療被ばくによる年間集団実効線量には放射線治療による患者の被ばくも含まれる。
- B 自然放射線による年間集団実効線量に比べると、医療被ばくの方が大きい。
- C X線診断と核医学診断を比べるとX線診断の方が大きい。
- D X線診断のうちで最も大きいのはCTによるものである。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問23 原爆被爆者における胎内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 幼児期被ばくに比べて小児がんのリスクが有意に高い。
- B 発育遅延の有意な増加が観察されている。
- C 小頭症の有意な増加が観察されている。
- D 精神遅滞の有意な増加が観察されている。

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

問24 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 1 Gyの被ばくで脱毛が生じる。
- B 2 Gyの被ばくで白血球減少が生じる。
- C 3 Gyの被ばくで消化管の穿孔が生じる。
- D 8 Gyの被ばくで放射線肺臓炎が生じる。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問25 放射線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 白血病は早期影響である。
- B 再生不良性貧血は晩発障害である。
- C 固形腫瘍は晩発障害である。
- D 耳下腺炎は晩発障害である。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問26 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 遺伝性（的）影響にはしきい線量は存在しないと評価されている。
- B 高線量急性被ばくした本人に現れる。
- C 原爆被爆者で有意な増加が報告されている。
- D ヒトの遺伝性（的）影響のリスク推定では、動物実験のデータが利用されている。

1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとD 5 CとD

問27 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 線量率効果が大きい。
- B 酸素効果が小さい。
- C 直接作用の寄与が大きい。
- D 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 RBEの単位はGyである。
- B 基準放射線としては、一般に管電圧200～250 kVのX線が用いられる。
- C 生物効果の指標によらず放射線の種類ごとに値が定められている。
- D 低線量域における確率的影響のRBEを参考に放射線加重係数が定められている。

1 ACDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 BDのみ 5 BCDのみ

問29 粒子線の細胞致死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 速中性子線は γ 線よりもOERが小さい。
- B 陽子線のRBEは約3であると評価されている。
- C 炭素イオン線ではプラトー部とブラッグピーク部で、単位吸収線量あたりの細胞致死効果に差がある。
- D LETが大きくなればなるほど、RBEが大きくなる。

1 ACDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 BDのみ 5 BCDのみ

問30 放射線治療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 陽子線はビルドアップ効果により、X線よりも深部線量分布に優れる。
- B 電子線は表在性腫瘍の治療に用いられる。
- C ^{125}I は密封小線源として用いられる。
- D ホウ素中性子捕捉療法 (BNCT) では低エネルギー中性子が主に用いられる。

- 1 ACDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 BDのみ 5 BCDのみ

