

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（10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結構です。
- ⑦ 不正行為を行った者は、受験資格を失ったものとみなし、試験室からの退出を命じます。また、試験終了後に不正行為を行ったことが発覚した場合、試験実施時にさかのぼり受験資格を失ったものとみなします。

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 次の標識化合物のうち、ガンマカメラによる核医学画像診断に用いられるものの組合せはどれか。

- A $[^{35}\text{S}]$ メチオニン
 - B $[^{67}\text{Ga}]$ クエン酸ガリウム
 - C $[^{89}\text{Sr}]$ 塩化ストロンチウム
 - 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 放射線の生物作用における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線による細胞致死効果においては、直接作用に比べて間接作用の寄与が小さい。
 - B 直接作用は間接作用に比べて、温度の影響を受けにくい。
 - C 直接作用は間接作用に比べて、ラジカルスカベンジャーで抑制されやすい。
 - D 乾燥した酵素のX線による不活性化は、主に直接作用によるものである。
- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問3 水への放射線照射で生じる活性種の性質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 水和電子は生体成分を酸化する。
 - B スーパーオキシドラジカルを特異的に消去する酵素がある。
 - C ヒドロキシルラジカルはDNAに作用して損傷を与える。
 - D 過酸化水素は生体膜を透過しにくい。
- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問4 放射線の生物影響における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 照射30分後に酸素濃度を高くすることにより酸素効果が見られる。
- B OERとは、同一線量における酸素存在下と非存在下での生物効果の比である。
- C 酸素効果は高LET放射線では低LET放射線に比べて小さくなる。
- D 酸素分圧が100 mmHgでは酸素効果はほぼ飽和している。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問5 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 無酸素条件下で照射すると、有酸素条件下と比べて単位吸収線量当たりのDNA鎖切断の数は多くなる。
- B 塩基損傷の生成においては、水素ラジカルと比べてヒドロキシルラジカルの関与が大きい。
- C 単位吸収線量当たりの塩基損傷の数は塩基遊離の数よりも多くなる。
- D 単位吸収線量当たりの2本鎖切断の数は1本鎖切断の数よりも多くなる。

- 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 相同組換え修復は細胞の照射後1時間以内に完了する。
- B 非相同末端結合による修復は相同組換え修復よりも正確である。
- C 非相同末端結合による修復は全細胞周期で行われる。
- D 相同組換え修復は細胞周期のG₁期からS期前半において行われる。
- E 2本鎖切断は1本鎖切断よりも修復されにくい。

- 1 AとB 2 AとE 3 BとD 4 CとD 5 CとE

問7 2 Gyの急性 γ 線全身被ばくした場合の末梢血中の血球の変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 リンパ球はアポトーシスによって死ぬ。
- B リンパ球の減少は被ばく後1日以内に起こる。
- C 好中球数は被ばく後3日以内に一過性に増加する。
- D 血小板数は被ばく後約10日で最低値となる。

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

問8 放射線によ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 核の断片化が観察される。
- B 核の膨潤が観察される。
- C クロマチンの凝縮が観察される。
- D 細胞内容物の流出が観察される。

1 AとC 2 AとD 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問9 放射線誘発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 染色体異常は、細胞周期のM期に照射を受けた細胞にのみ生じる。
- B G_1 期に照射された細胞にDNA 2本鎖切断が生じると、染色分体型異常が生じる。
- C G_0 期の細胞で、PCC（未成熟染色体凝縮）法で染色体異常を観察することができる。
- D 転座に比べて二動原体染色体の方が放射線による頻度の増加をより低線量で検出できる。
- E X線急照射による染色体異常は、線量に比例して直線的に増加する。

1 AとB 2 AとE 3 BとD 4 CとD 5 CとE

問10 培養ヒト線維芽細胞の細胞周期による致死感受性の変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 G_1 期に比べてM期は致死感受性が高い。
- B S期前半に比べてS期後半から G_2 期前半は致死感受性が高い。
- C X線に比べて高LET放射線では致死感受性の細胞周期依存性が大きい。
- D S期に比べてM期の細胞の生存率曲線の肩は小さい。

- 1 AとC 2 AとD 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問11 細胞が放射線照射により受けた損傷からの回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 PLD回復は、増殖している細胞で主に観察される。
- B SLD回復が起こる場合、総線量が同じであれば分割照射の方が一回照射より生存率が高くなる。
- C SLD回復とPLD回復は、低LET放射線に比べて高LET放射線では小さい。
- D PLD回復による生存率上昇は、照射後8時間以降に起こる。

- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとC 5 BとD

問12 多重標的1ヒットモデルの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 D_0 は、生存率が37%となる線量である。
- B D_q が大きい場合、放射線影響の分割効果は大きくなる。
- C 標的数 n が等しい場合、 D_q が大きい方が D_0 は大きくなる。
- D α 線は、X線よりも D_q 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13 急性 γ 線被ばくによる精巣の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 精原細胞はセルトリ細胞より放射線致死感受性が高い。
 - B 精原細胞は精(子)細胞より放射線致死感受性が高い。
 - C 精巣に2 Gyを被ばくした場合、被ばく直後から6週間程度不妊となる。
 - D 精巣に2 Gyを被ばくした場合、被ばく直後に血中テストステロン濃度の低下が認められる。
- 1 ABCのみ 2 ABのみ 3 ADのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問14 急性 γ 線被ばくによる皮膚の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 皮膚に3 Gyを被ばくした場合、1日以内に紅斑が見られる。
 - B 皮膚に3 Gyを被ばくした場合、約3週間後に脱毛が見られる。
 - C 皮膚に3 Gyを被ばくした場合、約3週間後に水疱が見られる。
 - D 乾性落屑^{ちが}のしきい線量は、湿性落屑のしきい線量より高い。
- 1 ABDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問15 国際放射線防護委員会 (ICRP) 2007年勧告における各臓器・組織の組織加重係数の大小関係について、正しいものの組合せは次のうちどれか。

- A 骨表面 > 生殖腺 > 甲状腺
 - B 生殖腺 > 肝臓 > 脳
 - C 生殖腺 > 結腸 > 皮膚
 - D 乳房 > 生殖腺 > 食道
- 1 ACDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 BDのみ 5 BCDのみ

問16 γ 線全身被ばくによる急性放射線症の前駆期に見られる症状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被ばく後1時間以内に嘔吐^{おう}が見られる。
 - B 2 Gy被ばく後3時間以内に下痢が見られる。
 - C 5 Gy被ばく後3時間以内に発熱が見られる。
 - D 10 Gy被ばく後1日以内に頭痛が見られる。
- 1 ABCのみ 2 ABのみ 3 ADのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問17 放射線誘発乳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 被ばく線量が増大すると重篤度が増す。
- B 発症リスクは被ばく後約30年から増加する。
- C 放射線発がんの過剰相対リスクの大きさは被ばく時年齢に関係がある。
- D アルコール摂取は発症リスクを増加させる。

1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとD 5 CとD

問18 原爆被爆者の疫学調査において、がん死亡の過剰相対リスクに有意な増大が見られる臓器の組合せは次のうちどれか。

- A 肺
- B 直腸
- C 前立腺
- D 乳房
- E 子宮

1 AとC 2 AとD 3 BとC 4 BとE 5 DとE

問19 次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 晩発性障害は全て確率的影響である。
- B 肺の線維化は晩発性障害である。
- C 突然変異発生率を自然突然変異発生率の2倍にする吸収線量を倍加線量という。
- D ICRP2007年勧告では遺伝性(的)影響におけるヒトの倍加線量として100 mGyが用いられている。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問20 次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 内部被ばくで起こる障害は全て確率的影響である。
- B 急性障害には確率的影響は無い。
- C 生殖腺への障害は全て確率的影響である。
- D 確率的影響にはしきい値が無い。
- E 組織加重（荷重）係数は確率的影響と確定的影響を考慮して決められている。

1 AとB 2 AとE 3 BとD 4 CとD 5 CとE

問21 放射線被ばく後の組織の早期反応と晩期反応に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- 1 晩期反応に比べ早期反応では α/β 比が小さい。
- 2 晩期反応に比べ早期反応では分割照射による影響が大きい。
- 3 晩期反応は照射後3年以上経過してから初めて発生する。
- 4 晩期反応の α/β 比は1～5程度である。
- 5 腎不全は早期反応である。

問22 我が国における自然放射線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 自然放射線源から受ける国民1人当たりの年間平均被ばく線量は4.3 mSvである。
- B 大地からの放射線による被ばく線量は、大地が玄武岩よりも花崗岩で主に構成されている場合の方が大きい。
- C 宇宙線による被ばく線量率は沖縄よりも北海道の方が高い。
- D 内部被ばくに対する寄与は、カリウム40が最も大きい。
- E 吸入による内部被ばくに対する寄与は、ラドン220とその子孫核種の方がラドン222とその子孫核種よりも大きい。

1 AとD 2 AとE 3 BとC 4 BとE 5 CとD

問23 ^{211}At (物理学的半減期7.2時間) を含む放射性薬剤を投与後、ある腫瘍 (腫瘍細胞) に100 Bq の集積が認められた。この腫瘍において、物理学的半減期よりも十分長い時間にわたる ^{211}At の集積後からの総壊変数 (累積放射能[kBq·s])に最も近い値は、次のうちどれか。ただし、腫瘍の重量は1 kgとする。また、その間、腫瘍からの ^{211}At の排出は起こらず、新たに集積はなく、腫瘍細胞は増殖もせず排除もされないと仮定する。

- 1 1,000
- 2 1,800
- 3 2,600
- 4 3,700
- 5 5,000

問24 ヒトの胎内被ばくによる放射線影響に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 受精後0～8日の2 Gy被ばくにより、胚死亡が生じる。
- B 受精後9日～8週の被ばくによる奇形発生のしきい値は0.1 Gyである。
- C 受精後9週～15週の1 Gy被ばくにより、重度精神遅滞が観察される。
- D 受精後26週～40週の0.15 Gy以上の被ばくにより、小頭症が観察される。

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

問25 放射線による身体的影響と遺伝性 (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 身体的影響にはしきい線量があるものとないものがある。
- B 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 胎内被ばくによる奇形は遺伝性 (的) 影響である。
- D 1 Gyの急性全身被ばくにより意識障害が起こる。

- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとC 5 B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 生殖細胞の突然変異は遺伝性（的）影響の原因となる。
- B 精母細胞は精原細胞よりも突然変異が誘発されやすい。
- C 精原細胞では突然変異誘発に関して線量率効果は認められない。
- D 倍加線量が大きいほど遺伝性（的）影響が起こりやすいことを意味する。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問27 次のうち、線エネルギー付与（LET）が最も小さいものはどれか。

- 1 核分裂片
- 2 炭素イオン線
- 3 α 線
- 4 高エネルギー電子線（1 MeV）
- 5 低エネルギー電子線（100 keV）

問28 次のうち、放射線照射後の細胞の生存率に関するRBEに影響を与えるものの組合せはどれか。

- A グルコース濃度
- B 酸素分圧
- C 温度
- D LET

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

問29 粒子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 X線と比べ炭素イオン線の細胞生存率曲線の方が肩が小さい。
- B ブラッグピークの位置で細胞を照射したときの致死感受性に関するRBEは鉄イオン線に比べ炭素イオン線の方が小さい。
- C X線と比べ中性子線は致死感受性の細胞周期依存性が大きい。
- D 中性子線はブラッグピークを持たない。

- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとD 5 CとD

問 30 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 血液製剤の移植片対宿主病 (GVHD) を予防できる。
- B 吸収線量が 1~10 Gy の範囲で照射する。
- C 効果を高めるために照射後 1 週間以上経過してから使用する。
- D 新鮮液状血漿^{しょう}は照射対象外である。
- E 血液成分のうち放射線の影響を最も受けるのはリンパ球である。

- 1 AとB 2 AとE 3 BとD 4 CとD 5 CとE

